

# 博 士 論 文

## 題 目

本邦建設コンサルタント企業による PPP プロジェクト・  
マネジメントシステム構築に関する研究

ー発展途上国における小水力発電事業をケーススタディとしてー

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻

博士後期課程

学位区分：博士（工学）

学 籍 番 号：1 1 8 6 0 0 5

氏 名：宗廣 裕司

学位論文審査委員：

主指導教員 五艘 隆志 准教授

副指導教員 永野 正展 教授

副指導教員 草柳 俊二 名誉教授

審 査 委 員 島 弘 教授

審 査 委 員 菊池 豊 教授

2017 年 3 月

## 目 次

1. はじめに .....	8
1.1. 研究の背景と目的 .....	8
1.2. 研究の構成 .....	9
2. 本邦建設コンサルタント産業の形成過程 .....	11
2.1. 本邦建設コンサルタントの歴史 .....	11
2.2. 本邦建設コンサルタントの国内市場 .....	13
2.3. 本邦建設コンサルタントの海外業務 .....	14
2.4. 本邦建設コンサルタントを取り巻く構造変化 .....	20
3. 本邦建設コンサルタントの定義と役割の変遷 .....	24
3.1. 日本における建設コンサルタントの定義 .....	24
3.2. 国際的なコンサルタントの成立過程と定義 .....	26
3.3. 本邦建設コンサルタントの役割の変遷 .....	29
3.4. 日本の PPP/PFI の歴史とコンセッション方式の導入 .....	31
3.5. 本邦建設コンサルタントに求められる機能と役割 .....	33
4. 欧米コンサルタントと本邦建設コンサルタントの比較 .....	36
4.1. アジアにおけるインフラ市場と本邦建設コンサルタントの位置づけ .....	36
4.2. 欧米トップ企業と本邦トップ企業の比較 .....	41
4.3. 本邦企業の海外進出事例 .....	48
4.4. PPP スキームにおけるコンサルティングビジネス .....	58
4.5. 欧米コンサルタントとの比較に基づく本邦建設コンサルタントが抱える課題 .....	64
5. 海外 PPP プロジェクトのリスク分析 .....	71
5.1. インフラ事業で発生する一般的リスク .....	71
5.2. 事業カテゴリ分類と定性的なビジネス分析 .....	73
5.3. 海外 PPP プロジェクトのケーススタディ設定 .....	76
5.4. 海外 PPP プロジェクトで顕在化するリスク .....	82

5.5.	リスクの定量化.....	89
5.6.	海外 PPP プロジェクトのリスク比較分析 .....	99
6.	本邦建設コンサルタントによる海外 PPP プロジェクトのリスクマネジメント .....	102
6.1.	リスクマネジメントシステム.....	102
6.2.	海外 PPP プロジェクトへのリスクマネジメントシステムの適用 .....	106
6.3.	リスク対応能力の評価と対応策の選定 .....	109
6.4.	本邦建設コンサルタントによるリスクマネジメント .....	116
7.	小水力 PPP プロジェクトマネジメントシステム（PPP-PMS）の構築.....	118
7.1.	O&M 指向型のコンサルティングサービス .....	118
7.2.	PPP プロジェクトマネジメントシステム業務の体系化.....	124
7.3.	案件形成マネジメントシステム .....	127
7.4.	パートナーシップ構築マネジメントシステム .....	137
7.5.	資金調達マネジメントシステム .....	143
7.6.	EPC マネジメントシステム.....	148
7.7.	O&M マネジメントシステム .....	156
7.8.	マネジメントシステム導入による定性的効果.....	178
8.	小水力 PPP-PMS の導入効果計測手法の検討 .....	189
8.1.	ダイナミック DCF 法 .....	189
8.2.	小水力 PPP プロジェクトにおけるリスク要因のモデル化 .....	190
8.3.	小水力 PPP-PMS 導入による効果分析 .....	194
9.	結論 .....	201
	謝辞.....	203
	文献目録.....	204
	別添資料 1（PPP-PMS 各シート拡大版）	
	別添資料 2（PPP-PMS 様式集）	

## 図表一覧

図 2-1	主要な建設コンサルタント企業の売上高と建設投資額（土木分野）の推移	13
図 2-2	ODA の形態別分類	15
図 2-3	近年の DAC 主要国の ODA 実績の推移(支出純額ベース)	16
図 2-4	FIDIC 契約約款における三者執行構造	18
図 2-5	政府全体 ODA 予算（一般会計当初予算）の推移	19
図 2-6	建設コンサルタント 74 社の海外業務受注額の推移	19
図 2-7	本邦建設コンサルタントの多様な役割	22
図 3-1	日本における建設コンサルタントと発注者・請負者の関係（二者執行構造）	24
図 3-2	FIDIC 契約約款における三者執行構造	28
図 3-3	建設コンサルタントの役割の変遷	29
図 3-4	建設コンサルタントの役割の再考	30
図 3-5	PFI 事業数及び事業費の推移（累計、2015 年 3 月 31 日現在）	31
図 3-6	PFI 事業における建設コンサルタントの役割	32
図 3-7	建設プロジェクトの執行形態と契約形態に応じたコンサル機能の変化	33
図 3-8	PPP 事業における本邦建設コンサルタントの位置づけと役割のイメージ	34
図 3-9	プロジェクト期間とコスト及びスケジュールの不確実性	34
図 4-1	世界におけるインフラ投資の見通し	36
図 4-2	アジアにおける事業分野別インフラ投資必要額（2010~2020 年）	37
図 4-3	国際エンジニアリング企業における海外売上の地域別シェア（2014 年）	39
図 4-4	AECOM の売上推移と M&A	42
図 4-5	AECOM の事業モデル	43
図 4-6	WSP/PB の事業モデル	44
図 4-7	本邦建設コンサルタントトップ 2 社の分野別売上（2015 年決算）	46
図 4-8	本邦建設コンサルタントトップ企業の事業モデル	47
図 4-9	PPP インフラ事業における本邦企業の参画形態イメージ	48
図 4-10	アジアにおける電力インフラ事業の展開パターン	49
図 4-11	海外鉄道事業における本邦企業と欧州企業の比較	51
図 4-12	水ビジネスにおける企業の関与形態（本邦企業と海外企業との比較）	52
図 4-13	各事業スキームのモデル（ティラワ工業団地開発の例）	53
図 4-14	A 社が参画する小水力発電事業スキーム	55
図 4-15	PPP 事業モデルの類型	60
図 4-16	水力プロジェクトの IPP スキーム	62
図 4-17	本邦建設コンサルタントのビジネス拡大・成長イメージ	65
図 4-18	PPP プロジェクトにおける本邦企業の役割分担（従来と将来）	67
図 5-1	本邦建設コンサルタント視点による事業カテゴリ毎の定性的ビジネス分析イメージ	75
図 5-2	流れ込み式水力発電のイメージ	76



図 5-3	小水力発電所の設備概要 .....	77
図 5-4	小水力発電事業のスキーム（本邦建設コンサルタント A 社によるフィリピン案件事例） .....	78
図 5-5	PPP 事業モデルの類型（再掲） .....	79
図 5-6	事業カテゴリ別のリスクレベル .....	96
図 6-1	リスク対応策 .....	104
図 7-1	O&M 指向型のコンサルティングサービスの全体像 .....	119
図 7-2	本邦建設コンサルタント A 社による O&M 指向型のコンサルティング・コンセプト .....	120
図 7-3	本邦建設コンサルタント A 社による O&M 指向型のコンサルティングサービス例 .....	121
図 7-4	本邦建設コンサルタント A 社のコンサルティングサービスの位置づけと役割 .....	121
図 7-5	プロジェクト期間に基づいたリスクや不確実性への影響 .....	122
図 7-6	プロジェクト期間に基づいたコストやスケジュールの不確実性 .....	123
図 7-7	小水力 PPP プロジェクトの開発スケジュール例（再掲） .....	124
図 7-8	小水力 PPP プロジェクト基幹業務の体系化 .....	125
図 7-9	PPP-PMS の構築フロー .....	126
図 7-10	小水力発電所運用管理の基本概念 .....	164
図 7-11	O&M 情報システムの基本フロー .....	167
図 7-12	主要な入力データと出力の関係 .....	168
図 7-13	プロトタイプにおけるデータ収集環境のシステム構成 .....	170
図 7-14	Web の出力シート画面（水位情報レポート） .....	170
図 7-15	月報の出力イメージ .....	171
図 7-16	ペーパートライアルでの入力シート例 .....	172
図 7-17	傾向分析におけるベアリング温度の変異例 .....	173
図 8-1	小水力 PPP プロジェクトのインフルエンス・ダイアグラム .....	190
図 8-2	プラントエンジニアリングにおけるコストの見積もりと誤差範囲 .....	193
図 8-3	エンジニアリング・フィーのレベル（米国エンジニアリング企業の例） .....	193
表 2-1	将来における社会資本の維持管理・更新費の推計結果 .....	13
表 3-1	建設関連業登録制度（概要） .....	25
表 4-1	アジアにおける事業分野別インフラ投資必要額（2010~2020 年） .....	37
表 4-2	アジアの国・地域別インフラ投資必要額 .....	37
表 4-3	新興アジア諸国における公共インフラ投資（対 GDP 比） .....	38
表 4-4	国際エンジニアリング企業における海外売上上の地域別シェア（2014 年） .....	40
表 4-5	国際エンジニアリング企業の海外売上トップ 10（2014 年） .....	41
表 4-6	AECOM 及び WSP/Parsons Brinckerhoff の事業概要 .....	44
表 4-7	本邦建設コンサルタントトップ 2 社の事業概要 .....	46
表 4-8	専門エンジニアリング大手の企業文化の特徴 .....	54
表 4-9	水道事業における民間参入選択肢の代表的分類 .....	58

表 4-10	フィリピンとインドネシアの PPP 関連制度 .....	59
表 4-11	欧米と日本におけるインフラ関連トップコンサルタント企業の比較 .....	64
表 4-12	建設コンサルタントがビジネス拡大時に遭遇するリスクの例 .....	66
表 5-1	インフラ事業の一般的リスク .....	72
表 5-2	本邦建設コンサルタント視点による事業カテゴリ毎の定性的ビジネス分析 .....	74
表 5-3	海外小水力 PPP プロジェクトの開発スケジュール例 (10MW クラス) .....	80
表 5-4	小水力発電事業の主要なリスク (案件形成フェーズ) .....	84
表 5-5	小水力発電事業の主要なリスク (パートナーシップ構築フェーズ) .....	85
表 5-6	小水力発電事業の主要なリスク (資金調達フェーズ) .....	86
表 5-7	小水力発電事業の主要なリスク (EPC フェーズ) .....	87
表 5-8	小水力発電事業の主要なリスク (O&M フェーズ) .....	88
表 5-9	リスクレベル分析のクラス分け .....	89
表 5-10	事業カテゴリ別のリスクアイテム数 .....	90
表 5-11	事業カテゴリ別のリスクレベル (案件形成フェーズ) .....	91
表 5-12	事業カテゴリ別のリスクレベル (パートナーシップ構築フェーズ) .....	92
表 5-13	事業カテゴリ別のリスクレベル (資金調達フェーズ) .....	93
表 5-14	事業カテゴリ別のリスクレベル (EPC フェーズ) .....	94
表 5-15	事業カテゴリ別のリスクレベル (O&M フェーズ) .....	95
表 5-16	事業カテゴリ別フェーズ別のリスクレベル .....	96
表 5-17	事業カテゴリ別のリスクアイテム数 (再掲) .....	97
表 5-18	海外 PPP と ODA、国内 PPP のリスク比較 .....	99
表 6-1	国際建設プロジェクトにおけるリスクマネジメントのレベル分析 .....	102
表 6-2	海外 PPP プロジェクトにおけるリスクマネジメントのレベル分析 .....	103
表 6-3	プロジェクト体制の例 .....	106
表 6-4	プロジェクトチームの知識と業務経験 .....	106
表 6-5	PM のリスクマネジメント能力の算定例 (案件形成フェーズ) .....	108
表 6-6	リスク対応能力の評価 (案件形成フェーズ) .....	110
表 6-7	リスク対応能力の評価 (パートナーシップ構築フェーズ) .....	111
表 6-8	リスク対応能力の評価 (資金調達フェーズ) .....	112
表 6-9	リスク対応能力の評価 (EPC フェーズ) .....	114
表 6-10	リスク対応能力の評価 (O&M フェーズ) .....	115
表 7-1	本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出 (案件形成フェーズ) .....	130
表 7-2	案件形成フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式 .....	134
表 7-3	案件形成マネジメントシステム .....	136
表 7-4	本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出 (パートナーシップ構築フェーズ) .....	139
表 7-5	パートナーシップ構築フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式 .....	141
表 7-6	パートナーシップ構築マネジメントシステム .....	142

表 7-7	本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（資金調達フェーズ） .....	144
表 7-8	資金調達フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式 .....	146
表 7-9	資金調達マネジメントシステム .....	147
表 7-10	本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（EPC フェーズ） .....	150
表 7-11	EPC フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式 .....	153
表 7-12	EPC マネジメントシステム .....	155
表 7-13	本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（O&M フェーズ） .....	158
表 7-14	O&M フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式 .....	160
表 7-15	O&M マネジメントシステム .....	161
表 7-16	収集するデータの例（土木及び電気・機械設備の巡視点検記録項目【抜粋】） .....	168
表 7-17	案件形成マネジメントシステム導入による定性的効果 .....	179
表 7-18	パートナーシップ構築マネジメントシステム導入による定性的効果 .....	181
表 7-19	資金調達マネジメントシステム導入による定性的効果 .....	183
表 7-20	EPC マネジメントシステム導入による定性的効果 .....	185
表 7-21	O&M マネジメントシステム導入による定性的効果 .....	187
表 8-1	PPP-PMS 導入が資産価値要因へ与える影響 .....	191
表 8-2	PPP-PMS 導入が利益要因へ及ぼす影響モデル .....	192

## 1. はじめに

### 1.1. 研究の背景と目的

#### 1.1.1. 研究の背景

コンサルタント（Consultant）とは「共に座る」という意味から転じて「相談する＝consult」から来た言葉で、その語源はローマ帝国の「護民官（Consul）」と言われている。

本邦建設コンサルタントが職業として発足したのは 1950 年頃であり、18 世紀の産業革命以降発展してきた欧米のコンサルティングエンジニア（CE: Consulting Engineer）に比べて産業としての歴史は浅いと言わざるを得ない。これは、我が国における公共事業は基本的に発注者である行政（官）とコントラクターの二者執行形態で行われてきており、これが浸透していることと無縁とは言えない。明治以来、行政（官）が企画・計画から維持管理・運営まで直営主体で実施してきており、現在も本質的に変わらず、建設コンサルタントは行政機能の一部を代行するという立場で事業に参画している。資金調達を含む案件形成段階や、施工、運営段階に建設コンサルタントは基本的に参画せず、調査・計画や設計段階において行政（官）の技術的支援を行うというのが本邦建設コンサルタントの主たる業務領域となっている。

一方、国際建設プロジェクトにおいて CE は、計画段階では発注者に対する専門家として位置付けられ、執行段階では発注者とコントラクターに加えて FIDIC 約款でいうところの“ジ・エンジニア（the Engineer）”が第三者として加わり、CE が中心となって事業の執行監理を行っている。国際的な CE の位置づけは、プロフェッショナルとして独立した第三者であり、事業の遂行構造は三者執行構造が原則である。欧州における CE は、1770 年代から始まる産業革命の流れの中で、個人レベルの師弟関係に基づいて、民間による運河整備などの技術者として成長する等、CE は、民間の生産活動を支え、民間によって育成されたものであり、産業活動でのチェック＆バランスの機能を担ってきたとされている。すなわち、製作・施工とは「独立・分離」した CE が、設計などの業務を担当することが望ましい生産システムとされたものとして、三者執行構造が定着したと言える。

欧米の CE とはその成り立ちや役割・機能が異なる本邦建設コンサルタントであるが、その国内市場、ODA による海外市場は共に縮小・維持傾向にあり、新たなインフラ市場の開拓が不可避の状況である。しかしながら、我が国が属するアジア地域には 2010 年～2020 年で約 8.3 兆ドル（約 930 兆円）、年平均で約 7,500 億ドル（約 85 兆円）にも上るインフラ需要があるにもかかわらず、本邦建設コンサルタントは当該市場で全く存在感が発揮できていない。この原因は、本邦建設コンサルタントが欧米コンサルタントに能力面で大きく劣っているという単純な問題ではなく、上述の通り、産業としての成立過程、制度設計及び市場環境の違いが現在の国際競争力の差を生んでいると考える。すなわち、本邦建設コンサルタントは行政（官）の技術的支援に留まり、国際インフラ市場で主流となりつつある官民連携事業（PPP: Public-Private Partnership）において求められる、事業そのものをコーディネートする機能を、国内市場で経験してきていないことが主な要因である。

#### 1.1.2. 研究の目的

我が国のインフラ市場は、明治維新後の官直営執行体制、第二次世界大戦後の建設コンサルタント誕

生と二者執行構造の定着に続き、PPP によるインフラ整備・運営という第三の市場環境変化に直面し、建設生産システムが大きく変化しつつある。市場構造における変革の波により、事業の透明性、公正性と高い技術を担保するマネジメントの重要性が増してきており、「本邦建設コンサルタントの果たすべき役割の再考」が求められている。さらに、本邦建設コンサルタントが、成長著しい国際市場におけるシェアを拡大するためには、当該市場で主流となりつつある PPP に対する経験が極めて少ないことによるリスクを認識し、当該市場への参入を実行するための道具が必要である。

本研究は、これまで行政（官）に頼ってきたことによる、我が国のインフラプロジェクトにおける民間側のコーディネータ不在という現実を直視し、本邦建設コンサルタントの「PPP マネジメント能力」を上げるための具体策の提示を目的とする。これにより、本邦建設コンサルタントの国際インフラ市場における競争力を向上させ、延いては我が国のインフラ水準を適正に維持していくことにも寄与するものである。

## 1.2. 研究の構成

本研究は全 9 章に渡っており、各々以下の内容で構成している。

第 1 章では、何故このような研究に至ったのかの背景、目的と本論文の構成を述べている。

第 2 章では、本邦建設コンサルタント産業の形成過程を紐解き、その歴史的背景から直面している構造変化の現状と課題について整理を行った。

第 3 章では、本邦建設コンサルタントと欧米コンサルタントの役割と定義を比較し、本邦建設コンサルタントの役割の変遷と今後あるべき姿について考察した。

第 4 章では、海外インフラ市場の現状と展望を概観し、特にインフラ需要が旺盛なアジアのエンジニアリング市場動向を把握した。また、欧米トップ企業との比較、本邦企業の海外進出事例とコンサルタント不在の現状を分析し、今後、本邦建設コンサルタントがインフラビジネスを拡大・成長していくにあたっての課題を抽出した。

第 5 章では、海外 PPP プロジェクトのリスク分析のケーススタディとして、発展途上国において本邦建設コンサルタントが参画する小水力発電事業を取り上げ、リスクの特定とリスクレベルの定量化を行った。更に、国内と海外、公共事業と PPP 事業の組合せによる事業カテゴリを分類し、海外 PPP 事業のビジネス的なポジショニングについて市場とリスクの面から分析した。

第 6 章では、廣田が考案した国際建設プロジェクトにおけるリスクマネジメントシステムを海外 PPP プロジェクトへ適用し、本邦建設コンサルタントによるリスクマネジメントを分析した。

第 7 章では、安定的なインフラサービスの供給と経済合理性の両立を目指した O&M (Operation & Maintenance) 指向型のコンサルティングサービスの必要性を述べ、案件形成から O&M に至る 5 つの実行フェーズ毎にマネジメントシステムを検討し、その集合体として小水力 PPP プロジェクトマネジメントシステム (PPP-PMS) を構築した。

第 8 章では、小水力 PPP-PMS の導入効果計測手法の検討を行い、ダイナミックディスカウントキャッシュフロー (DCF) 法を用い、7 章で構築した小水力 PPP-PMS 導入による効果の定量化を試みた。

最後に第 9 章では本研究の結論を述べている。国内外で建設生産システムが大きく変化する中、本邦建設コンサルタントに求められる役割の再考を行うとともに、本研究で開発した PPP-PMS を導入して

本邦建設コンサルタントの「PPP マネジメント能力」を上げることが、国際インフラ市場での競争力向上につながることを検証し、本研究の有用性を確認した。

## 2. 本邦建設コンサルタント産業の形成過程

### 2.1. 本邦建設コンサルタントの歴史

#### 2.1.1. 土木技術者としての先人の活躍

明治維新後、明治政府は近代国家建設のため、産業革命を経て確立した西洋文明を一挙に受け入れる目的で総勢 2,200 余名の外国人技術者を雇用し、特に鉄道を中心とした土木関係は 146 名と相対的に多かった。いわゆる「お雇い外国人」である。破格の高給で迎えられた彼らは、自らの技術を傾注して社会資本整備に幾多の功績を残すことによって、我が国の土木技術の蓄積に多大な貢献をした。

明治期における公共事業の執行形態は、直営型、労働力提供型、請負型（鉄道工事）などが混在しており、コンサルタント的業務と工事請負は未分化の状態、すなわち建設コンサルタント的業務は「官」による直轄直営体制で実施されていた。明治 20 年代以降、内務卿の山県有朋の技術顧問として官庁技術者の古市公威（1854～1934）は、土木行政にとどまらず、国土開発行政、工学教育全般に渡って、我が国の近代化の基盤づくりを行った。帝国大学工科大学の初代学長、内務省の初代技監を歴任した。明治 30 年代には、逓信省官房長、京釜鉄道総裁を歴任、朝鮮総督府鉄道管理局長官として日本の大陸政策の基盤づくりにも貢献した。1914 年には土木学会の初代会長となっている。また、日本の近代土木界の創成期を生み出した廣井勇（1862～1928）は、アメリカ、ドイツで橋梁工学・土木工学を学び、帰国後は札幌農学校学科教授を経て、小樽築港第 1 期工事により日本の近代港湾建設技術を確立し世界に高く評価された。更に廣井は東京帝国大学において後進の育成に励み、日本のインフラ近代化に至大な貢献をした数多くの逸材を次々と世に送り出した。その中には、パナマ運河工事に日本人技術者としてただ一人参加した青山士（1878～1963）、生涯を台湾の民衆に捧げた八田與一（1886～1942）、雄大な水力発電事業を実行した久保田豊（1890～1986）、科学技術立国に一生を捧げた宮本武之輔（1892～1941）、河川哲学を確立した安藝皎一（1902～1985）などが廣井の東京帝大時代の弟子として輩出されている。

このように、お雇い外国人技術者から影響を受けた日本人技術者は、国費留学生として自ら欧米の先進技術を吸収し日本独自の技術確立に努力した。このような日本人技術者達に、我が国の建設コンサルタントのあるべき姿を垣間見ることができる。

大正・昭和初期に入ると、日清戦争後に新たに領土となった台湾、朝鮮、中国東北地方で活躍した技術者の中には、技術官僚から民間に転出し戦後に建設コンサルタント設立に尽力した技術者がいた。世界的規模の水豊ダムを完成させた元内務省技師にして日本工営(株)の創始者である久保田豊、多数の府県市町の技術顧問となった同じく元内務省技師にして(財)建設技術研究所の創始者である内海清温、鉄道省退官後に満鉄で活躍して後にパシフィックコンサルタンツ(株)の創設に参加した平山復二郎などである。水力発電や鉄道事業において、自身が事業者として計画・設計・施工・O&M まで幅広い経営的視点を持ち、国内外のインフラ整備で目覚ましい成果を挙げるなど、土木技術者がインフラの案件形成から O&M までのライフサイクルに渡り一貫してプロジェクトマネジメントを提供してきた先例と言える。また、これらの技術者達により、技術者の責務を自覚し正当な社会的地位を求める技術者運動が高まり、土木学会の創立（1914 年）、日本工人倶楽部（後の社団法人日本技術協会、1920 年）の創立へと至った。

#### 2.1.2. 本邦建設コンサルタントの登場・発展

1945年の敗戦からの復興は、建設産業に官直営体制では対応しきれない大きな需要をもたらした。建設生産システムに大きな変化をもたらした。連合国土木工事で導入された欧米型の建設生産システムである施工の請負化と調査設計の外注化による建設コンサルタントへの需要は、建設業の飛躍的な発展と建設コンサルタントの誕生をもたらしたものの、依然として官の「お手伝い」立場が主であった。1959年の建設省事務次官通達により「公共工事における設計と施工の分離原則」が示され、1964年には建設大臣より建設コンサルタント登録規程が告示されたことにより設計業務等の発注が拡大し、公共工事の設計等業務のほとんどが建設コンサルタントによって行われるに至った。

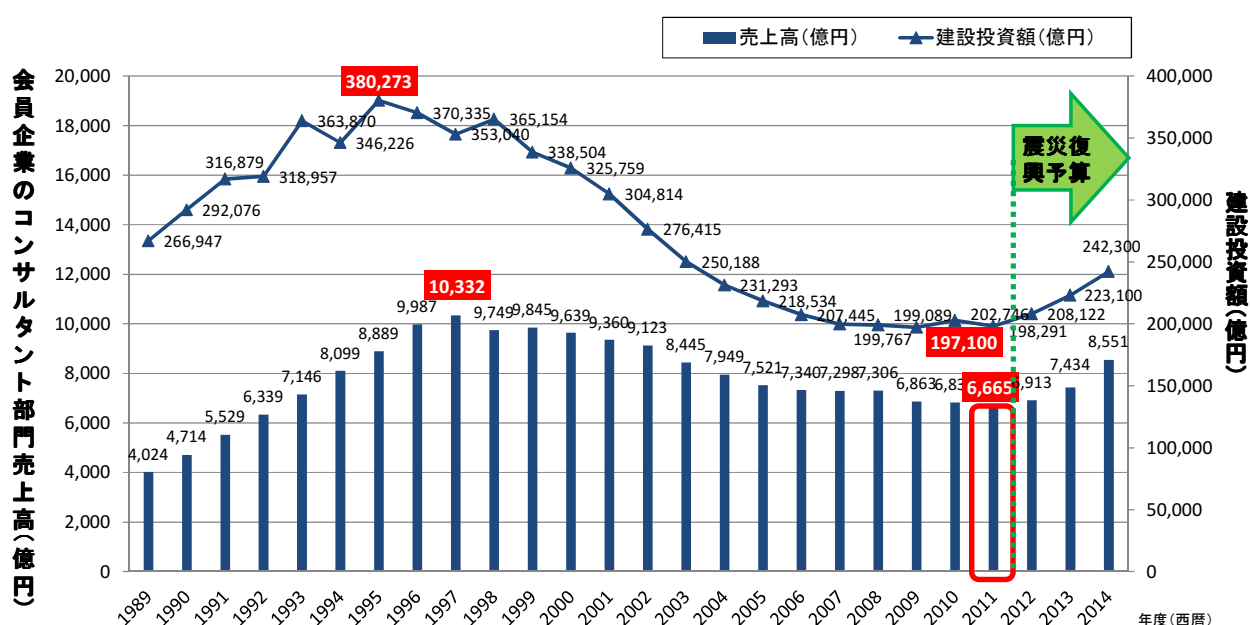
我が国経済の高度成長期（1959年～1973年）、安定成長期（1974年～1990年）、停滞期（バブル崩壊の1991年以降）の中、建設コンサルタントへの需要は一貫して増大し続け（図 2-1）、建設コンサルタント産業としてほぼ成立したが、業務実態としての官民間の片務性や技術者としての自主性に欠ける「お手伝い性（仕様設計指向）」が依然として残っている。すなわち、戦後復興から高度経済成長期の膨大なインフラ需要に官直営体制では対応しきれず、「設計と施工の分離原則」による我が国独特の二者執行構造の下、「仕様設計指向（お手伝い）型」の建設コンサルタントが誕生したと言える。



## 2.2. 本邦建設コンサルタントの国内市場

図 2-1 は建設コンサルタント協会会員企業のコンサルタント部門売上高と建設投資額（名目値、政府及び民間の土木分野を計上）の推移である。コンサルタント部門売上高集計総額は、平成 9 年度（1997 年度）にはピークとなる 10,332 億円に達していたが、その後減少を続け、東日本大震災の発生した翌年度の平成 23 年度（2011 年度）は 6,665 億円とピーク時から 3 割以上減少している。その後は上昇傾向にあるものの、これは震災復興予算の影響が大きい。建設投資額でも同様に 2012 年度以降は震災復興予算の影響を除くと、平成 7 年度（1994 年度）の約 38 兆円から平成 22 年度（2010 年度）の約 19.7 兆円と 5 割近く減少していることに加え、今後はインフラの新規投資が減少し維持管理・更新投資額の増大が不可避な状況である（表 2-1）。

上記のような建設投資の将来動向や我が国のインフラ整備水準が他の主要先進国並みの水準になりつつあることから考えると、これまでの新規インフラ投資を主とした建設コンサルタント市場が今後大幅に拡大する見込みは極めて小さいと言える。



出所：平成 28 年度建設コンサルタント白書（社）建設コンサルタンツ協会）に筆者加筆

図 2-1 主要な建設コンサルタント企業の売上高と建設投資額（土木分野）の推移

表 2-1 将来における社会資本の維持管理・更新費の推計結果

年度	推計結果	増加率 (2013 年度を 100)
2013 年度	約 3.6 兆円	100
2023 年度 (10 年後)	約 4.3~5.1 兆円	119~142
2033 年度 (20 年後)	約 4.6~5.5 兆円	128~153

注) 国土交通省所管の社会資本 10 分野の国、地方公共団体、地方道路公社、(独) 水資源機構が管理するものを対象に、建設年度毎の施設数を調査し、過去の維持管理、更新実績等を踏まえて推計

出所：国土交通白書 2016 を基に筆者加筆

## 2.3. 本邦建設コンサルタントの海外業務

本邦建設コンサルタントの海外展開では戦後賠償を契機として始まった政府開発援助（ODA: Official Development Assistance）が重要な事業参画の機会となった。2015 年現在においても本邦建設コンサルタントの海外売上上の 8 割強を ODA が占め、その内容は調査・設計及び施工監理業務が主体である。すなわち、海外業務においても O&M などインフラの維持管理・運用面を含め事業全体を総合的に把握する機会が皆無であったため、個々の技術には強いが総合力・マネジメント力が欠如するという負の側面が顕在化してきた。世界でも最高水準の計画・設計技術を有することは諸外国にも認識されているが、我が国独特の二者執行構造に代表される国内市場で実績のある優れた技術も、国際市場では普及しない、すなわちガラパゴス化する傾向が見られている。

昨今では、商社、機電・プラント、建設、IT 関連などの本邦企業による海外インフラビジネス拡大の動きが活発化しつつある。日本政府による途上国へのインフラ輸出強化の動き、特に中国主導により 2015 年創設されたアジアインフラ投資銀行（AIIB: Asian Infrastructure Investment Bank）との差別化を図るべく、「質の高いインフラ輸出」や「パッケージ型インフラ輸出」などの掛け声を受けて、本邦建設コンサルタント各社はビジネスモデルを模索している段階である。

以上より、本邦建設コンサルタントの国際的な実力として、個々の技術には強いが、総合力・マネジメント力が弱いと言わざるを得ない。これは、国内では発注者の技術的支援、すなわち「お手伝い」から発足し、組織内で部分的な担当に特化し、事業全体を総合的に把握する機会がなかったことによるものであり、早急に国内・海外においてそのような機会を獲得することが不可欠である。

### 2.3.1. 本邦建設コンサルタントによる海外進出の成り立ち

戦前、日本の建設関連企業による海外での建設活動は、当時、領土または委託統治していた台湾、朝鮮半島、満州国（現在の中国東北部）、樺太（現サハリン）、太平洋諸島など、様々な地域で行われていた。戦後の海外における主な建設活動の契機は、アジア諸国（ミャンマー、インドネシア、ベトナム、ラオス、香港）での戦後賠償工事であった。この中で、建設コンサルタントが援助案件を発掘し、それを日本の建設会社が請け負うという援助実施における基本パターンが確立されていった。

その後、戦後賠償活動における案件発掘調査の充実を目的に、建設コンサルタントは政府に対し、案件発掘調査への資金助成を働きかけるとともに、業界団体を組織する方向へ進んだ。このようにして、業界全体として開発援助を行う枠組みが形成され、海外における ODA 案件の発掘、形成に関する連絡、情報交換、政策提言が行われてきている。【宗廣裕司, 2014】

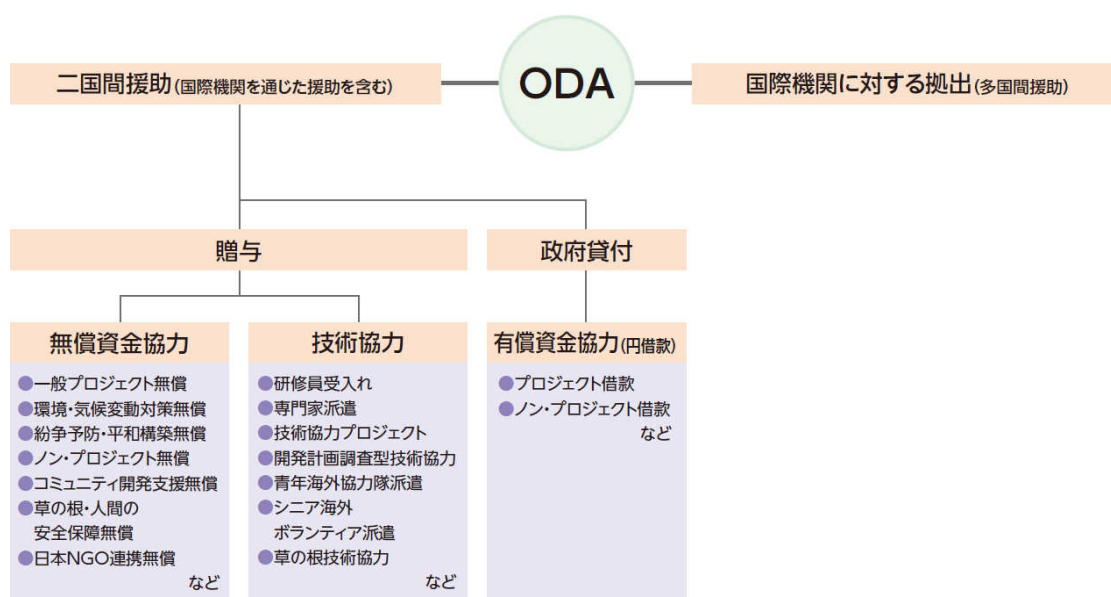
### 2.3.2. ODA（政府開発援助）事業への展開

ODA は、開発途上国の経済・社会の発展や、福祉の向上に貢献するため、政府が行う資金や技術による協力のことで、日本は約 140 以上の国や地域に援助を行っている。ODA には、途上国に対して直接援助を実施する二国間援助（無償資金協力、技術協力、有償資金協力）と、国際機関を通じた多国間援助がある（図 2-2）。これらの援助形態は、援助を受ける国の要望を受けて、相手国と協議し援助の内容を決定する。

多国間援助は、世界銀行、アジア開発銀行、アフリカ開発銀行等、国際援助機関への出資・拠出であ

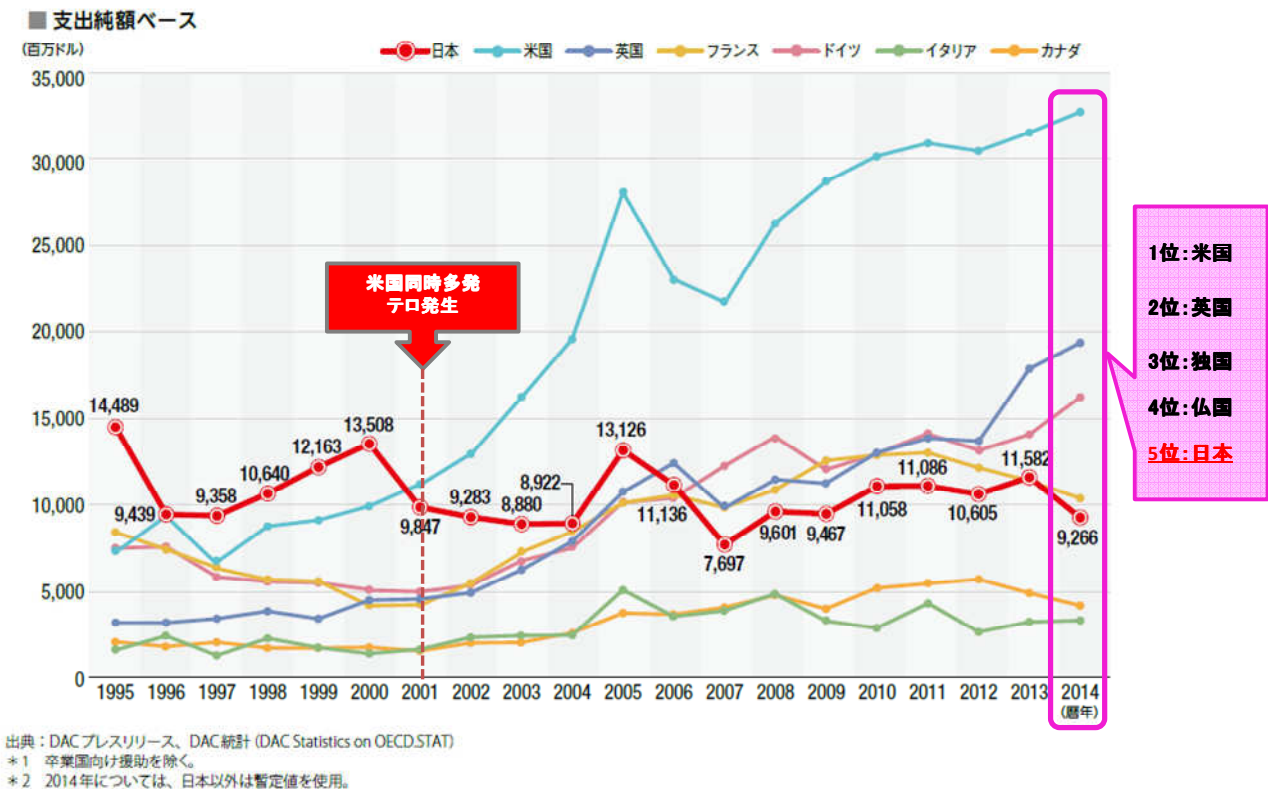
り、主な実施機関は外務省である。ここで、2015 年版 ODA 白書の世界各国の援助額より、近年の我が国の ODA 事業について述べる。

2014 年の日本の政府開発援助（ODA）実績は、支出純額で二国間 ODA が約 60 億 1,163 万ドル（約 6,363 億円）、国際機関に対する出資・拠出などが約 32 億 5,466 万ドル（約 3,444 億円）、ODA 全体では対前年比 20%減の約 92 億 6,629 万ドル（約 9,808 億円）であった。なお、政府貸付などの回収額を算入しない支出総額での ODA 実績は、対前年比 30.3%減の 157 億ドル（約 1 兆 6,626 億円）であった。



出所：2012 年版政府開発援助（ODA）白書

図 2-2 ODA の形態別分類



出所：2015 年版政府開発援助（ODA）白書に筆者加筆

図 2-3 近年の DAC 主要国の ODA 実績の推移(支出純額ベース)

図 2-3 に近年の OECD 開発援助委員会（DAC：Development Assistance Committee）主要国の ODA 実績の推移を示す。2014 年の日本の ODA 実績（支出純額）は、前年に比べ約 20%減で、OECD-DAC 加盟国における順位は、アメリカ、ドイツ、イギリス、フランスに次いで、2007 年以降（2013 年を除き）変わらず第 5 位となった。2014 年 ODA 実績（支出純額）の内訳は、二国間 ODA が全体の約 64.9%、国際機関に対する ODA が約 35.1%であった。国際機関に対する ODA では国際機関の専門的知識や政治的中立性を活用でき、さらに二国間援助が届きにくい国・地域への支援が可能である。

実績から見た二国間 ODA（支出純額）を援助手法別に見ると、無償資金協力として計上された実績は約 24 億 4,975 万ドル（約 2,593 億円）で、ODA 実績全体の約 15.6%となっている。技術協力は約 26 億 3,007 万ドル（約 2,783 億円）で全体の約 16.7%を占め、政府貸付実行額は約 73 億 7,306 万ドル（約 7,804 億円）で ODA 支出総額全体の約 46.9%を占めている。

### 2.3.3. ODA における建設コンサルタントの役割

ここでは、我が国の ODA における建設コンサルタントの役割と機能について事業の段階毎に述べる。

「企画段階」においては、通常、国際協力機構（JICA: Japan International Cooperation Agency）が被援助国の現地事務所、日本大使館、領事館を通して、プロジェクトファイナディング（案件発掘）を行うが、これらの在外公館や事務所職員は多くの業務を抱えている場合や、現地にこれらの機関が設置されていない場合もある。

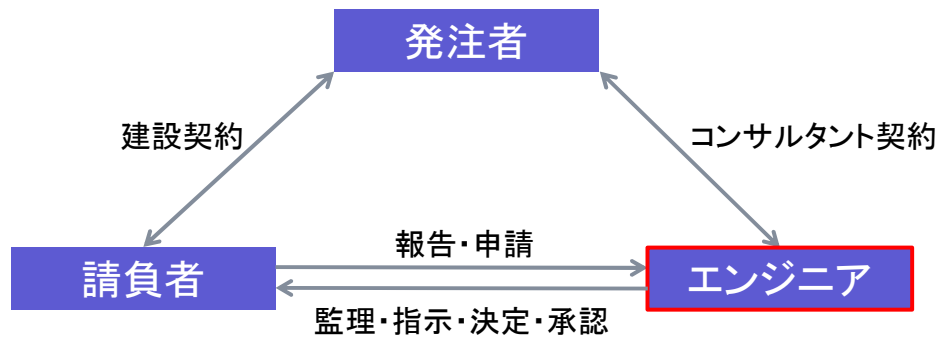
このような場合、建設コンサルタントは、日本大使館、領事館、JICA 現地事務所に代わり現地調査を

行い、被援助国に適したプロジェクトを見つけ出すという重要な役割を担う。プロジェクトファインディングは、被援助国へ出向き、地域住民、政府機関、NGO、政策関係者等のステークホルダーの状況について調査し、被援助国における必要性はもちろん、効果及び持続性確保が可能なプロジェクトを発掘、形成するという重要な段階であり、建設コンサルタントが果たす役割は大きい。しかしながら、プロジェクトの実現には、JICA 調査団や関係省庁の官僚による官主導の調査が不可欠となる。

「計画段階」においては、発掘されたプロジェクトに対して事業化可能性についての調査及び評価（フイージビリティスタディ：Feasibility Study、以下「FS」）が行われる。FS は事業実施の可否を決める調査である。具体的には、被援助国政府が援助の供与を要請する前に、そのプロジェクトが技術的、経済的、財務的に可能かどうか、社会、自然環境に対する影響を評価し、ステークホルダーとの間で合意形成を実現するものである。さらに実施機関、銀行、投資家が実施の可否を決めるための判断材料の提供という意味合いも含む。FS は、プロジェクトの可否を見極め、念入りな調査を基に不備のない事業を行うという点において重要な段階であり、建設コンサルタントが果たす役割は大きい。

「設計段階」における建設コンサルタントの主な作業は、概念設計、基本設計（B/D: Basic Design）、詳細設計（D/D: Detail Design）、数量明細書（BOQ: Bill Of Quantities）及び入札図書の作成である。一般的な国際プロジェクトにおいて、建設コンサルタントは永久構造物の設計、コントラクター（請負施工業者）は仮設構造物の設計という区分がなされ、当然のことながら、それぞれ担当した構造物に対する責任を有する。この内、入札図書作成については、国内公共事業のコンサルタント業務では一般に行わない業務である。これら一連の作業が完了すると、建設コンサルタントは発注者（現地政府）が行う工事入札及び請負契約締結の支援を行う。入札・契約段階において建設コンサルタントには、発注者の支援（実施機関が入札評価へ関与すること）が推奨されている。入札評価を行う立場において、建設コンサルタントには、公平さと透明性はもちろんのこと、応札者からの応札図書から工事内容の理解度や計画能力を把握し、現場における生産技術を適切に評価する能力が必要である。特に、「工事内訳書」、「施工計画書」、「工程表」については、それぞれの記載事項が整合を保った内容であるかどうかを適切に判断するためにも、建設コンサルタントには施工に関する知識と経験が求められる。しかしながら、実情として我が国の建設コンサルタントには、現場や施工を熟知する技術者が少ないと言われている。

「施工段階」において建設コンサルタントに求められる機能は、施工監理機能である。国際建設プロジェクトにおける工事契約には、国際コンサルティングエンジニア連盟（FIDIC）契約約款が使用されることが多い。FIDIC 契約約款では、工事契約の当事者である「発注者」、「請負者」に加え、建設コンサルタントは「エンジニア（the Engineer）」という立場で登場し、その権限と義務が規定されている（図 2-4）。一般的に建設コンサルタントは、発注者と業務委託契約を締結し、図面発給、施工計画や材料等の承認、工事計画の変更指示、品質管理、工事進捗管理といった発注者の代理人としての役割だけでなく、出来高の証明やクレームに対する査定及び決定あるいは裁定を独立した専門家として行う評価者としての機能を求められる。エンジニアは、請負者を監視し、指示を出し、クレームを査定するという強い権限を与えられるとともに、公平中立な立場からの判断者としての責任を担っており、施工を契約に従い円滑に遂行していく上で重要な役割を担っている。[林幸伸, 2002]



出所：林「海外建設プロジェクトにおけるコンサルタントの役割」

図 2-4 FIDIC 契約約款における三者執行構造

こうした「発注者」、「請負者」、「エンジニア」から成る契約構造は三者執行構造と呼ばれ、国際建設市場ではごく一般的な契約形態となっている。

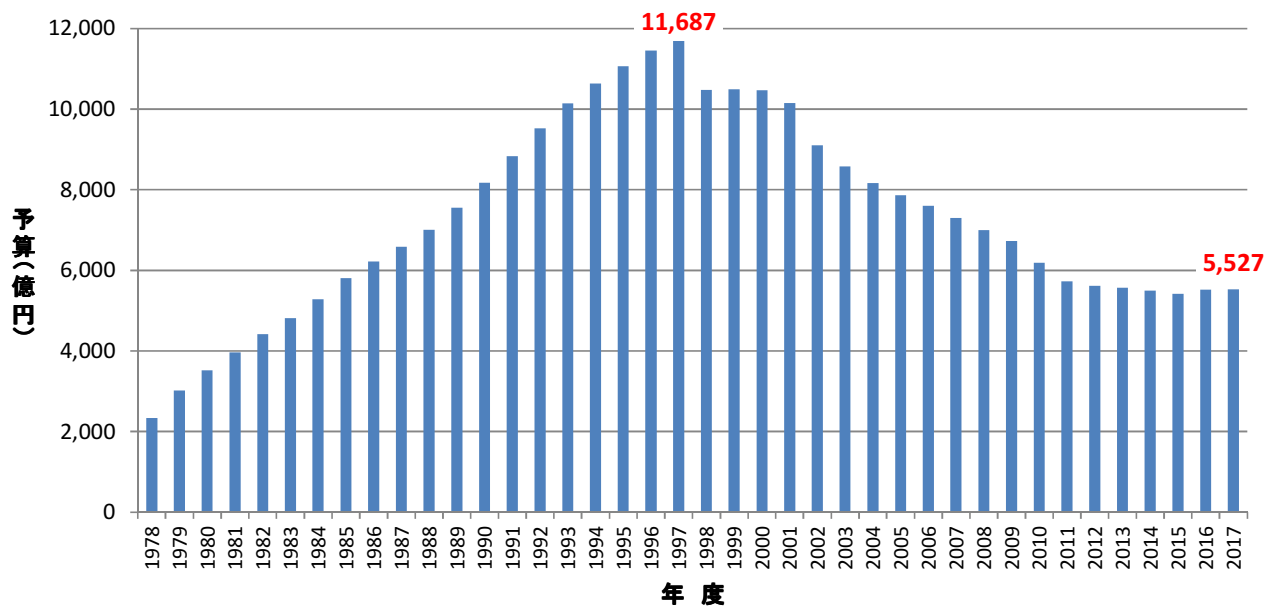
「維持管理、運用段階」において、ODA 事業は、プロジェクト完成後にその計画の効果（援助効果）の確認が必要となる。効果の確認は、下記 4 段階に渡り行われ、建設コンサルタントはこれらの実務を行う。

- a) 事前評価
- b) 中間レビュー
- c) 事後調査
- d) 事後モニタリング

## 2.3.4. 本邦建設コンサルタントの海外市場

### (1) 本邦建設コンサルタントの ODA 市場

図 2-5 は一般会計 ODA 当初予算の推移（政府全体）である。2017 年度の ODA 予算は 5,527 億円であり、1997 年度（11,687 億円）をピークに半減以下にまで激減、最近 6 年間は漸減または横這いである。ODA 事業量としてはこれに補正予算、円借款、国際機関への出資債権等が加わるが、政府の厳しい財政事情を鑑みると、我が国の ODA 予算も国内建設投資と同様、今後大幅に増加する見込みは小さいと捉えることが妥当である。

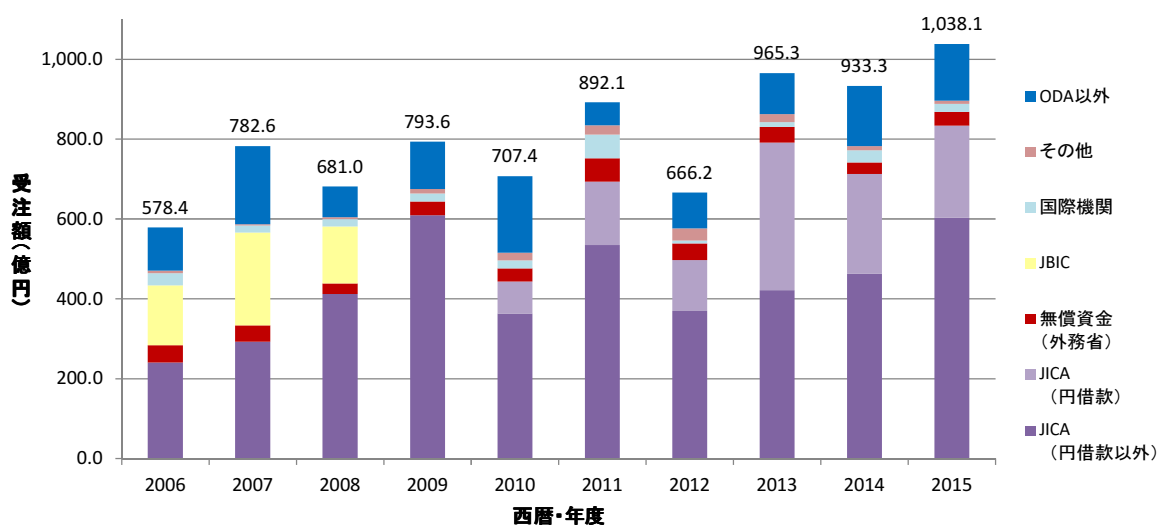


出所：外務省：ODA 予算・実績，2017.

図 2-5 政府全体 ODA 予算（一般会計当初予算）の推移

## (2) 本邦建設コンサルタントの非 ODA 市場

2015 年度の建設コンサルタント 74 社の海外業務受注総額は 1,038.1 億円であった。このうち ODA は 896.7 億円と全体の 86.4%を占めており、非 ODA は全体の 2 割に満たない状況である。図 2-6 を見ても分かるとおり、JICA 資金（技術協力及び有償資金協力）が大半を占め、その予算の増減に左右される傾向にあることから、海外インフラ受注量の安定化及び拡大のためには、早急に相手国政府や民間／国際金融を主なターゲットとする、いわゆる PPP 事業に代表される非 ODA 事業のシェア拡大を図っていく必要がある。



出所：平成 27 年度海外コンサルティング業務受注実績調査報告書

図 2-6 建設コンサルタント 74 社の海外業務受注額の推移



## 2.4. 本邦建設コンサルタントを取り巻く構造変化

昨今の我が国における社会的変動を受け、国内公共事業においても、設計・施工分離方式の見直し、設計・施工一括（DB: Design Build）方式や CM 方式の導入、そして PFI/PPP の制度構築と普及など建設生産システムは大きく変化している。これら一連の動きは、官民の役割を見直し、事業の透明性、公正性と高い技術を担保するマネジメントの重要性が増していることを示している。このように、従来型公共事業から PPP による効率的なインフラ整備・運営が国際潮流となり、事業の透明性、公正性と高い技術を担保するマネジメントの重要性が増している中、本邦建設コンサルタントの果たすべき役割の再考が必要となっている。以下では、建設コンサルタント協会「建設コンサルタント ビジョン 2014」において提言している本邦建設コンサルタントの現状認識と今後の課題、あるべき方向について概観し、考察する。

### 2.4.1. 本邦建設コンサルタントの役割に関する社会ニーズの変化と今後の課題

これまでの本邦建設コンサルタントは、構想・計画、設計の段階では、発注者のパートナーとして高度な技術力が求められ重要な役割を担っているが、工事発注や施工の段階では、発注者へのアドバイスや監督者補助の域に留まっている。しかしながら、近年では、設計・施工一括発注方式の導入や施工段階において発注者、施工者及び設計者の三者が参加して設計意図を共有し、適切な設計・施工方法を協議、調整する事例が増えつつあり、本邦建設コンサルタントの役割が増大しつつある。

#### (1) 事業執行における主体的な役割の拡大

厳しい国家財政のもとで、東日本大震災や大型台風の襲来など想定を超えた規模の自然災害への対処として、国家的重要施策である国土強靱化を進めていくためには、本邦建設コンサルタントが公共事業を主体的にマネジメントする役割を担うことが必要であり、そのための専門技術力等を備えていくことが求められる。企画・構想・計画の立案、国民の合意形成、事業完成・維持運営に至るまでのプロジェクト全体の事業執行には、これまで以上に高度な技術力が必要とされているが、本邦建設コンサルタントがこうした事業執行に総括的に携わる機会はまだまだ少ないのが実状である。

今後、発注者や施工者に加えて本邦建設コンサルタントが公共事業の遂行を主体的にマネジメントする役割を担う必要がある。そのためには、本邦建設コンサルタントが公共事業の遂行に直接参画する仕組みを構築し、更に多様な役割分担に対応できるよう、専門技術力を基礎とした関連領域の技術やマネジメント能力等を備えていくことが求められる。

#### (2) 国際化への対応

国際化の現状として、世界貿易機関（WTO: World Trade Organization）政府調達協定に伴う国内市場の開放や成長を続けるアジア地域等での ODA 等に加えて、縮小してきた国内市場から海外市場へ向けて建設産業の展開が加速する動きがある。海外では、国際的に活躍する本邦建設コンサルタントがプロジェクトの案件形成から設計、工事発注、工事監理の全てにおいて、第三者技術者や発注者の代理人（エージェント）の役割を果たしているのが通例だが、本邦建設コンサルタントにはその経験が少なく、マネジメント能力を有する専門技術者集団の育成が急務である。



今後、ODA 案件への積極的な参画による人材の育成にも取り組む必要がある。その際には、厳しい財政状況を背景にした ODA 予算の減少、コスト縮減が進む中で、参画企業の利益確保に向けた適正な技術者報酬や経費の確保を図ることも課題である。

また、国内においても設計・施工一括発注方式や PFI 事業などにより、本邦建設コンサルタントが第三者技術者や発注者の代理人の役割を担う仕組みを整備し、人材を育成していく必要がある。

### (3) 地域住民、NPO 等の活動の活発化

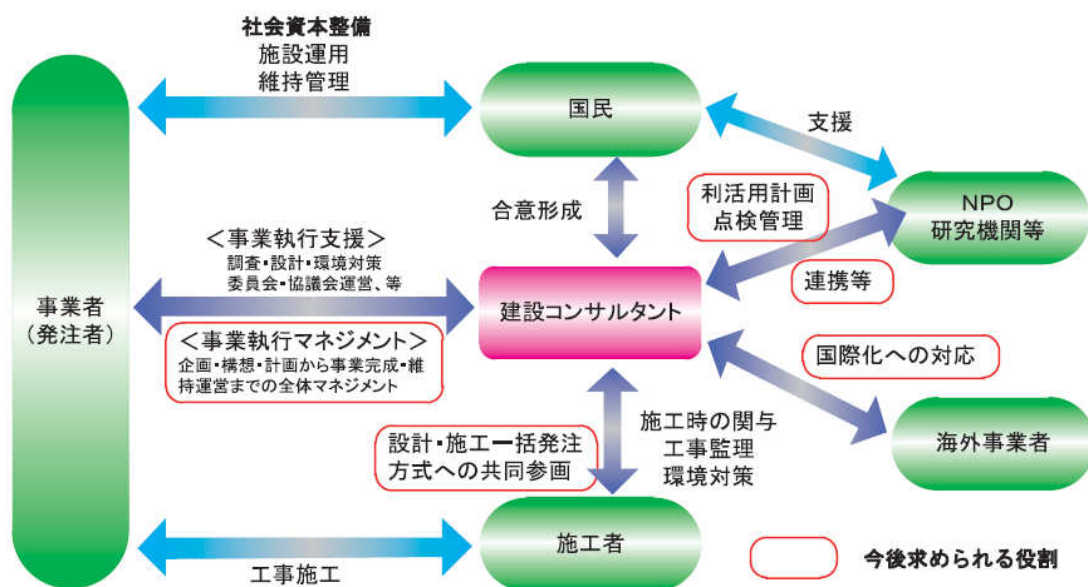
成熟社会の進展に伴って、国民の政治、経済、社会に対する意識が多様化するとともに、社会資本整備の政策形成段階においても、住民や NPO が「使う」立場で社会資本整備に関わる傾向が強まっている。その中で、本邦建設コンサルタントは専門家としての立場から、これらの地域住民や NPO 等の諸団体との関わりについても配慮しながら、積極的に地域づくりやまちづくりに関わっていく必要がある。

### (4) 環境問題

地球温暖化等の環境問題が顕在化し、全世界規模の地球環境の保全、循環型社会の形成が重要課題となる中で、社会資本整備においても周辺環境に及ぼす影響を最小限に抑える技術が求められている。公共施設の計画や設計段階から、事業期間中の保全措置、供用後の事後評価までの全てのプロセスで、本邦建設コンサルタントが積極的に環境の保全と再生に取り組む必要がある。

## 2.4.2. 本邦建設コンサルタントの役割の拡大

本邦建設コンサルタントは、図 2-7 に示すように、社会資本整備においてこれまでの発注者を支援する役割に加え、国民、事業者、施工者との関りや国際化に向けた対応の中で、その役割を多様化し拡大していくことが求められている。一方、図 2-7 は、事業者と建設コンサルタントという、サービス供給者の視点で整理されているが、本来はインフラサービスの受容者（ユーザー）である国民を主体とした関係とすべきものであることに留意する必要がある。



出所：平成 28 年度建設コンサルタント白書

図 2-7 本邦建設コンサルタントの多様な役割

前述したように、先人の技術者のたゆまぬ努力と後輩の人材育成により、現在の建設コンサルタントの技術的な基礎が出来上がってきた。今後は、基礎技術を磨きながら、国民の価値観に的確に応え、高度化する社会ニーズに対応するためには、良質で耐久性の高い社会資本ストックを効率的・効果的に、計画・設計・管理・更新するための高度な技術を身につける必要がある。特に、近年は、アジアや ASEAN を中心とした国境を越えた物流基盤網の整備や都市構造の改善など社会資本の強化と、産業の強化とを両輪として国力と国際競争力を強化していくことが社会資本輸出振興などの国策上も不可欠であり、欧米勢に伍して海外で活躍するコンサルタント技術者の育成は喫緊のニーズとなっている。

これらの実現には、PPP/PFI などの民間資本を活用することや、PM (Project Management) /CM (Construction Management) などの新たな事業執行形態を導入することも求められており、金融や財務・法務等の知識と経験を兼ね備えた従来の範囲を超える新たな技術者への要請が高まっている。さらに、効果的に社会資本を整備するために、国土経営や国土のあるべき姿を検討する国土マネジメント、社会資本を計画段階から設計・施工・維持管理・解体リサイクルまで統合的に管理するライフサイクルマネジメント、事業を効率よく実施する建設生産システムを構築する事業執行マネジメント、という 3 つのマネジメントを実施することのできる技術者の育成も課題となっている。

このように本邦建設コンサルタントには広範な社会要請があり、第二次世界大戦後の 1950 年代以降、60 年もの歴史を積み重ねてきたコンサルタント技術者は、上記に示す技術の高度化要請に応じてさらに発展することが求められている。

## 第2章 参考文献

- 高橋裕. (2014). 土木技術者の気概 (廣井勇とその弟子たち). 鹿島出版会.
- 国土政策機構編. (2000). 国土を創った土木技術者たち. 鹿島出版会.
- (社)建設コンサルタント協会. (2016). 平成 28 年度 建設コンサルタント白書. (社)建設コンサルタント協会.
- 国土交通省. (2016). 国土交通白書 2016. 国土交通省.
- 外務省. (2012). 2012 年版政府開発援助 (ODA) 白書. 外務省.
- 外務省. (2015). 2015 年版政府開発援助 (ODA) 白書. 外務省.
- 外務省. (2017). ODA 予算・実績. 外務省.
- 宗廣裕司. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に関する研究. 高知工科大学大学院.
- 石井弓夫. (2001). わが国における建設コンサルタント産業の形成過程に関する研究.
- 総務省. (1952). 「公共工事の前払金保証事業に関する法律」第 19 条第三号. 総務省.
- 中村公紀. (2011). 建設コンサルタントの持続可能性強化に関する研究.
- 林幸伸. (2002). 海外建設プロジェクトにおけるコンサルタントの役割. AJCE2002 年次セミナー報告.
- 建設コンサルタンツ協会. (2014). 建設コンサルタント ビジョン 2014. 一般社団法人 建設コンサルタンツ協会.
- 内閣府. (2016). PFI の現状について. 内閣府 民間資金等活用事業推進室.

### 3. 本邦建設コンサルタントの定義と役割の変遷

#### 3.1. 日本における建設コンサルタントの定義

我が国の建設コンサルタントが職業として発足したのは1950年頃であり、欧米コンサルタントに比べて歴史が浅い。1959年1月、建設省は地方建設局あてに「土木事業に係る設計業務などを委託する場合の契約方式などについて」という事務次官通達により、建設コンサルタントを関係者に周知させた。本通達では「設計・施工の分離の原則」を明確に打ち出し、その後の建設コンサルタント発展の基礎になった。ここで言う設計・施工の分離とは、建設コンサルタントの業務領域と建設業（コントラクター）や製造業（メーカー）の業務領域の境界を外してはならないこと、あるいは設計・施工一貫（一括）業務の否定を意味している。買い手（発注者）の利益と売り手（コントラクター）の利益は本質的に対立するものであり、また資本主義社会では売り手（コントラクター）が自らの利益を最大にするという行動は実利として正しい。発注者とコントラクターの利益相反関係の中であって、発注者からの受託または請負契約に基づくものの、本質的には最適なプロジェクトの実現という中立の立場に立った行動を取るのが建設コンサルタントであり、ここに建設コンサルタントの存在理由があると言える。

また、総務庁による職業としての分類は、サービス業＞専門サービス業＞土木建築サービス業となっている。この分類の中には、「建設コンサルタント」に加えて「測量業」、「地質調査業」の三業種があり、所謂「建設関連業」と総称される（表3-1）。この三業種を含む広義の定義は、「公共工事の前払金保証事業に関する法律」第19条第三号によれば、「土木建築に関する工事の設計もしくは監理もしくは土木建築に関する調査、企画、立案もしくは助言を行うことの請負もしくは受託を業とする者（以下「建設コンサルタント」という。）」とされている[総務省, 1952]。これは、あくまで発注者に対するサービスを提供する役割であり、我が国の建設事業は発注者と請負者の二者執行構造であることを示している（図3-1）。また、建設業法に基づき中央建設業審議会（中建審）が定める公共工事標準請負契約約款では発注者と受注者の二者しか規定されておらず、コンサルタントは未だ「発注者のお手伝い」の位置づけにあると言える。

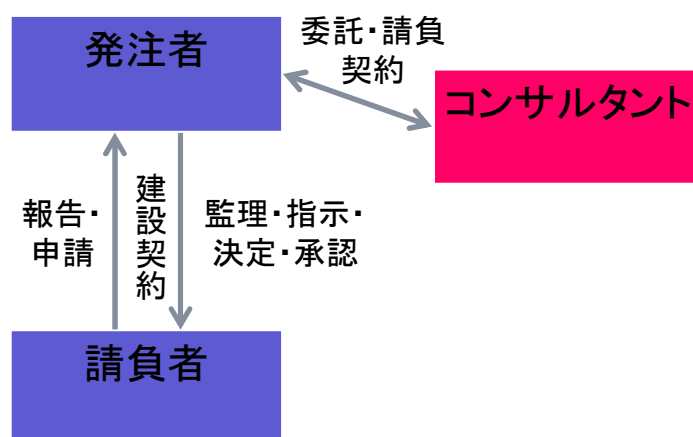


図 3-1 日本における建設コンサルタントと発注者・請負者の関係（二者執行構造）

表 3-1 建設関連業登録制度（概要）

業種	測量業	建設コンサルタント	地質調査業
根拠法令等	測量法(昭和24年法律188号)	建設コンサルタント登録規程 (昭和52年建設省告示第717号)	地質調査業者登録規程 (昭和52年建設省告示第718号)
性格	法律による規制 (登録がなければ営業することは不可)	任意の制度 (登録がなくても営業することは可)	任意の制度 (登録がなくても営業することは可)
登録に関する 実質的要件	・営業所ごとに <u>測量士(技術者)</u> として基本測量・公共測量に従事する者を1名以上置くこと(法第55条の13)	・登録する部門毎に <u>専任の技術管理者</u> を置くこと(規程第3条1項1号) ・建設コンサルタント業務を履行するに足る財産的基礎又は金銭的信用(資本金500万円以上かつ自己資本1,000万円以上)を有すること(同2号)	・ <u>専任の技術管理者</u> を置くこと(規程第3条1項1号) ・営業所毎に <u>専任の現場管理者</u> を置くこと(同2号) ・地質調査業務を履行するに足る財産的基礎又は金銭的信用(資本金500万円以上かつ自己資本1,000万円以上)を有すること(同3号)

出所：国土交通省，建設関連業検討会（第1回） 資料1；建設関連業の定義・歴史，2008

表 3-1 の建設コンサルタント登録規程は建設省告示で、法令や政令よりランクの低い行政指導の一つであり、「業法」として確立しているものではないことから、登録の有無で建設コンサルタントとしての営業の是非を問うことはできない。1957 年の技術士法制定や 1963 年の中建審でも「業務独占」の議論がなされたが、時期尚早として否定されている。このことの負の影響が今日まで尾を引いていて、業務に対する責任がなく発注者に依存する体質がある、建前上は誰にでもできるため技術競争ではなく価格競争になりやすい、経営が不安定で技術の向上を妨げている、コントラクターによる設計に対し法的に対抗できない、といった技術力や独立性に関する問題を残している。

建設コンサルタントの登録業者数は、2005 年度（平成 17 年度）の 4,214 社をピークに微減傾向にあり、2013 年度（平成 25 年度）は 3,945 社となっている【国土交通省，建設関連業 登録業者数調査（平成 25 年度），2013】。このうちかなりの数の企業は建設コンサルタントを専業とせず、建設業や製造業、不動産業などから登録料が無料ということもあって慣習的に多数登録されていると考えられ、中立・独立性に欠けるものが多く含まれている。建設コンサルタントに必要な中立・独立性を考えれば、専業コンサルタントのみの登録制度とすることや、「業法」を制定してコンサルタントを明確な産業とすることなど、コンサルタントの社会的責任を全うするためにも現行登録制度そのものについての再検討が必要と考えられる【石井弓夫, 2003】。

## 3.2. 国際的なコンサルタントの成立過程と定義

欧米諸国では技術者としてのコンサルタントの歴史は古く、その資格者の社会的評価が高い。イギリスでは **Chartered Engineer**、アメリカでは **Consulting Engineer (CE)**、**Professional Engineer (PE)** などの制度が存在する。建設コンサルタントが事業として初めて成立したのは、19 世紀初頭のイギリスにおいてであり、産業革命に伴う大規模な社会資本整備に向け設計から施工を担い利潤を得る建設会社とは別に、設計に関する高度な技術を持ち、発注者に対して有益になるよう方法論を見つけ、建設会社との仲介的な技術者たちが活発な活動を始めることになる。コンサルタントという名称は、第二次大戦後のアメリカの医療分野で近代的な病院をつくるために、医学に加えて経営から設備までの幅広く総合的な知識やノウハウを持った人材が求められたことに始まったともされる。

一方、日本では、医師法や弁護士法に基づき医師や弁護士などは古くから専門職のプロフェッショナルエンジニアとして認識されてきたが、技術士（技術者）は専門職でありながら、「技術士でない者は、技術士又はこれに類似する名称を使用してはならない」（技術士法 57 条）とされていて「名称独占資格」はあるものの、医師におけるような「業務独占資格」ではない。

### 3.2.1. コンサルティングエンジニアの発生

#### (1) イギリス

イギリスでは、18 世紀の産業革命により大量輸送の必要が発生し、3,600km もの運河が建設されたが、そこで土木事業に対する調査・計画・設計及び工事監理といった技術を提供するコンサルティングエンジニアが発生した。その代表である **James Brindley (1716-72)** と **John Smeaton (1724-92)** がコンサルティングエンジニアとして活躍し、1771 年に **Civil Engineer** の協会が設立された。18 世紀半ばから後半にかけて、道路、運河、港湾、橋梁、灯台の建設、河川の改修、沼沢地帯の排水などの工事において、土木技術者がその種の企業体にその都度雇用され、あるいはコンサルタントとして働くという性質から、工業化による最初のプロフェッション（専門職業）となり、1818 年に **ICE (Institution of Civil Engineer : イギリス土木学会)** が設立され、土木分野における職業としての **Engineer**（エンジニア）に関して多大な影響力を持った。19 世紀に入り、工業化の進展とともに社会的分業が拡大し、各種の専門職業が次々生まれた。同業の士が寄ってクラブ又はアソシエーションを結成、専門知識・情報の交換、研究会などを始め、国王特許状を求めて法人化といった権威の確立を目指す動きが起こった。法人格が認められると、会則、資格付与団体へと転化し、資格や教育課程、規律などを管理する権威団体としての地位を確立しプロフェッション（専門職業）の成立に至った。イギリスにおけるコンサルティングエンジニアの発生は、1760 年代から始まる産業革命の流れの中で民間の需要をその源として、個人レベルの師弟的關係に基づいていることに特徴がある。

#### (2) フランス

フランスでは、フランス革命以前の 1716 年に、全国交通網の体系的な管理を実施するため土木公団が設立され、この公団の技術者養成機関として 1747 年に土木大学が創立された。1794 年にフランス革命による教育制度改革の一環として、理工科大学が設立された。こうした国立学校の卒業生は全て政府機関の技術者となったため、民間における職業人としての **Civil Engineer** 発生とは関わりがない。民間

のエンジニア教育は、私立学校である **Ecole Centrales des Arts et Manufactures** がある。この学校の卒業生により民間エンジニア協会が **1829** 年に設立された。

### (3) アメリカ

アメリカでは、**19** 世紀末に近代的な職業免許が始まった。**1877** 年に医師、**1881** 年にイリノイ州で薬業委員会を設置して規制、同年歯科の業務が規制、**1897** 年に建築家、**1899** 年に助産婦・炭鉱業・獣医・整体師・整骨医などの職業免許が発行された。アメリカにおける職業としてのコンサルティングエンジニアの協会設立は、**1905** 年に建築技術者による協会が初めてである。その後、電気及び機械の技術者も含むものとして拡大され、**1910** 年に **AICE** (**American Institute of Consulting Engineers**) が設立された。この協会は実質的にニューヨークのメンバーが中心となっており、その後各州においてコンサルティングエンジニアの協会が設立されるきっかけとなった。これと並行して **1907** 年には、専門職でない人々の技術業や測量業を止めさせるため、ワイオミング州でプロフェッショナルエンジニア制度が立法化された。**1937** 年テキサス州における学校ガス爆発事故がきっかけとなり、**PE** (**Professional Engineer**) 法が全米に普及した。**PE** 法により、「技術業の業務は **PE** に限る」、「エンジニアの名称は **PE** に限る」としている。

イギリスの **PE** は技術者団体の自治による規制が特徴であり、技術業の実務では国民の安全確保に関する行政上の諸規制がある一方、アメリカの **PE** は国家が行政による規制を行う形となっており、これは国民の職業選択の自由を制限することになるが、国民の安全、健康及び福利の保護を図る目的の為に許容されていることが特徴である。

### 3.2.2. 国際コンサルティングエンジニア連盟 (FIDIC)

**1913** 年に各国コンサルタント協会の国際組織である **FIDIC** が **8** か国の参加により創設された。**1913** 年の第 **1** 回コンサルティングエンジニア (**CE: Consulting Engineer**) 世界大会において、協会を通じて知的専門家同士の国際協力が発展し、**CE** の地位の向上とともに **CE** 自身が有益となることを目的としていた。そのために、**CE** が公正かつ忠実に業務を遂行できるよう支援するとともに、能力に欠け不適当なものは **CE** として活動できないようにするなど「職業としての **CE**」を護ることとした。**1914** 年の第 **2** 回世界大会では、**CE** の定義として、「**FIDIC** の **CE** とは、技術的科学的知識と実務経験を持ち、自己の名前でその職業を遂行し、いかなる取引、ビジネスまたは公共政府の機能からも独立で、顧客の為に十分な普遍性を持って行動し、この顧客以外からはいかなる報酬も受け取らない者である。」としている。この **FIDIC** の目的、規約は、日本の建設コンサルタントの役割、倫理の面において大きな影響を与えたものと考えられる。

はじめは僅か **8** か国の参加で始まった **FIDIC** は、**2** 度の世界大戦を含む大きな歴史の流れの中で紆余曲折を繰り返すが、**1948** 年にイギリス、**1952** 年にアメリカの参加を得、欧米協会まで成長した。**1970** 年代には日本を始めとしたアジア、アフリカ諸国の参加によって、文字通り国際コンサルティングエンジニア協会となった。**FIDIC** の活動は多岐に亘るが、建設に関する各種の標準契約約款の発行はそのうちでもっとも重要な活動の一つと言える。



### 3.2.3. 国際的なコンサルタントの定義

上述してきた通り、欧米のコンサルタントを見ると、18 世紀後半の産業革命以降に需要が発生して技術者という専門的職業（PE）が誕生した。これが CE の起源と見なされている[石井、2001]。欧州における CE は、民間の生産活動を支え、民間によって育成されたものであり、産業活動でのチェック&バランスの機能を担ってきた。すなわち、製作・施工から「独立・分離」した CE が設計などの業務を担当することが望ましい生産システムとされたものであり、発注者、請負者とコンサルタントが契約に基づき相互に作用し合う三者執行構造が確立されている（図 3-2）。欧米諸国ではこのような CE の定義に基づき、20 世紀前半にはコンサルタント産業として確立していたと認識することができる。

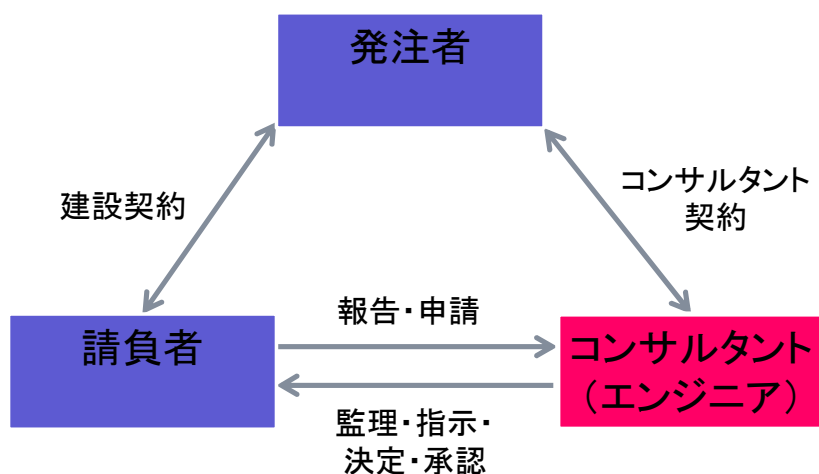


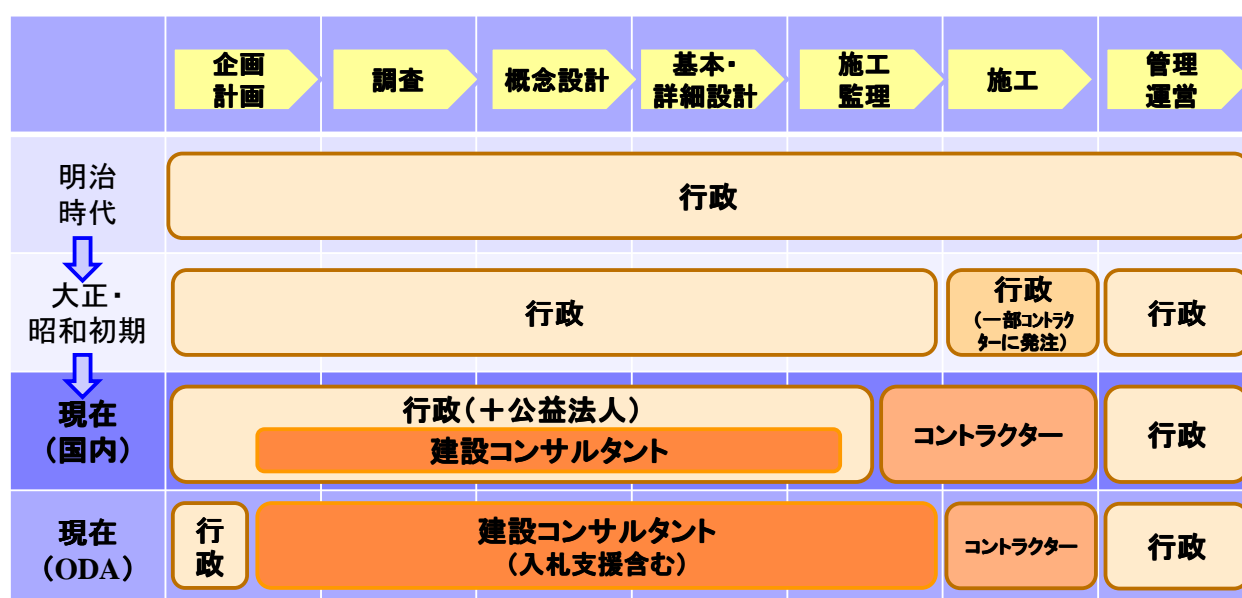
図 3-2 FIDIC 契約約款における三者執行構造



### 3.3. 本邦建設コンサルタントの役割の変遷

図 3-3 は、我が国の公共事業を対象に、戦前と現在（国内と ODA に分類）における行政と建設コンサルタント、建設会社（コントラクター）の役割を示したものである。

明治時代から第二次世界大戦前までは、行政がインハウスエンジニアによる官直営で企画・計画から維持管理・運営まで行ってきたところ、現在では建設コンサルタントの役割が一部代替していることが分かる。しかしながら、現在でも、国内と海外（ODA）では建設コンサルタントが担う役割は大きく異なっている。国内においては、企画・計画段階において参加するケースも増えてきてはいるものの、依然、建設コンサルタントは設計段階における設計委託という形でプロジェクトに参加することが一般的である。一方、ODA の国際建設プロジェクトにおいては、通常、企画・計画段階から建設コンサルタントが主体的に関わり、プロジェクトが確定した後も設計、積算、入札図書作成、入札支援を経て、施工監理を行い、対象構造物が完成するまでプロジェクトに携わる。



出所：廣谷彰彦「我が国建設企業の方角性—なぜ建設産業の総売上は伸びないか—」を基に筆者作成

図 3-3 建設コンサルタントの役割の変遷

こうした役割の差異は、本邦建設コンサルタントが歩んできた歴史と密接に関わっている。第 2 章で述べた通り、国内においては、戦後復興、発展途上国から先進国へ至る段階での膨大な公共事業に対して、建設コンサルタントは行政が行う調査や設計等の業務補助を行い、建設会社は責任施工を原則とした限定的な発注者による段階確認・検査体制においても工事を工期内に高品質で完成させてきた、いわゆる二者執行構造の歴史が、背景にあるものと考えられる。

他方、国際建設プロジェクトにおいては、途上国におけるインハウスエンジニアの質と量が十分でないこともあり、戦後賠償工事として本邦建設コンサルタント自身が現地に調査へ出向き開発プロジェクトを形成してきたこと、また、海外における相互不信頼という環境の中では、工事を監視、監理する役割が必要であったという、いわゆる三者執行構造が浸透している背景が、国内と海外における建設コンサルタントの役割を大きく異なるものとしていると考える。

本邦建設コンサルタントは国内市場において、行政が行う業務の補助を担うという、限定された権限範囲で業務を行ってきた。そのため、権限に伴う責任を建設会社や国民などから直接問われることはほとんどなかった。こういった状況から、本邦建設コンサルタントは、現在まで主要な発注者である行政機関のニーズに応えることに注力してきたことは否めない。建設コンサルタントは「サービス業」に位置付けられ、本来は行政機関のほかインフラに関する全ての関係者が顧客と成り、それぞれのニーズに応えていくことが本来の使命である。現在、海外では主流になっている PPP によるインフラ整備・運営の波が国内市場にも押し寄せている中、今後 PPP 事業の拡大に伴い、建設コンサルタントの顧客が行政主体から民間主体になり、上記の役割は更に拡大していくことが想定される（図 3-4）。

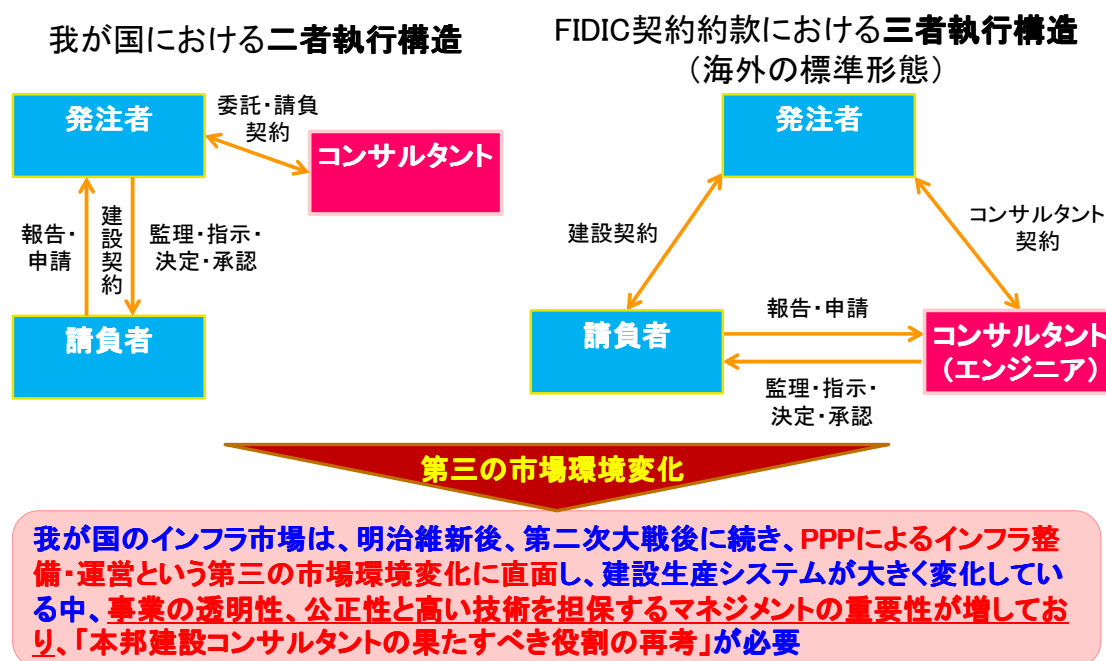


図 3-4 建設コンサルタントの役割の再考

### 3.4. 日本の PPP/PFI の歴史とコンセッション方式の導入

日本の PPP/PFI は、1999 年の「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律 (PFI 法)」施行により本格的に始まったとされている。それ以降、日本の PFI は 2015 年 3 月末までの累計で 527 件、事業費では約 4.9 兆円に達するなど実績を積み重ねてきている (図 3-5) が、その内容は PFI の 3 類型 (サービス購入型、独立採算型、混合型) のうち「サービス購入型」に大きく偏っており、そのことが問題視されてきた。特に、建設会社などが公共施設 (ハコモノ) を整備し、その対価を公共側が延べ払いするだけの PFI は、事業費のほとんどを銀行が公共に対する信用により融資 (デット) の形で供与し、出資 (エクイティ) は当該建設会社などが僅かに出資するだけで、一般の投資家が投資する機会はほとんど見られなかったことから、本来の官民連携事業が浸透してきたとは言い難い。

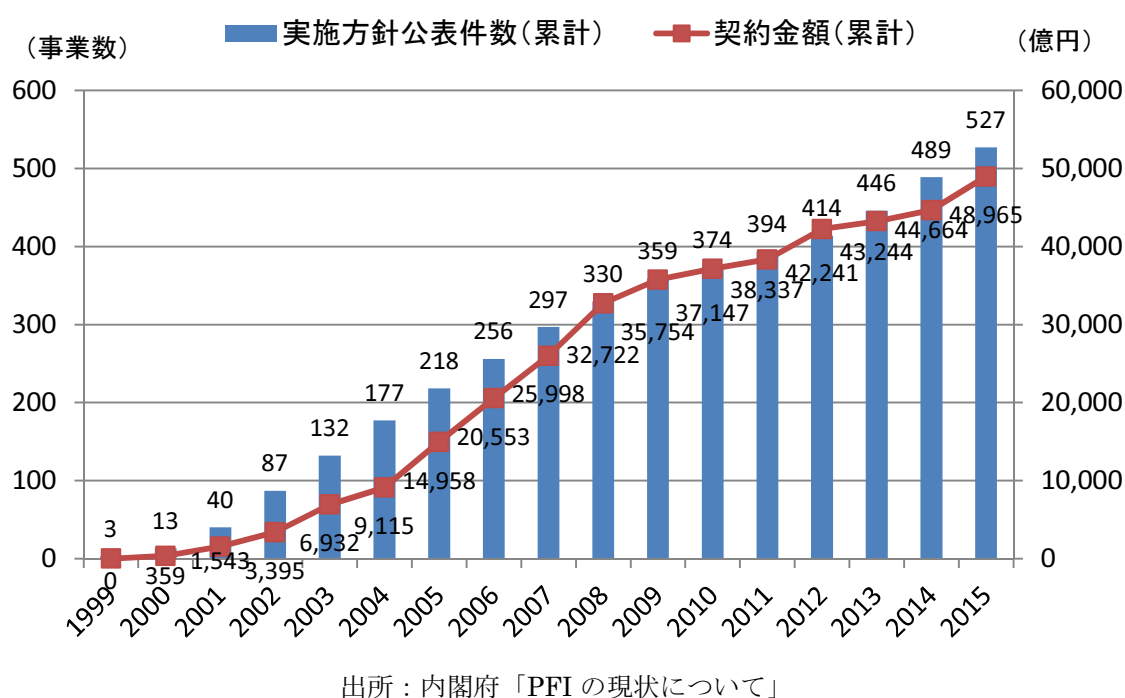


図 3-5 PFI 事業数及び事業費の推移 (累計、2015 年 3 月 31 日現在)

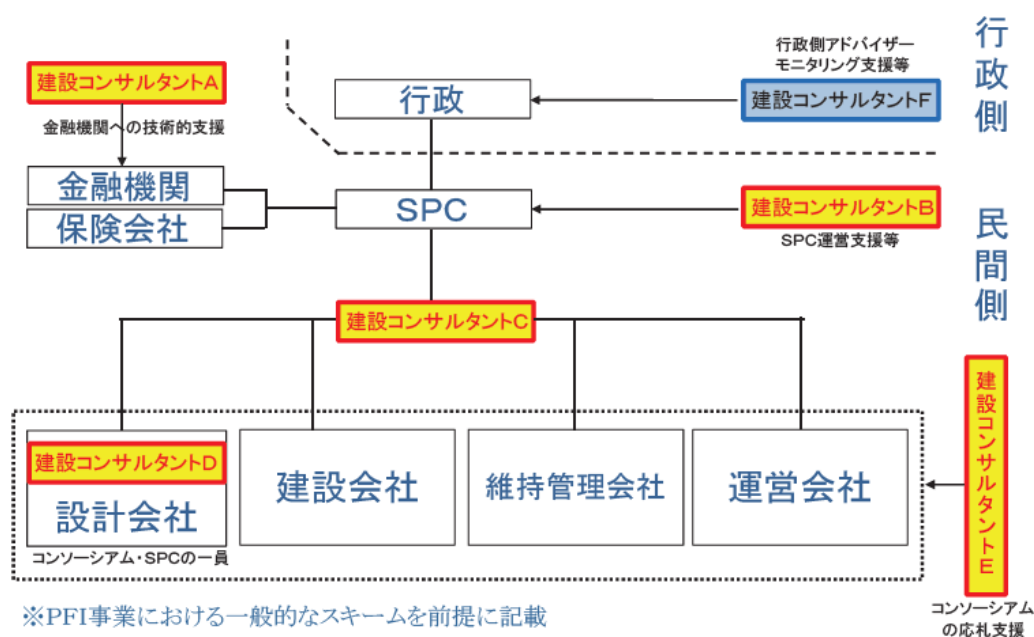
すなわち、これでは民間の資金やノウハウを十分に活用できていないとは到底言えず、本来の官民連携の趣旨からも外れるため、PFI 法の施行から 10 年経過した 2009 年頃から、独立採算型 (又は混合型) をより推進する方向での検討が始まり、2011 年に改正 PFI 法が成立・施行されるに至った。

公共インフラの運営部分だけを権利として民間事業者に長期間付与する、いわば“部分的な民営化策”は「コンセッション方式」と呼ばれ、日本では 2011 年の PFI 法改正時に初めて導入された。ただし我が国のコンセッション方式は、利用料収入を伴う稼働中 (ブラウン・フィールド) の公共インフラのみを対象としているため、最近海外で多く見られるアベイラビリティ型 (要求水準の達成度合いに応じて公共からのサービス購入料が増減するタイプ) のものは対象とならない。具体的には、通行料収入のある有料道路、着陸料やターミナルビルなどからの収入がある空港、使用料収入のある上下水道などが対象となり得る。【三井住友トラスト基礎研究所, 2015】

その後 2012 年 12 月に民主党から自民党へ政権が移ったが、官民連携の方向性は変わらず、むしろ推

進に拍車がかかったと言える。2013年6月には、独立採算型や混合型のPFI事業（の優先株や劣後債など）に投融資する官民連携インフラファンドの「民間資金等活用事業推進機構」が設立され、PFI事業へのリスクマネー供給に弾みがついた。また、「PPP/PFIの抜本的改革に向けたアクションプラン」も発表され、「今後10年間（平成25～34年）で12兆円規模の官民連携事業を推進」という数値目標が初めて示された。さらにその翌年には、このアクションプランのうちコンセッション方式を活用するものについて、集中強化期間とした2016年までの3年間に、2～3兆円の事業規模と19件（空港6件、水道6件、下水道6件、道路1件）の事業を前倒し達成するという野心的な目標も設定されている【三井住友トラスト基礎研究所，2015】。このように土木施設への適用拡大が期待されるとともに、アジアのインフラ市場では維持管理・運営も含めたPPPによる調達の基本となりつつあり、その適用は一層拡大すると見込まれる。

以上のようなPPP/PFIの改革とコンセッション方式導入の動きの中、本邦建設コンサルタントの役割は従来の調査・計画・設計やPFIの行政側アドバイザーにとどまらず、民間側での出資も含めた特別目的会社（SPC: Special Purpose Company）への参画、金融機関への技術的支援、コンソーシアムの応札支援など多様な役割を果たす機会が増えつつある（図3-6）。本邦建設コンサルタントは、このような多様な役割分担に対応すべく、専門技術力を中心として、金融・財務・法務などを含むマネジメント力を身に付けることが求められていく。



出所：建設コンサルタント ビジョン 2014

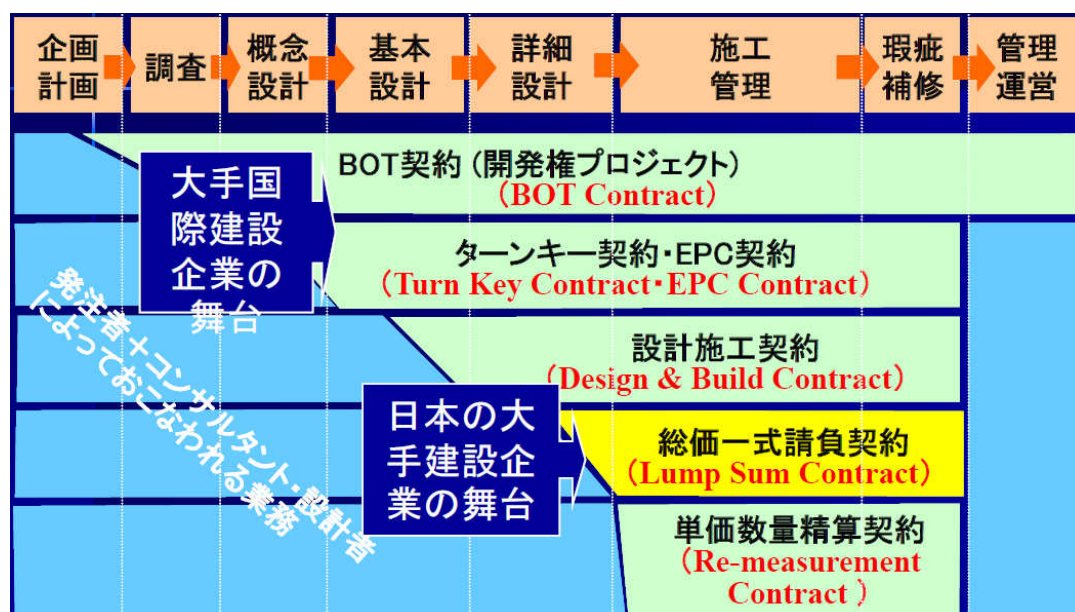
図 3-6 PFI 事業における建設コンサルタントの役割

上記は、あくまでも建設コンサルタントが事業会社であるSPCを支援する補助的な役割となっている。一方、4章で詳述する海外PPPプロジェクトでは、欧米コンサルタントがメーカーやEPCコントラクターと連携してマネジメントを担うケースが少なくなく、日本のPPP/PFIに比べてコンサルタントが事業の主導権を握っている点が大きく異なっている。

### 3.5. 本邦建設コンサルタントに求められる機能と役割

草柳は、建設プロジェクトの執行形態と契約形態を図 3-7 のように示している。ここでは、日本の建設企業は総価一式請負契約が多勢を占めているところ、国際建設企業の事業エリアは、民間が施設を建設・維持管理・運営し、契約期間終了後に公共へ所有権を移転する方式（BOT: Build Operate Transfer）やターンキー（Turn Key）、設計・調達・建設（EPC: Engineering Procurement Construction）契約が主流になってきていることを、コントラクターからの視点で示したものである。このような大手国際建設企業が活躍する市場では、建設コンサルタントに求められる役割と機能は変わってくる。図 3-3 で示したように、国内では行政（発注者）のマネジメントの下、設計委託という形で部分機能を担っていたコンサルタントの役割が、DB⇒EPC⇒BOT と民間主導になるに連れて拡大し、これまで行政が担っていた企画・調整やマネジメントの部分もコンサルタントの新たな役割として担う状況が発生すると考えられる。Hochtief や Vinci などの大手国際建設企業は、そのような PPP マネジメントに関するコンサルタント機能を自ら有して事業そのものの主導権を握り拡大している。日本の大手建設企業がこのような国際的な PPP 市場に参入するには、自ら PPP コンサルタント機能を有するか、PPP マネジメント能力を有したコンサルタントとのパートナーシップが不可欠であると考ええる。

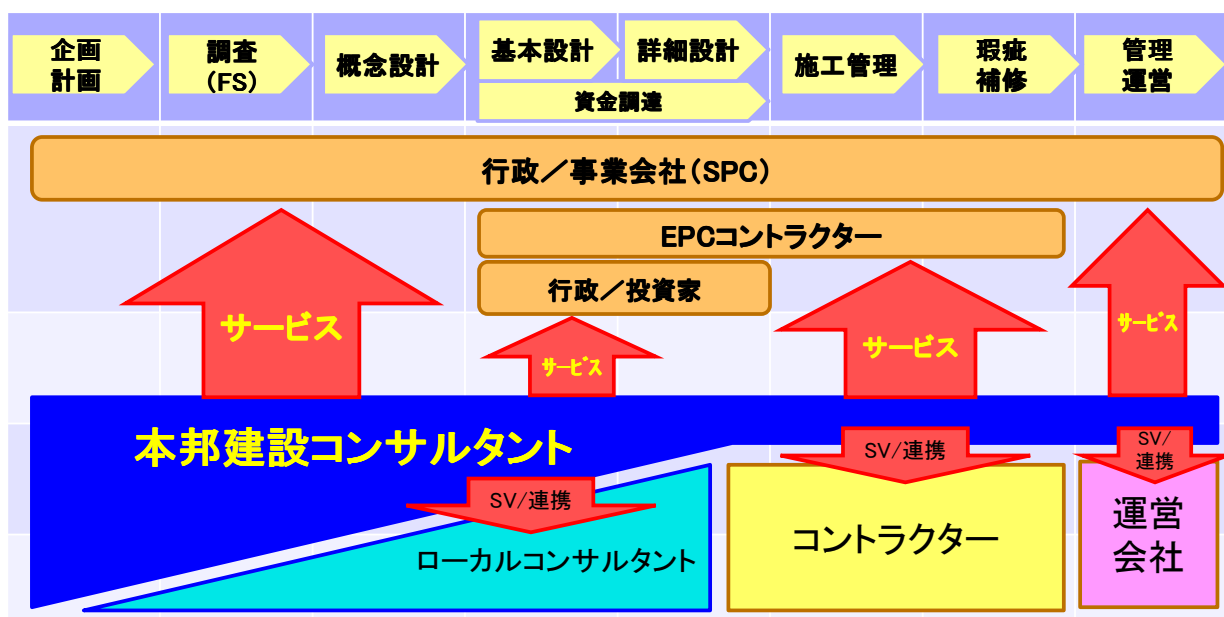
今後拡大する PPP 事業を対象に、上述した新たなコンサルタントの役割と機能をイメージしたものが図 3-8 である。顧客である行政や事業会社（SPC）、投資家、EPC コントラクター等と本邦建設コンサルタントとの契約の下で「サービス」を提供する。発展途上国において本邦建設コンサルタントはインターナショナルコンサルと見なされ、その提供する「サービス」には、コスト競争力と共に高度な技術やバリューエンジニアリングなど事業の付加価値向上が求められる。これを本邦建設コンサルタント単独で実現していくことは効率性やコストの観点から現実的でなく、企画計画から管理運営までの各フェーズにおいて、ローカルコンサルやコントラクター、運営会社への監督・指導（SV: Supervision）や連携といったパートナーシップが極めて重要となる（図 3-8）。



出所：草柳「国際建設プロジェクトでリスクを回避する方法は」

図 3-7 建設プロジェクトの執行形態と契約形態に応じたコンサル機能の変化

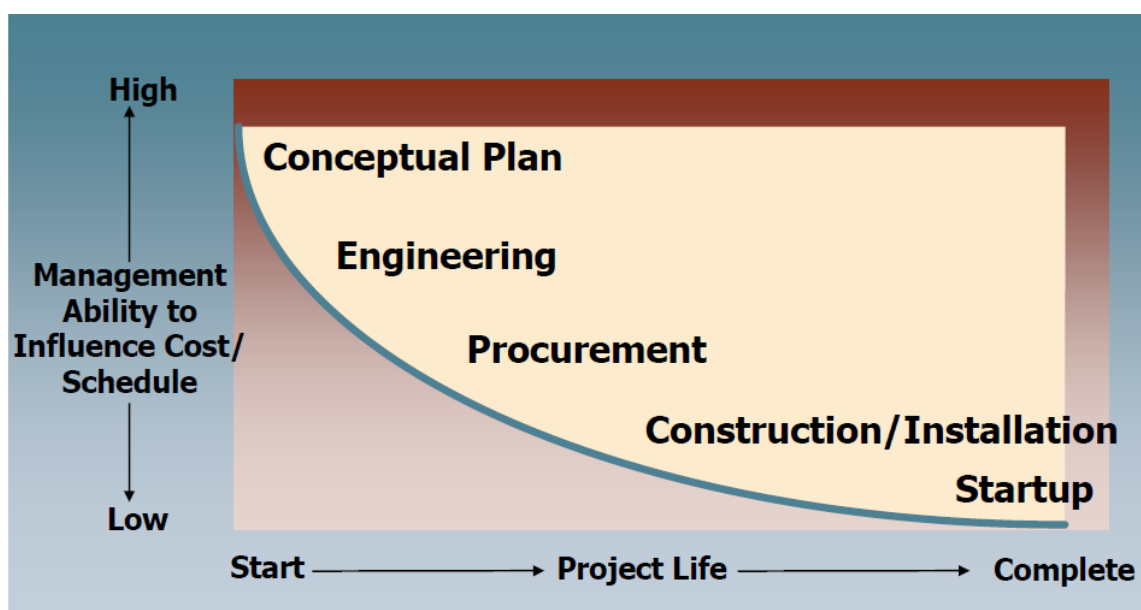




注) SV : 監督・管理

図 3-8 PPP 事業における本邦建設コンサルタントの位置づけと役割のイメージ

一般に、建設プロジェクトやプラントエンジニアリングプロジェクトでは、上流フェーズほどプロジェクトのコストやスケジュールの不確実性が大きく、より高度なマネジメント技術が求められる（図 3-9）。したがって、図 3-8 に示すように、企画計画や FS などの案件形成では、ローカルコンサルタントよりも本邦建設コンサルタントの主導により進めることが望ましく、EPC や O&M フェーズでは、コントラクターや運営会社との連携の下、監督・管理（SV: Super Vision）などでマネジメントに徹することが望ましいと考える。



出所 : BECHTEL 「Civil GBU Project Controls Overview」

図 3-9 プロジェクト期間とコスト及びスケジュールの不確実性

### 第3章 参考文献

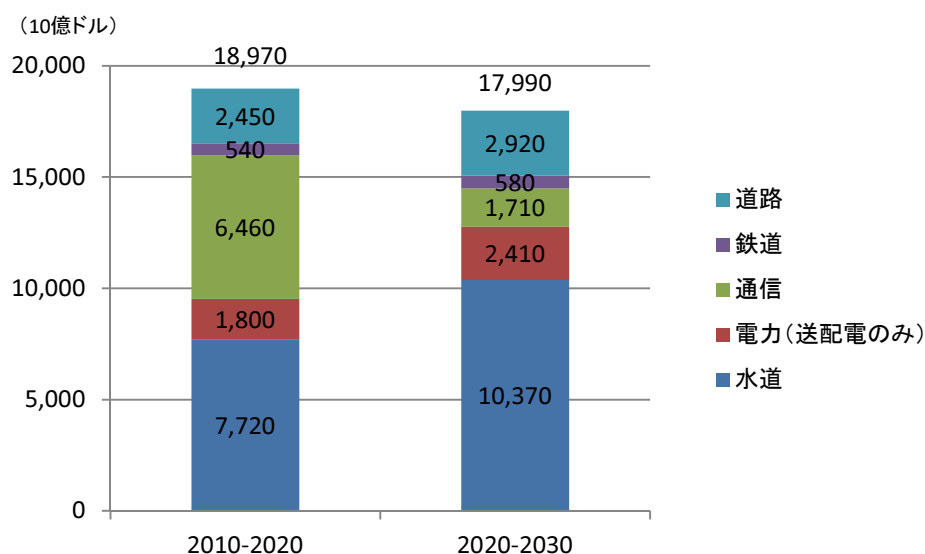
- 国土交通省. (2008). 建設関連業の定義・歴史. 国土交通省.
- 国土交通省. (2013). 建設関連業 登録業者数調査 (平成 25 年度). 国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課 専門工事業・建設関連業振興室.
- 石井弓夫. (2003). インフラのデザイナー. 株式会社山海堂.
- 建設コンサルタンツ協会. (2014). 建設コンサルタント ビジョン 2014. 一般社団法人 建設コンサルタンツ協会.
- 三井住友トラスト基礎研究所. (2015). コンセッション方式 PFI の現状と課題. 三井住友トラスト基礎研究所.
- 石井弓夫. (2001). わが国における建設コンサルタント産業の形成過程に関する研究.
- 総務省. (1952). 「公共工事の前払金保証事業に関する法律」第 19 条第三号. 総務省.
- 草柳俊二. (2010). 国際建設プロジェクトでリスクを介する方法は. 国際建設マネジメント論 2010.
- 大本俊彦. (2016). 国際建設紛争とその解決 第 2 回「建設契約紛争とその解決(2)」. 一般財団法人港湾空港総合技術センター.
- 内閣府. (2016). PFI の現状について. 内閣府 民間資金等活用事業推進室.
- 北野仁郎. (2015). 工学倫理 第 6 回. <http://kitanojinrou.seesaa.net/>.
- 廣谷彰彦. (2012). 我が国建設企業の方向性ーなぜ建設産業の総売上は伸びないかー. 国際建設マネジメント論 2012.
- BECHTEL. (2013). Civil GBU Project Controls Overview. BECHTEL.
- 国土交通省. (2012). 平成 24 年度 我が国の建設企業の海外 PPP 事業への参画のための戦略検討業務. 国土交通省.

## 4. 欧米コンサルタントと本邦建設コンサルタントの比較

### 4.1. アジアにおけるインフラ市場と本邦建設コンサルタントの位置づけ

#### 4.1.1. アジアのインフラ市場

OECD によれば、世界のインフラ市場は 2010～2030 年までに累積 37 兆ドル（年間約 2 兆ドル）、2010～2020 年で約 19 兆ドルと試算されている。発電への投資が含まれていない電力を除くと水道への投資が最も大きい。また、みずほ総合研究所は、2015 年から 10 年にわたる世界のインフラ投資の累積額で 33 兆ドルと推計している。内訳は道路が 9.6 兆ドルと最大で、電力 7 兆ドル、上下水道 6.8 兆ドルとしている。



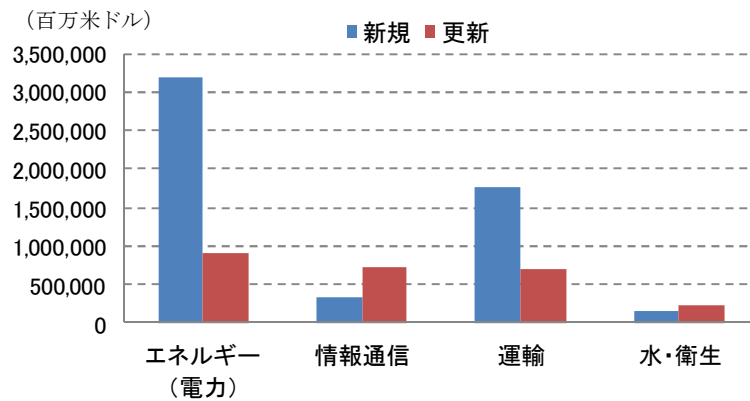
出所：OECD「OECD Infrastructure to 2030」より筆者作成

図 4-1 世界におけるインフラ投資の見通し

地域別にはアジアが最も大きく、アジア開発銀行（ADB）によると 2010～2020 年で約 8.3 兆ドル（年平均約 7,526 億ドル、約 85 兆円）のインフラ投資が必要と試算されている（図 4-2、表 4-1）。これは先に示した世界のインフラ市場の 4 割超を占める規模である。このインフラ投資必要額を国・地域別に見たのが表 4-2 である。中国が約 4.4 兆ドル（構成比 53%）で最も大きく、次いでインド約 2.2 兆ドル（同 26%）、東南アジア約 1.1 兆ドル（同 13%）と続いている。

また、みずほ総合研究所によれば、2015～2025 年の 10 年間で約 14 兆ドルと ADB 推計を上回る試算結果を公表している。





出所：ADB, “Infrastructure for a Seamless Asia”

図 4-2 アジアにおける事業分野別インフラ投資必要額 (2010~2020 年)

表 4-1 アジアにおける事業分野別インフラ投資必要額 (2010~2020 年)

(単位: 十億米ドル)

事業分野	新規	更新	小計	国際インフラ	合計
エネルギー(電力)	3,176	912	4,089	82	4,171
情報通信	325	730	1,056	-	1,056
運輸	1,762	704	2,466	205	2,671
空港	6.5	5	12		12
港湾	50	25	75		75
鉄道	3	36	39		39
道路	1,702	638	2,341		2,341
水・衛生	156	226	382	-	382
衛生	108	120	228		228
水	48	106	154		154
合計	5,419	2,573	7,992	287	8,279

出所：ADB, “Infrastructure for a Seamless Asia”

表 4-2 アジアの国・地域別インフラ投資必要額

	投資必要額 (億ドル)	構成比	投資必要額の 対GDP比
中国	43676	53.1%	5.4
インド	21724	26.4%	11.1
東南アジア	11049	13.4%	7.0
インドネシア	4503	5.5%	6.1
マレーシア	1880	2.3%	6.6
タイ	1729	2.1%	4.9
フィリピン	1271	1.5%	6.0
ベトナム	1097	1.3%	8.1
その他	569	0.7%	10.4
中央アジア	3736	4.5%	6.6
南アジア	1980	2.4%	7.6
太平洋	60	0.1%	3.5
合計	82225	100.0%	6.5

出所：Biswa Nath Bhattacharyay, Estimating Demand or Infrastructure in Energy, Transport, Telecommunications, Water and Sanitation in Asia and the Pacific: 2010-2020, ADBI Working Paper No.248, September 2010,より筆者作成

このように膨大なインフラ投資ニーズがあるものの、各国の公的分野の資金では上記必要金額の一部しか賄うことができていないのが実状である。例えば、インドネシアやフィリピンでは、インフラ投資への支出額が対 GDP 比で 6%以上必要なところ（表 4-2）、実質は 2~3%に留まっているなど各国の公共インフラ投資への政府支出は不十分である（表 4-3）。

表 4-3 新興アジア諸国における公共インフラ投資（対 GDP 比）

0-4%	4-7%	7%超
カンボジア	ラオス	中国
インドネシア	モンゴル	タイ
フィリピン	インド	ベトナム

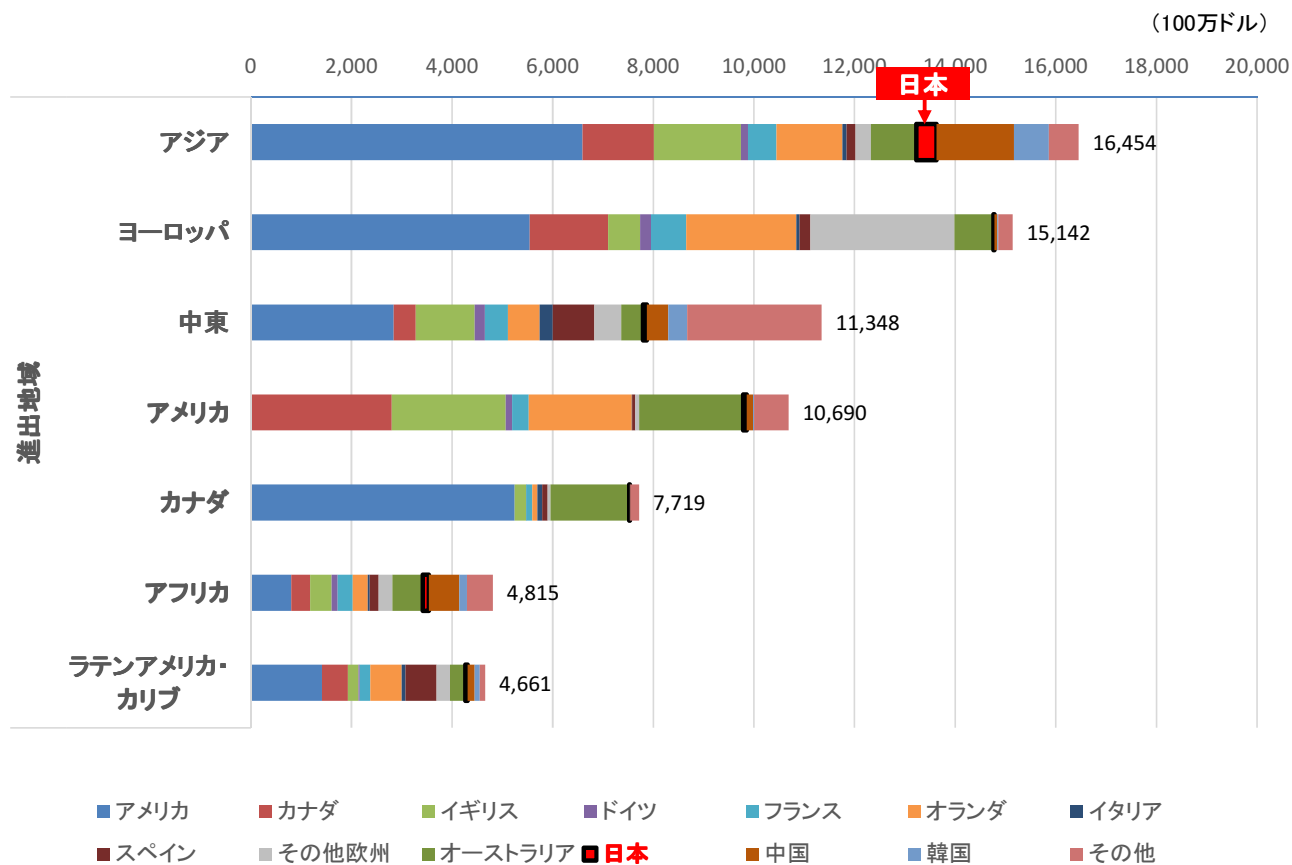
出所：河合他「新興アジアにおける財政の維持可能性：課題と戦略」

一方、世界銀行（WB）や ADB など国際開発金融機関及び JICA や JBIC など二国間援助機関から資金提供を受けることができる金額も限られている。例えば、東アジア地域のインフラプロジェクトに対する公的援助資金（有償協力、無償協力、技術協力）の供与額は、1990 年から 2007 年までの 17 年間で年間 70 億ドル～130 億ドルの範囲にとどまっている（注：2015 年の ADB 投融資実績は 271.7 億ドルまで拡大している）。また、アジア地域のインフラプロジェクトに投入された民間資金は、アジア通貨危機による急激な落ち込みを経て増加したが、2007 年の投入額は 220 億ドルに留まっている。このように、アジアへの公的援助資金供与額及び民間投資額を足しても年間約 300 億ドル（2007 年）程度に過ぎず、時期に多少ずれはあるものの、年間 7,500 億ドルもの資金需要との膨大なギャップを埋めるためにも、更なる資金の呼び込み、特に民間資金の一層の導入が必要である。この膨大な資金需要に応えるべく、2015 年末には中国主導でアジアインフラ投資銀行（AIIB）が設立したものの、2016 年融資実績は 17.3 億ドルで、上記ギャップを埋めるには程遠い状況である。

#### 4.1.2. アジアのエンジニアリング市場

主要な国際エンジニアリング企業（出典では International Design Firm であり、Design の本来の意味は“設計”だけではなく、企画・計画・方法論の考案も含むことから、本論文では「国際エンジニアリング企業」と表記する）による進出状況（2014 年で総額約 708 億ドル）を地域別にみると、アジア（約 165 億ドル）、欧州（約 151 億ドル）、中東（約 114 億ドル）の順に大きい（図 4-3）。国際企業にとって最大のエンジニアリング市場となるアジア地域では、米国企業による進出が 4 割を占め、次いで英国、中国、カナダが多い。日本は、欧米や豪州、中国企業等に席卷され、世界中で全く存在感を発揮できておらず、お膝元であるアジア地域でさえ僅か 2.4%（2014 年）のシェアに留まっている。これは、1980 年代以降、積極的に海外進出してきた本邦建設企業のアジア地域におけるシェア（10.4%、2013 年）に比べても未だ低いレベルに留まっている。

当該地域のインフラ市場の大きさと成長性を鑑みると、アジアの中でも特に厳しい自然条件の下で良質なインフラを構築・維持してきた経験・ノウハウを有する日本が、国内市場の縮小に直面している現在、成長著しいアジア市場に進出しない、という選択肢は考えにくい。



出所：ENR「The Top 225 International Design Firms, 2015」を基に筆者作成

図 4-3 国際エンジニアリング企業における海外売上の地域別シェア（2014 年）

表 4-4 国際エンジニアリング企業における海外売上の地域別シェア（2014 年）

(%)

企業の 所属地域	進出地域						
	アジア	ヨーロッパ	中東	アメリカ	カナダ	アフリカ	ラテンアメリカ・ カリブ
アメリカ	40.1	36.6	25.0	NA	68.0	16.8	30.4
カナダ	8.6	10.3	3.8	26.2	NA	7.7	11.1
イギリス	10.5	4.2	10.3	21.2	2.9	8.9	4.5
ドイツ	0.8	1.4	1.8	1.2	0.0	2.5	0.5
フランス	3.4	4.6	4.0	3.1	1.6	6.2	4.6
オランダ	8.0	14.5	5.6	19.1	1.3	6.2	13.4
イタリア	0.5	0.4	2.3	0.1	1.2	0.7	1.5
スペイン	1.1	1.4	7.3	0.6	1.4	3.7	13.3
その他欧州	1.9	18.9	4.7	0.7	0.8	5.6	5.8
オーストラリア	5.5	5.1	3.8	19.3	20.3	12.6	6.5
日本	2.4	0.1	0.7	0.7	0.1	2.4	1.0
中国	9.4	0.4	3.8	1.2	0.1	12.7	3.0
韓国	4.2	0.1	3.3	0.2	0.1	3.2	2.1
その他	3.6	1.9	23.6	6.4	2.3	10.7	2.4
合計	100	100	100	100	100	100	100

(百万ドル)

企業の 所属地域	進出地域						
	アジア	ヨーロッパ	中東	アメリカ	カナダ	アフリカ	ラテンアメリカ・ カリブ
アメリカ	6,593	5,543	2,841	NA	5,247	807	1,415
カナダ	1,423	1,557	434	2,803	NA	373	515
イギリス	1,730	635	1,172	2,266	227	429	211
ドイツ	135	216	206	124	0	121	24
フランス	567	703	458	334	121	298	215
オランダ	1,311	2,191	631	2,043	102	300	623
イタリア	81	62	258	8	94	36	71
スペイン	179	217	834	65	107	178	619
その他欧州	307	2,864	529	77	59	269	272
オーストラリア	899	773	430	2,065	1,567	608	301
日本	401	16	77	72	7	117	45
中国	1,541	61	431	123	5	611	140
韓国	694	16	370	23	10	154	97
その他	593	287	2,678	687	174	514	114
合計	16,454	15,142	11,348	10,690	7,719	4,815	4,661

出所：ENR 「The Top 225 International Design Firms, 2015」

## 4.2. 欧米トップ企業と本邦トップ企業の比較

欧米コンサルタント企業のトップ層は、海外売上比率が 4~8 割を占め、政府系機関のみならず民間インフラ関連企業に対して、事業計画・設計や PM/CM、技術コンサル等のプロフェッショナルサービスを提供してきた。積極的な M&A により、売上を数千億円から 1 兆円を超える規模に急拡大している。

これに対し、本邦建設コンサルタント企業のトップ層は、海外売上比率が 3 割前後で国内外とも政府系機関が中心となっている。事業内容は計画・設計を中心とした技術コンサルティングサービスを提供し、昨今はインフラマネジメント分野にも進出している。売上は欧米トップコンサルタントより 1 桁以上小さい数百億円規模で緩やかに拡大している。

表 4-5 国際エンジニアリング企業の海外売上トップ 10 (2014 年)

No.	会社名	本拠地	業態*	海外売上 \$MIL	海外比率 %	建築	工業	電力	上水	下水	資源	運輸	物産	通信
1	AECOM	米国	EA	4,991.7	48	22	2	11	8	3	14	32	7	0
2	WORLEYPARSONS	豪州	EC	3,945.2	83	1	0	8	1	1	84	2	0	0
3	ARCADIS NV	蘭国	E	3,561.0	89	34	6	2	10	2	5	11	31	0
4	FUGRO NV	蘭国	GE	3,002.0	88	9	0	3	2	0	78	3	0	2
5	JACOBS	米国	EAC	2,915.3	49	9	2	6	3	2	55	17	3	1
6	WSP/BRINCKERHOFF	加国	E	2,908.1	81	30	0	13	1	1	3	46	1	0
7	FLUOR CORP.	米国	EC	2,674.0	67	0	1	1	0	0	97	0	1	0
8	DAR AL-HANDASAH CONSULTANTS	エジプト	EA	2,373.0	100	51	0	3	3	4	5	32	0	1
9	AMEC PLC	英国	EC	1,950.6	47	5	0	15	1	1	49	5	2	0
10	CH2M HILL	米国	EAC	1,517.2	43	8	5	1	13	10	18	37	8	0
59	日本工営	日本	E	227.1	34	0	0	11	16	10	1	43	0	2
95	オリエンタルコンサルタンツ	日本	E	100.2	31	5	0	10	2	2	0	81	0	0

\* A: Architect, E: engineer, EC: engineer-contractor, GE: geotechnical engineer,

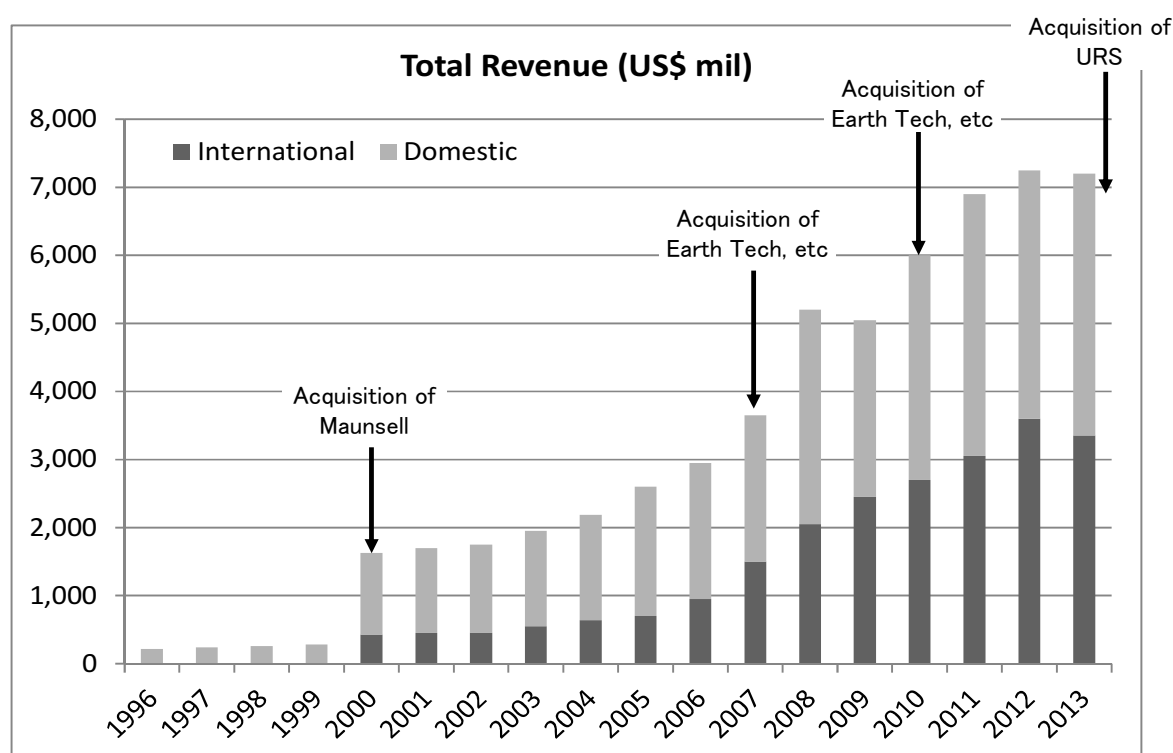
出所: ENR 「The Top 225 International Design Firms, 2015」を基に筆者作成

### 4.2.1. 欧米コンサルタント上位企業の概要

本項では、世界でトップ 10 に入る AECOM、WSP/Parsons Brinckerhoff (WSP/PB) を事例として取り上げ、欧米トップコンサルのビジネス戦略と特徴を分析する。この 2 社を選定したのは、AECOM は紛れもなく世界最大のトップコンサルでありセクター別のバランスが取れていること、WSP/PB はエンジニアリング専業で運輸と建築及び電力に特化しており、日本のコンサルタントの業態に類似していることによる。また、この 2 社は CM/PM 業務に極めて強いことも選定の理由である。

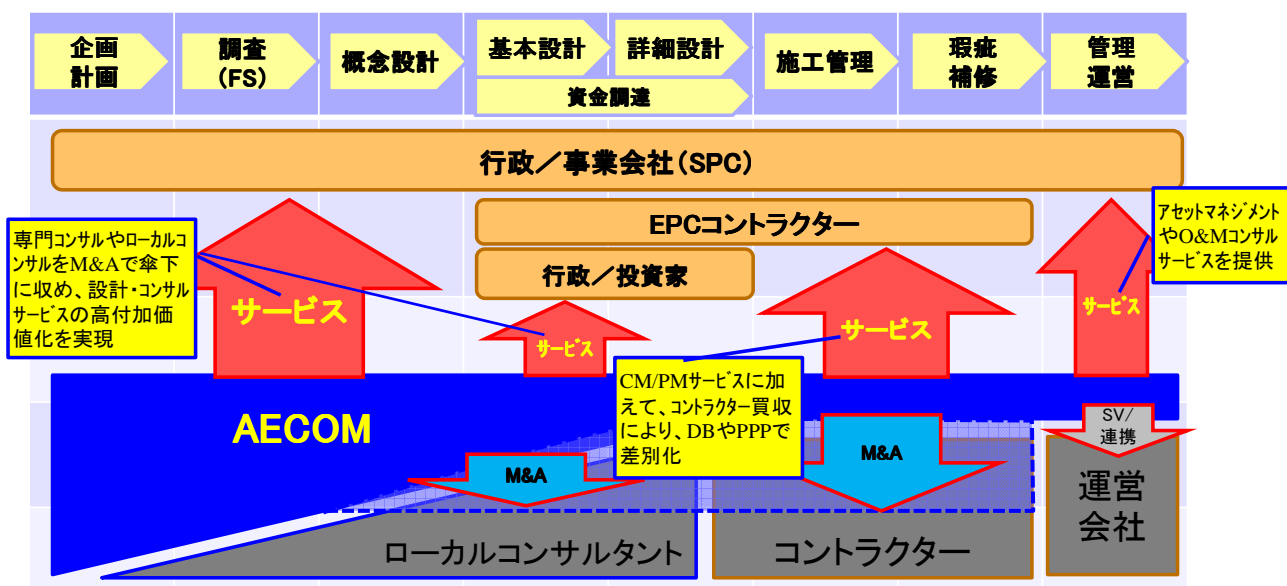
## (1) AECOM

AECOM は世界最大のインフラ系コンサルティンググループである。1990 年創業と比較的新興の企業であるが、2000 年の Mounsell 社の買収に始まり、これまで 50 社以上の M&A により 2015 年時点で事業拠点は 150 か国以上、従業員 9.2 万人、売上は 180 億ドル（2015 年 9 月）と 2 兆円規模まで急拡大している。売上の 62%が海外であり、事業内容は民間企業及び政府系機関の総合インフラ全般を対象としており、設計・コンサルティングサービス、コンストラクションサービス、マネジメントサービスを柱としている。2014 年にはコントラクターの URS を M&A で傘下に収めることで、コンサルタントとコントラクターの垣根を取り、統合・融合することでシナジー創出を狙っている。特に世界中で 650 以上の PPP プロジェクト実績では、設計者、コンサルティング、資金調達、コントラクターとしての経験と能力があり、世界の PPP 市場のリーダー的存在である。



出所：廣瀬「Domestic and International Business of Japanese Consulting Engineering Firms」(2015)

図 4-4 AECOM の売上推移と M&A



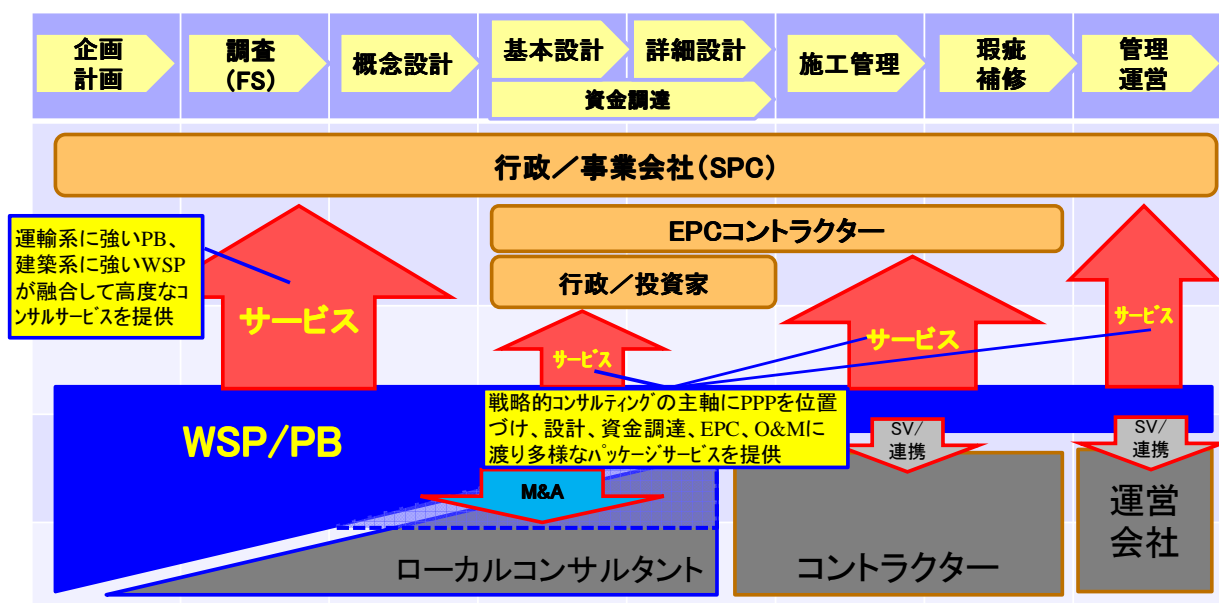


図 4-6 WSP/PB の事業モデル

表 4-6 AECOM 及び WSP/Parsons Brinckerhoff の事業概要

	AECOM (2015.9)	WSP/PB (2015)
本社所在地	米国ロスアンゼルス	カナダ・モントリオール
設立	1990年	1885年:PB、1959年:WSP
資本金	151万ドル	
従業員数	9.2万人(うち国内5万人)	3.2万人
売上	180億ドル 国内:68億ドル(37.8%) 海外:112億ドル(62.2%)	29億ドル 国内:6.9億ドル(23.8%) 海外:16.6億ドル(57.2%)
利益	営業利益:1.3億ドル	5,080万ドル
事業内容	民間企業、政府系機関の総合インフラ全般を対象: ・設計・コンサルティングサービス ・コンストラクションサービス ・マネジメントサービス	戦略的コンサルティング(PPP) 建築サービス、交通運輸、環境、工業・資源、電力
M&A拡大経緯	1991年:従業員3,300人、売上3.9億ドル 2015年:従業員9.2万人、売上180億ドル(約46倍) 注)2014年URS社M&Aにより急拡大	2009年:Balfour BeattyがPBを買収 2014年:WSPがPBを買収 2015年にMMMグループ他2社を買収
拠点(国、事業所)	150ヶ国以上	39ヶ国、500事務所

出所：各社ホームページ



#### 4.2.2. 本邦建設コンサルタント上位企業の概要

本邦建設コンサルタント企業のトップ層に位置する日本工営株式会社（以下、日本工営）と株式会社オリエンタルコンサルタンツ（以下、オリコン）の事業概要を表 4-7 に示す。両社とも設立は第二次世界大戦後で、従業員数は日本工営がグループで 3,320 人、オリコンがグループで 1,821 人となっている。売上は両社とも 1,000 億円には届かず、海外トップ企業に大きく水をあけられている。更に売上の海外市場比率は 3~4 割前後である。事業内容は計画・設計を中心とした技術コンサルティングサービスを提供、昨今はインフラマネジメント分野にも進出を開始している。図 4-7 に両社のコンサルタント部門売上（オリコンは国内のみ）に限定した内訳を示しているが、国や自治体からの公共工事発注がほとんどであり、従来のコンサルタント分野で占められているのが現状である。

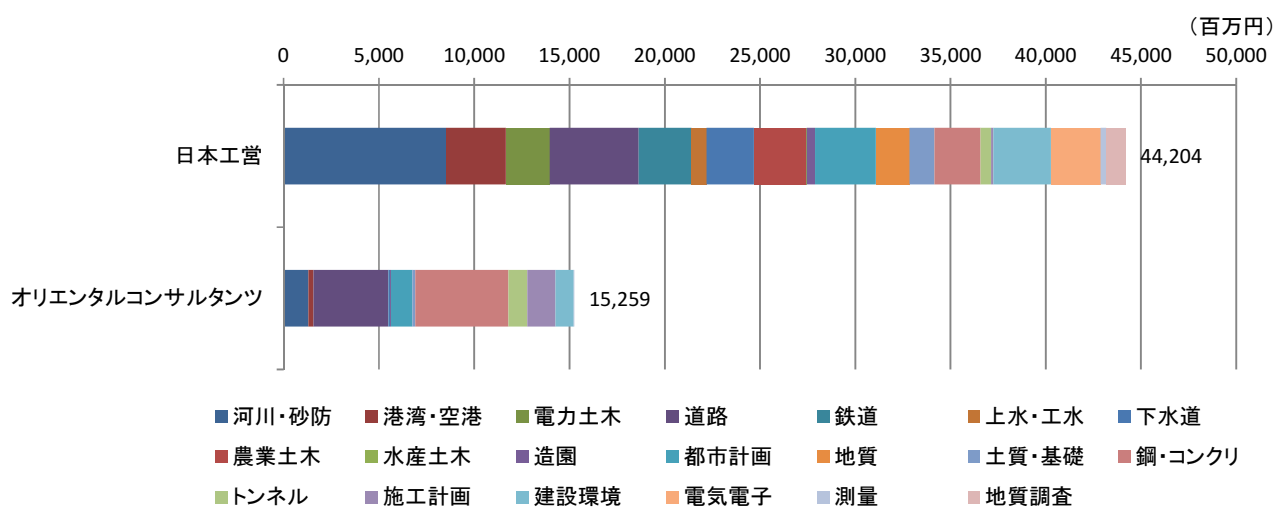
このような状況を打破するべく、本邦建設コンサルタントにも M&A による技術・地域・顧客の拡大に向けた動きが出てきている。今後大きな成長が見込めない国内市場及び ODA 市場に代わり、海外非 ODA 事業の拡大に向けて、日本工営は 2016 年 3 月に建築設計分野で売上高英国 2 位の BDP ホールディングス（BDP）を完全子会社化した。これにより、技術分野は土木×建築・都市開発、地域は日本・アジア・新興国×英国・欧州、主要顧客は ODA×民間・英国公共ときれいにすみ分けされており、特に都市開発や交通の分野におけるシナジーが期待されている。一方、オリコンは 2008 年にパシフィックコンサルタンツインターナショナルの事業譲渡を受け、海外売上比率を一気に拡大したところである。

図 4-8 に示すように、本邦建設コンサルタントのトップ企業は、従来の柱であった上流側コンサル業務の強化に加えて、資金調達やマネジメント分野への進出を図ることで PPP など非 ODA 事業を拡大するとともに、アセットマネジメントを新事業として推進するなど、欧米トップ企業に後れを取っている領域に足を踏み入れた段階にあると言える。

表 4-7 本邦建設コンサルタントトップ 2 社の事業概要

	日本工営 (2015.6)	オリエンタルコンサルタンツ (2015.9)
本社所在地	東京都	東京都
設立	1946年	1957年
資本金	73億9333万円	5億円
従業員数	3,320人(うち単独1,883人)	1,821人
売上	818億円 国内:602億円(73.5%) 海外:216億円(26.4%)	265億円 国内:152億円(57%) 海外:113億円(43%)
営業利益	45億円	10.8億円
事業内容	コンサルタント国内事業(流域・都市、国土・保全、交通運輸、社会システム、インフラマネジメント) 電力エンジニアリング事業(機器・装置製造、機電コンサルティング)	インフラ保全・運営管理、防災、再生可能エネルギー／スマートコミュニティ、交通、都市再生／民間開発、海外新規開拓、事業経営、地域活性化
拠点(国、事業所)	26ヶ国、35事務所	12ヶ国

出所：各社ホームページ



出所：日経コンストラクション 2016 年 5 月 9 日（日経 BP 社）

図 4-7 本邦建設コンサルタントトップ 2 社の分野別売上（2015 年決算）



図 4-8 本邦建設コンサルタントトップ企業の事業モデル

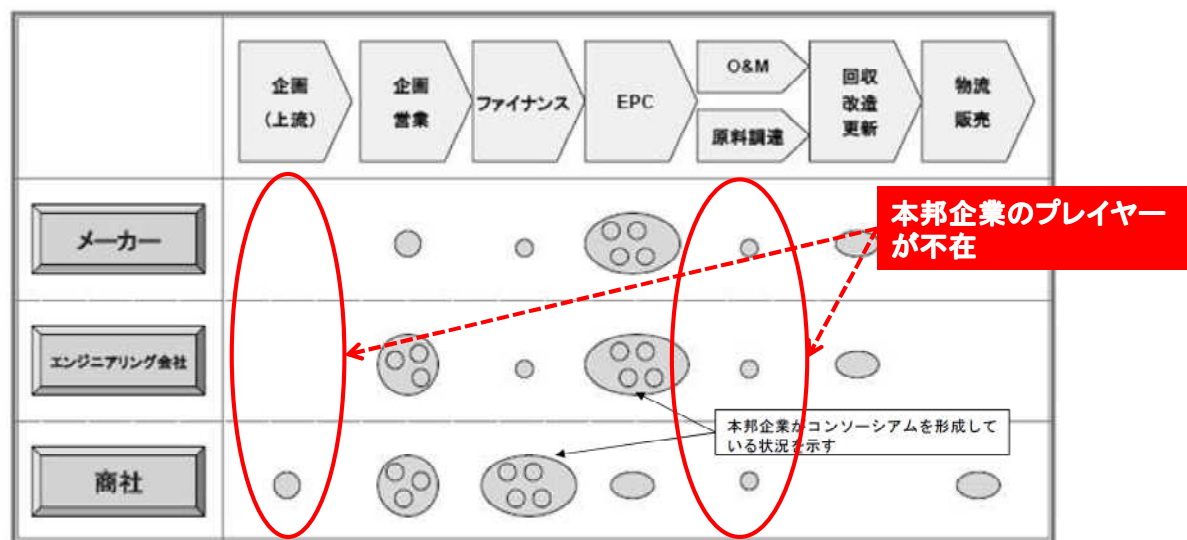
### 4.3. 本邦企業の海外進出事例

#### 4.3.1. 本邦企業による海外インフラ事業への進出概況

旺盛なアジアのインフラ市場において、これまで日系の建設企業、商社、メーカー、エンジニアリング会社などが、電力事業、運輸事業、水事業、工業団地開発事業などで大規模なインフラビジネスを展開してきている。

従来、メーカー、エンジニアリング会社、商社など本邦企業は、海外におけるインフラ事業の上流から下流までのプロセスの中で分散的に関与する傾向にあり、海外企業、特に欧米企業との競争関係において不利な状況が生じているといっても過言でない。また、最上流の企画フェーズや最下流の O&M フェーズを担う本邦プレイヤーが不在の傾向が見られる（図 4-9）。すなわち、本邦企業グループはどちらかといえば、国内企業からなるコンソーシアムやジョイントベンチャーによる部分的な事業形成を好み、このような中で国際受注競争に敗退するような傾向が見られる【荻原朗, 2013】。新興国市場のニーズに合わせ、欧州企業等の競合企業に日本企業が打ち勝つためには、FS からマスタープランの作成、EPC 及び O&M までを含んだビジネスモデルの構築が不可欠である。つまり、発注者（顧客）の意図を理解し、全体最適として発注者の要求に応えられるような体制を、提携戦略を講じることにより実現しなければならず、「自社のある特定の技術は世界一」と自慢しても始まらない【江崎康弘, 2014】。

したがって、本邦企業による部分的かつ寄せ集めのコンソーシアム形成を回避するような取り組みが必要であるほか、海外企業とのスムーズな連携体制の構築のなかで、事業展開を模索するような方策が必要になっていると考えられる。



出所：荻原「国際競争力のあるパッケージ型インフラ事業の展開を目指して：PPP における課題の考察」  
 を基に筆者加筆

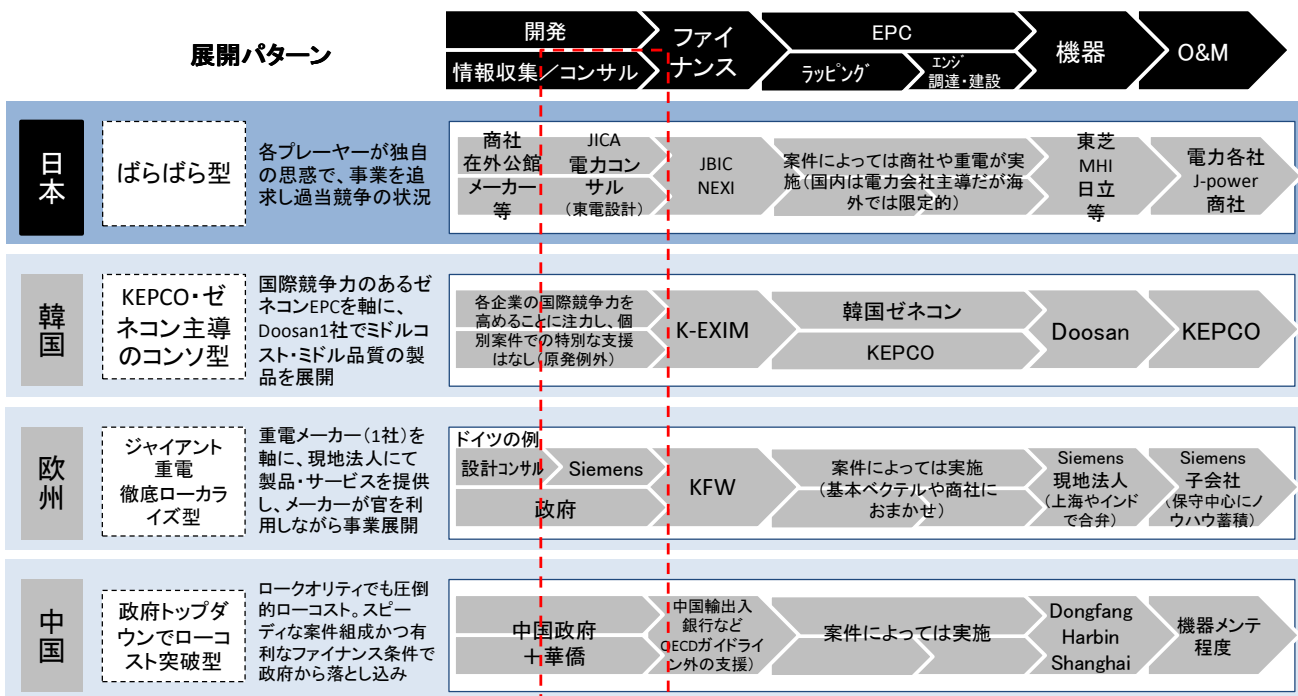
図 4-9 PPP インフラ事業における本邦企業の参画形態イメージ

## (1) 電力事業

電力事業では、火力発電を中心に、総合商社や電力会社による IPP 事業、主機メーカーによるプラントの EPC 事業で多くの実績がある。昨今では再生可能エネルギー、原子力発電、スマートコミュニティなどの計画・受注の動きが見られている。昨今では再生可能エネルギー分野で本邦建設コンサルタント企業が出資参画する事例が出てきている。

しかしながら、商社は技術力といった面でプロジェクトリーダーとして途上国からの要請に応えることが難しい。主機メーカーは機器に関する技術力を有するがパッケージ型輸出に対応できるリスクマネジメント能力を具備しているとは言い難い。建設企業は多くの建設技術者を有するものの、その能力は施工段階に特化しており、企画から運営・維持管理までを行う事業の経験がない。以上より、例えば電力事業であれば、電力企業を除いた商社、主機メーカー、建設企業がコンソーシアムを組んだとしてもパッケージ型のエネルギーインフラ輸出は難しいという課題がある【土木学会エネルギーインフラ輸出検討小委員会, 2014】。

図 4-10 はアジア市場での電力分野の事業展開パターンを示したものである。韓国では、国際競争力のあるゼネコン EPC を軸に KEPCO の O&M と Doosan1 社でミドルコスト・ミドル品質を展開している。欧州は、重電メーカー（1 社）を軸に、現地法人にて製品・サービスを提供し、メーカーが官を利用しながら事業展開を行っている。また中国は、ロックオリティでも圧倒的なローコスト、スピーディーな案件形成かつ有利なファイナンス条件で政府から落とし込み受注を獲得する戦略である。一方、日本は各プレーヤーが独自の思惑で事業を追求し、過当競争の状況であるといった、“ばらばら型”で勝ちパターンが構築されていないことが分かる。特に案件形成の段階ではメーカーとの関係が薄い電力コンサルタントが主導しており、Siemens や GE がコンサル機能を自社で有し戦略的な受注体制を構築している欧州他に立ち向かえる状況でないことは明白である。



出所：経済産業省 エレクトロニクス産業の現状と今後の展望

図 4-10 アジアにおける電力インフラ事業の展開パターン

## (2) 運輸事業

運輸事業では、上下分離を前提とした鉄道、道路、港湾、空港が対象となる。何れも本邦建設企業による建設実績は多くあるが、事業参画になると事例は限られてくる。鉄道では総合商社による都市鉄道事業参画、メーカーによる車両や運行管理システムの供給などがある。道路では有料道路の BOT が主流だが、土木工事が主のためローカル企業がスポンサーとなりグローバルなプレイヤーは少ない。その中で後述する熊谷組による香港、シドニー、バンコクでの有料道路事業投資は特筆すべき事例である。港湾・空港では香港やシンガポール、欧米のプレイヤー等による寡占化が進みつつあるが、総合商社や船会社、空港会社などが事業参画の動きを見せている。

図 4-11 に示した海外鉄道事業の例を見ると、日本は案件開発でコンサルタントの関与が土木建築分野に限定したままファイナンスや EPC フェーズに移行しているのに対し、フランス等はメーカーとコンサルタント、鉄道事業者とコンサルタントが連携し事業を統括しているなど、明らかに事業全体におけるコンサルタントの役割・機能に違いが見られている。さらに、日本は国内鉄道事業者などによる O&M フェーズへの参画が皆無であるが、フランス等では国内の鉄道事業者が積極的に現地国鉄への O&M 支援を行っている。その結果、フランス等では「案件開発段階からコンサル等が介入し、新興国で求められる運営・管理等までを含めた一体提案が可能」という強みを有するのに対し、日本は信頼性の高いハードウェアという強みはあるものの、「案件開発段階でのプロジェクトへの影響力が弱く、入札への影響力が限定的」「オペレーターの海外志向が弱く、海外での運営・管理等に関する提案力が低い」「高機能&高価格のシステム／製品中心」といった弱みが指摘されている。

このような課題に対し、2011 年に JARTS（一般社団法人海外鉄道技術協力協会）の実績を引き継ぎつつ、日本の鉄道輸出に向け主要な鉄道事業者 10 社の出資（JR 東日本 53%、JR 西日本 20%、東京地下鉄 20%、その他 7%）による日本コンサルタンツ（JIC）が設立され、輸出推進を図っている。業務領域は、調査から、設計、経営・メンテナンスノウハウの提供、従業員の教育・訓練の計画に至るまでを対象とし、専門分野としては、土木、軌道、輸送計画、車両、電力、信号通信、運行管理システム等に加え、駅開発および駅を中心とした都市開発まで対象としている。しかしながら、これまでのところ車両中心のコンサルティングに偏っており、インフラ、車両、O&M も含めた総合技術を完備し我が国の鉄道輸出のコーディネータ役としての機能強化が課題である。



出所：経済産業省「インフラ関連産業の海外展開のための総合戦略」を基に筆者加筆

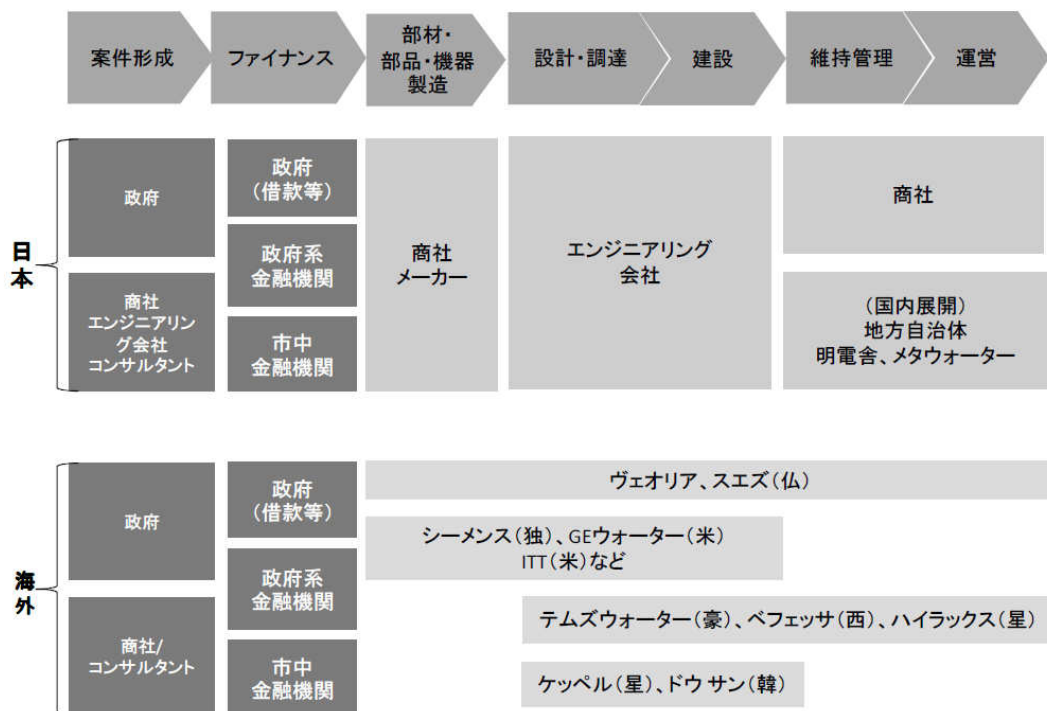
図 4-11 海外鉄道事業における本邦企業と欧州企業の比較

### (3) 水事業

上下水道分野は世界の水ビジネス市場の大半を占めるボリュームゾーンであり、新興国を中心に今後の市場成長が見込まれ、建設のみならず長期の運転管理まで民間事業者が担う形式の PPP によるインフラ整備も今後拡大すると見込まれている。

しかしながら、図 4-12 に示す通り、現状では部材・部品製造から EPC、O&M まで包括的なサービス提供が可能な欧州水メジャーと新興国のローカル企業を中心に参入している状況で、特に水メジャーは豊富な運営ノウハウや M&A を通じて集積した技術力、資本力等を活かし確固たる地位を築いている。一方、本邦企業のほとんどは高度な処理プラントの素材・部品や EPC などの個別受注であり、昨今ようやく総合商社や地方自治体が出資する株式会社などによる上下水道事業への出資や O&M も含めた参画の動きが出てきているものの、その実績は少なく水メジャーの比較にはならない。

日本では、上下水道施設の運営・管理業務が長らく地方公共団体によって実施されてきており、包括的民間委託や PFI 等の民間活力の導入もなかなか進んでいないことから、本邦企業に上下水道施設の運営・管理の経験が蓄積されておらず、海外案件で求められる入札事前資格審査 (PQ: PreQualification) の通過が困難であるといった大きな課題を抱えている。



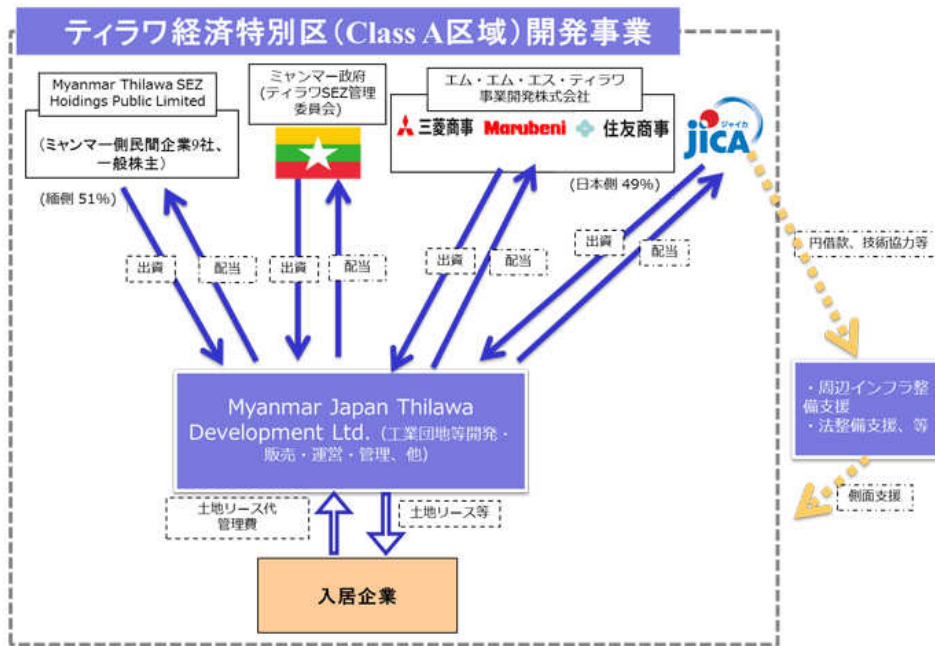
出所：荻原「国際競争力のあるパッケージ型インフラ事業の展開を目指して：PPPにおける課題の考察」

図 4-12 水ビジネスにおける企業の関与形態（本邦企業と海外企業との比較）

#### (4) 工業団地開発事業

工業団地開発では、日系製造業によるチャイナプラスワンの投資戦略の動きを受けて、総合商社が日系企業向けの優良工業団地をアジア各国で開発している。その中でもミャンマーのティラワ工業団地は3大総合商社と JICA が出資をして、周辺インフラに ODA を適用するなど日本政府を巻き込んだ官民連携による大規模プロジェクトとして注目を集めている（図 4-13）。





出所：JICA. (2014 年 4 月 23 日). ティラワ経済特別区（SEZ）開発への海外投融資供与

図 4-13 各事業スキームのモデル（ティラワ工業団地開発の例）

#### 4.3.2. 本邦プラントエンジニアリング企業の海外進出

化学プラントの EPC に強みを有するプラントエンジニアリング企業は、我が国で最もグローバル化している産業の一つである。(一財) エンジニアリング協会に所属するプラントエンジニアリング企業には、専業大手（日揮、千代田化工建設、東洋エンジニアリング）、総合重機（三菱重工業他）、重電（日立製作所他）、鉄鋼（神戸製鋼所他）、機械系（荏原他）、ユーザー系（旭化成エンジニアリング他）、大手工事会社（山九他）など多くの有力企業が存在している。

この中でも海外受注残高比率（2014 年）が 90%を超えている専業大手 3 社[丸田, 2014]は、紛れもなくグローバル市場を主戦場として成長してきた。しかし、あくまでも EPC 受注型産業であるため受注額の年変動が大ききことに加えて、プラザ合意（1985 年）、アジア通貨危機（1997 年）、リーマンショック（2008 年）などの経済危機で大きな売上の落ち込みを経験することとなった。その教訓を踏まえ、海外調達を高め、海外設計拠点によりコストダウンを図り、プロジェクトマネジメント力を高めるといった方策をとり、現在の EPC 現地化+エンジニアリング IT というビジネスモデルに到達したと言える。その企業文化は表 4-8 に示す通りである。

表 4-8 專業エンジニアリング大手の企業文化の特徴

ケース	対応事例
プロジェクトの失敗	犯人捜しではなく、原因を追究。社内で原因を共有し、財産にしてきた
失敗したプロジェクトマネジャーへの対応	再度チャンスを与えられる。複数回の失敗は許されないが、収益増加を目指すチャンスが与えられる
契約	性悪説で厳しい
顧客との関係	可能な限り、対等であることを目指す
サブコン・ベンダーとの契約・取引	契約重視で厳しく管理。海外のサブコン・ベンダーは、国内とは異なり、契約にないことはいっさい対応しない。この点を契約上で明確にする
パートナーとの関係	海外エンジニアリング企業との協業経験も多く、海外パートナーの良い面を吸収。また海外パートナーも日本企業の良い面に学んできた
グローバル化への対応	顧客、パートナーともに海外が中心で、国際化の流れへの遅れは企業の死活問題になりかねない。常に国際社会との関わりを最優先にしてきた

出所：丸田「プラント業界、グローバル化への半世紀」

また、丸田は、エンジニアリング企業の国際化を可能にしたものとして、次の4点を挙げている。

- 元々、海外市場を中心に展開してきたため、言葉、生活習慣に抵抗のない社員が多かった。
- 外資系企業として、現地の優秀なエンジニアを確保し、これらエンジニアに日本の品質を理解させたこと
- 海外プロジェクトにおける契約および契約管理を厳格かつ的確に実施することで、契約上の問題で大きな損失を生じることが減少したこと
- 2000 年以後は、エンジニアリング IT の普及に伴い、海外の現地合弁が従来以上に活用しやすくなった。海外拠点は、専用のインターネット回線でつながれ、世界のどこでも均質にハイクオリティの EPC が実現できることが、国際社会で戦うための必須条件になった。

一方、韓国勢の台頭により業績にかげりが見え始め、LNG プラントという特定分野への高い依存度が大きなリスク要因になりつつあり、サイトの安全性確保という大きなリスクも顕在化し始めるなど、更なる学習効果と変革が求められている。

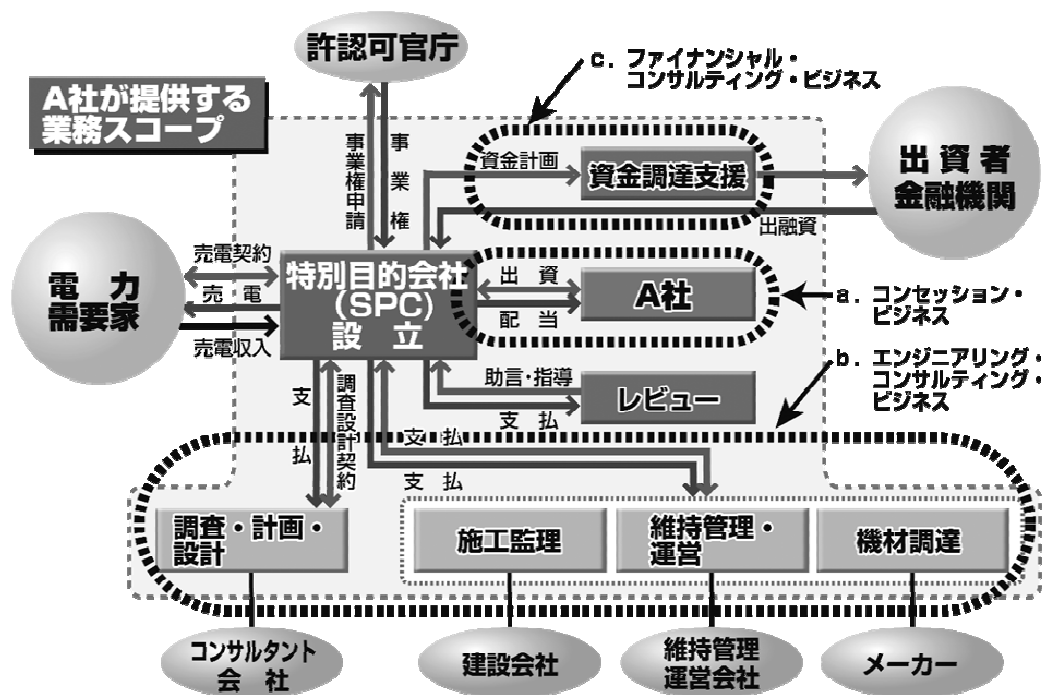
#### 4.3.3. 本邦建設企業による海外 PPP 事業の事例

本邦建設企業の中には、いち早く海外インフラ PPP 事業に取り組んできた先行事例が複数存在している。香港イースタン・ハーバー・クロッシング（1989 年開業）、シドニー・ハーバー・トンネル（1992 年開

業)、バンコク第2高速道路(1993年開業)などが代表的な BOT 事業として紹介されている。これらは1,000 億円前後の大規模インフラ事業であり建設コンサルタントが同様の事業に参画するには資金力的に困難なものがあるが、建設企業が自ら出資して SPC を設立し、SPC から設計施工を一括受注するモデルは、建設コンサルタントが海外インフラ PPP 事業に進出する際に参考になる。例えば、自ら SPC へ出資を行うとともに、建設コンサルタントが ODA で実績のある計画から施工監理までのコンサルティングを中立的な立場(施工やプラントの最適な調達とマネジメントを担う等)で SPC へ提供するといった、所謂オーナーズエンジニアの立場での参画形態が考えられる。

#### 4.3.4. 本邦建設コンサルタント企業の海外 PPP 事業の事例

ここでは本邦建設コンサルタントが、アジアの再生可能エネルギーインフラ事業へ参画する上で、小水力発電事業を事例とし、限られた資金力や外資規制等の観点から一般的なアプローチと考えられる本邦建設コンサルタント A 社のビジネスモデルを取り上げることとする。A 社の事業スキームを概観すると図 4-14 のようになる。



出所：宗広「本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究」

図 4-14 A 社が参画する小水力発電事業スキーム

ここで、A 社のビジネスを大別すると、以下に示す①～③の 3 ビジネスに分類することができる。これは、第 6 章で後述する、リスクマネジメントとして建設コンサルタントに必要とされる能力と概ね合致している。

##### ① コンセッション・ビジネス

建設コンサルタントが投資家として当該事業に出資し、事業権を有する SPC の構成企業として事

業運営に参画、事業が生み出す収益の一部を配当の形で回収する中長期的なビジネスである。出資にはリスクがつきものであるが、それ以上に事業主体側に参画することで、SPC の経営権を有するオーナーとの信頼関係構築に大きく貢献し、②や③のコンサルティングビジネス獲得が確実になるなど、実績の少ないアジアでのコンサルティング受注に対する営業要素的な役割も有している。

#### ② エンジニアリングコンサルティング・ビジネス

建設コンサルの本分とする領域であり、調査・計画・設計から CM、O&M まで事業のライフサイクルに渡り現地企業と連携して取り組むビジネスである。一緒に組む事業パートナーの能力や当該国のエンジニアリングレベルにより、建設コンサルの関与の程度が変わってくる。事業パートナーにエンジニアリング部門がないか、現地企業のエンジニアリングレベルが低い場合には、建設コンサルが調査・計画・設計といった作業量の多い業務も含めて事業全体に主体的に関与していく必要がある。逆の場合は、A 社のケースのように調査・計画・設計などの業務についてはコスト面で有利かつ現地事情に詳しい現地企業が主体となっており、建設コンサルは彼らへの指導・助言などの監理業務（SV）を行うことが現実的な役割になる。この場合、建設コンサルに期待される役割は調査・計画・設計から O&M 等サービス全般の SV、資金調達を含む SPC 経営などのコンサルティングといった国内事業ではあまり経験のない業務領域となってくる。もちろん、信頼性の高い日系メーカーの機器調達に関するコンサルティングも当該ビジネス内に含まれる。このような途上国における PPP 事業では、エンジニアリングサービスにおいて品質とコストの最適化を図ることが、事業リスクマネジメントの観点から極めて重要である。特に SPC 設立前に着手する調査・計画・設計に費やすコストは、ODA と異なり大きく制約を受けるが、ここでコストをかけずに手を抜いてしまうと施工以降のリスクが相当大きくなっていく。A 社のケースでは、このバランス点を SV という単価の高いマネジメントに専念することで、最小限のコストによりサービスの品質を確保することを狙ったものと言える。

#### ③ ファイナンシャルコンサルティング・ビジネス

これまで建設コンサルには馴染みの薄かった、資金調達に関するコンサルティングを行うものである。ODA 等の公的資金を前提としない IPP 事業では、この資金（出資、融資）調達が事業にとって最も重要なプロセスであり、如何に有利な条件で事業収支を向上させる資金を獲得するかが事業の成否を握ると言っても過言ではない。A 社の場合は、フィリピン国営銀行に信用与信枠（クレジットライン）を有する本邦政府系金融機関の投融资獲得を目指し、当該金融機関との折衝を東京本店や現地事務所と何度も行い、最終的に地場の民間金融機関よりも有利な条件による融資契約の獲得に至っている。

### 4.3.5. 日本政府によるインフラ輸出政策

日本政府は、2013 年 5 月の経協インフラ戦略会議にて「インフラシステム輸出戦略」を決定し、「2020 年に約 30 兆円（2010 年約 10 兆円）のインフラシステムの受注（事業投資による収入額等を含む）」を成果目標として設定した。また、2015 年 5 月には日本政府より「質の高いインフラパートナーシップ」が発表された。これは、中国主導によるアジアインフラ投資銀行（AIIB: Asian Infrastructure Investment Bank）の 2015 年末発足をにらみ、日本政府が海外インフラ投資の支援策を強化したものである。具体

的には、次の政策を打ち出している。

- ① アジア向けインフラ投資を 5 年で 1100 億ドル（約 13 兆円）に  
JBIC や JICA が財政投融资を通じた資金供給を拡大
- ② ADB と JICA が連携  
共同出資事業で民間マネーを呼び込み、JICA は民間向け投融资人材を強化
- ③ JBIC を改革  
新しい勘定を設けてリスク投資を拡大
- ④ 「質の高いインフラ投資」を国際基準に  
G7 などの国際会議で首相や財務相が積極的に主張

日本政府はこれまで、「質の高いインフラ」、「パッケージ型インフラ」など日本の強みを打ち出す戦略を構築している。

「質の高いインフラ」とは、低廉なライフサイクルコスト、環境社会への配慮、安全性・強靱性、利便性・快適性、開発戦略との整合性、雇用創出・技術移転としている。

「パッケージ型インフラ」とは、「水平方向のパッケージ」として、複数事業を一体的な形で移転するアプローチであり、低炭素都市開発事業などエネルギーシステム、交通システム、上下水道システムなど多様な個別事業を含む総合的な都市計画づくりを目指すものであり、インフラ技術と社会制度システムとをパッケージ化することが日本の強みである。また、「上流から下流までのパッケージ」として、案件組成から事業の維持管理・運営に至るまでの長期間にわたって包括的に請け負う事業形態を想定し、本邦企業と地方自治体が「包括連携協定」を結び、途上国の地方自治体が直面している課題に対し、企画段階から関与して政策提案・技術協力をする動きを目指すものである。

さらに、2016 年 5 月に開催された G7 伊勢志摩サミットにおいて、日本政府は「質の高いインフラ輸出拡大イニシアティブ」を宣言、「質の高いインフラパートナーシップ」を金融面から強化する政策を打ち出した。これは世界全体のインフラ案件向けに、今後 5 年間の目標として約 2,000 億ドルの資金等を供給するなど、日本の官民の力を総動員して、アジアと世界の膨大なインフラ需要に対応し、日本企業の受注・参入を一層後押しする政策として期待される。

アジアや世界の旺盛なインフラ需要を受け、先行する欧米企業へのキャッチアップ、中国を始めとする新興国台頭への対応など、日本政府が本邦企業の海外インフラ輸出を強力に後押しする政策が打ち出されており、本邦建設コンサルタントには本邦企業の海外進出支援に加えて、海外インフラ受注の船頭役として新たな機能が期待される。

## 4.4. PPP スキームにおけるコンサルティングビジネス

### 4.4.1. PPP の概念

第 4.1 節で述べたとおり、膨大なインフラ資金需要のギャップを埋めるため、アジアでは 1990 年前後から、技術や資金面で民間活力を導入したインフラ事業が数多く実施されてきている。いわゆる「民活インフラ」拡大の流れから、近年、アジアの主要国では PPP の制度的枠組みが整備されつつある。PPP は、公共部門と民間部門が互いの強みを活かしつつ、契約を共通基盤として、インフラ事業を組成して実施するものである。この官民の役割や関与の度合いは国や事業によって異なるが、官民がパートナーとして関わる全ての事業形態を包含した概念が PPP といえる。

PPP の事業スキームとしては様々なものが存在するが、多くの場合、民間企業はプロジェクトの設計・建設・維持管理・運営を担うことになる。ここで、水道事業においてこれまで実施された民間参入選択肢の代表的な分類を表 4-9 に示す。資産の所有や投資主体、財務リスク、料金設定、管理運営主体等の分類区分を設定し、6 種の事業形式を規定している。

表 4-9 水道事業における民間参入選択肢の代表的分類

	サービス 契約	マネジメン ト契約	リース契約	BOT 契約	コンセッ ション契約	完全民営化
投資主体	公	公	公	民	民	民
運転資本	公	公	民	民	民	民
顧客との契約形 態	公	民が代行	民	公	民	民
民の責任と権限	低	低	低～中	中～高	高	高
民間資本の需要	低	低	低	高	高	高
民の財務リスク	低	低	低～中	高	高	高
契約期間（年）	1～2	3～5	5～10	20～30	20～30	※
所有	公	公	公	民→公	公	民
管理運営	公	民	民	民	民	民
料金設定	公	公	契約および 規制機関	公※※	契約および 規制機関	規制機関
料金徴収権	公	公	民	公	民	民
PPP 導入の主な 目的	運転効率 改善	技術的効率改善		民間出資、専門技術導入		

※ライセンス契約（民間事業者と規制機関の間に結ばれ、規制機関の監視・監督のもと事業を認可する契約、イギリスの水道民営化が代表例）による

※※BOT 契約においては、料金設定は契約および規制機関による場合もある

出所：菅野「水道事業 PPP のリスク定量分析に基づく事業形式の検討」

#### 4.4.2. アジア各国の PPP 制度概要

アジアでは、近年になって PPP 事業に対する法制度や各種制度整備が始まったところである。各国とも、PPP 事業の関連法を作成するとともに、実施のためのガイドラインを策定して諸手続を定めつつ、PPP 専門の組織を設立しているところである。

ここでは、昨今の経済成長率が比較的高く将来的なインフラ需要が期待できるアジア諸国の中から、比較的制度整備が進んでいるフィリピンとインドネシアを対象に、PPP に関連するインフラ制度を表 4・10 で整理した。また、第 5 章でケーススタディとして取り上げる小水力発電事業に関連するエネルギー制度についても整理した。両国とも、基本的な法整備を作り、専門組織を設置して、PPP 手続きを整備している。このように各国の PPP 制度の整備が進みつつあるとはいえ、その進捗は国により区々であり、また、PPP 制度を活用した具体的な案件形成事例は未だ僅少である。これは、サブソブリン（地方政府や国営企業等が主体の）案件やマーケットリスクの存在する案件についてのリスク回避手法とその法的安定性等について未だ十分な実務的な手法が確立された状況にないこと等によるものであると考えられる。

表 4・10 フィリピンとインドネシアの PPP 関連制度

	フィリピン	インドネシア
基本法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BOT 法制定(Republic Act No.6957、1990 年)</li> <li>・BOT 法改定(Republic Act No.7718、1994 年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PPP 制度:大統領令 No.67 of 2005</li> <li>・同改定:大統領令 No.13 of 2010</li> </ul>
組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PPP センターを国家経済開発庁(NEDA)傘下に設置(2010 年)</li> <li>・個別案件評価・承認は ICC</li> <li>・各省に PPP ユニットを設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国家開発企画庁(BAPPENAS)内に設置した P3CU が窓口</li> </ul>
政府手続き	<ul style="list-style-type: none"> <li>・政府提案型は 6 か月以内</li> <li>・民間事業者提案型は最短 9 か月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業権契約締結から 12 ヶ月以内に資金調達できなければ契約無効</li> </ul>
入札手続きの明確化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・政府提案型と民間事業者提案型(スイス・チャレンジ適用)</li> <li>・現政権は政府提案型 P を優先</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経済担当調整大臣府が発行した PPP 投資ガイドに基づき実施</li> </ul>
土地収用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土地収用に必要な資金を提供する PPP Strategic Support Fund を 2012 年に設立(30 億ペソ投入)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市収用期間の短縮化を謳った土地収用法が 2011 年に採択</li> <li>・土地収用のための基金も設立</li> </ul>
金融支援制度の設立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PPP センターにより 5.5 億ペソ規模のファンド PDMF を運営</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・政府は二つの公的金融機関(PT PII、PT SMI)を設立</li> </ul>
優先案件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2011 年末、運輸部門に加えて水・教育・保健・農業まで拡大した総額 1500 億ペソ規模の 17 件を選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運輸・水道事業を中心に 79 件、総額 534 億米ドルが候補</li> </ul>
エネルギー関連制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー省(DOE)所管</li> <li>・再生可能エネルギー法(2008 年)</li> <li>・固定価格買取制度(Feed In Tariff、以下「FIT」、2012 年)</li> <li>・電力開発計画 2009 年~2030 年</li> <li>・再生可能エネルギーの計画とプログラム(2011 年~2030 年)</li> <li>・上記制度により IPP 導入が浸透</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2006 年に 1 万 MW の設備建設を目指す第 1 次クラッシュ・プログラムを策定、中国企業が独占するも失策</li> <li>・2014 年までに 1 万 MW の発電新設を目指す第 2 次クラッシュ・プログラムを推進中、6~7 割は IPP にて実施</li> <li>・2009 年に FIT 導入を決定</li> </ul>

#### 4.4.3. PPP 事業モデルの類型とコンサルティングビジネス

PPP は、公共部門と民間部門が互いの強みを活かしつつ、契約を共通基盤として、インフラ事業を組成して実施するものである。この官民の役割や関与の度合いは国や事業によって異なるが、官民がパートナーとして関わる全ての事業形態を包含した概念が PPP といえる。PPP の事業形態としては様々なものが存在し、民間企業はプロジェクトの調査・計画・設計から資金調達・建設・維持管理・運営までのライフサイクルの中で一部または全体の役割を担うことになる。図 4-15 に代表的な PPP の事業形態を示す。本邦企業に特徴的な委託／請負、化学プラントに多い EPC、BOT に代表される事業一括、マネジメントに特化した PM の 4 つに分類している。図中のハッチングは事業形態毎のスコープを示しており、薄いハッチングは個別事業により除外する場合がある。

本邦建設コンサルタントは案件形成（一部施工管理や入札支援含む）が主体となっているが、欧米コンサルタント企業は案件形成から O&M まで事業全般のマネジメントをカバーしている。また、欧米企業は PM や EPC に対する信用力により資金調達をアレンジする等の強みを有している。

モデル	主な対象企業	PPP事業モデル
委託／請負モデル	本邦建設企業 ・案件形成: 本邦建設コンサル ・CM: 本邦建設コンサル ・請負: 本邦建設会社	
EPCモデル	韓国企業等 本邦エンジニアリング企業	
事業一括受注モデル	欧州系インフラ企業 (一部の欧米トップコンサル) 本邦総合商社、本邦建設企業(一部)	
PMモデル	欧米トップコンサル	

注) 濃いハッチングは必須のスコープ、薄いハッチングは個別事業により除外する場合がある

出所：国土交通省、「平成 24 年度 我が国の建設企業の海外 PPP 事業への参画のための戦略検討業務」  
を基に筆者加筆

図 4-15 PPP 事業モデルの類型

#### 4.4.4. IPP プロジェクトスキームとコンサルビジネス

##### (1) BOT および BOO

IPP (Independent Power Producer) とは、公益電気事業者などに電力の卸売を行う独立系発電事



業者をいう。参入形態として、新規に発電所を建設する場合（グリーンフィールド案件）と、既に運転に入っている既設発電所を買収する場合（ブラウンフィールド案件）がある。IPP にとって、前者は資本を投下したものの発電所の建設中は発電収入が得られないが、後者は建設に時間を要しなく、買収した時点から収入が得られる特徴がある。新規に発電所を建設する場合には、以下の BOT と BOO の参入形態がある。

✓ **BOT (Build, Operate and Transfer)**

IPP は発電所を一定期間（投資回収期間；20 年～30 年程度）所有した後、相手国側（政府、電力公社など）に引き渡す形態である。

✓ **BOO (Build, Own and Operate)**

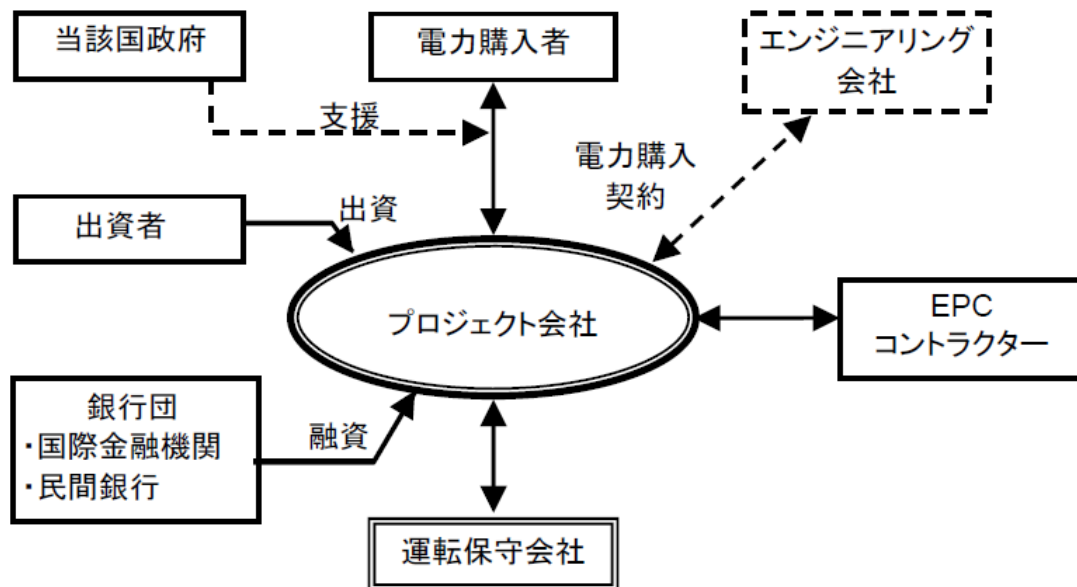
IPP は相手国側に引き渡すことはせず所有し続ける形態である。

開発途上国において BOT を導入する利点として、以下が考えられる。

- ✓ 途上国ではインフラ整備が急務となっている国が多い。しかしながら、国家予算や人的資源の制約により十分なインフラ建設が進まないことが、経済の足を引っ張っているケースが多い。BOT の導入により、政府の財政負担を軽減でき、複数のインフラプロジェクトを同時に進行させることができ、インフラ建設のペースを加速できる。
- ✓ その他のメリットとして、先進国の先進技術の移転ができること、電気事業の民営化・規制緩和の有効な手段であること、自国の金融市場が育成できることなどがある。

## (2) IPP プロジェクトの仕組み

IPP プロジェクトは、一般には図 4-16 に示すとおり、プロジェクト参加者がプロジェクト会社との間で契約を締結し、それぞれの参加者がリスクを応分に分担するスキームを採用している。プロジェクトの出資者はプロジェクト会社を設立し、プロジェクト会社は銀行団から融資を受け、出資金と融資資金を使って発電所の開発から運営まで行う事業を実施する。総事業費に対する出資金と融資資金の比率は、プロジェクト毎に異なるものの、3 対 7、4 対 6 程度が多く見られる。発電した電力は、公益電気事業者あるいはパワープール（Electric power pool：系統運用者）などに電力の卸売を行う。IPP プロジェクトの場合、図 4-16 において、プロジェクト会社（Project Company）の代わりに特別目的会社（Special Purpose Company: SPC）、出資者の替りにスポンサー（Sponsor）、金融機関の替りにレンダー（Lender）、電力購入者の替りにオフテイカー（Off taker）、O&M 会社の替りにオペレーター（Operator）の用語が用いられる。



出所：JICA、電源開発、開発設計コンサルタント「水力開発ガイドマニュアル（第1分冊 一般水力・揚水式水力発電）」

図 4-16 水力プロジェクトの IPP スキーム

プロジェクト会社は出資者との間に、出資契約を締結する。出資企業は、プロジェクトの計画・立案を行い、実際にプロジェクトを遂行する意思を持つ企業連合である。プロジェクト会社は、金融機関との間に融資契約を締結する。銀行融資の特徴はプロジェクトファイナンスが一般的である。プロジェクトファイナンスは、プロジェクトの出資者の資産、信用力に頼らず、プロジェクトの生み出す現金流量（キャッシュフロー）を主たる返済原資とし、かつ債権者に提供する担保をプロジェクト会社の資産・契約関係とした上で、資金を銀行・資本市場から借りてくる方式である。このファイナンス手法においては、出資者の責任はその出資金の拠出に限定される「ノンリコース（nonrecourse；不遡及）ファイナンス」、あるいは原則として出資者の責任は出資金の拠出に限定されるものの工事費の増加に対する予備費的支出など特定要件についても追加出資を求める「リミテッドリコース（limited recourse；限定遡及）ファイナンス」がある。

プロジェクト会社は、送電会社や発電公社などの電力購入者と電力購入契約（PPA: Power Purchase Agreement）を締結し、電気料金の契約を行う。電力購入者の財務的な信用度が低い場合には、「当該国政府が何らかの形で事業を支援する場合」や「プロジェクトが経済的に破綻した場合の設備の買取りを保証する場合（buyout）」の対応策がとられる。エンジニアリング会社は、プロジェクト会社に技術サービスを契約に基づき提供するものであるが、プロジェクト会社にインハウスの技術者がおれば、そこに含まれる場合もある。プロジェクト会社は EPC（Engineering, Procurement & Construction）コントラクターと EPC 契約を締結する。EPC コントラクターはフルターンキー方式で、エンジニアリング、機器調達、建設を一括受注するケースが代表的である。この契約は、工事完成までの代金を固定金額で契約し、工事を完成させた上でプロジェクト会社に引き渡すものが一般的であり、EPC コントラクターが工事費変動リスクをとる契約形態である。EPC コントラクターは、建設会社、主機メーカー、鉄鋼会社などがコンソーシアムを組成し、各参加者は工事費増嵩や完工リスクを分担する。プロジェクト会社

は運転保守を自らが実施する場合や受託者に業務を委託する場合がある。後者の場合には、運転保守受託者はプロジェクト会社との間で運転保守契約を締結する [JICA、電源開発、開発設計コンサルタント、2011]。

このような IPP のプロジェクトスキームに対する本邦建設コンサルタントのビジネスは、第 4.3 節において本邦コンサル会社の事例として既に述べた通り、出資者としての顔とコンサルとしての顔の両面がある。すなわち、コンセッション・ビジネスとエンジニアリングサービスの提供、及びファイナンスサービスの一體的提供により、その存在価値を発揮することができる。これは、前述した PPP 事業類型モデルのうち事業一括モデルに近いものであるが、出資を行わずコンサルティングサービスの提供に限定する場合は PM モデルに該当する。

## 4.5. 欧米コンサルタントとの比較に基づく本邦建設コンサルタントが抱える課題

### 4.5.1. 欧米コンサルタントと本邦建設コンサルタントの比較

本邦建設コンサルタントは工事遂行段階において、我が国独特の二者執行構造の下、発注者のパートナーとしてお手伝いの役割を担ってきたが、海外市場では三者執行構造による請負者から独立した存在としての経験・ノウハウ蓄積が必要である。具体的には、与条件の与えられた「仕様設計指向」から、与条件を自ら設定する「性能設計指向」への転換と対応能力が必要である。さらに、第三者機関として独立した存在になるためには、本邦建設コンサルタントに高い倫理観が求められ、その積み重ねの結果として社会的な地位向上が実現するものと考えられる。

国内市場では計画・設計業務に限定しているが、海外市場では案件形成から資金調達、入札業務、業者選定、施工管理、O&Mまでライフサイクルに渡る経験とノウハウが必要であり、国内市場では原則発注者が全てのリスクマネジメントを行っているが、途上国では発注者にそれだけの能力がない。したがって、途上国市場ではコンサルタントがリスクマネジメントを行うことが求められる。

すなわち、欧米コンサルタントと本邦建設コンサルタントは発足の成立過程や制度設計が大きく異なり、結果としてインフラ事業への対応能力に差が生じている。海外市場やPPPでは、従来の国内市場では経験することのなかった事業全般に対するリスクマネジメント能力が求められる。今後、本邦建設コンサルタントが海外市場やPPPにおいてビジネスを持続的に拡大・成長していくためには、次項で示す通り、①エリアの拡大、②顧客の拡大、③サービス領域の拡大が必要であるが、こうした「リスクマネジメント能力」の保有が大前提となる。

表 4-11 欧米と日本におけるインフラ関連トップコンサルタント企業の比較

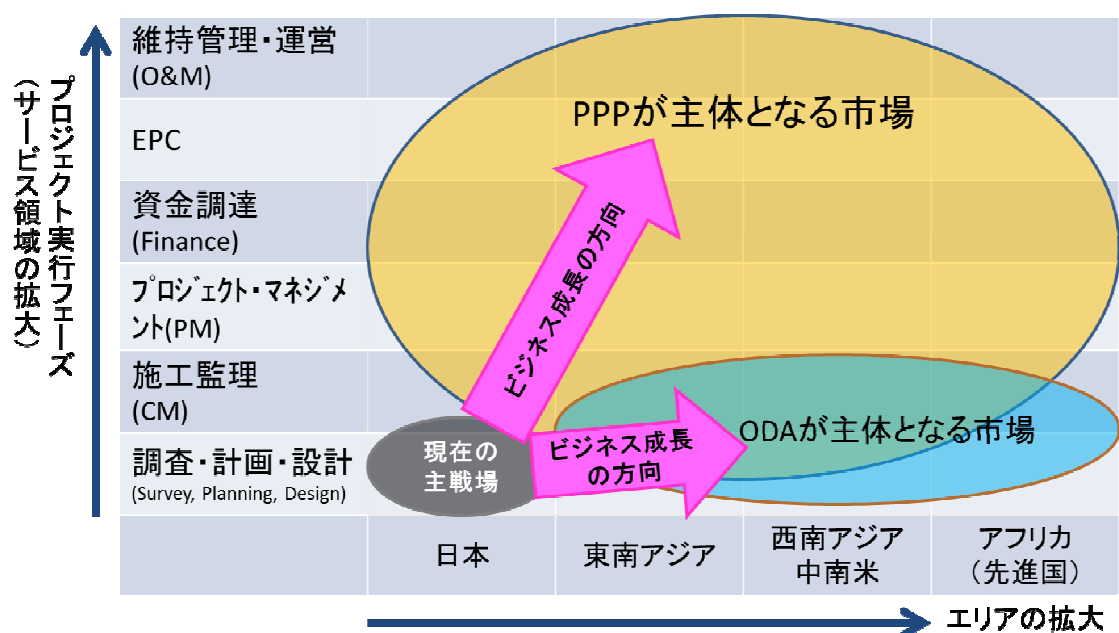
フェーズ	欧米コンサルタント	本邦建設コンサルタント
発足経緯	製作・施工とは「独立・分離」したCEが設計などの業務を担当【三者執行構造】	官直営体制をから続く、我が国独特の【二者執行構造】
制度・位置づけ	発注者、請負者から原則独立した存在（与条件を自ら設定してサービス提供）	設計・施工分離原則の下、発注者のパートナーとして非独立の存在（与条件下でのサービス提供）
活動地域	全世界	国内主体（海外進出拡大の動き）
業務スコープ	案件形成からO&Mに渡るマネジメント全般	主に計画・設計業務が中心（マネジメント業務への進出の動き）
拡大経緯(M&A)	2000年以降世界中でM&Aを急拡大 海外売上が数倍～数十倍に拡大	大半は単独での緩やかな拡大 2000年以降で海外売上は2倍程度
リスクマネジメント	発注者とコンサルタントで分担	原則発注者の責任

## 4.5.2. 本邦建設コンサルタントが抱える課題

ここまで本邦建設コンサルタントを取り巻く国内外のビジネス環境を概観してきたが、国内における公共事業の拡大が中長期的に見込めない中、本邦建設コンサルタントがビジネスを持続的に拡大・成長していくためには、次のような課題を解決していく必要があると考える。

- A) エリアの拡大（国内から海外へ）
- B) 顧客の拡大（行政受注から PPP を主体とする民間受注へ）
- C) サービス領域の拡大（行政支援から事業のライフサイクル全般へ関与）

ここで、「エリアの拡大」と「プロジェクト実行フェーズ（サービス領域の拡大）」を軸に据え、建設コンサルタントがビジネスを拡大・成長させていくイメージを図 4-17 に示す。現在のところ本邦建設コンサルタントの活動は、国内での調査・計画・設計サービスが大半であり、これをビジネスの観点から「現在の主戦場」と位置付けた。



出所：宗廣「本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究」

図 4-17 本邦建設コンサルタントのビジネス拡大・成長イメージ

エリアの拡大では、日本からの距離が比較的近く、最近の高い経済成長を背景に ODA 支援から卒業しつつあるものの、当面のインフラ需要を賄う資金力がないことから PPP 制度の導入に積極的な東南アジアを、国内市場から大きく踏み出す第一のステップとした。さらに物理的距離や経済成長の熟度を考慮して西南アジアや中南米、アフリカの順に拡大させていくものとした。なお、途上国に比べてカントリーリスクが低い欧米等先進国への参画を否定するわけではないが、インフラ PPP の実績やノウハウが不十分な建設コンサル企業が、この分野で数多くの実績を有する欧米企業とアウェーで挑んで勝ち残る可能性は極めて限定的と思われる。実績やノウハウが不足しているからこそ敢えてリスクを取り、市場が急拡大して新規参入がしやすく、（中国・韓国を除き）親日国家の多いアジアで挑戦し学んでいくことが

必要と考える。一方、技術やサービス面で差別化できる分野に限れば、当初から先進国市場への参画が可能である。

プロジェクト実行フェーズ（サービス領域の拡大）では、調査・計画・設計の次にマネジメントの領域を設定し、施工監理（CM）、プロジェクトマネジメント（PM）、資金調達（Finance）、EPC、維持管理・運営（O&M）の順に設定した。ここで、ODA（行政）が主体となる市場は調査・計画・設計から施工監理までであり、PM から O&M までの領域は PPP（民間）により拡大する市場と位置付けた。

このような 2 つの拡大軸において、建設コンサルタントのビジネスは、現在の主戦場からエリアとサービス領域の拡大を志向することになる。この拡大・成長に至る過程において、表 4-12 に示すような国内市場では従来ほとんど経験することのなかった新たなリスクに遭遇することが十分に想定され、ビジネスの拡大・成長を目指す建設コンサルタントには、これらに対処するためのリスクマネジメント能力が求められることになる。

表 4-12 建設コンサルタントがビジネス拡大時に遭遇するリスクの例

課題	主なリスクの例
A)エリアの拡大 (国内から海外へ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制度変更や許認可変更，暴動など政治的リスクによる事業の停滞・中止</li> <li>・国内では経験する機会の少ないマネジメント能力の不足による事業の停滞・後退</li> <li>・語学コミュニケーション能力不足に伴う事業の停滞・後退</li> <li>・文化やビジネス慣習，産業構造の違いに伴う事業の停滞・後退</li> <li>・国内とは異なる厳しい自然環境に起因する事業損失の発生</li> </ul>
B)顧客の拡大 (行政受注から PPP を主体とする民間受注へ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジネス慣習の違いに伴う事業の停滞・後退</li> <li>・土地収用の停滞による事業遅延と損失発生</li> <li>・資金調達の停滞による事業遅延と損失発生</li> <li>・契約管理に関する経験・ノウハウ不足による事業損失の発生</li> <li>・複数関係者を調整するマネジメント能力不足に伴う事業の停滞・後退</li> </ul>
C)サービス領域の拡大 (行政支援から事業のライフサイクル全般へ関与)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内では特に経験する機会の少ない CM や O&amp;M のノウハウ不足による事業損失の発生</li> <li>・契約管理に関する経験・ノウハウ不足による事業損失の発生</li> <li>・現地パートナーの経験・能力不足に伴う事業の停滞・後退</li> </ul>

出所：宗広「本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究」

図 4-18 は PPP プロジェクトにおける本邦企業の役割について、従来の分担と将来の想定（あるべき姿）を整理したものである。第 4.3 節で見てきたように、商社は最上流の企画計画と資金調達および部分的な EPC と O&M を実施しており、技術力といった面でプロジェクトリーダーとして途上国からの要請に応えることは難しく、この役割は今後も大きく変わらないと考えられる。また、銀行は、従来・将来ともに資金調達機能に特化していくものと思われる。エンジニアリング会社は、企画計画から O&M まで全体のマネジメントをカバーする動きにあるが、あくまでも対象事業はプラントに特化している。メ

メーカーは機器に関する技術力を有するが、PPP プロジェクト全般に対応できるリスクマネジメント能力を具備しているとは言い難い。建設会社は多くの建設技術者を有するものの、その能力は施工段階に特化しており、企画から O&M までを行う事業の経験がない。メーカー、建設会社ともに、将来的には各々の得意領域を中心に徐々に上下流側へ拡大していくと想定されるが、全ての領域をカバーする可能性は低い。建設コンサルタントは、企画計画から詳細設計までの上流側を中心に担当しているが、欧米コンサルタントの例に見るように、本来のコンサルティングは上流から下流の O&M までを担うべきである。

このような本邦企業の各プレイヤーが得意領域に特化した“ばらばら型”の延長では、欧米や韓国・中国勢の政官民を挙げたインフラ受注戦争に対抗することは極めて厳しいと言わざるを得ない。一方、その成り立ちと機能面を踏まえると、案件形成から O&M までライフサイクル全般のプロジェクトマネジメントを担い、各本邦企業の参画をコーディネートする役割としては建設コンサルタントが最適であり、消去法の点からみても他に適任者は存在しないと考えられる。具体的に、鉄道分野では日本コンサルタンツ（JIC）、道路分野では日本高速道路インターナショナル（JEXWAY: Japan Expressway International）が設立され、専門セクターに特化しているものの、企画計画から O&M までのコンサルティングを行う動きが出てきていることから、建設コンサルタントが主体的に事業全体の調整役を担うことが望ましいと考える。

本邦プレイヤー	従来の役割(◎:主体的、○:補助的)							
	企画計画	調査	概念設計	基本設計	資金調達	詳細設計	建設・機器	O&M
商社	◎	○			◎		○	○
銀行					◎			
エンジニアリング会社	○(プラント)	○(プラント)	○(プラント)	◎(プラント)	○(プラント)	◎(プラント)	◎(プラント)	
メーカー						○(機器)	◎(機器)	
建設会社						○	◎(建設)	
建設コンサルタント	○	◎	◎	◎		◎	○(CM)	

本邦プレイヤー	将来の役割(◎:主体的、○:補助的)							
	企画計画	調査	概念設計	基本設計	資金調達	詳細設計	建設機器	O&M
商社	◎	○			◎		○	○
銀行					◎			
エンジニアリング会社	○(プラント)	○(プラント)	○(プラント)	◎(プラント)	○(プラント)	◎(プラント)	◎(プラント)	○
メーカー				○	○	○(機器)	◎(機器)	○
建設会社				○	○	○	◎(建設)	○
建設コンサルタント	◎	◎	◎	◎	○	◎	○(CM)	○

図 4-18 PPP プロジェクトにおける本邦企業の役割分担（従来と将来）

#### 4.5.3. 本邦建設コンサルタントの海外進出を阻む課題



ここまで整理してきた、欧米コンサルタントと本邦建設コンサルタントの成立過程と役割の変遷、上位企業層の比較結果を踏まえて、本項では、本邦建設コンサルタントが成長市場である海外（発展途上国）へ進出していくに当たっての課題を整理していく。

まず、欧米コンサルタントの上位層は、この 15 年で海外売上が数倍から数十倍に急拡大しているが、本邦建設コンサルタントは 2 倍前後に留まっているという事実（成長の差）を真摯に受け止めなければならない。この急激な成長は、特に欧州諸国のように国内市場が小規模で海外に出ざるを得ない状況にあり、かつ国内での競争も厳しい環境下では、国内の企業は淘汰されて M&A により一定以上の規模を有した上で、グローバル市場を主戦場にしていくな流れとして必然であったと言える。一方、一定程度の国内市場規模が依然として存在する日本では、これまで欧米コンサルタントのような危機感とビジネス戦略を持つ必要性に駆られていなかったのではないかと、という仮説が立てられる。

ここで、既に国内の建設投資が減少し建設コンサルタント企業の成長はおろか維持さえも困難になる時期が差し迫っているにも関わらず、拡大基調にある途上国のインフラ市場において、本邦建設コンサルタントの海外売上が相対的に伸びていない要因としては、次の 3 つが大きいと考える。

- ① 経営層の新事業対応力不足
- ② プロジェクトマネジメント人材の不足
- ③ 技術者の競争力低下

経営層の新事業対応力不足の問題は、市場戦略、企業提携（アライアンス；Alliance）戦略、資金・人材等のリソース戦略の問題が大きいと考える。グローバルな市場動向を感じ取り、中長期的な視点でビジネスのポートフォリオを立案して、様々なパートナーとのネットワーク型アライアンスを構築し、そこに攻め込むための人材を中心としたリソースの獲得・育成と投入を継続して行う、といった大局的な観点で戦略的に実行できている本邦建設コンサルタント（経営層）がどれだけ存在するであろうか。筆者の周りでもよく、プロマネ（プロジェクトマネージャー）がいないから海外で仕事が取れない、という声を耳にするが、プロマネと技術者を獲得・育成して成長市場へ送り込むことも経営層の役割であると考え。

筆者が最も重要と考えるプロジェクトマネジメント人材の不足は、第 2 章、3 章で述べたような本邦建設コンサルタントの産業としての成立過程と制度設計及び市場環境の違いがある中では、必然とも言える致命的な要因である。本邦企業がいくら高い技術と経験を有していても、それを顧客のニーズに適合させ、品質・コスト・工期といったプロジェクト管理を行い技術の付加価値を高めていく、といった役割が本邦建設コンサルタントのプロマネには求められる。

三点目にある技術者の競争力が低下していることであるが、我々は日本人の中で「国際市場で売れる技術者」が減ってきているという事実を直視しなければならない。現在定年期を迎える 60 歳代以上の技術者の経験とノウハウは、プロジェクトの全てを一から最後まで自分でやってきた経験に基づく「高く売れる技術」であると言えるが、それより若年の世代は組織の縦割りや発注の細分化、更には ICT 化等の影響で、よほど意識を高く持たなければプロジェクト全体が見えていない、すなわち価値の低い作業屋になってしまう可能性が高い。このような部分最適のみの技術者では、グローバル市場で戦えないことを経営層、プロマネ層、そして技術者層が其々上記のような認識を持ち、国内外の第一線で戦える技術者の育成に向け、改善への一步を踏み出すことから変革は始まるものと考え。



## 第4章 文献目録

OECD. (2007). Infrastructure to 2030. OECD.

ADB. (2009). Infrastructure for a Seamless Asia. ADB.

みずほ総合研究所. (2015). アジアのインフラ需要、10年で14兆ドルと試算. みずほ総合研究所.

BhattacharyayNathBiswa. (2010). Estimating Demand or Infrastructure in Energy, Transport, Telecommunications, Water and Sanitation in Asia and the Pacific: 2010-2020. ADBI Working Paper No.248, September 2010.

モルガン J.河合正弘、ピーター. (2014). 新興アジアにおける財政の維持可能性：課題と戦略. 財務省財務総合政策研究所「フィナンシャル・レビュー」平成26年第4号(通巻第120号)2014年9月.

JICA. (2014年4月23日). ティラワ経済特別区(SEZ)開発への海外投融資供与. 参照先:  
[https://www.jica.go.jp/press/2014/20140423\\_01.html](https://www.jica.go.jp/press/2014/20140423_01.html)

JICA、電源開発、開発設計コンサルタント. (2011). 水力開発ガイドマニュアル(第1分冊 一般水力・揚水式水力発電). JICA.

The Top 225 International Design Firms. (2013). Record,.

荻原 朗. (2013). 国際競争力のあるパッケージ型インフラ事業の展開を目指して: PPP における課題の考察. 東洋大学 PPP 研究センター紀要 第3号.

加賀隆一. (2013). アジアのインフラ・ビジネス. 日本評論社.

経済産業省. (2011). インフラ関連産業の海外展開のための総合戦略. 経済産業省.

日本コンサルタンツ株式会社. 参照先: 日本コンサルタンツ株式会社: <http://www.jictransport.co.jp/jp/>

丸田 敬. (2014). プラント業界、グローバル化への半世紀. JACIC セミナー東京 2014.

建設コンサルタント協会. (2015). 平成27年度建設コンサルタント白書. (社)建設コンサルタント協会.

国土交通省. (2012). 平成24年度 我が国の建設企業の海外 PPP 事業への参画のための戦略検討業務. 国土交通省.

国土交通省総合政策局 情報政策課建設経済統計調査室. (2016). 平成28年度 建設投資見通し 概要. (社)建設コンサルタント協会. (2016). 平成28年度 建設コンサルタント白書. (社)建設コンサルタント協会.

菅野一敏. (2010). 水道事業 PPP のリスク定量分析に基づく事業形式の検討. 土木学会論文集 F Vol.66 No.2, 275-288, 2010.6.

宗廣裕司. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に関する研究. 高知工科大学大学院.

宗廣裕司. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究. 土木学会. 土木学会エネルギーインフラ輸出検討小委員会. (2014). パッケージ型インフラ輸出の促進に向けて. 土木学会 エネルギー委員土木学会.

(2015). 質の高いインフラパートナーシップ～アジアの未来への投資～. 外務省、財務省、経済産業省、国土交通省.

(2016). G7 伊勢志摩サミット「質の高いインフラ輸出拡大イニシアティブ」. 内閣官房、総務省、外務省、

財務省、經濟産業省、国土交通省.

## 5. 海外 PPP プロジェクトのリスク分析

### 5.1. インフラ事業で発生する一般的リスク

本研究で扱うリスクとは、「将来、プロジェクトにプラス或いはマイナスの影響を与えそうな不確定或いは不確実な要素」【廣田洋一、2013】と定義する。また、廣田は「不確定を確定要素に転換することがリスクマネジメント、その転換の方策を策定することがプロジェクトマネジメント」としており、本研究においても同様の定義を用いることとする。

一般にインフラ事業のリスクを発生要因の観点で整理すると、下記 3 分類に大別できる【加賀隆一、2013】。

- ・ 政治・政策行為に起因するリスク
- ・ 商業行為に起因するリスク
- ・ 自然現象に起因するリスク

「政治・政策行為に起因するリスク」は、政府（地方自治体を含む）や政府機関（公社・国営企業を含む）による政治・政策的な行為（あるいは不作為）がプロジェクトに悪影響を及ぼすリスクのことで、政治リスク（ポリティカルリスク）と呼ばれる。このリスクは、政治的・政策的な環境変化によるものだけではなく、そもそも関連制度が未整備であったり、中央政府と地方自治体の行き違いによるものであったり、官僚の経験不足で関係官庁の実務能力が十分でなかったりすることにより引き起こされる場合もアジアでは多い。具体的には、外為取引リスク、資産接収リスク、制度・許認可変更リスク、政治暴力リスク、契約違反リスクがある。

「商業行為に起因するリスク」は、事業関係者による商業的な行為（あるいは不作為）がプロジェクトに悪影響を及ぼすリスクで、商業リスク（コマーシャルリスク）と呼ばれる。商業行為といってもリスクの主体は民間企業とは限らず、民活インフラ（PPP）事業では、相手国の政府機関が何らかの形で事業に参加する場合も多く、その行為が商業的なものであれば、公的な機関もリスク主体に含まれる。また、事業に資金を貸すレンダーはその債権を保全するため、事業の経営に影響するリスクをコントロールする各種対策を借入人である事業会社に求めてくる。そのため、事業者はこれらのリスクへの対策を準備しておく必要がある。具体的には、スポンサーリスク、完工・技術リスク、操業・保守リスク、燃料供給リスク、マーケットリスク、ユーティリティリスク、土地収用リスク、環境リスク、資金調達リスク、ドキュメンテーションリスクがある。

「自然現象に起因するリスク」は、天災がプロジェクトに悪影響を及ぼすリスクであり、自然災害リスク（ナチュラルフォースマジュールリスク）と呼ばれる。自然災害には、地震・台風・洪水・噴火のほか、火災・落雷・地滑り・陥没・疾病・汚染といった事象が含まれ、これらの発生により事業遂行に支障が発生する。世界において自然災害が最も多く発生する地域がアジアであり、これらの地域では特に自然災害リスクへの備えが必要である。

表 5-1 に、上記リスク分類に基づき、後述する小水力発電事業で発生する主な事象を整理した。

表 5-1 インフラ事業の一般的リスク

大分類	小分類	リスクの主な事象（小水力発電事業を例として）
政治・政策行為に 起因するリスク	外為取引リスク	事業会社の外為取引が円滑にできなくなる
	資産接収リスク	事業資産が相手国政府に接収され、事業継続が困難
	制度・許認可変更リスク	関連制度や許認可が変更され、事業遂行に支障
	政治暴力リスク	ストライキ・テロ・暴動・内乱・戦争等が影響して事業遂行に支障
	契約違反リスク	政府が事業会社との契約を約定通りに履行せず、事業遂行に支障
商業行為に起因 するリスク	スポンサーリスク	スポンサーの経営・財務能力の問題により事業遂行に支障
	完工・技術リスク	低信頼性の調査・計画・設計の結果、プロジェクトが計画通り完成しないことにより事業遂行に支障
	操業・保守リスク	事業会社に十分な操業・保守能力がない、必要資金の不足等により事業遂行に支障
	燃料供給リスク	流量が計画通り確保できず、発電量が不足
	マーケットリスク	電力需要が計画通り確保できず、収入が不足
	ユーティリティリスク	送電線等の必要インフラが整備されず事業遂行に支障
	土地収用リスク	必要な土地を計画通り取得できず事業遂行に支障
	環境リスク	社会・自然環境に悪影響を及ぼす、住民の反発を招くことで許認可が得られない
	資金調達リスク	必要資金を計画通り調達できず事業遂行に支障
	ドキュメンテーション リスク	関連契約書に不備があり、契約先が義務履行しないことで支障
自然現象に起因するリスク		地震・台風・洪水・噴火のほか、火災・落雷・地滑り・陥没等により事業遂行に支障

出所：宗広他「本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究」

## 5.2. 事業カテゴリ分類と定性的なビジネス分析

本節では、第4章で述べた海外やアジアで拡大する海外 PPP プロジェクトのビジネス分析を、本邦建設コンサルタントの視点から行うこととする。海外 PPP プロジェクトのビジネス面における特徴をつかむためには、「市場性」と「リスクレベル」の2つの観点で評価することが適切である。ここで言う市場性とは、現在のコンサルタント業務の市場ではなく潜在的なポテンシャルマーケットという意味でインフラ市場全体を対象とする。また、リスクレベルとは、リスクの発生確率とリスクインパクトの積で表され、ここでは本邦建設コンサルタントの視点に基づくリスクレベルを指している。例えば、公共事業や ODA 事業では、案件形成以前の段階から行政が主導する、言い換えれば行政がリスクを積極的に負担することで主要なリスクの発現要因を摘み取っているため、コンサルタントにとってのリスクレベルは相当軽減されることとなる。

例えリスクレベルが小さくとも規模が小さく成長性が見込めない市場では、競争が激しくなることは自明であり、建設コンサルタントとしての成長・拡大は望みにくい。ここでは、事業カテゴリ間の市場性及びリスクレベルの相対比較を行い、海外 PPP プロジェクトのビジネス的なポジショニング分析を試みる。

インフラ事業のビジネス分析を行う上では、「事業スキーム」と「エリア」の2つの軸に分けて考えると整理と比較が行いやすい。事業スキームの軸は公共事業と PPP 事業、エリアの軸は国内と海外に大別される。第4章で述べた通り、PPP 事業にも DB (Design Build: 設計・施工一括発注) など公共事業に近いスキームからコンセッション、IPP まで幅広く存在するが、本章では IPP を想定して民間事業に近い事業形態を想定している。また、エリアの軸における海外とは、今後のインフラ市場の拡大が顕著な発展途上国を想定している。これらの組合せにより、4種類のカテゴリに分類した。

これら事業カテゴリにおけるビジネス分析を行う際には、各市場の規模と共に、市場の成長性を考慮することが重要である。特にこれから成長・拡大を目指す本邦建設コンサルタントにとって、リスクレベルが相対的に高くとも市場が大きく今後拡大が見込める発展途上国インフラ市場への参入は不可避と言っても過言ではない。

以下では、本邦建設コンサルタントの視点で、これら事業カテゴリ毎の市場性とリスクレベルにおける特徴を整理した。

### a. 国内公共事業：

2016 年度建設投資見通し（政府投資）は 21.7 兆円【国土交通省総合政策局 情報政策課建設経済統計調査室、2016】であり、市場は比較的大きな規模が存在するがピーク時から大きく削減され、縮小・維持傾向に入っている。一方、リスクレベルでは最も小さいカテゴリと言える。政治・政策的リスクや商業的リスクは極めて小さいが、昨今では地震や火山活動、気候変動の影響といった自然現象リスクが高まっている。

### b. 国内 PPP 事業：

「今後 10 年間で PPP/PFI の事業規模を 12 兆円（現状 4.1 兆円）に拡大する」【首相官邸、2013】との政府方針により市場は小さいが成長性が期待できる。一方、リスクレベルは中程度のカテゴリに評価される。政治・政策的リスクは小さいが、商業的リスクでは事業主体のスポンサー・リスクや契約リス

ク、需要リスク、資金調達リスクなどが発生する。自然現象リスクは国内公共事業と同様である。

**c. ODA 事業：**

2016 年度の ODA 予算は 5,519 億円 [外務省、2016]と市場は小規模であり、国内公共事業と同様ピーク時から大幅に削減され今後の成長性は期待できない。一方、リスクレベルは中程度のカテゴリに評価される。政治・政策的リスクでは為替リスクや制度リスク、政治暴力リスク等が発生し、商業的リスクでは資金調達面での問題が小さいものの一部土地収用や環境リスク、需要リスク等が若干発生する。しかしこれらは相手国政府にリスク移転可能な部分が多い。自然現象リスクは国・地域によるがアジア地域は総じて高いと言える。

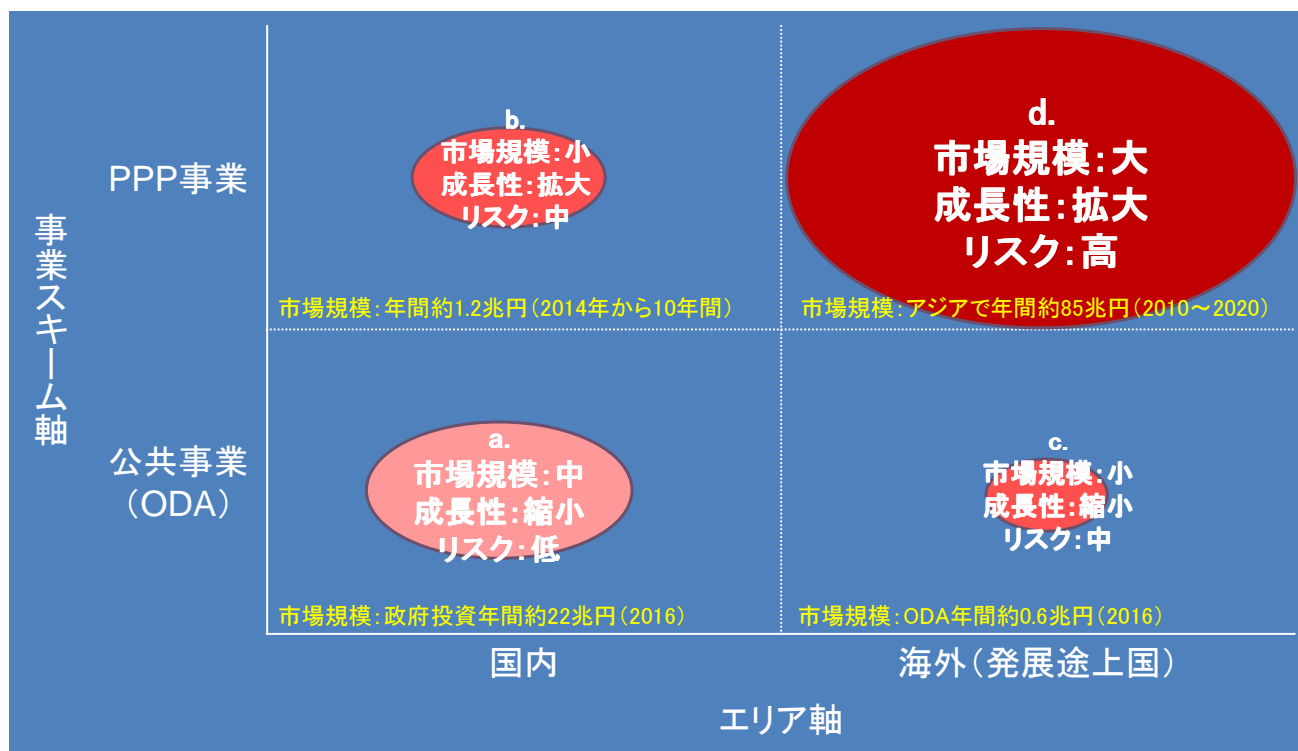
**d. 海外 PPP 事業：**

アジア地域では年平均で 7,576 億米ドル（年間約 85 兆円）の大規模なインフラ需要 [ADB、2009]があり今後の成長性も十分期待できるカテゴリである。一方、リスクレベルが大きいカテゴリであり市場参入には入念な準備が必要である。具体的には、政治・政策的リスク、商業的リスクが何れも大きく、十分なリスク分析と対策が求められる。自然現象リスクは国・地域によるがアジア地域は総じて高いと言える。

以上の特徴を、ビジネス的な観点で定性的に評価した結果を表 5-2、図 5-1 に示す。

表 5-2 本邦建設コンサルタント視点による事業カテゴリ毎の定性的ビジネス分析

分類	市場性		リスクレベル			
	現在のインフラ市場規模	成長性		政治・政策行為に起因	商業行為に起因	自然現象に起因
a. 国内公共事業	中	縮小	低	低	低	中
b. 国内 PPP 事業	小	拡大	中	低	中	中
c. ODA 事業	小	縮小	中	中	中	低～高
d. 海外 PPP 事業	大	拡大	高	高	高	低～高



注) 各カテゴリの円の大きさは現在の市場規模の大きさをイメージしている。

図 5-1 本邦建設コンサルタント視点による事業カテゴリ毎の定性的ビジネス分析イメージ

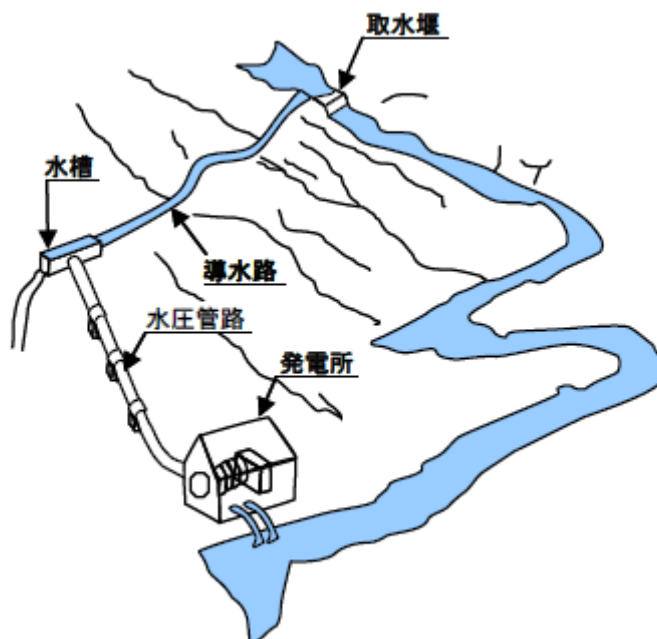
### 5.3. 海外 PPP プロジェクトのケーススタディ設定

#### 5.3.1. 小水力発電の概要

世界レベルで開発可能と考えられる水力資源の量は、年間約 13.5 兆 kWh [World Energy Council、1995]と試算されている。その多くは、今後エネルギー需要の急増が見込まれている発展途上国を中心に賦存していて、この包蔵水力資源の開発は、世界のエネルギー需給の緩和に貢献することが可能である。

水力発電は一般水力と揚水式水力に大別される。一般水力は更に流れ込み式、貯水式、調整池式に分けられる。発展途上国における小水力発電は以下に示す流れ込み式が一般的である。

流れ込み式は、河川の自然流量の範囲内で取水し、発電する形式であり、図 5-2 に示す構造物からなっている。ダム式ではなく水路式がこれに相当し、比較的規模の小さい水力（小水力発電）の場合によく用いられる。水路式とは、緩勾配の水路を設けて、河川勾配と水路勾配の差を利用し落差を得る形式である。一般に水路式は河川勾配の急な上中流部に適する。取水する河川に発電所を設ける方式と、隣接の他の河川に発電所を設ける方式（流域変更方式）とがある。なお、水路式は流量を調整できるダムを有しないので、河川流量によって出力が左右される [JICA、電源開発、開発設計コンサルタント、2011]。



出所：JICA 他「水力開発ガイドマニュアル（第 1 分冊 一般水力・揚水式水力発電）」

図 5-2 流れ込み式水力発電のイメージ

#### 5.3.2. ケーススタディの設定

小水力発電所は図 5-3 に示すように土木設備、電気設備、機械設備とインフラ事業全般に共通する設備群で構成され、一般に土木設備が 6 割、電気・機械設備が 3 割程度の費用内訳と言われている。したがって、小水力発電事業で発生するリスク事例は、上下水道や交通運輸など他のインフラ事業に共通する部分が多く存在すると考えられることから、今回インフラ事業のリスクを検討するケーススタディとし



て選定した。



図 5-3 小水力発電所の設備概要

ここでは、海外 PPP プロジェクトとしての小水力発電事業（以降、海外 PPP 小水力プロジェクト）のリスク分析を行うにあたり、本邦建設コンサルタントが東南アジアで実際に展開している複数の事例を踏まえて、以下のケーススタディ条件を設定した。

- 東南アジア地域における小水力発電 IPP 事業
- 出力規模は 1~10MW 程度（FIT 適用対象規模）
- 本邦建設コンサルタントと現地パートナーの共同出資で事業会社（SPC）を設立
- 現地パートナーが SPC 株式の過半数（マジョリティ）を保有、本邦建設コンサルタントの出資比率は 10~40%程度を想定
- 現地パートナーは、地域大手の建設会社、事業投資会社、小水力コンサルタント会社等を想定
- 日系投資家（JICA、JBIC、日系民間等）からの融資を想定
- 本邦建設コンサルタントは、SPC とエンジニアリングレビュー、EPC オーナーズエンジニアリング（施工管理支援、機器調達支援）、資金調達支援、O&M 支援のコンサルティング契約を締結
- SPC は現地の国営電力会社と FIT に基づく PPA（20-25 年間の売電契約）を締結

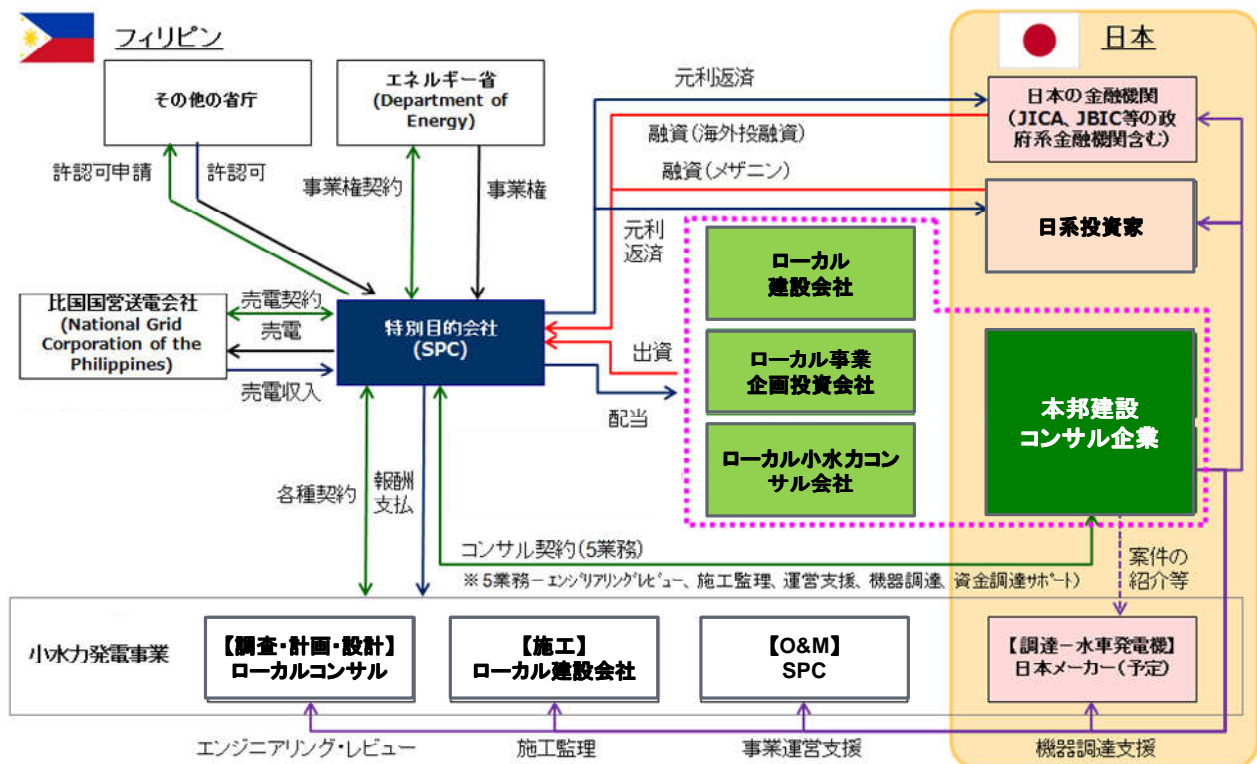


図 5-4 小水力発電事業のスキーム（本邦建設コンサルタント A 社によるフィリピン案件事例）

上記で示したケーススタディは、第 4.4 節における PPP 事業モデルの類型（図 5-5）のうち、事業一括受注モデルと PM モデルが混在するものと見なせる。

本ケースでは本邦建設コンサルタントによる出資を伴うものの、再生可能エネルギー分野では多くの国で外資規制があるため SPC 株式の過半数を確保できない。したがって、本邦建設コンサルタントは SPC に少数株主として出資を行うことで SPC がコンセッションプレイヤーとなり、図 5-5 で示す事業一括受注モデルに近いものである。一方、SPC と本邦建設コンサルタントとの契約は、各フェーズのマネジメントコンサルティングが主体となることから、PM モデルに近いスキームである。本ケーススタディは、事業一括受注モデルと PM モデルが混在するハイブリッド型のモデルと言える。

モデル	主な対象企業	PPP事業モデル
委託／請負モデル	本邦建設企業 ・案件形成：本邦建設コンサル ・CM：本邦建設コンサル ・請負：本邦建設会社	
EPCモデル	韓国企業等 本邦エンジニアリング企業	
事業一括受注モデル	欧州系インフラ企業 (一部の欧米トップコンサル) 本邦総合商社、本邦建設企業(一部)	
PMモデル	欧米トップコンサル	

注) 濃いハッチングは必須のスコープ、薄いハッチングは個別事業により除外する場合がある

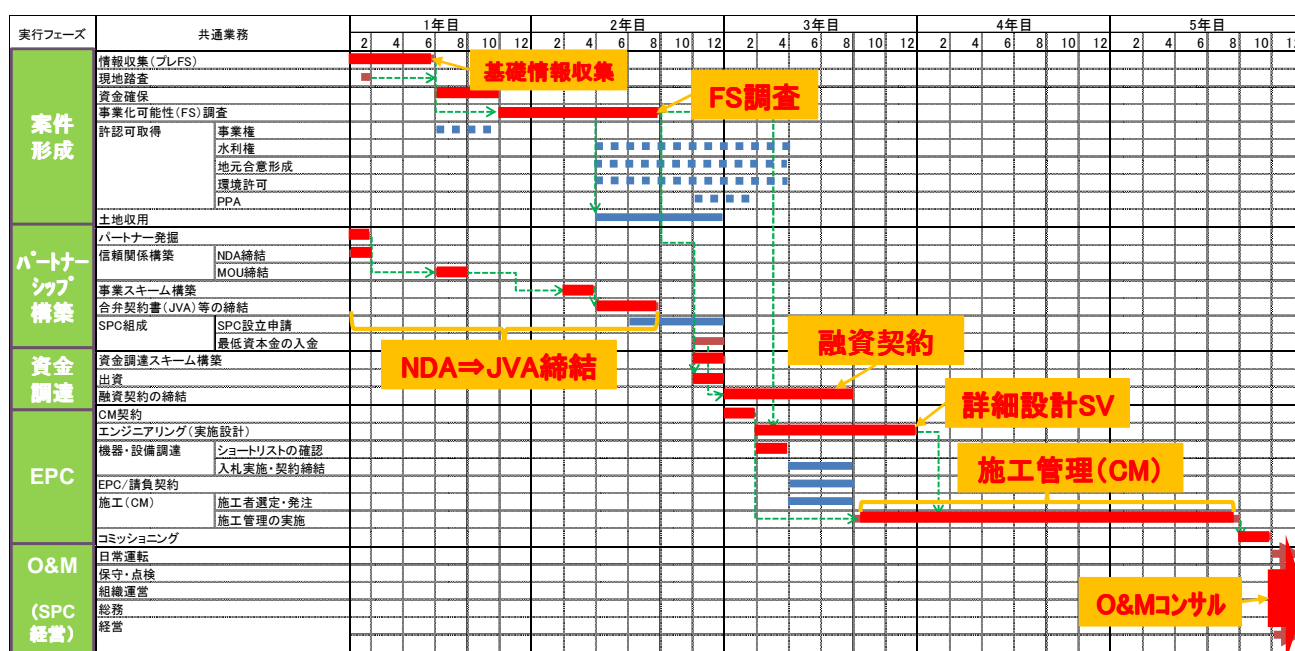
出所：国土交通省「平成 24 年度 我が国の建設企業の海外 PPP 事業への参画のための戦略検討業務」をもとに筆者作成

図 5-5 PPP 事業モデルの類型（再掲）

### 5.3.3. 小水力発電 PPP プロジェクトの開発手順

JICA を始めとする各種報告書関係並びに筆者の経験を踏まえると、海外における PPP 小水力プロジェクトは 5 つの基幹業務（案件形成、パートナーシップ構築、資金調達、EPC、O&M）から成り、概ね表 5-3 に示す手順で進められる。本スケジュール例によれば、FS 開始から 4 年程度、SPC 設立から 3 年程度で小水力発電所が完工する。一方、ODA では FS 開始から完工まで 5～7 年程度を要するケースが多く、工期短縮は PPP の大きな利点と言える。

表 5-3 海外小水力 PPP プロジェクトの開発スケジュール例（10MW クラス）



注) ■ : 朱色は本邦建設コンサルが主導すべき活動

ここで、各フェーズの狙いと活動概要を以下に示す。

#### (1) 案件形成フェーズ

事業化に向けた政治的側面と技術的側面に関する基本的内容を固めるフェーズである。プレ FS 有無など現地側の情報収集から始まり、FS 実施、許認可取得及び土地収用を行う。特に FS は、あらゆるリスクの洗い出しとその解決策の提示を共有するという大変重要な役割があり、本邦建設コンサルタントが主導して進めるべきものである。

#### (2) パートナーシップ構築フェーズ

本邦建設コンサルタントと現地パートナーとの信頼関係を契約という形で揺るぎないものにするフェーズである。パートナー情報を収集し、秘密保持契約 (NDA) や覚書 (MOU) といったプロセスで信頼関係を醸成し、合併契約書 (JVA) の締結を持って、SPC という事業の同じ船に乗ることを相互に確認する。

#### (3) 資金調達フェーズ

事業の投資効率を高めるためにも、投資家から有利な投融資条件を引き出すフェーズである。政治的リスク・商業的リスク・技術的リスクなど総合的なリスクマネジメントの面で優れた案件であることを示すことで、例えば長期固定による低利融資を引き出すことが狙いである。

#### (4) EPC フェーズ

プロジェクトを、予め計画で定められた品質・工期・コストで完工させるフェーズである。主に詳細設計 (国内では実施設計に相当) などエンジニアリングと土木施工、水車発電機プラント調達に分けられ、適切な仕様作成・入札プロセスを経て、質の高い EPC マネジメントを投入することで計画通りに完

工させるとともに、コミッショニングの立会いによるチェックとモニタリングを実施する。

#### (5) O&M フェーズ

小水力発電所の経営安定化と改善に向けてマネジメントを行うフェーズである。運転・保守といった日常的・定型的な作業の効率化とデータ蓄積を図り、定期的な設備診断を行うとともに、将来における予兆検知や予防的対策の実施に発展させる。

## 5.4. 海外 PPP プロジェクトで顕在化するリスク

アジア地域の大半はモンスーン気候に属し、気候的・地形的に流れ込み式の小水力発電に適した地域が多い。当該地域で開発が進む小水力発電事業を概観すると、その出力規模は 10MW 以下、建設コストは 10~30 億円程度、事業開発期間は案件形成から EPC を経て完工まで順調に進めば 5 年程度というレンジが一般的であるが、途中何らかのリスクが顕在化して事業開発の停滞を余儀なくされた場合は 5 年を大きく超えるケースも少なくない。これらは、ローカルの資本家でも十分投資可能な規模であることから、FIT 制度の構築・改定に合わせて内外の投資家がこぞって開発を急いでいる状況である。

一方、ローカル主体で急速に開発が進む小水力発電事業の現場では、様々なリスクが顕在化しつつある。制度変更や許認可手続きの遅れなどの政治・政策的リスク、土地収用や地元住民合意形成の遅れ、資金調達の不調などの商業的リスクに加えて、建設時の工期遅れ・費用増大、運営開始後の故障・事故によるメンテナンス費用の増大など技術的なリスクが必ずと言っていいほど発生している。調査・計画・設計から EPC までの初期コストを極端に抑え、高い金利で市中銀行から資金調達を行い事業開始に至るものの、計画流量の不足、堆砂・排砂問題や斜面崩壊など土木構造物の欠陥、水車発電機の度重なる故障、送電・配電側の容量不足による電力供給制限などが発生し、問題が発生して初めて対症療法的な対策を繰り返す負のスパイラルが常態化している。その結果、計画通りの売電収入が得られず、資金返済ができなくなり事業売却や事業停止に追い込まれる事例も散見される。この要因は、調査・計画・設計から始まり EPC、O&M の各フェーズで適切なエンジニアリングを採用していないことによることが大きい。

筆者が小水力発電事業の案件形成過程で接触したフィリピンやインドネシアの日系企業担当者によると、現場では以下のような問題が発生しているとのことであった。

### (1) 案件形成フェーズ

- 河川流量、地形測量、地質・地盤等の基礎調査を低コストで簡便に実施することにより、調査結果の精度が極端に低い
- 精度の低い調査結果をベースとして計画・設計を実施することにより、施工段階で計画・設計の見直しが発生
- 精度の低い収入と費用の算定結果に基づき経済性評価を実施し、事業実施可否を決定

### (2) パートナーシップ構築フェーズ

- 現地民間企業の信用リスク
- SPC 契約リスク
- 現地パートナーとの信頼関係構築リスク

### (3) 資金調達フェーズ

- 多くの IPP 事業者は 1 サイトに限定した開発ではなく複数サイトの開発を計画していることから、必要な建設資金を全て自己資金で対応することは困難な状況
- 小水力案件に融資実績のある金融機関は現状未だ少ない状況にある。また融資した発電所における建設遅延や当初想定していたプロジェクトコストからコストオーバーランを生じているケ

ースや、完工しても適切な O&M が実施されず計画通りの収入が得られていないケースが多いことから、融資に対して積極的な状況ではない

#### (4) EPC フェーズ

- 極めて粗いレベルの施工計画のため現場合わせでの施工が散見され、施工にかかる費用と時間が当初計画を大幅に超過
- 水車発電機調達仕様の検討が不十分な上、専門家によるコミショニングを十分に実施しないことにより、運用開始後 1~2 年未満で各種のトラブルが発生
- 水車発電機引き渡し時の検収能力が事業者側に皆無のため、メーカーの言いなりになりがちであり、トラブル発生時の責任の所在が不明確

#### (5) O&M フェーズ

- 経験豊富な O&M 技術者が不足しているため、運用開始後の稼働率が低水準に留まり売電収入が計画水準に届かない
- システム改修が当初計画より早期かつ大規模に発生するため、メンテナンス費用が計画を大幅に超過
- 運用開始後も収支計画が達成されないケースが散見され、運営母体からの補填が続かなくなった段階で事業休止、更には事業売却に至る

上記は、各フェーズで発生するリスクを概括したものであるが、的確なリスクマネジメントの下でプロジェクトを進めていくには、事前に想定し得るリスクを具体的に抽出しておくことが必要である。そこで、筆者自身の PPP プロジェクトにおける PM 経験及びプロジェクトチームメンバーの意見、廣田が提唱するリスクマネジメントシステム [Hirota, 2006]、海外原子力開発に係わるリスク分析表 [土木学会エネルギーインフラ輸出検討小委員会, 2014]等の知見に基づき、PPP プロジェクトとして本邦建設コンサルタントが小水力発電事業を進める上で発生するリスクを表 5-4~表 5-8 に整理した。リスク抽出に当たっては、先のケーススタディ設定より本邦建設コンサルタントは出資も行うことから、コンサルタントとしての立場に加えて事業者 (SPC) の立場も含めるものとした。前述した小水力の開発手順に従い、案件形成、パートナーシップ構築、資金調達、EPC、O&M の各フェーズ内で案件によらず共通的に実施されるプロセス (共通業務) を具体的に想定し、プロジェクトの現場で直面すると考えられる主要なリスクを洗い出した。ここで、リスクカテゴリー欄に (PPP) とあるリスクは PPP 事業のみ、(公共) とあるものは公共事業のみ、(ODA) とあるものは ODA 事業のみに発生するリスクである。

その結果、全体で 230 のリスクが抽出された。内訳は、案件形成で 87、パートナーシップ構築で 36、資金調達で 20、EPC で 68、O&M で 19 となった。



表 5-4 小水力発電事業の主要なリスク（案件形成フェーズ）

実行フェーズ／共通業務	コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎イン、○サブ)			
				コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政
案件形成	情報収集	A 10 1 計画地点	計画地点が正確に特定できない	○		◎	
		A 10 1 電力需給分析	電力需給を見誤る	○		◎	
		A 10 2 流量測定	河川流量を実測していない	○		◎	
		A 10 3 降雨量データ	降雨量データの質と量が不十分	○		◎	
		A 10 4 流量推定	流量推定手法が適切でない	○		◎	
		A 10 5 河川水質	河川水質(pH等)が入手できない	○		◎	
		A 10 6 流砂・堆砂状況	流砂・堆砂状況が不明	○		◎	
		A 10 7 洪水位	実績洪水位が不明	○		◎	
		A 10 8 地質調査書	地質調査書がない	○		◎	
		A 10 9 地盤強度調査書	地盤強度調査書がない	○		◎	
		A 10 10 接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態が不明	○		◎	
		A 10 11 地形図入手	適切な地形図が入手できない	○		◎	
		A 10 12 落差	有効落差が不十分	○		◎	
		A 10 12 落差推定	地形図の読み取りミス	○		◎	
		A 10 13 アクセス確保	アクセス道路がない	○		◎	
		A 10 14 調査品質(全般)	既存調査結果の精度が極端に低い	○		◎	
		A 10 15 調査許可取得	調査許可が未取得	○		◎	○
	現地踏査	A 20 1 車両手配	現地調査に適切な車両が確保できない	○		◎	
		A 20 2 宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	○		◎	
		A 20 3 調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	○		◎	
		A 20 4 調査反対	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	◎		◎	
		A 20 5 踏査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	◎			
	資金確保	A 30 1 FS資金(PPP)	FS資金が十分に確保されていない	○		◎	
		A 30 2 FS資金(PPP)	FS資金の確保に時間を要する	○		◎	
		A 30 3 FS資金(公共/ODA)	予算状況によりFS資金確保が遅れる				
		A 30 4 FS資金(ODA)	相手国政府事情によりFS資金確保が遅れる				
	事業化可能性(FS)調査	A 40 1 FS調査の主体(PPP)	現地コンサル主導のFSでは様々な技術的問題が散見される			◎	
		A 40 2 FS調査の主体(公共/ODA)	(国際的)コンサルの選定が不適切	○		◎	
		A 40 3 調査品質(全般)	現地調査会社による流量、測量、地質・地盤調査など事前の基礎調査結果の精度が極端に低い	○		◎	
		A 40 4 電力需給分析	電力需給を見誤る	○		◎	
		A 40 5 調査機材	調査機材の不足により調査工程の遅延が発生	○		◎	
		A 40 6 車両手配	現地踏査に適切な車両が確保できない	○		◎	
		A 40 7 宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	○		◎	
		A 40 8 踏査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	○		◎	
		A 40 9 踏査実施不可	地元住民、NGO等の反対により踏査実施ができない	○		◎	
		A 40 10 踏査工程	現地踏査の遅延により調査工程が遅れる	○		◎	
		A 40 11 踏査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	○		◎	
		A 40 12 調査品質(流量測定)	河川流量を実測していない	○		◎	
		A 40 13 調査品質(流量測定)	流量測定手法が不適切	○		◎	
		A 40 14 調査品質(地形測量)	地形測量の精度が低い	○		◎	
		A 40 15 調査品質(地盤地質)	地盤・地質調査の精度が低い。ボーリング調査が必要箇所未実施または調査精度が低い	◎			
		A 40 16 有効落差	有効落差が不十分(事前調査の品質不良)	○		◎	
		A 40 17 最大使用水量	最大使用水量が不十分(事前調査の品質不良)	○		◎	
		A 40 18 計画・設計の品質(PPP)	現地コンサルの設計技術力が低い	○		◎	
		A 40 19 計画・設計の品質(公共/ODA)	(国際的)コンサルの選定が不適切	○		◎	
		A 40 20 取水点位置	取水点位置が不適切	◎			
		A 40 21 放水点位置	放水点位置が不適切	◎			
		A 40 22 堰高・構造・形式	堰の高さ、構造、形式が不適切	◎			
		A 40 23 沈砂池計画	沈砂池の機能が不十分	◎			
		A 40 24 導水路延長・形式	導水路長が長く、導水路形式が不適切	◎			
		A 40 25 計画勾配	計画勾配が急で不適切	◎			
		A 40 26 水圧管	水圧管の口径、材質が不適切	◎			
		A 40 27 送電電圧	送電電圧が不十分	◎			
		A 40 28 送電距離	送電距離が長い	◎			
		A 40 29 接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態(需要量、停電、電圧変動、周波数変動等)が不明	◎		◎	
		A 40 30 施工計画の品質	施工計画の精度が低い	◎			
		A 40 31 施工計画	工期に雨期、断食期間、長期休暇などが考慮されていない	◎			
		A 40 32 水車発電機形式	水車発電機の知識・経験が少なく適切な形式が選定できない	◎			
		A 40 33 稼働率	稼働率の設定が不適切	◎			
		A 40 34 利用率	利用率の設定が不適切	◎			
		A 40 35 総出力	総出力が当初想定値に達しない	◎			
		A 40 36 水車台数	水車台数が不適切	◎			
		A 40 37 社会環境影響調査の実施	社会・自然環境に多大な影響を与える事象が明確になり、十分な対策が立案できず調査結果がステークホルダーに入られ れない	○		◎	
		A 40 38 社会環境NPO	社会環境NPOによる調査反対運動が発生	○		◎	
		A 40 39 調査項目の見落とし	重要な調査項目の見落としとリスク	◎			
		A 40 40 コスト積算の品質	BOQとコスト単価の精度が低い	◎		○	
		A 40 41 総事業費	総事業費が当初想定値を大幅に超過	◎			
		A 40 42 超過出力規模	総出力が超過出力規模となっていない	◎			
		A 40 43 事業スキームの不備	投資家(資本金)候補がいない	○		◎	
		A 40 44 資金調達スキームの不備	レンダー(金融機関)が未定	○		◎	
		A 40 45 売電単価	売電単価が不確定	○		◎	
		A 40 46 経済性評価の品質	精度の低い収入とコストの算定結果に基づき経済性評価を実施し、事業実施可否を判断している	◎			
		A 40 47 経済性(IRR)	経済性(IRR)が当初想定に達しない	○		◎	
		A 40 48 経済性(DSCR)	経済性(DSCR)が当初想定に達しない	○		◎	
		A 40 49 リスク項目の見落とし	重要なリスク項目の見落とし	◎			
		A 40 50 事業実施判断の信頼度	調査の結果、フィージビリティが確保できないことが判明、事業性、採算性の見誤りリスク	○		◎	
		A 40 51 調査工程	調査の不備、やり直し等により事業化着手が遅延	◎			
	許認可等取得	A 50 1 許認可取得	許認可取得段階で官庁とのコミュニケーションが困難			◎	○
		A 50 2 許認可取得(申請書類)	許認可取得申請書類の不備	○		◎	○
		A 50 3 許認可取得(遅延)	許認可取得の遅れによる事業化着手が遅延			◎	
		A 50 4 住民合意形成	地域住民合意形成が困難で調査が進まない			◎	
		A 50 5 住民合意形成(遅延)	住民合意形成が進まず事業化着手が遅延			◎	
	土地収用	A 50 6 PPA交渉力	PPA交渉力が不足しているため、有利な条件で締結できない、締結に時間を要する等の問題が発生。 PPA締結が進まず事業化着手が遅延			◎	
		A 50 7 PPA締結	PPA締結が進まず事業化着手が遅延			◎	
		A 60 1 土地収用	地主との交渉が困難で土地収用が進まない			◎	
		A 60 2 土地収用(費用)	土地収用費用が当初想定を超過			◎	
		A 60 3 土地収用(遅延)	土地収用が進まず事業化着手が遅延			◎	



表 5-5 小水力発電事業の主要なリスク（パートナーシップ構築フェーズ）

実行フェーズ/ 共通業務	コード			リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎メウ、○サブ)			
						コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政
パートナーシップ構築	パートナー発掘	B 10 1	カントリーリスク(政治)	対象国の政治体制が不安定	対象国の政治体制が不安定 対象国・地域の治安が悪化している 対象国の法令が複雑かつ改定・変更が頻繁に発生 対象国のインフレ・デフレリスク、為替変動リスク、外貨準備高不足によるデフォルトの可能性 パートナーの財務状況が不明確(別事業の負債など隠れた事業リスクが存在)	○		○	◎
		B 10 2	カントリーリスク(治安)	対象国・地域の治安が悪化している		○		○	◎
		B 10 3	カントリーリスク(法令)	対象国の法令が複雑かつ改定・変更が頻繁に発生		○		○	◎
		B 10 4	カントリーリスク(経済)	対象国のインフレ・デフレリスク、為替変動リスク、外貨準備高不足によるデフォルトの可能性		○		○	◎
		B 10 5	パートナーの財務状況	パートナーの財務状況が不明確(別事業の負債など隠れた事業リスクが存在)	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA(有償)貸付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生 パートナーの経営方針が投機型(事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない) 政府・自治体のインフラ整備計画に含まれない、または優先順位が低く事業化が遅れる 開示された実績が信頼できない 政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる パートナーと信頼関係が不十分(事業の意思決定情報等重要情報が共有されない) 政府・自治体の幹部や担当との信頼関係が不十分 オーナー経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存 政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる	◎		○	
		B 10 6	政府の財務状況(ODA/公共)	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA(有償)貸付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生					
		B 10 7	パートナーの経営方針	パートナーの経営方針が投機型(事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない)		◎		○	
		B 10 8	政府のインフラ整備方針(ODA/公共)	政府・自治体のインフラ整備計画に含まれない、または優先順位が低く事業化が遅れる					
		B 10 9	パートナーの実績等	開示された実績が信頼できない		◎		○	
		B 10 10	政府の経験・実績(ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる					
		B 10 11	パートナーとの信頼関係構築	パートナーと信頼関係が不十分(事業の意思決定情報等重要情報が共有されない)		◎		○	
		B 10 12	政府との信頼関係構築(ODA/公共)	政府・自治体の幹部や担当との信頼関係が不十分					
		B 10 13	パートナーの経営能力	オーナー経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存		◎		○	
		B 10 14	政府の施策実行能力(ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる					
	信頼関係構築	B 20 1	NDA締結の円滑性	NDAに条件を提示する等円滑な締結ができない	パートナーが自己中心的な思考のため、Win-Winの関係が構築できない 政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される パートナーの政治力が不足し、許認可取得や住民合意形成が円滑に進まない 政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない 仲介者がパートナー寄りのため、中立的な立場で調整してくれない。また、そもそも調整能力がない	◎		○	
		B 20 2	パートナーの誠実性	パートナーが自己中心的な思考のため、Win-Winの関係が構築できない		◎		○	
		B 20 3	政府サイドの誠実性(ODA/公共)	政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される					
		B 20 4	パートナーの政治力	パートナーの政治力が不足し、許認可取得や住民合意形成が円滑に進まない		◎		○	
		B 20 5	政府サイドの実行力(ODA/公共)	政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない					
		B 20 6	パートナー仲介者の能力と誠実性	仲介者がパートナー寄りのため、中立的な立場で調整してくれない。また、そもそも調整能力がない		◎		○	
	事業スキーム構築	B 30 1	出資比率	出資比率の協議が円滑に進まない	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている 政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる	◎		○	
		B 30 2	コンフリクト	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている		◎		○	
		B 30 3	予算化(ODA/公共)	政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる					
	合併契約書(JVA)等の締結	B 40 1	SPCマネジメント	SPC経営がオーナーの一存で決定するため、取締役会等が形骸化する	SPC経営がオーナーの一存で決定するため、取締役会等が形骸化する 拒否権を発動できるスキームになっていない JVA協議が円滑に進まない JICAとの借款契約(L/A)に時間がかかる 配当やFeeが日本へ送金できない 配当やFeeへの税金比率が高い 事業への理解が不十分のため社内承認が円滑に進まない JVA締結が進まず事業化が遅れる	○		◎	
		B 40 2	拒否権	拒否権を発動できるスキームになっていない		◎		○	
		B 40 3	JVA協議	JVA協議が円滑に進まない		◎		○	
		B 40 4	借款契約(ODA)	JICAとの借款契約(L/A)に時間がかかる					
		B 40 5	海外送金可否の確認	配当やFeeが日本へ送金できない					◎
		B 40 6	当該国税務の確認	配当やFeeへの税金比率が高い					◎
		B 40 7	社内承認(出資案件)	事業への理解が不十分のため社内承認が円滑に進まない		◎			
		B 40 8	JVA締結	JVA締結が進まず事業化が遅れる		◎		○	
	SPC組成	B 50 1	口座開設の遅れ	当該国の口座開設に時間がかかる	当該国の口座開設に時間がかかる SPC登記申請に時間がかかる 対象地域に事務所登録がなく受注、契約ができない 必要人員を集める見通しが立たない 人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る	◎		○	◎
		B 50 2	登記申請の遅れ	SPC登記申請に時間がかかる					
		B 50 3	事務所の有無	対象地域に事務所登録がなく受注、契約ができない					
		B 50 4	組織体制	必要人員を集める見通しが立たない				◎	
		B 50 5	人材育成計画・実施	人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る				◎	

表 5-6 小水力発電事業の主要なリスク（資金調達フェーズ）

実行フェーズ/ 共通業務		コード			リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎メロ、○サブ)			
							コンサル	請負者 (メーカ)	事業者 (SPC)	行政
資金調達	資金調達スキーム構築	C	10	1	資金調達スキーム	案件開発に最適な融資ファシリティが見当たらない	◎		○	
		C	10	2	借款契約(ODA)	借款契約が形成できない、または締結が遅れる				
		C	10	3	予算確保(公共)	予算が確保できない、または予算化が遅れる				
	出資	C	20	1	出資金の確保	パートナー側の入金不足または遅れる			◎	
	融資契約の締結 (日系投資家のケース)	C	30	1	投資家との信頼関係構築	投資家との信頼関係構築が不十分	○		◎	
		C	30	2	アドバイザーの選定	経験豊富なアドバイザーが見つからない	○		◎	
		C	30	3	調達金利	現地金融機関による高い金利でしか資金の調達ができず、事業の経済性を悪化させる要因となる	○		◎	
		C	30	4	調達金利(ODA)	国・地域によるが、円借款有償の場合、金利はほぼゼロに近い。				
		C	30	5	PF契約	PFの場合、多様な契約と複雑な交渉が必要になるが、それを実施・管理できる人材がない	○		◎	
		C	30	6	環境社会配慮	JICA、JBIC、ADB、WBなど国際金融機関からの融資の場合、環境社会配慮の基準が高くなり、その対策にコストと時間が必要となる	○		◎	
		C	30	7	融資担保	PFの場合不要、CFの場合はSPC出資者の担保が必要			◎	
		C	30	8	保証	FITの場合はサブリン保証だが、その他PPAはサブソブリンとなり融資契約の条件を満たさない			◎	
		C	30	9	事業計画承認の遅延	投資家による事業計画承認が遅延	○		◎	
		C	30	10	事業計画承認の遅延	発注者による事業計画承認が遅延				
		C	30	11	コスト評価、財務評価	IRRがターゲットレートより低い	○		◎	
		C	30	12	SPCマネジメント	ターゲットタリフ(電気料金)、ハードルレートの妥当性が不明確	○		◎	
		C	30	13	ファイナンスチームの合意	ファイナンスチームの合意が遅延	○		◎	
		C	30	14	融資契約の締結	融資契約締結の遅延	○		◎	
		C	30	15	円借款契約の締結(ODA)	円借款契約の遅延				
		C	30	16	予算の確保(公共)	予算確保の遅延				

表 5-7 小水力発電事業の主要なリスク (EPC フェーズ)

実行フェーズ/ 共通要素		コード		リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎/△/○/□)			
						コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政
EPC	CM契約	D 10 1	1	コンサルの権限と責任 (PPP)	CM(三者構造)、コンサル(二者構造)、ア・ハイザー(同)によってコンサルの権限と責任が異なるが、権限と責任が不明確	◎		○	
		D 10 2	2	コンサルの権限と責任 (ODA)	原則CM(三者構造)となるが、権限と責任が不明確				
		D 10 3	3	コンサルの権限と責任 (国内公共)	原則コンサルまたはア・ハイザー(二者構造)となるが、権限がなく責任を負う				
		D 10 4	4	EPCマネジメント	EPC一括発注でない場合、水車発電機の仕様・工程と土木設備の仕様・工程の調整が困難。これをマネジメントできる人材がローカルにいない。	◎		○	
		D 10 5	5	コンサル契約	コンサルの権限と責任に応じた契約になっていない	◎		○	
	エンジニアリング	D 20 1	1	エンジニアリング	EPC入札段階で基本設計や詳細設計が十分成されていないため、契約後の設計変更やコスト増加要因となる。	◎		○	
		D 20 2	2	エンジニアリング	基本設計レベルの成果に基づく入札仕様書が必要	◎		○	
		D 20 3	3	設計条件	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	◎	○	○	
		D 20 4	4	建設工法	ローカル建設会社の技術的問題から適切な建設工法が選択できない	◎	○	○	
		D 20 5	5	工事数量	地形測量の精度が低く、正確な工事数量(土工量等)の計算ができない	◎	○	○	
		D 20 6	6	建設工期	タイトなスケジュールが策定されることにより、実際の工事工程を守ることが困難	◎	○	○	
	機器・設備調達 (日系の水車 発電機を指名競争入札 で調達することを想定)	D 30 1	1	日系メーカーの関心	入札になると関心を持つ日系メーカーは限定される	◎		○	
		D 30 2	2	EPC入札手続き	小水力では土木設備と機電設備を分けて発注するケースが多いが、各々入札準備と落札者選定、契約締結に対応できる人材がローカルにいない。	○		◎	
		D 30 3	3	入札図書記載項目の設定	FIDIC、JICA、JBICガイドライン等の契約約款との不整合の発生、必要な記載項目が抜け落ちるリスク	○		◎	
		D 30 4	4	SPCマネジメント	仕様項目の不足、不適切な仕様の記載により、契約調整にトラブルが発生するリスク	○		◎	
		D 30 5	5	SPCマネジメント	オーナーの事業資金確保の証明がされていない			◎	
		D 30 6	6	入札プロセス	不適切な調達方式の記載	○		◎	
		D 30 7	7	入札プロセス	不適切な入札期間の設定	○		◎	
		D 30 8	8	入札プロセス	不明確な入札手順	○		◎	
		D 30 9	9	入札プロセス	契約の片蓋性	○		◎	
		D 30 10	10	入札プロセス	不適切な入札評価基準	○		◎	
		D 30 11	11	入札プロセス	不適切な入札設計図書	○		◎	
	EPC/請負 契約	D 40 1	1	EPC会社の体制	EPCコントラクター側の責任範囲が不明確		◎	○	
		D 40 2	2	支払いの条件・保証	オーナー、コンサルによる支払い予定の遅延及び減額査定		◎	○	
		D 40 3	3	支払いの条件・保証	IPC(出来高支払証明書)発給から支払いまでの期間が不当に長い		◎	○	
		D 40 4	4	支払いの条件・保証	通貨、期限、設計変更、追加工事の取扱いや、支払い条件が不明確		◎	○	
		D 40 5	5	支払いの条件・保証	オーナーの事業資金確保の証明がされていないキャッシュフローの悪化		◎	○	
		D 40 6	6	工期遅延金	工期遅延理由の査定方法と確定方法が不明確		◎	○	
		D 40 7	7	物価変動	物価変動条項がない、もしくは金額算出方法が不明確		◎	○	
		D 40 8	8	変更条項	工期延長の不合意		◎	○	
		D 40 9	9	変更条項	追加支払いの不合意		◎	○	
		D 40 10	10	受注者側の損害賠償責任	瑕疵担保責任期間が不当に長い		◎	○	
		D 40 11	11	受注者側の損害賠償責任	責任上限を定めていない		◎	○	
		D 40 12	12	仲裁条項	ODAC(紛争仲裁委員会)の設置条項がない		◎	○	
		D 40 13	13	仲裁条項	仲裁範囲が対等な立場の国(シンガポール等)でない		◎	○	
		D 40 14	14	クレーム処理	クレーム処理の不整合		◎	○	
		D 40 15	15	クレーム処理	クレーム担当の能力不足によるクレーム処理の停滞		◎	○	
	施工	D 50 1	1	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延		○	◎	
		D 50 2	2	移転補償	移転補償協定締結の遅延		○	◎	
		D 50 3	3	測量補償	測量補償協定締結の遅延		○	◎	
		D 50 4	4	施工	極めて悪いレベルの施工計画のため現場合わせでの施工が見られ、施工にかかる費用と時間が当初計画を大幅に超過	○	◎		
		D 50 5	5	現地盤状況	想定外の現地盤状況による遅延と費用増加	○	◎		
		D 50 6	6	敷地造成・掘削	敷地造成の変更による遅延	○	◎		
		D 50 7	7	敷地造成・掘削	土捨て、土取填の変更による遅延	○	◎		
		D 50 8	8	敷地造成・掘削	運搬物出現等による遅延	○	◎		
		D 50 9	9	資材調達・搬入	調達資材の品不足	○	◎		
		D 50 10	10	資材調達・搬入	現地業者の能力不足	○	◎		
		D 50 11	11	工程管理	施工段階での設計変更により工程が遅延	◎	○		
		D 50 12	12	資機材調達	資機材調達の遅れにより全体工程の遅延	◎	○		
		D 50 13	13	品質管理	品質管理のノウハウ不足	◎	○		
		D 50 14	14	コスト管理	施工段階での設計変更によりコストが増大	◎	○		
		D 50 15	15	サイト管理	キャンプ設置の治安確保	○	◎		
		D 50 16	16	サイト管理	衛生環境の確保	○	◎		
		D 50 17	17	サイト管理	工事電力の確保	○	◎		
		D 50 18	18	サイト管理	サイト内道路工事の遅延	○	◎		
		D 50 19	19	サイト管理	仮設資機材調達の遅延	○	◎		
		D 50 20	20	建設関連法令 その他基準	建設関連法令の変更	○	◎		
		D 50 21	21	通関	雇用・労働基準、環境基準、安全基準、技術基準等の未整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		
		D 50 22	22	通関	通関制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		
		D 50 23	23	税金	税金制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		
		D 50 24	24	保証・保険	保証・保険制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		
		D 50 25	25	作業員の確保	コア職員の派遣認可(査証)の遅延	○	◎		
		D 50 26	26	作業員の確保	現地コア職員の能力見誤り	○	◎		
		D 50 27	27	作業員の確保	現地コア職員とのコミュニケーション問題	○	◎		
		D 50 28	28	作業員の確保	現地作業員の能力見誤り	○	◎		
		D 50 29	29	作業員の確保	現地作業員のやる気欠如	○	◎		
	コミッション ング	D 60 1	1	竣工・完了検査	検査能力不足による瑕疵の見逃し	○		◎	
		D 60 2	2	竣工・完了検査	瑕疵のリスク		◎		

表 5-8 小水力発電事業の主要なリスク（O&M フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務		コード		リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎メイン、○サブ)			
						コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政
O&M	日常運転	E	10	1	O&M専門家不足	経験豊富なO&M技術者が不足しているため、運用開始後の稼働率が低水準に留まり売電収入が計画水準に届かない。	○	◎	
		E	10	2	日常運転管理	停止に至る経過や原因が正しく記録されていない等発電所の運用管理能力や技術レベルが不十分	○	◎	
	点検・保守	E	20	1	メンテナンス管理	各設備の老朽化等を専門的に診断しておらず劣化状況が不明といったメンテナンスの問題が発生	○	◎	
		E	20	2	計画メンテナンス	メンテナンス資材調達遅延	○	◎	
		E	20	3	メンテナンス能力	メンテナンス協力会社の能力不足	○	◎	
	組織運営	E	30	1	マネジメント管理	発電所のスタッフやマネジャー等の業務内容が不明確な上、業務能力や処理速度のレベルが低いことから、特定の人に業務が集中し非効率な状況が常態化する等運営マネジメントの問題が発生	○	◎	
		E	30	2	スタッフ研修プログラム	スタッフ研修プログラムが不十分	○	◎	
		E	30	3	スタッフ研修	業務の習得不足	○	◎	
		E	30	4	オペレーター研修プログラム	オペレーター研修プログラムが不十分	○	◎	
		E	30	5	オペレーター研修	業務の習得不足	○	◎	
	総務	E	40	1	大規模修繕	システム改修が当初計画より早期かつ大規模に発生するため、システム改修コストが計画を大幅に超過	○	◎	
		E	40	2	スタッフ人材雇用	スタッフ人材の不足	○	◎	
		E	40	3	オペレーター人材雇用	オペレーター人材の不足	○	◎	
		E	40	4	人件費	人件費高騰リスク	○	◎	
		E	40	5	価格上昇	O&M資材価格、人件費が上昇するリスク	○	◎	
SPC運営	経営	E	50	1	経営情報	経営情報が投資家に適切に開示されない。	○	◎	
		E	50	2	スタッフ人材雇用	専属のスタッフ不足	○	◎	
		E	50	3	SPC経営体制	意思決定システムが不十分のため適切な経営判断ができない。	○	◎	
		E	50	4	事業継続	運用開始後も収支計画が達成されないケースが散見され、運営母体からの補填が続かなくなった段階で事業休止、更には事業売却に至る	○	◎	

## 5.5. リスクの定量化

### 5.5.1. リスクレベルの定義

第 5.4 節で抽出した小水力発電事業における主要なリスクに対し、The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project [Hirota, 2006]の定義を用い、各リスクを発生確率 (PB) とリスクインパクト (IR) の観点で表 5-9 に示す分類で各々 5 段階分析を行った。

各リスク評価項目の定義は以下のとおりとした。

- ✓ PB：発生確率
- ✓ IP：リスクインパクト
- ✓ RL：リスクレベル (RL=PB×IP)
- ✓ PB、IP は各々 5 段階分析 (1:Very Low、2:Low、3:Intermediate、4:High、5:Very High)

表 5-9 リスクレベル分析のクラス分け

I. リスクレベル分析 Risk Level Analysis					＜参考＞ 頻度、費用（総事業費に占める割合）の目安
チェック項目 Check Item	略語 Abbreviation	分類とレベル Category Code & level			
リスク発生確率 Risk Probability	PB	大変低い	Very Low	1	1%未満
		低い	Low	2	1～10%未満
		普通	Intermediate	3	10～20%未満
		高い	High	4	20～30%未満
		大変高い	Very High	5	30%以上
リスク影響度 Risk Impact	IP	大変低い	Very Low	1	1%未満
		低い	Low	2	1～3%未満
		普通	Intermediate	3	3～7%未満
		高い	High	4	7～10%未満
		大変高い	Verv High	5	10%以上

ここで表 5-9 は、PB、IP とも“大変低い”から“大変高い”まで 5 段階のクラス分けを行い、レベルが 1 点ずつ上がる線形の関係としているが、事業の現場では必ずしも線形の関係ではなく、例えば IP の“大変高い”の中には事業そのものの存続に直結するリスクが含まれることから、レベルのポイントをもっと上げた方が現場の実態に感覚的に近くなると考えられる。当該分野における事例の蓄積に応じて、このクラス分けとレベルも見直しを図り進化させていくことが望ましい。

## 5.5.2. リスクレベル分析

リスクの定量化は、海外 PPP プロジェクトに加えて、比較検討のため、同じ小水力発電事業を対象としたときの他事業カテゴリ（ODA、国内 PPP、国内公共）についても行った。その結果、抽出されたリスク数は海外 PPP プロジェクトが 207 と最も多く、次いで国内 PPP (203)、ODA (194)、国内公共 (188) の順となり、概ね 200 前後のリスクを抱えていることが確認できた。なお、リスク評価に当たり、国内公共、国内 PPP、ODA は本邦建設コンサルタントの関与を前提としているが、海外 PPP プロジェクトについては、本邦建設コンサルタント関与の有無別に評価を行った。

表 5-10 事業カテゴリ別のリスクアイテム数

実行フェーズ	a.国内公共	b.国内PPP	c.ODA	d.海外PPP	全体
案件形成	84	83	84	83	87
パートナーシップ構築	20	25	22	26	36
資金調達	4	13	6	14	20
EPC	61	63	63	65	68
O&M	19	19	19	19	19
RL計	188	203	194	207	230

各フェーズ別のリスクレベル分析を表 5-11~表 5-15 に示す。

表 5-11 事業カテゴリ別のリスクレベル（案件形成フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務	コード	リスク・カテゴリ	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 withoutコンサル						海外PPP リスク分析 withコンサル						ODA リスク分析			国内PPP リスク分析			国内公共 リスク分析								
				PB			IP			RL			PB			IP			RL			PB			IP			RL		
情報収集	A 10 1	計画地点	計画地点が正確に特定できない	3	5	15	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	5	5									
	A 10 1	電力需給分析	電力需給を見誤る	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	5	5									
	A 10 2	流量測定	河川流量を測定していない	5	4	20	5	4	20	5	4	20	5	4	20	4	4	16	4	4	16									
	A 10 3	降雨量データ	降雨量データの質と量が不十分	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6									
	A 10 4	流量推定	流量推定手法が適切でない	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6									
	A 10 5	河川水質	河川水質（pH等）が入手できない	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	3	2	6	3	2	6									
	A 10 6	流砂・堆砂状況	流砂・堆砂状況が不明	4	3	12	4	3	12	4	3	12	4	3	12	4	3	12	4	3	12									
	A 10 7	洪水位	実績洪水位が不明	4	3	12	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9	3	3	9									
	A 10 8	地質調査書	地質調査書がない	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8									
	A 10 9	地盤強度調査書	地盤強度調査書がない	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8									
	A 10 10	接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態が不明	4	3	12	4	3	12	4	3	12	4	3	12	3	3	9	3	3	9									
	A 10 11	地形図入手	適切な地形図が入手できない	4	3	12	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3									
	A 10 12	落差	有効落差が不十分	4	4	16	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	4	4									
	A 10 12	落差推定	地形図の読み取りミス	4	4	16	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	4	4									
	A 10 13	アクセス確保	アクセス道路がない	4	3	12	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6												
A 10 14	調査品質（全般）	既存調査結果の精度が極端に低い	4	4	16	4	4	16	4	4	16	2	4	8	2	4	8	2	4	8										
A 10 15	調査許認可取得	調査許認可が未取得	4	4	16	3	4	12	2	4	8	2	4	8	3	6	1	3	3	3										
現地踏査	A 20 1	車両手配	現地調査に適切な車両が確保できない	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1									
	A 20 2	宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2									
	A 20 3	調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	2	3	6	2	3	6	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	A 20 4	調査反対	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4									
	A 20 5	調査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6									
資金確保	A 30 1	FS資金（PPP）	FS資金が十分に確保されていない	5	2	10	3	2	6											0										
	A 30 2	FS資金（PPP）	FS資金の確保に時間を要する	5	2	10	3	2	6											0										
	A 30 3	FS資金（公共/ODA）	予算状況によりFS資金確保が遅れる							4	2	8																		
	A 30 4	FS資金（ODA）	相手国政府事情によりFS資金確保が遅れる							4	2	8																		
案件形成	A 40 1	FS調査の主体（PPP）	現地コンサル主導のFSでは様々な技術的問題が散見される	4	2	8	1	2	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0												
	A 40 2	FS調査の主体（公共/ODA）	（国際的）コンサルの選定が不適切						0	2	3	6				0	2	3	6											
	A 40 3	調査品質（全般）	現地調査会社による流量、測量、地質・地盤調査など事前の基礎調査結果の精度が極端に低い	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6									
	A 40 4	電力需給分析	電力需給を見誤る	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	5	5												
	A 40 5	調査機材	調査機材の不足により調査工程の遅延が発生	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	A 40 6	車両手配	現地踏査に適切な車両が確保できない	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	A 40 7	宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	A 40 8	踏査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	2	3	6	2	2	4	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	A 40 9	調査実施不可	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4									
	A 40 10	踏査工程	現地踏査の遅延により調査工程が遅れる	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3									
	A 40 11	調査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6									
	A 40 12	調査品質（流量測定）	河川流量を測定していない	5	4	20	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8									
	A 40 13	調査品質（流量測定）	流量測定手法が不適切	3	4	12	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4	1	4	4									
	A 40 14	調査品質（地形測量）	地形測量の精度が低い	3	3	9	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3									
	A 40 15	調査品質（地盤地質）	地盤・地質調査の精度が低い。ボーリング調査が必要箇所所未実施または調査精度が低い	3	3	9	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3									
	A 40 16	有効落差	有効落差が不十分（事前調査の品質不良）	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6									
	A 40 17	最大使用水量	最大使用水量が不十分（事前調査の品質不良）	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6									
	A 40 18	計画・設計の品質（PPP）	現地コンサルの設計技術力が低い	3	3	9	2	3	6	0	2	3	6	0	2	3	6	0	2	3	6									
	A 40 19	計画・設計の品質（公共/ODA）	（国際的）コンサルの選定が不適切			0			0	2	3	6			0	2	3	6			0									
	A 40 20	取水点位置	取水点位置が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 21	放水点位置	放水点位置が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 22	堰高・構造・形式	堰の高さ・構造・形式が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 23	沈砂池計画	沈砂池の機能が不十分	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 24	導水路長さ・形式	導水路長が長く、導水路形式が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 25	計画勾配	計画勾配が急で不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 26	水圧管	水圧管の口径、材質が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 27	送電電圧	送電電圧が不十分	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 28	送電距離	送電距離が長い	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 29	接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態（需要量、停電、電圧変動、周波数変動等）が不明	3	3	9	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2									
	A 40 30	施工計画の品質	施工計画の精度が低い	4	3	12	3	2	6	3	2	6	2	2	4	2	2	4	2	2	4									
	A 40 31	施工計画	工期に雨期、断食期間、長期休暇などが考慮されていない	3	3	9	3	2	6	3	2	6	1	2	2	1	2	2	1	2	2									
A 40 32	水車発電機形式	水車発電機の知識・経験が少なく適切な形式が選定できない	3	3	9	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4										
A 40 33	稼働率	稼働率の設定が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2										
A 40 34	利用率	利用率の設定が不適切	3	3	9	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2										
A 40 35	総出力	総出力が当初想定値に達しない	3	3	9	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2										
A 40 36	水車台数	水車台数が不適切	2	3	6	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2										
A 40 37	社会環境影響調査の実施	社会・自然環境に多大な影響を与える事象が明確になり、十分な対策が立案できず調査結果がステークホルダーに受け入れられない	2	4	8	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3										
A 40 38	社会環境NPO	社会環境NPOによる調査反対運動が発生	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4	1	4	4										
A 40 39	調査項目の見落とし	重要な調査項目の見落としとリスク	3	4	12	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6										
A 40 40	コスト積算の品質	BOQとコスト単価の精度が低い	4	4	16	2	3	6	2	3	6	3	3	9	2	3	6													
A 40 41	総事業費	総事業費が当初想定値を大幅に超過	4	5	20	3	4	12	3	4	12	3	4	12	3	4	12	2	4	8										
A 40 42	最適出力規模	総出力が最適出力規模となっていない	4	4	16	2	3	6	2	3	6	3	3	9	2	3	6													
A 40 43	事業スキームの不備	投資家（資本金）候補がいない	3	4	12	2	4	8	0	4	0	2	4	8	0	4	0													
A 40 44	資金調達スキームの不備	レンダー（金融機関）が未定	3	4	12	2	4	8	0	4	0	2	4	8	0	4	0													
A 40 45	売電単価	売電単価が不確定	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4													
A 40 46	経済性評価の品質	精度の低い収入とコストの算定結果に基づき経済性評価を実施し、事業実施可否を判断している	4	4	16	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6													
A 40 47	経済性（IRR）	経済性（IRR）が当初想定に達しない	3	3	9	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2															

表 5-12 事業カテゴリ別のリスクレベル（パートナーシップ構築フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務	コード			リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 withoutコソガル			海外PPP リスク分析 withコソガル			ODA リスク分析			国内PPP リスク分析			国内公共 リスク分析			
						PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	
パートナー発 掘	B	10	1	カントリーリスク(政治)	対象国の政治体制が不安定	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	5	5	
	B	10	2	カントリーリスク(治安)	対象国・地域の治安が悪化している	2	5	10	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	5	5	
	B	10	3	カントリーリスク(法令)	対象国の法令が複雑かつ改定・変更が頻繁に発生	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4	
	B	10	4	カントリーリスク(経済)	対象国のインフレ・デフレリスク、為替変動リスク、外貨準備高不足によるデフォルトの可能性	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4	
	B	10	5	パートナーの財務状況	パートナーの財務状況が不明確(別事業の負債など隠れた事業リスクが存在)	4	4	16	3	4	12	1	4	4	2	4	8	1	4	4	
	B	10	6	政府の財務状況(ODA/公共)	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA(有償)貸付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生			0			0	2	4	8			0	2	4	8	
	B	10	7	パートナーの経営方針	パートナーの経営方針が投機型(事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない)	3	4	12	2	4	8		0	2	3	6			0		
	B	10	8	政府のインフラ整備方針(ODA/公共)	政府・自治体のインフラ整備計画に含まれない、または優先順位が低く事業化が遅れる			0			0	2	4	8	1	4	4	2	4	8	
	B	10	9	パートナーの実績等	開示された実績が信頼できない	3	3	9	2	3	6		0	2	3	6			0		
	B	10	10	政府の経験・実績(ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる			0			0	2	3	6			0	1	3	3	
	B	10	11	パートナーとの信頼関係構築	パートナーと信頼関係が不十分(事業の意思決定情報など重要情報が共有されない)	4	4	16	3	4	12		0	3	4	12			0		
	B	10	12	政府との信頼関係構築(ODA/公共)	政府・自治体の幹部や担当との信頼関係が不十分			0			0	3	3	9			0	3	3	9	
	B	10	13	パートナーの経営能力	オーナー・経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存	4	4	16	3	4	12		0	3	4	12			0		
	B	10	14	政府の施策実行能力(ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる			0			0	3	4	12			0	2	4	8	
信 頼 関 係 構 築	B	20	1	NDA締結の円滑性	NDAに条件を提示する等円滑な締結ができない	2	2	4	1	2	2		0	1	2	2			0		
	B	20	2	パートナーの誠実性	パートナーが自己中心的な思考のため、Win-Winの関係が構築できない	3	4	12	2	4	8		0	2	3	6			0		
	B	20	3	政府サイドの誠実性(ODA/公共)	政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される			0			0	2	4	8			0	1	4	4	
	B	20	4	パートナーの政治力	パートナーの政治力が不十分、許認可取得や住民合意形成が円滑に進まない	3	4	12	2	4	8		0	3	4	12			0		
	B	20	5	政府サイドの実行力(ODA/公共)	政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない			0			0	2	4	8			0	1	4	4	
	B	20	6	パートナー仲介者の能力と誠実性	仲介者がパートナー寄りのため、中立的な立場で調整してくれない。また、そもそも調整能力がない	3	4	12	2	4	8		0	2	4	8			0		
事 業 ス キーム構築	B	30	1	出資比率	出資比率の協議が円滑に進まない	3	4	12	2	4	8		0	0	3	4	12			0	
	B	30	2	コンフリクト	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている	3	3	9	2	3	6		0	3	3	9			0		
	B	30	3	予算化(ODA/公共)	政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる			0			0	2	3	6			0	2	3	6	
合 弁 契 約 書 (JVA) 等 の 締 結	B	40	1	SPCマネジメント	SPC経営がオーナーの一存で決定するため、取締役会等が形骸化する	3	4	12	2	4	8		0	0	2	4	8			0	
	B	40	2	拒否権	拒否権を発動できるスキームになっていない	2	3	6	1	3	3		0	2	3	6			0		
	B	40	3	JVA協議	JVA協議が円滑に進まない	3	3	9	2	3	6		0	2	2	4			0		
	B	40	4	借款契約(ODA)	JICAとの借款契約(L/A)に時間がかかる			0			0	4	4	16			0			0	
	B	40	5	海外送金可否の確認	配当やFeeが日本へ送金できない	2	4	8	2	4	8	1	4	4	0	0	0	0	0	0	
	B	40	6	当該国税務の確認	配当やFeeへの税金比率が高い	2	3	6	2	3	6	1	3	3	0	0	0	0	0	0	
	B	40	7	社内承認(出資案件)	事業への理解が不十分のため社内承認が円滑に進まない	3	4	12	2	4	8	1	3	3	3	4	12	1	2	2	
	B	40	8	JVA締結	JVA締結が進まず事業化が遅れる	3	4	12			0		0			0			0	0	
SPC組成	B	50	1	口座開設の遅れ	当該国の口座開設に時間がかかる	3	2	6	3	2	6	3	2	6			0			0	
	B	50	2	登記申請の遅れ	SPC登記申請に時間がかかる	3	3	9	3	3	9		0	1	3	3			0	0	
	B	50	3	事務所の有無	対象地域に事務所登録がなく受注、契約ができない			0			0	2	4	8			0	1	4	4	
	B	50	4	組織体制	必要人員を集める見通しが立たない	2	3	6	2	3	6	1	3	3	2	3	6	1	3	3	
	B	50	5	人員育成計画・実施	人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る	2	3	6	2	3	6	1	3	3	2	3	6	1	3	3	
						222			156			115			142			66			



表 5-13 事業カテゴリ別のリスクレベル（資金調達フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務		コード			リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 withoutコンサル			海外PPP リスク分析 withコンサル			ODA リスク分析			国内PPP リスク分析			国内公共 リスク分析			
							PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	
資金調達	資金調達スキーム構築	C	10	1	資金調達スキーム	案件開発に最適な融資ファシリティーが見当たらない	2	4	8	1	4	4			0	2	4	8			0	
		C	10	2	借款契約 (ODA)	借款契約が形成できない、または締結が遅れる			0			0	2	4	8		0		0			
		C	10	3	予算確保 (公共)	予算が確保できない、または予算化が遅れる			0			0			0		0	2	4	8		
	出資	C	20	1	出資金の確保	パートナー側の入金が不足または遅れる	2	4	8	2	4	8	0	0	0	1	4	4	0	0	0	
	融資契約の締結 (日系投資家のケース)	C	30	1	投資家との信頼関係構築	投資家との信頼関係構築が不十分	3	4	12	2	4	8			0	3	4	12			0	
		C	30	2	アドバイザーの選定	経験豊富なアドバイザーが見つからない	2	4	8	1	4	4			0	1	4	4			0	
		C	30	3	調達金利	現地金融機関による高い金利でしか資金の調達ができず、事業の経済性を悪化させる要因となる	3	4	12	2	4	8			0	2	4	8			0	
		C	30	4	調達金利 (ODA)	国・地域によるが、円借款有償の場合、金利はほぼゼロに近い。			0			0	1	1	1		0			0		
		C	30	5	PF契約	PFの場合、多様な契約と複雑な交渉が必要になるが、それを実施・管理できる人材がいない	4	4	16	3	4	12			0	3	3	9			0	
		C	30	6	環境社会配慮	JICA、JBIC、ADB、WBなど国際金融機関からの融資の場合、環境社会配慮の基準が高くなり、その対策にコストと時間が必要となる	3	3	9	2	3	6	3	3	9		0			0		
		C	30	7	融資担保	PFの場合不要、CFの場合はSPC出資者の担保が必要	3	2	6	3	2	6			0	3	2	6			0	
		C	30	8	保証	FITの場合はサブリン保証だが、その他PPAはサブリンとなり融資契約の条件を満たさない	3	3	9	3	3	9			0	2	2	4			0	
		C	30	9	事業計画承認の遅延	投資家による事業計画承認が遅延	3	3	9	2	3	6			0	3	3	9			0	
		C	30	10	事業計画承認の遅延	発注者による事業計画承認が遅延			0			0	3	3	9		0	3	3	9		
		C	30	11	コスト評価、財務評価	IRRがターゲットレートより低い	3	3	9	3	3	9			0	3	3	9			0	
		C	30	12	SPCマネジメント	ターゲットタリフ (電気料金)、ハードルレートの妥当性が不明確	2	2	4	1	2	2			0	1	2	2			0	
		C	30	13	ファイナンスチームの合意	ファイナンスチームの合意が遅延	3	3	9	2	3	6			0	2	3	6			0	
									0			0			0		0			0	0	
															0		0			0	0	
		C	30	14	融資契約の締結	融資契約締結の遅延	4	3	12	3	3	9			0	3	3	9			0	
		C	30	15	円借款契約の締結 (ODA)	円借款契約の遅延			0			0	2	3	6		0		0			0
		C	30	16	予算の確保 (公共)	予算確保の遅延			0			0			0		0	2	3	6		
							131			97			33			90						

表 5-14 事業カテゴリ別のリスクレベル (EPC フェーズ)

実行フェーズ／ 共通業務	コード			リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 withoutコンサル			海外PPP リスク分析 withコンサル			ODA リスク分析			国内PPP リスク分析			国内公共 リスク分析		
						PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL
CM契約	D	10	1	コンサルの権限と責任 (PPP)	CM (三者構造)、コンサル (二者構造)、アドバイザー (同) によって コンサルの権限と責任が異なるが、権限と責任が不明確	4	4	16	3	4	12			0	3	4	12			0
	D	10	2	コンサルの権限と責任 (ODA)	原則CM (三者構造) となるが、権限と責任が不明確			0			0	3	3	9			0		0	
	D	10	3	コンサルの権限と責任 (国内公共)	原則コンサルまたはアドバイザー (二者構造) となるが、権限がなく 責任を負う			0			0			0			0	3	3	9
	D	10	4	EPCマネジメント	EPC一括発注でない場合、水車発電機の仕様・工程と土木設 備の仕様・工程の調整が困難。これをマネジメントできる人材が ローカルにいない。	3	4	12	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
	D	10	5	コンサル契約	コンサルの権限と責任に応じた契約になっていない	3	4	12	2	4	8			0			0			0
エンジニアリ ング											0			0			0			0
	D	20	1	エンジニアリング	EPC入札段階で基本設計や詳細設計が十分成されていないた め、契約後の設計変更やコスト増加要因となる。	3	4	12	2	4	8	1	4	4	2	4	8	1	4	4
	D	20	2	エンジニアリング	基本設計レベルの成果に基づく入札仕様書が必要	3	3	9	2	3	6	1	3	3	2	3	6	1	3	3
	D	20	3	設計条件	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	3	4	12	2	4	8	1	4	4	2	4	8	1	4	4
	D	20	4	建設工法	ローカル建設会社の技術的問題から適切な建設工法が選択で きない	3	4	12	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4
	D	20	5	工事数量	地形測量の精度が低く、正確な工事数量 (土工量等) の計算が できない	3	4	12	2	4	8	1	4	4	2	4	8	1	4	4
EPC	D	30	1	日系メーカーの関心	入札になると関心を持つ日系メーカーは限定される	3	3	9	3	3	9	3	3	9	1	3	3	1	3	3
	D	30	2	EPC入札手続き	小水力では土木設備と機電設備を分けて発注するケースが多 いが、各々入札準備と落札者選定、契約締結に対応できる人 材がローカルにいない。	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	3	入札図書記載項目の設定	FIDIC、JICA、JBICガイドライン等の契約約款との不整合の発 生、必要な記載項目が抜け落ちるリスク	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	4	SPCマネジメント	仕様項目の不足、不適切な仕様の記載により、契約調整にトラ ブルが発生するリスク	3	4	12	2	4	8			0	2	4	8			0
	D	30	5	SPCマネジメント	オーナーの事業資金確保の証明がされていない	3	4	12	3	4	12			0	3	4	12			0
	D	30	6	入札プロセス	不適切な調達方式の記載	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	7	入札プロセス	不適切な入札期間の設定	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	8	入札プロセス	不明確な入札手順	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	9	入札プロセス	契約の片務性	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	10	入札プロセス	不適切な入札評価基準	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	D	30	11	入札プロセス	不適切な入札設計図面	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	施工											0			0			0		
D		50	1	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延	4	4	16	4	4	16	3	4	12	4	4	16	3	4	12
D		50	2	移転補償	移転補償協定締結の遅延	4	4	16	4	4	16	3	4	12	4	4	16	3	4	12
D		50	3	漁業補償	漁業補償協定締結の遅延	4	4	16	4	4	16	3	4	12	4	4	16	3	4	12
D		50	4	施工	極めて悪いレベルの施工計画のため現場合わせでの施工が散 見され、施工にかかる費用と時間が当初計画を大幅に超過	4	4	16	4	4	16	2	4	8	1	3	3	2	2	4
D		50	5	現地地盤状況	想定外の現地地盤状況による遅延と費用増加	3	4	12	3	4	12	2	4	8	2	4	8	2	4	8
D		50	6	敷地造成・掘削	敷地造成の変更による遅延	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3
D		50	7	敷地造成・掘削	土捨て増、土取増の変更による遅延	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3
D		50	8	敷地造成・掘削	埋設物出現等による遅延	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3
D		50	9	資材調達・搬入	調達資材の品不足	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6
D		50	10	資材調達・搬入	現地業者の能力不足	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6
D		50	11	工程管理	施工段階での設計変更により工程が遅延	4	4	16	4	4	16	2	4	8	2	4	8	2	4	8
D		50	12	資機材調達	資機材調達の遅れにより全体工程の遅延	4	4	16	4	4	16	2	4	8	2	4	8	2	4	8
D		50	13	品質管理	品質管理のノウハウ不足	4	4	16	4	4	16	2	4	8	2	4	8	2	4	8
D		50	14	コスト管理	施工段階での設計変更によりコストが増大	4	4	16	4	4	16	2	4	8	2	4	8	2	4	8
D		50	15	サイト管理	キャンプ設置の治安確保	2	2	4	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2
D		50	16	サイト管理	衛生環境の確保	2	2	4	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2
D		50	17	サイト管理	工事電力の確保	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
D		50	18	サイト管理	サイト内道路工事の遅延	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
D		50	19	サイト管理	仮設資機材調達の遅延	3	3	9	3	3	9	3	3	9	1	3	3	1	3	3
D		50	20	建設関連法令	建設関連法令の変更	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
D		50	21	その他基準	雇用・労働基準、環境基準、安全基準、技術基準等の未整備、 解釈の違い、変更による遅延	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
D		50	22	通関	通関制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
D		50	23	税金	税金制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	2	2	4	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2
D		50	24	保証・保険	保証・保険制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
D		50	25	作業員の確保	コア職員の派遣認可 (査証) の遅延	3	3	9	3	3	9	3	3	9	1	3	3	1	3	3
D		50	26	作業員の確保	現地コア職員の能力見誤り	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4
D		50	27	作業員の確保	現地コア職員とのコミュニケーション問題	2	2	4	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2
D		50	28	作業員の確保	現地作業員の能力見誤り	2	4	8	2	4	8	2	4	8	1	4	4	1	4	4
D	50	29	作業員の確保	現地作業員のやる気欠如	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	
コミッション ング	D	60	1	竣工・完了検査	検査能力不足による瑕疵の見逃し	3	4	12	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
	D	60	2	竣工・完了検査	瑕疵のリスク		4	0		4	0	2	4	8	2	4	8	2	4	8
						604			541			438			413			363		

表 5-15 事業カテゴリ別のリスクレベル (O&M フェーズ)

実行フェーズ／ 共通業務	コード			リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 withoutコンサル			海外PPP リスク分析 withコンサル			ODA リスク分析			国内PPP リスク分析			国内公共 リスク分析			
						PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	PB	IP	RL	
O&M	日常運転	E	10	1	O&M専門家不足	経験豊富なO&M技術者が不足しているため、運用開始後の稼働率が低水準に留まり売電収入が計画水準に届かない。	4	4	16	4	4	16	3	4	12	3	4	12	3	4	12
		E	10	2	日常運転管理	停止に至る経過や原因が正しく記録されていない等発電所の運用管理能力や技術レベルが不十分	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	点検・保守	E	20	1	メンテナンス管理	各設備の老朽化等を専門的に診断しておらず劣化状況が不明といったメンテナンスの問題が発生	3	4	12	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
		E	20	2	計画メンテナンス	メンテナンス資材調達の遅延	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6
		E	20	3	メンテナンス能力	メンテナンス協力会社の能力不足	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6
	組織運営	E	30	1	マネジメント管理	発電所のスタッフやマネジャー等の業務内容が不明確な上、業務能力や処理速度のレベルが低いことから、特定の人に業務が集中し非効率な状況が常態化する等運営マネジメントの問題が発生	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
		E	30	2	スタッフ研修プログラム	スタッフ研修プログラムが不十分	2	3	6	1	3	3	1	3	3	2	3	6	1	3	3
		E	30	3	スタッフ研修	業務の習得不足	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
		E	30	4	オペレーター研修プログラム	オペレーター研修プログラムが不十分	2	3	6	1	3	3	1	3	3	2	3	6	1	3	3
		E	30	5	オペレーター研修	業務の習得不足	2	3	6	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3
	総務	E	40	1	大規模修繕	システム改修が当初計画より早期かつ大規模に発生するため、システム改修コストが計画を大幅に超過	3	4	12	3	4	12	2	4	8	2	4	8	1	4	4
		E	40	2	スタッフ人材雇用	スタッフ人材の不足	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3
		E	40	3	オペレーター人材雇用	オペレーター人材の不足	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3
		E	40	4	人件費	人件費高騰リスク	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6
		E	40	5	価格上昇	O&M資材価格、人件費が上昇するリスク	3	3	9	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6
SPC運営	経営	E	50	1	経営情報	経営情報が投資家に適切に開示されない。	3	3	9	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
		E	50	2	スタッフ人材雇用	専属のスタッフが不足	2	3	6	2	3	6	1	3	3	1	3	3	1	3	3
		E	50	3	SPC経営体制	意思決定システムが不十分のため適切な経営判断ができない。	3	4	12	2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
		E	50	4	事業継続	運用開始後も収支計画が達成されないケースが散見され、運営母体からの補填が続かなかった段階で事業休止、更には事業売却に至る	2	5	10	2	5	10	1	5	5	1	5	5	1	5	5
						167			144			110			110			100			

### 5.5.3. リスクレベル分析の考察

事業カテゴリ別のリスクレベル（RL）算定結果を図 5-6 に示す。これより、RL は、a.国内公共が 977 と最も小さく、b.国内 PPP（1,239）と c.海外 ODA（1,243）がほぼ同等、d.海外 PPP が最も大きいことが確認できた。海外 PPP では、本邦建設コンサルタント不在の場合 1,968 と最も高く、本邦建設コンサルタント参画により 1,543 まで 2 割強低減する結果となった。

フェーズ別にみると、全ての事業カテゴリにおいて案件形成フェーズの RL が最も大きく、次に EPC フェーズが続く傾向が見られた。さらに、PPP 事業では国内・海外ともにパートナーシップ構築、資金調達、O&M の各フェーズで RL が一定程度発生する一方、国内公共と海外 ODA ではこれらの RL は低い評価となり、これが国内公共と海外 ODA の事業リスク全体を低減させる結果となった。

以上より、第 5.2 節で定性的に仮定した事業カテゴリ毎のリスクレベルを定量的に検証できたと言える。

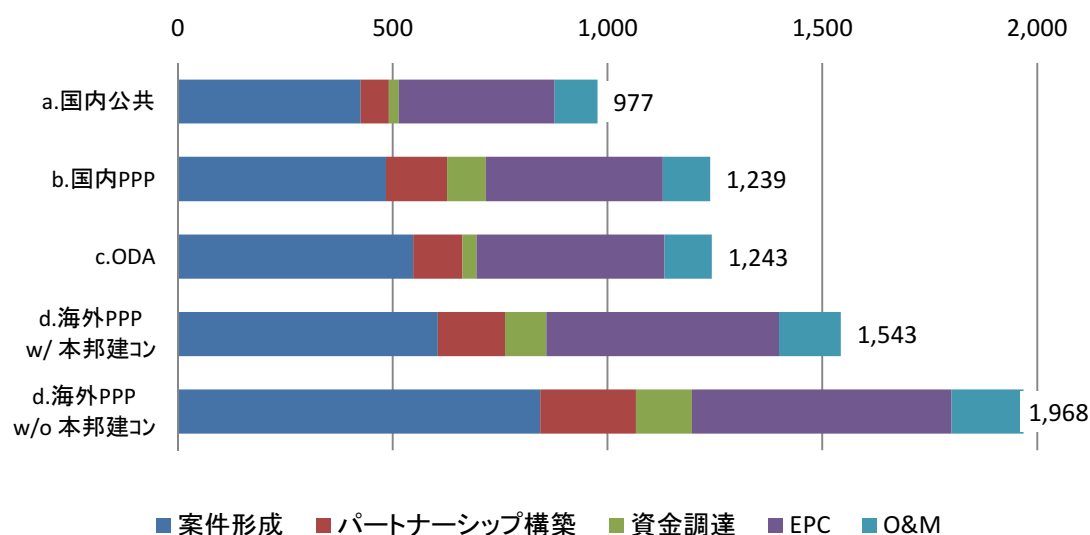


図 5-6 事業カテゴリ別のリスクレベル

表 5-16 事業カテゴリ別フェーズ別のリスクレベル

実行フェーズ	a.国内公共	b.国内PPP	c.ODA	d.海外PPP w/ 本邦建コン	d.海外PPP w/o 本邦建コン
案件形成	425	484	547	605	844
パートナーシップ構築	66	142	115	156	222
資金調達	23	90	33	97	131
EPC	363	413	438	541	604
O&M	100	110	110	144	167
RL計	977	1,239	1,243	1,543	1,968

ここで、事業カテゴリ別でリスクレベルが異なる結果になったことについて考察してみる。まず、同じ種類、同じ規模の事業（例えば 10MW クラスの小水力発電事業）であれば、事業スキームや事業エリアが異なっても考慮すべきリスク総量は原則同じと考えられる。それは、表 5-10 に示したように、事業カテゴリによってリスクアイテム数に大きな差がないことから裏付けられる。

表 5-17 事業カテゴリ別のリスクアイテム数（再掲）

実行フェーズ	a.国内公共	b.国内PPP	c.ODA	d.海外PPP	全体
案件形成	84	83	84	83	87
パートナーシップ構築	20	25	22	26	36
資金調達	4	13	6	14	20
EPC	61	63	63	65	68
O&M	19	19	19	19	19
RL計	188	203	194	207	230

何れのリスクも発生した場合のリスク影響度（IP）は原則同じであると考え、国内と海外、公共とPPPという事業カテゴリの違いが、リスクの発生確率（PB）に差を与えていると言える。

例えば、案件形成フェーズの情報収集段階では、国内であれば水力発電計画に最も重要な流量データが計画地点の近傍で入手でき、高密度な観測網による降雨量データが整備されており精度の高い情報が入手できる。一方、海外では、計画地点近傍の流量データが手に入ることは極めて稀であり、降雨量データの観測密度も低く、精度の低いデータに基づきサイトの分析・評価を実施しなければならず、必然的にリスク発生確率は高まると言える。

国内と海外の差は、パートナーシップ構築フェーズで顕著に表れている。そもそもカントリーリスクの発生確率が、日本と発展途上国では格段に違っていることが大きい。

また、公共（ODA）とPPPの差は、パートナーシップ構築と資金調達フェーズで大きく表れている。公共（ODA）のパートナーは行政（JICA）であり、現地民間企業に比べて信用リスク、財務リスク等は極めて大きな差が発生する。資金調達でも同じことが言え、公共（ODA）の場合は既に予算の裏付けが取られたプロジェクトとして進行しているが、PPPの場合は資金調達を事業者自ら進めていかなければならず、資金不足によるプロジェクトの遅れや停止に至るリスクは公共（ODA）に比べて極めて大きいと言わざるを得ない。

EPCフェーズでは、「D20-3 設計条件」において、リスク所属はPPPと公共／ODAともに変わっていないが、PBの数値が海外PPP w/本邦建設コンサルタント（3点）、海外PPP w/o 本邦建設コンサルタントと国内PPP（2点）、ODAと国内公共（1点）としている。これはODAと国内公共では案件形成以前の段階で行政（&公共発注機関、あるいはそこに委託された別のコンサルなど）が十分な調査等を行うことでリスクの発現要因を摘み取っているため、本邦建設コンサルタントが関与するときにはPBが下げられているためである。すなわち、行政（&公共発注機関）にリスクを保有してもらっているため、本邦建設コンサルタントの視点（立場）ではPBの点数が低く見えているとも言える。

「同じ種類、同じ規模の事業であれば、考慮すべきリスク総量は同じである」と仮定した場合、リスクレベル分析結果を概観すると以下のようなシナリオが考えられる。

- 同じ種類、同じ規模の事業であれば、考慮すべきリスク総量は同じである
- そのうち、本邦技術者（発注者、請負者、コンサルタントいずれも）にとっては、海外PPP<ODA<国内PPP<国内公共の順に、リスク特定と適切な対策を講じることができる項目が多くなる
- 結果として、国内公共などの所謂「少数精鋭の案件」は十分なリスク対策が講じられていることになる（日本人がリスク保有できる）

- 海外 PPP はもともと日本人にとって保有が難しい現地固有のリスク項目が多いが、これはローカルで保有可能なものも多い
- 国内案件と異なり、技術的なリスク項目についてはローカルで対応できていないものもあり、これは本邦建設コンサルタントが対応することでリスク対策を国内レベルに近づけることを目指す

上記のシナリオを具体的に検証したものを以下に示す。

- 小水力プロジェクトのリスク総量は、最低限の技術力しかもたない海外の事業者とローカルコンサルを前提とすると、「海外 PPP w/o 本邦建設コンサルタント」のポイントである **1,968** 点とする
- これは、基本的に事業一括モデルの事業者（公共/ODA では行政）と本邦建設コンサルタントが負うことになる
- 国内公共 **977** 点、国内 PPP**1,239** 点、ODA**1,243** 点、海外 PPP w/本邦建設コンサルタント **1,543** 点はその大半が本邦建設コンサルタントで負うことができるリスクとなる
- コンサルタント目線で整理された上記の点数と **1,968** 点との差分の大半は事業者（公共/ODA では行政）が保有するリスクと捉えられる
- つまり、**1,968** 点から本邦建設コンサルタントが負担できる点数（国内公共 **977** 点、国内 PPP**1,239** 点、ODA**1,243** 点、海外 PPP w/本邦建設コンサルタント **1,543** 点）を引いた **991**、**729**、**725**、**425** ポイントは事業者（行政）側が保有しなければならないリスクと捉える
- 発展途上国の事業者（特に民間事業者）の技術レベルは低く、事業者側が保有できるリスクは少ないため海外 PPP に本邦建設コンサルタントが参加する場合は多くのリスクマネジメントをしなければならないことになる

なお、海外 PPP では、本邦建設コンサルタントの参画により RL が **1,968** 点から **1,543** 点まで **425** 点（**21.6%**）低減できることが示されたが、これを確実に遂行するためのリスクマネジメントが重要であり、より多くの本邦建設コンサルタントが参入するための方策を策定（プロジェクトマネジメント）することが求められる。

## 5.6. 海外 PPP プロジェクトのリスク比較分析

国内と海外では、政治・政策的リスクや商業的リスクの領域で置かれている状況が大きく異なるため、第 5.5 節のリスクレベル分析結果を比較する際にはその点に十分留意する必要がある。本節では、本邦建設コンサルタントの視点においてリスクレベルが最も高い評価となった海外 PPP プロジェクトの考察を行うため、政治・政策的リスクの面で概ね同じ土俵上にある ODA プロジェクト、商業的リスクの面で概ね同じ土俵上にある国内 PPP プロジェクトとのリスク比較を試みた。

表 5-18 より、全てのフェーズにおいて海外 PPP の RL が ODA 及び国内 PPP を上回っていることが分かる。ODA では、案件形成段階から十分な資金に基づく信頼性の高い FS に基づき事業が進められている。また、パートナーシップ構築、資金調達では相手国政府の信用リスクの下、日本の ODA 予算が確保されていることにより、RL は極めて低く算定されている。更に、O&M は既に運営ノウハウを有する相手国政府系機関が実施するケースが大半である。

一方、国内 PPP では、発展途上国に比べて各種データベースは整備されており情報アクセスも容易であるが、FS 資金は自己調達しなければならないため、必要十分な調査が成されないリスクがある。また、パートナーシップ構築では民間企業のリスクや SPC 契約リスク、信頼関係構築リスクは海外 PPP 同様に発生する。資金調達でも海外 PPP と大きな差はないと考えられる。EPC では、SPC からコントラクター丸投げの二者構造になりやすく、コントラクターの経験と能力に負う部分が多い。O&M でも運営ノウハウを持たない SPC による運営のためリスクが残る部分である。しかしながら、総じて国内という地理、歴史、文化的背景が同一で、情報入手が行いやすい環境のため、良いマネジメントを実施することでかなりのリスクを軽減することが海外 PPP に比べて容易であると言える。

表 5-18 海外 PPP と ODA、国内 PPP のリスク比較

実行 フェーズ	海外 PPP の主要リスク		ODA の主要リスク		国内 PPP の主要リスク	
		RL*		RL		RL
案件形成	資金不足かつ情報不足のため、不十分な FS 結果に基づく事業性判断リスク	844 (605)	日本政府 (JICA) 主導により資金はあるものの情報不足リスクは残る (リスク低)	547	情報入手は可能だが、資金不足のため、やや不十分な FS 結果に基づく事業性判断リスク	484
パートナー シップ構築	カントリーリスク、現地企業の信用リスク、SPC 契約リスク、信頼関係構築リスク	222 (156)	相手国政府の信用リスク、カントリーリスク (リスク低)	115	現地民間企業の信用リスク、SPC 契約リスク、信頼関係構築リスク	142
資金調達	短期間かつ高金利な市中銀行からの資金調達リスク	131 (97)	ODA 予算、低金利、長期返済による予算確保 (リスク低)	33	市中銀行からの資金調達リスク	90
EPC	EPC コントラクターに丸投げ、コンサル不在の【二者執行構造】リスク	604 (541)	政府入札によるコンサル、コントラクター選定【三者執行構造】(リスク低)	438	EPC コントラクターに丸投げ、コンサル不在の【二者執行構造】リスク	413
O&M (SPC 運営)	運営ノウハウを持たない民間事業者 (SPC) が運営するリスク	167 (144)	運営ノウハウを有する政府または政府系機関が運営 (リスク低)	110	運営ノウハウを持たない民間事業者 (SPC) が運営するリスク	110
RL 計		1,968 (1,543)		1,243		1,239

\*) 海外 PPP の RL で括弧内は本邦建設コンサルタント参画時のもの

以上より、海外 PPP は ODA や国内 PPP に比べて広範囲に渡り高いリスクを抱えていることが明らかである。案件形成では精度の低い FS 結果に基づき事業性を判断するケースが大半を占め、ODA では無視できるレベルにあるパートナーシップ構築や資金調達においても各々高いリスクが発生する。EPC では、前提条件となる FS や基本設計の精度が低いことから、品質・コスト・工程において計画との大きな乖離が高い確率で発生する。

このように、発展途上国における海外 PPP 小水力プロジェクトの現場では、出資の過半を取るローカル企業主体で事業を進めることにより、技術的及び資金的に相当大きなリスクを抱え込んでいるのが実態である。では、本邦建設コンサルタントにとってリスクが高い結果となった海外 PPP 市場への参入は見送るのが果たして賢明なのであろうか。

ここまで、第 2 章では本邦建設コンサルタントの国内市場及び ODA 市場の縮小実態が明らかになり、第 4 章ではアジア市場の成長性と欧米コンサルタントの事業戦略を分析し、本邦建設コンサルタントがグローバルな市場競争から周回遅れの状況にあることを目の当たりにしてきた。国内市場の縮小に伴い熾烈な競争環境に拍車がかかり、淘汰される企業が増加することにより、本邦建設コンサルタント業界の魅力が失われ、若くて優秀な人材が他業界へ流れてしまい斜陽産業となることは、明治維新以降の日本における様々な産業の歴史が証明している。このような最悪の結末を打破するためにも、リスクが高いことは、改善の余地すなわち“のびしろ”が大きいと考え、これを解決することが利益につながり、失敗を恐れずチャレンジして自己変革を進めていくといった発想の転換（パラダイムシフト）が本邦建設コンサルタント業界に求められているものと考ええる。また、リスクが高いことは、国内外の同業他社やインフラ関連産業の進出が抑制され、競争が少ないことから本邦建設コンサルタントの強み、差別化を発揮できるチャンスであると捉えることもできる。海外 PPP 市場は、まさにその可能性とポテンシャルを有した市場であると言える。

このような PPP プロジェクトを海外で進めていくには、これら多種多様なリスクを、現地政府、現地パートナーや国内外のパートナーと適切に分担を図り、高度なリスクマネジメントを行う必要がある。すなわち、極めて高いリスクの顕在化を最小限に留め、長期に渡る O&M 期間において安定的に利益を上げる事業とするため、案件形成段階から事業全体をコーディネートし、司令塔的な役割を担う「調整役」の存在が極めて重要であり、アジアでの小水力発電事業に代表される様々な PPP によるインフラ事業を持続可能な形で実現していく重要なポイントと言える。



## 第 5 章 参考文献

- ADB. (2009). Infrastructure for a Seamless Asia.
- HirotaYoichi. (2006). The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project. KochiUniversity of Technology.
- JICA、電源開発、開発設計コンサルタント. (2011). 水力開発ガイドマニュアル（第 1 分冊 一般水力・揚水式水力発電）. JICA.
- MunehiroYuji. (2015). THE CHALLENGE AND THE ROLE OF JAPANESE CIVIL ENGINEERING CONSULTING FIRM FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN DEVELOPING COUNTRIES. The 10th SSMS International Conference.
- World Energy Council. (1995).
- 加賀隆一. (2013). アジアのインフラ・ビジネス. 日本評論社.
- 外務省. (2016). 平成 28 年度 ODA 一般会計予算（当初予算）.
- 国土交通省. (2012). 平成 24 年度 我が国の建設企業の海外 PPP 事業への参画のための戦略検討業務. 国土交通省.
- 国土交通省総合政策局 情報政策課建設経済統計調査室. (2016). 平成 28 年度 建設投資見通し 概要.
- 首相官邸. (2013). 日本再興戦略.
- 土木学会エネルギーインフラ輸出検討小委員会. (2014). パッケージ型インフラ輸出の促進に向けて. 土木学会 エネルギー委員土木学会.
- 宗広裕司、草柳俊二、五艘隆志. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究. 土木学会.
- 宗広裕司. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に関する研究. 高知工科大学大学院.
- 廣田洋一. (2013). 海外建設プロジェクトに於けるリスクマネジメント. 高知工科大学国際建設プロジェクトマネジメントコース講義資料.

## 6. 本邦建設コンサルタントによる海外 PPP プロジェクトのリスクマネジメント

第5章では、小水力発電事業をケーススタディに、海外 PPP プロジェクトにおけるリスクの定量化を行い、国内公共、国内 PPP、海外 ODA の事業カテゴリに比較して、海外 PPP プロジェクトのリスクは案件形成から O&M に至る全てのフェーズにおいて高いことを確認した。本章では、廣田が開発したリスクマネジメントシステム [Hirota, 2006] を基に PPP プロジェクト向けに一部アレンジして、第5章のリスクレベル分析で用いたケーススタディに適用し、本邦建設コンサルタントのリスク対応能力を分析し、受容、緩和、配分または移転、回避などのリスク対応方針を導き出した。

### 6.1. リスクマネジメントシステム

#### 6.1.1. 海外 PPP プロジェクトのマネジメントレベル分析

廣田は、The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project [Hirota, 2006] において、プロジェクト要員のマネジメントレベルを次の方針で設定している。

- プロジェクト要員の基本能力は業務に対する知識と経験から測定する。
- 知識 (KL) は、「大変少ない」から「大変豊富」までの5段階で評価する。
- 経験は、国際建設プロジェクト業務の経験 (PE) と FIDIC に基づくプロジェクト遂行経験 (CE) から評価する。

以上の考え方にに基づき、リスクマネジメントのレベル分析表を表 6-1 のように整理している。

表 6-1 国際建設プロジェクトにおけるリスクマネジメントのレベル分析

Ⅱ. リスクマネジメント・レベル分析 Risk Management Level Analysis				
チェック項目 Check Item	略語 Abbreviation	分類とレベル Category Code & level		
業務に関する知識 Knowledge about the Task	KL	大変少ない	Very Low	1
		少ない	Low	2
		普通	Intermediate	3
		豊富	High	4
		大変豊富	Very High	5
国際建設プロジェクトにおける 業務に関する経験 Experience of the Task at Overseas projects	PE	無し	New experience	1
		2案件未満	Less than 2 projects	2
		2～5案件	2 to 5 projects	3
		5-10案件	5 to 10 projects	4
		10案件超	More than 10 projects	5
FIDIC標準契約約款に基づくプ ロジェクトの遂行経験 Experience of project execution based on FIDIC standard conditions contract	CE	無し	New experience	1
		2案件未満	Less than 2 projects	2
		2～5案件	2 to 5 projects	3
		5-10案件	5 to 10 projects	4
		10案件超	More than 10 projects	5
注) プロジェクト経験数は実際にメンバーとしてプロジェクトを遂行した案件数				

出所：廣田「The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project」

これは、ODA による国際建設プロジェクトを前提としたリスクマネジメントレベルの分析であるが、第 5.7 節で述べた通り、海外 PPP プロジェクトではパートナーシップ構築や資金調達、O&M など、ODA ではリスクレベルが低いと評価されるフェーズにおいても高いリスクが発生することから、PPP プロジェクトの遂行経験がリスクマネジメントを行う上で極めて重要になってくる。したがって、海外 PPP プロジェクトのリスクマネジメントレベルを次の方針で設定し、表 6-2 のように修正した。

- プロジェクト要員の基本能力は業務に対する知識と経験から測定する。
- 知識（KL）は、「大変少ない」から「大変豊富」までの 5 段階で評価する。
- 経験は、海外 PPP プロジェクト業務の経験（P3E）と FIDIC に基づくプロジェクト遂行経験（CE）から評価する。

表 6-2 海外 PPP プロジェクトにおけるリスクマネジメントのレベル分析

Ⅱ. リスクマネジメント・レベル分析 Risk Management Level Analysis				
チェック項目 Check Item	略語 Abbreviation	分類とレベル Category Code & level		
業務に関する知識 Knowledge about the Task	KL	大変少ない	Very Low	1
		少ない	Low	2
		普通	Intermediate	3
		豊富	High	4
		大変豊富	Very High	5
国際PPPプロジェクトにおける業務に関する経験 Experience of the Task at Overseas PPP projects	P3E	無し	New experience	1
		2案件未満	Less than 2 projects	2
		2～5案件	2 to 5 projects	3
		5～10案件	5 to 10 projects	4
		10案件超	More than 10 projects	5
FIDIC標準契約約款に基づくプロジェクトの遂行経験 Experience of project execution based on FIDIC standard conditions contract	CE	無し	New experience	1
		2案件未満	Less than 2 projects	2
		2～5案件	2 to 5 projects	3
		5～10案件	5 to 10 projects	4
		10案件超	More than 10 projects	5
注) プロジェクト経験数は実際にメンバーとしてプロジェクトを遂行した案件数				

出所：廣田「The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project」をもとに筆者作成

なお、上記のリスクマネジメントレベルは、経験的に設定したベンチマークであり、第 5 章におけるリスクレベルの設定同様、今後の事例蓄積によりクラス分けやレベルの見直しを図ることが望ましい。

### 6.1.2. リスクマネジメント能力

リスクマネジメント能力（RML）は廣田の算定方式に従い、以下の式により算定される。

$$\text{リスクマネジメント能力 (RML)} = \text{KL} \times \sqrt{\text{P3E} + \text{CE}}$$

ここで、KL：知識

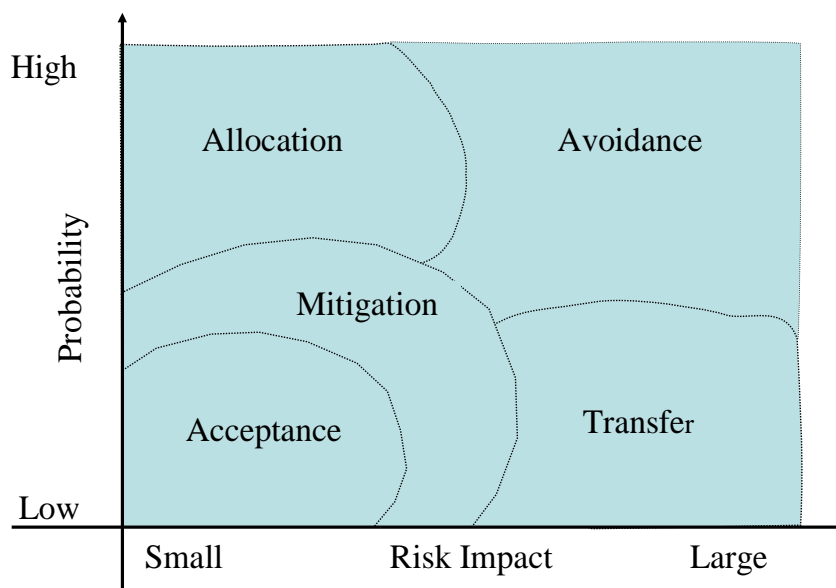
P3E：海外 PPP プロジェクトにおける業務に関する経験

CE：FIDIC 標準契約約款に基づくプロジェクトの遂行経験

このリスクマネジメント能力は、調査リストにあるリスク項目毎に、プロジェクトマネジャーからスタッフまでメンバー各々を評価する。最終的には、プロジェクトチームのリスクマネジメント能力を評価することが可能である。

### 6.1.3. リスク対応策

一般にリスクの発生確率と影響度に応じて、リスク対応策は図 6-1 のように整理される。



出所：廣田「The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project」

図 6-1 リスク対応策

廣田は以下の手法により、プロジェクトチームのリスク対応能力を算定し、対応策を選定している。

$$\text{リスク対応能力 (RA)} = \text{RML} / \text{RL}$$

ここで、RML：リスクマネジメント能力

RL：リスクレベル

$\text{RA} \geq 0.80$	: 受容
$0.80 > \text{RA} \geq 0.65$	: 緩和
$0.65 > \text{RA} \geq 0.35$	: 配分または移転

$0.35 > RA$  : 回避

各業務でメイン責任者となるプロジェクトマネジャーのリスク対応能力を分析し、 $RA \geq 0.80$  で各リスクを「受容」できる場合は問題ないが、 $0.80 > RA \geq 0.65$  で「緩和」となった場合は、専門スタッフ（サブ責任者）を補強してチームとしてのリスク対応能力を向上させる対応を検討する。

一方、チームとしてのリスク対応能力が  $0.65 > RA \geq 0.35$  で「配分または移転」との評価の場合、オーナーやコントラクター、メーカー等にリスクを配分するか、保険などに移転することになる。なお、チームとしてのリスク対応能力が  $0.35 > RA$  で「回避」の評価となったリスク項目は、条件や計画を変更する必要がある。

## 6.2. 海外 PPP プロジェクトへのリスクマネジメントシステムの適用

### 6.2.1. プロジェクト体制

第 5.3 節で設定した小水力発電事業のケーススタディを想定し、フェーズ毎に表 6-3 のプロジェクト体制を設定した。

表 6-3 プロジェクト体制の例

		実行フェーズ				
		案件形成	パートナーシップ構築	資金調達	EPC	O&M
100	プロジェクトマネジャー	◎	◎	◎	◎	◎
200	現地コミュニケーション担当	△	△	△	△	△
200	契約専門家	△	○	△	△	△
300	資金調達専門家	△		○		
400	土木設計技術者	○			△	△
410	土木施工管理技術者	△			○	△
420	電気・機械技術者	△			△	△
430	水文・測量技術者	△				
440	地盤地質技術者	△			△	
450	社会環境技術者	△				
460	O&M 専門家				△	○
500	アドミニストレーション担当	△	△	△	△	△

注) ◎：メイン責任者、○サブ責任者、△サポート

ここで、メイン責任者、サブ責任者の知識と業務経験は以下のように設定した。

表 6-4 プロジェクトチームの知識と業務経験

		業務に対する知識 (KL)	海外 PPP プロジェクトにおける業務に関する経験 (P3E)	FIDIC 標準契約約款に基づくプロジェクトの遂行経験 (CE)
100	プロジェクトマネジャー	PPP プロジェクト業務全般に対する知識を一定レベルで保有 (1~4)	過去に PM として 2 件、メンバーとして 2 件の経験を保有 (3)	過去にメンバーとして 1 件の遂行経験を保有 (2)
200	契約専門家	契約に対する豊富な知識を保有 (2~4)	過去にメンバーとして 1 件の経験を保有 (2)	経験なし (1)
300	資金調達専門家	資金調達に対する豊富な知識を保有 (4)	過去にメンバーとして 1 件の経験を保有 (2)	経験なし (1)
400	土木設計技術者	水土木に対する豊富な知識を保有 (3~4)	経験なし (1)	過去にメンバーとして 1 件の遂行経験を保有 (2)
410	土木施工管理技術者	土木施工管理に対する豊富な知識を保有 (1~4)	経験なし (1)	過去にメンバーとして 3 件の遂行経験を保有 (3)
460	O&M 専門家	O&M に対する豊富な知識を保有 (2~4)	経験なし (1)	経験なし (1)

注) 括弧内の数値はリスクマネジメントレベルを示す

### 6.2.2. リスクマネジメント能力の評価

ここでは、全フェーズのメイン責任者であるプロジェクトマネジャー（PM）及び各フェーズのサブ責任者のリスクマネジメント能力を評価した。表 6-5 に案件形成フェーズの例を示す。

表 6-5 PM のリスクマネジメント能力の算定例（案件形成フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務	コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 withoutコンサル				マネジメント能力 プロジェクトマネジャー (メイン責任者)												土木設計技術者 (サブ責任者)				チーム計								
				PB	IP	RL	KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML														
情報収集	A 10 1	計画地点	計画地点が正確に特定できない	3	5	15	2	3	2	5	4	1	2	6	11																	
	A 10 1	電力需給分析	電力需給を見誤る	2	5	10	2	3	2	5	2	1	2	3	8																	
	A 10 2	流量測定	河川流量を測定していない	5	4	20	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 3	降雨量データ	降雨量データの質と量が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 4	流量推定	流量推定手法が適切でない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 5	河川水質	河川水質 (ph等) が入手できない	4	2	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 6	流砂・堆砂状況	流砂・堆砂状況が不明	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 7	洪水位	実績洪水位が不明	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 8	地質調査書	地質調査書がない	4	2	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 9	地盤強度調査書	地盤強度調査書がない	4	2	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 10	接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態が不明	4	3	12	2	3	2	5	3	1	2	4.5	9.5																	
	A 10 11	地形図入手	適切な地形図が入手できない	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 12	落差	有効落差が不十分	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 12	落差推定	地形図の読み取りミス	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 10 13	アクセス確保	アクセス道路がない	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
A 10 14	調査品質 (全般)	既存調査結果の精度が極端に低い	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																		
A 10 15	調査許認可取得	調査許認可が未取得	4	4	16	2	3	2	5	2	1	2	3	8																		
現地踏査	A 20 1	車両手配	現地調査に適切な車両が確保できない	2	1	2	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4																	
	A 20 2	宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	2	1	2	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4																	
	A 20 3	調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	2	3	6	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4																	
	A 20 4	調査反対	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	2	4	8		3	2	0			2	0	0																	
	A 20 5	踏査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
資金確保	A 30 1	FS資金 (PPP)	FS資金が十分に確保されていない	5	2	10	4	3	2	10	2	1	2	3	13																	
	A 30 2	FS資金 (PPP)	FS資金の確保に時間を要する	5	2	10	4	3	2	10	2	1	2	3	13																	
	A 30 3	FS資金 (公共/ODA)	予算状況によりFS資金確保が遅れる																													
	A 30 4	FS資金 (ODA)	相手国政府事情によりFS資金確保が遅れる																													
案件形成	A 40 1	FS調査の主体 (PPP)	現地コンサル主導のFSでは様々な技術的問題が散見される	4	2	8		3	2	0		1	2	0	0																	
	A 40 2	FS調査の主体 (公共/ODA)	(国際的) コンサルの選定が不適切																													
	A 40 3	調査品質 (全般)	現地調査会社による流量、測量、地質・地盤調査など事前の基礎調査結果の精度が極端に低い	3	3	9	4	3	2	10	3	1	2	4.5	14.5																	
	A 40 4	電力需給分析	電力需給を見誤る	2	5	10	2	3	2	5	2	1	2	3	8																	
	A 40 5	調査機材	調査機材の不足により調査工程の遅延が発生	2	1	2	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 6	車両手配	現地踏査に適切な車両が確保できない	2	1	2	2	3	2	2.5	2	1	2	3	8																	
	A 40 7	宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	2	1	2	2	3	2	2.5	2	1	2	3	8																	
	A 40 8	調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	2	3	6	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4																	
	A 40 9	調査実施不可	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	2	4	8		3	2	0			2	0	0																	
	A 40 10	踏査工程	現地踏査の遅延により調査工程が遅れる	1	3	3	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 11	踏査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 12	調査品質 (流量測定)	河川流量を測定していない	5	4	20	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 13	調査品質 (流量測定)	流量測定手法が不適切	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 14	調査品質 (地形測量)	地形測量の精度が低い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 15	調査品質 (地盤地質)	地盤・地質調査の精度が低い。ボーリング調査が必要箇所所未実施または調査精度が低い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 16	有効落差	有効落差が不十分 (事前調査の品質不良)	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 17	最大使用水量	最大使用水量が不十分 (事前調査の品質不良)	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 18	計画・設計の品質 (PPP)	現地コンサルの設計技術力が低い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 19	計画・設計の品質 (公共/ODA)	(国際的) コンサルの選定が不適切			0				0				0	0																	
	A 40 20	取水点位置	取水点位置が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 21	放水点位置	放水点位置が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 22	堰高さ・構造・形式	堰の高さ、構造、形式が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 23	沈砂池計画	沈砂池の機能が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 24	導水路長・形式	導水路長が長く、導水路形式が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 25	計画勾配	計画勾配が急で不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 26	水圧管	水圧管の口径、材質が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 27	送電電圧	送電電圧が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 28	送電距離	送電距離が長い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 29	接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態 (需要量、停電、電圧変動、周波数変動等) が不明	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 30	施工計画の品質	施工計画の精度が低い	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 31	施工計画	工期に雨期、断食期間、長期休暇などが考慮されていない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 32	水車発電機形式	水車発電機の知識・経験が少なく適切な形式が選定できない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 33	稼働率	稼働率の設定が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 34	利用率	利用率の設定が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	
	A 40 35	総出力	総出力が当初想定値に達しない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5																	



### 6.3. リスク対応能力の評価と対応策の選定

リスクマネジメント能力（RML）とリスクレベル（RL）の比から、メイン責任者である PM のリスク対応能力（RA）を評価するとともに、サブ責任者を加えたプロジェクトチームのリスク対応能力も評価した。

$$\text{リスク対応能力 (RA)} = \text{RML} / \text{RL}$$

$$\text{PM のリスク対応能力 RA (PM)} = \text{RML (PM)} / \text{RL (PM)}$$

$$\text{チームのリスク対応能力 RA (TEAM)} = \text{RML (TEAM)} / \text{RL (TEAM)}$$

ここで、RML (TEAM) は PM 及びチームメンバーの RML の総和

RL (TEAM) は PM 及びチームメンバーの RL の総和

ここでは、プロジェクトチームのリスク対応能力 RA (TEAM) によりリスク項目を色分けしており、0.65 未満の場合は赤字、0.65 以上で 0.8 未満の場合は青字で表記している。

#### 6.3.1. 案件形成フェーズ

案件形成フェーズのリスク対応能力評価を表 6-6 に示す。

プロジェクトマネジャーによる RA の多くが 0.65 未満と低く評価された。これらの多くは、ローカルコンサルの技術力が低いことによるリスク項目であり、サブ責任者である土木設計技術者を加えた RA は 0.8 を超え、チームとして対応可能であることが分かった。

一方、現地踏査時の準備や許認可等取得、土地収用といった項目は、何れもチーム RA が 0.50 未満と低く、配分または移転すべきリスクと評価された。これらは本邦建設コンサルタント側の体制を強化しても受容、緩和できるリスクではなく、現地パートナー側に配分すべきリスクである。本邦建設コンサルタントには現地パートナーと役割分担を合意して実行させるためのマネジメントが求められる。

表 6-6 リスク対応能力の評価 (案件形成フェーズ)

実行フェーズ／ 共通業務	コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析			マネジメント能力										リスク対応能力			
				withoutコンサル			プロジェクトマネジャー (メイン責任者)					土木設計技術者 (サブ責任者)					チーム計		RA	
				PB	IP	RL	KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML	ML	プロジェクトマネジャー	チーム			
情報収集	A 10 1	計画地点	計画地点が正確に特定できない	3	5	15	2	3	2	5	4	1	2	6	11	0.33	0.73			
	A 10 1	電力需給分析	電力需給を見逃す	2	5	10	2	3	2	5	2	1	2	3	8	0.50	0.80			
	A 10 2	流量測定	河川流量を予測していない	5	4	20	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.38	0.88			
	A 10 3	降雨量データ	降雨量データの量と質が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 10 4	流量推定	流量推定手法が適切でない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 10 5	河川水質	河川水質 (pH等) が入手できない	4	2	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.94	1.69			
	A 10 6	流砂・堆砂状況	流砂・堆砂状況が不明	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13			
	A 10 7	洪水位	実績洪水位が不明	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13			
	A 10 8	地質調査書	地質調査書がない	4	2	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.94	1.69			
	A 10 9	地盤強度調査書	地盤強度調査書がない	4	2	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.94	1.69			
	A 10 10	調査品質 (全般)	地質調査書の精度が低い	4	5	19	2	3	2	5	3	1	2	4.5	9.5	0.42	0.79			
	A 10 11	地形図入手	適切な地形図が入手できない	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13			
	A 10 12	落差	有効落差が不十分	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.47	0.84			
	A 10 12	落差推定	地形図の読み取りミス	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.47	0.84			
	A 10 13	アクセス確保	アクセス道路がない	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13			
A 10 14	調査品質 (全般)	既存調査結果の精度が極端に低い	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.47	0.84				
A 10 15	調査許認可取得	調査許認可が未取得	4	4	16	2	3	2	5	2	1	2	3	8	0.31	0.50				
現地踏査	A 20 1	車両手配	現地踏査に適切な車両が確保できない	2	1	2	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4	1.25	2.00			
	A 20 2	宿泊手配	現地近郊に適切な宿泊所が確保できない	2	1	2	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4	1.25	2.00			
	A 20 3	調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	2	3	6	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4	0.42	0.67			
	A 20 4	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	2	4	8	3	3	2	0	1	2	0	0	0.00	0.00	0.00			
	A 20 5	調査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	1.25	2.25			
資金確保	A 30 1	FS資金 (PPP)	FS資金が十分に確保されていない	5	2	10	4	3	2	10	2	1	2	3	13	1.00	1.30			
	A 30 2	FS資金 (PPP)	FS資金の確保に時間を要する	5	2	10	4	3	2	10	2	1	2	3	13	1.00	1.30			
	A 30 3	FS資金 (公共/ODA)	予算状況によりFS資金確保が遅れる																	
	A 30 4	FS資金 (ODA)	相手国政府事情によりFS資金確保が遅れる																	
案件形成	A 40 1	FS調査の主体 (PPP)	現地コンサル主導のFSでは様々な技術的問題が散見される	4	2	8		3	2	0		1	2	0	0	0.00	0.00			
	A 40 2	FS調査の主体 (公共/ODA)	(国際的)コンサルの選定が不適切																	
	A 40 3	調査品質 (全般)	現地調査会社による流量、測量、地質・地盤調査など事前の基礎調査結果の精度が極端に低い	3	3	9	4	3	2	10	3	1	2	4.5	14.5	1.11	1.61			
	A 40 4	電力需給分析	電力需給を見逃す	2	5	10	2	3	2	5	2	1	2	3	8	0.50	0.80			
	A 40 5	調査工費	調査材料の不足により調査工程の遅延が発生	2	1	2	1	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	3.75	6.75			
	A 40 6	車両手配	現地踏査に適切な車両が確保できない	2	1	2	2	3	2	2.5	1	1	2	3	8	2.50	4.00			
	A 40 7	宿泊手配	現地近郊に適切な宿泊所が確保できない	2	1	2	2	3	2	2.5	1	1	2	3	8	2.50	4.00			
	A 40 8	踏査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	2	3	6	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4	0.42	0.67			
	A 40 9	調査実施不可	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	2	4	8	3	3	2	0	1	2	0	0	0.00	0.00	0.00			
	A 40 10	調査工費	現地踏査の遅延により調査工程が遅れる	1	3	3	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	2.50	4.50			
	A 40 11	調査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.50			
	A 40 12	調査品質 (流量測定)	河川流量を予測していない	5	4	20	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.38	0.88			
	A 40 13	調査品質 (流量測定)	流量測定手法が不適切	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13			
	A 40 14	調査品質 (地形測量)	地形測量の精度が低い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 15	調査品質 (地盤地質)	地盤・地質調査の精度が低い。ボーリング調査が必要箇所でも未実施または調査精度が低い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 16	有効落差	有効落差が不十分 (事前調査の品質不良)	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	1.25	2.25			
	A 40 17	最大使用水量	最大使用水量が不十分 (事前調査の品質不良)	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	1.25	2.25			
	A 40 18	計画・設計の品質 (PPP)	現地コンサルの設計技術力が低い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 19	計画・設計の品質 (公共/ODA)	(国際的)コンサルの選定が不適切																	
	A 40 20	取水点位置	取水点位置が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 21	取水点位置	取水点位置が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 22	堰高・構造・形式	堰の高さ、構造、形式が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 23	沈砂池計画	沈砂池の機能が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 24	導水路長・形式	導水路長が長く、導水路形式が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 25	計画勾配	計画勾配が急で不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 26	水圧管	水圧管の口径、材質が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 27	送電電圧	送電電圧が不十分	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 28	送電距離	送電距離が長い	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 29	接続先電力系統実態	接続先の電力系統実態 (需要量、停電、電圧変動、周波数変動等) が不明	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 30	施工計画の品質	施工計画の精度が低い	4	3	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13			
	A 40 31	施工計画	工期に雨期、断食期間、長期休暇などが考慮されていない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 32	水車発電機形式	水車発電機の知能・経験が少なく適切な形式が選定できない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 33	稼働率	稼働率の設定が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 34	利用率	利用率の設定が不適切	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
	A 40 35	総出力	総出力が当初想定値に達しない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50			
A 40 36	水車台数	水車台数が不適切	2	3	6	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	1.25	2.25				
A 40 37	社会環境影響調査の実施	社会・自然環境に多大な影響を与える事象が明確になり、十分な対策が立案できず調査結果がステークホルダーに受け入れられない	2	4	8	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.94	1.69				
A 40 38	社会環境NPO	社会環境NPOによる調査反対運動が発生	2	4	8	1	3	2	2.5	1	1	2	1.5	4	0.31	0.50				
A 40 39	調査項目の見落とし	重要な調査項目の見落としとリスク	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13				
A 40 40	コスト積算の品質	BOQとコスト単価の精度が低い	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.47	0.84				
A 40 41	総事業費	総事業費が当初想定値を大幅に超過	4	5	20	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.38	0.88				
A 40 42	最適出力規模	総出力が最適出力規模となっていない	4	4	16	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.47	0.84				
A 40 43	事業スキームの不備	投資家 (資本金) 候補がいない	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13				
A 40 44	資金調達スキームの不備	レンダー (金融機関) が未定	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13				
A 40 45	売電単価	売電単価が不確定	2	4	8	2	3	2	5	4	1	2	6	11	0.63	1.38				
A 40 46	経済性評価の品質	精度の低い収入とコストの算定結果に基づき経済性評価を実施し、事業実施可否を判断している	4	4	16	4	3	2	10	4	1	2	6	16	0.63	1.00				
A 40 47	経済性 (IRR)	経済性 (IRR) が当初想定に達しない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50				
A 40 48	経済性 (DSCR)	経済性 (DSCR) が当初想定に達しない	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.83	1.50				
A 40 49	リスク項目の見落とし	重要なリスク項目の見落とし	4	3	12	4	3	2	10	4	1	2	6	16	0.83	1.33				
A 40 50	事業実施判断の信頼度	調査の結果、フィジビリティが確保できないことが判明、事業性、採算性の見直しリスク	4	4	16	4	3	2	10	4	1	2	6	16	0.63	1.00				
A 40 51	調査工程	調査の不備、やり直し等により事業化着手が遅延	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	2	6	13.5	0.63	1.13				
許認可等取得	A 50 1	許認可取得	許認可取得段階で官庁とのコミュニケーションが困難	3	4	12		2	2	4		1	2	1.5	5.5	0.33	0.46			
	A 50 2	許認可取得 (申請書類) の不備	許認可取得 (申請書類) の不備	3	4	12	2	2	2	4	1	1	2	1.5	5.5	0.33	0.46			
	A 50 3	許認可取得 (申請書類) の不備	許認可取得の遅れによる事業化着手が遅延	3	4	12		2	2	4		1	2	1.5	5.5	0.33	0.46			
	A 50 4	住民合意形成	地域住民合意形成が困難で調査が進まない	3	4	12		2	2	4		1	2	1.5	5.5	0.33	0.46			
	A 50 5	住民合意形成 (進捗)	住民合意形成が進まず事業化着手が遅延	3	4	12		2	2	4										

### 6.3.2. パートナークシップ構築フェーズ

パートナーシップ構築フェーズのリスク対応能力評価を表 6-7 に示す。

そもそのカントリーリスクとして政治・治安・法令・経済など所謂ポリティカルリスクと呼ばれるものに関しては、それこそ対象国を避けるか貿易保険などにリスクを移転する方策を取らざるを得ない。その他のリスク項目に対しては、プロジェクトマネジャーによる RA の多くが 0.65 未満と低く評価された。経験豊富な契約専門家をチームに加えることで一定の改善は見られたが、パートナーの財務情報や経営能力の確認及びパートナーとの信頼関係構築は依然として低い評価となった。また、パートナーの誠実性・政治力、仲介者の能力と誠実性、及び SPC マネジメントも同様に低く、これらはパートナーリスクと捉えてリスク緩和のための対応策を慎重に検討すべき重要項目である。

表 6-7 リスク対応能力の評価（パートナーシップ構築フェーズ）

実行フェーズ/ 共通業務	コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	マネジメント能力												リスク対応能力					
				海外PPP リスク分析 without IP/PP				プロジェクトマネジャー (メイン責任者)				契約専門家 (サブ責任者)				チーム計		RA			
				PB	JP	KL	P3E	CE	ML	P3E	CE	ML	P3E	CE	ML	チーム	チーム				
パートナー発掘	B 10 1	カントリーリスク(政治)	対象国の政治体制が不安定	2	8	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.25	0.40				
	B 10 2	カントリーリスク(治安)	対象国・地域の治安が悪化している	2	8	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.25	0.40				
	B 10 3	カントリーリスク(法令)	対象国の法令が複雑かつ改正・変更が頻繁に発生	2	8	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.31	0.50				
	B 10 4	カントリーリスク(経済)	対象国のインフレ・デフレリスク、為替変動リスク、外資準備高不足によるデフォルトの可能性	2	4	8	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.31	0.50				
	B 10 8	パートナーの財務状況	パートナーの財務状況が不明確(別事業の負債など隠れた事業リスクが存在)	4	4	16	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.31	0.69				
	B 10 6	政府の財務状況 (ODA/公共)	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA(有償)貸付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 10 7	パートナーの経営方針	パートナーの経営方針が投機型(事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない)	3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92				
	B 10 8	政府のインフラ整備方針 (ODA/公共)	政府・自治体のインフラ整備計画に含まれない、または優先順位が低く事業化が遅れる			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 10 9	パートナーの実績等	開示された実績が信頼できない	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
	B 10 10	政府の経歴・実績 (ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 10 11	パートナーとの信頼関係構築	パートナーと信頼関係が不十分(事業の意思決定情報など重要情報が共有されない)	4	4	16	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.31	0.59				
	B 10 12	政府との信頼関係構築 (ODA/公共)	政府・自治体の幹部や担当との信頼関係が不十分			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 10 13	パートナーの経営能力	オーナー経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存	4	4	16	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.31	0.59				
	B 10 14	政府の施策実行能力 (ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる			0		3	2	0		2	1	0	0						
パートナーシップ構築	B 20 1	NDA締結の円滑性	NDAに条件を提示する等円滑な締結ができない	2	2	4	2	3	2	5	4	2	1	6	11	1.25	2.75				
	B 20 2	パートナーの誠実性	パートナーが自己中心的な思考のため、Win-Winの関係を構築できない	3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.79					
	B 20 3	政府サイドの誠実性 (ODA/公共)	政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 20 4	パートナーの政治力	パートナーの政治力が不十分、許認可取得や住民合意形成が円滑に進まない	3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79				
	B 20 5	政府サイドの実行力 (ODA/公共)	政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 20 6	パートナー仲介者の能力と誠実性	仲介者がパートナー寄りのため、中立的な立場で調整してくれない。また、そもそも調整能力がない	3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79				
事業スキーム構築	B 30 1	出資比率	出資比率の協議が円滑に進まない	3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92				
	B 30 2	コンフリクト	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
	B 30 3	予算化 (ODA/公共)	政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる			0		3	2	0		2	1	0	0						
合併契約書 (JVA) 等の締結	B 40 1	SPC協定	SPC協定がオーナーの一存で決定するため、取締役会等が影響化する	3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79				
	B 40 2	拒否権	拒否権を発動できるスキームになっていない	2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83				
	B 40 3	JVA協議	JVA協議が円滑に進まない	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
	B 40 4	借款契約 (ODA)	JICA2の借款契約 (L/A)に時間がかかる			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 40 5	海外送金可否の確認	配当やFeeが日本へ送金できない	2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.63	1.38				
	B 40 6	当該国税務の確認	配当やFeeへの税金比率が高い	2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83				
	B 40 7	社内承認 (出資案件)	事業への理解が不十分のため社内承認が円滑に進まない	3	4	12	3	3	2	7.5	3	2	1	4.5	12	0.63	1.00				
	B 40 8	JVA締結	JVA締結が進まず事業化が遅れる	3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79				
SPC組成	B 50 1	口座開設の遅れ	当該国の口座開設に時間がかかる	3	2	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83				
	B 50 2	登記申請の遅れ	SPC登記申請に時間がかかる	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
	B 50 3	事務所の有無	対象地域に事務所登録がなく受注、契約ができない			0		3	2	0		2	1	0	0						
	B 50 4	組織体制	必要人員を集める見通しが立たない	2	3	6	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.83	1.33				
	B 50 5	人員育成計画・実施	人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る	2	3	6	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.83	1.33				
				229				123				120				249.5		0.55		1.09	

注)赤字は $RA < 0.65$ 、青字は $0.65 \leq RA < 0.80$

### 6.3.3. 資金調達フェーズ

資金調達フェーズのリスク対応能力評価を表 6-8 に示す。

プロジェクトマネジャーの RA は大半の項目で 0.65 未満で評価されており、PM 単独では対応が厳しいものの、資金調達の専門家に担当させることによりほぼ解決できることが確認できた。ただし、出資金の確保、融資担保や保証については、現地パートナーマターとなる。

融資契約締結の遅延が RA=0.69 と低く評価されているが、これは融資機関マターとなりハンドリングが困難なリスクであることによる。

表 6-8 リスク対応能力の評価（資金調達フェーズ）

実行フェーズ／共通業務				コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	マネジメント能力												リスク対応能力			
							海外PPP リスク分析 withoutコンサル				プロジェクトマネジャー (メイン責任者)				資金調達専門家 (サブ責任者)				チーム計		RA	
							PB	IP	RL	KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML	ML	プロジェクトマネジャー	チーム		
資金調達	資金調達スキーム構築	C 10 1	資金調達スキーム	案件開発に最適な融資ファシリティが見当たらない	2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.63	1.38				
		C 10 2	借款契約 (ODA)	借款契約が形成できない、または締結が遅れる			0		3	2	0		2	1	0	0						
		C 10 3	予算確保 (公共)	予算が確保できない、または予算化が遅れる			0		3	2	0		2	1	0	0						
	出資	C 20 1	出資金の確保	パートナー側の入金が不足または遅れる	2	4	8		3	2	0		2	1	0	0	0.00	0.00				
	融資契約の締結 (日系投資家のケース)	C 30 1	投資家との信頼関係構築	投資家との信頼関係構築が不十分	3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92				
		C 30 2	7Pバイヤーの選定	経験豊富な7Pバイヤーが見つからない	2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.63	1.38				
		C 30 3	調達金利	現地金融機関による高い金利でしか資金の調達ができず、事業の経済性を悪化させる要因となる	3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92				
		C 30 4	調達金利 (ODA)	国・地域によるが、円借款有償の場合、金利はほぼゼロに近い。			0		3	2	0		2	1	0	0						
		C 30 5	PF契約	PFの場合、多様な契約と複雑な交渉が必要になるが、それを実施・管理できる人材がいない	4	4	16	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.31	0.69				
		C 30 6	環境社会配慮	JICA、JBIC、ADB、WBなど国際金融機関からの融資の場合、環境社会配慮の基準が高くなり、その対策にコストと時間が必要となる	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
		C 30 7	融資担保	PFの場合不要、CFの場合はSPC出資者の担保が必要	3	2	6		3	2	0		2	1	0	0	0.00	0.00				
		C 30 8	保証	FITの場合はソブリン保証だが、その他PPAはサブソブリンとなり融資契約の条件を満たさない	3	3	9		3	2	0		2	1	0	0	0.00	0.00				
		C 30 9	事業計画承認の遅延	投資家による事業計画承認が遅延	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
		C 30 10	事業計画承認の遅延	免注者による事業計画承認が遅延			0		3	2	0		2	1	0	0						
		C 30 11	コスト評価、財務評価	IRRがターゲットレートより低い	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
		C 30 12	SPCマネジメント	ターゲットタリフ(電気料金)、ハードルレートの妥当性が不明確	2	2	4	2	3	2	5	4	2	1	6	11	1.25	2.75				
		C 30 13	ファイナンスメントの合意	ファイナンスメントの合意が遅延	3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22				
							0		3	2	0		2	1	0	0						
		C 30 14	融資契約の締結	融資契約締結の遅延	4	3	12	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.42	0.67				
		C 30 15	円借款契約の締結 (ODA)	円借款契約の遅延			0		3	2	0		2	1	0	0						
		C 30 16	予算の確保 (公共)	予算確保の遅延			0		3	2	0		2	1	0	0						
								131			55			63	118		0.42	0.90				

注) 赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

### 6.3.4. EPC フェーズ

EPC フェーズのリスク対応能力評価を表 6-9 に示す。

CM（施工管理）の契約は本邦建設コンサルタントによる EPC コンサルティングや CM といったリスクレベルの高い重要項目であるため、PM 及び経験豊富な土木施工管理技術者に加えて、契約専門家の存在が不可欠である。

エンジニアリングと施工管理、コミッションングはサブ責任者（土木施工管理技術者）を加えることで許容できるレベルに改善している。一方、機器・設備調達については、チームとしても RA が 0.8 未満と低い評価のままである。ここは新たに電機・機械の専門家を加えることでクリアできる可能性もある

が、調達先を日系のメーカーにすることで、ある程度のリスクを配分できる可能性がある。さらに、EPC／請負契約は請負者であるメーカー及びコントラクターが負うリスクとなる。

施工については、本邦建設コンサルタントは CM として、工程・資機材・品質・コストの厳格な管理が求められ、RA はやや低い評価となっていることから、リスク緩和策として例えばチーム体制を強化することが求められる。

表 6-9 リスク対応能力の評価 (EPC フェーズ)

実行フェーズ/ 共通業務	コード			リスク・カテゴリ	リスクの具体的内容	海外PPP リスク分析 without ロール		マネジメント能力												リスク対応能力 RA		
	D	10	1			PB	JP	RL	プロジェクトマネージャー (メイン責任者)				土木施工管理技術者 (サブ責任者)				チーム計	ML	プロジェクトマネージャー	チーム		
									KL	PSE	GE	ML	KL	PSE	GE	ML						
CM契約	D	10	1	コンサルの権限と責任 (PPP)	CM(三者構造)、コンサル(二者構造)、7P(ハイザー(同))によって コンサルの権限と責任が異なるが、権限と責任が不明確	4	4	16	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5		0.47	0.84		
	D	10	2	コンサルの権限と責任 (ODA)	原則CM(三者構造)となるが、権限と責任が不明確				0	3	2	0		1	3	0	0					
	D	10	3	コンサルの権限と責任 (国内公共)	原則コンサルまたは7P(ハイザー(二者構造))となるが、権限が不 く責任を負う				0	3	2	0		1	3	0	0					
	D	10	4	EPCマネジメント	EPC一括発注でない場合、水車発電機の仕様・工程と土木設 備の仕様・工程の調整が困難。これをマネジメントできる人材が ローカルにいない。	3	4	12	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5		0.63	1.13		
	D	10	5	コンサル契約	コンサルの権限と責任に応じた契約になっていない	3	4	12	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5		0.63	1.13		
エンジニアリ ング	D	20	1	エンジニアリング	EPC入札段階で基本設計や詳細設計が十分成されていないた め、契約後の設計変更やコスト増加要因となる。	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5		0.63	1.29		
	D	20	2	エンジニアリング	基本設計レベルの成果に基づく入札仕様書が必要	3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5		0.83	1.72		
	D	20	3	設計条件	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5		0.63	1.29		
	D	20	4	建設工法	ローカル建設会社の技術的問題から適切な建設工法が選択で きない	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5		0.63	1.29		
	D	20	5	工事数量	地形測量の精度が低く、正確な工事数量(土工量等)の計算が できない	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5		0.63	1.29		
	D	20	6	建設工期	タイトなスケジュールが策定されることにより、実際の工事工程 を守ることが困難	3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5		0.63	1.29		
機器・設備調 達 (日系の水車 発電機を指 名競争入札 で調達するこ とを想定)	D	30	1	日系メーカーの関心	入札になると関心を持つ日系メーカーは限定される	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	2	EPC入札手続	小水力では土木設備と電気設備を分けて発注するケース が多いが、各々入札単価と発注者選定、契約締結に対応 できる人材がローカルにいない。	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	3	入札図書記載項目の設定	FIDIC、JICA、JBICガイドライン等の契約的款との不整合 の発生、必要な記載項目が抜け落ちるリスク	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	4	SPCマネジメント	仕様項目の不足、不適切な仕様の記載により、契約調査 にトラブルが発生するリスク	3	4	12	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.42	0.88		
	D	30	5	SPCマネジメント	オーナーの事業資金確保の証明がされていない	3	4	12			2	0	1	1	3	2	2		0.00	0.17		
	D	30	6	入札プロセス	不適切な調達方式の記載	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	7	入札プロセス	不適切な入札期間の設定	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	8	入札プロセス	不明確な入札手順	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	9	入札プロセス	契約の片寄せ	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	10	入札プロセス	不適切な入札評価基準	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
	D	30	11	入札プロセス	不適切な入札設計図書	3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7		0.56	0.78		
EPC	D	40	1	EPC会社の体制	EPCコントラクター側の責任範囲が不明確	3	4	12			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	2	支払いの条件・保証	オーナー、コンサルによる支払い予定の遅延及び減額責 任	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	3	支払いの条件・保証	IPC(出来高支払証明書)発給から支払いまでの期間が不 常に長い	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	4	支払いの条件・保証	通貨、期間、期間、設計変更、追加工事の取扱いや、支 払い条件が不明確	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	5	支払いの条件・保証	オーナーの事業資金確保の証明がされていないキャ ッシュフローの悪化	3	4	12			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	6	工務選定	工務選定理由の策定方法と策定方法が不明確	2	3	6			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	7	物価変動	物価変動条項がない、もしくは金額算出方法が不明確	2	3	6			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	8	変更条項	工務選定の不適合	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	9	変更条項	追加支払いの不適合	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	10	受注者の損害賠償責任	瑕疵担保責任期間が不常に長い	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	11	受注者の損害賠償責任	責任上限を定めていない	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	12	仲裁条項	DAB(紛争仲裁委員会)の設置条項がない	2	3	6			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	13	仲裁条項	仲裁機関が対等な立場の国(シンガポール等)でない	2	3	6			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	14	クレーム処理	クレーム処理の不整合	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	40	15	クレーム処理	クレーム処理の能力不足によるクレーム処理の停滞	3	3	9			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
施工	D	50	1	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延	4	4	16			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	50	2	移転補償	移転補償協定締結の遅延	4	4	16			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	50	3	測量補償	測量補償協定締結の遅延	4	4	16			3	2	0		1	3	0	0		0.00	0.00	
	D	50	4	施工	極めて低いレベルの施工計画のため現場合わせでの施工 が要求され、施工にかかる費用と時間が当初計画を大幅 に超過	4	4	16	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.31	0.69		
	D	50	5	現地地盤状況	想定外の現地地盤状況による遅延と費用増加	3	4	12	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.42	0.92		
	D	50	6	敷地造成・掘削	敷地造成の変更による遅延	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	7	敷地造成・掘削	土捨て、土取場の変更による遅延	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	8	敷地造成・掘削	埋設物出現等による遅延	1	3	3	2	3	2	5	3	1	3	6	11		1.67	3.67		
	D	50	9	資材調達・搬入	調達資材の品不足	3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.56	1.22		
	D	50	10	資材調達・搬入	現地業者の能力不足	3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.56	1.22		
	D	50	11	工費管理	施工段階での設計変更により工費が増加	4	4	16	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.31	0.69		
	D	50	12	資機材調達	資機材調達の遅れにより全体工程の遅延	4	4	16	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.31	0.69		
	D	50	13	品質管理	品質管理のノウハウ不足	4	4	16	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.31	0.69		
	D	50	14	コスト管理	施工段階での設計変更によりコストが増大	4	4	16	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.31	0.69		
	D	50	15	サイト管理	キャンピング設置の治安確保	2	2	4	2	3	2	5	3	1	3	6	11		1.25	2.75		
	D	50	16	サイト管理	衛生環境の確保	2	2	4	2	3	2	5	3	1	3	6	11		1.25	2.75		
	D	50	17	サイト管理	工事電力の確保	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	18	サイト管理	サイト内道路工事の遅延	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	19	サイト管理	仮設資機材搬入の遅延	3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.56	1.22		
	D	50	20	建設関連法令	建設関連法令の変更	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	21	その他基準	雇用・労働基準、環境基準、安全基準、技術基準等の未整備、 解釈の違い、変更による遅延	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	22	通関	通関制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	23	税金	税金制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	2	2	4	2	3	2	5	3	1	3	6	11		1.25	2.75		
	D	50	24	保証・保険	保証・保険制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
	D	50	25	作業員の確保	コア職員の派遣認可(査証)の遅延	3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.56	1.22		
	D	50	26	作業員の確保	現地コア職員の能力見限り	2	4	8	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.63	1.38		
	D	50	27	作業員の確保	現地コア職員のコミュニケーション問題	2	2	4	2	3	2	5	3	1	3	6	11		1.25	2.75		
	D	50	28	作業員の確保	現地作業員の能力見限り	2	4	8	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.63	1.38		
	D	50	29	作業員の確保	現地作業員のやる気欠如	2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.83	1.83		
コミッション ング	D	60	1	竣工・完了検査	検査能力不足による瑕疵の見逃し	3	4	12	2	3	2	5	3	1	3	6	11		0.42	0.92		
	D	60	2	竣工・完了検査	瑕疵のリスク	4	0			3	2	0		1	3	0	0					
						604			253				250				502.5		0.42	0.83		

注) 赤字はRA&lt;0.65、青字は0.65≦RA&lt;0.80

### 6.3.5. O&M フェーズ

O&M フェーズのリスク対応能力評価を表 6-10 に示す。

プロジェクトマネジャーは O&M の知識が少ないため、多くの項目が 0.65 未満と低い評価となった。豊富な経験を有する O&M 専門家をチームに加えることで、RA の改善が確認された。

しかしながら、現地側の O&M 専門家不足の影響は大きく、人件費などのコスト高騰リスクを抱えている。また、SPC 経営マネジメントに対するリスクも依然として残っており、現地での専門家の人材育成とともに、専門家不在でも O&M や SPC マネジメントを支援するような新たなサービスに対するニーズが存在する。

表 6-10 リスク対応能力の評価 (O&M フェーズ)

実行フェーズ／ 共通業務		コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	マネジメント能力												リスク対応能力			
					海外PPP リスク分析 withoutコンサル			プロジェクトマネジャー (メイン責任者)						O&M専門家 (サブ責任者)			チーム計		RA	
					PB	JP	RL	KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML	ML	プロジェクトマネジャー	チーム		
O&M	日常運転	E 10 1	O&M専門家不足	経験豊富なO&M技術者が不足しているため、運用開始後の稼働率が低水準に留まり発電収入が計画水準に届かない。	4	4	16	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.31	0.58		
		E 10 2	日常運転管理	停止に至る経過や原因が正しく記録されていない等発電所の運用管理能力や技術レベルが不十分	3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00		
	点検・保守	E 20 1	メンテナンス管理	各設備の老朽化等を専門的に診断しておらず劣化状況が不明といったメンテナンスの問題が発生	3	4	12	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.42	0.75		
		E 20 2	計画メンテナンス	メンテナンス資材調達の遅延	3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00		
		E 20 3	メンテナンス能力	メンテナンス協力会社の能力不足	3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00		
	組織運営	E 30 1	マネジメント管理	発電所のスタッフやマネジャー等の業務内容が不明確な上、業務能力や処理速度のレベルが低いことから、特定の人に業務が集中し非効率な状況が常態化する等運営マネジメントの問題が発生	3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00		
		E 30 2	スタッフ研修プログラム	スタッフ研修プログラムが不十分	2	3	6	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.83	1.50		
		E 30 3	スタッフ研修	業務の習得不足	2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33		
		E 30 4	オペレーター研修プログラム	オペレーター研修プログラムが不十分	2	3	6	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.83	1.50		
		E 30 5	オペレーター研修	業務の習得不足	2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33		
	総務	E 40 1	大規模修繕	システム改修が当初計画より早期かつ大規模に発生するため、システム改修コストが計画を大幅に超過	3	4	12	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.42	0.58		
		E 40 2	スタッフ人材雇用	スタッフ人材の不足	2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33		
		E 40 3	オペレーター人材雇用	オペレーター人材の不足	2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33		
		E 40 4	人件費	人件費高騰リスク	3	3	9	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.56	0.78		
		E 40 5	価格上昇	O&M資材価格、人件費が上昇するリスク	3	3	9	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.56	0.78		
SPC運営	経営	E 50 1	経営情報	経営情報が投資家に適切に開示されない。	3	3	9	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.56	0.78		
		E 50 2	スタッフ人材雇用	専属のスタッフが不足	2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33		
		E 50 3	SPC経営体制	意思決定システムが不十分なため適切な経営判断ができない。	3	4	12	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.42	0.58		
		E 50 4	事業継続	運用開始後も収支計画が達成されないケースが散見され、運営母体からの補填がなくなった段階で事業休止、更には事業売却に至る	2	5	10	3	2	0		1	1	0	0		0.00	0.00		
					167			90						57			147	0.54		0.88

注)赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

#### 6.4. 本邦建設コンサルタントによるリスクマネジメント

前節まで、本邦建設コンサルタントのプロジェクトマネジャー及びサブ責任者で構成されるプロジェクトチームによるリスク対応能力の評価とリスク対応策について詳細に分析した。

一般に各々のリスクに対しては、それを最もコントロールできる主体が積極的に対応することが原則である。すなわち、「政治・政策行為に起因するリスク」は現地パートナーが主体として対応することが最適であり、本邦建設コンサルタントは、信頼性の高いエンジニアリング力とそれに立脚した資金調達力により、「商業行為に起因するリスク」、「自然現象に起因するリスク」に対して、その保有する資源を活用してリスクマネジメントを行うことが望ましい。

具体的には、組織としての本邦建設コンサルタントの経営資源であるヒト（人材）、モノ（技術）、カネ（資金）、情報・人脈の各資源により対応していくことになる。安定したインフラビジネスの遂行にあたっては、自社の有するリソースを適切に把握し、社外のリソースも適宜活用して、事業達成に向けて総合的なマネジメントを施していくことが求められる。

ここでは、小水力発電事業を例に、本邦建設コンサルタント参画によるリスクマネジメントとそれによる事業メリットを考えてみる。日本はアジアモンスーンに属し、急峻な地形や洪水など世界でも有数と言える厳しい自然環境条件の下、水力分野で 100 年以上に渡る実績があり、本邦建設コンサルタントはアジア各地の小水力発電事業が保有する技術的リスクを解決する経験・ノウハウを十分に保有している。したがって、ODA 分野での貢献は勿論のこと、民間が主導する PPP 分野においても、その知見をアジア地域へ積極的に提供していくべきである。具体的には、調査・計画など開発初期段階から本邦建設コンサルタントが主体的に事業へ関与していくことで、ライフサイクルを考慮した設計と CM、PM、EPC、O&M におけるエンジニアリングサービスを提供することが可能となる。また、信頼性の高いエンジニアリングの提供に加えて、経営的に安定した日系企業が出資参画を行うことで、JICA や JBIC など豊富な資金供給力のある日本の政府系金融機関や民間投資家の投融資を活用し、事業収支面でメリットの大きい事業スキームを提供することが可能である。

このような自らの強みと弱みを客観的かつ定量的に把握し、弱点は他者の力を活用して、プロジェクト目標の実現に導くマネジメントが海外 PPP では不可欠であり、このようなリスクマネジメントの調整役が、まさに海外 PPP プロジェクトへ参画する本邦建設コンサルタントの新たな役割と言える。



## 第 6 章 参考文献

Hirota Yoichi. (2006). The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project. Kochi University of Technology.

廣田洋一. (2013). 海外建設プロジェクトに於けるリスクマネジメント. 高知工科大学国際建設プロジェクトマネジメントコース講義資料.

## 7. 小水力 PPP プロジェクトマネジメントシステム（PPP-PMS）の構築

本章では、PPP プロジェクト成功の鍵を握る O&M 指向型のコンサルティングサービスについて、その必要性を述べるとともに、ODA や国内 PPP に比べてリスクマネジメントの範囲が大きい海外 PPP プロジェクトの遂行に必要な手順と共通業務を体系的に整理し、可能な限り定型処理化する。また、プロジェクトの主要な関係者である本邦建設コンサルタントと現地パートナー（SPC）が、各々適切なリスクマネジメントを行うための役割分担を明示し、本邦建設コンサルタントの役割と業務を明確化するとともに、本邦建設コンサルタントによる業務チェック項目とその実行による定性的効果を導出した。

### 7.1. O&M 指向型のコンサルティングサービス

#### 7.1.1. 基本的な考え方

一次エネルギー価格変動の影響を受けない小水力発電事業は、地域にとって安定したベースロード電源としての期待が大きく、地域の経済成長に不可欠なインフラである。その実現に求められるのは、安定的なインフラサービスの供給と経済合理性の大きく二つである。

安定的なインフラサービスの供給は、設備の稼働率及び利用率の最大化に尽きると言える。頻繁に停電が発生する地域では、一次産業に比べて付加価値の高い製造業やサービス業等の進出が進まず、企業の投資意欲を削ぎ産業誘致の障害となり、地域経済成長の大きな足枷となる。一方で、小水力発電所のような比較的規模の小さいインフラに対して、莫大な初期コストを投入し高度な設備を導入することや、事故や故障の発生を限りなくゼロに近づけるために O&M 段階で設備の点検や交換頻度を必要以上に高めることは、インフラとしてのライフサイクルコスト（LCC）を増大させ、二つ目の経済合理性に反することとなる。さらに、公的な電力事業者と異なり PPP 事業の中でも特に民間度の高い IPP 事業者となれば、経済合理性に対する評価ウェイトが高くなるのは自明である。すなわち、小水力発電に代表されるインフラの導入には、設備の稼働率及び利用率の最大化と LCC の最小化という、一見トレードオフの関係に見える問題のバランスを取り、適切なコストとサービス供給の両立が求められる。

上述の課題を解決するには、小水力発電事業の開発段階から、発電所設備の稼働率及び利用率の最大化と LCC の最小化を目指した O&M 指向型のアプローチが鍵を握ると考える。これまでの本邦建設コンサルタントが関与してきた公共事業案件では、最新技術の導入や初期コストである建設費の縮減については十分な配慮がなされていたが、本邦建設コンサルタントの業務領域が限定されていたこともあり、実際にインフラサービスを長期間に渡り提供する O&M 段階への意識は低いと言わざるを得なかった。本来必要なのは、企画計画から O&M に至る事業領域全体をマネジメントする「マネジメント指向型のコンサルティングサービス」であるが、その実現には O&M 段階を特に重要視すべきという意味を込め、本研究では「O&M 指向型」と称することとした。ちなみに、この「O&M 指向型のコンサルティングサービス」は、2015 年 5 月に日本政府が提唱した「質の高いインフラパートナーシップ」【外務省、財務省、経済産業省、国土交通省、2015】の内容をまさに体現したものと言える。

ここで、本邦建設コンサルタントが関与する O&M 指向型のコンサルティングサービス内容を実行フェーズに分けて概説する。

【案件形成】フェーズでは、必要な精度及び期間で収集・分析した流量・測量・地盤地質の各データ

をに基づき、経験豊富なエンジニアによる、長期的な自然現象リスクを低減させるための発電計画と設計を実施する。ここでは、収入の最大化と VE によるコスト削減を実現する計画・設計という高付加価値サービスを提供する。【パートナーシップ構築】フェーズでは、短期的な利益を追うのではなく、長期的視点のアプローチが発電所経営の長期安定化に繋がり、結果的により多くの利益獲得が可能となることを理解して同じ船に乗ることができるパートナーの発掘と信頼関係構築を実現する。【資金調達】フェーズにおいても、このような長期的視点を持った投資家やレンダーの獲得を実現する。例えば長期固定金利による融資は、安定した売電収入が得られる小水力 PPP プロジェクトの経済性向上に大きく貢献する。また、昨今では日本政府による JCM（二国間クレジット）といった環境配慮型ファシリティの獲得も視野に入れる。【EPC】フェーズでは、土木工事やプラント建設において、適正な設計仕様通りに施工と製作を行い、常に品質・工程・コストの厳格なマネジメントにより計画通り実現させ、【O&M】フェーズでは日常運転・保守の効率化や適切なメンテナンスの実施、発電所運営マネジメントを導入して、発電所の経営改善と安定化に貢献する。このように収入の最大化と LCC の最小化を実現する O&M 指向型コンサルティングサービスの全体像を図 7-1 に示す。

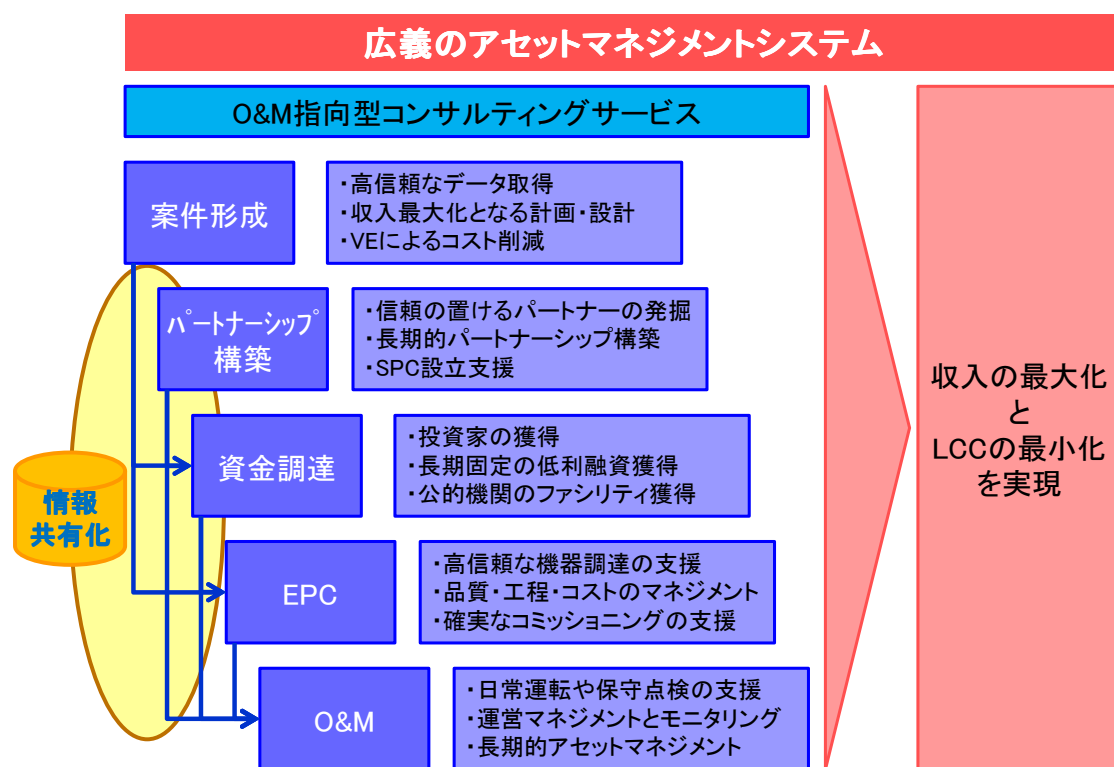


図 7-1 O&M 指向型のコンサルティングサービスの全体像

これら各フェーズにおいて O&M の安定化と効率化を意識した一連の活動は、「広義のアセットマネジメント」として定義できると考える。従来、アセットマネジメントの定義は、完工したインフラ（アセット）からの価値を実現化する組織の調整された活動【日本規格協会，2014】とされているが、計画段階の設計思想や建設段階の施工・調達思想にまで「アセット価値の最大化」という基本思想を一貫して盛り込むことが、経済合理性を重視する PPP プロジェクトでは特に重要な視点である。これまでの建設コ

ンサルタントは、国内あるいは ODA に代表される公共事業において、実行フェーズ毎の要求仕様に対するソリューションを提供してきたが、O&M の安定化と効率化、LCC 最小化を目標に掲げて各業務を体系化することは、本研究が提示する新たな価値と言える。

以上で示した O&M 指向型のコンサルティングサービスを掲げている本邦建設コンサルタント A 社の事例を

図 7-2 及び図 7-3 に示す。このコンセプトは、エンジニアリング、ファイナンス（資金調達及び投資）、アセットマネジメントが三位一体となり、多面的かつ総合的なコンサルティングサービスを提供することで、顧客である IPP 事業者のメリット（利潤）を最大化することを企図するものである。これは、第 5 章、6 章で整理している通り、各フェーズで抱える様々なリスクを最小限に留めて長期の O&M 期間を通じて安定的に利益を上げる PPP プロジェクトとするために、「案件形成段階から事業全体をコーディネートし、司令塔的な役割を担う調整役」として本邦建設コンサルタントが提供すべき新たな役割であると考えている。



図 7-2 本邦建設コンサルタント A 社による O&M 指向型のコンサルティング・コンセプト

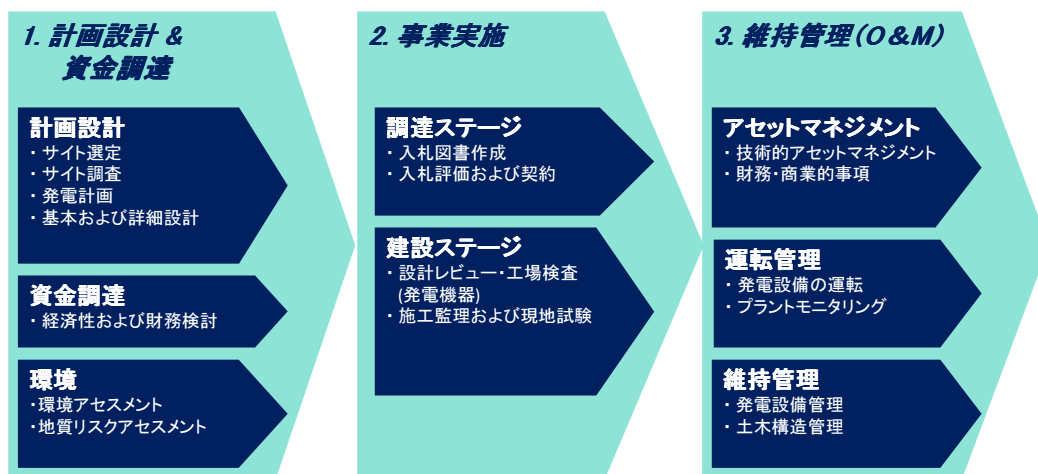


図 7-3 本邦建設コンサルタント A 社による O&M 指向型のコンサルティングサービス例

図 7-3 を、図 3-8 の PPP 事業における本邦建設コンサルタントの位置づけと役割に当てはめると以下のようなサービス提供となる。

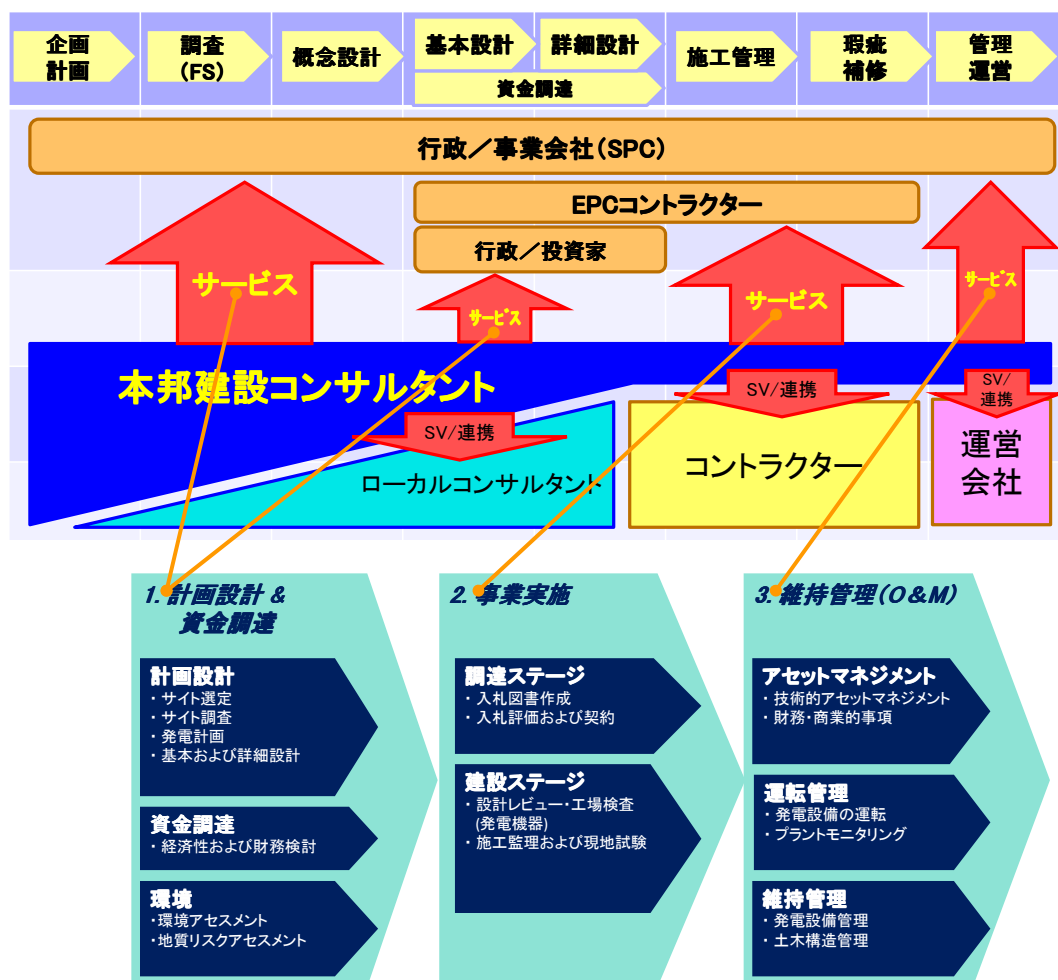
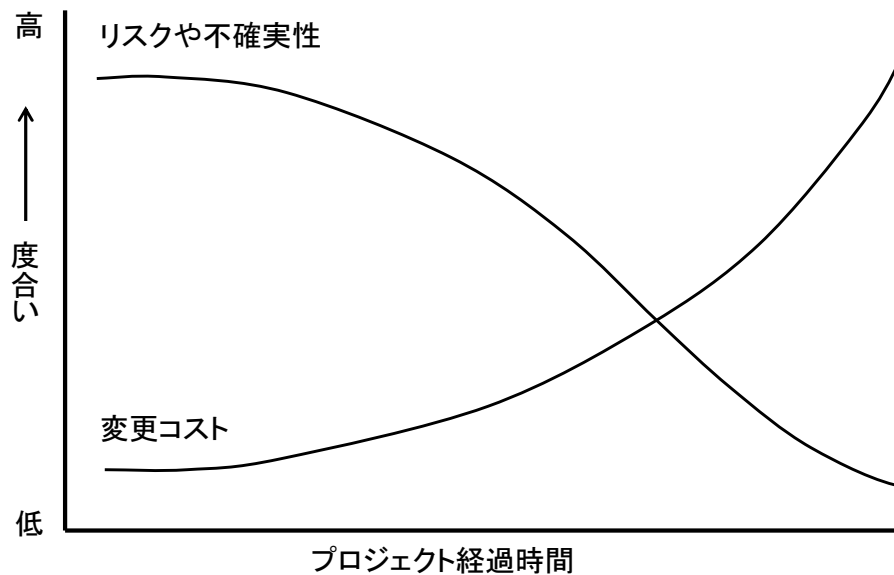


図 7-4 本邦建設コンサルタント A 社のコンサルティングサービスの位置づけと役割

### 7.1.2. プロジェクトフェーズとリスク

3.5 章で述べた通り、建設プロジェクトに限らずあらゆるプロジェクトでは、上流側フェーズほどコストやスケジュールへ与える影響が大きい。一般に、プロジェクトのリスクや不確実性はプロジェクトの開始時に最も大きく、また、コストに大きな影響を与えずにプロジェクト成果に影響を及ぼす可能性はプロジェクト開始時が最大となる。一方、変更やエラーの定性にかかるコストはプロジェクトの下流側フェーズになるにつれて増加する（図 7-6）。

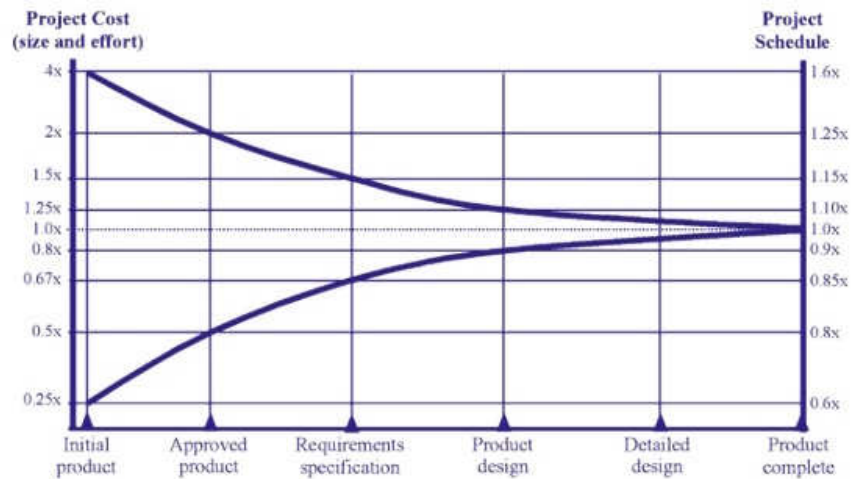


出所：PMI「プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第 5 版」

図 7-5 プロジェクト期間に基づいたリスクや不確実性への影響

図 7-6 は、ソフトウェア開発の世界で不確実性コーンと言われる図であり、プロジェクト期間に応じたコストやスケジュールの不確実性には、経験的に以下の特性があるとしている。

- プロジェクト初期では、 $0.25x$ （4 分の 1）から  $4x$ （4 倍）という誤差
- スケジュールが進むと誤差は小さくなる
- 詳細に設計しても  $0.9x$  から  $1.1x$  の誤差



出所：Steve McConnell 「10 Deadly Sins of Software Estimation」

図 7-6 プロジェクト期間に基づいたコストやスケジュールの不確実性

以上を踏まえると、案件形成などプロジェクトの上流側では、プロジェクトコストの信頼性を高め、収入の最大化と VE によるコスト削減、LCC を最適化するための計画・設計技術の重要性が高くなる。一方、EPC 以降の下流側では、策定された性能・仕様に基づき品質・工程・コストを計画通りに実現するマネジメントや、設備利用率の最大化と LCC の最小化を実現するための O&M など、マネジメント技術の重要性が高くなると言える。

## 7.2. PPP プロジェクトマネジメントシステム業務の体系化

第5章、6章でのリスクマネジメント検討や JICA を始めとする報告書関係、及び筆者の小水力 PPP プロジェクトにおける経験等を踏まえると、海外における小水力 PPP プロジェクトは5つの基幹業務(案件形成、パートナーシップ構築、資金調達、EPC、O&M) から成り、概ね図 7-6 に示す手順で進められる。

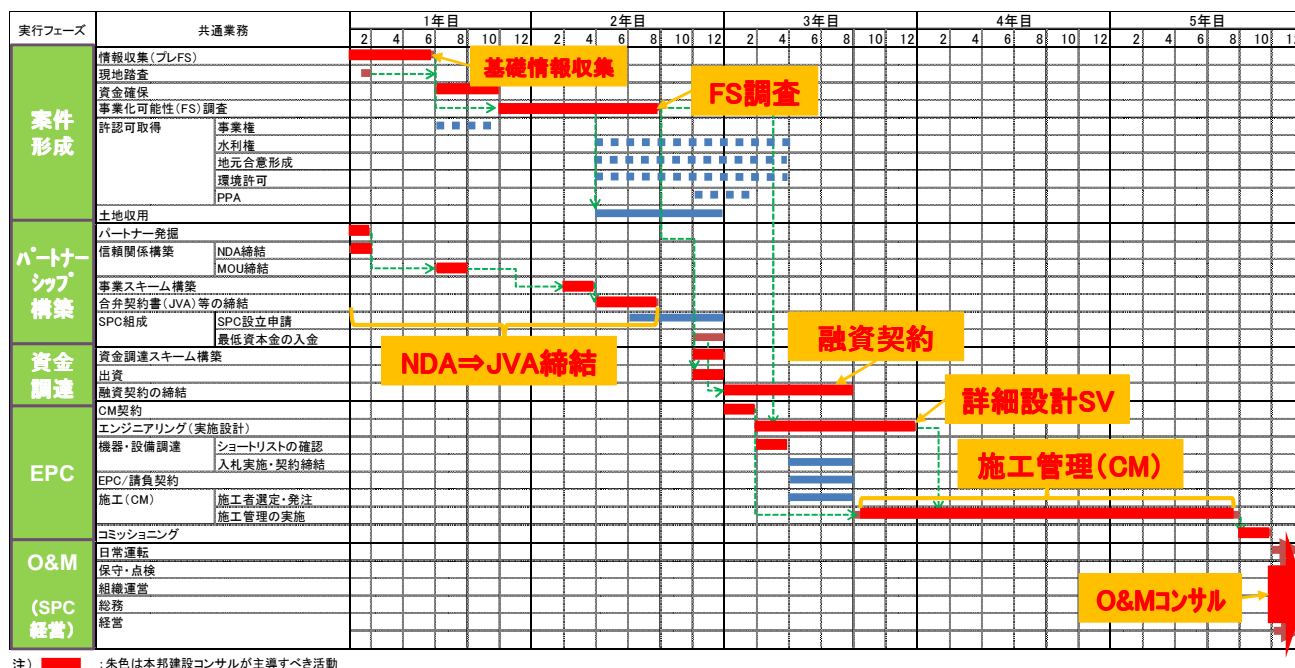


図 7-7 小水力 PPP プロジェクトの開発スケジュール例 (再掲)

ここで、各フェーズの狙いと活動概要を以下に再掲する。

### (1) 案件形成フェーズ

事業化に向けた政治的側面と技術的側面に関する基本的内容を固めるフェーズである。プレ FS 有無など現地側の情報収集から始まり、FS 実施、許認可取得及び土地収用を行う。特に FS は、あらゆるリスクの洗い出しとその解決策の提示を共有するという大変重要な役割があり、本邦建設コンサルタントが主導して進めるべきものである。

### (2) パートナーシップ構築フェーズ

本邦建設コンサルタントと現地パートナーとの信頼関係を契約という形で揺るぎないものにするフェーズである。パートナー情報を収集し、NDA や MOU といったプロセスで信頼関係を醸成して、合弁契約書 (JVA) の締結を持って、SPC という事業の同じ船に乗ることを相互に確認する。

### (3) 資金調達フェーズ

事業の投資効率を高めるためにも、投資家から有利な投融資条件を引き出すフェーズである。政治的リスク・商業的リスク・自然災害リスクなど総合的なリスクマネジメントの面で優れた案件であること



を示すことで、例えば長期固定による低利融資を引き出すことが狙いである。

#### (4) EPC フェーズ

プロジェクトを、予め計画で定められた品質・工期・コストで完工させるフェーズである。主に詳細設計（国内では実施設計に相当）などエンジニアリングと土木施工、水車発電機プラント調達に分けられ、適切な仕様作成・入札プロセスを経て、質の高い EPC マネジメントを投入することで計画通りに完工させるとともに、コミッショニングの立会いによるチェックとモニタリングを実施する。

#### (5) O&M フェーズ

小水力発電所の経営安定化と改善に向けてマネジメントを行うフェーズである。運転・保守といった日常的・定型的な作業の効率化とデータ蓄積を図り、定期的な設備診断を行うとともに、将来における予兆検知や予防的対策の実施に発展させる。

以上の活動概要を踏まえ、小水力 PPP プロジェクトの基幹業務である 5 つのフェーズ毎に、官の役割、SPC の役割、建設コンサルタントの役割、及び参照する契約システムとガイドライン類を図 7-8 に概観する。

基幹業務 フロー	案件形成	パートナー シップ構築	資金調達	EPC	O&M
官の役割	事業許認可付与 (事業権、水利権、地元 合意形成、環境許可、 PPA)	SPC設立許可	融資に対する政府保 証(小水力の場合は 通常政府保証なし)	工事実施許可 モニタリング 接続インフラ整備	運営状況のモニタリ ング
コンサルの役割	案件情報の分析 FS資金確保の支援 FS業務の主導	SPC設立支援 SPC設立参画(出資参 画の場合)	資金調達支援 出資(出資参画の場 合)	オーナーズエンジニア、CM 入札資料作成・入札 評価支援 EPCマネジメント	O&Mコンサルティング
SPCの役割	案件情報の収集 FS業務の支援 許認可取得 土地収用	SPC設立	出資 資金調達	コンサルへの委託 請負者(メーカー含む)へ の発注 (入札評価)	コンサルへの委託 O&Mの実施(運営会 社への委託)
参照する 契約シス テム	コンサル	JICAコンサルタント契 約書 FIDICホワイトブック	NA	FIDICホワイトブック (参考)	FIDICホワイトブック (参考)
	土木設備	NA	NA	NA	FIDICレッドブック
	プラント設 備	NA	NA	NA	FIDICイエローブック FIDICシルバーブック (ターンキーの場合)
参照する ガイドラ イン、事 例等	公共	新エネ財団「中小水力 発電計画導入手引き」 JICA「水力開発ガイド マニュアル」等	NA	JICA「海外投融資のガ イドライン」	NA
	民間	プレFS、FS事例 FS等資金確保事例	NDA事例 MOU事例 JVA事例	事業計画事例 CF事例	コンサル、CM事例 O&M情報システム アセットマネジメントシステム

図 7-8 小水力 PPP プロジェクト基幹業務の体系化

第 7.3 節以降において、図 7-8 で示した基幹業務の具体化を進める。第 5 章、第 6 章で導き出した本邦建設コンサルタントによる海外 PPP プロジェクトのリスク分析とリスクマネジメント分析結果に基づき、各実行フェーズにおいて本邦建設コンサルタント企業及び現地パートナー（及び SPC）が実施する共通業務を体系的に整理し、各業務を可能な限り定型処理化し、迅速な業務処理方法確立することにより、生産性向上を図り、LCC 最小化の達成を目的とした PPP プロジェクトマネジメントシステム（PPP-PMS）を解説する。

ここで、PPP-PMS の構築フローを図 7-9 に示す。

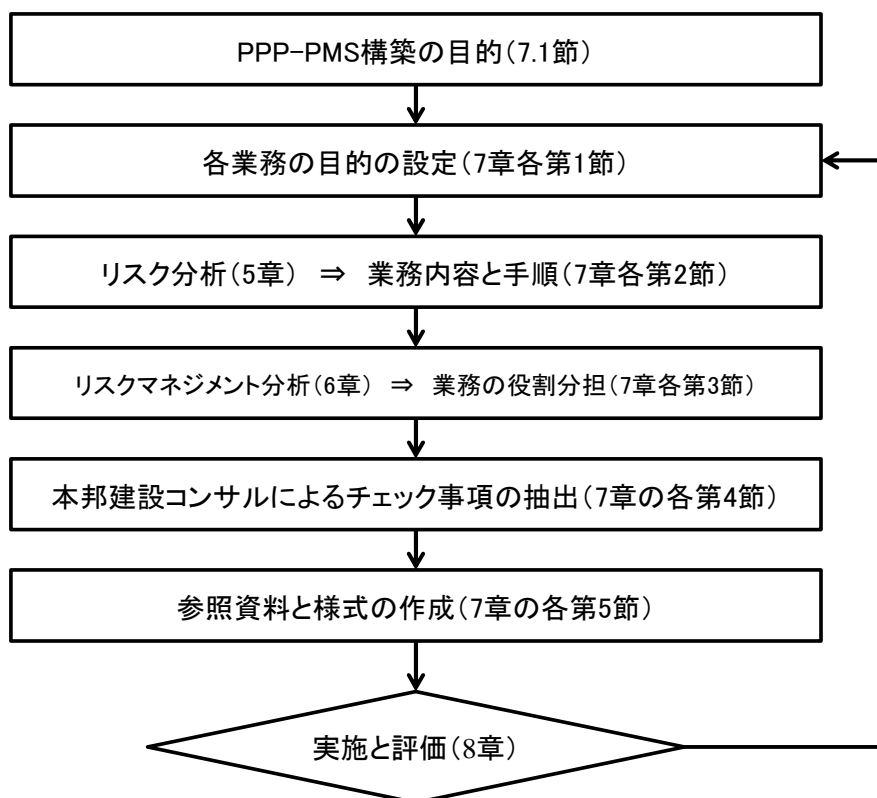


図 7-9 PPP-PMS の構築フロー

まず、小水力 PPP-PMS 構築の目的は、7.1 節で示す通り「地域発展に適う IPP 事業の利潤を最大化」することであり、そのために O&M 指向型のコンサルティングサービスを導入する。次に、案件形成から O&M の各フェーズにおける業務目的を設定する。第 5 章で整理したリスク分析から各フェーズの業務内容と手順を導出し、第 6 章のリスクマネジメント分析から導かれた最適なチーム構成に基づく関係者との業務分担を整理する。その上で本邦建設コンサルタントによるチェック事項を抽出し、その実行を定型処理化するための参照資料と様式を作成しシステムとして構築する。

構築したシステムを実際のプロジェクトに適用し、導入効果と課題を整理するとともに、システムの改善事項が導出された場合は、各業務の目的以降にフィードバックさせる。

なお、今回は小水力 PPP をケーススタディとして上記システムを構築しているが、本システムの手順や多くの内容は、PPP によるインフラ事業全般に適用可能である。

## 7.3. 案件形成マネジメントシステム

### 7.3.1. 業務の目的

事業化に向けた政治的側面と技術的側面に関する基本要件を固める極めて重要なフェーズである。プレFS有無など現地側の情報収集から始まり、FS実施、許認可取得及び土地収用を行う。特に事業者は、許認可取得申請及び投資家獲得という目的の為に、FSに対して事業化ありきで各々有利に進める結果を求める傾向がある。しかしながらFSには、あらゆるリスクの洗い出しとその解決策の提示を共有するという大変重要な役割があり、技術的信頼性と国際金融活用の観点から本邦建設コンサルタントが主導して進めることが望ましい。適切な案件組成のためには信頼性が高く詳細な情報収集が欠かせない。本邦建設コンサルタントには、ローカルが収集した、信頼性の面で疑義が含まれる情報を参考にしながら、優良な案件を抽出する目利きが求められる。

### 7.3.2. 業務の手順

ここでは、第5章におけるリスク分析を踏まえて、案件形成に必要な業務内容と手順を示す。案件形成は、現地からの案件情報を受けて開始することが多い。この段階で得る案件情報は、海のものとも山のものとも分からないレベルであることが多く、信頼度の高い情報の収集が業務の開始となる。

#### ① 情報収集

最初に、候補案件の場所とエネルギーポテンシャル（包蔵水力）に関する情報の入手から始める。場所は地形図（2.5万～5万分の1）を入手して候補地域と河川の状態を確認する。この段階では落差と流量から粗々の包蔵水力を推定するが、小水力が対象とする中小規模の河川では流量データの入手可能性が極めて低く、大半は雨量データによる流量推定結果を入手することになる。次に地形図からアクセス道路有無を確認する。また、調査許可（例えばインドネシアでは **Izin Princip**：基本許可）取得有無の確認も行う。現地サイドでプレFSが実施されている場合、上記の情報は概ね網羅されているため、当該報告書を入手して確認する。

#### ② 現地踏査

情報収集で現地踏査を実施する価値があると判断された案件については、現地踏査を行う。

#### ③ 資金確保

情報収集と現地踏査により有望と判断された案件は、事業化可能性調査（FS）の準備に入る。その際、FSはある程度のコスト（一般に総事業費の0.5%～2%程度）がかかるため、まず資金確保を行う必要がある。本来であれば、当該コストはIPP事業者が負担することが原則であるが、本邦建設コンサルタントの参画により、インフラシステム輸出を重要政策に掲げている日本政府（経産省、JICA、JBIC等）からの資金獲得可能性が出てくる。

#### ④ 事業化可能性調査（FS）

FSは、IPP事業者や投資家が投資判断を行う上で極めて重要な資料であり、調査、計画、設計、施工計画、社会環境影響、コスト積算、事業スキーム、資金調達スキーム、経済性評価、リスク評価等の項

目について、一定以上の信頼度を有する調査を実施する。

#### ⑤ 許認可等取得

事業を進める上で必要な許認可取得を行う。許認可には、事業権から始まり水利権、環境許可、用地取得許可、PPA などがあり、案件の進捗に応じて取得するが、中には手続きに 1 年以上もの長期間かかるものがあり、案件形成段階から準備を進めておくことが肝要である。

#### ⑥ 土地収用

FS で設備の基本配置が固まった後、土地収用の手続きに入る。国や地域によっては、公有地や先住民保護等により土地の購入ができないケースもあり、予定地の所有者または権利者との使用許可に関する合意形成並びに契約交渉が必要になる。

### 7.3.3. 業務の役割分担（本邦建設コンサルタントの役割と業務）

第 7.3.2 項で挙げた業務は、第 6 章で実施したリスクマネジメント分析を踏まえて、海外 PPP プロジェクトの主要なプレイヤーである本邦建設コンサルタントと現地パートナー（原則事業者である SPC）が分担してリスクの最小化を図る。第 6 章では、本邦建設コンサルタントのリスク対応能力 (RA) が 0.65 未満のリスクは当該リスクを最もコントロールできる主体に「配分または移転」を行うとしており、プロジェクトチームで  $RA \geq 0.65$  となるリスクに対しては本邦建設コンサルタントが主体的役割を担い、0.65 未満のものは現地パートナーが主体的役割を担うこととした。

#### ① 情報収集

計画地点情報や流量測定、接続先電力系統実態、調査許可取得の RA が低い結果となっており、これらは現地パートナー側主体で対応する。本邦建設コンサルタントは、入手情報の整理と一次分析を行い、案件の粗評価を行う。大きな問題が確認されなかった案件は、現地踏査の実施可否を判断する。

#### ② 現地踏査

現地踏査は本邦建設コンサルタントが主導するが、安全かつ円滑に実施するための車両や宿泊、踏査ルート先導、事前の地元説明等は現地パートナー側で対応する。

#### ③ 資金確保

現地パートナー主導のプロジェクトでは、十分なコストをかけずに簡易な FS 結果で事業化を決定し、後々想定外のコストを強いられるケースが散見される。これを防ぐため、日本政府（経済産業省や JICA、JBIC 等）、WB、ADB など先進国政府または政府系金融機関等が予算を確保しており、これらの支援を獲得する場合は本邦建設コンサルタントが主導する。なお、昨今は日系の民間投資家においても、初期リスクの影響の大きさを認識し事業規模が比較的小さい小水力発電事業においても、当該コストの一部を負担するケースが出てくるなど、FS の重要性が認識されつつある。

当該支援の獲得には、本邦建設コンサルタントが日本政府の補助金情報を収集し、所管部署への事前インプットを行うことが重要である。公示後は勝てる提案書作成に集中するが、作成に必要なデータや現地政府等のサポーティングレターの入手等は現地パートナーが対応する。

#### ④ 事業化可能性調査 (FS)

FS の実施は、当該事業に対する実績とノウハウを多く有する主体が主導して行うべきであり、原則として本邦建設コンサルタントが主導すべきである。本邦建設コンサルタントが、技術面・環境面・経済面・政治面で総合評価を行い、最終的には現地パートナーが事業実施可否を判断する。

#### ⑤ 許認可等取得

インフラ事業では、FS の前後で多くの許認可を取得する必要があるが、本邦建設コンサルタントのような外資企業ができることは極めて限られ、リスクマネジメントの観点から現地パートナー主体で実施する。

#### ⑥ 土地収用

FS 終了後に事業化を決定した案件では、計画予定地の円滑な土地収用を進めるため、プロジェクト情報が公開・拡散する前に土地収用を行うことが重要であり、これも現地パートナー主体で実施すべきものである。

以上の分析を踏まえ、本邦建設コンサルタントと現地パートナーによる業務の役割分担を行い、本邦建設コンサルタントの役割と業務を導出した（表 7-1）。

表 7-1 本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（案件形成フェーズ）

実行フェーズ／共通業務		コード	リスク・カテゴリ	リスクの具体的内容	リスク対応能力		主役別の役割と業務	
					RA			
					プロジェクトマネージャー	チーム	本邦建設コンサル	現地パートナー(SPO)
情報収集	A 10 1	計画地点	計画地点が正確に特定できない	0.33	0.73	案件情報の収集・精査	案件情報の収集・提供	
	A 10 1	電力需給分析	電力需給を見誤る	0.50	0.80	・右記情報の整理	・計画地点	
	A 10 2	流量測定	河川流量を測定していない	0.38	0.88	・1次分析	・電力需給	
	A 10 3	降雨量データ	降雨量データの質と量が不十分	0.83	1.50	・年間発電量推定	・流量	
	A 10 4	流量推定	流量推定手法が適切でない	0.83	1.50	・総事業費概算	・降雨量	
	A 10 5	河川水質	河川水質(h等)が入手できない	0.94	1.69	・kwh単価概算	・流量推定手法	
	A 10 6	流砂・堆砂状況	流砂・堆砂状況が不明	0.63	1.13		・河川水質	
	A 10 7	洪水位	実績洪水位が不明	0.63	1.13		・流砂・堆砂状況	
	A 10 8	地質調査書	地質調査書がない	0.94	1.69		・洪水位	
	A 10 9	地盤強度調査書	地盤強度調査書がない	0.94	1.69		・地質調査書	
	A 10 10	接続先電力系統実施	接続先の電力系統実施が不明	0.42	0.79		・地盤強度調査書	
	A 10 11	地形図入手	適切な地形図が入手できない	0.63	1.13		・接続先電力系統実施(需要、停電等)	
	A 10 12	落差	有効落差が不十分	0.47	0.84		・地形図入手(2.5万～5万分の1)	
	A 10 12	落差推定	地形図の読み取りミス	0.47	0.84		・落差	
	A 10 13	アクセス確保	アクセス道路がない	0.63	1.13		・落差推定	
現地踏査	A 10 14	調査品質(全般)	既存調査結果の精度が極端に低い	0.47	0.84		・アクセス道路	
	A 10 15	調査許可取得	調査許可が未取得	0.31	0.50		・プレFS結果	
	A 20 1	車両手配	現地調査に適切な車両が確保できない	1.25	2.00	・現地踏査実施の判断	・調査許可取得の有無	
	A 20 2	宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	1.25	2.00	現地踏査の実施	現地踏査の支援	
	A 20 3	調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	0.42	0.67		・車両手配	
資金確保	A 20 4	調査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	1.25	2.25	・踏査結果の整理	・宿泊手配	
	A 30 1	FS資金(PPP)	FS資金が十分に確保されていない	1.00	1.30	・FS実施の判断	・地元説明	
	A 30 2	FS資金(PPP)	FS資金の確保に時間を要する	1.00	1.30	FS資金獲得	FS資金獲得支援	
	A 30 3	FS資金(公共/ODA)	予算状況によりFS資金確保が遅れる			・補助金情報の収集	・現地要望書の獲得	
	A 30 4	FS資金(ODA)	相手国政府事情によりFS資金確保が遅れる			・所管部署/投資家へのヒアリング	・(現地政府等のサポーティングレター入手)	
案件形成	A 40 1	FS調査の主体(PPP)	現地コンサル主導のFSでは様々な技術的問題が散見される	0.00	0.00	・公事業の確保		
	A 40 2	FS調査の主体(公共/ODA)	(国際的)コンサルの選定が不適切			・提案書の作成・提出		
	A 40 3	調査品質(全般)	現地調査会社による流量、測量、地質・地盤調査など事前の基礎調査結果の精度が極端に低い	1.11	1.61	・関係部署へのインプット	FSの主導	
	A 40 4	電力需給分析	電力需給を見誤る	0.50	0.80	・事前情報の整理	FSの支援	
	A 40 5	調査機材	調査機材の不足により調査工程の遅延が発生	3.75	6.75	・調査機材の確認		
	A 40 6	車両手配	現地調査に適切な車両が確保できない	2.50	4.00	・現地踏査	・調査機材の手配	
	A 40 7	宿泊手配	現地近傍に適切な宿泊所が確保できない	2.50	4.00		・車両手配	
	A 40 8	調査時の安全管理	現地踏査時のセキュリティ確保が不十分	0.42	0.67		・宿泊手配	
	A 40 9	調査実施不可	地元住民、NGO等の反対により調査実施ができない	0.00	0.00		・踏査ルート先導	
	A 40 10	調査内容の確認	現地踏査での確認が不十分	2.50	4.50	・踏査結果の整理	・地元説明	
	A 40 11	調査品質(流量測定)	河川流量を測定していない	0.83	1.50	・流量測定の指導	・流量測定	
	A 40 12	調査品質(流量測定)	流量測定手法が不適切	0.63	1.13	・地形図の確認	・地形図測量(500～1千分の1)	
	A 40 13	調査品質(地形測量)	地形測量の精度が低い	0.83	1.50	・地盤地質調査／ボーリング調査の指導	・ボーリング調査	
	A 40 14	調査品質(地盤地質)	地盤・地質調査の精度が低い。ボーリング調査が必要箇所でも未実施または調査精度が低い	0.83	1.50	・事前調査結果の確認	・事前調査結果の提供	
	A 40 15	有効落差	有効落差が不十分(事前調査の品質不良)	1.25	2.25	・事前調査の成果品質確認		
	A 40 16	最大使用水量	最大使用水量が不十分(事前調査の品質不良)	1.25	2.25			
	A 40 17	計画・設計の品質(PPP)	現地コンサルの設計技術力が低い	0.83	1.50	・水力計画の検討		
	A 40 18	計画・設計の品質(公共/ODA)	(国際的)コンサルの選定が不適切			・送配電計画の検討		
	A 40 19	取水点位置	取水点位置が不適切	0.83	1.50	・施工計画の検討		
	A 40 20	放水点位置	放水点位置が不適切	0.83	1.50	・水車発電機選定		
	A 40 21	堰高・構造・形式	堰の高さ、構造、形式が不適切	0.83	1.50	・環境社会配慮評価	・環境社会配慮調査支援	
	A 40 22	次砂池計画	次砂池の機能が不十分	0.83	1.50	・コスト核算	・コスト核算支援	
	A 40 23	導水路長・形式	導水路長が長く、導水路形式が不適切	0.83	1.50	・事業スキームの検討		
	A 40 24	計画勾配	計画勾配が急で不適切	0.83	1.50	・資金調達スキームの検討		
	A 40 25	水圧管	水圧管の口径、材質が不適切	0.83	1.50	・資金調達の検討		
事業化可能性(FS)調査	A 40 26	送電電圧	送電電圧が不十分	0.83	1.50	・充電単価の確認		
	A 40 27	送電距離	送電距離が長い	0.83	1.50	・充電単価の確認		
	A 40 28	接続先電力系統実施	接続先の電力系統実施(需要量、停電、電圧変動、周波数変動等)が不明	0.83	1.50	・経済性評価	・充電単価情報の提供	
	A 40 29	施工計画の品質	施工計画の精度が低い	0.63	1.13	・リスク評価	・事業実施の判断	
	A 40 30	工期に雨期、断食期間、長期休暇などが考慮されていない		0.83	1.50			
	A 40 31	水車発電機形式	水車発電機の知識・経験が少なく適切な形式が選定できない	0.83	1.50			
	A 40 32	稼働率	稼働率の設定が不適切	0.83	1.50			
	A 40 33	利用率	利用率の設定が不適切	0.83	1.50			
	A 40 34	総出力	総出力が当初想定値に達しない	0.83	1.50			
	A 40 35	総出力	総出力が当初想定値に達しない	0.83	1.50			
	A 40 36	社会台数	水車台数が不適切	1.25	2.25			
	A 40 37	社会環境影響調査の実施	社会・自然環境に多大な影響を与える事象が明確になり、十分な対策が立案できず調査結果がステークホルダーに入力されない	0.94	1.69			
	A 40 38	社会環境NPO	社会環境NPOによる調査反対運動が発生	0.31	0.50			
	A 40 39	調査項目の見落とし	重要な調査項目の見落としとリスク	0.63	1.13		・その他必要データの提供	
	A 40 40	コスト核算の品質	BOQとコスト単価の精度が低い	0.47	0.84		・コスト核算支援	
許認可等取得	A 40 41	総事業費	総事業費が当初想定値を大幅に超過	0.38	0.88			
	A 40 42	最適出力規模	総出力が最適出力規模となっていない	0.47	0.84			
	A 40 43	事業スキームの不備	投資家(資本金)候補がない	0.63	1.13	・事業スキームの検討		
	A 40 44	資金調達スキームの不備	レンダー(金融機関)が未定	0.63	1.13	・資金調達の検討		
	A 40 45	売電単価	売電単価が不現実	0.63	1.38	・売電単価の確認		
	A 40 46	経済性評価の品質	精度の低い収入とコストの算定結果に基づき経済性評価を実施し、事業実施可否を判断している	0.63	1.00	・経済性評価	・売電単価情報の提供	
	A 40 47	経済性(IRR)	経済性(IRR)が当初想定に達しない	0.83	1.50			
	A 40 48	経済性(DSCR)	経済性(DSCR)が当初想定に達しない	0.83	1.50			
	A 40 49	リスク項目の見落とし	重要なリスク項目の見落とし	0.83	1.33	・リスク評価		
	A 40 50	事業実施判断の信頼度	調査の結果、フィージビリティが確保できないことが判明、事業性、採算性の見直しリスク	0.63	1.00	・総合評価	・事業実施の判断	
	A 40 51	調査工程	調査の不備、やり直し等により事業化着手が遅延	0.63	1.13			
	土地収用	A 50 1	許認可取得	許認可取得候補で官庁とのコミュニケーションが困難	0.33	0.48		必要許認可等の取得
		A 50 2	許認可取得(申請書類)	許認可取得申請書類の不備	0.33	0.48	・許認可申請書類の作成支援	・事業性・水利権
		A 50 3	許認可取得(遅延)	許認可取得の遅れによる事業化着手が遅延	0.33	0.48		・環境許可・森林許可
		A 50 4	住民合意形成	地域住民合意形成が困難で調査が進まない	0.33	0.48		・許認可申請書類の作成
A 50 5		住民合意形成(遅延)	住民合意形成が進まず事業化着手が遅延	0.33	0.48		・地元合意形成	
A 50 6		PPA交渉力	PPA交渉力が不足しているため、有利な条件で締結できない、締結に時間を要する等のリスクが発生	0.33	0.48		・PPA申請書類の作成	
A 50 7		PPA締結	PPA締結が進まず事業化着手が遅延	0.33	0.48			
A 60 1	土地収用	地主との交渉が困難で土地収用が進まない	0.33	0.48		事業計画用地の取得		
A 60 2	土地収用(費用)	土地収用費用が当初想定を超過	0.33	0.48		・土地収用交渉		
A 60 3	土地収用(遅延)	土地収用が進まず事業化着手が遅延	0.33	0.48				
			0.62	1.08				

注) 赤字はRA&lt;0.65、青字は0.65≤RA&lt;0.80

#### 7.3.4. 本邦建設コンサルタントによるチェック

第 7.3.3 項で本邦建設コンサルタントの役割と業務を整理したが、その実施にあたり特にチェックすべき項目を以下に示す。

##### ① 情報収集

現地パートナー提供情報の検証

- ・計画地点は正確に特定できるか
- ・電力需要は十分に見込めるか
- ・測水は実施しているか
- ・雨量データは 10 年以上あるか
- ・流量推定手法は適切か
- ・河川水質（ph 等）データはあるか
- ・流砂・堆砂状況は把握できているか
- ・実績洪水水位は把握できているか
- ・地盤調査書はあるか
- ・地盤強度調査書はあるか
- ・接続先電力系統実態は把握できているか
- ・地形図の精度が確保されているか
- ・有効落差は十分にあるか
- ・落差推定は適切か
- ・アクセス道路が近傍にあるか
- ・kwh コスト ≤ 10US¢
- ・調査許可は取得済みか
- ・現地踏査実施価値があるか

##### ② 現地踏査

現地踏査アレンジの確認

- ・車両、宿泊は確保しているか
- ・現地踏査時のセキュリティは確保されているか
- ・現地踏査に現地技術者は同行するか
- ・調査時の地元説明はしているか
- ・現地踏査で重大なリスク事項が確認されていないか
- ・FS 実施価値があるか

##### ③ 資金確保

FS 資金獲得の可能性確認

- ・適当なファシリティが存在するか
- ・所管部署ヒアリングによる資金確保可能性
- ・公募要領の提出資格を満たしているか

- ・提案書の内容は審査基準を満たしているか
- ・提出前後で関係部署へインプットしたか

#### ④ 事業化可能性調査 (FS)

##### FS 実施内容と成果の確認

- ・必要な事前情報は収集・整理しているか
- ・必要な調査機材は揃っているか
- ・現地踏査時の車両、宿泊は確保しているか
- ・現地踏査時のセキュリティは確保されているか
- ・調査時の地元説明はしているか
- ・現地踏査に現地技術者は同行するか
- ・現地踏査での確認漏れはないか
- ・測水は適切な手法で実施しているか
- ・必要な地形図の精度が確保されているか
- ・ボーリング調査は適切に実施されているか
- ・事前調査結果の品質に問題ないか
- ・水力計画検討に必要な情報は揃っているか
- ・送配電計画検討に必要な情報は揃っているか
- ・施工計画検討に必要な情報は揃っているか
- ・水力発電機選定検討に必要な情報は揃っているか
- ・環境社会配慮はガイドラインを満たしているか
- ・コスト積算に必要な情報は揃っているか
- ・総事業費が当初想定から大きく乖離していないか
- ・総出力が最適出力規模になっているか
- ・実現可能な事業スキームが構築されているか
- ・実現可能な資金調達スキームが構築されているか
- ・売電単価は確定しているか
- ・経済性評価の方法は適正か
- ・経済性は十分に見込めるか
- ・重要なリスク項目の見落としはないか
- ・事業実施判断が総合的に評価されているか
- ・調査の不備、やり直しはないか

#### ⑤ 許認可取得

##### 必要許認可の取得状況の確認

- ・必要許認可は適切な時期に申請しているか

#### ⑥ 土地収用

##### 事業計画用地の取得状況の確認



- ・土地収用上で大きなトラブルはないか

#### 7.3.5. 参照資料と様式

第7.3.4項の本邦建設コンサルタントによるチェック項目を実行する際に参照すべき様式を表7-2に示す。各様式は巻末に別添している。

表 7-2 案件形成フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式

実行フェーズ／ 共通業務	主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
	本邦建設コンサル	現地パートナー (SPC)			
情報収集	<ul style="list-style-type: none"> <li>案件情報の収集・精査</li> <li>右記情報の整理</li> <li>1次分析</li> <li>年間発電量推定</li> <li>総事業費概算</li> <li>kwh単価概算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>案件情報の収集・提供</li> <li>計画地点</li> <li>電力需給</li> <li>流量</li> <li>降雨量</li> <li>流量推定手法</li> <li>河川水質</li> <li>流砂・堆砂状況</li> <li>洪水位</li> <li>地質調査書</li> <li>地盤強度調査書</li> <li>接続先電力系統実態(需要、停電等)</li> <li>地形図入手(2.5万～5万分の1)</li> <li>落差</li> <li>落差推定</li> <li>アクセス道路</li> <li>プレFS結果</li> <li>調査許可取得の有無</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地パートナー提供情報の検証</li> <li>計画地点は正確に特定できるか</li> <li>電力需要は十分に見込めるか</li> <li>測水は実施しているか</li> <li>雨量データは10年以上あるか</li> <li>流量推定手法は適切か</li> <li>河川水質 (ph等) データはあるか</li> <li>流砂・堆砂状況は把握できているか</li> <li>実績洪水位は把握できているか</li> <li>地盤調査書はあるか</li> <li>地盤強度調査書はあるか</li> <li>接続先電力系統実態は把握できているか</li> <li>地形図の精度が確保されているか</li> <li>有効落差は十分にあるか</li> <li>落差推定は適切か</li> <li>アクセス道路が近傍にあるか</li> <li>kwhコスト ≤ 10 US¢</li> <li>調査許可は取得済みか</li> <li>現地調査実施価値があるか</li> </ul>	水力基礎調査シート	A-11
	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査実施の判断</li> <li>現地調査の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査の支援</li> <li>車両手配</li> <li>宿泊手配</li> <li>調査ルート先導</li> <li>地元説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査時の留意事項</li> <li>現地調査野帳</li> <li>車両・宿泊は確保しているか</li> <li>現地調査時のセキュリティは確保されているか</li> <li>現地調査に現地技術者は同行するか</li> <li>調査時の地元説明はしているか</li> <li>現地調査で重大なリスク事項が確認されていないか</li> <li>FS実施価値があるか</li> </ul>	現地調査時の留意事項 現地調査野帳	A-21 A-22
	<ul style="list-style-type: none"> <li>踏査結果の整理</li> <li>FS実施の判断</li> </ul>			現地調査報告例	A-23
資金確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>FS資金獲得</li> <li>補助金情報の収集</li> <li>所管部署/投資家へのヒアリング</li> <li>公募要領の確認</li> <li>提案書の作成・提出</li> <li>関係部署へのインプット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FS資金獲得支援</li> <li>現地要望書の獲得 (現地政府等のサポーティングレター入手)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FS資金獲得の可能性確認</li> <li>適当なファンリティが存在するか</li> <li>所管部署ヒアリングによる資金確保可能性</li> <li>公募要領の提出資格を満たしているか</li> <li>提案書の内容は審査基準を満たしているか</li> <li>提出前後で関係部署へインプットしたか</li> <li>FS実施内容と成果の確認</li> </ul>	サポーティングレター例	A-31
				<ul style="list-style-type: none"> <li>提出指示書例 (JICA PPP FS)</li> <li>提案書式例 (JICA PPP FS)</li> <li>審査基準例 (JICA PPP FS)</li> </ul>	A-32 A-33 A-34
案件形成	<ul style="list-style-type: none"> <li>FSの主導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FSの支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な事前情報は収集・整理しているか</li> </ul>	水力基礎調査シート	A-11
	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前情報の整理</li> </ul>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査機材の確認</li> <li>現地踏査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査機材の手配</li> <li>車両手配</li> <li>宿泊手配</li> <li>調査ルート先導</li> <li>地元説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な調査機材は揃っているか</li> <li>現地踏査時の車両・宿泊は確保しているか</li> <li>現地踏査時のセキュリティは確保されているか</li> <li>調査時の地元説明はしているか</li> <li>現地踏査に現地技術者は同行するか</li> <li>現地踏査での確認漏れはないか</li> <li>測水は適切な手法で実施しているか</li> </ul>	現地踏査報告例 水文気象調査の手順	A-23 A-41
	<ul style="list-style-type: none"> <li>踏査結果の整理</li> <li>流量測定</li> <li>流量測定の指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流量測定</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形図の確認</li> <li>地表地質踏査／ボーリング調査の指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形図測量 (500～1千分の1)</li> <li>ボーリング調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な地形図の精度が確保されているか</li> <li>ボーリング調査は適切に実施されているか</li> </ul>	地形図作成例 地質調査例	A-42 A-43
	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前調査結果の確認</li> <li>事前調査の成果品質確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前調査結果の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前調査結果の品質に問題ないか</li> </ul>	水力基礎調査シート	A-11
	<ul style="list-style-type: none"> <li>水力計画の検討</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>水力計画検討に必要な情報は揃っているか</li> </ul>	小水力発電計画の策定例	A-44
	<ul style="list-style-type: none"> <li>送配電計画の検討</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>送配電計画検討に必要な情報は揃っているか</li> </ul>	小水力発電計画の策定例	A-44
	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工計画の検討</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>施工計画検討に必要な情報は揃っているか</li> </ul>	小水力発電計画の策定例	A-44
	<ul style="list-style-type: none"> <li>水車発電機選定</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>水車発電機選定検討に必要な情報は揃っているか</li> </ul>	小水力発電計画の策定例	A-44
	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境社会配慮評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境社会配慮調査支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境社会配慮はガイドラインを満たしているか</li> </ul>	環境チェックリスト例	A-45
	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト積算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>その他必要データの提供</li> <li>コスト積算支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コスト積算に必要な情報は揃っているか</li> <li>総事業費が当初想定から大きく乖離していないか</li> <li>総出力が最適出力規模になっているか</li> <li>実現可能な事業スキームが構築されているか</li> <li>実現可能な資金調達スキームが構築されているか</li> <li>売電単価は確定しているか</li> <li>経済性評価の方法は適正か</li> <li>経済性は十分に見込めるか</li> <li>重要なリスク項目の見落としはないか</li> <li>事業実施判断が総合的に評価されているか</li> <li>調査の不備、やり直しはないか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小水力発電計画の策定例</li> <li>小水力発電計画の策定例</li> <li>資金調達方法の検討例</li> <li>資金調達方法の検討例</li> <li>キャッシュフロー分析例</li> <li>キャッシュフロー分析例</li> <li>リスク分析と対策方針例</li> <li>水力基礎調査シート</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A-44</li> <li>A-44</li> <li>A-46</li> <li>A-46</li> <li>A-47</li> <li>A-47</li> <li>A-48</li> <li>A-11</li> </ul>
許認可等取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>許認可申請書類の作成支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要許認可等の取得</li> <li>事業権・水利権</li> <li>環境許可・森林許可</li> <li>許認可申請書類の作成</li> <li>地元合意形成</li> <li>PPA申請書類の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要許認可の取得状況の確認</li> <li>必要許認可は適切な時期に申請しているか</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地収用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業計画用地の取得</li> <li>土地収用交渉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業計画用地の取得状況の確認</li> <li>土地収用上で大きなトラブルはないか</li> </ul>		

### 7.3.6. 案件形成マネジメントシステム

第 7.3.1 項から 7.3.5 項までの一連の流れを体系化した、案件形成マネジメントシステムを表 7-3 に示す。本表を拡大したものは巻末に別添している。



## 7.4. パートナースhip構築マネジメントシステム

### 7.4.1. 業務の目的

本邦建設コンサルタントが出資を行うコンセッション案件において、本邦建設コンサルタントと現地パートナーとの信頼関係を契約という形で揺るぎないものにするフェーズである。出資を行わずコンサルティングサービスのみ提供の場合、本フェーズにおける本邦建設コンサルタントの業務及びチェック項目は一部に限定される。本フェーズでは、パートナーリスクに関連する情報を収集し、秘密保持契約（NDA: Non Disclosure Agreement）や覚書（MOU: Memorandum of Understanding）といったプロセスで信頼関係を醸成していき、合弁契約書（JVA: Joint Venture Agreement）の締結を持って、特別目的会社（SPC: Special Purpose Company）組成という、対象事業を協働して進めるために同じ船に乗ることを相互に確認する。

### 7.4.2. 業務の手順

ここでは、第5章におけるリスク分析を踏まえて、パートナーシップ構築に必要な業務内容と手順を示す。パートナーシップ構築は、パートナーの発掘、信頼関係の構築、事業スキームの構築、JVA の締結、SPC 組成の手順で進める。

#### ① パートナー発掘

まずはカントリーリスク（政治、治安、法令、経済等）関連の情報収集から始める。カントリーリスクが許容できると判断されれば、候補パートナーの財務情報、経営方針、業務実績等の基本情報を入手し、パートナー評価を行う。パートナーから開示された情報を鵜呑みにせず、独自に別ルートでの情報入手（裏取り）に努めるとともに、オーナーの人柄や経営姿勢を分析しパートナーとして信頼に足り得る人物かの目利きが重要である。

#### ② 信頼関係構築

財務情報等の入手にあたっては事前に関係者間で NDA を締結することが多い。パートナーが信頼でき政治力もあると判断した場合は、資本提携や業務提携に関する MOU の締結に向けて協議を行う。パートナーとの間に仲介者が存在する場合は、この仲介者がキーパーソンになるケースが多く、仲介者とパートナーの関係やそのポジション、調整能力等を吟味しておく。

#### ③ 事業スキーム構築

コンセッションのスキームでは、出資比率と関係者の役割分担を明確にしておく必要がある。その際、関係者の中で可能な限りコンフリクトが発生しない、万が一発生するとしても極力その影響を抑えるような事業スキームを構築することが重要である。

#### ④ 合弁契約書（JVA）等の締結

MOU の合意事項に従い、出資比率や役割分担を明記した JVA の締結に向けて協議を行う。本邦建設コンサルタントの場合、出資規模の大小に関わらず、JVA 締結前に取締役会など自社内経営マネジメントの承認獲得が締結の条件となるケースが多い。

#### ⑤ SPC 組成

JVA 締結後、SPC 開設の手続きに入る。登記申請は現地パートナーに任せる方が円滑に進む場合が多い。登記申請と並行して、組織体制の構築と人員育成計画の準備に入る。

### 7.4.3. 業務の役割分担（本邦建設コンサルタントの役割と業務）

第 7.4.2 項で挙げた業務は、第 6 章で実施したリスクマネジメント分析を踏まえて、海外 PPP プロジェクトの主要なプレイヤーである本邦建設コンサルタントと現地パートナー（原則事業者である SPC）が分担してリスクの最小化を図る。

#### ① パートナー発掘

カントリーリスクは原則本邦建設コンサルタント側で調査するが、一部の詳細情報は現地パートナーで確認することが効率的である。パートナーの財務情報や経営方針等の情報は現地パートナーで準備する。本邦建設コンサルタントではコントロールできない事項のため、詳細な情報収集と分析、そしてオーナーとの複数回に渡る面談が不可欠である。

#### ② 信頼関係構築

NDA 締結、MOU 締結ともに本邦建設コンサルタントが主導して進める。その際、本邦建設コンサルタントは現地法に詳しい国際弁護士をアドバイザーとして雇用し、契約内容のレビューを依頼する。

#### ③ 事業スキーム構築

国際的な資金調達や出資を含む場合の事業スキーム案は本邦建設コンサルタントが主導して進める。その際、本邦建設コンサルタントは、アドバイザーとして雇用した国際弁護士の確認を取りながら現地パートナーとの協議・交渉に臨む。

#### ④ 合弁契約書（JVA）等の締結

JVA 締結も本邦建設コンサルタントが主導して進める。締結前に自社内承認が必要な場合、現地パートナーは当該承認プロセスをクリアするために必要な情報を提供する。現地から自国への送金可否や税務リスクに対しては、現地税務に詳しい専門家を雇用する。

#### ⑤ SPC 組成

本邦建設コンサルタントは、現地口座の開設、登記申請書類への記載を行うとともに、最低資本金の払い込みを行う。

以上の分析を踏まえ、本邦建設コンサルタントと現地パートナーによる業務の役割分担を行い、本邦建設コンサルタントの役割と業務を導出した（表 7-4）。

表 7-4 本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（パートナーシップ構築フェーズ）

実行フェーズ／共通業務		コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	リスク対応能力	
					RA	
パートナーシップ構築	パートナー発掘	B 10 1	カントリーリスク(政治)	対象国の政治体制が不安定	0.25	0.40
		B 10 2	カントリーリスク(治安)	対象国・地域の治安が悪化している	0.25	0.40
		B 10 3	カントリーリスク(法令)	対象国の法令が基礎かつ安定・変更が頻繁に発生	0.31	0.50
		B 10 4	カントリーリスク(経済)	対象国のインフレ・デフレリスク、為替変動リスク、外貨準備高不足によるデフォルトの可能性	0.31	0.50
		B 10 5	パートナーの財務状況	パートナーの財務状況が不明確（別事業の負債など隠れた事業リスクが存在）	0.31	0.50
		B 10 6	政府の財務状況（ODA／公共）	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA（有償）貸付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生		
		B 10 7	パートナーの経営方針	パートナーの経営方針が投機型（事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない）	0.42	0.92
		B 10 8	政府のインフラ整備方針（ODA／公共）	政府・自治体のインフラ整備計画に含まれない、または優先順位が低く事業化が遅れる		
		B 10 9	パートナーの実績等	開示された実績が信頼できない	0.56	1.22
		B 10 10	政府の経験・実績（ODA／公共）	政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる		
	信頼関係構築	B 10 11	パートナーとの信頼関係構築	パートナーと信頼関係が不十分（事業の意思決定情報など重要情報が共有されない）	0.31	0.50
		B 10 12	政府との信頼関係構築（ODA／公共）	政府・自治体の幹部や担当との信頼関係が不十分		
		B 10 13	パートナーの経営能力	オーナー経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存	0.31	0.50
		B 10 14	政府の施策実行能力（ODA／公共）	政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる		
		B 20 1	NDA締結の円滑性	NDAに条件を提示する等円滑な締結ができない	1.25	2.75
		B 20 2	パートナーの誠実性	パートナーが自己中心的な思考のため、Win-Winの関係が構築できない		0.70
		B 20 3	政府サイドの誠実性（ODA／公共）	政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される		
		B 20 4	パートナーの政治力	パートナーの政治力が不十分、許認可取得や住民合意形成が円滑に進まない	0.42	0.70
		B 20 5	政府サイドの実行能力（ODA／公共）	政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない		
		B 20 6	パートナー仲介者の能力と誠実性	仲介者がパートナー寄りのため、中立的な立場で調整してくれない。また、そもそも調停能力がない	0.42	0.70
事業スキーム構築	事業スキーム構築	B 30 1	出資比率	出資比率の協議が円滑に進まない	0.42	0.92
		B 30 2	コンフリクト	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている	0.56	1.22
		B 30 3	予算化（ODA／公共）	政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる		
	合弁契約書（JVA）等の締結	B 40 1	SPCマネジメント	SPC経営がオーナーの一言で決定するため、取締役会等が形骸化する	0.42	0.70
		B 40 2	拒否権	拒否権を発動できるスキームになっていない	0.83	1.83
		B 40 3	JVA協議	JVA協議が円滑に進まない	0.56	1.22
		B 40 4	借款契約（ODA）	JICAとの借款契約（JVA）に時間がかかる		
		B 40 5	海外送金可否の確認	配当やFeeが日本へ送金できない	0.63	1.38
		B 40 6	当該国税務の確認	配当やFeeへの税金比率が高い	0.83	1.83
		B 40 7	社内承認（出資案件）	事業への理解が不十分のため社内承認が円滑に進まない	0.63	1.00
		B 40 8	JVA締結	JVA締結が進まず事業化が遅れる	0.42	0.70
	SPC組成	B 50 1	口座開設の遅れ	当該国の口座開設に時間がかかる	0.83	1.83
		B 50 2	登記申請の遅れ	SPC登記申請に時間がかかる	0.56	1.22
		B 50 3	事務所の有無	対象地域に事務所登録がなく受注、契約ができない		
最低資本金・入金	最低資本金・入金	B 50 4	組織体制	必要人員を集める見通しが立たない	0.83	1.33
		B 50 5	人員育成計画・実施	人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る	0.83	1.33
					0.55	1.09

注）赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

主体別の役割と業務	
本邦建設コンサル	現地パートナー（SPC）
<b>パートナー情報の収集・調査</b> ・対象国の政治体制 ・対象国の治安 ・対象国の法令動向 ・対象国のインフレ・デフレ、為替変動、デフォルト等の動向 ・右記情報の整理	<b>パートナー情報の提供</b> ・パートナー企業の財務情報 ・パートナーの経営方針 ・事業／業務実績等会社情報 ・オーナー面談 ・パートナーの意思決定システムの把握
<b>MOU締結の主導</b> ・NDA締結 ・MOUドラフトの提示 ・MOUドラフトの協議 ・MOU締結	<b>MOU締結</b> ・NDA締結 ・MOUドラフト確認・修正 ・MOUドラフトの協議 ・MOU締結
<b>事業スキーム構築の主導</b> ・事業スキーム家の提示 ・事業スキーム家の協議 ・事業スキームの合意	<b>事業スキームの合意</b> ・事業スキーム家の確認・修正 ・事業スキーム家の協議 ・事業スキームの合意
<b>JVA締結の主導</b> ・JVAドラフトの提示 ・JVAドラフトの協議	<b>JVAの合意</b> ・JVAドラフトの確認・修正 ・JVAドラフトの協議
<b>自社内承認（出資案件）</b> ・海外送金可否の確認 ・当該国税務の確認 ・社内承認の取得 ・JVA締結	<b>JVAの合意</b> ・海外送金可否の確認 ・当該国税務の確認 ・社内承認の取得 ・JVA締結
<b>SPC設立申請準備</b> ・当該国口座開設 ・登記申請	<b>SPC設立申請</b> ・SPC口座開設 ・登記申請
<b>最低資本金・入金</b> ・最低資本金の送金	<b>最低資本金・入金</b> ・最低資本金の入金 SPCマネジメント体制構築

## 7.4.4. 本邦建設コンサルタントによるチェック

第 7.4.3 項で本邦建設コンサルタントの役割と業務を整理したが、その実施にあたり特にチェックすべき項目を以下に示す。

### ① パートナー発掘

現地パートナー情報の確認

- ・パートナー企業の財務状況に問題はないか
- ・パートナーの経営方針が投機型でないか
- ・パートナーの経営スタイルはオーナー型か、合議制か
- ・パートナーの事業／業務実績の裏が取れているか
- ・パートナーとの信頼関係が構築できているか

- ・パートナーの意思決定システムに問題はないか

## ② 信頼関係構築

### MOU 締結内容の確認

- ・MOU 締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをタームシートレベルで合意しておく
- ・MOU ドラフトに対して不合理な要求はないか
- ・パートナー仲介者との信頼関係は構築できているか

## ③ 事業スキーム構築

### 事業スキームの確認

- ・事業スキームに問題はないか。
- ・自社に対して不利益が発生するスキームになっていないか。

## ④ 合弁契約書（JVA）等の確認

### JVA 締結内容の確認

- ・JVA 締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをタームシートレベルで合意しておく

### 自社内部承認の獲得（出資案件）

- ・当該国からの送金は可能か
- ・当該国の税務リスクへの対応はできているか
- ・投資妥当性が確認できているか、出資へのリスク対応はできているか

## ⑤ SPC 組成

### SPC 設立申請プロセスの確認

- ・当該国の口座開設プロセスの確認
- ・SPC 登記申請プロセスの確認

## 7.4.5. 参照資料と様式

第 7.4.4 項の本邦建設コンサルタントによるチェック項目を実行する際に参照すべき様式を表 7-5 に示す。各様式は巻末に別添している。



表 7-5 パートナースhip構築フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式

実行フェーズ／共通業務		主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
		本邦建設コンサル	現地パートナー（SPC）			
パートナーシップ構築	パートナー発掘	<b>パートナー情報の収集・精査</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>対象国の政治体制</li> <li>対象国の治安</li> <li>対象国の法令動向</li> <li>対象国のインフレ・デフレ、為替変動、デフォルト等の動向</li> <li>右記情報の整理</li> </ul>	<b>パートナー情報の提供</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>パートナー企業の財務情報</li> <li>パートナーの経営方針</li> <li>事業／業務実績等会社情報</li> <li>パートナー面談</li> <li>意思決定システムの開示</li> </ul>	<b>現地パートナー情報の確認</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>パートナー企業の財務状況に問題はないか</li> <li>パートナーの経営方針が投機型でないか</li> <li>パートナーの経営スタイルはオーナー型か、合議制か</li> <li>パートナーの事業／業務実績の裏が取れているか</li> <li>パートナーとの信頼関係が構築できているか</li> <li>パートナーの意思決定システムに問題はないか</li> </ul>	パートナー企業概要例	B-11
	信頼関係構築	<b>MOU締結の主導</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NDA締結</li> <li>MOUドラフトの提示</li> <li>MOUドラフトの協議</li> <li>MOU締結</li> </ul>	<b>MOU締結</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NDA締結</li> <li>MOUドラフト確認・修正</li> <li>MOUドラフトの協議</li> <li>MOU締結</li> </ul>	<b>MOU締結内容の確認</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NDA締結内容に問題はないか。</li> <li>MOU締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをタムシートレベルで合意しておく</li> <li>MOUドラフトに対して不合理な要求はないか</li> <li>パートナー仲介者との信頼関係は構築できているか</li> </ul>	NDAサンプル MOUタムシート例  MOUタムシート例	B-21 B-22  B-22
	事業スキーム構築	<b>事業スキーム構築の主導</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業スキーム案の提示</li> <li>事業スキーム案の協議</li> <li>事業スキームの合意</li> </ul>	<b>事業スキームの合意</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業スキーム案の確認・修正</li> <li>事業スキーム案の協議</li> <li>事業スキームの合意</li> </ul>	<b>事業スキームの確認</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業スキームに問題はないか。</li> <li>自社に対して不利益が発生するスキームになっていないか。</li> </ul>	事業スキーム例 MOUタムシート例	B-31 B-22
	合併契約書（JVA）等の締結	<b>JVA締結の主導</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JVAドラフトの提示</li> <li>JVAドラフトの協議</li> </ul> <b>自社内承認（出資案件）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>海外送金可否の確認</li> <li>当該国税務の確認</li> <li>社内承認の取得</li> </ul> JVA締結 JVA締結	<b>JVAの合意</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JVAドラフトの確認・修正</li> <li>JVAドラフトの協議</li> </ul> JVA締結 JVA締結	<b>JVA締結内容の確認</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JVA締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをタムシートレベルで合意しておく</li> </ul> <b>自社内承認の獲得（出資案件）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該国からの送金は可能か</li> <li>当該国の税務リスクへの対応はできているか</li> <li>投資妥当性が確認できているか、出資へのリスク対応はできているか</li> </ul>	株主間協定書タムシート例 株主間協定書タムシート例  税務分析項目例 事業評価資料例	B-41 B-41  B-42 B-43
	SPC組成	<b>SPC設立申請準備</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該国口座開設</li> <li>登記申請</li> <li>最低資本金の入金</li> <li>最低資本金の送金</li> </ul>	<b>SPC設立申請</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>SPC口座開設</li> <li>登記申請</li> <li>最低資本金の入金</li> <li>最低資本金の入金</li> </ul> SPCマネジメント体制構築	<b>SPC設立申請プロセスの確認</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該国の口座開設プロセスの確認</li> <li>SPC登記申請プロセスの確認</li> </ul>		

#### 7.4.6. パートナースhip構築マネジメントシステム

第 7.4.1 項から 7.4.5 項までの一連の流れを体系化した、パートナーシップ構築マネジメントシステムを表 7-6 に示す。本表を拡大したものは巻末に別添している。

表 7-6 パートナシップ構築マネジメントシステム

実行フェーズ／共通業務	コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク属性(①～④, 〇×)			海外PPPマネジメント能力												リスク対応能力		主主体の役割と連携		本邦建設コンサルによるチェック項目		参照資料		形式		
				コンサル	調査者 (メソッド)	事業者 (SPC)	行政	海外PPP リスク分析 with/without モデル				マネジメント能力 契約専門家 (サブ責任者)				チーム計				RA									チーム
								DB	PP	GE	KL	DB	PP	GE	KL	DB	PP	GE	KL										
パートナー発掘	B 10 1	① 政治リスク(政治)	対象国の政治体制が不安定	○	○	○	●	2	5	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.25	0.40	本邦建設コンサルによるチェック項目 ・対象国の政治体制 ・対象国の治安 ・対象国の法令動向 ・対象国のインフラ計画、為替変動、デフォルト等の動向 ・上記情報の整理	現地パートナー(SPC)	本邦建設コンサルによるチェック項目 ・現地パートナー情報の確認 ・パートナー企業の財務状況に問題はないか	参照資料 ・パートナー企業概要事例	形式 B-11			
	B 10 2	② 政治リスク(治安)	対象国・地域の治安が悪化している	○	○	○	●	2	5	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.25	0.40								
	B 10 3	③ 政治リスク(法令)	対象国の法令が頻りに変更・変更が頻りに発生	○	○	○	●	2	4	8	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.31	0.50								
	B 10 4	④ 政治リスク(経済)	対象国のインフレーション・デフレリスク、急激な通貨リスク、外資率低下によるデフォルトの可能性	○	○	○	●	2	4	8	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.31	0.50								
	B 10 5	⑤ パートナーの財務状況	パートナーの財務状況が不明確(諸事業の負債など隠れた事業リスクが潜在)	●	○			4	4	16	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.31	0.50								
	B 10 6	⑥ 政府の財務状況 (ODA/公共)	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA(有償)交付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 10 7	⑦ パートナーの経営方針	パートナーの経営方針が役機型(事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない)	○	○			3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92								
	B 10 8	⑧ 政府のインフラ整備方針 (ODA/公共)	政府・自治体のインフラ整備計画に言及しない、または優先順位が低く(事業化が進まない)					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 10 9	⑨ パートナーの実績等	提示された実績が信頼できない	○	○			3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22								
	B 10 10	⑩ 政府の経験・実績 (ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が進まない					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 10 11	⑪ パートナーとの信頼関係構築	パートナーと信頼関係が不十分(事業の意思決定情報など迅速に共有されない)	●	○			4	4	16	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.31	0.50								
	B 10 12	⑫ 政府との信頼関係構築 (ODA/公共)	政府・自治体の経験や能力との信頼関係が不十分					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 10 13	⑬ パートナーの経営能力	オーナー・経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存	○	○			4	4	16	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.31	0.50								
	B 10 14	⑭ 政府の施策実行能力 (ODA/公共)	政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が進まない					0		3	2	0			2	1	0	0											
信頼関係構築	B 20 1	NDA締結の円滑性	NDAに条件を提示する等円滑な締結ができない	○	○			2	2	4	2	3	2	5	4	2	1	6	11	1.25	2.75	MOU締結内容の確認	MOU締結	MOU締結内容の確認 ・NDA締結内容に問題はないか、特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをチームシートレベルで留意しておく	NDAサンプル MOUチームシート例	B-21 B-22			
	B 20 2	② パートナーの誠実性	パートナーが自己中心の思考のため、Win-Winの関係が構築できない	○	○			3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.79									
	B 20 3	③ 政府サイトの誠実性 (ODA/公共)	政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 20 4	④ パートナーの政治力	パートナーの政治力が不足し、許認可取得や住民合意形成などが円滑に進まない	○	○			3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79								
	B 20 5	⑤ 政府サイトの実行力 (ODA/公共)	政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 20 6	⑥ パートナー仲介者の能力と誠実性	仲介者がパートナー寄りのため、中立的な立場で問題解決できない、また、そもそも調停能力がない	●	○			3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79								
事業スキーム構築	B 30 1	① 出資比率	出資比率の協議が円滑に進まない	○	○			3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92	事業スキームの合意	事業スキームの合意の確認・修正	事業スキームに問題はないか ・自社に対して不利益が発生するスキームになっていないか	事業スキーム例 MOUチームシート例	B-31 B-22			
	B 30 2	② コンフリクト	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている	○	○			3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22								
	B 30 3	③ 予算化 (ODA/公共)	政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる					0		3	2	0			2	1	0	0											
合弁契約書(JVA)等の締結	B 40 1	① SPCマネジメント	SPC協定がオーナーの一言で決定するため、取締役会等が影響化する	○	●			3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79	自社内部承認(出資案件) ・当該国の承認 ・登記申請 ・最低資金金の入金 ・最低資金金の送金	JVA締結 ・JVA締結	JVA締結内容の確認 ・JVA締結内容に問題はないか、特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをチームシートレベルで留意しておく	株主間協定書チームシート例 株主間協定書チームシート例	B-41 B-41			
	B 40 2	② 拒否権	拒否権を発動できるスキームになっていない	○	○			2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83								
	B 40 3	③ JVA協議	JVA協議が円滑に進まない	○	○			3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22								
	B 40 4	④ 借款契約 (ODA)	JICAとの借款契約(L/A)に時間がかかる					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 40 5	⑤ 海外送金可否の確認	配当やFeeが日本へ送金できない		○			2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.63	1.38								
	B 40 6	⑥ 当該国税務の確認	配当やFeeへの税金比率が高い					2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83								
	B 40 7	⑦ 社内承認 (出資案件)	事業への信頼が不十分のため社内承認が円滑に進まない	○				3	4	12	2	3	2	7.5	3	2	1	4.5	12	0.63	1.00								
	B 40 8	⑧ JVA締結	JVA締結が進まず事業化が進まない	●	○			3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79								
SPC組成	B 50 1	① 口座開設の遅れ	当該国の口座開設に時間がかかる		○	○	○	3	2	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83	SPC設立申請準備 ・当該国の承認 ・登記申請 ・最低資金金の入金 ・最低資金金の送金	SPC設立申請 ・SPC設立準備 ・登記申請 ・最低資金金の入金 ・最低資金金の送金 SPCマネジメント体制構築	SPC設立申請プロセスの確認 ・SPC設立準備プロセスの確認 ・SPC登記申請プロセスの確認	事業分析資料例 事業評価資料例	B-42 B-43			
	B 50 2	② 登記申請の遅れ	SPC登記申請に時間がかかる	○				3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22								
	B 50 3	③ 事務所の有無	対象地域に事務所を設けず(受注、契約ができない)					0		3	2	0			2	1	0	0											
	B 50 4	④ 組織体制	必要人員を揃える見通しが立たない		○			2	3	6	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.83	1.33								
	B 50 5	⑤ 人員育成計画・実施	人員育成が計画通り進まず運営管理が滞る		○			2	3	6	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.83	1.33								
								222	123				120	242.5				0.55	1.09										

注) 赤字はRA<0.65、青字は0.65≦RA<0.80

## 7.5. 資金調達マネジメントシステム

### 7.5.1. 業務の目的

事業の投資効率を高めるためにも、投資家から有利な投融資条件を引き出すフェーズである。政治的リスク・商業的リスク・技術的リスクなど総合的なリスクマネジメントの面で優れた案件であることを示すことで、例えば長期固定による低利融資を金融機関や投資家から引き出すことが狙いである。

### 7.5.2. 業務の手順

ここでは、第5章におけるリスク分析を踏まえて、資金調達に必要な業務内容と手順を示す。資金調達は、まず資金調達スキームの構築を行い、本邦建設コンサルタントを含む事業関係者による出資を実施した上で、(日系)投資家からの融資契約締結という手順で進める。

#### ① 資金調達スキーム構築

小水力 PPP プロジェクトは、長期にわたり安定したキャッシュフローを創出するインフラ事業であり、期間が短い融資や変動金利は、事業のネイチャーにそぐわず、事業者サイドからみると活用しやすいとは言い難い。本邦建設コンサルタントは、JICA や JBIC、ADB といった所謂日本の政府系金融機関及び日系の民間投資家による融資可能性を検討する。

#### ② 出資

既に締結した JVA に従い、最低資本金から発行済み資本金まで資金を払い込む。

#### ③ 融資契約の締結（日系投資家のケース）

投資家へ必要な申請情報を整理して提出する。例えば JICA 海外投融資の場合、案件経緯、事業背景と必要性、事業概要・計画、投融資希望金額・条件、投融資先の概要、リスク及びその対応方針、政府新・許認可、環境社会配慮、既存金融機関からの借入の困難性（海外投融資支援の必要性）、運用効果指標（開発効果）、今後の実施スケジュールが申請情報となる。これらを提出した後、アドバイザーを選定して、ファイナンス・タームシートの作成、交渉、合意を図る。その後、融資契約を締結することになる。プロジェクトファイナンスの場合、融資担保は融資事業そのものとなるが、コーポレートファイナンスの場合は当該担保が必要となる。

### 7.5.3. 業務の役割分担（本邦建設コンサルタントの役割と業務）

第7.5.2項で挙げた業務は、第6章で実施したリスクマネジメント分析を踏まえて、海外 PPP プロジェクトの主要なプレイヤーである本邦建設コンサルタントと現地パートナー（原則事業者である SPC）が分担してリスクの最小化を図る。

#### ① 資金調達スキーム構築

本邦建設コンサルタントが資金調達スキームを提案し、SPC 内で協議を行い、最終的な資金調達スキーム案を合意する。

## ② 出資

本邦建設コンサルタントは、既に締結した JVA に従い、最低資本金から発行済み資本金まで資金を払い込む。また、現地パートナーが発行済み資本金まで支払いを完了しているか否かの確認を行う。

## ③ 融資契約の締結（日系投資家のケース）

日系投資家の場合は本邦建設コンサルタントが交渉を主導するが、投資家が現地金融機関の場合は現地パートナーが主導する。投資家への申請情報は、FS で概ね網羅されているため、本邦建設コンサルタントが主導してとりまとめる。ファイナンス・タームシート及び融資契約ドラフトの作成、交渉も同様に、日系投資家の場合は本邦建設コンサルタントが主導する。

以上の分析を踏まえ、本邦建設コンサルタントと現地パートナーによる業務の役割分担を行い、本邦建設コンサルタントの役割と業務を導出した（表 7-7）。

表 7-7 本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（資金調達フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務		コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	リスク対応能力		主体別の役割と業務		
					RA				
					プロジェクトマネージャー	チーム			
資金調達	資金調達スキーム構築	C 10 1	資金調達スキーム	案件開発に最適な融資ファミリーが見当たらない	0.63	1.38	本邦建設コンサル	現地パートナー（SPC）	
		C 10 2	借款契約（ODA）	借款契約が形成できない、または締結が遅れる			資金調達スキームの提示	資金調達スキームの合意	
		C 10 3	予算確保（公共）	予算が確保できない、または予算化が遅れる			・資金調達スキーム家の確認・修正	・資金調達スキーム家の確認・修正	
	融資契約の締結 （日系投資家のケース）	C 20 1	出資金の確保	パートナー側の入金が不足または遅れる	0.00	0.00	・SPC内協議	・SPC内協議	
							・資金調達スキームの合意	・資金調達スキームの合意	
		C 30 1	投資家との信頼関係構築	投資家との信頼関係構築が不十分	0.42	0.92	出資金の入金	出資金の入金	
		C 30 2	アドバイザーの選定	経験豊富なアドバイザーが見つからない	0.63	1.38	・出資金の送金	・出資金の入金	
		C 30 3	調達金利	現地金融機関による高い金利でしか資金の調達ができず、事業の経済性を悪化させる要因となる	0.42	0.92	日系投資家との交渉・協議	投資家との交渉・協議	
		C 30 4	調達金利（ODA）	国・地域によるが、円借款有償の場合、金利はほぼゼロに近い。			・投資家とのエグジット案件持込	・投資家との信頼関係構築	
		C 30 5	PF契約	PFの場合、多様な契約と複雑な交渉が必要になるが、それある程度管理できる人材がいない	0.31	0.69	・アドバイザー（弁護士、保険）の紹介	・アドバイザー（弁護士、保険）の雇用	
		C 30 6	環境社会配慮	JICA、JBIC、ADB、WBなど国際金融機関からの融資の場合、環境社会配慮の基準が高くなり、その対策にコストと時間が必要となる	0.56	1.22	・融資条件の協議	・融資条件の協議	
		C 30 7	融資担保	PFの場合不要、CFの場合はSPC出資者の担保が必要	0.00	0.00	・PF担当者の確保		
		C 30 8	保証	FITの場合はソブリン保証だが、その他PPAはサブプライムとなり融資契約の条件を満たさない	0.00	0.00	・環境社会配慮のチェック		
		C 30 9	事業計画承認の遅延	投資家による事業計画承認が遅延	0.56	1.22		・融資担保の検討	
		C 30 10	事業計画承認の遅延	発注者による事業計画承認が遅延	0.56	1.22		・融資保証の検討	
		C 30 11	コスト評価、財務評価	IRRがターゲットレートより低い	0.56	1.22	・事業計画の提示	・事業計画の確認・合意	
		C 30 12	SPCマネジメント	ターゲットタリフ（電気料金）、ハードルレートの妥当性が不明確	1.25	2.75	・財務評価の提示	・財務評価の確認・合意	
		C 30 13	ファイナンスシート	ファイナンスシートの合意が遅延	0.56	1.22	・SPC経営評価の提示	・SPC経営評価の確認・合意	
		C 30 14	融資契約の締結	融資契約締結の遅延	0.42	0.67	ファイナンスシートの合意	ファイナンスシートの合意	
	C 30 15	円借款契約の締結（ODA）	円借款契約の遅延			ファイナンスシートの作成	ファイナンスシートの確認・合意		
	C 30 16	予算の確保（公共）	予算確保の遅延			・金融機関との交渉支援	・金融機関との交渉		
						0.42	0.90	融資契約の支援	融資契約内容の締結
								・融資契約ドラフトの確認	・融資契約ドラフトの合意
							・金融機関との交渉支援	・金融機関との交渉	

注）赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

## 7.5.4. 本邦建設コンサルタントによるチェック

第 7.5.3 項で本邦建設コンサルタントの役割と業務を整理したが、その実施にあたり特にチェックすべき項目を以下に示す。

### ① 資金調達スキーム構築

資金調達スキームの確認

- ・事業にとって最適な資金調達スキームとなっているか
- ・事業が融資対象条件を満たしているか

## ② 出資

### 出資金入金の確認

- ・現地パートナーは発行済み資本金まで支払いを完了しているか

## ③ 融資契約の締結（日系投資家のケース）

### 日系投資家との交渉・協議内容の確認

- ・投資家への申請情報は必要十分か
- ・経験豊富なアドバイザーを確保しているか
- ・適正な金利水準で調達できるか
- ・P F資金調達のマネジメント体制ができているか
- ・金融機関が要求する環境社会配慮はクリアできているか
- ・事業計画を投資家が十分に理解しているか
- ・財務評価は妥当な水準か
- ・SPC 経営評価は妥当な水準か
- ・ファイナンス・タームシートは合意できる内容か
- ・融資契約ドラフトは合意できる内容か

## 7.5.5. 参照資料と様式

第7.5.4項の本邦建設コンサルタントによるチェック項目を実行する際に参照すべき様式を表7-8に示す。各様式は巻末に別添している。

表 7-8 資金調達フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式

実行フェーズ/ 共通業務		主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
		本邦建設コンサル	現地パートナー（SPC）			
資金調達	資金調達スキーム構築	<b>資金調達スキームの提示</b> ・資金調達スキーム案の提示 ・SPC内協議 ・資金調達スキームの合意	<b>資金調達スキームの合意</b> ・資金調達スキーム案の確認・修正 ・SPC内協議 ・資金調達スキームの合意	<b>資金調達スキームの確認</b> ・事業にとって最適な資金調達スキームとなっているか ・事業が融資対象条件を満たしているか	資金調達方法の検討例 海外投融資に関する案件選択の指針 ツーステップ・ローン条件	A-46 C-12 C-13
	出資	出資金の入金 出資金の送金	出資金の入金 出資金の入金	出資金入金の確認 ・現地パートナーは発行済み資本金まで支払いを完了しているか		
	融資契約の締結（日系投資家のケース）	日系投資家との交渉・協議 ・投資家との交渉(案件持込) ・アドバイザー(弁護士、保険)の紹介 ・融資条件の協議 ・PF担当者の確保 ・環境社会配慮のチェック ・事業計画の提示 ・財務評価の提示 ・SPC経営評価の提示 ファイナンスチームの合意 ・ファイナンスチームの作成 ・金融機関との交渉支援 融資契約の支援 ・融資契約ドラフトの確認 ・金融機関との交渉支援	投資家との交渉・協議 ・投資家との信頼関係構築 ・アドバイザー(弁護士、保険)の雇用 ・融資条件の協議 ・融資担保の検討 ・融資保証の検討 ・事業計画の確認・合意 ・財務評価の確認・合意 ・SPC経営評価の確認・合意 ファイナンスチームの合意 ・ファイナンスチームの確認・合意 金融機関との交渉 融資契約内容の締結 ・融資契約ドラフトの合意 金融機関との交渉	日系投資家との交渉・協議内容の確認 ・投資家への申請情報は必要十分か ・経験豊富なアドバイザーを確保しているか ・適正な金利水準で調達できるか ・PF資金調達のマネジメント体制ができているか ・金融機関が要求する環境社会配慮はクリアできているか ・事業計画を投資家が十分に理解しているか ・財務評価は妥当な水準か ・SPC経営評価は妥当な水準か ・ファイナンスチームは合意できる内容か ・融資契約ドラフトは合意できる内容か	海外投融資への申請情報 ファイナンスアドバイザー資格要件 キャッシュフロー分析例 環境チェックリスト例 事業評価資料例 キャッシュフロー分析例 キャッシュフロー分析例 ファイナンスチーム項目例 ファイナンスチーム項目例	C-21 C-22 A-47 A-45 B-44 A-47 A-47 C-23 C-23

## 7.5.6. 資金調達マネジメントシステム

第 7.5.1 項から 7.5.5 項までの一連の流れを体系化した、資金調達マネジメントシステムを表 7-9 に示す。本表を拡大したものは巻末に別添している。

表 7-9 資金調達マネジメントシステム

実行フェーズ／共通機能	コード	リスク・カテゴリ	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(0:なし、0.5:中)			マネジメント能力												リスク対応能力		主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式			
				コンサル	請負者 (パートナー)	事業者 (SPO)	行政	海外PPP リスク分析 with海外コンサル				プロジェクトマネージャー (メイン責任者)				資金調達専門家 (サブ責任者)				チーム計						RA		
								PM	JP	RL	KL	PJE	GE	ML	KL	PJE	GE	ML	プロジェクトマネージャー		チーム							
資金調達	資金調達スキーム構築	C 10 1	資金調達スキーム	案件開発に最適な融資ファシリタが見当たらない	◎				2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.63	1.38	■本邦建設コンサル ・資金調達スキームの提示 ・SPC内協議 ・資金調達スキームの合意 出資金の入金 出資金の返済 ・出資金の返済	■現地パートナー(SPO) ・資金調達スキームの合意 ・資金調達スキームの修正 ・SPC内協議 ・資金調達スキームの合意 出資金の入金 出資金の返済	■資金調達スキームの確認 ・事業にとって最適な資金調達スキームとなっているか ・事業が融資対象条件を満たしているか 出資金の融資 ・現地パートナーは発行済み資本金まで支払いを完了しているか	資金調達方法の検討例 海外投融資に関する案件選択の指針 クローズド・ローン案件	A-46 C-12 C-13
		C 10 2	借款契約(OOA)	借款契約が形成できない、または締結が遅れる																								
		C 10 3	予算確保(公共)	予算が確保できない、または予算化が遅れる																								
	出資	C 20 1	出資金の確保	パートナー側の入金が予定または遅れる		◎			2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.60	0.60					
	融資契約の締結 (日系投資家のケース)	C 30 1	投資家との信頼関係構築	投資家との信頼関係構築が不十分	○		◎		3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.42	0.92	■日系投資家との交渉・協議 ・投資家との交渉(案件持込) ・「JV」/「JV」/「JV」/「JV」の紹介 ・融資条件の協議 ・PF担当者の確保 ・環境社会配慮のチェック ・融資担保の検討 ・融資保証の検討 ・事業計画の提示 ・財務評価の提示 ・SPC経営評価の提示 ファイナンス・リースの合意 ファイナンス・リースの作成 ・金融機関との交渉支援 融資契約の支援 ・融資契約の提示 ・金融機関との交渉支援	投資家との交渉・協議 ・投資家との信頼関係構築 ・「JV」/「JV」/「JV」/「JV」の紹介 ・融資条件の協議 ・融資担保の検討 ・融資保証の検討 ・事業計画を投資家へ十分に理解しているか ・財務評価は妥当な水準か ・適正な金利水準で調達できるか ・PF資金調達のマネジメント体制ができていないか ・金融機関が要求する環境社会配慮はクリアできているか ・融資担保の検討 ・融資保証の検討 ・事業計画を投資家へ十分に理解しているか ・財務評価は妥当な水準か ・SPC経営評価は妥当な水準か ファイナンス・リースの合意 ファイナンス・リースの作成 ・ファイナンス・リースは合意できる内容か 融資契約の提示 ・融資契約の提示 ・融資契約の提示	日系投資家との交渉・協議内容の確認 ・投資家への申請情報は必要十分か ・経験豊富な「JV」/「JV」を確保しているか ・適正な金利水準で調達できるか ・PF資金調達のマネジメント体制ができていないか ・金融機関が要求する環境社会配慮はクリアできているか ・融資担保の検討 ・融資保証の検討 ・事業計画を投資家へ十分に理解しているか ・財務評価は妥当な水準か ・SPC経営評価は妥当な水準か ファイナンス・リースの合意 ファイナンス・リースの作成 ・ファイナンス・リースは合意できる内容か 融資契約の提示 ・融資契約の提示 ・融資契約の提示	海外投融資への申請情報 ファイナンス・リース資格要件 キャッシュフロー分析例 キャッシュフロー分析例 キャッシュフロー分析例 ファイナンス・リース項目例 ファイナンス・リース項目例	C-21 C-22 A-47 A-47 A-47 C-23 C-23
		C 30 2	カバレッジの選定	経験豊富な「JV」/「JV」が見つからない	○		◎		2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.63	1.38					
		C 30 3	調達金利	現地金融機関による高い金利でしか資金の調達ができず、事業の経済性を悪化させる要因となる	○		◎		3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.42	0.92					
		C 30 4	調達金利(OOA)	国・地域によるが、円借款有償の場合、金利はほぼゼロに近い。	○		◎																					
		C 30 5	PF目的	PFの場合、多様な目的と複雑な交渉が必要になるが、それを資金・管理できる人材がいない	○		◎		4	4	16	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.31	0.69					
		C 30 6	環境社会配慮	JICA、JICA、ADB、WBなど国際金融機関からの融資の場合、環境社会配慮の基準が高くなり、その対策にコストと時間が必要となる	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.56	1.22					
		C 30 7	融資担保	PFの場合平準、CFの場合はSPO出資者の担保が必要		◎			2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.60	0.60					
		C 30 8	保証	PFの場合はサブプライム保証だが、その他PPAはサブプライムとなり融資条件の条件を満たさない		◎			2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.60	0.60					
		C 30 9	事業計画承認の遅延	投資家による事業計画承認が遅延	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.56	1.22					
		C 30 10	事業計画承認の遅延	融資者による事業計画承認が遅延			◎																					
		C 30 11	コスト評価、財務評価	RRRがターゲットレートより低い	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.56	1.22					
		C 30 12	SPCマネジメント	ターゲットタリフ(電気料金)、ハードルレートの妥当性が不明確	○		◎		2	2	4	2	3	2	5	4	2	1	6	11		1.25	2.75					
C 30 13		ファイナンス・リースの合意	ファイナンス・リースの合意が遅延	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.56	1.22						
C 30 14	融資契約の締結	融資契約の締結が遅延	○		◎		4	3	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11		0.42	0.67							
C 30 15	円借款契約の締結(OOA)	円借款契約の遅延																										
C 30 16	予算の確保(公共)	予算確保の遅延																										
								121																				

注)赤字はRA<0.65、黄字は0.65≤RA<0.80

## 7.6. EPC マネジメントシステム

### 7.6.1. 業務の目的

プロジェクトを、予め計画で定められた品質・工期・コストで完工させるフェーズである。主に詳細設計（国内では実施設計に相当）などエンジニアリングと土木施工管理、水車発電機プラント調達管理に分けられ、適切な仕様作成・入札プロセスを経て、質の高い EPC マネジメントを投入することで、工期とコストを計画通りに完工させるとともに、コミッショニングの立会いによる品質チェックとモニタリングを実施する。

### 7.6.2. 業務の手順

ここでは、第 5 章におけるリスク分析を踏まえて、EPC に必要な業務内容と手順を示す。EPC は、最初に CM コンサルの契約締結を行い、エンジニアリング、機器・設備の調達、施工管理（CM）、コミッショニングの手順で進める。

#### ① CM 契約

最初に、本邦建設コンサルタントの立ち位置（権限と責任）を明確にすることが最重要である。プロジェクトの品質・工期・コストを計画通り進めるには、本邦建設コンサルタントが所謂 FIDIC における「エンジニア」という中立的な立場でコントラクターを監督・指導することが望ましい。一方、小水力の場合、本邦建設コンサルタントが「エンジニア」として権限と責任を持って対応するには事業規模が小さいケースが多く、事業の経済性を考えると、事業者（SPC）に対して施工管理のコンサルティングを行うオーナーズエンジニアリングが経済合理性から見て最適となるケースがあり、SPC と十分に協議の上、本邦建設コンサルタントの権限と責任を定めて契約に落とし込むことが必要である。

#### ② エンジニアリング

FS や基本設計に基づき確定した設計条件の下、実施設計を進める。実施設計では、高精度な地形測量（100 分の 1~500 分の 1）やボーリングなどの地盤・地質調査データが不可欠である。

#### ③ 機器・設備調達

日系メーカーからの調達の場合、本邦建設コンサルタントがその仲介役を担うとともに、入札書類作成から入札評価まで事業者を支援し、入札または単独交渉による調達プロセスを進める。

#### ④ 施工管理（CM）

施工はコントラクターが発注者である SPC と直接契約する。本邦建設コンサルタントは CM として施工管理を行う、またはオーナーズエンジニアとして施工進捗のモニタリングと必要に応じて対策案を提示する。

#### ⑤ コミッショニング

機器・設備のコミッショニングは、本邦建設コンサルタントが派遣する専門家が工場や現地据付時に立会い、結果をオーナー（SPC）に報告する。



### 7.6.3. 業務の役割分担（本邦建設コンサルタントの役割と業務）

第 7.6.2 項で挙げた業務は、第 6 章で実施したリスクマネジメント分析を踏まえて、海外 PPP プロジェクトの主要なプレイヤーである本邦建設コンサルタントと現地パートナー（原則事業者である SPC）が分担してリスクの最小化を図る。

#### ① CM 契約

本邦建設コンサルタントは、オーナーズエンジニアとして発注者である SPC（オーナー）に対するコンサルティングを実施する。なお、オーナーの要求により、オーナーの代理人としての機能を含めるケースがある。

#### ② エンジニアリング

実施設計に求められる地形測量やボーリング等の調査データ、実施設計そのものは、SPC から現地コンサルに発注するが、その現地コンサルの指導と成果のチェック及びレビューは本邦建設コンサルタントの役割である。

#### ③ 機器・設備調達

日系メーカーからの調達の場合、本邦建設コンサルタントが候補企業を選定してショートリストを作成する。また、本邦建設コンサルタントが入札仕様を作成し、入札書類の照査や入札評価を行い、オーナーへ報告する。

#### ④ 施工管理（CM）

施工はコントラクターが主体であるが、本邦建設コンサルタントは CM またはオーナーズエンジニアとして施工進捗のモニタリングと必要に応じて対策案を提示する。オーナーズエンジニアの場合、施工管理は SPC の責任で実施する。

#### ⑤ コミッショニング

機器・設備のコミッショニングは、本邦建設コンサルタントが派遣する専門家が工場や現地据付時に立会い、技術評価結果をオーナー（SPC）に報告する。

以上の分析を踏まえ、本邦建設コンサルタントと現地パートナーによる業務の役割分担を行い、本邦建設コンサルタントの役割と業務を導出した（表 7-10）。

表 7-10 本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出 (EPC フェーズ)

実行フェーズ/ 共通業務		コード		リスク・カテゴリ	リスクの具体的内容	リスク対応能力		主役別の役割と業務			
						RA					
						プロジェクトマネージャー	チーム	本邦建設コンサル		現地パートナー（SPC）	
OM契約	D	10	1	コンサルの権限と責任（PPP）	OM（三者構造）、コンサル（二者構造）、アパイヤー（間）によってコンサルの権限と責任が異なるが、権限と責任が不明確	0.47	0.84	・コンサルサービス契約の締結 ・コンサルサービス内容の提案	・コンサルサービス契約の締結 ・コンサルサービス内容の合意		
			2	コンサルの権限と責任（ODA）	原則OM（三者構造）となるが、権限と責任が不明確						
			3	コンサルの権限と責任（国内公共）	原則コンサルまたはアパイヤー（二者構造）となるが、権限がなく責任を負う						
			4	EPCマネジメント	EPC一括発注でない場合、水車発電機の仕様・工程と土木設備の仕様・工程の調整が困難。これをマネジメントできる人材がローカルにいない。	0.63	1.13	・EPCマネジメント体制の構築	・関係者の役割と責任分担の明示		
			5	コンサル契約	コンサルの権限と責任に応じた契約になっていない	0.63	1.13	・コンサル契約内容の協議・交渉	・コンサル契約内容の合意		
エンジニアリング	D	20	1	エンジニアリング	EPC入札段階で基本設計や詳細設計が十分成されていないため、契約後の設計変更やコスト増加要因となる。	0.63	1.29	・エンジニアリング支援 ・基本設計レビューの実施	・エンジニアリング実施 ・基本設計の修正		
			2	エンジニアリング	基本設計レベルの成果に基づいた入札仕書が必要	0.83	1.72	・詳細設計レビューの実施	・詳細設計の実施と修正		
			3	設計条件	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	0.63	1.29	・入札仕書の作成 ・設計条件のチェック	・入札仕書の合意 ・設計条件の合意		
			4	建設工法	ローカル建設会社の技術的問題から適切な建設工法が選択できない	0.63	1.29	・建設工法のチェック	・建設工法の合意		
			5	工事数量	地形測量の精度が低く、正確な工事数量（土工量等）の計算ができない	0.63	1.29	・工事数量のチェック	・工事数量の合意		
			6	建設工期	タイトなスケジュールが策定されることにより、実際の工事工程を守ることが困難	0.63	1.29	・建設工期のチェック	・建設工期の合意		
機器・設備調達 （日系の水車 発電機を指名 競争入札 で調達すること を想定）	D	30	1	日系メーカーの関心	入札になると関心を持つ日系メーカーは限定される	0.56	0.78	入札支援 ・ショートリストの作成	入札実施 ・ショートリストの合意		
			2	EPC入札手続き	小水力では土木設備と電気設備を分けて発注するケースが多いが、各々入札準備と発注者選定、契約締結に対応できる人材がローカルにいない。	0.56	0.78	入札支援 ・入札手続きのマネジメント	入札実施		
			3	入札図書記載項目の設定	FIDIC、JICA、JBICガイドライン等の契約的観点と不整合の発生、必要な記載項目が抜け落ちるリスク	0.56	0.78	・入札書類の照査	・入札書類の作成		
			4	SPCマネジメント	仕様項目の不足、不適切な仕様の記載により、契約調整にトラブルが発生するリスク	0.42	0.58	・入札書類の照査	・入札書類の作成		
			5	SPCマネジメント 入札プロセス	オーナーの事業資金確保の証明がされていない 不適切な調達方式の記載	0.00 0.56	0.17 0.78	・入札準備の支援	・事業資金確保の証明 ・入札準備		
			7	入札プロセス	不適切な入札期間の設定	0.56	0.78	・入札準備の支援	・入札準備		
			8	入札プロセス	不明確な入札手順	0.56	0.78	・入札準備の支援	・入札準備		
			9	入札プロセス	契約的リスク性	0.56	0.78	・入札準備の支援	・入札準備		
			10	入札プロセス	不適切な入札評価基準	0.56	0.78	・入札評価結果の提示	・入札評価		
			11	入札プロセス	不適切な入札設計図書	0.56	0.78				
			EPC	D	40	1	EPC会社の体制	EPCコントラクター側の責任範囲が不明確	0.00	0.00	
2	支払いの条件・保証	オーナー、コンサルによる支払い査定の変遷及び破綻覚定				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
3	支払いの条件・保証	IPCC（出来高支払証明書）発給から支払いまでの期間が不常に多い				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
4	支払いの条件・保証	通貨、割増、割減、設計変更、追加工事の取扱いや、支払い条件が不明確				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
5	支払いの条件・保証	オーナーの事業資金確保の証明がされていないキャッシュフローの悪化				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
6	工価選定基金	工価選定理由の査定方法と査定方法が不明確				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
7	物価変動	物価変動条項がない、もしくは金額算出方法が不明確				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
8	変更事項	工価選定の不適合				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
9	変更事項	追加支払いの不適合				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
10	受注者側の損害賠償責任	瑕疵担保責任期間が不常に多い				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
11	受注者側の損害賠償責任	責任上限を定めていない				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
12	仲裁事項	DAB（紛争仲裁委員会）の設置条項がない				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
13	仲裁事項	仲裁機関が対等な立場の国（シンガポール等）でない				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
14	クレーム処理	クレーム処理の不整合				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
15	クレーム処理	クレーム処理の能力不足によるクレーム処理の停滞				0.00	0.00	・EPCコントラクターとの協議・交渉	・EPCコントラクターとの協議・交渉		
施工	D	50	1	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延	0.00	0.00	施工管理の支援	施工管理の実施		
			2	移転補償	移転補償協定締結の遅延	0.00	0.00	・用地取得・引渡交渉の加速	・移転補償協定締結の加速		
			3	漁業補償	漁業補償協定締結の遅延	0.00	0.00	・移転補償協定締結の加速	・漁業補償協定締結の加速		
			4	施工	極めて低いレベルの施工計画のため現場を合わせた施工が図られ、施工にかかる費用と時間が当初計画を大幅に超過	0.31	0.69	・施工計画のレビューと修正	・施工計画の合意		
	D	50	5	現地地盤状況	想定外の現地地盤状況による遅延と費用増加	0.42	0.92	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			6	敷地造成・掘削	敷地造成の変更による遅延	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			7	敷地造成・掘削	土捨て場、土取得の変更による遅延	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			8	敷地造成・掘削	埋設物出土等による遅延	1.67	3.67	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			9	資材調達・搬入	調達資材の品不足	0.56	1.22	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			10	資材調達・搬入	現地業者の能力不足	0.56	1.22	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			11	工費管理	施工段階での設計変更により工費が増加	0.31	0.69	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施		
			12	資機材調達	資機材調達の遅れにより全体工程の遅延	0.31	0.69	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施		
			13	品質管理	品質管理のノウハウ不足	0.31	0.69	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施		
			14	コスト管理	施工段階での設計変更によりコストが増大	0.31	0.69	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施		
			15	サイト管理	キャンプ設置の治安確保	1.25	2.75	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
	D	50	16	サイト管理	衛生環境の確保	1.25	2.75	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			17	サイト管理	工事電力の確保	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			18	サイト管理	サイト内道路工事の遅延	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			19	サイト管理	仮設資機材調達の遅延	0.56	1.22	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			20	建設関連法令	建設関連法令令の変更	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			21	その他基準	雇用・労働基準、環境基準、安全基準、技術基準等の未整備、解釈の違い、変更による遅延	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			22	通関	通関制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			23	税金	税金制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	1.25	2.75	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
			24	保証・保険	保証・保険制度の未整備、解釈の違い、変更による遅延	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施		
25			作業員の確保	コア職員の派遣認可（査証）の遅延	0.56	1.22	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施			
26			作業員の確保	現地コア職員の能力不足	0.63	1.38	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施			
D	50	27	作業員の確保	現地コア職員とのコミュニケーション問題	1.25	2.75	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施			
		28	作業員の確保	現地作業員の能力不足	0.63	1.38	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施			
		29	作業員の確保	現地作業員のやる気欠如	0.83	1.83	・モニタリングの徹底	・入念な計画と実施			
コミッション ング	D	60	1	竣工・完了検査	検査能力不足による瑕疵の見逃し	0.42	0.92	・コミッションング支援 ・コミッションング計画の検討 ・各試験への立会い・助言	・コミッションング実施 ・計画に基づく実施		
			2	竣工・完了検査	瑕疵のリスク						
						0.42	0.83				

注) 赤字はRA&lt;0.65、青字は0.65≤RA&lt;0.80

#### 7.6.4. 本邦建設コンサルタントによるチェック

第 7.6.3 項で本邦建設コンサルタントの役割と業務を整理したが、その実施にあたり特にチェックすべき項目を以下に示す。

##### ① CM 契約

コンサルサービス契約内容の交渉・協議

- ・コンサルサービスのスコープは適切か
- ・EPC マネジメント体制は十分か
- ・コンサルサービスの契約内容は適切か（スコープ、・手法、・体制、・スケジュール、・コスト、・役割とリスク）

##### ② エンジニア

エンジニアリング・レビュー内容の確認

- ・基本設計は適切な調査結果に基づき適切な設計が成されているか
- ・詳細設計は適切な基本設計結果に基づき適切な設計が成されているか
- ・設計条件は適切に設定されているか
- ・建設工法は適切に設定されているか
- ・工事数量は適切に設定されているか
- ・建設工期は適切に設定されているか

##### ③ 機器・設備調達（日系の水車発電機を指名競争入札で調達することを想定）

日系ショートリストの作成

- ・適切な候補メーカーが選定されているか
- ・入札手続きのマネジメントは適切か
- ・入札図書記載項目は融資サイド要件を満たしているか
- ・入札書類に必要な事項が適切に記載されているか
- ・入札準備で抜けはないか
- ・入札評価を客観的に実施したか

##### ④ 施工（施工管理）

施工管理支援の実施

- ・施工計画は適切かつ実施可能なレベルになっているか
- ・モニタリングによる問題は見られなかったか
- ・施工進捗評価を適切に実施しているか
- ・資機材調達に滞りはないか
- ・施工品質上問題は見られないか
- ・コスト増大の兆候は見られていないか

##### ⑤ コミッショニング

コミッショニング支援の実施

- ・各試験への立会い・助言が適切にできているか

#### 7.6.5. 参照資料と様式

第 7.6.4 項の本邦建設コンサルタントによるチェック項目を実行する際に参照すべき様式を表 7-11 に示す。各様式は巻末に別添している。

表 7-11 EPC フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式

実行フェーズ／ 共通業務	主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	模式
	本邦建設コンサル	現地パートナー（SPC）			
CM契約	<b>コンサルサービス契約の締結</b> ・コンサルサービス内容の提案  ・EPCマネジメント体制の構築  ・コンサル契約内容の協議・交渉	<b>コンサルサービス契約の締結</b> ・コンサルサービス内容の合意  ・関係者の役割と責任分担の明示  ・コンサル契約内容の合意	<b>コンサルサービス契約内容の交渉・協議</b> ・コンサルサービスのスコープは適切か  ・EPCマネジメント体制は十分か  ・コンサルサービスの契約内容は適切か（スコープ、手法、体制、スケジュール、コスト、役割とリスク）	CMコンサルのTORサンプル	D-11
	<b>エンジニアリング支援</b> ・基本設計レビューの実施  ・詳細設計レビューの実施 ・入札仕様書の作成 ・設計条件のチェック  ・建設工法のチェック  ・工事数量のチェック  ・建設工期のチェック	<b>エンジニアリング実施</b> ・基本設計の修正  ・詳細設計の実施と修正 ・入札仕様書の合意 ・設計条件の合意  ・建設工法の合意  ・工事数量の合意  ・建設工期の合意	<b>エンジニアリング・レビュー内容の確認</b> ・基本設計は適切な調査結果に基づき適切な設計が成されているか ・詳細設計は適切な基本設計結果に基づき適切な設計が成されているか ・設計条件は適切に設定されているか  ・建設工法は適切に設定されているか  ・工事数量は適切に設定されているか  ・建設工期は適切に設定されているか	基本詳細設計チェックリスト  基本詳細設計チェックリスト	D-21  D-21
EPC	<b>入札支援</b> ・ショートリストの作成          <b>入札支援</b> ・入札手続きのマネジメント  ・入札書類の照査  ・入札書類の照査  ・入札準備の支援  ・入札準備の支援 ・入札準備の支援 ・入札準備の支援 ・入札評価結果の提示	<b>入札実施</b> ・ショートリストの合意          <b>入札実施</b>   ・入札書類の作成   ・事業資金確保の証明 ・入札準備  ・入札準備 ・入札準備 ・入札準備 ・入札評価	<b>日系ショートリストの作成</b> ・適切な候補メーカーが選定されているか    ・入札手続きのマネジメントは適切か  ・入札図書記載項目は融資サイド要件を満たしているか  ・入札書類に必要な事項が適切に記載されているか    ・入札準備で抜けはないか ・入札準備で抜けはないか ・入札準備で抜けはないか ・入札準備で抜けはないか ・入札評価を客観的に実施したか	入札書類チェックリスト       水車発電機入札評価例	D-31       D-32
	<b>施工管理の支援</b>   ・施工計画のレビューと修正   ・モニタリングの徹底  ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングに基づく計画変更と管理  ・モニタリングに基づく計画変更と管理 ・モニタリングに基づく計画変更と管理  ・モニタリングの徹底  ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底  ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底	<b>施工管理の実施</b>  ・用地取得・引渡交渉の加速 ・移転補償協定締結の加速 ・漁業補償協定締結の加速 ・施工計画の合意  ・入念な計画と実施  ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・変更計画の実施  ・変更計画の実施 ・変更計画の実施  ・入念な計画と実施  ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施 ・入念な計画と実施	<b>施工管理支援の実施</b>  ・施工計画は適切かつ実施可能なレベルになっているか   ・モニタリングによる問題は見られなかったか  ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・施工進捗評価を適切に実施しているか  ・資機材調達に滞りはないか ・施工品質上問題は見られないか ・コスト増大の兆候は見られていないか  ・モニタリングによる問題は見られなかったか  ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか  ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか ・モニタリングによる問題は見られなかったか	小水力発電計画の策定例   施工モニタリング実施例    施工進捗報告例	A-44       D-41       D-42
	<b>コミッションング支援</b> ・コミッションング計画の検討 ・各試験への立会い・助言	<b>コミッションング実施</b> ・計画に基づく実施	<b>コミッションング支援の実施</b> ・各試験への立会い・助言が適切にできているか		

#### 7. 6. 6. EPC マネジメントシステム

第 7.6.1 項から 7.6.5 項までの一連の流れを体系化した、EPC マネジメントシステムを表 7-12 に示す。本表を拡大したものは巻末に別添している。

表 7-12 EPC マネジメントシステム

実行フェーズ/ 共通欄	コード	リスク・カテゴリ	リスクの具体的な内容	PPP集約のリスク評価(0.00、0.50)			海外PPP リスク分析 リスク削減 マネジメント能力										リスク対応能力			
				コンサル	事業者 (J-V-C)	行	リスク削減 マネジメント能力										RA			
							海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力	海外PPP リスク削減 マネジメント能力		
CM契約	D 10 1	コンサルの権限と責任 (PPP)	CM(三番構造)、コンサル(二番構造)、J-V-C(一併)による コンサルの権限と責任が異なるが、権限と責任が明確	◎	○		4	4	16	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5	0.47	0.84
	D 10 2	コンサルの権限と責任 (ODA)	原則CM(三番構造)となるが、権限と責任が不明確 原則コンサルまたはJ-V-C(二番構造)となるが、権限がな く責任を負う	◎	○		0	0	3	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
	D 10 4	EPCマネジメント	EPC一括発注でない場合、水事発電機の仕様・工種と土木設 備の仕様・工種の両者が協同。これをマネジメントできる人材が ローカルにいない	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5	0.63	1.13
	D 10 5	コンサル契約	コンサルの権限と責任に不応に契約になっていない	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5	0.63	1.13
エンジニアリ ング	D 20 1	エンジニアリング	EPC入札段階で基本設計や詳細設計が十分されていない ため、契約後の設計変更やコスト増加要因となる 基本設計レベルの成果に基づいた入札は事業者が必要	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	6	15.5	0.63	1.29
	D 20 2	エンジニアリング	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	◎	○		3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	3	6	15.5	0.83	1.72
	D 20 3	設計条件	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	6	15.5	0.83	1.29
	D 20 4	建設工法	ローカル建設会社の技術的問題から適切な建設工法が選択で きない	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	6	15.5	0.63	1.29
	D 20 5	工事数量	地形測量の精度が低く、正確な工事数量(土工量等)の計算が できない	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	6	15.5	0.63	1.29
	D 20 6	建設工期	タイトなスケジュールが策定されることにより、実際の工事工程 を守ることが困難	◎	○		3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	6	15.5	0.63	1.29
EPC	D 30 1	日系メーカーの関心	入札にも関心を持つ日系メーカーは限定される	◎	○		5	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 2	EPC入札手続き	小水力では土木設備と電気設備を分けて発注するケース が多いが、各々入札単価と電気設備費、両者の総額に相 当する人材がローカルにいない	○	◎		5	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 3	入札審査段階項目の設定	FPIC、JICA、JICAガイドライン等の契約条件の不適合 の発生、必要な記録項目が抜け落ちるリスク	○	◎		5	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 4	SPOマネジメント	仕様の不足、不適切な仕様の記載により、契約後 にトラブルが発生するリスク	○	◎		3	4	12	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.42	0.58
	D 30 5	SPOマネジメント	オーナーの事業資金確保の証明がされていない 不適切な調達方式の記載	○	◎		3	4	12	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.80	0.17
	D 30 6	入札プロセス	不適切な調達方式の記載	○	◎		3	4	12	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 7	入札プロセス	不適切な入札開示の記載	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 8	入札プロセス	不適切な入札開示の記載	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 9	入札プロセス	不適切な入札開示の記載	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 10	入札プロセス	不適切な入札開示の記載	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 30 11	入札プロセス	不適切な入札開示の記載	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.58	0.78
	D 50 1	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延	○	◎		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.80	0.80	
	D 50 2	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延	○	◎		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.80	0.80	
	D 50 3	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延	○	◎		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.80	0.80	
施工	D 50 4	施工	極めて低いレベルの施工計画のため現場員が施工の 計画を定めて、施工にかかる費用と時間がかかり過ぎる に達する	○	◎		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.31	0.88	
	D 50 5	現地地盤状況	想定外の現地地盤状況による遅延と費用増加	○	◎		3	4	12	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.42	0.92
	D 50 6	敷地造成・掘削	敷地造成の変更による遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 7	敷地造成・掘削	土留、土留の変更による遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 8	敷地造成・掘削	埋物処理費による遅延	○	◎		1	3	3	2	3	2	5	3	1	3	6	11	1.67	2.67
	D 50 9	資材調達・搬入	調達資材の品不足	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.56	1.22
	D 50 10	資材調達・搬入	現地業者の能力不足	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.56	1.22
	D 50 11	工程管理	施工工程での設計変更により工程が遅延	◎	○		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.31	0.88	
	D 50 12	資材管理	資材管理の遅延により全体工程が遅延	◎	○		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.31	0.88	
	D 50 13	品質管理	品質管理のノウハウ不足	◎	○		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.31	0.88	
	D 50 14	コスト管理	施工工程での設計変更によりコストが増大	◎	○		4	4	16	3	3	2	6	1	3	0	0	0.31	0.88	
	D 50 15	安全管理	キャンプ設置の治安確保	○	◎		2	2	4	2	3	2	5	3	1	3	6	11	1.25	2.75
	D 50 16	安全管理	衛生環境の確保	○	◎		2	2	4	2	3	2	5	3	1	3	6	11	1.25	2.75
	D 50 17	安全管理	工事電力の確保	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 18	安全管理	サイト内道路工事の遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 19	安全管理	仮設資材置き場の遅延	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.56	1.22
	D 50 20	建設関係法令	建設関係法令の違反	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 21	その他基準	騒音・労働基準、環境基準、安全基準、技術基準等の不整備、 解釈の違い、変更による遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 22	通関	通関制度の不整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 23	税金	税制制度の不整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	1.25	2.75
	D 50 24	保証・保険	保証・保険制度の不整備、解釈の違い、変更による遅延	○	◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.83	1.83
	D 50 25	作業員の確保	J-V-Cの派遣許可(仮設)の遅延	○	◎		3	3	9	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.56	1.22
	D 50 26	作業員の確保	現地J-V-Cの能力不足	○	◎		2	4	8	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.63	1.38
	D 50 27	作業員の確保	現地J-V-Cの能力不足	○	◎		2	4	8	2	3	2	5	3	1	3	6	11	1.25	2.75
	D 50 28	作業員の確保	現地J-V-Cの能力不足	○	◎		2	4	8	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.63	1.38
	D 50 29	作業員の確保	現地J-V-Cの能力不足	○	◎		2	4	8	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.63	1.38
コミニケーション グ	D 60 1	竣工・完了検査	検査能力不足による瑕疵の見逃し	○	◎		3	4	12	2	3	2	5	3	1	3	6	11	0.42	0.92
	D 60 2	竣工・完了検査	瑕疵のリスク	◎			4	0	0	3	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0
							604	253	250	502.5	0.42	0.83								

注)赤字はRA<0.65、青字は0.65≦RA<0.80

## 7.7. O&M マネジメントシステム

### 7.7.1. 業務の目的

小水力発電所の経営安定化と改善に向けてマネジメントを行うフェーズである。運転・保守といった日常的・定型的な作業の効率化とデータ蓄積を図り、定期的な設備診断を行うとともに、将来における予兆検知や予防的対策の実施に発展させる。また、組織運営の効率化と人材育成指導を行い、SPC の健全な運営を支援する。

### 7.7.2. 業務の手順

ここでは、第 5 章におけるリスク分析を踏まえて、O&M に必要な業務内容と手順を示す。O&M は、日常運転、点検・保守、組織運営、総務で構成され、さらには SPC 運営における経営マネジメントを行う。

#### ① 日常運転

日常運転管理として運転情報、トラブル記録、発電停止記録等の情報を収集し、それらの情報に基づく解析、運転管理への助言を行う。

#### ② 点検・保守

点検・保守管理として、設備点検、設備診断、設備交換等を実施し、その管理情報に基づく解析、点検・保守管理への助言を行う。

#### ③ 組織運営

組織マネジメントの管理として、発電所のマネジャーやスタッフの業務内容を定義し、業務能力や処理速度の向上を図ることで、効率的な発電所の運用管理を実現する。また、スタッフやオペレーターの研修プログラムの充実を図り、人材育成指導を行う。

#### ④ 総務

大規模修繕計画の策定を行うとともに、パーツ情報や O&M 資材情報等を収集し、パーツ交換への助言を行うとともに、人件費高騰リスクへ対処するための人事管理を行う。

#### ⑤ SPC 運営

経営情報を収集・分析し、経営会議や経営判断を行う。経営情報は投資家など関係者へ開示するとともに迅速な経営判断を行うための意思決定システムを整備する。

### 7.7.3. 業務の役割分担（本邦建設コンサルタントの役割と業務）

第 7.7.2 項で挙げた業務は、第 6 章で実施したリスクマネジメント分析を踏まえて、海外 PPP プロジェクトの主要なプレイヤーである本邦建設コンサルタントと現地パートナー（原則事業者である SPC）が分担してリスクの最小化を図る。



① 日常運転

現地パートナー（SPC）が実施して入手した運転情報、トラブル記録、発電停止記録等の情報に基づく分析・助言を経験豊富な O&M 専門家を要する本邦建設コンサルタントが行う。

② 点検・保守

SPC が実施して入手した設備点検、設備診断、設備交換等の情報に基づく分析・助言を経験豊富な O&M 専門家を要する本邦建設コンサルタントが行う。

③ 組織運営

SPC が入手した組織運営情報に基づく分析・助言を、本邦建設コンサルタントが行う。

④ 総務

本邦建設コンサルタントは SPC が作成する大規模修繕計画への助言を行うとともに、SPC が入手したパーツ情報や人件費情報、O&M 資材情報など総務関連情報に基づく分析・助言を、本邦建設コンサルタントが行う。

⑤ SPC 運営／経営

経営情報を収集・分析し、定期的にレポーティングを行うとともに、経営会議や経営判断への助言を本邦建設コンサルタントが行う。

表 7-13 本邦建設コンサルタントの役割と業務の導出（O&M フェーズ）

実行フェーズ／ 共通業務		コード		リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	リスク対応能力		主体別の役	
						RA			
						プロジェクトマネジャー	チーム	本邦建設コンサル	
O&M	日常運転	E	10	1	O&M専門家不足	経験豊富なO&M技術者が不足しているため、運用開始後の稼働率が低水準に留まり発電収入が計画水準に届かない。	0.31	0.56	日常運転への助言 ・日常運転（運転、トラブル、発電停止）情報の入手・分析  ・日常運転への助言
		E	10	2	日常運転管理	停止に至る経過や原因が正しく記録されていない等発電所の運用管理能力や技術レベルが不十分	0.56	1.00	
	点検・保守	E	20	1	メンテナンス管理	各設備の老朽化等を専門的に診断しておらず劣化状況が不明といったメンテナンスの問題が発生	0.42	0.75	点検・保守への助言 ・点検・保守（設備点検、設備診断、設備交換）情報の入手・分析 ・点検・保守への助言
		E	20	2	計画メンテナンス	メンテナンス資材調達の遅延	0.56	1.00	
		E	20	3	メンテナンス能力	メンテナンス協力会社の能力不足	0.56	1.00	
	組織運営	E	30	1	マネジメント管理	発電所のスタッフやマネジャー等の業務内容が不明確な上、業務能力や処理速度のレベルが低いことから、特定の人に業務が集中し非効率な状況が常態化する等運営マネジメントの問題が発生	0.56	1.00	組織運営への助言 ・組織体制、運営マネジメントへの助言  ・プログラムの見直し  ・人材育成指導 ・プログラムの見直し ・人材育成指導
		E	30	2	スタッフ研修プログラム	スタッフ研修プログラムが不十分	0.83	1.50	
		E	30	3	スタッフ研修	業務の習得不足	0.83	1.33	
		E	30	4	オペレーター研修プログラム	オペレーター研修プログラムが不十分	0.83	1.50	
		E	30	5	オペレーター研修	業務の習得不足	0.83	1.33	
	総務	E	40	1	大規模修繕	システム改修が当初計画より早期かつ大規模に発生するため、システム改修コストが計画を大幅に超過	0.42	0.58	総務への助言 ・パーツ交換への助言  ・人材要件の提示  ・人材要件の提示 ・人事・労務管理への助言 ・資材調達先の選定
		E	40	2	スタッフ人材雇用	スタッフ人材の不足	0.83	1.33	
		E	40	3	オペレーター人材雇用	オペレーター人材の不足	0.83	1.33	
		E	40	4	人件費	人件費高騰リスク	0.56	0.78	
		E	40	5	価格上昇	O&M資材価格、人件費が上昇するリスク	0.56	0.78	
SPC運営	経営	E	50	1	経営情報	経営情報が投資家に適切に開示されない。	0.56	0.78	経営モニタリング ・経営情報の入手・分析 ・経営への助言 ・経営情報に基づく助言 ・売却先の選定
		E	50	2	スタッフ人材雇用	専属のスタッフが不足	0.83	1.33	
		E	50	3	SPC経営体制	意思決定システムが不十分ため適切な経営判断ができない。	0.42	0.58	
		E	50	4	事業継続	運用開始後も収支計画が達成されないケースが散見され、運営母体からの補填が続かなくなった段階で事業休止、更には事業売却に至る	0.00	0.00	
						0.54	0.88		

注）赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

#### 7.7.4. 本邦建設コンサルタントによるチェック

第 7.7.3 項で本邦建設コンサルタントの役割と業務を整理したが、その実施にあたり特にチェックすべき項目を以下に示す。

##### ① 日常運転

日常運転の確認と助言

- ・日常運転のための情報を適切に入手しているか
- ・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか

##### ② 点検・保守

点検・保守への確認と助言

- ・点検・保守のための情報を適切に入手しているか
- ・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか
- ・協力会社の技術レベルは指導に値するか

##### ③ 組織運営

組織運営への確認と助言

- ・組織運営のための情報を適切に入手しているか
- ・既存研修プログラムは改定が必要か

#### ④ 総務

総務実施の確認と助言

- ・総務実施のための情報を適切に入手しているか
- ・スタッフ及びオペレータの人材レベルはどの程度か
- ・PPA 価格改定が可能な契約になっているか
- ・適切な資材調達先があるか"

#### ⑤ 経営

経営モニタリングの確認と助言

- ・経営のための情報を適切に入手しているか
- ・意思決定システムが機能しているか
- ・最も最適な売却先はどこか

### 7.7.5. 参照資料と様式

第 7.7.4 項の本邦建設コンサルタントによるチェック項目を実行する際に参照すべき様式を表 7-14 に示す。各様式は巻末に別添している。

表 7-14 O&M フェーズにおける本邦建設コンサルタントのチェック項目と参照資料・様式

実行フェーズ/ 共通業務		主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
		本邦建設コンサル	現地パートナー (SPC)			
O&M	日常運転	<b>日常運転への助言</b> ・日常運転(運転、トラブル、発電停止)情報の入手・分析 ・日常運転への助言	<b>日常運転の実施</b> ・日常運転の実施 ・助言に基づく改善	<b>日常運転の確認と助言</b> ・日常運転のための情報を適切に入手しているか ・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか	日々の状況情報管理票(土木) 日々の状況情報管理票(E&M)	E-11 E-12
		<b>点検・保守への助言</b> ・点検・保守(設備点検、設備診断、設備交換)情報の入手・分析 ・点検・保守への助言 ・協力会社への技術指導	<b>点検・保守の実施</b> ・点検・保守の実施 ・助言に基づく改善	<b>点検・保守の確認と助言</b> ・点検・保守のための情報を適切に入手しているか ・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか ・協力会社の技術レベルは指導に値するか	巡視点検表例(発電機)	E-21
	組織運営	<b>組織運営への助言</b> ・組織体制、運営マネジメントへの助言 ・プログラムの見直し ・人材育成指導 ・プログラムの見直し ・人材育成指導	<b>組織運営の実施</b> ・助言に基づく改善 ・プログラムの改定承認 ・人材育成指導の依頼 ・プログラムの改定承認 ・人材育成指導の依頼	<b>組織運営の確認と助言</b> ・組織運営のための情報を適切に入手しているか (ISO55000シリーズに準拠) ・既存研修プログラムは改定が必要か	ISO55000に準拠した運用例	E-31
		<b>総務への助言</b> ・パーツ交換への助言 ・人材要件の提示 ・人材要件の提示 ・人事・労務管理への助言 ・資材調達先の選定	<b>総務の実施</b> ・パーツ情報の収集 ・人材の補強 ・人材の補強 ・人事・労務管理 ・PPA改定交渉、資材調達先の変更	<b>総務実施の確認と助言</b> ・総務実施のための情報を適切に入手しているか ・スタッフ及びオペレータの人材レベルはどの程度か ・同上 ・PPA価格改定が可能な契約になっているか ・適切な資材調達先があるか	パーツ部品情報管理票例	E-41
	SPC運営	<b>経営モニタリング</b> ・経営情報の入手・分析 ・経営への助言 ・経営情報に基づく助言 ・売却先の選定	<b>経営の実施</b> ・経営情報 ・経営会議 ・経営判断 ・売却先の交渉、決定	<b>経営モニタリングの確認と助言</b> ・経営のための情報を適切に入手しているか ・意思決定システムが機能しているか ・最も最適な売却先はどこか	Monthly Management Report サンプル	E-51

### 7.7.6. O&M マネジメントシステム

第 7.7.1 項から 7.7.5 項までの一連の流れを体系化した、O&M マネジメントシステムを表 7-15 に示す。本表を拡大したものは巻末に別添している。

表 7-15 O&M マネジメントシステム

実行フェーズ／ 共通要素	コード	リスク・カテゴリ	リスクの具体的な内容	PPP事業のリスク所属 (自任、コサマ)				海外PPP リスク分析 subtotal (自任)												マネジメント能力				リスク対応能力		主役別の役割と業務	本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				コンサル	請負者 (M-3a-1)	事業者 (SPO)	行政	リスク分析				アビリティマシナー (メソッド)				O&M専門家 (サブ要員)				チーム計		RA	チーム																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
								SR	IC	SL	KL	PL	OE	ML	KL	PL	OE	ML	KL	PL	OE			ML	ML																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
O&M	日常運転	E 10 1	O&M専門家不足	建設期間中のO&M技術者が不足しているため、運用開始後の保守等が低水準に留まり発電収入が計画水準に達しない。	○		●		4	4	10	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.31	0.58	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	

注) 赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目		参照資料	様式
本邦建設コンサル	現地パートナー(SPO)	本邦建設コンサル	現地パートナー(SPO)		
<b>日常運転への助言</b> ・日常運転(運転、トラブル、発電停止)情報の入手・分析 ・日常運転への助言	<b>日常運転の実施</b> ・日常運転の実施 ・日常運転への助言	<b>日常運転の継続と助言</b> ・日常運転のための情報を適切に入手しているか ・人件情報を活用して適切な分析と助言を実施しているか	<b>日常運転の継続と助言</b> ・日常運転のための情報を適切に入手しているか ・人件情報を活用して適切な分析と助言を実施しているか	日々の状況情報管理票(土木) 日々の状況情報管理票(ESM)	E-11 E-12
<b>点検・保守への助言</b> ・点検・保守(設備点検、設備診断、設備交換)情報の入手・分析 ・点検・保守への助言	<b>点検・保守の実施</b> ・点検・保守の実施 ・点検・保守への助言	<b>点検・保守の継続と助言</b> ・点検・保守のための情報を適切に入手しているか ・人件情報を活用して適切な分析と助言を実施しているか	<b>点検・保守の継続と助言</b> ・点検・保守のための情報を適切に入手しているか ・人件情報を活用して適切な分析と助言を実施しているか	監視点検表例(発電機)	E-21
<b>組織運営への助言</b> ・組織体制、運営マネジメントへの助言	<b>組織運営の実施</b> ・組織運営への助言	<b>組織運営の継続と助言</b> ・組織運営のための情報を適切に入手しているか (ISO55000シリーズに準拠)	<b>組織運営の継続と助言</b> ・組織運営のための情報を適切に入手しているか (ISO55000シリーズに準拠)	ISO55000に準拠した運用例	E-31
<b>総務への助言</b> ・バウツ文書への助言 ・人材要件の提示 ・人材の育成指導 ・プログラムの見直し	<b>総務の実施</b> ・バウツ情報の収集 ・人材の補強 ・人材の育成指導 ・プログラムの見直し	<b>総務の継続と助言</b> ・バウツ情報の収集 ・スタッフ及びオペレータの人材レベルはどの程度か ・同上 ・PPA改定交渉、人材調達先の変更	<b>総務の継続と助言</b> ・バウツ情報の収集 ・スタッフ及びオペレータの人材レベルはどの程度か ・同上 ・PPA改定交渉、人材調達先の変更	バウツ部品情報管理票例	E-41
<b>経営モニタリング</b> ・経営情報の入手・分析 ・経営への助言 ・経営判断 ・売却先の選定	<b>経営の実施</b> ・経営情報 ・経営会議 ・経営判断 ・売却先の交渉、決定	<b>経営モニタリングの継続と助言</b> ・経営のための情報を適切に入手しているか ・意思決定システムが機能しているか ・最も最適な売却先はどこか	<b>経営モニタリングの継続と助言</b> ・経営のための情報を適切に入手しているか ・意思決定システムが機能しているか ・最も最適な売却先はどこか	Monthly Management Report サンプル	E-51

### 7.7.7. 発展途上国の小水力 O&M を支援する情報システムの開発

本項では、本研究で構築した O&M マネジメントシステムの効率的な実施に向けて開発した「クラウド型 O&M 情報システム」について、その開発経緯や開発プロセス、サービスとシステムの概要、プロトタイプの実用を通じた将来的なアセットマネジメントへの活用可能性について述べる。

#### (1) 発展途上国の小水力 O&M における課題

第 5 章で特定した小水力 PPP プロジェクトにおけるリスクの中でも、設計不良と施工品質不良というハード面での不備に加えて、O&M や発電所の運営マネジメントに関する専門家の不在により、計画通りの出力や設備利用率が達成されているケースは多くない状況にある。筆者らが O&M に関する改善依頼を受けたスマトラ島の小水力 A 発電所（最大出力 9MW）では、運転開始当初から頻繁にトラブルが発生し長期間運転停止に追い込まれていた時期があった。事業者の熱意と努力により運転開始後 3 年目には稼働が徐々に安定してきたものの、依然として年間約 2,000 時間（約 23%）も発電所が停止している状況が続いている。この停止による売電収入の減少は、最新の FIT 価格（13.2 US cent/kWh、スマトラ島）で年間約 1.6 億円にも相当する。また、当該発電所の O&M 実施体制と実施状況を調査したところ、以下のような実態が見られた。

- ① 日常運転・保守からトラブル発生時に至る対応の記録が手書き中心であり、ファイリングにて記録の蓄積はなされているものの、分析・改善のプロセスが皆無であった
- ② タービンや発電機など各設備の稼働状況、異常検知状況及び劣化状況を適切に記録していないことから機能不全に陥るまで問題が発覚しないという事態が恒常化していた
- ③ 全ての技術的判断を一人のマネジャーが行うため迅速な判断と適切な行動ができずトラブルの影響が拡大しがちであった

年間約 2,000 時間もの停止に至った要因を分類すると、半分近くが配電線の地絡・短絡及び接続系統の電力消費不足による発電停止となっており、次いで水量不足（15%）、堆砂・排砂処理（10%）、設備の腐食・浸食による機器交換（8%）と続く。これら停止要因の中には定期メンテナンスなど必要不可欠なものも含まれるが、上述した O&M 実施上の問題点を踏まえると、①停止に至る経過や原因が正しく記録されていないなど発電所の運用能力や技術レベルの問題、②各設備の老朽化等を専門的に診断しておらず劣化状況が不明といったメンテナンスの問題、③発電所のスタッフやマネジャー等の業務内容が不明確な上、業務能力や処理速度のレベルが低いことから、特定の人に業務が集中し非効率な状況が常態化する等運営マネジメントの問題によるところが大きい。

発電所の状態を常時把握し、その情報に基づき適切な対策を実施することで停止時間を数%でも削減することができるならば、相当な発電量の増加ひいては売電収入の増加を実現できる。

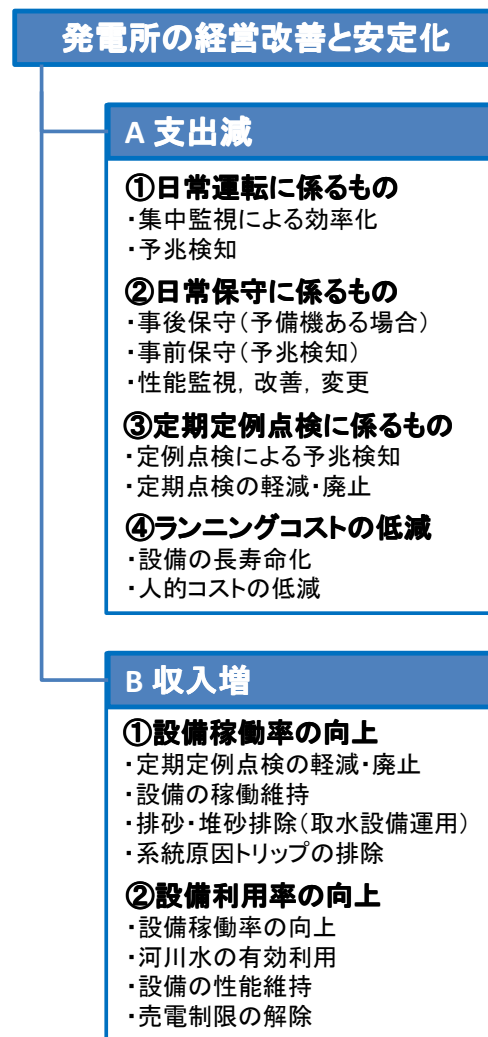
#### (2) O&M 情報システム開発のねらい

#### a) 小水力発電所運用管理の基本概念

前述の通り、当初計画と比べて支出が過大かつ収入が不足し水力発電所開発が成功に結びつかないケースが増加することは、投資家のみならず政府や国民に対しても経済的な損失を生むことになる。この様な損失を防止するためには、小水力発電に特有な自然条件リスクの大きさから発生する計画段階の齟齬に対し、適切な設計施工と発電設備の故障発生を最小化して運用する管理技術が求められる。

ここで、小水力発電所運用管理の基本概念を

図 7-10 に示す。発電所の経営改善と安定化という目標に向けて、支出減と収入増を達成することが基本となる。支出減(A)は①日常運転に係る事項、②日常保守に係る事項、③定期定例点検に係る事項の最適化及び④ランニングコストの低減により達成できる。また、定期定例点検の軽減・廃止と設備の長寿命化は、収入増(B)の①設備稼働率の向上及び②設備利用率の向上に貢献する。小水力発電所の運用管理では、発電設備を長期に渡り安定的に運用して稼働率・利用率を改善・向上することが最大の目的であり、その実現には設備の信頼性維持に向け、設備に対する知識と経験による判断そしてそれらを活用した創意工夫によるところが大きい。すなわち、同種事故の再発防止、機器故障や効率低下における予兆検知、定期定例点検の簡素化・簡略化等が O&M の柱となる。



注1) 定例点検: 自主的に予め定めて(ルーチンの)行う点検

注2) 定期点検: 法令で定められた定期的に行う点検

図 7-10 小水力発電所運用管理の基本概念

具体的には、長期に渡る発電所の安定的な運転のため、機器故障・異常発生防止と支出抑制を目的に蓄積された運転・保守データ及びノウハウの有効利用を図る。また、各機器の効率低下防止を図るために運転データのモニタリングを行うとともに、効率の維持・回復を狙いとして技術指導を併せて行うものである。更に稼働率・利用率向上を達成するために専門家による各種技術提案を行い、提案事項について通常運転下における技術指導を継続的に行う。

#### b) O&M 情報システム開発のねらい

日本では、多くの水力発電所は無人化され集合化して遠方制御という形態が一般的であるが、これは同一または近傍の流域河川に同一事業者による発電所が集中していることが大きい。発展途上国では同一流域河川でも複数の IPP 事業者が存在するケースが多いこと、人件費が極めて小さく初期コストのかかる無人化・集中監視化は却って経済性が低くなること、集中監視し遠方制



御するノウハウと専門家が不足していること等が日本と異なる特徴である。

さらに、インドネシアなど発展途上国では小水力発電所の運営知識と経験に乏しい IPP 事業者が今後増加することが見込まれる。筆者らが開発中の O&M 情報システムは、そうした事業者を対象に、IT システムを活用した簡便かつ安価なモニタリングと技術助言を提供し、情報収集、データ蓄積と解析、情報の共有・提供と適切なタイミングでの助言により発電所のトラブルを未然に防止し、それにより設備利用率を高め、事業者が計画段階で想定していた発電量を確保し経営安定化を実現するためのサポートを行うことに主眼を置いている。これは、経済性追求のために、現地人材を活用するシステムの導入、定期定例点検の軽減や廃止の考え方の導入、予兆管理のシステム化を図るなど、法規に縛られない発展途上国ならではの先進的な試みと言える。また、そうしたシステムを多くの事業者に利用してもらうことにより、地域全体のエネルギー効率化に貢献するものである。

### (3) O&M 情報システムを活用したサービスの定義

(2)で示したシステム開発のねらいを踏まえ、小水力 A 発電所をモデル発電所とし、日本の O&M 専門家が現地に延べ数週間滞在して、当該発電所オーナーのニーズをヒアリングにより把握、現場における運用実態を分析し、現場のスタッフやマネジャーに過度の負担をかけないように配慮した上で、以下のサービス内容を定義した。

#### a) 日常運転ニーズへの対応（基本サービス）

日々の O&M サポートを基本とした経常的かつ継続的な発電所向けサービスである。具体的には、本システム運用を通じた下記に示す発電所データの蓄積とその整理・報告、データの整理結果に基づく日常的な発電所運営改善のための助言・提案を行う。

- 運転及び巡視点検記録の収集
- トラブル記録の収集
- トリップ（発電所内部または外部事故により発電機器保護の為、緊急停止すること）記録の収集
- レポーティング（各種記録の集約、報告）

これは言わば、小水力発電所の「かかりつけの病院」的な存在として、発電所を効率的かつ長期的に運転していくためにサポートする「パートナー」というコンセプトのもと、日々の発電所の状態（健康状態）を本システムを介して遠隔管理するものである。さらに、データに基づく日常の O&M 業務に対する助言や長期的観点からのモニタリングと傾向分析を踏まえた対策・計画立案の提案などを行い、発電所の効率的な運転をサポートしてゆく。

#### b) 個別課題ニーズへの対応（個別サービス）

基本サービスを実施する中で洗い出された具体的な課題をサポートする。具体的には、本システムから得られた情報に基づき、改良・改善・設計変更を要する個別課題に関する解決策の提案コンサルティング、トラブルシューティング時の実務作業、発電所診断サービス、発電所従業員の

研修サービス、発電所の作業マニュアル作成等のアレンジや技術指導を行う。

これは言わば、日々の健康状態を管理・把握するだけでなく、実際に問題が生じて治す行為が必要となる場合、必要に応じて「専門医」を派遣または紹介し、「外科手術」のアレンジもすることで、顕在化した問題を抜本的に解決していくものである。

#### (4) O&M 情報システムの開発

##### a) システムの機能と基本的な流れ

前章で定義したサービスを提供するため、本システムの基本フローを図 7-11 に示すような 5 つの機能から構成することとした。

- ① データの収集
- ② データの蓄積
- ③ データの解析
- ④ 情報の共有・提供（解析結果の報告）
- ⑤ 対策・計画の立案

データの収集では、時間または日の頻度で入力する「運転記録」「巡視点検記録」と、事象が発生した都度入力する「トラブル記録」「トリップ記録」「予備パーツ記録」を入力データとしてサーバーに蓄積する。蓄積したデータは、「日報」として項目毎に自動的に出力すると共に O&M 専門家にも共有される。

O&M 専門家は運転記録や巡視点検記録の確認を行うとともに、トラブル発生の原因解析、各種データの特性解析により予兆検知域の設定が可能なものについては、予兆検知のための遠隔管理を行う。

また、傾向管理、上下限值管理、比較管理などの計算・分析を加え、「月報」として情報提供する。「月報」には「トリップ記録」をもとに稼働率・利用率等の計算結果も報告する。「売電情報」「必要パーツ情報」「トラブル対応情報」「トリップ情報」が発電所のスタッフ、マネジャーに提供される。さらに、経営者向けに、O&M 専門家が分析結果に基づく所見をまとめた月報、四半期報、年報を提供する。

以上のデータ解析結果を踏まえ、稼働率・利用率向上に向けた運用計画の立案、日常保守及び定期定例点検の省略・簡略化など改善に向けた点検・補修計画の立案を行う。

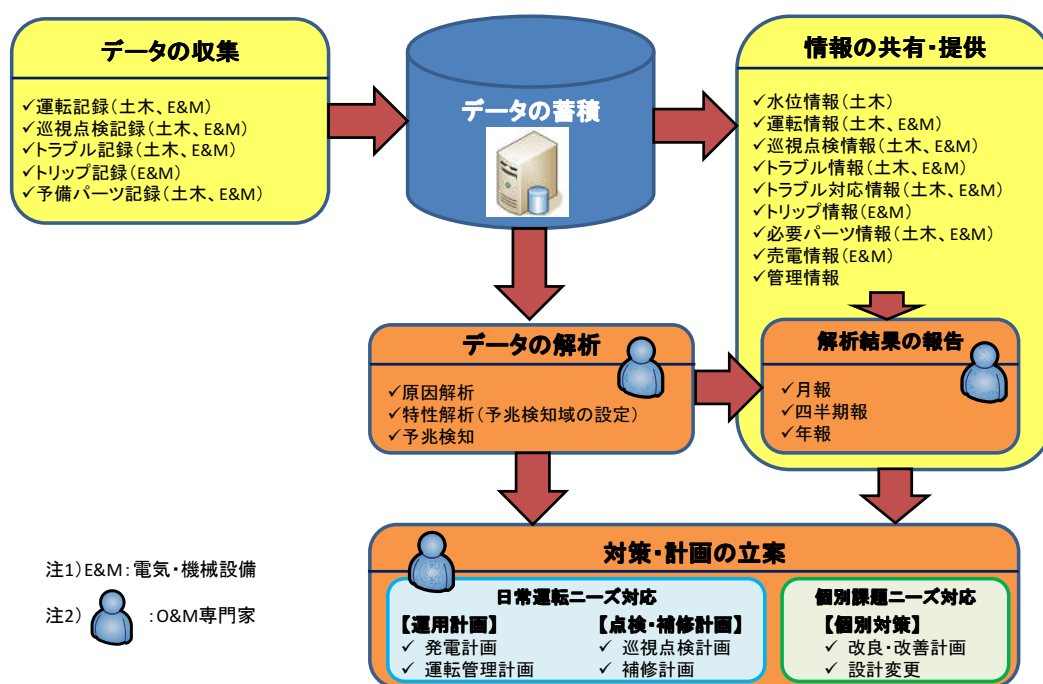


図 7-11 O&M 情報システムの基本フロー

## (2) データ構成

日本の O&M 専門家がモデル発電所現場における運用実態を分析し、現場のスタッフやマネジャーに過度の負担をかけないよう配慮した上で、必要なデータの種類と収集方法、収集頻度を決定した。必要データは取水堰、導水路、水槽、放水路などの土木設備とタービン・発電機、変圧器、開閉設備などの電気・機械設備（E&M 設備）とに分け、収集頻度を毎時収集するデータ、あるいは 1 日毎、1 週間毎、1 カ月毎に収集するものに分けて、土木設備巡視データ（24 項目）、土木設備運転データ（4 項目）、E&M 設備巡視データ（48 項目）、E&M 設備運転データ（93 項目）とした。このうち、土木及び E&M 設備の巡視データの一部を表 7-16 に示す。また、シャットダウンの情報やトラブルの情報も重要なデータであるので、これらも収集記録することとし、装置の仕様、設置時期、トラブル履歴、更新履歴などのデータベースとして設備台帳を作ることとした。これらの主要な入力データと出力の関係を図 7-12 に示す。この他にも予備パーツ記録など管理データも収集するものとした。

表 7-16 収集するデータの例（土木及び電気・機械設備の巡視点検記録項目【抜粋】）

日々のサイト状況情報管理表（土木設備）

項目	場所	管理項目	記録項目	記録方法	頻度	優先度	定点撮影
土木	取水口	取水量	河川水位	取水口にある水位目盛を参考に運転員がシートに入力する	1時間毎	高	写
		工作物異常	入力するコンクリートのひび割れ・劣化・損傷	有無（但し前回から異常の程度が大きくなり新たに発生した場合は特記する）			
			スクリーングートの損傷・漏水有無	同上			
	取水堰	土砂流入	堆砂状況	取水口前面の堆砂位を目測（検尺）しシートに入力する	巡視時	高	写
		工作物異常	入力するコンクリートのひび割れ・劣化・損傷	有無（但し前回から異常の程度が大きくなり新たに発生した場合は特記する）			
			排砂ゲートの損傷・漏水有無	同上			
	沈砂池	堆砂状況	堆砂状況	沈砂池定点の堆砂位を目測（検尺）しシートに入力する	巡視時	高	写
		沈砂能力	偏流	有無（但し前回と発生箇所に変化が生じた場合は特記する）			
			渦流	同上			
	導水路	工作物異常	入力するコンクリートのひび割れ・劣化・損傷	有無（但し前回から異常の程度が大きくなり新たに発生した場合は特記する）			
			排砂ゲートの損傷・漏水有無	同上			
		取水量	導水路水位	導水路にある水位目盛を参考に運転員がシートに入力する	1時間毎	高	写
		工作物異常	入力するコンクリートのひび割れ・劣化・損傷	有無（但し前回から異常の程度が大きくなり新たに発生した場合は特記する）			
			周辺地山の崩落・湧水	有無（豪雨、地震後には詳細な調査が必要）、緊急性（重要性）			
	：	：	：	：	：	：	：

日々のサイト状況情報管理表（電気・機械設備）

項目	場所	管理項目	記録項目	記録方法	頻度	優先度	定点撮影
電気・機械	水車入口弁	工作物異常	入口弁の状況	目視で全体をチェックし異常があればシートに入力する	1回/1日		**
			主弁からの漏水	目視で漏水をチェックし漏水があればシートに入力する			**
			バイパス弁からの漏水	目視で漏水をチェックし漏水があればシートに入力する			**
	水車本体	健全運転	サーボモーターからの漏油	目視で漏油をチェックし漏油があればシートに入力する			**
			外観（錆、凹み等）	目視で外観をチェックし異常があればシートに入力する			**
			封水装置からの漏水量（適正值以内）	目視で漏水量をチェックし適正值以上であればシートに入力する	1回/1日		**
			ノズル機構の緩み	目視で緩みをチェックし緩みがあればシートに入力する			**
			弱点ピンの破損	目視でチェックし破損があればシートに入力する			**
			案内軸受温度	制御盤にて目視で温度を読み取りシートに入力する	1時間毎	高	
	制御盤	運転状況	出力確認	SCADAからITシステムに入力される	1時間毎	高	
			電圧(kV)	SCADAからITシステムに入力される		高	
			電流(A)	SCADAからITシステムに入力される		高	
			出力(kW)	SCADAからITシステムに入力される		高	
			周波数(Hz)	SCADAからITシステムに入力される		高	
			回転数(rpm)	SCADAからITシステムに入力される		高	
			力率(PF)	SCADAからITシステムに入力される		高	
			発電量(kWh/Day)	SCADAからITシステムに入力される		高	
	：	：	：	：	：	：	：

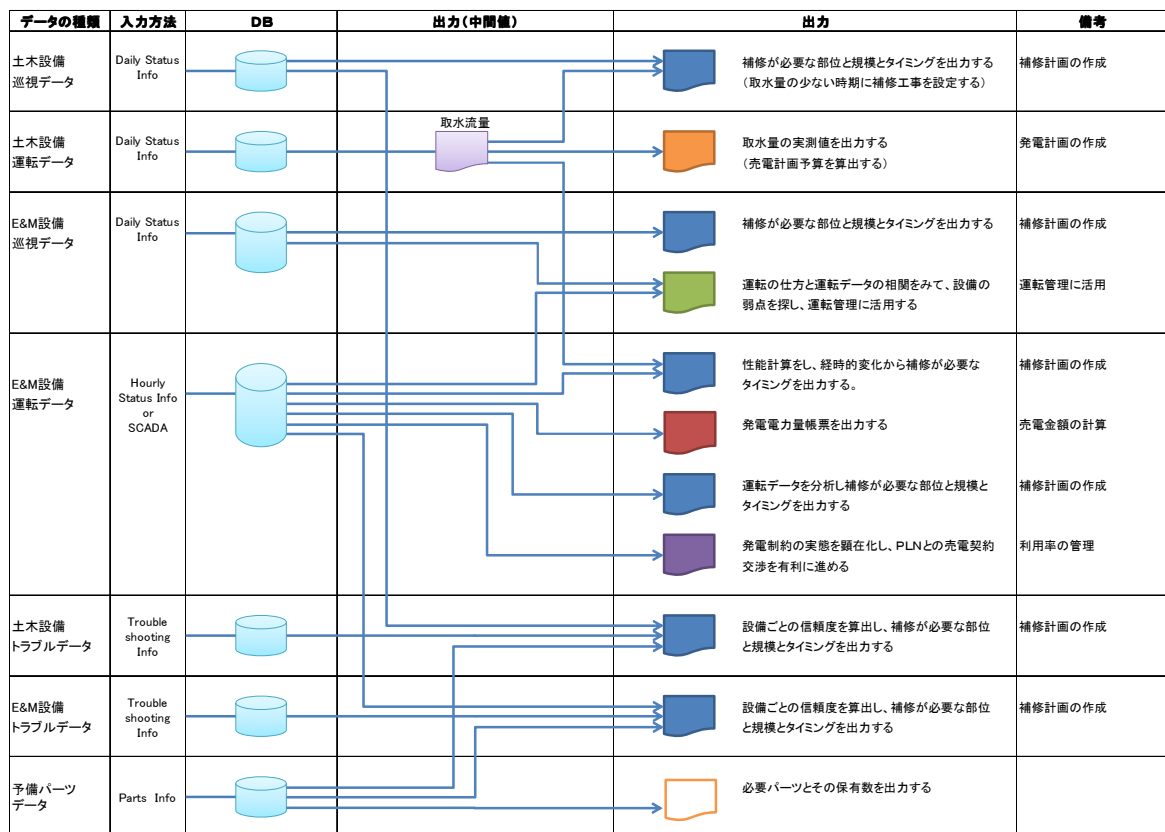


図 7-12 主要な入力データと出力の関係

## b) データ収集の方法

データ収集の方法としては、紙またはタブレットを活用した手入力での収集、または発電機器メーカーが提供する SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition、コンピュータによるシステム監視とプロセス制御を行う監視制御システム) と接続し直接収集する方法が考えられる。遠方にいる関係者との情報の共有やデータ分析・対策検討などの技術業務も遠方で行うこととしていることから、簡便かつ安価にモニタリングできるシステムとすることなどの条件を勘案し、インターネット上のクラウドサーバーにデータ蓄積するシステムを構築し、情報の共有や技術的業務は WEB 経由で行うこととした。

## c) システム構成の概要と運用

本システムは a) で設定した機能毎に以下のモジュールで構成し、ソフトウェアを開発している。

- ① データ収集モジュール
- ② データ蓄積モジュール
- ③ データ解析モジュール
- ④ 情報共有・提供モジュール (基本モジュール)
- ⑤ 対策・計画立案モジュール (応用モジュール)

プロトタイプでは、①～④のうち最低限の機能を対象としたソフトウェアを開発した。今後は、これらの機能を拡大するとともにデータ精度を高めた上で、⑤対策・計画立案モジュールの開発に着手していく。

データ収集については、既設発電所への導入を対象とすること、巡視点検記録やトラブル記録等の入力への対応を勘案し、Android タブレットによる手入力を基本とすることで、リアルタイム性 (注: サイト現場が通信不感地帯の場合は、近隣の通信可能エリアからサーバーへアップロード) と効率性の両面を追求したシステムとした。また、運転データのトレンドグラフ表示やその分析結果等はインターネットを通じ、発電所を管理するサイトオフィス、発電事業者の本社、そして、遠方管理技術者 (O&M 専門家) の関係者に連絡・報告されることで、発生事象に対し遅滞なく適切な措置を講ずることを可能とした。

プロトタイプにおけるデータ収集環境のシステム構成を図 7-13 に示す。発電所の土木設備は各設備 (堰、ゲート、沈砂槽、ヘッドタンク) を巡視し、タブレットに巡視・運転データを入力する。発電所内の発電機器並びに関連付帯設備については、基本的に制御室に設置されている運転監視盤 (SCADA 等) に表示される運転データをタブレットに入力する。また運転監視盤に表示されない発電所内にある発電設備のデータは現場設置の計器類を巡視し、タブレットに入力する。

Android タブレットに入力した毎日の運転データ、トリップ情報、トラブル情報は Web 上の出力シート画面で提供される。図 7-14 に水位情報レポートのイメージを示す。さらに、これらの情報を時系列的にグラフ化し、O&M 専門家が日別発電量の推移とトリップ頻度を分析した月報の出力イメージを図 7-15 に示す。

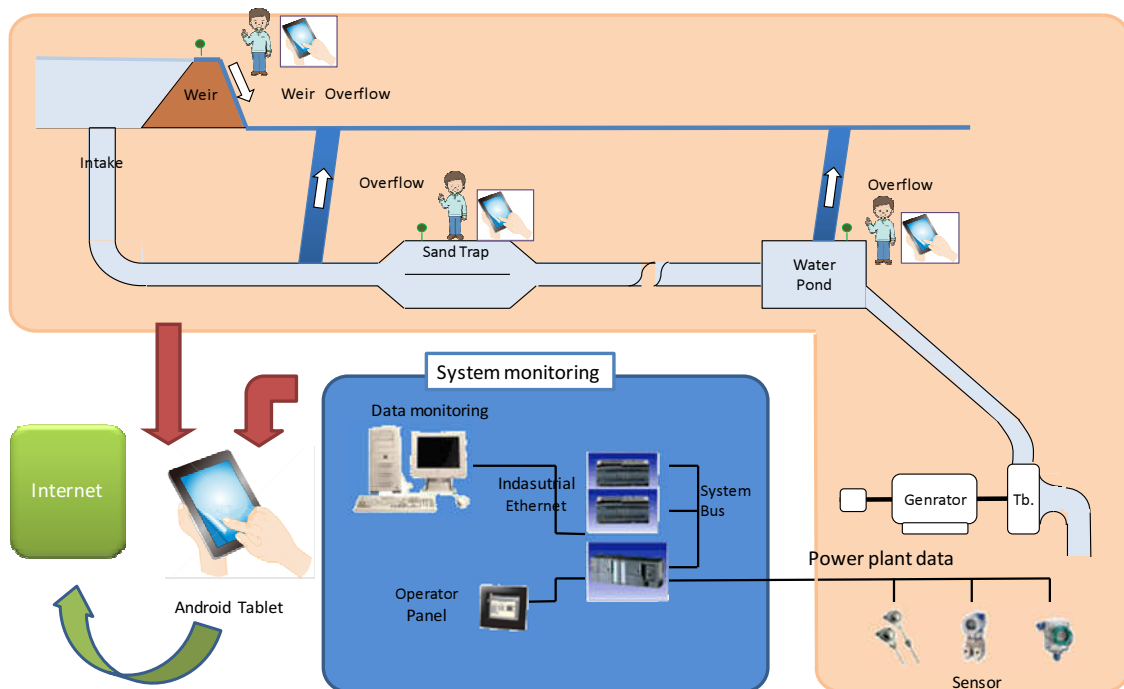


図 7-13 プロトタイプにおけるデータ収集環境のシステム構成

Home Civil E & M Administrator				
Civil / Water Level Report				
Date	2015-10-17	Show		
Power Plant Name	Karai 13	Investigation Date	October 17th, 2015	Investigator
Hour	Water levels (cm)			Weather (Rain or Not)
	Weir	Waterway	Head Pond	
08:00	0	70	458	Not Rain
08:30	0	70	460	Not Rain
09:00	0	70	458	Not Rain
09:30	0	70	468	Not Rain
10:00	0	70	472	Not Rain
10:30	0	70	472	Not Rain
11:00	0	70	472	Not Rain
11:30	0	70	472	Not Rain
12:00	0	70	472	Not Rain
12:30	0	70	472	Not Rain
13:00	0	70	472	Not Rain

図 7-14 Web の出力シート画面（水位情報レポート）

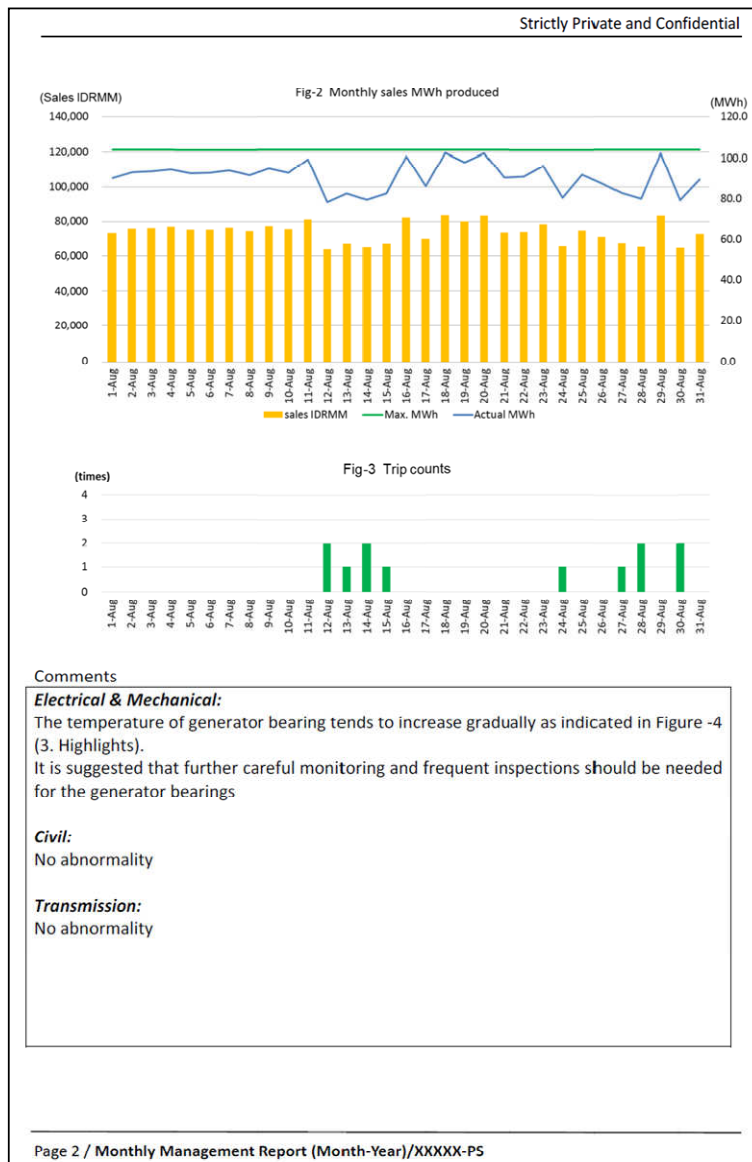


図 7-15 月報の出力イメージ

#### d) 試行実験

開発段階において、上述したシステムの基本フローやデータ構成、収集方法などの要件定義を行った後、実際にモデル発電所の現場にて紙ベースでの試行実験（ペーパートライアル）を行った。試行実験時の入力シート例を図 7-16 に示す。各シートは、現場スタッフが理解できるようインドネシア語ベースで作成した。この例では、日々の目視点検を行った結果、各土木設備の劣化やひび割れ等は見られなかったことを示している。このような試行実験により、既に行われている現場の運用を大きく変更することなく、必要な情報を確実に収集する方法を確立し、システム設計に反映した。

**Daily Site Status Info Sheet** Cat-Daily

Nama Pembangkit		Tanggal Pengisian	21-08-14	Cuaca	Windy
Kategori	Bangunan Sili/Struktur	Patroli dan Inspeksi			
Nama Fasilitas	Parisi/Tem Pamariksaan				
Intake Gate	Tinggi muka air bendung (m)	lihat hourly sheet			(Intake gate/tinggi muka air bendung)
	Bukaan pintu intake (°)				
	(Volume air intake (m³/s))				
	Retakan Beton/Penurunan/Kerusakan	Ya / Tidak			
Intake Dam	Kerusakan Pintu Intake/Rebooran	Ya / Tidak			
	Kerusakan Bagian Depan Pintu Intake/Bocor	Ya / Tidak			
	Lintas Trashrack	lihat Trash sheet			
	Kondisi Sedimen	much / reduced / little			(Intake dam/kondisi sedimen)
Sand Trap	Retakan Beton/Penurunan/Kerusakan	Ya / Tidak			
	Kerusakan Pintu Flushing/Pertidisan/Bocor	Ya / Tidak			
	Tinggi Sedimen (m)	lihat hourly sheet			
	Adanya benda yang terakumulasi atau muatan	Ya / Tidak			
Waterway	Kerusakan pipa pembilas / Bocor	Ya / Tidak			
	Tinggi Muka Air (m)	lihat hourly sheet			
	(Volume Air (m³/s))				
	Retakan Beton/Penurunan/Kerusakan	Ya / Tidak			
Head Pond	Dekat tamal langsung atau intake air	Ya / Tidak			
	Kerusakan Cross Drain	Ya / Tidak			
	Sandpit pasir di sekitar atau intake	Ya / Tidak			
	Tinggi muka air (m)	lihat hourly sheet			
Pondel Besar House/Sludge	Retakan Beton/Penurunan/Kerusakan	Ya / Tidak			
	Flushing gate/bocoran outlet/Bocor	Ya / Tidak			
	Besihan belulang trashrack	lihat Trash sheet			
	Bagian depan trashrack	lihat Trash sheet			
Tailrace	Kerusakan beton/Penurunan/Kerusakan	Ya / Tidak			
	Kerusakan air air	Ya / Tidak			
	Tinggi muka air (m)				
	Sedimen/rocks	Ya / Tidak			
Lainnya	Volume Curah Hujan (mm)	55 mm			
	Kelambatan (s)				
	Kecepatan (m/s)				
	Pemakaian Lainnya	lihat time sheet peralatan			
Nama Fasilitas	Indukstri Khusus (Perbaikan / tes yang diperlukan)				
	Perbaikan / tes yang diperlukan				
	Perbaikan / tes yang diperlukan				
	Perbaikan / tes yang diperlukan				
Hasil Perbaikan / Hasil Investigasi					
Biaya Dikeluarkan karena Perbaikan / Pemulihan					

図 7-16 ペーパーパートライアルでの入力シート例

## (5) プロトタイプの適用と O&M マネジメントへの活用

### a) プロトタイプの適用

2015 年 6 月にプロトタイプの構築が終了し、モデル発電所へ本システムのインストールを行い同年 10 月より試験運用を開始した。

これに合わせて筆者らも現地を訪問し、発電設備のオペレーター、土木設備のエンジニアに対して、Android タブレットの操作方法、Web へのアップロードの研修を実施し、本発電所でのプロトタイプの運用を開始した。また、入力用タブレットは効率的に入力できるように土木設備用と E&M 設備用の 2 台とした。

2015 年 10 月から現地で入力を継続しており、入力したデータは日本（東京）から Web 上で確認することができる。2015 年 10 月の Web 上で共有化されたデータをベースに各データをグラフ化、分析を行った。モデル発電所オーナーに提出した 10 月の月報のうち、ベアリング温度の毎時変異を抜き出したものを図 7-17 に示す。スラストパッド（Thrust Pad）の温度変異に着目すると、月初 10 日間は 62 度前後で推移していたものが徐々に上昇し、10 月 30 日には 68 度に達するなど明らかな温度上昇傾向が見受けられた。この後水車発電機を停止させて原因を調べたところ、タービン側のスラストベアリングに設計値を上回る応力が生じて摩擦が発生していたことが判明した。その後、この応力を減少させる対策を取ったところ、現在まで正常に運用されている



ことを確認している。すなわち、本システムで効率的に収集した運転データを経験豊富な専門家が傾向分析することにより、水車発電機の故障につながる兆候を予め把握して、故障や事故の発生を未然に防止するという予兆検知の可能性が示唆されたと考える。

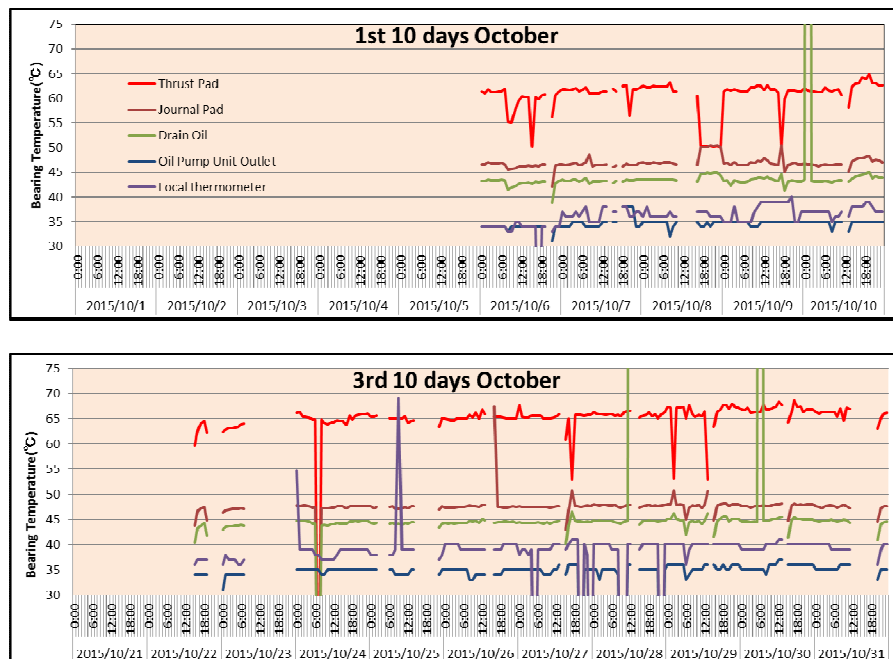


図 7-17 傾向分析におけるベアリング温度の変異例

#### b) 予兆検知の可能性

一般的に、発電所の管理においては、回転体の振動・温度、加熱源の圧力・温度の計測と制御が重要であり、計測値の数値が正常値から異常値へ逸脱した時に警報を出すことが基本である。水力発電所の運用も同様で、温度、圧力、流量の管理が特に重要となるが、火力発電機と比べ低速回転となるため異常値への遷移が緩やかとなる。水力発電所における予兆検知は正常状態から異常状態に移る過渡的な状態を捉え、故障若しくは異常状態に移行する予兆と考えてそれを検知することが極めて重要となる。a)で示した事例のように移行は徐々に発生するケースが多く有効範囲は広いものと考えられる。このような現象の確認と分類によって、技術的判断の一部を自動化することも期待され、このことは今後の研究対象である。

#### c) 本システムを活用した O&M マネジメント

本システムを活用した O&M マネジメントは、図 7-11～図 7-13 のような形で遠隔地（東京）の専門エンジニアに情報が提供され、状況に関する判断がなされ、リスク分析の上で対策方法の結論が出される。現地の IPP 事業者はその結論を受け、対策実施の意思決定を行うことになる。その役割分担は現地 IPP 事業者との調整において以下のとおりとした。

- 機器情報の送信と蓄積（現地→東京）

- 事象発生の認知と原因分析（東京）
- 現時点の状況に対する判断（東京）
- リスクの算定（東京）
- 運用継続可否、修理方法と時期判断（東京→現地）
- 対策実施の意思決定（現地）
- 修理作業準備と資機材の手配（東京、現地）
- 対策の実施（現地）
- 作業後の継続的な観察（東京、現地）

これら一連の対応については理論のみならず経験に裏打ちされた判断が必要となる。本事例においては大手電力関連企業において約 35 年間、大型回転機運転管理業務を行ってきた電気主任技術者資格を持つエンジニアが東京での判断業務を実施した。状況によっては現地を訪問することもあるが、基本的には遠隔地で収集した情報に依拠した分析と判断になることから理論解析能力をバックに持つ豊富な経験者でないと判断に正確性を欠くことになる。ただし、このような専門エンジニアでも時に判断を誤ることが有り、そのような場合に備え被害拡大防止を図るために注意深い観察の継続を行うこととしている。

a)で述べたスラスト温度の上昇データからの予兆検知事例については以下のような流れで分析・判断と対策が行われた。

- スラストパッド温度上昇が機器に悪影響を及ぼす可能性があると認知した
- その原因としては、スラスト力の増大、若しくは潤滑能力低下による冷却能力の低下、若しくは他の原因である可能性が考えられた
- スラスト部温度分布変化と過去からの傾向を判断し、今後の水車発電機スラスト部温度の変化を予測し運転継続の可否判断をする必要に迫られた
- 状況進展によるリスク、最悪ケースから現状維持ケースまでの想定、及び現状条件下で実施できる対策の複数のシナリオを想定した
- 複数シナリオのうち、現状条件下で実施できる対策（スラストベアリング応力低減対策として水車バランスディスクへの圧力を調整）を施し、その有効性に対する結果から運用継続の可否と必要であれば対策を準備することとした
- 現地 IPP 事業者と協議し、資機材及び修理作業準備に入った

上記の事例では現地 IPP 事業者との合意によって停止修理を行い、スラスト力の低減を図り、温度上昇の問題は解決された。

このように現場のデータをオンラインで把握し状況を問合せ、原因解析を行い、大きな事故に至る原因の芽を摘み、発電量の増大を図ることが本システム開発の最大の目的である。そのためにはシステムの導入と併せて IPP 事業者と連携して組織的に運用することが重要となる。本事例ではその考え方の成果の一端を実証することが出来たが、実施した対策の妥当性については継続的に今後観察を継続していくことが必要である。

## (6) システムの本格運用に向けた課題と改善方針

ここでは、モデル発電所に導入したプロトタイプの 5 か月間に渡る試験運用の中で見えてきた課題とシステムの本格運用に向けた改善方針について述べる。

### a) モデル発電所での運用から見えた課題

本プロトタイプは情報収集ツールとして原則タブレットを使用するため、既設発電所の運用体制をそのまま生かした導入が可能という利点がある。また、巡視点検時やトラブル発生時は、画像情報や音声情報など豊富な情報を扱うことが可能であること等メリットは大きい。

一方、タブレットは手入力の基本となるため、小数点とカンマの打ち違い、桁違い、入力数字の順番違い（例えば 186 を 168 と入力する）など入力ミスが発生している。現在は分析する前にデータ値のチェックを行い、桁違いなど明らかにミスとわかるデータは遠方管理者側で修正するが、入力数字の順番違いなどは修正されないことがある。また、排砂操作のための発電所運転の計画停止や送電線の停電による緊急停止など発電機が停止した場合、発電所の運転員は停止後の再起動に向けた対応が発生するため、その間はデータ入力作業が行えず、停止中の運転データが欠落している。操作油圧、潤滑油圧のように停止中でも必要なデータや、発電電力量のように毎正時に取得するデータがあり、改善が必要である。さらに、タブレット端末を入力用として使用していることから、その耐久性や信頼性を継続して確認することが必要である。

### b) システムの本格運用に向けた改善方針

プロトタイプの課題を踏まえてシステムの本格運用に向けた改善点として、SCADA に取り込まれる発電所の運転データを本システムと連携し自動的に Web 上にアップロードするシステムの開発を計画している。これにより、タブレットによる運転データ入力の手間を大幅に省略できるとともに、人為的な入力ミスやデータの欠落を無くすことができるため、収集データ精度の向上が可能となる。

また、先に述べたスラストベアリングの事例は予兆検知がうまく行った例であるが、収集データ自体が正確であった場合でもシステムによる誤検知（False positive）を招く可能性もある。したがって、問題につながる可能性のある事象をできる限りソフトウェアが検知する一方、そうしたデータに対して、専門家が効率的かつ効果的な分析を行える仕組みをシステムの中で構築していく。

## (7) アセットマネジメントへの活用可能性

ISO55000 シリーズが対象とするアセットとは「組織にとって潜在的に又は実際に価値を有するもの」、アセットマネジメントは「アセットからの価値を実現化する組織の調整された活動」と定義されている【日本規格協会、2014】。また、アセットマネジメントシステムを「組織がアセットマネジメントを実施するためのマネジメントプロセスを意味する」とされ、アセットマネジメントを支援する情報システムを「アセットマネジメント情報システム」と呼んでいる【小林紮司、田村敬一編著、2015】。

以上の定義を踏まえると、発展途上国における小水力発電事業のアセットマネジメントとは、

資産（アセット）である発電所価値の最大化、そのための長期収支最適化のためのプラント管理方法を実現するために豊富な人的資源を活用した組織の調整された活動であると言える。

ISO55000 シリーズは、その体系化された要求事項を組織的活動によって充足してゆく形で取り込んでゆくことで、IPP 事業者が発電所価値の最大化を実現することが期待される。また、今後は IPP 事業者が内外のステークホルダー（SPC 株主・金融機関、保険会社、潜在投資家等）に向けた IR（Investor Relations）をより強化するため ISO55000 シリーズ認証取得を希望するようになることも考えられ、本システムの導入と ISO55000 シリーズとの関連について以下に整理する。

ISO55001（要求事項）及び ISO55002（ガイドライン）の項目は以下の通りとなっている（1～3 章は適用範囲、引用規格、用語・定義）。

- 4 章：組織の状況（ステークホルダーの理解等）
- 5 章：リーダーシップ（方針、責任及び権限等）
- 6 章：計画（リスクマネジメント、計画策定等）
- 7 章：支援（資源、力量、認識、コミュニケーション等）
- 8 章：運用（変化のマネジメント等）
- 9 章：パフォーマンス評価（監視、測定、分析評価等）
- 10 章：改善（不適合・是正の調査、予防的行動等）

本システムは図 7-11 に示した通り運用データの収集・蓄積、ステークホルダー間での情報共有、専門家による技術的判断を実現するための基盤として構築したものであり、外形的には「9 章：パフォーマンス評価」のツールであるとも受け取れるが、このシステムを実装し、有効に機能させるためには ISO55000 シリーズ各章の要求事項を満たすことが以下のように自ずから必須となってくる。

- サーバー上に蓄積されたデータや月次・年次報告などへの各ステークホルダーによるアクセス範囲の設定・・・4 章（組織）
- データ収集、分析、技術的判断の役割分担と権限・責任の設定・・・5 章（リーダーシップ）、7 章（資源、力量、認識、コミュニケーション等）
- 発電所設備の点検項目、点検頻度の設定・・・6 章：（計画）
- 専門家による技術的判断と予兆検知と対策行為・・・8 章（運用）、9 章（パフォーマンス評価）、10 章（改善）

現時点で発展途上国の小水力 IPP 事業者には ISO55000 シリーズの認証取得ニーズは見られないが、資産管理の効率化と高度化を目指す上で ISO のシステムに準拠した運用を行うことは有用と考える。ISO55001 はマネジメントの継続的改善を達成するためのプロセス標準であり、継続的改善を実施するためには、マネジメントシステムのモニタリングとそれを支えるマネジメント情報システムが必要となる【小林絜司、田村敬一編著、2015】。今回開発したクラウド型 O&M 情報支援システムは、プラント管理の最適化及び効率化を図るための遠隔管理を基軸とした、アセ

ットマネジメント情報システムの基幹部分を担うものと位置付けられる。筆者らは情報システムとしての本システム（クラウド型 O&M 情報システム）を発展途上国における IPP 事業者に提供すると同時に、その組織内への実装及び運用もコンサルタントとしての技術サービスとして行うことになる。つまり、本システムの導入を基盤として ISO55001 の要件を充足したアセットマネジメントシステムの構築が可能であり、速やかに認証取得ができるといった可能性を有している。

## 7.8. マネジメントシステム導入による定性的効果

本節では、7.1～7.7 各節の第 6 項において整理した、リスク抽出→リスク対応能力→本邦建設コンサルタントの役割と業務→本邦建設コンサルタントによるチェック項目→参照資料と様式、という一連のマネジメントシステムを導入することによる定性的効果を分析する。マネジメントシステム導入による効果は、時間、収入、イニシャルコスト、ランニングコスト、その他の 5 つに分類した。

### 7.8.1. 案件形成マネジメントシステム導入による定性的効果

案件形成マネジメントシステム導入により次のような定性的効果が発現する。

案件形成フェーズは情報の精度が著しく低いことが多く、現地パートナーから提供される情報を検証して一定以上の精度を確保することにより収入及び建設コストの信頼性が向上する。現地パートナーが行う現地踏査アレンジに対する確認は、本邦建設コンサルタント技術者による現地踏査時の安全性・円滑性向上に寄与する。また、初期の情報収集段階から FS 資金確保に向けたアクションを行うことで、本来事業者が負担すべき事業化前の調査コストが削減されるとともに FS の信頼性向上にも寄与する。FS 実施段階では本邦建設コンサルタントが主導して実施内容と成果を確認することにより、調査の効率化や円滑な事業化に寄与し、さらに収入とコストの信頼性向上及び資金調達コストの削減にも大きく貢献する。

これらの定性的効果を表 7-17 に示す。

表 7-17 案件形成マネジメントシステム導入による定性的効果

[illegible]

### 7.8.2. パートナースhip構築マネジメントシステム導入による定性的効果

パートナーシップ構築マネジメントシステム導入により次のような定性的効果が発現する。

現地パートナーの財務情報、経営方針、事業／業務実績等の収集・分析及びパートナーとの面談に基づき、パートナーの経営方針と経営基盤を確認することで、品質・工程・コスト管理の重要性を共有し長期的視点でLCC最小化の実現に寄与する。MOU締結では、現地パートナーの役割として許認可取得や現地合意形成を明示し、プロジェクトの遅延を回避する。PPP事業の場合、特に関係者の一部が不適切なメリットを享受することのない事業スキームを構築することで、イニシャルやランニングのコスト増大を回避する。本邦建設コンサルタントが出資を行う場合、自社内の承認プロセスを通すことで、投資回収の確実性やリスク回避及びリスク顕在化時の迅速な対応が可能となる。また、SPCの申請プロセスを事前に確認しておくことで、SPC設立遅れを回避する。

これらの定性的効果を表 7-18 に示す。



表 7-18 パートナシップ構築マネジメントシステム導入による定性的効果

実行フェーズ／共通業務		コード	リスク・カテゴリー	主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式	定性的効果				
				本邦建設コンサル	現地パートナー(SPC)				時間	収入	イニシャルコスト	ランニングコスト	その他
パートナーシップ構築	パートナー発掘	B 10 1	カントリーリスク(政治)	パートナー情報の収集・精査 ・対象国の政治体制 ・対象国の治安 ・対象国の法令動向 ・対象国のインフレ・デフレ、為替変動、デフォルト等の動向 ・右記情報の整理	パートナー情報の提供 ・パートナー企業の財務情報	現地パートナー情報の確認 ・パートナー企業の財務状況に問題はないか	パートナー企業財務状況資料例	B-11					
		B 10 2	カントリーリスク(治安)										
		B 10 3	カントリーリスク(法令)										
		B 10 4	カントリーリスク(経済)										
		B 10 5	パートナーの財務状況										
		B 10 6	政府の財務状況 (ODA/公共)										
		B 10 7	パートナーの経営方針									ランニングコストの低減に寄与	長期的な経済性を確保
		B 10 8	政府のインフラ整備方針 (ODA/公共)										
		B 10 9	パートナーの実績等										
		B 10 10	政府の経験・実績 (ODA/公共)										
		B 10 11	パートナーとの信頼関係構築									ランニングコストの低減に寄与	長期的な経済性を確保
		B 10 12	政府との信頼関係構築 (ODA/公共)						工程管理の重要性を共有でき工程の遅延を防ぐ				
		B 10 13	パートナーの経営能力									ランニングコストの低減に寄与	長期的な経済性を確保
		B 10 14	政府の施策実行能力 (ODA/公共)						工程管理の重要性を共有でき工程の遅延を防ぐ				
	信頼関係構築	B 20 1	NDA締結の円滑性	MOU締結の主導 ・NDA締結 ・MOUドラフトの提示	MOU締結 ・MOUドラフト確認・修正	MOU締結内容の確認 ・MOU締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをチームシートレベルで合意しておく	MOUチームシート例	B-22					
		B 20 2	パートナーの誠実性										
		B 20 3	政府サイドの誠実性 (ODA/公共)										
		B 20 4	パートナーの政治力										長期的な経済性を確保
		B 20 5	政府サイドの実行力 (ODA/公共)										
		B 20 6	パートナー仲介者の能力と誠実性										長期的な経済性を確保
	事業スキーム構築	B 30 1	出資比率	事業スキーム構築の主導 ・事業スキーム家の提示	事業スキームの合意 ・事業スキーム家の確認・修正	事業スキームの確認 ・事業スキームに問題はないか。 ・自社に対して不利益が発生するスキームになっていないか。	事業スキーム例 MOUサンプル	B-23 B-23			イニシャルコストの増大を回避 イニシャルコストの増大を回避		
		B 30 2	コンフリクト										
		B 30 3	予算化 (ODA/公共)										
	合併契約書 (JVA) 等の締結	B 40 1	SPCマネジメント	JVA締結の主導 ・JVAドラフトの提示 ・JVAドラフトの協議 ・自社内承認 (出資案件) ・海外送金可否の確認 ・当該国税務の確認 ・社内承認 (出資案件) JVA締結 ・JVA締結	JVAの合意 ・JVAドラフトの確認・修正 ・JVAドラフトの協議 ・自社内承認 (出資案件) ・当該国からの送金は可能か ・当該国の税務リスクへの対応はできているか ・投資妥当性が確認できているか、出資へのリスク対応はできているか JVA締結 ・JVA締結	JVA締結内容の確認 ・JVA締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをチームシートレベルで合意しておく ・自社内承認 (出資案件) ・当該国からの送金は可能か ・当該国の税務リスクへの対応はできているか ・投資妥当性が確認できているか、出資へのリスク対応はできているか 税務リスク分析例 事業評価資料例	JVAチームシート例 JVAサンプル B-41 B-42 B-43 B-44	B-41 B-42 B-43 B-44					確実な投資回収 不必要な徴税の回避 リスク顕在化時の迅速かつ適切な対応
		B 40 2	拒否権										
		B 40 3	JVA協議										
		B 40 4	借款契約 (ODA)										
		B 40 5	海外送金可否の確認										
		B 40 6	当該国税務の確認										
		B 40 7	社内承認 (出資案件)										
		B 40 8	JVA締結										
	SPC組成	B 50 1	口座開設の遅れ	SPC設立申請準備 ・当該国口座開設 ・登記申請 最低資本金の入金 ・最低資本金の送金 組織体制 人員育成計画・実施	SPC設立申請 ・SPC口座開設 ・登記申請 最低資本金の入金 ・最低資本金の入金 SPCマネジメント体制構築	SPC設立申請プロセスの確認 ・当該国の口座開設プロセスの確認 ・SPC登記申請プロセスの確認 口座開設プロセス例 登記申請プロセス例	B-51 B-52	B-51 B-52	SPC設立遅れを回避				
		B 50 2	登記申請の遅れ										
		B 50 3	事務所の有無										
		B 50 4	組織体制										
		B 50 5	人員育成計画・実施										

### 7.8.3. 資金調達マネジメントシステム導入による定性的効果

資金調達マネジメントシステム導入により次のような定性的効果が発現する。

最適な資金調達スキームを確認することは金利負担を軽減し長期的なキャッシュフローを改善する。また、本邦建設コンサルタントが日系投資家との融資交渉・協議を進めていくことは、やはり長期的な経済性（IRR や DSCR）の向上に貢献する。

これらの定性的効果を表 7-19 に示す。

表 7-19 資金調達マネジメントシステム導入による定性的効果

実行フェーズ／共通業務		コード		リスク・カテゴリー	主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式	定性的効果				
					本邦建設コンサル	現地パートナー(SPC)				時間	収入	イニシャルコスト	ランニングコスト	その他
資金調達	資金調達スキーム構築	C	10	1	資金調達スキーム	資金調達スキームの提示	資金調達スキームの提示	資金調達スキームの確認	資金調達方法の検討例	A-52				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	10	2	借款契約(ODA)	・SPC内協議	・SPC内協議	・事業が融資対象条件を満たしているか	JICA海外投融資に関する案件選択の指針	C-12				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	10	3	予算確保(公共)	・資金調達スキームの合意	・資金調達スキームの合意		ファイナンス・ローン条件	C-13				
	出資	C	20	1	出資金の確保	出資金の入金 ・出資金の送金	出資金の入金 ・出資金の入金	出資金入金の確認 ・現地パートナーは発行済み資本金まで支払いを完了しているか						
	融資契約の締結 (日系投資家のケース)	C	30	1	投資家との信頼関係構築	・投資家とのエグジット(案件持込)	・投資家との信頼関係構築	・投資家への申請情報は必要十分か	海外投融資への申請情報	C-21				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	2	アドバイザーの選定	・アドバイザー(弁護士、保険)の紹介	・アドバイザー(弁護士、保険)の雇用	・経験豊富なアドバイザーを確保しているか	アドバイザー資格要件	C-22				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	3	調達金利	・融資条件の協議	・融資条件の協議	・適正な金利水準で調達できるか	キャッシュフロー分析例	A-53				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	4	調達金利(ODA)									
		C	30	5	PF契約	・PF担当者の確保		・PF資金調達のマネジメント体制ができていないか	資金調達マネジメント要件	C-23				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	6	環境社会配慮	・環境社会配慮のチェック		・金融機関が要求する環境社会配慮はクリアできているか	環境チェックリスト例	A-48				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	7	融資担保		・融資担保の検討							
		C	30	8	保証		・融資保証の検討							
		C	30	9	事業計画承認の遅延	・事業計画の提示	・事業計画の確認・合意	・事業計画を投資家が十分に理解しているか	FS報告書例	C-24				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	10	事業計画承認の遅延									
		C	30	11	コスト評価、財務評価	・財務評価の提示	・財務評価の確認・合意	・財務評価は妥当な水準か	キャッシュフロー分析例	A-53				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	12	SPCマネジメント	・SPC経営評価の提示	・SPC経営評価の確認・合意	・SPC経営評価は妥当な水準か						長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	13	ファイナンスチームの合意	ファイナンスチームの合意 ・ファイナンスチームの作成	ファイナンスチームの合意 ・ファイナンスチームの確認・合意	・ファイナンスチームは合意できる内容か	ファイナンスチーム例	C-25				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	14	融資契約の締結	融資契約の支援	融資契約内容の締結							
		C	30	15	円借款契約の締結(ODA)	・融資契約の提示	・融資契約の提示	・融資契約の提示は合意できる内容か	融資契約書例	C-26				長期的な経済性(IRR、DSCRの改善)を確保
		C	30	16	予算の確保(公共)	・金融機関との交渉支援	・金融機関との交渉							

#### 7.8.4. EPC マネジメントシステム導入による定性的効果

EPC マネジメントシステム導入により次のような定性的効果が発現する。

本邦建設コンサルタントによる適正な EPC コンサルサービス契約を締結していくことは、施工面での工程遅延を回避するとともにイニシャルコストの増加抑制に寄与し、当初計画で設定した経済性確保実現に大きく貢献する。また、SPC による機器・設備調達へのコンサルティングは、高品質なプラントを適正価格で調達することに貢献し、収入の安定化及びイニシャル及びランニングコストの削減に寄与する。施工管理へのコンサルティングは、工程遅延の回避とイニシャル及びランニングコストの削減に寄与する。更にコミッショニングに対するコンサルティングは、コミッショニングの工程遅延を回避しイニシャル及びランニングコストの削減に貢献する。

これらの定性的効果を表 7-20 に示す。

表 7-20 EPC マネジメントシステム導入による定性的効果

実行フェーズ/ 共通業務	コード	リスク・カテゴリ	主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式	定性的効果				
			本邦建設コンサル	国際パートナー(CSC)				時間	収入	イニシャルコスト	ランニングコスト	その他
CM契約	D 10 1	コンサルの権限と責任 (PPP)	<b>コンサルサービス契約の締結</b> ・コンサルサービス内容の提案	<b>コンサルサービス契約の締結</b> ・コンサルサービス内容の合意	<b>コンサルサービス契約内容の交渉・協議</b> ・コンサルサービスのコープは適切か	コンサルサービス提案例	D-11	全般的な工程遅延の回避		コスト増加の回避	コスト増加の回避	計画通りの経済性確保
	D 10 2	コンサルの権限と責任 (ODA)										
	D 10 3	コンサルの権限と責任 (国内公共)										
	D 10 4	EPCマネジメント	・EPCマネジメント体制の構築	・関係者の役割と責任分担の明示	・EPCマネジメント体制は十分か			土木とE&M間の連携不足による工程遅延の回避		コスト増加の回避		
	D 10 5	コンサル契約	・コンサル契約内容の協議・交渉	・コンサル契約内容の合意	・コンサルサービスの契約内容は適切か(スコープ、手法、体制、スケジュール、コスト、役割とリスク)			全般的な工程遅延の回避		コスト増加の回避	コスト増加の回避	計画通りの経済性確保
	D 20 1	エンジニアリング	<b>エンジニアリング支援</b> ・基本設計レビューの実施	<b>エンジニアリング実施</b> ・基本設計の修正	<b>エンジニアリング・レビュー内容の確認</b> ・基本設計は適切な調査結果に基づき適切な設計が成されているか	基本設計レビュー事例	D-21	設計変更による工程遅延の回避	設計ミスによる収入減の回避	設計変更によるコスト増加の回避		
	D 20 2	エンジニアリング	・詳細設計レビューの実施	・詳細設計の実施と修正	・詳細設計は適切な基本設計結果に基づき適切な設計が成されているか	詳細設計レビュー事例	D-22	同上	同上	同上		
	D 20 3	設計条件	・人札仕様書の作成 ・設計条件のチェック	・人札仕様書の合意 ・設計条件の合意	・設計条件は適切に設定されているか			同上	同上	同上		
	D 20 4	建設工法	・建設工法のチェック	・建設工法の合意	・建設工法は適切に設定されているか			適正な施工計画による工程遅延の回避		適正な施工計画によるコスト増加の回避		
	D 20 5	工事数量	・工事数量のチェック	・工事数量の合意	・工事数量は適切に設定されているか							
	D 20 6	建設工期	・建設工期のチェック	・建設工期の合意	・建設工期は適切に設定されているか			適正な施工計画による工程遅延の回避		適正な施工計画によるコスト増加の回避		
	D 30 1	<b>目録メーカーの関心</b>	<b>人札実施</b> ・ショーリストの作成	<b>人札実施</b> ・ショーリストの合意	<b>目録ショーリストの作成</b> ・適切な候補メーカーが選定されているか	メーカー選定事例	D-31	信頼の置けるメーカー選定による工程遅延の回避	高効率なプラント導入による収入の安定化に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	
	D 30 2	<b>EPC人札手続き</b>	<b>人札実施</b> ・人札手続きのマネジメント	<b>人札実施</b>	・人札手続きのマネジメントは適切か			適正な人札実施により工程遅延の回避	適正な人札実施により収入の安定化に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	
	D 30 3	<b>人札図書記載項目の限定</b>	・人札書類の照査		・人札図書記載項目は融資サイト要件を満たしているか	人札書類チェック例	D-32	適正な人札実施により工程遅延の回避	適正な人札実施により収入の安定化に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	
	D 30 4	<b>SPCマネジメント</b>	・人札書類の照査	・人札書類の作成	・人札書類に必要な事項が適切に記載されているか			適正な人札実施により工程遅延の回避	適正な人札実施により収入の安定化に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	
EPC	D 30 5	<b>SPCマネジメント</b>										
	D 30 6	<b>人札プロセス</b>	・人札準備の支援	・事業資金確保の証明 ・人札準備	・人札準備で抜けはないか			適正な人札実施により工程遅延の回避	適正な人札実施により収入の安定化に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	適正な人札実施によりコスト削減に寄与	
	D 30 7	<b>人札プロセス</b>	・人札準備の支援	・人札準備	・人札準備で抜けはないか			同上	同上	同上	同上	
	D 30 8	<b>人札プロセス</b>	・人札準備の支援	・人札準備	・人札準備で抜けはないか			同上	同上	同上	同上	
	D 30 9	<b>人札プロセス</b>	・人札準備の支援	・人札準備	・人札準備で抜けはないか			同上	同上	同上	同上	
	D 30 10	<b>人札プロセス</b>	・人札評価結果の提示	・人札評価	・人札評価を客観的に実施したか	人札評価への助言例	D-33	適正な人札評価により工程遅延の回避	適正な人札評価により工程遅延の回避	適正な人札評価により工程遅延の回避	適正な人札評価により工程遅延の回避	
	D 30 11	<b>人札プロセス</b>										
	D 50 1	<b>用地取得</b>	<b>施工管理の支援</b>	<b>施工管理の実施</b>	<b>施工管理の支援</b>							
	D 50 2	<b>移転補償</b>										
	D 50 3	<b>環境整備</b>	・施工計画のレビューと修正	・用地取得・引渡交渉の加速 ・移転補償協定締結の加速 ・進捗管理協定締結の加速 ・施工計画の合意	・施工計画は適切かつ実施可能なレベルになっているか			適正な施工管理による工程遅延の回避		適正な施工管理によりコスト削減に寄与	適正な施工管理によりコスト削減に寄与	
	D 50 5	用地状況	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			適正なモニタリングによる工程遅延の回避		適正なモニタリングによるコスト増大の回避		
	D 50 6	敷地造成・掘削	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 7	敷地造成・掘削	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 8	敷地造成・掘削	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 9	資材調達・搬入	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 10	資材調達・搬入	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
施工	D 50 11	<b>工程管理</b>	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施	・施工進捗評価を適切に実施しているか			適正な施工管理による工程遅延の回避		適正な施工管理によりコスト削減に寄与	適正な施工管理によりコスト削減に寄与	
	D 50 12	<b>資材調達</b>	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施	・資機材調達に滞りはないか			同上		同上		
	D 50 13	<b>品質管理</b>	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施	・施工品質上問題は見られないか			同上		同上		
	D 50 14	<b>コスト管理</b>	・モニタリングに基づく計画変更と管理	・変更計画の実施	・コスト増大の兆候は見られないか			同上		同上		
	D 50 15	サイト管理	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			適正なモニタリングによる工程遅延の回避		適正なモニタリングによるコスト増大の回避		
	D 50 16	サイト管理	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 17	サイト管理	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 18	サイト管理	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 19	サイト管理	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 20	建設関連法令	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 21	その他基準	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 22	通関	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 23	担保	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 24	保証・保険	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
	D 50 25	作業者の確保	・モニタリングの徹底	・人念な計画と実施	・モニタリングによる問題は見られなかったか			同上		同上		
コミッションング	D 80 1	竣工・完了検査	<b>コミッションング支援</b> ・コミッションング計画の検討 ・各試験への立会い・助言	<b>コミッションング実施</b> ・計画に基づき実施	<b>コミッションング支援の実施</b> ・各試験への立会い・助言が適切にできているか	試験結果報告例	D-51	適正な工場内試験による工程遅延の回避		適正な工場内試験によりコスト削減に寄与	適正な工場内試験によりコスト削減に寄与	
	D 80 2	竣工・完了検査										

#### 7.8.5. O&M マネジメントシステム導入による定性的効果

O&M マネジメントシステム導入により次のような定性的効果が発現する。

日常運転及び点検・保守への確認と助言は、設備稼働率・利用率向上による収入増加に、O&M の効率化や予兆検知及び日常保守や定期定例点検の軽減・廃止に繋がりランニングコスト削減に寄与する。組織運営及び総務への確認と助言は、組織運営の効率化及び設備の長寿命化によるランニングコスト削減に寄与する。さらに、SPC 経営へのモニタリングと助言は、経営の効率化によるランニングコスト削減に寄与する。

これらの定性的効果を表 7-21 に示す。

表 7-21 O&M マネジメントシステム導入による定性的効果

実行フェーズ／共通業務		コード	リスク・カテゴリー	主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式	定性的効果				
				本邦建設コンサル	現地パートナー（SPC）				時間	収入	イニシャルコスト	ランニングコスト	その他
O&M	日常運転	E 10 1	O&M専門家不足	日常運転への助言 ・日常運転（運転、トラブル、発電停止）情報の入手・分析	日常運転の実施 ・日常運転の実施	日常運転の確認と助言 ・日常運転のための情報を適切に入手しているか	主要な入力データと出力の関係例	E-11		設備稼働率・利用率向上により収入増加に寄与		効率化や予兆検知によりコスト低減に寄与	
		E 10 2	日常運転管理	・日常運転への助言	・助言に基づく改善	・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか	収集データ例 傾向分析例	E-12 E-13		同上		同上	
		E 20 1	メンテナンス管理	点検・保守への助言 ・点検・保守（設備点検、設備診断、設備交換）情報の入手・分析 ・点検・保守への助言	点検・保守の実施 ・点検・保守の実施	点検・保守の確認と助言 ・点検・保守のための情報を適切に入手しているか	収集データ例	E-21		設備稼働率・利用率向上により収入増加に寄与		日常保守や定期点検の軽減・廃止によりコスト低減に寄与 コスト増大を防止	
	点検・保守	E 20 2	計画メンテナンス			・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか							
		E 20 3	メンテナンス能力	・協力会社への技術指導		・協力会社の技術レベルは指導に値するか							
		E 30 1	マネジメント管理	組織運営への助言 ・組織体制、運営マネジメントへの助言	組織運営の実施 ・助言に基づく改善	組織運営の確認と助言 ・組織運営のための情報を適切に入手しているか	収集データ例	E-31				組織効率化によりコスト低減に寄与	
		E 30 2	スタッフ研修プログラム	・プログラムの見直し	・プログラムの改定承認	・既存研修プログラムは改定が必要か						組織運営の効率化によりコスト低減に寄与 同上 同上 同上	
		E 30 3	スタッフ研修	・人材育成指導	・人材育成指導の依頼								
		E 30 4	オペレーター研修プログラム	・プログラムの見直し	・プログラムの改定承認								
		E 30 5	オペレーター研修	・人材育成指導	・人材育成指導の依頼								
	総務	E 40 1	大規模修繕	総務への助言 ・パーツ交換への助言	総務の実施 ・パーツ情報の収集	総務実施の確認と助言 ・総務実施のための情報を適切に入手しているか	収集データ例	E-41				設備の長寿命化によりコスト低減に寄与 組織運営の効率化によりコスト低減に寄与 同上 組織運営の効率化によりコスト低減に寄与 資材調達効率化によりコスト低減に寄与	
		E 40 2	スタッフ人材雇用	・人材要件の提示	・人材の補強	・スタッフ及びオペレータの人材レベルはどの程度か							
		E 40 3	オペレーター人材雇用	・人材要件の提示	・人材の補強	・同上							
		E 40 4	人件費	・人事・労務管理への助言	・人事・労務管理								
		E 40 5	価格上昇	・資材調達先の選定	・PPA改定交渉、資材調達先の変更	・PPA価格改定が可能な契約になっているか ・適切な資材調達先があるか				PPA価格改定により収入増加に寄与			
SPC運営	経営	F 50 1	経営情報	経営モニタリング ・経営情報の入手・分析	経営の実施 ・経営情報	経営モニタリングの確認と助言 ・経営のための情報を適切に入手しているか	収集データ例	E-51				経営の効率化によりコスト低減に寄与	
		E 50 2	スタッフ人材雇用	経営への助言	・経営会議	・意思決定システムが機能しているか						経営の効率化によりコスト低減に寄与	
		E 50 3	SPC経営体制	・経営情報に基づく助言	・経営判断								
		E 50 4	事業継続	・売却先の選定	・売却先の交渉、決定	・最も最適な売却先はどこか							負債削減に寄与

## 第7章 参考文献

McConnellSteve. (2002). 10 Deadly Sins of Software Estimation. Construx.

PMI. (2013). プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第5版. Project Management Institute, Inc.

永野正展. (2010). ジオパーク・マネジメント入門. 株式会社オーム社.

宗広裕司他. (2016). 発展途上国における小水力発電事業を対象としたクラウド型 O&M 情報システムの開発. 土木学会.

日本規格協会. (2014). ISO55000 : 2014 アセットマネジメントー概要, 原則及び用語, 英和対訳版. 日本規格協会.

小林繁司、田村敬一編著. (2015). 実践 インフラ資産のアセットマネジメントの方法. 理工図書.



## 8. 小水力 PPP-PMS の導入効果計測手法の検討

本章では、第 7 章で構築した小水力 PPP プロジェクトマネジメントシステム（PPP-PMS）の導入効果計測手法の開発を目的として、ダイナミックディスカウントキャッシュフロー法（以下、「ダイナミック DCF 法」）を用い定量化を試みた。

### 8.1. ダイナミック DCF 法

小水力発電所などのインフラの価値は、企業価値の評価手法と同じく、ディスカウントキャッシュフロー法（以下、「DCF 法」）で算定されることが一般的である。「現在のファイナンスの主流をなす理論によれば、資産の価値は、その資産が将来有無と予想されるキャッシュフローを、その機会費用（割引率）で現在価値に直したものの総和に等しい」[鈴木 一功, 2006]と紹介されているように、DCF 法は実務的にも頻繁に使用されている最も一般的な企業価値評価手法である [石津朋和, 2008]。

DCF 法では、企業のシナリオが固定化されているために企業価値が特定される反面、シナリオ通りにならなかった場合に企業価値の変動を考慮できないという課題がある。小水力発電所の例を挙げると、毎年計画通りの取水量が確保でき、設備の稼働率が一定水準に収まり、売電単価が固定されることにより、ある一定の売電収入が得られるシナリオが描ける。更に、計画通りのイニシャルコストで完工し、ランニングコストも一定水準に収まることにより、毎年一定の利益が確保され、インフラの資産価値が算定できる。しかしながら、第 5 章で示したように、実際の小水力発電プロジェクトには数多くのリスク（不確実性）が存在しており、そのリスクレベルに応じて、上記の指標は毎年変動して毎年の利益が変動するため、インフラの資産価値が一定になることはない。

このような不確実性を考慮した資産価値の評価を行うため、本研究では、ダイナミック DCF 法を用いることとした。様々な事業環境の不確実性をモンテカルロシミュレーションによる確率分布により定義し、発生すると見込まれるシナリオを大量に試行して、インフラの資産価値を評価するものである。

## 8.2. 小水力 PPP プロジェクトにおけるリスク要因のモデル化

### 8.2.1. インフルエンスダイアグラム（モデルの構造）

本研究では、海外小水力 PPP プロジェクトを対象に、第 7 章で構築した小水力 PPP-PMS を導入することによる資産価値の変化を、導入効果として試算することとした。

小水力 PPP プロジェクトは、案件形成、パートナーシップ構築、資金調達、EPC、O&M の各フェーズにおいて、政治的リスク、商業的リスク、自然現象リスクなど様々なリスクを抱えている。それらのリスクに対応するために第 7 章で定義した各業務とリスク要因の相互関係のモデル化を行った。その結果として整理したインフルエンスダイアグラムを図 8-1 に示す。

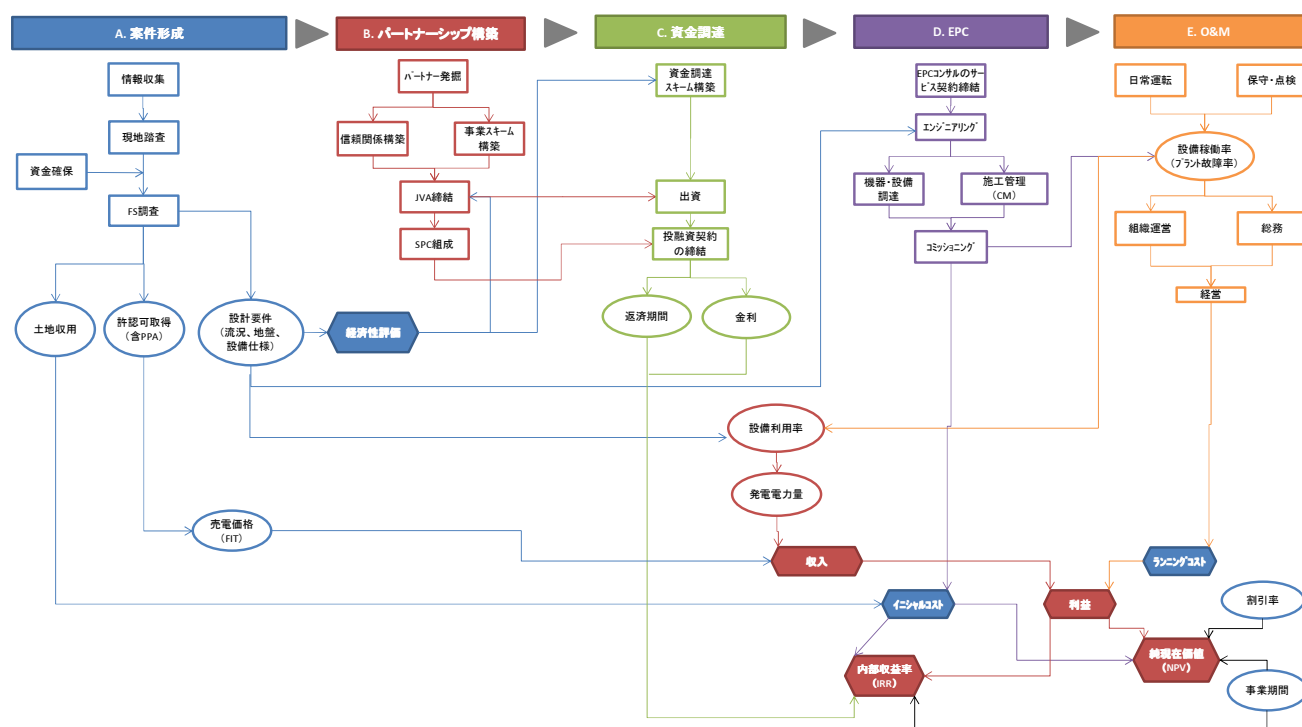


図 8-1 小水力 PPP プロジェクトのインフルエンスダイアグラム

インフルエンスダイアグラムは、影響図、影響ダイアグラムとも呼ばれ、各要素間において影響し合う関係を図で表現したものであり、課題の特定、根本原因の特定などに使用されている。

ここで、各記号は以下を表している。

- ・ 矢印：影響関係を表す
- ・ 六角形（価値ノード）：意思決定の判断基準を表す
- ・ 円形（不確定ノード）：直接コントロールできない押印を表す
- ・ 四角形（意思決定ノード）：直接行動を起こすことができる要素を示す

これより、小水力 PPP プロジェクトの資産価値を評価する指標は純現在価値（NPV: Net Present Value）と内部収益率（IRR: Internal Rate of Return）である。また、NPV と IRR に影響を及ぼす主要

因は、イニシャルコストと融資条件（金利、返済期間）及び毎年の利益である。さらに利益に関連する要因としては、収入とランニングコストであり、収入は設備利用率と売電価格によって変動する。これらの要因は、PPP-PMS において表 8-1 に示す業務リスクの影響を受けることが分かる。

表 8-1 PPP-PMS 導入が資産価値要因へ与える影響

実行フェーズ	PPP-PMS 導入により資産価値要因へ及ぼす具体的影響				
	設備利用率	売電価格	金利	イニシャルコスト	ランニングコスト
案件形成	平均値増加 信頼性向上	売電価格が変動		平均値削減 信頼性向上	
パートナーシップ構築		売電価格の上昇		土地収用コストの削減	
資金調達			金利低減 (返済期間の拡大)		
EPC	平均値増加 信頼性向上			平均値削減 信頼性向上	平均値削減 信頼性向上
O&M	平均値増加 信頼性向上				平均値削減 信頼性向上

### 8.2.2. モデルの定式化

小水力発電所の資産価値として用いられる利益、NPV、IRR、DSCR は以下の定義で表される。

- 利益 = 発電容量 × (365×24) × 設備利用率 × 売電価格 − ランニングコスト
- NPV = イニシャルコスト − Σ (各年利益の現在価値)
- IRR = NPV がゼロとなるときの割引率
- DSCR = 元利金返済前キャッシュフロー ÷ 元利金返済額

### 8.2.3. 各要因のモデル化

上記で示した各指標（要因）のモデル化は、本邦建設コンサルタントによる PPP-PMS 導入有無別に行う。表 8-1 に示した、PPP-PMS 導入有無により資産価値要因へ影響を及ぼす要因を対象に、平均値及び信頼性（標準偏差）を増減させることとする。ここでは要因として、NPV と IRR への影響が特に大き

いと考えられる、設備利用率、イニシャルコスト、ランニングコストを取り上げる。各々平均値と信頼性（標準偏差）の増減の程度は、筆者自身の PM としての経験及び専門家へのヒアリング、後述するプラントエンジニアリングにおける考え方や事例に基づき設定した。具体的には、設備利用率の平均値と信頼性（標準偏差）の差、イニシャルコストの平均値の差は、筆者自身の経験と専門家へのヒアリングに基づき設定し、イニシャルコストの信頼性（標準偏差）の差は、プラントエンジニアリングの例（図 8-2）を参考に設定した。図 8-2 では、FS 開始時点の概算見積もりで±30%であるものが、FS の実施で±10~20%となり、同様に入札前の確定見積もりで±5~10%まで信頼性が向上するとしており、この数値を参考とした。また、確率密度関数は正規分布に従うものと仮定した。

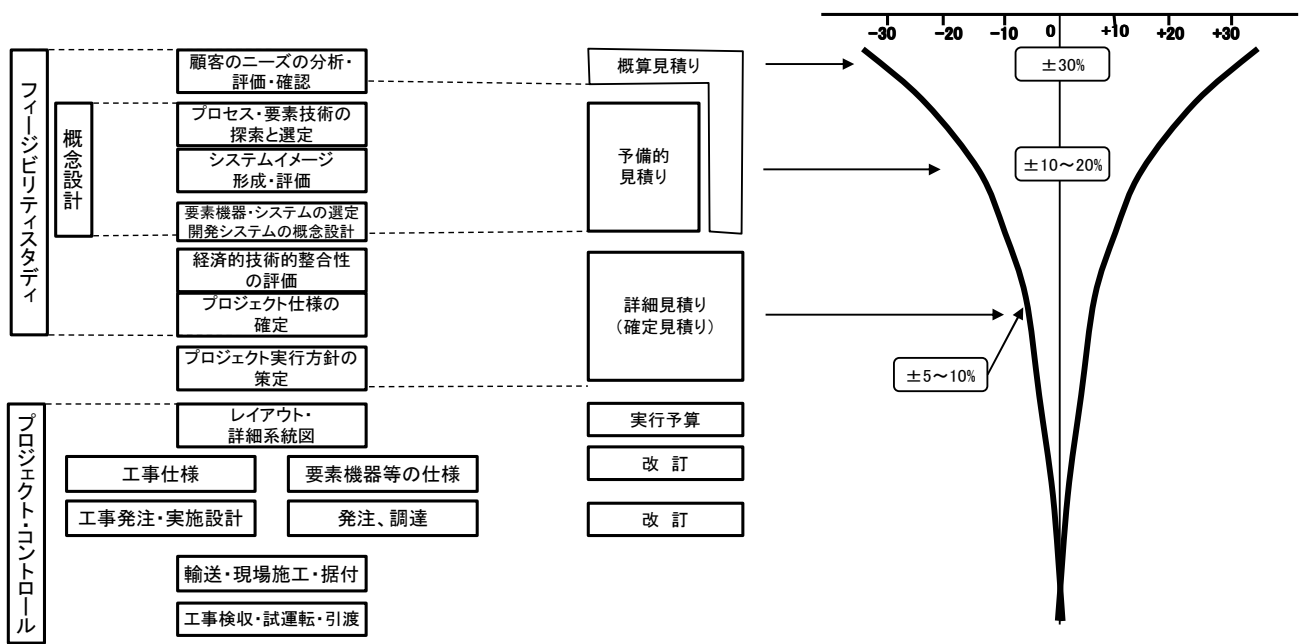
以上を踏まえ、モデルの基本的な考え方を以下に示す。なお、これらの数値や確率密度関数は初期値としての設定であり、今後実施する案件のデータを積み重ね、コンサルタントの提案によって発現した効果の記録（O&M 改善に伴う設備利用率向上や工期延伸防止に伴うイニシャルコスト縮減など）を取得することで改良を続けることになる。

- FS と EPC と O&M フルセットで導入することによる設備利用率を 40%とする（ベースライン）
- FS 導入有で設備利用率の信頼性は±5%だが、FS 導入無では設備利用率の平均値と信頼性がともに低下し、平均値は 40%から 35%へ 5%低下（設備利用率の信頼性±5%と±10%の差より設定）、信頼性は±10%とする
- FS 導入有で、イニシャルコストの信頼性は±20%だが、FS 導入無では平均値が 10%増加し、信頼性は±30%に増加する
- EPC コンサルを実施しないことで設備利用率の平均値は 4%低下（設備利用率±3%と±7%の差より設定。）また、イニシャルコストは 5%増加する
- EPC コンサルを実施しないことでランニングコスト平均値は増加するが、安全側検討として考慮しない
- O&M コンサルを実施しないことで設備利用率平均値は 4%低下（設備利用率±3%と±7%の差より設定）
- O&M コンサルを実施しないことでランニングコスト平均値は上がるが、安全側検討として考慮しない

表 8-2 PPP-PMS 導入が利益要因へ及ぼす影響モデル

実行 フェーズ	PPP-PMS 導入 有無とコンサル Fee	PPP-PMS 導入有無別の平均値及び信頼性の設定値		
		設備利用率 (ベースライン 40%)	イニシャルコスト	ランニングコスト
案件形成	有 (Fee2%増)	計画±5%	計画±20%	—
	無	(計画－5%) ±10%	(計画＋10%) ±30%	—
パートナー シップ構築	有	—	—	—
	無	—	—	—
資金調達	有	—	—	—
	無	—	—	—
EPC	有 (Fee4%増)	計画±3%	計画±10%	—
	無	(計画－4%) ±7%	(計画＋5%) ±30%	—
O&M	有 (30 万円/月)	計画±3%	—	計画±5%
	無	(計画－4%) ±7%	—	計画±10%

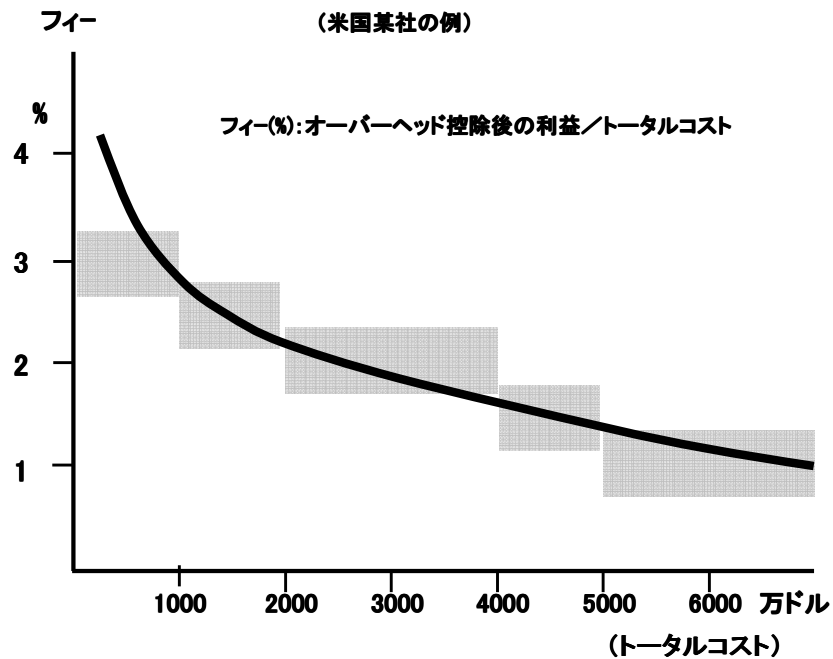
注) コンサル Fee の増加分はイニシャルコストに対する比率を示す



出所：高仲「エンジニアリング産業入門」

図 8-2 プラントエンジニアリングにおけるコストの見積もりと誤差範囲

また、PPP-PMS 導入によるコンサル Fee の設定は、筆者の経験と米国エンジニアリングのフィーレベル（図 8-3）を参考に設定した。



出所：高仲「プロジェクトコストマネジメント論」

図 8-3 エンジニアリングフィーのレベル（米国エンジニアリング企業の例）

### 8.3. 小水力 PPP-PMS 導入による効果分析

#### 8.3.1. ケーススタディ

##### (1) ダイナミック DCF 法による PPP-PMS 導入効果の分析

本研究におけるダイナミック DCF 法を用いた事業価値評価の手順を以下に示す【吉岡剛他, 2008】。

###### ① 問題の設定

プロジェクトの概要、不確実性要因の抽出を行う。

###### ② 前提条件の整理

キャッシュフロー分析に必要な入力値の設定、不確実性要因の確率モデルの設定を行う。

###### ③ キャッシュフローの作成

問題設定に合わせてプロジェクトのキャッシュフローを作成する。

###### ④ モンテカルロ DCF

作成したプロジェクトのキャッシュフローを用いてモンテカルロシミュレーションを行い、事業価値指標の期待値と標準偏差を求める。

###### ⑤ PPP-PMS 導入効果の分析

PPP-PMS 導入（本邦建設コンサルタント関与）の有無による事業価値指標の比較を行う。

##### (2) プロジェクトの設定

ここでは、第 5 章で設定した以下の事業スキームを設定した。

- フィリピン国（比国）における小水力発電 IPP 事業
- 出力規模は 10MW（FIT 適用対象規模）
- 本邦建設コンサルタントと現地パートナーの共同出資で事業会社（SPC）を設立
- 現地パートナーが SPC 株式の過半数を保有、本邦建設コンサルタントの出資比率は 10%
- 現地パートナーは、地域大手の建設会社、事業投資会社、小水力コンサルタント会社等
- 日系投資家（JICA、JBIC、日系民間等）からの融資を想定
- 本邦建設コンサルタントは、SPC とエンジニアリングレビュー、EPC オーナーズエンジニアリング（施工管理支援、機器調達支援）、資金調達支援、O&M 支援のコンサルティング契約を締結
- SPC は現地の国営電力会社と FIT に基づく PPA（25 年間の売電契約）を締結
- 評価期間は PPA 期間の 25 年

##### (3) キャッシュフロー分析

ケーススタディのキャッシュフロー作成にあたっては、その前提を表 8-3 のように置いた。

表 8-3 ケーススタディのキャッシュフロー分析の前提

大項目	小項目	数値	備考
基本諸元	総事業費	1,900,000 千ペソ	
	定格出力	10,000 kW	
	設備利用率	40 %	
	年間総発電量	35,040 千 kWh	
	売電価格	5.9 ペソ/kWh	固定（比国 FIT 価格）
	年間売電収入	206,736 千ペソ	
キャピタル ストラクチャー	シニアローン	950,000 千ペソ	
	シニアローン比率	50 %	
	エクイティ	950,000 千ペソ	
	エクイティ比率	50 %	
シニアローン 条件	金利	6.0 %	
	元本据置期間	3 年	
	返済期間	15 年	
運転費用	維持管理費用	4,661 千ペソ	

注) 1 ペソは 2.43 円：2017 年 2 月 1 日における三菱東京 UFJ 銀行の最終公表相場による

上記の前提でキャッシュフロー分析を行うと、発電所運転開始後 10 年間のキャッシュフローは表 8-4 のように想定される。運転開始後のキャッシュフローは常にプラスとなり、資金繰りに支障をきたしていない。

表 8-4 ケーススタディのキャッシュフロー（ベースケース）

		1-Jan-17	31-Dec-17	31-Dec-18	31-Dec-19	44,196	31-Dec-21	31-Dec-22	31-Dec-23	31-Dec-24	31-Dec-25	31-Dec-26
			2017	2018	2019	2,020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
プロジェクト年		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(単位: 千円)	(単位)		2017	2018	2019	2,020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
発電容量	kW					10,000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
設備利用率	%					40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%
発電量	kWh/年					35,040,000	35,040,000	35,040,000	35,040,000	35,040,000	35,040,000	35,040,000
売電単価	千円/kWh					5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
売電収入	千円		0	0	0	206,736	206,736	206,736	206,736	206,736	206,736	206,736
O&M	千円/年		0	0	0	-1,882	(4,661)	(4,661)	(4,661)	(4,661)	(4,661)	(4,661)
一般管理費	千円/年		0	0	0	-394	(945)	(945)	(945)	(945)	(945)	(945)
地元貢献費用(ER1-94)	千円/年		0	0	0	-128	(306)	(306)	(306)	(306)	(306)	(306)
FSコンサルFee	千円			0	0	(38,000)						
EPCSV-Fee	千円				0	(76,000)						
AMGO-Fee	千円/年		0	0	0	(1,600)	(1,600)	(1,600)	(1,600)	(1,600)	(1,600)	(1,600)
EBITDA	千円/年		0	0	0	88,733	199,224	199,224	199,224	199,224	199,224	199,224
設備投資	千円		(633,333)	(633,333)	(633,333)	0	0	0	0	0	0	0
諸税	千円		0	0	0	-1,507	(5,537)	(5,439)	(5,340)	(5,242)	(5,144)	(5,046)
融資返済残高	千円		950,000	950,000	1,007,000	973,071	905,214	837,357	769,500	701,643	633,786	565,929
金利					6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
元利金返済前利益	千円/年					87,226	193,687	193,785	193,883	193,981	194,079	194,177
支払利息	千円/年					(60,420)	(58,384)	(54,313)	(50,241)	(46,170)	(42,099)	(38,027)
元本返済	千円/年		0	0	0	(33,929)	(67,857)	(67,857)	(67,857)	(67,857)	(67,857)	(67,857)
利益	千円/年		0	0	0	(7,122)	67,446	71,615	75,785	79,954	84,124	88,293
割引率		9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%
利益の現在価値	千円		641,601			-5,046	43,835	42,702	41,457	40,126	38,733	37,296
E-IRR			-316,667	-316,667	-316,667	-7,122	67,446	71,615	75,785	79,954	84,124	88,293
P-IRR			-633,333	-633,333	-633,333	-7,122	67,446	71,615	75,785	79,954	84,124	88,293
DSCR						0.92	1.53	1.59	1.64	1.70	1.77	1.83

総設備投資	1,900,000	1,900,000	950,000
E-IRR	7.0%		
P-IRR	1.5%		
平均DSCR	1.78		
最低DSCR	0.92		

### 8.3.2. 適用結果

#### (1) 設定パラメータ

本分析の設定パラメータとなるコンサル Fee、設備利用率、インシヤルコスト、ランニングコストの PPP・PMS 導入ケース別設定条件を表 8-5 に示す。

表 8-5 ケース別の設定条件

ケース	PPP-PMS導入パターン			パターン別条件											
				コンサルFee(インシヤルコストに対する比率)			設備利用率(上: 平均値/下: 信頼性)			インシヤルコスト(上: 平均値/下: 信頼性)			ランニングコスト(上: 平均値/下: 信頼性)		
	A	D	E	A	D	E	A	D	E	A	D	E	A	D	E
case1-1	1あり	1あり	1あり	2%up	4%up	30万円/月	±5%	±3%	±3%	±20%	±10%	±10%	±10%	±10%	±5%
case1-2	1あり	1あり	2なし	2%up	4%up	—	±5%	±3%	±7%	±20%	±10%	±10%	±10%	±10%	±10%
case1-3	1あり	2なし	1あり	2%up	—	30万円/月	±5%	±7%	±3%	±20%	±30%	±10%	±10%	±10%	±5%
case1-4	1あり	2なし	2なし	2%up	—	—	±5%	±7%	±7%	±20%	±30%	±10%	±10%	±10%	±10%
case2-1	2なし	1あり	1あり	—	4%up	30万円/月	±10%	±3%	±3%	±30%	±10%	±10%	±10%	±10%	±5%
case2-2	2なし	1あり	2なし	—	4%up	—	±10%	±3%	±7%	±30%	±10%	±10%	±10%	±10%	±10%
case2-3	2なし	2なし	1あり	—	—	30万円/月	±10%	±7%	±3%	±30%	±30%	±10%	±10%	±10%	±5%
case2-4	2なし	2なし	2なし	—	—	—	±10%	±7%	±7%	±30%	±30%	±10%	±10%	±10%	±10%

注) 「あり、なし」は PPP・PMS 導入有無を指す



## (2) 試算結果

(1)で設定したケース別にモンテカルロシミュレーションを1万回ずつ行い、事業価値指標の期待値(平均値)と標準偏差を求めたところ、以下の結果が得られた(表 8-6 ケース別の算定結果、図 8-2、図 8-3)。

- A：案件形成、D：EPC、E：O&Mの全フェーズにおいて PPP-PMS を導入（本邦建設コンサルタント関与）した場合、NPV、E-IRR 共に最も価値が高く標準偏差は最も小さい。
- 全フェーズにおいて PPP-PMS を導入しない（本邦建設コンサルタント関与なし）場合、NPV、E-IRR 共に最も低い価値となり標準偏差は最も大きい。
- PPP-PMS 導入有無別による最大と最小の差は、NPV で 36.5%増加し標準偏差は 67%減少、E-IRR で 2.9 ポイント増加し標準偏差は 7.1 ポイント減少した。
- PPP-PMS を導入するフェーズが増加するにつれ、NPV 及び E-IRR の平均値が高くなり、標準偏差が小さくなる傾向が見られる。これは、PPP-PMS を導入（本邦建設コンサルタントが関与）することにより、NPV、E-IRR の信頼性が向上、すなわちプロジェクトリスクが低減し、投資価値が高まることを示している。
- NPV、E-IRR とも、Case1 の全ケースが Case2 を上回る結果となった。Case1-4 が Case2-1 より NPV、E-IRR ともに高い結果となったことから、案件形成フェーズでの PPP-PMS 導入が最も効果が大きく重要であることが示唆された。

表 8-6 ケース別の算定結果

ケース	A 案件形成	D EPC	E O&M	事業価値	平均値	標準偏差	平均値 の差	標準偏差 の差
Case1-1	1あり	1あり	1あり	NPV(千ペソ)	746,640	65,186	—	—
				E-IRR(%)	10.0%	2.0%	—	—
Case1-2	1あり	1あり	2なし	NPV(千ペソ)	711,229	68,942	-35,411	3,756
				E-IRR(%)	9.5%	2.0%	-0.5%	0.0%
Case1-3	1あり	2なし	1あり	NPV(千ペソ)	704,957	124,947	-41,683	59,761
				E-IRR(%)	9.4%	4.3%	-0.6%	2.3%
Case1-4	1あり	2なし	2なし	NPV(千ペソ)	661,928	126,713	-84,712	61,527
				E-IRR(%)	8.8%	4.3%	-1.2%	2.3%
Case2-1	2なし	1あり	1あり	NPV(千ペソ)	629,289	137,690	-117,351	72,504
				E-IRR(%)	7.8%	4.1%	-2.2%	2.1%
Case2-2	2なし	1あり	2なし	NPV(千ペソ)	584,788	138,931	-161,852	73,745
				E-IRR(%)	7.2%	4.0%	-2.8%	2.0%
Case2-3	2なし	2なし	1あり	NPV(千ペソ)	593,283	194,247	-153,357	129,061
				E-IRR(%)	7.6%	7.3%	-2.4%	5.3%
Case2-4	2なし	2なし	2なし	NPV(千ペソ)	546,886	200,158	-199,754	134,972
				E-IRR(%)	7.1%	9.1%	-2.9%	7.1%

注)「あり、なし」は PPP-PMS 導入有無を指す

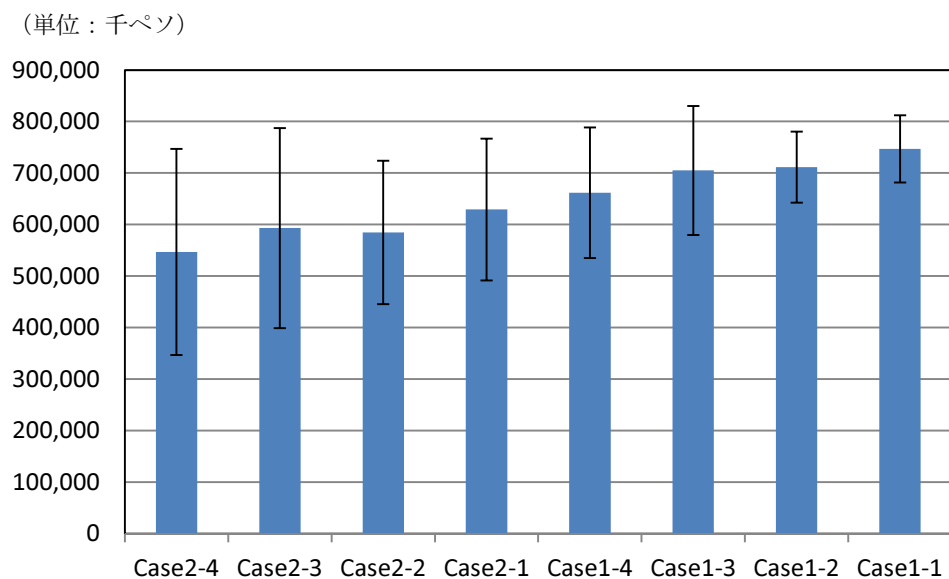


図 8-2 ケース別の算定結果 (NPV)

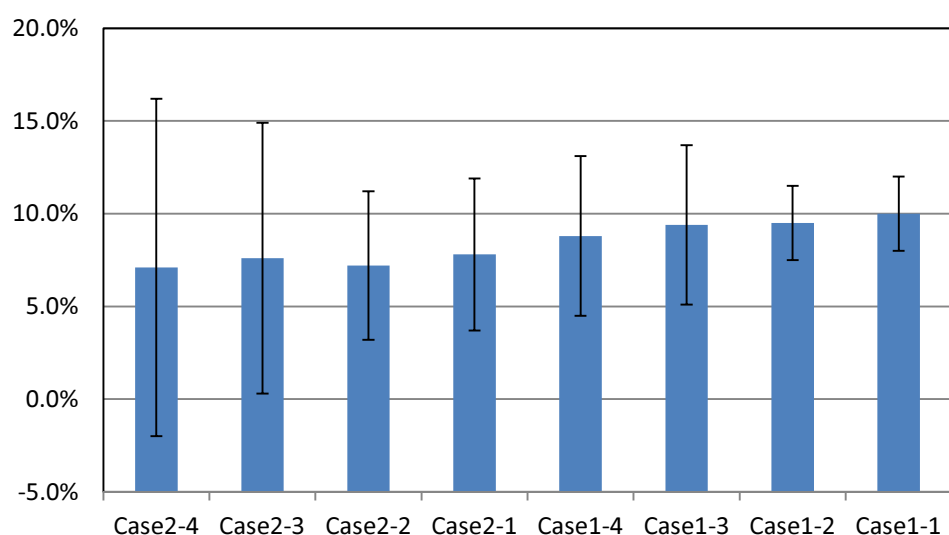


図 8-3 ケース別の算定結果 (E-IRR)

### 8.3.3. 適用結果の考察

小水力プロジェクトのような長期間運用を行うインフラの資産価値を評価するには、そのリスク（不確実性）の特性を考慮することが重要であり、長期間に渡り固定したシナリオに基づく従来型の DCF 法よりも、様々な事業環境の不確実性をモンテカルロシミュレーションにより大量の試行回数で評価するダイナミック DCF 法が有用であることを確認した。

フィリピンにおける小水力 IPP 事業をケーススタディとして、ダイナミック DCF 法による資産価値評価モデルを適用した結果、PPP-PMS 導入により NPV が、E-IRR とともに増加することを確認した。また、PPP-PMS をより多くのフェーズへ導入するほど、NPV、E-IRR とともに平均値が増加し標準偏差が低減

する傾向が見られた。さらに、案件形成などより上流側フェーズへ PPP-PMS を導入することが資産価値を向上させるには効果的であることを確認した。

以上より、小水力 PPP プロジェクトへの PPP-PMS 導入による資産価値向上の効果計測手法としてダイナミック DCF 法は有効であり、今後事例の蓄積を進めてパラメータの精度を向上させることにより、PPP-PMS の導入効果を定量的に計測することが可能になると考える。

## 第8章 参考文献

- 鈴木 一功. (2006). 企業価値評価【実践編】. ダイヤモンド社.
- 石津朋和他. (2008). 技術系ベンチャー企業の企業価値評価の実践. 神戸大学大学院.
- 吉岡剛他. (2008). リアルオプション手法を用いた風力発電事業の更新評価ー中山峠風力発電施設を例としてー. 環境情報科学論文集.
- 高仲日出男. (1979). エンジニアリング産業入門. ダイヤモンド社.
- 高仲日出男. (2013). プロジェクトコストマネジメント論. 国立大学法人福島大学.

## 9. 結論

我が国のインフラ市場は、明治維新後の官直営執行体制、第二次大戦後の建設コンサルタント誕生と二者執行構造の定着に続き、PPP によるインフラ整備・運営という第三の市場環境変化に直面し、建設生産システムが大きく変化しつつある中、事業の透明性、公正性と高い技術を担保するマネジメントの重要性が増してきている。本研究は、本邦建設コンサルタント企業が今後も成長を続けていくための市場戦略と考慮すべきリスクマネジメントを提示し、具体的な方策となる PPP プロジェクトマネジメントシステム (PPP-PMS) を構築することで、本邦建設コンサルタントが果たすべき役割を再考したものである。

最初に、本邦建設コンサルタントの成立過程と制度設計を紐解き、歴史的にコンサルティングエンジニアとしての役割と機能が確立している欧米コンサルタントとの比較を行い、本邦建設コンサルタントの海外進出を阻む課題として、①経営層の新事業対応力不足、②プロジェクトマネジメント人材の不足、③技術者の競争力低下、の3つを導出し、その中で筆者が最も重要と考える②プロジェクトマネジメント人材の不足を改善していくための、システム構築を行った。

そのため、発展途上国における小水力発電 IPP 事業をケーススタディとして、海外 PPP プロジェクトのリスク特定とリスクレベル分析を行い、230 のリスクを抽出した。案件熟度のばらつきが大きい海外 PPP と、行政(官)が相当程度のリスクを負っている「少数精鋭的な案件」が多い海外 ODA、国内 PPP、国内公共のリスクレベルを比較した結果、海外 PPP が突出して高いという結果が得られた。一方、海外 PPP に本邦建設コンサルタント関与することにより、リスクレベルが2割強低減できることを確認した。

次に、廣田が開発したリスクマネジメントシステムを一部改良して上記リスクに適用し、リスクマネジメント能力とリスクレベルの分析から、リスク対応能力を評価したところ、プロジェクトマネジャー (PM) で対応できるリスク、PM+各専門家で構成されたチームで対応できるリスク、本邦建設コンサルタントでは対応できないリスクに分類した。

リスクレベルが高い結果となった海外 PPP プロジェクトを成功に導くには、開発段階から設備利用率の最大化とライフサイクルコスト (LCC) の最小化を目指した“O&M 指向型のコンサルティングサービス”が求められ、その実現には「案件形成段階から事業全体をコーディネートし、司令塔的な役割を担う調整役」が必要であることを示し、これを本邦建設コンサルタントが提供すべき新たな役割として提示した。さらに、PPP プロジェクトを案件形成、パートナーシップ構築、資金調達、EPC、O&M の5つのフェーズに分けて各々の共通業務を体系化するとともに、各実行フェーズにおいて本邦建設コンサルタント企業及び現地パートナー(及び SPC)が実施する共通業務を体系的に整理、各業務を可能な限り定型処理化し、迅速な業務処理方法を確立することにより、PPP プロジェクトの生産性向上を図り、LCC 最小化の達成を目的とした PPP プロジェクトマネジメントシステム (PPP-PMS) を構築した。

PPP プロジェクトのように多くのリスクに伴う不確実性を考慮した資産価値の評価を行うため、本研究では、ダイナミックディスカウントキャッシュフロー(ダイナミック DCF)法を用い、様々な事業環境の不確実性をモンテカルロシミュレーションによる確率分布により定義し、発生すると見込まれるシナリオを大量に試行して、インフラの資産価値を評価する手法を開発した。当該手法により、PPP-PMS を導入(本邦建設コンサルタントが関与)することで、NPV、E-IRR など経済性指標の信頼性が向上、すなわちプロジェクトリスクが低減し、投資価値が高まるといった定量的効果の計測可能性が示唆された。

本研究は、これまで行政（官）に頼ってきたことによる、我が国のインフラプロジェクトにおける民間側のコーディネータ不在という現実を直視し、本邦建設コンサルタントの「PPP マネジメント能力」を上げるための具体策の提示を目的とするものであった。第 8 章までの研究を通じて、本邦建設コンサルタントが、今回開発した PPP・PMS を導入して“O&M 指向型のコンサルティングサービス”を提供することにより、対象とするインフラ事業の資産価値向上につながる可能性を検証した。このことは、本邦建設コンサルタントの国際インフラ市場における競争力を向上させ、延いては我が国のインフラ水準を適正に維持していくことにも寄与するものであると考える。

最後に、本システムは、組織の事業経験を蓄積してゆくことで向上する余地を有していると同時に、他の種類のインフラにもカスタマイズが可能である。

以上

## 謝辞

社会人大学院生として 2012 年 10 月に高知工科大学大学院社会システムマネジメントコース（修士）の門を叩いてから早いもので 4 年半の月日が経った。2014 年 4 月に基盤工学専攻博士後期課程に進学、2017 年 3 月をもって、当初の入学目的であった、「本邦建設コンサルタントの PPP マネジメント能力向上と国際競争力向上に向けたシステム構築」という成果によりやうく到達することができた。

振り返ればこの 4 年半、修士課程の主旨導教員であった草柳名誉教授、博士課題の主旨導教員であった五艘准教授には、感謝してもし切れないほどの懇切丁寧なご指導を頂いた。最初に土木学会国際委員会の幹事打合せで草柳先生にお会いして、建設コンサルタントとして発展途上国で事業を創り出していくことの悩みをご相談したことが始まりであった。草柳先生には、博士論文では既成概念を取り払い、物事の本質を捉えることの必要性を植え付けて頂いた。また、五艘先生には特に後半の博士課程 3 年間において、ご心配とご迷惑を掛けっぱなしであったが、常に一緒になって考えて頂くとともに、昼夜休日問わず頂いた的確なアドバイスのお陰で今回の成果に到達できたものと確信している。この場を借りて心より御礼を申し上げたい。

副指導教員の永野教授には、建設コンサルタントの志を熱く説いて頂いた。多少なりとも本論文を通じて反映できたのではないかと思います。審査委員の島教授には、博士課程への進学時にご助言を頂くとともに、コース長として大所高所からのご助言を頂いた。同じく審査委員の菊池教授には、先生が実施されている小水力発電事業など実務的な視点に基づく貴重なご助言を頂いた。

4 年半もの長期に渡り、本学の社会人コースに送り出して頂いた株式会社長大の永治社長、井戸本部長を始め、役員・社員の皆さんにも心より感謝を申し上げたい。特に、私が所属する事業企画部の部員諸子には、不在が多くご迷惑をかけることが多々あったが、この成果が少しでも部や会社の成長に貢献できればと願っている。

この成果は一人だけで成し遂げられるものではなく、上記の先生方や会社の皆様のご指導とご協力あつてのものであるが、それに加えて家族の理解と協力なしには到達できなかったものであることを申し添えたい。普段から残業や出張で不在が多いところ、本研究のために家にいる時間は若干長くなったが、家族のための時間は殆ど取れなかったことは申し訳なかったと思う。妻・香苗と長男・開弥には普段なかなか言えなかったお詫びと感謝をこの場で述べておきたい。

最後になるが、我が国最大の資源は人材であり、特にエンジニアリングの分野では、我が国が誇る技術者の経験とノウハウを、国内外の至る所で、如何に付加価値の高いサービスとして提供していくか、が時代の要請である。このような要請に応えるべく日々努力し成長を目指している本邦建設コンサルタント技術者の皆様に、この研究成果を捧げることとしたい。

2017 年 3 月  
宗廣 裕司

## 文献目録

- BECHTEL. (2013). Civil GBU Project Controls Overview. BECHTEL.
- BhattacharyayNathBiswa. (2010). Estimating Demand or Infrastructure in Energy, Transport, Telecommunications, Water and Sanitation in Asia and the Pacific: 2010-2020. ADBI Working Paper No.248, September 2010.
- ENR. (2015). The Top 225 International design Firms. Engineering News Record.
- 内閣官房、総務省、外務省、財務省、経済産業省、国土交通省. (2016). G7 伊勢志摩サミット「質の高いインフラ輸出拡大イニシアティブ」.
- HirotaYoichi. (2006). The Role of Project Managers and Risk Management System for the Overseas Construction Project. KochiUniversity of Technology.
- JICA. (2014 年 4 月 23 日). ティラワ経済特別区 (SEZ) 開発への海外投融資供与. 参照先: [https://www.jica.go.jp/press/2014/20140423\\_01.html](https://www.jica.go.jp/press/2014/20140423_01.html)
- JICA、電源開発、開発設計コンサルタント. (2011). 水力開発ガイドマニュアル (第 1 分冊 一般水力・揚水式水力発電) . JICA.
- McConnellSteve. (2002). 10 Deadly Sins of Software Estimation. Construx.
- MunehiroYuji. (2015). THE CHALLENGE AND THE ROLE OF JAPANESE CIVIL ENGINEERING CONSULTING FIRM FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN DEVELOPING COUNTRIES. The 10th SSMS International Conference.
- OECD. (2007). Infrastructure to 2030. OECD.
- PMI. (2013). プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第 5 版. Project Management Institute, Inc.
- World Energy Council. (1995).
- みずほ総合研究所. (2015). アジアのインフラ需要、10 年で 14 兆ドルと試算. みずほ総合研究所.
- モルガン J.河合正弘、ピーター. (2014). 新興アジアにおける財政の維持可能性：課題と戦略. 財務省財務総合政策研究所「フィナンシャル・レビュー」平成 26 年第 4 号 (通巻第 120 号) 2014 年 9 月.
- 永野正展. (2010). ジオパーク・マネジメント入門. 株式会社オーム社.
- 荻原朗. (2013). 国際競争力のあるパッケージ型インフラ事業の展開を目指して：PPP における課題の考察. 東洋大学 PPP 研究センター紀要 No.3 2013.
- 加賀隆一. (2013). アジアのインフラ・ビジネス. 日本評論社.
- 河合正弘、ピーターJ.モルガン. (2014). 新興アジアにおける財政の維持可能性：課題と戦略. 財務省財務総合政策研究所「ファインシャル・レビュー」平成 26 年第 4 号 (通巻第 120 号) .
- 外務省. (2012). 2012 年版政府開発援助 (ODA) 白書. 外務省.
- 外務省. (2015). 2015 年版政府開発援助 (ODA) 白書. 外務省.
- 外務省. (2016). 平成 28 年度 ODA 一般会計予算 (当初予算) .
- 外務省. (2017). ODA 予算・実績. 外務省.
- 外務省、財務省、経済産業省、国土交通省. (2015). 質の高いインフラパートナーシップ.
- 吉岡剛他. (2008). リアルオプション手法を用いた風力発電事業の更新評価ー中山峠風力発電施設を例としてー. 環境情報科学論文集.
- 経済産業省. (2010). 通商白書 2010. 経済産業省.



経済産業省. (2011). インフラ関連産業の海外展開のための総合戦略. 経済産業省.

経済産業省. (2016). 平成 27 年度エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業（インフラシステム輸出に係る競争力強化等に向けた調査事業）. 経済産業省.

経済産業省貿易経済協力局. (2009). PPP 政策タスクフォース報告書, pp.5. 経済産業省.

建設コンサルタンツ協会. (2014). 建設コンサルタント ビジョン 2014. 一般社団法人 建設コンサルタンツ協会.

建設コンサルタント協会. (2015). 平成 27 年度建設コンサルタント白書. (社)建設コンサルタント協会.

江崎康弘. (2014). 日本企業のグローバル化と社会インフラ事業－日本企業はグローバル社会インフラ市場に活路を見出せるか－. 埼玉大学.

高橋裕. (2014). 土木技術者の気概（廣井勇とその弟子たち）. 鹿島出版会.

高仲日出男. (1979). エンジニアリング産業入門. ダイヤモンド社.

高仲日出男. (2013). プロジェクトコストマネジメント論. 国立大学法人福島大学.

国土交通省. (2008). 建設関連業の定義・歴史. 国土交通省.

国土交通省. (2012). 平成 24 年度 我が国の建設企業の海外 PPP 事業への参画のための戦略検討業務. 国土交通省.

国土交通省. (2013). 建設関連業 登録業者数調査（平成 25 年度）. 国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課 専門工事業・建設関連業振興室.

国土交通省. (2016). 国土交通白書 2016. 国土交通省.

国土交通省総合政策局 情報政策課建設経済統計調査室. (2016). 平成 28 年度 建設投資見通し 概要. 国土政策機構編. (2000). 国土を創った土木技術者たち. 鹿島出版会.

三井住友トラスト基礎研究所. (2015). コンセッション方式 PFI の現状と課題. 三井住友トラスト基礎研究所.

(2015). 質の高いインフラパートナーシップ～アジアの未来への投資～. 外務省、財務省、経済産業省、国土交通省.

(社)建設コンサルタント協会. (2016). 平成 28 年度 建設コンサルタント白書. (社)建設コンサルタント協会.

首相官邸. (2013). インフラシステム輸出戦略.

首相官邸. (2013). 日本再興戦略.

宗広裕司、草柳俊二、五艘隆志. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に向けた研究. 土木学会.

宗広裕司他. (2016). 発展途上国における小水力発電事業を対象としたクラウド型 O&M 情報システムの開発. 土木学会.

宗廣裕司. (2014). 本邦建設コンサルタントによる海外インフラ・ビジネス展開に関する研究. 高知工科大学大学院.

小林梨司、田村敬一編著. (2015). 実践 インフラ資産のアセットマネジメントの方法. 理工図書.

菅野一敏. (2010). 水道事業 PPP のリスク定量分析に基づく事業形式の検討. 土木学会論文集 F Vol.66 No.2, 275-288, 2010.6.

石井弓夫. (2001). わが国における建設コンサルタント産業の形成過程に関する研究.

- 石井弓夫. (2003). インフラのデザイナー. 株式会社山海堂.
- 石津朋和. (2008). 技術系ベンチャー企業の企業価値評価の実践ーダイナミック DCF 法とリアル・オプション法の適用ー. 神戸大学大学院.
- 総務省. (1952). 「公共工事の前払金保証事業に関する法律」第 19 条第三号. 総務省.
- 草柳俊二. (2010). 国際建設プロジェクトでリスクを介する方法は. 国際建設マネジメント論 2010.
- 大本俊彦. (2016). 国際建設紛争とその解決 第 2 回「建設契約紛争とその解決(2)」. 一般財団法人港湾空港総合技術センター.
- 中村公紀. (2011). 建設コンサルタントの持続可能性強化に関する研究.
- 土木学会エネルギーインフラ輸出検討小委員会. (2014). パッケージ型インフラ輸出の促進に向けて. 土木学会 エネルギー委員土木学会.
- 内閣府. (2016). PFI の現状について. 内閣府 民間資金等活用事業推進室.
- 日経コンストラクション. (2016). 建設コンサルタント会社ランキング. 日経 BP 社.
- 日本コンサルタンツ株式会社. (日付不明). 参照先: 日本コンサルタンツ株式会社:  
<http://www.jictransport.co.jp/jp/>
- 日本規格協会. (2014). ISO55000 : 2014 アセットマネジメントー概要, 原則及び用語, 英和対訳版. 日本規格協会.
- 北野仁郎. (2015). 工学倫理 第 6 回. <http://kitanojinrou.seesaa.net/>.
- 林幸伸. (2002). 海外建設プロジェクトにおけるコンサルタントの役割. AJCE2002 年次セミナー報告.
- 鈴木 一功. (2006). 企業価値評価【実践編】. ダイヤモンド社.
- 廣谷彰彦. (2012). 我が国建設企業の方向性ーなぜ建設産業の総売上は伸びないかー. 国際建設マネジメント論 2012.
- 廣田洋一. (2013). 海外建設プロジェクトに於けるリスクマネジメント. 高知工科大学国際建設プロジェクトマネジメントコース講義資料.

別添資料 1 (PPP-PMS 各シート拡大版)

[illegible]

主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
本邦建設コンサル	現地パートナー (SPC)			
案件情報の収集・精査 ・右記情報の整理 ・1次分析 ・年間発電量推定 ・総事業費概算 ・kwh単価概算	案件情報の収集・提供 ・計画地点 ・電力需給 ・流量 ・降雨量 ・流量推定手法 ・河川水質 ・流砂・堆砂状況 ・洪水水位 ・地質調査書 ・地盤強度調査書 ・接続先電力系統実態 (需要、停電 ・地形図入手 (2.5万～5万分の1) ・落差 ・落差推定 ・アクセス道路 ・プレFS結果 ・調査許可取得の有無	現地パートナー提供情報の検証 ・計画地点は正確に特定できるか ・電力需要は十分に見込めるか ・測水は実施しているか ・雨量データは10年以上あるか ・流量推定手法は適切か ・河川水質 (pH等) データはあるか ・流砂・堆砂状況は把握できているか ・実績洪水水位は把握できているか ・地盤調査書はあるか ・地盤強度調査書はあるか ・接続先電力系統実態は把握できているか ・地形図の精度が確保されているか ・有効落差は十分にがあるか ・落差推定は適切か ・アクセス道路が近傍にあるか ・kwhコスト ≤ 10US¢ ・調査許可は取得済みか ・現地調査実施価値があるか	水力基礎調査シート	A-11
・現地調査実施の判断 現地調査の実施	現地調査の支援 ・車両手配 ・宿泊手配 ・調査ルート先導 ・地元説明	現地調査アレンジの確認 ・車両、宿泊は確保しているか ・現地調査時のセキュリティは確保されているか ・現地調査に現地技術者は同行するか ・調査時の地元説明はしているか ・現地調査で重大なリスク事項が確認されていないか ・FS実施価値があるか	現地調査時の留意事項 現地調査野帳	A-21 A-22
・調査結果の整理 ・FS実施の判断			現地調査報告例	A-23
FS資金獲得 ・補助金情報の収集 ・所管部署・投資家へのヒアリング	FS資金獲得支援 ・現地主望書の獲得 (現地政府等のサポーターングレター 入手)	FS資金獲得の可能性確認 ・適当なファシリティが存在するか ・所管部署ヒアリングによる資金確保可能性	サポーターングレター例	A-31
・公募要領の確認 ・提案書の作成・提出 ・関係部署へのインプット		・公募要領の提出資格を満たしているか ・提案書の内容は審査基準を満たしているか ・提出前後で関係部署へインプットしたか	提出指示書例 (JICA PPP FS) 提案書式例 (JICA PPP FS) 審査基準例 (JICA PPP FS)	A-32 A-33 A-34
FSの主導	FSの支援	FS実施内容と成果の確認		
・事前情報の整理 ・調査機材の確認 ・現地調査	・調査機材の手配 ・車両手配 ・宿泊手配 ・調査ルート先導 ・地元説明	・必要な事前情報は収集・整理しているか ・必要な調査機材は揃っているか ・現地調査時の車両、宿泊は確保しているか ・現地調査時のセキュリティは確保されているか ・調査時の地元説明はしているか ・現地調査に現地技術者は同行するか ・現地調査での確認漏れはないか ・測水は適切な手法で実施しているか	水力基礎調査シート	A-11
・調査結果の整理 ・流量測定 ・地形図の確認 ・地表地質調査／ボーリング調査 の指導	・流量測定 ・地形図測量 (500～1千分の1) ・ボーリング調査	・必要な地形図の精度が確保されているか ・ボーリング調査は適切に実施されているか	現地調査報告例 水文気象調査の手順 地形図作成例 地質調査例	A-23 A-41 A-42 A-43
・事前調査結果の確認 ・事前調査の成果品質確認	・事前調査結果の提供	・事前調査結果の品質に問題ないか	水力基礎調査シート	A-11
・水力計画の検討		・水力計画検討に必要な情報は揃っているか	小水力発電計画の策定例	A-44
・送配電計画の検討		・送配電計画検討に必要な情報は揃っているか	小水力発電計画の策定例	A-44
・施工計画の検討		・施工計画検討に必要な情報は揃っているか	小水力発電計画の策定例	A-44
・水車発電機選定		・水力発電機選定検討に必要な情報は揃っているか	小水力発電計画の策定例	A-44
・環境社会配慮評価	・環境社会配慮調査支援 ・その他必要データの提供	・環境社会配慮はガイドラインを満たしているか	環境チェックリスト例	A-45
・コスト積算	・コスト積算支援	・コスト積算に必要な情報は揃っているか	小水力発電計画の策定例	A-44
・事業スキームの検討 ・資金調達の検討 ・売電単価の確認 ・経済性評価	・売電単価情報の提供	・総事業費が当初想定から大きく乖離していないか ・総出力が最適出力規模になっているか ・実現可能な事業スキームが構築されているか ・実現可能な資金調達スキームが構築されているか ・売電単価は確定しているか ・経済性評価の方法は適正か	小水力発電計画の策定例 小水力発電計画の策定例 資金調達方法の検討例 資金調達方法の検討例 キャッシュフロー分析例	A-44 A-44 A-46 A-46 A-47
・リスク評価 ・総合評価	・事業実施の判断	・重要なリスク項目の見落としはないか ・事業実施判断が総合的に評価されているか ・調査の不備、やり直しはないか	キャッシュフロー分析例 リスク分析と対策方針例 水力基礎調査シート	A-47 A-48 A-11
・許認可申請書類の作成支援	必要許認可等の取得 ・事業権、・水利権 ・環境許可、・森林許可 ・許認可申請書類の作成 ・地元合意形成 ・PPA申請書類の作成	必要許認可の取得状況の確認 ・必要許認可は適切な時期に申請しているか	水力基礎調査シート	A-11
	事業計画用地の取得 ・土地収用交渉	事業計画用地の取得状況の確認 ・土地収用上で大きなトラブルはないか		

## 小水力プロジェクトマネジメントシステム【B.パートナーシップ構築】

実行フェーズ／ 共通業務	コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎メイン、○サブ)				海外PPP リスク分析 withoutコンサル												マネジメント能力								リスク対応能力		主 体 別 の 役 割 と 業 務	本邦建設コンサルによるチェック項目	参 照 資 料	様 式
				コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政	リスク分析			プロジェクトマネジャー (メイン責任者)						契約専門家 (サブ責任者)			チーム計	RA												
								PB	IP	RL	KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML	ML		プロジェクトマネジャー	チーム											
パートナー 発掘	B 10 1	カントリーリスク(政治)	対象国の政治体制が不安定	○		○	◎	2	5	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.25	0.40	パートナー情報の収集・精査 ・対象国の政治体制 ・対象国の治安 ・対象国の法令動向 ・対象国のインフレ・デフレ、為替変動、デフォルト等の動向 ・右記情報の整理	パートナー情報の提供	現地パートナー情報の確認	パートナー企業概要例	B-11							
	B 10 2	カントリーリスク(治安)	対象国・地域の治安が悪化している	○		○	◎	2	5	10	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.25	0.40												
	B 10 3	カントリーリスク(法令)	対象国の法令が複雑かつ改定・変更が頻繁に発生	○		○	◎	2	4	8	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.31	0.50												
	B 10 4	カントリーリスク(経済)	対象国のインフレ・デフレリスク、為替変動リスク、外資準備高不足によるデフォルトの可能性	○		○	◎	2	4	8	1	3	2	2.5	1	2	1	1.5	4	0.31	0.50												
	B 10 5	パートナーの財務状況	パートナーの財務状況が不明確(別事業の負債など隠れた事業リスクが存在)	◎		○		4	4	16	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.31	0.69												
	B 10 6	政府の財務状況(O DA /公共)	現地政府が将来の財務状況に影響が及ぶODA(有償)貸付を求めない、自治体の財政難により予算執行ができないまたは遅れが発生							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 10 7	パートナーの経営方針	パートナーの経営方針が投機型(事業途中で売却意向を有するなど長期的な関係構築ができない)	◎		○		3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92												
	B 10 8	政府のインフラ整備方針(O DA /公共)	政府・自治体のインフラ整備計画に含まれない、または優先順位が低く事業化が遅れる							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 10 9	パートナーの実績等	開示された実績が信頼できない	◎		○		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22												
	B 10 10	政府の経験・実績(O DA /公共)	政府・自治体の人材不足により、事業形成のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 10 11	パートナーとの信頼関係構築	パートナーと信頼関係が不十分(事業の意思決定情報など重要情報が共有されない)	◎		○		4	4	16	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.31	0.59												
	B 10 12	政府との信頼関係構築(O DA /公共)	政府・自治体の幹部や担当との信頼関係が不十分							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 10 13	パートナーの経営能力	オーナー・経営者の場合、オーナーが全ての決定権を有するため、オーナーの経営能力に依存	◎		○		4	4	16	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.31	0.59												
	B 10 14	政府の施策実行能力(O DA /公共)	政府・自治体の人材不足により、事業実施のプロセスが円滑に進まず、事業化が遅れる							0	3	2	0		2	1	0	0															
信頼関係構築	B 20 1	NDA締結の円滑性	NDAに条件を提示する等円滑な締結ができない	◎		○		2	2	4	2	3	2	5	4	2	1	6	11	1.25	2.75	MOU締結の主導 ・NDA締結 ・MOUドラフトの提示	MOU締結 ・MOUドラフト確認・修正	MOU締結内容の確認 ・NDA締結内容に問題はないか。 ・MOU締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをチームシートレベルで合意しておく	NDAサンプル MOUチームシート例	B-21 B-22							
	B 20 2	パートナーの誠実性	パートナーが自己中心的思考のため、Win-Winの関係が構築できない	◎		○		3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.79	0.79												
	B 20 3	政府サイドの誠実性(O DA /公共)	政府・自治体担当者が自己中心的な思考で、見返りを要求される							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 20 4	パートナーの政治力	パートナーの政治力が不十分、許認可取得や住民合意形成が円滑に進まない	◎		○		3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79												
	B 20 5	政府サイドの実行力(O DA /公共)	政府・自治体担当者に、政府内プロセスや住民合意形成など事業化を進める実行力がない							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 20 6	パートナー仲介者の能力と誠実性	仲介者がパートナー導きのため、中立的な立場で調整してられない。また、そもそも調整能力がない	◎		○		3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79												
事業スキーム構築	B 30 1	出資比率	出資比率の協議が円滑に進まない	◎		○		3	4	12	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.42	0.92	事業スキーム構築の主導 ・事業スキーム案の提示	事業スキームの合意 ・事業スキーム案の確認・修正	事業スキームの確認 ・事業スキームに問題はないか。	事業スキーム例	B-31							
	B 30 2	コンフリクト	コンフリクトが発生する事業スキームとなっている	◎		○		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22						・事業スキーム案の協議	・事業スキーム案の協議	・自社に対して不利益が発生するスキームになっていないか。	MOUチームシート例	B-22		
	B 30 3	予算化(O DA /公共)	政府側で事業の予算化ができないまたは遅れる							0	3	2	0		2	1	0	0															
合併契約書(JVA)等の 締結	B 40 1	SPCマネジメント	SPC経営がオーナーの一存で決定するため、取締役会等が形骸化する	○		◎		3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79	JVA締結の主導 ・JVAドラフトの提示	JVAの合意 ・JVAドラフトの確認・修正	JVA締結内容の確認 ・JVA締結内容に問題はないか。特に、役割分担、出資比率、同意事項と義務、費用負担、準拠法などをチームシートレベルで合意しておく	株主間協定書チームシート例	B-41							
	B 40 2	拒否権	拒否権を発動できるスキームになっていない	◎		○		2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83												
	B 40 3	JVA協議	JVA協議が円滑に進まない	◎		○		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22												
	B 40 4	借款契約(O DA)	JICAとの借款契約(L/A)に時間がかかる							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 40 5	海外送金可否の確認	配当やFeeが日本へ送金できない			◎		2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.63	1.38												
	B 40 6	当該国税務の確認	配当やFeeへの税金比率が高い			◎		2	3	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83												
	B 40 7	社内承認(出資案件)	事業への理解が不十分のため社内承認が円滑に進まない	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	3	2	1	4.5	12	0.63	1.00												
	B 40 8	JVA締結	JVA締結が進まず事業化が遅れる	◎		○		3	4	12	2	3	2	5	3	2	1	4.5	9.5	0.42	0.79												
SPC組成	B 50 1	口座開設の遅れ	当該国の口座開設に時間がかかる				◎	3	2	6	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.83	1.83	SPC設立申請準備 ・当該国口座開設 ・登記申請	SPC設立申請	SPC設立申請プロセスの確認 ・当該国の口座開設プロセスの確認 ・SPC登記申請プロセスの確認									
	B 50 2	登記申請の遅れ	SPC登記申請に時間がかかる	◎		○		3	3	9	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.56	1.22												
	B 50 3	事務所の有無	対象地域に事務所登録がなく受注、契約ができない							0	3	2	0		2	1	0	0															
	B 50 4	組織体制	必要人員を集める見通しが立たない			◎		2	3	6	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.83	1.33												
	B 50 5	人員育成計画・実施	人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る			◎		2	3	6	2	3	2	5	2	2	1	3	8	0.83	1.33												
								222				123				120				242.5		0.55		1.09									

注)赤字は $RA < 0.65$ 、青字は $0.65 \leq RA < 0.80$



小水カプロジェクトマネジメントシステム【C.資金調達】

実行フェーズ／ 共通業務		コード		リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎メイン、○サブ)				海外PPP リスク分析 withoutコンサル		マネジメント能力										リスク対応能力		主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
						コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政			プロジェクトマネジャー (メイン責任者)				資金調達専門家 (サブ責任者)				チーム計	RA							
												PB	IP	RL	KL	P3E	CE	ML	KL		P3E	CE	ML					
資金調達スキーム構築	C 10	1	資金調達スキーム	案件開発に最適な融資ファシリティが見当たらない	◎					2	4	8	2	3	2	5	4	2	1	6	11	0.63	1.38	▶▶				

注) 赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

## 小水カプロジェクトマネジメントシステム【D.EPC】

実行フェーズ／共通業務				コード	リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属(◎メイン、○サブ)				海外PPP リスク分析 withoutコンサル			マネジメント能力										リスク対応能力		主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目		参照資料		様式	
							コンサル	請負者 (メーカー含)	事業者 (SPC)	行政	PB	JP	RL	プロジェクトマネジャー (メイン責任者)				土木施工管理技術者 (サブ責任者)				チーム計	RA										
														KL	P3E	OE	ML	KL	P3E	OE	ML		ML	プロジェクトマネジャー	チーム								
CM契約	D	10	1	コンサルの権限と責任 (PPP)	CM(三者構造)、コンサル(二者構造)、アドバイザー(同)によってコンサルの権限と責任が異なるが、権限と責任が不明確	◎				4	4	16	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5	0.47	0.84	・コンサルサービス契約の締結 ・コンサルサービス内容の提案	・コンサルサービス契約の締結 ・コンサルサービス内容の合意	・コンサルサービス契約内容の交渉・協議 ・コンサルサービスのスコープは適切か	CMコンサルのTORサンプル	D-11					
	D	10	2	コンサルの権限と責任 (ODA)	原則CM(三者構造)となるが、権限と責任が不明確							0		3	2	0		1	3	0	0												
	D	10	3	コンサルの権限と責任 (国内公共)	原則コンサルまたはアドバイザー(二者構造)となるが、権限がなく責任を負う							0		3	2	0		1	3	0	0												
	D	10	4	EPCマネジメント	EPC一括発注でない場合、水車発電機の仕様・工程と土木設備の仕様・工程の調整が困難。これをマネジメントできる人材がローカルにいない。	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5	0.63	1.13						・EPCマネジメント体制の構築 ・関係者の役割と責任分担の明示	・EPCマネジメント体制は十分か			
	D	10	5	コンサル契約	コンサルの権限と責任に応じた契約になっていない	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	3	1	3	6	13.5	0.63	1.13										
エンジニアリング	D	20	1	エンジニアリング	EPC入札段階で基本設計や詳細設計が十分成されていないため、契約後の設計変更やコスト増加要因とな基本設計レベルの成果に基づく入札仕様書が必要	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5	0.63	1.29	・基本設計レビューの実施 ・詳細設計レビューの実施 ・入札仕様書の作成 ・設計条件のチェック	・基本設計の修正 ・詳細設計の実施と修正 ・入札仕様書の合意 ・設計条件の合意	・エンジニアリングレビュー内容の確認 ・基本設計は適切な調査結果に基づき適切な設計が成されているか ・詳細設計は適切な基本設計結果に基づき適切な設計が成されているか ・設計条件は適切に設定されているか	基本詳細設計チェックリスト 基本詳細設計チェックリスト	D-21 D-21					
	D	20	2	エンジニアリング		◎				3	3	9	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5	0.83	1.72										
	D	20	3	設計条件	現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5	0.63	1.29										
	D	20	4	建設工法	ローカル建設会社の技術的問題から適切な建設工法が選択できない	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5	0.63	1.29										
	D	20	5	工事数量	地形測量の精度が低く、正確な工事数量(土工量等)の計算ができない	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5	0.63	1.29										
	D	20	6	建設工期	タイトなスケジュールが策定されることにより、実際の工事工程を守ることが困難	◎				3	4	12	3	3	2	7.5	4	1	3	8	15.5	0.63	1.29										
機器・設備 調達 (日系の水車発電機を指名競争入札で調達することを想定)	D	30	1	日系メーカーの関心	入札になると関心を持つ日系メーカーは限定される	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78	・日系メーカーの関心 ・入札手続きのマネジメント ・入札書類の照査 ・入札書類の照査 ・入札準備の支援 ・入札準備の支援 ・入札準備の支援 ・入札準備の支援 ・入札評価結果の提示	・入札実施 ・ショートリストの合意 ・入札実施 ・入札書類の作成 ・事業資金確保の証明 ・入札準備 ・入札準備 ・入札準備 ・入札準備 ・入札評価	・日系ショートリストの作成 ・適切な候補メーカーが選定されているか ・入札手続きのマネジメントは適切か ・入札図書記載項目は融資サイド要件を満たしているか ・入札書類に必要な事項が適切に記載されているか	入札書類チェックリスト	D-31					
	D	30	2	EPC入札手続き	小水力では土木設備と電気設備を分けて発注するケースが多いが、各々入札準備と落札者選定、契約締結に対応できる人材がローカルにいない。	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	3	入札図書記載項目の設定	FIDIC、JICA、JBICガイドライン等の契約約款との不整合の発生、必要な記載項目が抜け落ちるリスク	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	4	SPCマネジメント	仕様項目の不足、不適切な仕様の記載により、契約調整にトラブルが発生するリスク	◎				3	4	12	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.42	0.58										
	D	30	5	SPCマネジメント	オーナーの事業資金確保の証明がされていない	◎				3	4	12	2	3	2	0	1	1	3	2	2	0.00	0.17										
	D	30	6	入札プロセス	不適切な調達方式の記載	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	7	入札プロセス	不適切な入札期間の設定	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	8	入札プロセス	不明確な入札手順	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	9	入札プロセス	契約の片断性	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	10	入札プロセス	不適切な入札評価基準	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
	D	30	11	入札プロセス	不適切な入札設計図面	◎				3	3	9	2	3	2	5	1	1	3	2	7	0.56	0.78										
施工	D	50	1	用地取得	用地取得遅延、引渡遅延					4	4	16			3	2	0		1	3	0	0	0.00	0.00	・用地取得・引渡交渉の加速 ・移転補償協定締結の加速 ・漁業補償協定締結の加速 ・施工計画の合意 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングの徹底 ・モニタリングに基づく計画変更と管理 ・モニタリングに基づく計画変更と管理 ・モニタリングに基づく計画変更と管理 ・モニタリングの徹底 ・モニタ								

注)赤字は $RA < 0.65$ 、青字は $0.65 \leq RA < 0.80$

小水カプロジェクトマネジメントシステム【E.O&M】

実行フェーズ／ 共通業務		コード		リスク・カテゴリー	リスクの具体的内容	PPP事業のリスク所属 (◎メイン、○サブ)				海外PPP リスク分析 withoutコンサル			マネジメント能力										リスク対応能力	
						コンサル	請負者 (メーカー)	事業者 (SPC)	行政	PB	IP	RL	プロジェクトマネジャー (メイン責任者)				O&M専門家 (サブ責任者)				チーム計 ML	RA		
													KL	P3E	CE	ML	KL	P3E	CE	ML		プロジェクトマネジャー	チーム	
O&M	日常運転	E	10	1	O&M専門家不足	経験豊富なO&M技術者が不足しているため、運用開始後の稼働率が低水準に留まり売電収入が計画水準に届かない。	○				4	4	16	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.31	0.56
		E	10	2	日常運転管理	停止に至る経過や原因が正しく記録されていない等発電所の運用管理能力や技術レベルが不十分	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00
	点検・保守	E	20	1	メンテナンス管理	各設備の老朽化等を専門的に診断しておらず劣化状況が不明といったメンテナンスの問題が発生	○		◎		3	4	12	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.42	0.75
		E	20	2	計画メンテナンス	メンテナンス資材調達の遅延	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00
		E	20	3	メンテナンス能力	メンテナンス協力会社の能力不足	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00
	組織運営	E	30	1	マネジメント管理	発電所のスタッフやマネジャー等の業務内容が不明確な上、業務能力や処理速度のレベルが低いことから、特定のの人に業務が集中し非効率な状況が常態化する等運営マネジメントの問題が発生	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.56	1.00
		E	30	2	スタッフ研修プログラム	スタッフ研修プログラムが不十分	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.83	1.50
		E	30	3	スタッフ研修	業務の習得不足	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33
		E	30	4	オペレーター研修プログラム	オペレーター研修プログラムが不十分	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	4	1	1	4	9	0.83	1.50
		E	30	5	オペレーター研修	業務の習得不足	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33
	総務	E	40	1	大規模修繕	システム改修が当初計画より早期かつ大規模に発生するため、システム改修コストが計画を大幅に超過	○		◎		3	4	12	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.42	0.58
		E	40	2	スタッフ人材雇用	スタッフ人材の不足	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33
		E	40	3	オペレーター人材雇用	オペレーター人材の不足	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33
		E	40	4	人件費	人件費高騰リスク	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.56	0.78
		E	40	5	価格上昇	O&M資材価格、人件費が上昇するリスク	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.56	0.78
SPC運営	経営	E	50	1	経営情報	経営情報が投資家に適切に開示されない。	○		◎		3	3	9	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.56	0.78
		E	50	2	スタッフ人材雇用	専属のスタッフが不足	○		◎		2	3	6	2	3	2	5	3	1	1	3	8	0.83	1.33
		E	50	3	SPC経営体制	意思決定システムが不十分なため適切な経営判断ができない。	○		◎		3	4	12	2	3	2	5	2	1	1	2	7	0.42	0.58
		E	50	4	事業継続	運用開始後も収支計画が達成されないケースが散見され、運営母体からの補填が続かなくなった段階で事業休止、更には事業売却に至る	○		◎		2	5	10		3	2	0		1	1	0	0	0.00	0.00
										167			90				57				147	0.54	0.88	

注)赤字はRA<0.65、青字は0.65≤RA<0.80

主体別の役割と業務		本邦建設コンサルによるチェック項目	参照資料	様式
本邦建設コンサル	現地パートナー (SPC)			
<b>日常運転への助言</b> ・日常運転(運転、トラブル、発電停止)情報の入手・分析 ・日常運転への助言	<b>日常運転の実施</b> ・日常運転の実施 ・助言に基づく改善	<b>日常運転の確認と助言</b> ・日常運転のための情報を適切に入手しているか ・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか	日々の状況情報管理票(土木)	E-11
<b>点検・保守への助言</b> ・点検・保守(設備点検、設備診断、設備交換)情報の入手・分 ・点検・保守への助言 ・協力会社への技術指導	<b>点検・保守の実施</b> ・点検・保守の実施 ・助言に基づく改善	<b>点検・保守の確認と助言</b> ・点検・保守のための情報を適切に入手しているか ・入手情報を用いて適切な分析と助言を実施しているか ・協力会社の技術レベルは指導に値するか	巡視点検表例(発電機)	E-21
<b>組織運営への助言</b> ・組織体制、運営マネジメントへの助言 ・プログラムの見直し ・人材育成指導 ・プログラムの見直し ・人材育成指導	<b>組織運営の実施</b> ・助言に基づく改善 ・プログラムの改定承認 ・人材育成指導の依頼 ・プログラムの改定承認 ・人材育成指導の依頼	<b>組織運営の確認と助言</b> ・組織運営のための情報を適切に入手しているか (ISO55000シリーズに準拠) ・既存研修プログラムは改定が必要か	ISO55000Iに準拠した運用例	E-31
<b>総務への助言</b> ・パーツ交換への助言 ・人材要件の提示 ・人材要件の提示 ・人事・労務管理への助言 ・資材調達先の選定	<b>総務の実施</b> ・パーツ情報の収集 ・人材の補強 ・人材の補強 ・人事・労務管理 ・PPA改定交渉、資材調達先の変更	<b>総務実施の確認と助言</b> ・総務実施のための情報を適切に入手しているか ・スタッフ及びオペレータの人材レベルはどの程度か ・同上 ・PPA価格改定が可能な契約になっているか ・適切な資材調達先があるか	パーツ部品情報管理票例	E-41
<b>経営モニタリング</b> ・経営情報の入手・分析 経営への助言 ・経営情報に基づく助言 ・売却先の選定	<b>経営の実施</b> ・経営情報 ・経営会議 ・経営判断 ・売却先の交渉、決定	<b>経営モニタリングの確認と助言</b> ・経営のための情報を適切に入手しているか ・意思決定システムが機能しているか ・最も最適な売却先はどこか	Monthly Management Report サンプル	E-51



## 別添資料 2 (PPP-PMS 様式集)

### A. 案件形成フェーズ

- A-11 水力基礎調査シート
- A-21 現地踏査時の留意事項
- A-22 現地踏査野帳
- A-23 現地踏査報告例
- A-31 サポートイングレター例
- A-32 提出指示書例 (JICA PPP FS)
- A-33 提案書式例 (JICA PPP FS)
- A-34 審査基準例 (JICA PPP FS)
- A-41 水文気象調査の手順
- A-42 地形図作成例
- A-43 地質調査例
- A-44 小水力発電計画の策定例
- A-45 環境チェックリスト例
- A-46 資金調達方法の検討例
- A-47 キャッシュフロー分析例
- A-48 リスク分析と対策方針例

**A-11 水力基礎調査シート**

法人名/発電所名Company/Plant Name

水力基礎調査事項Hydro Power Pla 調査者日時Inspector/Time

国名Country

地方Lural

連絡先所在地Address

連絡先責任者Counterpart

電話Tel

メールe-mail

分類	項目	単位	計画値	今年	昨年	一昨年	備考
計画	河川流況曲線Duration Curve of river	有/無Yes/No		豊水量/平水量/低水量/渇水量			*最重要 測水即時開始
	降雨量データRainfall Data	有/無		95/185/275/355日			*10年以上
	集水面積 Catchment area	km2					
	河川水質(pH他)Water Quality(pH, )						pH等水質
	流砂、堆砂状況 Flow sand, Straged Sand			*水質、流砂等			*堰前方堆砂状況写真
	建屋床高Floor hight of Bulding	m					
	地図 Map						
	洪水位Flod Level	m					*実績洪水位
設計	地質調査書 Geological survey document	有/無		*主たる地質			
	地盤強度調査書 Foundation intensity investigation report	有/無		*弱点部位等記述 裏面			*崩落、決壊、補強等
	接続先電力系統実態調査			需要量、停電回数、電圧変動、周波数変動			
	総落差*Total Head	m		発電形式	水路式	ダム式	*L/H
	有効落差*Effective Head	m		発電方式	流込式	調整池式 揚水式	
	使用最大流量*Max Flow	m3/sec					
	取水点位置Intake Point	緯度経度/高度					*上流3km河川状況確認
	放水点位置Discharge Point	緯度経度/高度					*下流1km河川状況確認
	堰高/構造/形式Wear Dam Hight/Structure/	m/					*m/コンクリート/チロル
	沈砂池計画流速Desanding pond design velocity	m/sec		砂排出状況			*砂流入、
	導水路長/形式Lead way lengs/	m		開渠、暗渠、管路(充 非充)、トンネル、サイフォン			
	計画勾配 I		/	形状サイズ			
	水圧管長Pen stock length	m		飲口径、吐出径、材質、Y分岐			
	送電電圧/回線Transmission line Voltage/Number of circuit	kv/cct		*接続変電所電圧kv 変圧器容量kva			
	送電距離Length of transmission line	km		変電所停電回数 ∠V ∠f			
	総出力/水車台数Total output/Number of turbine	kw/台		*蓄電池容量 AH非常用電源設備			
	水車発電機型式	縦横 P F K rpm	#1U	#2U			*メーカー名
	発電機出力*Generator out put	kva/kw	#1U	#2U			*同期機、誘導機
運用	利用率*Utility factor	%					年間発電量/(8760*定格出力)
	稼働率*Availavity	%					年間稼働時間/8760*台数
	年間発電量Generation power in year	kw-h					
	停止回数Times of shutdown						
	最多停止原因Cause of the most tripping						最重要
工事	計画工期*Planning schedule	ヶ月		遅延理由			
	着工期日Start of construction						
	竣成期日Date of commissioning						
	工事費総額*Total cost	通貨		超過理由			
経済性	電気機械設備額Cost of Generation equipment	通貨					
	FIT価格*FIT price	通貨/kw-h					経済性記述等
	年間収入 Yearly income	通貨					
	利益	通貨					
経営	kw-h 単価 Construction cost per kw-h	通貨/kw-h		経済性記述			
	kw単価 Construction cost per kw	通貨/kw					
	単純償却年数	年					
	IRR	%					
	法人設定年			経営記述			借入資本*
	資産総額*	通貨					借入期間*
	自己資本	通貨					借入利率*
	株主構成						ROA
	売上構成						Fund借入数
	CEO/COO						Fund借入額

## A-21 現地踏査時の留意事項

発電計画Ⅱをベースに発電計画を策定するため及び工事費積算に必要な項目を調査・収集するとともに概略設計への足掛りと成るように構成した。

対象とする発電所は**流込み式発電所**とし、土木設備は原則として**新設するもの**とする。但し計画上既設設備を流用する場合には既往設備も調査・記録すること。

発電諸元は予め1/25000等で机上検討し決められているが使用水量については現地調査時にその妥当性についても確認すること。(必要に応じて簡易測水を実施)

踏査対象と留意事項	チェック
<b>取水堰</b> 取水堰の積算に必要な項目はダム高(H)とダム堤頂長(L)である。ダム以外の取水設備(取水口、沈砂池等)を含めた用地の確保も重要である。ダム高及び堤頂長の推定にあたっては河川の転石の有無、左右岸の状況(傾斜、露頭岩)河川の流況、洪水痕跡、周辺の植生等入念に調査すること。	
<b>取水口</b> 取水口の積算に必要な項目は使用水量(Q)である。取水口の設置箇所はミオ筋が河岸に接して水深が深く流れが安定しているところとする。	
<b>沈砂池</b> 沈砂池の積算に必要な項目は使用水量(Q)である。沈砂池は取水口に接続して、導水路の始点に設置するのを基本とすが、地形上の制約がある場合には出来るだけ取水口に近い場所を選定する。又土砂排除が容易な場所を選定することも重要である。。	
<b>導水路</b> 導水路の積算に必要な項目は使用水量(Q)である。導水路は長方形断面としは取水口に接続して、導水路の始点に設置するのを基本とすが、地形上の制約がある場合には出来るだけ取水口に近い場所を選定する。又土砂排除が容易な場所を選定することも重要である。。	
<b>水槽(ヘッドタンク)</b> 水槽の積算に必要な項目は通水量(Q)である。水槽設置場所は出来るだけ平坦な場所を選び、必要な水槽用地を確保するとともに、余水路のルート選定においては水槽から河川(又は沢等)までの地形・地質及び周辺の環境条件も調査すること。	
<b>余水路</b> 余水路に鉄管を使用した時の積算に必要な項目は通水量と平均勾配から余水路内径を求め、工事費を積算する。余水路は水槽から河川(又は沢等)まで出来るだけ直線的な配置となるようにルート選定する。又周辺の環境条件(特に観光資源)も調査すること。	
<b>水圧鉄管</b> 水圧鉄管の積算に必要な項目は通水量と平均勾配から求めた水圧管路内径から工事費を積算する。露出形式の水圧管路は地山土被りの薄い尾根筋に沿って計画するが、地すべりや雪崩の影響についても調査する必要がある。	
<b>発電所建屋</b> 発電所建屋は地上式とし、その積算に必要な項目は最大出力から工事費を積算する。建屋概略寸法は水車形式・出力・有効落差の組み合わせから決める。水車型式選定図及び建屋概略寸法を図-1,2,3に示す。	
<b>放水路</b> 放水路は開渠とし、その積算に必要な項目は開渠幅(B)と開渠高さ(H)から決める。放水路断面は導水路断面より若干幅を広めにし、負荷変動に伴う水位変化の軽減を図る。ここでは導水路幅より40cm広くした。流速も若干導水路より遅くした。	

## 取水設備野帳

発電所

平面图

A full page of blank graph paper with a uniform grid of small squares. The grid consists of 20 columns and 20 rows, creating a total of 400 small square units. The lines are thin and black, set against a white background. There are no margins or additional markings on the page.

## 設備諸元

堰	堰高		m
	堤頂長		m
取水口	水深		m
	幅		m
沈砂池 (漸拡部)	長さ		m
	幅		m
	長さ		m
導水路 (開渠)	水深		m
	幅		m
	高さ		m

## 河川状況

右岸	
左岸	
河床	
洪水痕跡	

ダム軸縦断図

[illegible]

## 周辺状況

植生	
アプローチ	
観光資源	

調査日	調査者

## 発電設備野帳

平面图

[illegible]

設備諸元

導水路	水深		m
	幅		m
水槽 (漸拡部)	長さ		m
	幅		m
	長さ		m
水圧管	管径		m
	勾配		m
余水管	管径		m
	勾配		m
建屋	長さ		m
	幅		m
放水路	長さ		m
	幅		m

## 立地条件

発電所	
水压管路	
水槽	

管 路 縦 断 図

[illegible]

周辺状況

植生	
アプローチ	
観光資源	

調査日	調査者

## A-23 現地踏査報告例

### 1. 現地調査概要

#### 1.1 現地調査目的

#### 1.2 現地調査スケジュール／調査メンバー

#### 1.3 現地調査実施内容

##### (1) 現地コンサルとの打合せ

##### (2) 現地調査時

###### a) 取水堰および発電所位置の確認

- ・ 用地周辺の地盤・地質について把握する
- ・ 取水堰の積算に必要なダム高（H）とダム堤頂長（L）の確認
- ・ ダム以外の取水設備（取水口、沈砂池等）を含めた用地の確認
- ・ ダム高及び堤頂長の推定にあたっては河川の転石の有無、左右岸の状況（傾斜、露頭岩）河川の流況、洪水痕跡、周辺の植生等入念に調査
- ・ 取水口計画のためミオ筋が河岸に接して水深が深く流れが安定しているところを確認
- ・ 発電所建屋概略寸法は水車形式・出力・有効落差の組み合わせから決まるが、用地確保が可能か確認

###### b) 導水路ルートおよび水槽位置の確認

- ・ 導水路計画ルート全体にわたり地盤状況を確認する、施工上問題となる雨裂跡等確認する必要がある
- ・ 地質調査：取水堰周辺～導水路ルート～水槽用地～発電所周辺用地の地表地質調査を実施する。ただし、調査対象周辺へアクセス可能な場合とする
- ・ 水槽設置位置となる平坦な場所の有無、必要な用地確保が可能かを確認
- ・ 余水路のルートを確認し、水槽から河川（又は沢等）までの地形・地質及び周辺の環境条件の調査

###### c) 送電ルートの調査・確認

- ・ AAA発電所（予定地）の送電ルートの調査
- ・ 既設変電所の調査
- ・ 送電線接続から建設予定の変電所の位置確認

## 2. 現地調査結果

### 2.1 現地コンサルとの打合せ結果

- (1) FS レポート作成経緯
- (2) 取水堰
- (3) 使用水量
- (4) 沈砂池の沈降速度/平均流速
- (5) 導水路 (GRP 管)
- (6) 発電所・放水口

### 2.2 現地調査結果

- (1) 地形・地質関係
- (2) 土木関係
  - a) 取水設備
  - b) 発電所
  - c) 導水路
- (3) 送電ルート・変電所関係

## 3. 調査結果に基づく考察

### 3.1 本プロジェクトの実現性

FS レポートの事前レビュー、FS を実施した現地コンサルとの技術打合せならびに現地調査結果から判断すると、本プロジェクトの実現性には大きな問題は無い。

### 3.2 プロジェクトコスト削減案ならびに発生電力量の増加

以下のプロジェクトコスト削減案が考えられる。

- (1) 設計流量の見直し（＝最大使用水量）→取水口、沈砂槽のサイズの縮小
- (2) 堰の構造と位置の見直し→掘削量／躯体数量の大幅な削減
- (3) 有効落差の見直し→有効落差の増加により河川利用率の増加→発生電力量の増加

### 3.3 送電ルート・変電所の状況

## 4. 添付資料

添付—① : FSレポートへの質問に対する現地コンサルの回答

添付—② : 沈砂池の形状 (案)

添付—③ : 発電所位置／放水路 (案)

## [ Letter Head ]

### A-31 サポートイングレター例

[ Date ] [Month], 20XX

Mr. XXXXX  
President of XXXX Co., Ltd

**RE: Letter of Commitment to Full Support for your Company's Feasibility Study for Development of the XXXX Hydro Power Project in XXXXXXXX**

Dear Mr. XXXXX,

We are writing in reference to the proposed project of developing the XXXX Hydro Power Plant Project located in XXXXXXXX, towards which you have been working with XXXXXXXX and other local companies. This office regards said project as important for the following reasons:

1. As indicated by the President XXXXX during the XXXXX is suffering under a deficiency of power supply, which is has been deemed an "energy crisis." According to the "Power Development Plan, 20XX – 20XX" released by the Department of Energy of XXXXX (the "DOE"). The plan also mentioned that a capacity of XXXMW will be provided by committed power projects, and that the remaining capacity requirements are open for private sector participation;
2. In parallel with this plan, "Renewable Energy Plans and Programs", issued by the DOE states that installed capacity generated through hydro as of 20XX, which was XXXMW, is targeted to increase to XXXXMW in 20XX. In addition, it also states that the ratio of hydro as a power generation source as of 20XX is XX% of the total installed capacity, and will be XX% as of 20XX, meaning hydro is regarded as the most important source of power. This is supported by the "Enhancement of Energy Self Sufficiency", which has been one of the strategic policies of the Government of the XXXXX since the 19XXs.
3. In accordance with this policy, the "Renewable Energy Act" (the "RE Act") has already been enacted in the XXXX, providing the legal framework and institutional conditions necessary for promoting participation from private sectors. Under the RE Act, Feed in Tariffs ("FIT") were approved by the Energy Regulatory Commission in July 20XX.

Concerning this matter, we have heard that XXXX have announced their participation in "Preparatory Surveys for XXXXXXXX". As you are aware, we welcome the partnership of XXXX Company and XXXX Co., Ltd. for the development of the XXXX Hydropower Project located in XXXXXXXX. We believe that this project is technically feasible, will support the overall program of the Philippine Government for renewable energy projects, and most of all, is absolutely vital for the future



## [ Letter Head ]

economic development of XXXXXX. Taking the above points onboard, XXXXXX hereby promises to provide complete and proactive support for your company in order to realize this project, with support being provided in the following ways:

- a. Full support for providing explanations to the Indigenous People of the province, seeking their support for the project, and any negotiations with them;
- b. In the case of the expropriation of land, full support for providing explanations to the Indigenous People of the province, and any negotiations with them;
- c. Provision of all data required in order to obtain Environmental Compliance Certificates, and any coordination required for the holding of public meetings, public hearings etc.;
- d. All other forms of support and coordination required for this survey.

As the local Chief Executive and on behalf of the people of XXXXXX, we strongly request that you apply to XXXX in order to carry out this study.

With this, we wish to express our commitment again to support you in every possible way that we can to make this project a reality and improve the lives of XXXXXX, especially the Indigenous People.

Thank you

Very truly yours

Provincial Governor

# 協力準備調査 (PPP インフラ事業)

平成XX年XX月XX日公示分  
プロポーザル提出指示書

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

平成XX年XX月XX日

## ～目 次～

はじめに	・ ・ ・ ・ ・
I. 協力準備調査（PPP インフラ事業）概要	・ ・ ・ ・ ・
1. 調査の目的	
2. 調査の対象事業	
3. 調査の範囲	
4. 対象国	
5. 調査の実施等	
II. 応募要件	・ ・ ・ ・ ・
1. 応募者の資格	
2. 応募時の留意事項	
III. 応募手続	・ ・ ・ ・ ・
1. 応募書類と提出部数	
2. 応募のスケジュール及び応募書類の提出先	
IV. 審査・選定	・ ・ ・ ・ ・
1. 審査手順	
2. 審査基準	
3. 選定結果の通知	
V. 契約	・ ・ ・ ・ ・
VI. 質問受付	・ ・ ・ ・ ・

## 【添付書類】

別添 1 : 調査の流れ

別添 2 : 環境影響評価、住民移転計画の作成について

別添 3 : <リスト>提出書類チェックリスト

<様式1>申請書

<様式2>提案書類受領書

<様式3>プロポーザル

<様式4>提案法人・共同企業体情報

<様式5>国内外での類似業務経験・海外での業務経験

<様式6>国内外での類似調査経験・海外での調査経験

<様式7>評価対象業務従事者経歴書

<様式8>英文調査概要

別添 4 : 評価の項目・視点

別添 5 : 業務委託契約書（見本）

別添 6 : よくあるご質問と回答

## 協力準備調査（PPP インフラ事業）

平成XX年XX月XX日公示分

### プロポーザル提出指示書

#### はじめに

開発途上国の開発ニーズは膨大であり、ODA 資金のみでそれに応えることは不可能です。一方、開発途上国への資金の流れにおいて、民間資金が主流を占め、当該国の開発に大きく貢献している事実を踏まえると、ODA と民間活動が有意義なパートナーシップを構築し、開発効果を増大させ、成長の加速化を目指すことは望ましい姿であると考えられます。そのため、国際的にPPP（Public Private Partnership）等の手法を活用し、官民が協働で開発途上国の開発課題に取り組む仕組みが提案され、実現されています。この流れは、今後とも強化され、拡大・発展していくものであると認識されます。

PPP 事業は、企業等民間法人のイニシアティブを十分に踏まえたものでなくてはうまくいかないことも事実です。また、PPP 事業では、法人のイニシアティブに基づいた途上国の開発事業の事業リスクを如何に官民がシェアするかが問われていると言ってもよいでしょう。その際、事業リスクの分析や事業実施における官民の役割等を適切に判断するためにも、事業計画の早い段階から官民が協働で調査する必要があります。とりわけ、PPP インフラ事業に参画する本邦法人に対し本格的なフィージビリティ調査（F/S）を実施する機会を提供することで、本邦法人が参画するPPP インフラ事業を早急に実現させることが期待できます。

こうした状況を踏まえて、本調査は、PPP インフラ事業への参画を計画している本邦法人からの提案に基づき、海外投融資、円借款の供与を念頭においたPPP インフラ事業（ただし、民間法人による投資を伴う事業に限る）のための協力準備調査（成果物はF/S レベルを想定）を当該提案法人に委託して実施するものです。調査中及び調査完了後に同調査結果を途上国政府に対して提案し、官民連携によるPPP インフラ事業の実現及び海外投融資、円借款の供与を目指すこととします。

## I. 協力準備調査（PPP インフラ事業）概要

### 1. 調査の目的

本調査の目的は、本邦企業等法人からの提案に基づき、海外投融資、円借款を活用したプロジェクト実施を前提として、PPP インフラ事業の基本事業計画を策定し、当該案件の妥当性・有効性・効率性等の確認を行うものです。

### 2. 調査の対象事業

本調査の対象となるPPP インフラ事業は、以下のとおりとします。

- ① 独立行政法人国際協力機構法に定められた途上国の経済社会開発・復興や経済の安定に寄与する事業であること。
- ② 日本政府・JICA の方針（国別援助実施方針等）に沿った事業であること。
- ③ 海外投融資、円借款を活用する見込みがある事業であること。特に、海外投融資の適用については、海外投融資制度（※）の趣旨を踏まえつつ、他政府系金融機関等の制度金融と競合しない形での適用可能性を、慎重に検討致します。

（※海外投融資リンク）

[http://www.jica.go.jp/activities/schemes/finance\\_co/loan/index.html](http://www.jica.go.jp/activities/schemes/finance_co/loan/index.html)

- ④ 提案された事業は建設及び運営を含むPPP インフラ事業であり、提案した当該法人（共同企業体の場合は、共同企業体の代表者\*）が当該PPP インフラ事業への投資の形で参画する予定であること

※共同企業体を構成する場合の代表者は、共同企業体を構成する企業の中で、最大の投資を当該PPP インフラ事業へ行うことが想定されている法人とします。

なお、PPP インフラ事業はいくつかのタイプがありますが、本調査は基本的に下記①と②を対象とします。

- ① 1つのPPP インフラ事業を、ODA 資金を用いて途上国政府・機関が公共事業として実施する部分と、民間法人が民間事業として実施する部分に物理的に分けて実施する「分離型」
- ② インフラ全体の建設・運営を含むPPP インフラ事業全体を民間法人が公的機関の出融資なども活用しつつ実施する事業にODA 資金を供与する「一体型」

### 3. 調査の範囲

本調査では、基本的に、PPP インフラ事業全体（PPP インフラ事業のうち、公共事業として事業化される部分と民間事業として事業化される部分の両方を含む）を調査範囲とし、PPP インフラ事業全体としての実現可能性を確認します。

### 4. 対象国

本調査実施の対象国は、海外投融資、円借款の供与可能性がある国とします。

## 5. 調査の実施等

### (1) 調査の実施

調査公示と同時に、プロポーザル提出指示書をJICA ホームページに掲載します。その後、資格審査申請書類及び調査（対象とするPPP インフラ事業そのものの提案を含む）に関するプロポーザルを受け付け、資格審査に合格した法人から提出されたプロポーザルについてJICA 関係部署による一次評価を実施後、外部有識者から成る第三者委員会に対して一次評価結果に関する諮問を行い、その結果も踏まえ、採択すべきプロポーザルを仮採択案件として決定します。仮採択されたプロポーザルの提案法人は、調査経費見積書をJICA の指示に基づき提出し、プロポーザルの内容とともに詳細についてJICAと協議の上合意した場合は契約を締結し、JICA の調査実施委託先として調査を行うこととします。調査終了後は、調査報告書（ファイナル・レポート）、精算報告書をJICA に提出し、JICA の検査が合格して、調査完了となります。

※ 1. 提案者（提案者の定義については、9 ページの「Ⅱ-1. 応募者の資格」をご覧ください）が直接実施することが出来ない法律、会計等の専門的知見を要する解析が必要な場合に限り、必要な経費の中で調査業務の一部を再委託することが出来ます。

2. また、調査実施国の現地コンサルタント等に調査業務の一部を再委託する場合は、コンサルタント等契約における現地再委託契約手続きガイドラインに沿って行って頂きます。ガイドラインは、以下からご参照下さい。

<http://www.jica.go.jp/announce/manual/guideline/consultant/entrust.html>

【調査の流れは別添1 を参照】

### (2) 調査内容

提出されたプロポーザルが仮採択された場合、詳細な調査内容については、提出済みのプロポーザル（内容についてさらなる情報が必要となる場合は、さらに詳細なプロポーザルの提出を求める場合があります。）に加えて、当該事業の状況・性格、既存調査の有無・内容、相手国側の要望等を踏まえ、JICA との協議等を経て個別に決定されます。なお、環境及び社会面の配慮に関する調査内容は、当該事業の環境カテゴリ分類や進捗状況によっても異なりますので、＜別添2：Ⅰ. 環境影響評価、Ⅱ. 住民移転文書及びⅢ. 先住民族文書＞ をご参照ください。

また、調査の最終成果品となる調査報告書（ファイナル・レポート）は、基本的に、以下の内容を含むフィージビリティ調査(F/S)報告書とします。

① 当該国における当該セクターの現状・課題の整理と当該事業の必要性

- (ア) 当該国及び事業対象地域の社会経済状況
  - (イ) 当該セクターの現状・課題及び政策・開発計画や予算・財源の動向
  - (ウ) 国別援助方針等外務省、JICA による援助方針との整合性
  - (エ) 当該国におけるPPP によるインフラ整備の状況
  - (オ) 当該事業の事業対象地域における位置付け（需給状況、開発計画等）
  - (カ) 当該セクター及び事業にかかる国内外企業・他ドナー等の関心・動向
  - (キ) 当該事業の必要性・重要性
- ② 当該事業にかかる事業計画の検討・策定
- (ア) 事業目的
  - (イ) 需要予測
  - (ウ) 事業スコープの決定
  - (エ) 設計条件の設定
  - (オ) 概略設計の実施
  - (カ) 施工計画の策定
  - (キ) 概算事業費の算出
  - (ク) 事業実施スケジュールの策定
  - (コ) 環境影響調査の実施
- ③ 当該事業のキャッシュフロー分析と事業スキーム・資金調達方法の検討
- (ア) 事業スキームの提案及び複数のオプションの比較検討
  - (イ) 事業実施にかかる官民の役割・資金分担と組織形態の検討（海外投融資と円借款の両方を検討する場合は、両方につき記載）
  - (ウ) 初期投資段階における最適な資金調達策にかかる検討（出資・借入等）
  - (エ) 事業キャッシュフロー分析（Equity IRR・DSCR の算出）及び感度分析
  - (オ) 事業関係者の分析（沿革・財務・技術的能力等）
  - (カ) 関連法制度の確認（外国投資・外国借入関連、PPP・インフラ関連、外貨交換・外貨送金関連、用地購入・土地利用関連、法人税・関税関連等）
- ④ 当該事業にかかるリスク分析とリスク緩和策の検討
- (ア) 当該事業の実施にかかるリスク分析及びリスク緩和策の検討
  - (イ) 事業実施にあたって必要な関連契約のリストアップと主要な契約条項の設定（事業契約、オフテイク契約、EPC 契約、O&M 契約、原燃料契約等）
- ⑤ 当該事業の効果の確認
- (ア) 定量的効果の測定（運用・効果指標、受益者数、Economic/Financial IRR）
  - (イ) 定性的効果の確認
- (3) 調査規模・必要経費
- 調査に必要な費用のうち1 件あたり1 億5000 万円を上限（消費税を含む。）として、JICA が調査費用を支払います。最終的な調査費用の額は、詳細調査内容、



仮採択案件について後日提出頂く見積書を踏まえ、JICA と提案法人が協議の上、JICA の各種基準等に従い、合意・決定します。

※ 調査費用については、平成25年1月以降適用された新積算基準に従って積算することとします。この概要は、以下からご参照下さい。

<http://www.jica.go.jp/announce/manual/guideline/consultant/quotation.html>

※ 支払いについては、原則として、一般業務費の定率（「一般業務比率」）化方式を適用することとします。JICA ホームページ調達情報「お知らせ」の「2. コンサルタント等の調達関連」の「平成18 年度」欄に掲載の「コンサルタント契約に係る一般業務費の定率化方式の試行導入について」（平成19 年2 月26 日）を参照ください。

[http://www.jica.go.jp/announce/information/pdf/20070226\\_01.pdf](http://www.jica.go.jp/announce/information/pdf/20070226_01.pdf)

一般業務比率については、個々のプロポーザルが仮採択された際に提示します。

#### （4）環境社会配慮ガイドライン

本調査の実施にあたっては、平成22年4月に公布された新環境社会配慮ガイドラインの趣旨に従ったものになるよう十分配慮することとします。ガイドラインは、以下からご参照下さい。

<http://www.jica.go.jp/environment/guideline/index.html>

<http://www.jica.go.jp/environment/advice/index.html>

なお、新ガイドラインにおいては、協力準備調査の実施決定前に、カテゴリ分類結果（プロジェクト名、国名、場所、事業概要、カテゴリ分類とその根拠）をウェブサイトで公開（全カテゴリ）することとなります。また、カテゴリA 案件（重大な影響の可能性を持つ案件）の場合は、スコーピング案並びに調査報告書案の段階で、有識者から構成される環境社会配慮助言委員会に助言を求め（委員会の議事録は公開されます）、環境レビュー前に調査最終報告書（商業上の秘密を除く）を公開することとなっています（別添2 をご参照ください）。

#### （5）成果物

調査の成果は、最終成果品として調査報告書（ファイナル・レポート）（和文10 部、英文20 部、CD-ROM5 枚）にまとめ、調査終了後に提出していただきます。（調査途中に提出して頂く中間成果品（インテリム・レポート等）は、契約書（特記仕様書）に記載します。）

なお、相手国政府への英語での説明が困難な場合は、報告書の内容を現地公用語に翻訳し、別途提出していただきます。

※ 1. 調査報告書の著作権は、調査費用の一部を提案法人が負担した場合も含め、全てJICA に帰属します。

2. 調査報告書は原則として一般公開の対象となります。但し、当該PPPインフラ

事業の事業権に関する入札に直接関連する情報が含まれる場合等には、情報公開法等及びその趣旨を踏まえ、通常の公表制限に加えて、契約先法人と必要に応じて協議のうえ、当該情報については一定期間不公表とすることがあります。

## Ⅱ. 応募要件

### 1. 応募者の資格

既に開発途上国等で活動実績をある程度有し、PPP インフラ事業に活かせる技術や経験を持つ、日本における登記法人であること、また、調査を遂行するために必要な知見・実施体制及び管理体制を有することが要件となります。その他の要件等は以下のとおりです。なお、共同企業体を構成する場合の代表者は、共同企業体を構成する企業の中で、最大の投資を当該PPP インフラ事業へ行うことが想定されている法人とします。

1. JICA との契約では、仮採択されたプロポーザルを提案した法人が契約相手方となるものとします。

本調査を複数の法人が共同で実施する場合は、プロポーザルの提案段階から共同企業体として提案するものとし、同提案者（共同企業体）と契約するものとします。なお、共同企業体の場合は、代表法人のみならず構成する各法人についても日本における登記法人である必要があります。

2. 本調査を行う際、提案法人（共同企業体を結成する場合は代表法人）から必ず1名以上が業務従事者として参加していただく必要があります。

その他の「補強」の人数についての制限はありません。

3. 調査団の業務主任者は、プロポーザル提出時点で提案法人（共同企業体を結成する場合は代表法人）の「専任の技術者」であることが必要です。

業務主任者のみならず、「補強」を除く全業務従事者も見積書提出時点で「プロポーザルを提案する法人」（共同企業体を結成する場合は代表法人あるいは構成法人。以下同様。）の「専任の技術者」であることが必要です。

「専任の技術者」と「補強」は以下の者を指します。

「専任の技術者」

（１）「プロポーザルを提案する法人」の経営者。

（２）「プロポーザルを提案する法人」が雇用している技術者であって、当該法人以外の法人との間で雇用関係のない者。

（３）「プロポーザルを提案する法人」が雇用している技術者であつて、当該法人以外の法人との間でも雇用関係はあるが、当該法人との間に主たる賃金を受ける雇用関係がある者。

注1) 主たる賃金を受ける雇用関係とは、当該技術者の雇用保険の事業主負担を行っている法人と当該技術者の関係を指します。ただし、65才以上で新たに雇用された技術者等で雇用保険に加入していない者については、主たる賃金を受ける雇用契約を有する法人との関係を示します。

注2) 雇用予定者は雇用関係がないとみなしますので、「専任の技術者」とは認めません。

「補強」

(1) 「プロポーザルを提案する法人」との間で雇用関係がない技術者。

(2) 「プロポーザルを提案する法人」以外の法人との間で雇用関係があり、「プロポーザルを提案する法人」との間に主たる賃金を受ける雇用関係がない者。

注1) 共同企業体を結成する場合、その代表者または構成員となる社は他社の補強になることは認めません。

注2) 複数の社が同一の者を補強とすることは、これを妨げません。

4. 共同企業体を構成する法人数に制限はありません。

5. 指名停止中の法人は、提案法人（ないしは共同企業体の代表者又は構成員）にはなれません。また、「補強」の業務従事者を出すこともできません。

6. 業務従事者に外国籍人材の活用を認めます。但し、業務主任者については、日本語でのコミュニケーションが行えることを必須とします。

「外国籍人材」とは以下の者を指します。

(1) 「プロポーザルを提案する法人」に在籍する外国籍の人材で、常用の雇用関係を有するもの又は嘱託契約を締結しているもの。

(2) 「プロポーザルを提案する法人」の外部からの補強として当該業務に従事させる外国籍の人材。

7. 指名停止中の法人との再委託契約は認めません。

8. 提案者（ないしは共同企業体の代表者）はもとより共同企業体構成員及び補強として参加している法人との再委託契約は認めません。

## 2. 応募時の留意事項

上記「I-2. 調査の対象事業」にも記載している通り、本調査の調査対象となるPPP インフラ事業は、独立行政法人国際協力機構法に定められた開発途上国の経済社会開発・復興や経済の安定に寄与する事業であること、また日本国政府・JICAの方針(国別援助方針等)に沿った事業であることを前提とし、海外投融资、円借款を活用する見込みがある事業であることとします。また、提案された事業は建設及び運営を含むPPP インフラ事業であり、提案した本邦法人（共同企業体の場合は、共同企業体の代表者）が当該PPP インフラ事業への投資を

具体的に検討しており、その能力があると判断される法人であることとします。なお、共同企業体を構成する場合の代表者は、共同企業体を構成する企業の中で、最大の投資を当該PPP インフラ事業へ行うことが想定されている法人とします。

その他に、応募者は以下の点を尊重することが前提となります。

- ・ 公的パートナーなしでは、当該事業の実現が困難であること
- ・ 官民パートナーシップによる相互補完関係で、双方がより適切なコスト及びリスク負担のもと、より効果的により効率的に目標を達成できると期待されること
- ・ 事業が環境的、社会的に受容され得るものであること
- ・ 調査実施において、相手国政府の協力が得られること

また、本調査をご提案頂く際には、以下の点につきご留意下さい。

① 今回の募集に参加するためには、期限内に資格審査申請をして頂いた上、資格審査に合格することが必要です。資格審査に合格しなかった場合は、プロポーザルをご提出頂いておりましても、選定対象とならないことを、予めご了承下さい。資格審査申請についての詳細は、XX月XX日の公示資料をご覧ください。

② 調査の実施が明らかに困難な場合は、契約締結をしない、あるいは契約を打ち切る場合があります。

③ 同一の調査内容であるにもかかわらず、省庁、地方自治体を含む他機関・団体の事業補助金を既に受けている場合は無効とします。但し、同一のプロジェクトを対象にしているものの、調査内容・段階が明確に異なる場合はこの限りではありません。

④ 協力関係にある法人から、重複して別々に同一案件を提案することは認められません。

⑤ 提案法人がこれまで実施してきた調査と同一の内容で、単に期間を延長する案件は無効とします。

⑥ 大型案件等で調査経費上限（1 億5000 万円（消費税含む））では事業化に係る調査が終了しない場合は、原則として以下の要件が満たされることを条件として、フェーズ分けをすることで1 億5000 万円（消費税含む）を超える調査を提案することが例外的に可能です。

- ・ フェーズ毎にスコープが異なり、各フェーズの調査経費が1 億5000万円（消費税含む）を超えないこと。

- ・ 2 フェーズ（最大3 億円（消費税含む））を超えないこと。

- ・ 第1 フェーズの提案時に、フェーズ分けが必要な理由が示されていること。

なお、採択は各フェーズ毎に行うため、第1 フェーズを採択することが後続フ

フェーズの調査の採択を確約するものではなく、後続フェーズの調査の採択可否は第1 フェーズの達成度等に応じて判断します。

⑦ プロポーザル、見積書作成を含む準備段階等で、契約締結前に提案事業者が負担された費用については、いかなる理由であってもJICA は負担しません。

⑧ 相手国政府とJICA との間での調査実施の合意が得られない場合は、採択内定事業者とJICA との間での契約の締結が出来ませんので、ご留意下さい。また、選定結果通知後であっても、契約締結までの間に、外部状況の変化が生じた結果、当該プロポーザルについて、本調査の目的を達成できないと判断される場合（例：提案された案件が、PPP インフラ事業ではなく全て公共事業で実施されることが決定された場合など）、契約を締結しないことがありますので、ご留意ください。

○ 本調査で、プロポーザルが採択された場合でも、当該PPP インフラ事業に海外投融資、円借款が供与されることを保証するものではありません。

○ また、JICA は、各調査結果を踏まえ、海外投融資、円借款の供与の検討を進める予定ですが、PPP インフラ事業のうち民間事業部分を提案法人（本調査契約先）が受注することを保証するものではありません。

○ 本事業に円借款が供与された場合、円借款対象部分の調達は、円借款調達ガイドラインに基づき、原則国際競争入札で行われる予定です。

○ 今回の募集で採択された案件の国名・案件名・契約先名と簡単な調査概略は、調査契約締結後に公表を予定しています。

### Ⅲ. 応募手続※調査の流れ<別添1>をあわせてご覧ください。

#### 1. 応募書類と提出部数

別添3（様式1～8）に必要事項を記入し、相手国政府同意書（原則添付）及び参考資料（法人紹介・宣伝パンフレット等）を添付の上、平成XX年XX月XX日（X）午後5 時まで提出してください。また、それとは別に、資格審査申請のための書類を提出頂く必要があります（詳細は、平成XX年XX月XX日の公示資料をご覧ください）。

なお、提出された応募書類は本調査の選定に関する審査以外の目的には使用しません。また、不採用になったプロポーザル（正）については、返却可能です（プロポーザル（正）以外の不採用プロポーザルは判読できない方法でJICAが処分いたします）。プロポーザル（正）の返却を希望される場合は、選定結果通知から2 週間以内に、返却を希望する旨を民間連携事業部連携推進課にご連絡ください。連絡が無い場合はJICA で処分します。また、不採用となったプロポーザルで提案された計画、手法を無断で使用することはありません。

- (1) チェックリスト・・・1 部
- (2) プロポーザル表紙・・・1 部<様式1>
- (3) 提案書類受領書・・・2 部 <様式2>
- (4) プロポーザルファイル・・・12 部（正1 部、写11 部）
- (4) -1 プロポーザル <様式3、様式4～7>
- (4) -2 英文調査概要 <様式8>
- (4) -3 相手国政府同意書（※原則添付、様式自由）
- (4) -4 参考資料（法人紹介・宣伝パンフレット等）

※なお、上記の提出資料のうち様式3～7、様式8、相手国政府同意書をPDF 化し、CD-ROM（1 枚）にして提出してください。

#### ※ 1. 提案書類受領書<様式2>について

提案書類を持参する場合には、提案書類の受領と引き換えに受領書を交付しますので、必要事項をご記入の上、提案書と併せてご持参下さい。

提案書を郵送する場合には、提案書類の到着後に、提案法人のご担当者宛に郵送しますので、提案書類と共に郵送して下さい。

#### 2. プロポーザル、英文調査概要、相手国政府同意書についてそれぞれ<様式3>、<様式8>に従って必要事項を記入してください。

相手国政府同意書については、原則として添付してください（様式自由）。

#### 3. (4) -1 プロポーザルの正 1 部について

オール紙製のフラットファイル綴じとし、(4) -4 参考資料（会社パンフレッ

ト等)についてはファイル巻末にまとめて添付をして下さい。また、各章毎の見出しとしては、タックインデックスを使用して下さい。

4. (4) -1 プロポーザルの写11部(正1部以外)について

背表紙無しの2穴ひも綴じとし、参考資料と各章毎の見出しは、プロポーザルの正1部と同様として下さい。

5. プロポーザルは、正1部、写11部ともに、A4サイズ(縦)で両面印刷として下さい。

6. 分量については、原則として1行の文字数を45字及び1ページの行数を35行程度とします。なお、今回から仮採択された提案法人に対して、改めて詳細プロポーザルの作成をお願いする形式はとりませんので、今回ご提出いただくプロポーザルにできる限り詳細な情報をご記載いただきますようお願いいたします。但し、仮採択となった場合で、さらに詳細な情報や情報の更新が必要となった場合には、改めて修正版のご提出をお願いすることがあります。

## 2. 応募のスケジュール及び応募書類の提出先

プロポーザル提出期限 平成XX年XX月XX日(金)正午厳守

\* 同期限内に、資格審査申請を頂く必要があります。

選定結果通知(調査案件仮採択) 平成XX年XX月末頃

契約締結 平成XX年XX月末頃

※上記時期はあくまでも目安です。諸事情により前後することがありますので予めご了承ください。

### 【応募書類の提出先】

(郵送の場合)

〒102-8012 東京都千代田区二番町5-25 二番町センタービル

独立行政法人国際協力機構(JICA)民間連携事業部連携推進課

協力準備調査(PPP インフラ事業)係

(持参する場合)

JICA 本部1階調達部カウンター

・応募書類は、郵送もしくは持ち込みにより、平成XX年XX月XX日(X)正午までに上記提出先に提出して下さい。FAX や電子メール等での提出は受け付けませんのでご留意下さい。郵送の場合は、簡易書留とし、提出期限として設けられた日時までに上記提出先に必着とします。(提出期限日の郵便局の消印があっても締切時間に上記提出先に到着しない場合は無効となりますので、ご注意下さい。)

・また、持ち込みによる提出の場合、受付時間は10:00~17:00 までとします

(但し12:30～13:30を除く)。なお、締切日時を経過して到着した応募書類は、いかなる理由があろうとも無効となります。

・応募書類に不備がある場合は、審査対象となりませんので、ご留意下さい。

・また、以下のいずれかに該当するプロポーザルは無効です。

1. 提出されたプロポーザルに記名押印がないとき。
2. 虚偽の内容が記載されているとき。
3. 本指示書に違反したとき。



## IV. 審査・選定

### 1. 審査手順

(1) プロポーザルについて、JICA 内部で一次評価を行います。

注1 一次評価の中で、必要に応じてヒアリングを実施することがあります。

注2 資格審査に不合格となった法人から提出されたプロポーザルは、評価対象となりません。

(2) 一次評価の結果について、第三者委員会に諮問し、適正性について審議を行います。

(3) 第三者委員会による諮問結果を踏まえ、最終的な評価結果を確定し仮採択プロポーザルを決定します（なお、本採択は、途上国側とJICA 間で調査実施の合意が得られ、提案法人との契約交渉を了して契約締結に至った時点とします。）

### 2. 審査基準

プロポーザルの審査基準や、特に重視する項目については、＜別添4：評価の項目・視点＞をご参照ください。

【評価の項目・視点は別添4 を参照】

### 3. 選定結果の通知

仮採択結果については、提案された個別案件ごとに「仮採択結果通知書」を送付します。通知時期は平成XX年XX月下旬頃を予定しておりますが、審査状況等により多少遅れることがありますので、ご了承下さい。

## V. 契約

審査を経て仮採択となったプロポーザルの提案法人に対し、提出されたプロポーザル及び最新情報に基づいて、調査内容・体制等について協議を行い、併せて仮採択後にご提出いただく正式見積書の内容について契約交渉を行った上で、契約を締結します。契約書の見本については、＜別添5：業務委託契約書（見本）＞をご参考下さい。上記協議において、調査内容に関し、JICA 側から、提案法人に提案内容の変更することを求めることがありますので、ご了承下さい。また、調査内容や支払条件を含めた契約条件で合意できない場合には、契約を締結することが出来ませんのでご留意下さい。

【契約書の見本は別添5 を参照】

## VI. 質問受付

本指示書記載内容に関するご質問は、電子メール（[ostpp-contact@jica.go.jp](mailto:ostpp-contact@jica.go.jp)）にて、平成XX年XX月XX日（X）午後5 時までの間受け付けます（電話やファクスでのお問い合わせには対応いたしません）。頂いた質問に対しては、質問者が特定できない形でホームページ上に回答を掲載いたします（電話やメールの形式で個別に内容に関する確認は受け付けません）。なお、掲載までに数日時間がかかりますので、ご了承くださいますようお願いいたします。なお、過去に受け付けました質問及び回答内容についてもご覧頂けます。公示内容別添6 をご確認ください。

なお、プロポーザルに応募者が記載する提案内容に関するお問い合わせにはお答えいたしませんので、ご注意ください。

【よくある質問と回答は別添6 を参照】

※お問い合わせ受付締切日時にご留意下さい。

【問い合わせ先】

独立行政法人国際協力機構（JICA）民間連携事業部連携推進課

「協力準備調査（PPP インフラ事業）」担当

電子メール：[ostpp-contact@jica.go.jp](mailto:ostpp-contact@jica.go.jp)

以上

# **XXXX 調査 (PPP インフラ事業)**

## **プロポーザル**

**調査国：XXXX**

**調査名：XXXX 小水力発電事業準備調査  
(PPP インフラ事業)**

**提案法人名：**

**株式会社 XXXX  
XXXX 株式会社**

## 案件概要表

### 1. 国名・案件名

XXXX国・XXXX小水力発電事業準備調査（PPPインフラ事業）

### 2. 提案法人名（共同企業体構成員名）

【代表法人】 株式会社XXXX

【構成法人】 XXXX株式会社、

### 3. 事業の背景と必要性

- （１）相手国における電力セクターの開発実績（現状）と課題
- （２）相手国における電力セクターの開発政策と本事業の位置付け
- （３）相手国における PPP インフラ関連法制度との整合性
- （４）電力セクターに対する我が国及び JICA の援助方針と実績
- （５）事業の必要性

### 4. 事業概要

- （１）事業の目的
- （２）事業サイト/対象地域名
- （３）事業概要
- （４）事業実施体制
- （５）総事業費/官民それぞれの資金計画
- （６）事業実施スケジュール
- （７）環境社会配慮に係る留意事項
- （８）他企業・他援助機関の動向、連携の有無
- （９）事業リスク
- （１０）日本法人参画の優位性ならびに日本技術の優位性
- （１１）過去の類似案件の結果と本事業への教訓

### 5. 事業効果

- （１）想定される定量的効果（運用・効果指標、想定内部収益率）
- （２）想定される定性的効果

### 6. 調査概要

- （１）調査方針及び調査内容
- （２）調査体制
- （３）調査スケジュール
- （４）調査費用概算
- （５）調査リスク

# 1.プロジェクト概要

### 1-1. 類似事業経験

### 1-2. 提案事業の概要

- ① 事業地
- ② プロジェクトの提案に至る背景と必要性
  - (ア) 現地の開発課題、提案セクターのインフラ整備の状況、インフラサービスへの需要
  - (イ) 事業の必要性
  - (ウ) 相手国の政策・国家開発計画・関連政策・公共投資・PPP インフラ計画・セクター開発計画及びそれら計画・政策等における提案事業の位置付け、優先度等
  - (エ) 相手国の PPP インフラ関連法制度との整合性
  - (オ) 日本国政府ならびに JICA の方針等との関係
- ③ プロジェクト概要及び基本スコープ
  - (ア) 提案プロジェクトの目的
  - (イ) プロジェクトの概要
  - (ウ) プロジェクトスキーム
  - (エ) 事業計画（設計・建設期間、運営・維持管理期間含む）
- ④ 官民それぞれの資金計画（初期投資及び運営・維持管理等）
  - (ア) 初期投資
  - (イ) 運営維持管理
  - (ウ) 予測キャッシュ・フロー
- ⑤ 期待される事業効果
  - (ア) 現地が享受する直接的な効果・影響
  - (イ) 環境改善効果
  - (ウ) 日系企業への裨益効果
- ⑥ 提案法人側における本事業への投資等取組に係る検討状況
- ⑦ 他企業・他援助機関の動向

### 1-3. 相手国政府の意向

- ① 関連省庁、事業実施機関名
- ② 担当部署
- ③ 担当者の氏名・連絡先（電話番号、メールアドレス等）
- ④ 相手国政府の当該 PPP 事業に対する意向、協議状況

### 1-4. PPP スキームを前提とする必要性

**1-5. 日本法人参画の優位性ならびに日本技術の優位性**

**1-6. 環境・社会配慮に関わる留意事項**

**1-7. 事業リスク**

- ① 事業権獲得及び許認可取得に係るリスク
- ② オフテイクリスク（オフテイク契約）
- ③ 環境社会影響リスク
- ④ その他、法律面・財政面における制約リスク
- ⑤ 完工リスク
- ⑥ 事業実施段階での想定されるリスク
- ⑦ 契約リスク
- ⑧ 現地パートナーのリスク
- ⑨ カントリーリスク



## **2.調査概要**

## 2-1. 類似調査経験

## 2-2. 既存調査の実績、資料について

## 2-3. 調査方針及び調査内容（TOR）・方法案

- ① 基本方針
- ② 調査項目、調査の流れ
- ④ 調査方法、留意点
  - 1) XXXXにおける電力セクターの現状・課題の整理と本事業の必要性
  - 2) 本事業にかかる事業計画の検討・策定
  - 3) 本事業のキャッシュ・フロー分析と事業スキーム・資金調達方法の検討
  - 4) 本事業にかかるリスク分析とリスク緩和策の検討
  - 5) 本事業の効果の確認

## 2-4. 調査規模

- ① 調査体制
- ② 調査 Man-Month 案
- ③ 調査スケジュール案

- ④ 調査費用概算
- ⑤ 現地業務に必要な資機材

<b>2-5. 調査体制（案）</b>
---------------------

<b>2-6. 調査リスク</b>
-------------------

以 上

## 評価の項目・視点

ご提出頂いた提案については、以下の項目・視点に沿って審査を行い、総合的に採否を検討します。

### 1. プロジェクト概要

#### （1）法人の経験・能力

提案法人のPPP 事業経験・事業実施能力について、国内外において十分な類似業務経験があるか、また海外（途上国が望ましい）における業務経験があるかという視点において審査を行います。

#### （2）プロジェクトの概要

事業実施の背景と当該国の開発ニーズとの整合性、また国別援助計画・JICA 国別事業実施方針との整合性の視点に沿って審査を行うと共に、PPP インフラ事業としての妥当性や事業の技術的・財務的フィージビリティ、運営維持管理体制についても評価の項目とします。その他、事業リスク、また当該国にとっての開発効果等も評価項目とします。

### 2. 調査概要

#### （1）法人の経験・能力

提案法人の調査経験・調査実施能力について、国内外において十分な類似調査経験があるか、また海外（途上国が望ましい）における調査経験があるかという視点において審査を行います。

#### （2）調査の概要

調査方針・調査TOR の妥当性、並びに調査方法・作業計画の妥当性の視点に沿って審査を行うと共に、調査体制やインプットの妥当性についても評価の項目とします。また、調査業務主任者の経験・能力、主たる調査従事者2名の経験・能力についても評価項目とします。

## **A-41** 水文気象調査の手順

### 1-1. 水文気象データの収集

#### 1-1-1. 降雨データ

#### 1-1-2. 河川流量データ

### 1-2. 測水所の設置および水位・流量観測

#### 1-2-1. 測水所の設置

##### (1) 測水所設置地点の選定

##### 1) 測水所設置地域の選定

##### 2) 測水所設置地点の選定

##### (2) 測水所設置のイメージと水位計の仕様

#### 1-2-2. 水位・流量観測

##### (1) 流量測定方法

##### 1) 流量測定概念図

##### 2) 流速計の仕様

##### 3) 流量調査の作業手順

表 4-5 流量調査の作業手順

調査項目	実施者	作業項目	作業内容	摘要
1. 流量測定 (2回/月実施)	現地調査員	① 河川状況確認	◇ 水位・流量測定箇所及び上下流部の河道・流水状況等	◇ H・Q 曲線分析・検討資料の一環として、前回測定時との変化状況を把握。
		② 測定準備	◇ 測定用メジャーテープを横断線上に設置・固定。	◇ 水深・流速測線位置の把握。
			◇ 水深・流速測線の分割距離を測定野帳に記載。	◇ 測定野帳の準備。
			◇ 流量測定断面に流水を著しく阻害する転石等が有れば除去・整理。	◇ 流量測定の精度向上。
		③ 水位測定（開始時）	◇ 測定開始時に水位標水位を測定。	◇ H・Q 曲線の水位。
		④ 水深測定	◇ 水深測線の水深測定。（全測線）	◇ 流量算出時の流水断面積。
		⑤ 流速測定	◇ 流速測線の流速測定。（1つ置きの測線）	◇ 流量算出時の平均流速。
		⑥ 水位測定（終了時）	◇ 測定終了時に水位標水位を測定。	◇ H・Q 曲線の水位。（測定時間内の平均水位算定における測定終了時の水位）
		⑦ 流量計算	◇ 測定終了後、速やかに流量を計算し、H・Q 曲線図にプロット。	◇ 流量測定結果の妥当性を検討するための資料。
		⑧ 測定結果の妥当性検討	◇ ⑦H・Q 曲線図及び①河川状況を基に、流量測定結果の妥当性を検討。 ◇ 流量測定結果が現H・Q 曲線または測定点の傾向と著しく異なる場合は⑨の再測定、特に問題が見られない場合は終了。	◇ H・Q 曲線の精度向上。
		⑨ 再測定	◇ 水深・流速値を前回測定野帳と比較し問題が確認された部分の再測定、または③～⑦の全体的な再測定を行う。	
			◇ 再測定の結果が本測定と同様に現H・Q 曲線等と著しく異なる場合は⑩の河川横断測量を実施。なお、本測定の結果と異なり特に問題が見られない場合は終了。	
		⑩ 河川横断測量	◇ 水位測定基準断面及び基準断面を含む位置の水面勾配を測量。	◇ 現H・Q 曲線または測定点の傾向と著しく異なった原因を追及し、流量測結果の信頼性を明確にする。
2. 水位計管理 (1回/月実施)	現地監理員	① 導水状況の点検・整備	◇ 水位計センサーへの導水を阻害する土砂等の堆積状況を確認・点検し、土砂等が堆積している場合は土砂等を除去。	◇ 水位欠測・異常値発生等の未然防止。
	現地調査員	② 水位計のデータ回収及び点検	◇ 専用データ回収器により、2項目（水圧計、大気圧計）のデータを回収。 ◇ 水圧計データの回収は、水中部から水圧センサーを取出しデータを回収。回収後は水圧センサーを水中部の所定の位置に再設置・固定。また、水圧センサーの取出し時及び再設置時には、それぞれの時点において日時・実水位を必ず記録。 ◇ データ回収後はデータをパソコンに入力・保存し、データの異常値・欠測及び電池容量等を点検。	◇ 不測の事態を考慮し現場に長期間のデータを蓄積しない。 ◇ データロガーがセンサー内に内蔵されており、センサーを水中部から取出しデータを回収。また、水位データのキャリブレーションのため、センサー移動時の日時・実水位が必要。 ◇ 水位データ等により計測状態を確認し、水位計の異常等を早期発見。
3. 定期水位測定 (毎日実施)	水位観測人	① 水位測定（定時）	◇ 水位基準点からの実水位をスケール等により、できるだけ毎日・定時に測定。 ◇ 水位測定時には、測定設備等の簡易点検を併せて実施。 ◇ 水位測定結果は、所定の記録フォーマットに測定日時・実水位等を記録。	◇ 水位計データの補完データとして使用。 ◇ 測定設備の管理。

- (2) 現地観測者への技術指導
- (3) 水位・流量観測結果

#### 1-2-3. H-Q曲線の分析

- (1) XX 川測水所
- (2) XX 測水所

#### 1-3. 河川流況図の作成

本プロジェクト発電計画の検討に使用する XX 川河川流況の作成手順



図 流況図作成フロー

- (1) XX 川測水所と XX 測水所との流量相関を分析・評価
- (2) XX 川測水所の流況算定
- (3) 流域面積比換算により計画地点の流況を算定

## A-42 地形図作成例

### 1-1. 既存地形図

### 1-2. 新規地形図

今回の調査においては以下の手法によって新規地形図を作製する。

#### 【基本地形図】

宇宙航空研究開発機構（JAXA）の陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）によって撮影した世界最高精度の全世界デジタル3D画像を購入して5.0m等高線の1/5,000の平面図を作成した。次ページ以降にサイト No. 1～3 までの平面図を示す。

#### 【概略設計用地形図】

既存調査で最有力地点とされたサイト No. 1 の堰位置、発電所用地および導水路に関しては従来測量手法を用いて平面測量を実施して基本地形図を補完して概略設計用の平面図（1/1,000）を作成した。

平面測量に先立ちサイト内に6点の基準点を設置してGPS計測にてP国国家基準点と整合を持たせた。（新規基準点GPS1～6）

表 P国国家基準点と新規基準点計測結果

ID	Easting (Meter)	Northing (Meter)	Elevation EGM-08 (Meter)	Adjusted Elev. (MSL) (Meter)
AGN-02	768622.000	884844.778	848.811	850.3308
AGN-3004	787484.878	924788.851	18.381	18.1765
AGN-3005	791072.938	888301.818	81.381	82.1808
AN-57	788304.774	881836.104	14.448	14.7873
AN-81	787285.280	884018.240	28.287	24.1388
AN-84	788821.438	888880.118	11.577	11.8888
AN-88	788821.088	887880.548	9.332	8.8818
GPS-1	802317.840	888840.884	311.088	311.3838
GPS-2	802188.018	888784.712	348.401	348.7188
GPS-3	801078.818	888888.211	248.188	248.4878
GPS-4	800888.788	888810.208	288.828	278.2388
GPS-5	800808.174	888788.488	288.282	288.8018
GPS-6	800837.878	888880.128	288.882	284.2818

新規基準点（GPS1～6）を基に従来手法にて平面測量を行った、測量結果を基にサイト1概略設計計画を行った。





図 2-3 事業対象地域サイト 5 千分の 1 地形図\*

出典：JAXA 衛星画像使用調査団作成

\*: 1/5,000 図面を A4 に縮小

### 3-1. 地質調査概要

対象サイトの地形は、標高 200～500m 程度で XX 川下流域の丘陵地形から上流に向かい山岳地形となり、深い V 字谷を形成する。この地形の相違は地質分布と関連しており、丘陵地は石灰岩、泥岩等の堆積岩分布域で、うち石灰岩の分布域では小規模でやや不明瞭なドリーネ地形も観察される。一方、急峻な山岳地形は、安山岩およびその碎屑岩類が分布する地域である。本流は、蛇行しながら南北方向および北北西-南南東方向が卓越し、それに支流がほぼ直交方向から流入している。本地域でも XX 川は南北方向であり、南流して XXXX 市方向に流下し、本流の AA 川と合流後北流して XXXX 湾へ流入する。この河川形状も地質構造と密接に関連しており、活断層方向、衝上断層方向を反映している。

鉱物・地球科学局 (Mines and Geosciences Bureau) 発行の既往地質図(1963)によると、対象サイトの地質は、XX 川下流側に漸新統～中新統の石灰質砂岩、石灰質シルト岩および火成岩起源の凝灰岩、凝灰質砂岩が分布し、XX 川と XXXX 川合流地点の下流側左岸～XXXX 川両岸中流域にかけて、その上位の上部中新統～鮮新統の砂岩、泥岩及び砂岩泥岩互層、礁質石灰岩が分布する。XX 川上流から XXXX 川上流域にかけて、これらと同時代である中新世～鮮新世の火山岩類の安山岩、玄武岩およびそれらの碎屑岩類(凝灰角礫岩、火山角礫岩等)、火砕流堆積物が分布する。

調査サイト内で火山岩類のなか最も分布が広い範囲で認められるものは、安山岩質凝灰角礫岩または火山角礫岩であり、これらの特徴として安山岩質の基質を持ち、 $\phi$  5cm から最大  $\phi$  5m 以上の安山岩質亜角～角礫岩を含有する。安山岩質碎屑岩類(凝灰岩、凝灰角礫岩等)は全体的に東西方向に走向を持ち、南に傾斜している。部分的に熱水変質を受けており、方解石脈を挟在しているほか、基質部分が褐色化し黄鉄鉱染を被っている箇所が見受けられる。表 3-1 に示す岩級区分では、概ね CL～CM 級岩盤を呈し、新鮮硬質で風化は薄い。

これらを被覆して、第四紀の未固結堆積物である段丘堆積物、崖錐堆積物が分布する。

表 3-1 岩盤区分とその特徴

名称	特 徴
A	きわめて新鮮なもので造岩鉱物および粒子は風化、変質をうけていない。亀裂、節理はよく密着し、それらの面に沿って風化の跡はみられないもの。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した(たとえ1mmでも)亀裂あるいは節理はなく、よく密着している。ただし、造岩鉱物および粒子は部分的に多少風化、変質がみられる。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
CH	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けてはいるが岩質は比較的堅硬である。一般に褐鉄鉱などに汚染され、節理あるいは亀裂の間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目に沿って岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土質物質の薄層が残留することがある。 ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す
CM	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟質化しており、岩質も多少軟らかくなっている。 節理あるいは亀裂の間の粘着力は多少減少しておりハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目に沿って岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土質物質の層が残留することがある。 ハンマーによって打診すれば多少濁った音を出す。
CL	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて軟質化しており岩質も軟らかくなっている。 節理あるいは亀裂の間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目に沿って岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土質物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば濁った音を出す。
D	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。 節理あるいは亀裂の間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけで崩れ落ちる。剥脱面には粘土質物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば著しく濁った音を出す。

出典：電研式ダム基礎岩盤分類（田中、1964）

### 3-2. 地表踏査結果

XXNo.1 小水力発電所および No.2 小水力発電所の各構造物の計画地点周辺にて地形地質状況、岩盤特性を把握するための地表踏査を実施した。その結果を以下に示す。なお、当初は No.1、No.2 に加えて No.3 発電所の計画があり、これに基づき地表踏査を実施したものであるが、地質調査結果および発電施設のレイアウト検討により、No.2 と No.3 を統合する計画に変更となった。これに伴い No.3 取水堰を XXXX 川取水堰と改名し、以下に示すこととする。

### 3-2-1. XXNo. 1 小水力発電所

XXNo.1 小水力発電所の全体レイアウトを以下に図示する。

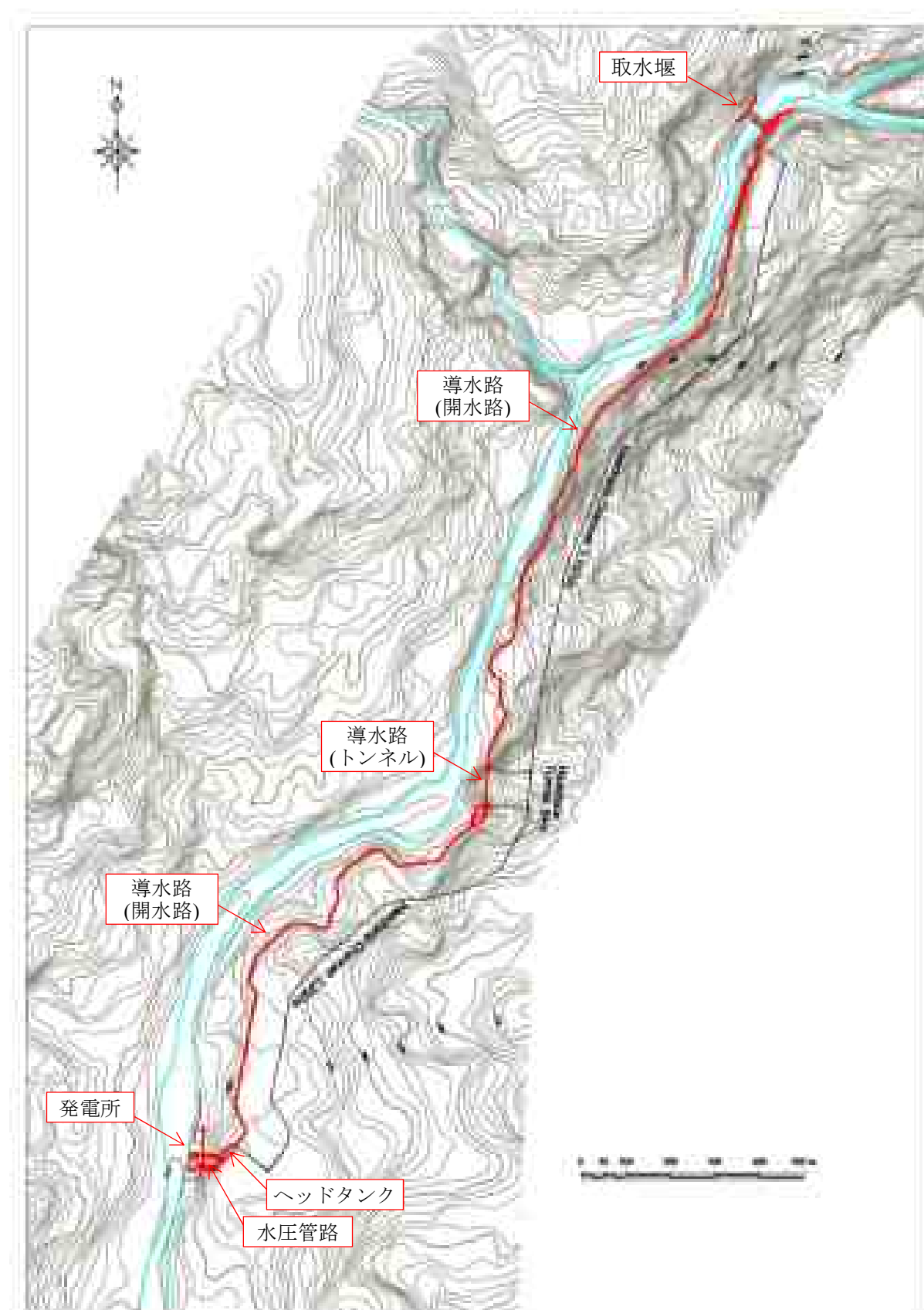


図 3-1 XXNo. 1 発電所全体計画図

### (1) 取水堰地点

取水堰は XX 川と XXXX 川合流地点の下流 50～100m 程度に計画されている。川幅は最も狭いところでは 10m 程度、やや下流では 50m 程度となる。川幅が狭まっている付近の河川水深は 9m 程度である(調査時 2014 年 9 月 19 日)。

右岸は、高さ 40m 程度、勾配 40～60° 程度の急崖を形成し、XX 川と XXXX 川合流地点の下流側ではヤセ尾根となる。斜面上部は石灰岩、斜面下部は安山岩質凝灰岩及び安山岩がそれぞれ分布する。一部安山岩質凝灰岩で D 級岩盤が見られるものの石灰岩、安山岩とも風化はほとんど見られず、地表から CL～CM 級岩盤を呈する。

左岸は、下流側河岸に河床堆積物が分布する。その背後に 15～20m 程度の急崖を形成し、安山岩質凝灰岩礫岩および安山岩の CL～CM 級岩盤が分布する。左岸側の安山岩質凝灰岩中には断層破碎帯が観察され、その走向傾斜は N60° E, 55° SE、幅が 50～80cm で一部褐色粘土化部を挟在する。

さらに詳細な地質状況、地盤の透水性を把握するため、本地点でボーリング調査を実施した。その結果は、後述の 3-3. で示す。

### (2) 導水路ルート

導水路ルートが計画されている XX 川の左岸沿いは、上流側で安山岩類が分布するが、下流側では石灰岩類および砂岩粘板岩互層が分布するものと推定される。斜面の地形は上流で急勾配、下流で緩勾配斜面が広がっている。また、少なくとも 2 本の沢が流下しており、下流の緩勾配斜面にはカルスト地形の特徴である石灰岩柱やドリーネが認められる。

下流の緩斜面では施工が容易であるが上流の急斜面では施工が難しく、掘削後の法面对策が課題となる。

取水堰直下流には沈砂池を設置する予定のため、詳細設計の際必要に応じてその基礎岩盤の性状をボーリング調査等による追加調査で確認する。

### (3) ヘッドタンク、発電所地点

発電所計画地点は XX 川左岸の段丘面上にあり、段丘堆積物が分布する。ヘッドタンクは、その背後の斜面上あるいは頂上の平坦面に計画され、主に砂岩粘板岩互層が分布するものと推定されるが、一部石灰岩が分布する可能性がある。

発電所計画地点は、河床からの比高が 30～50m 程度の段丘面上にあり、地表は段丘堆積物の砂礫層が分布する。またヘッドタンク計画地点には石灰岩の分布が予想される。よって、両地点において構造物基礎を確認するボーリング調査を実施した。その結果は、後述する 3-3. で示す。

### 3-2-2. XXNo. 2 小水力発電所

XXNo.2 小水力発電所の全体レイアウトを以下に図示する。

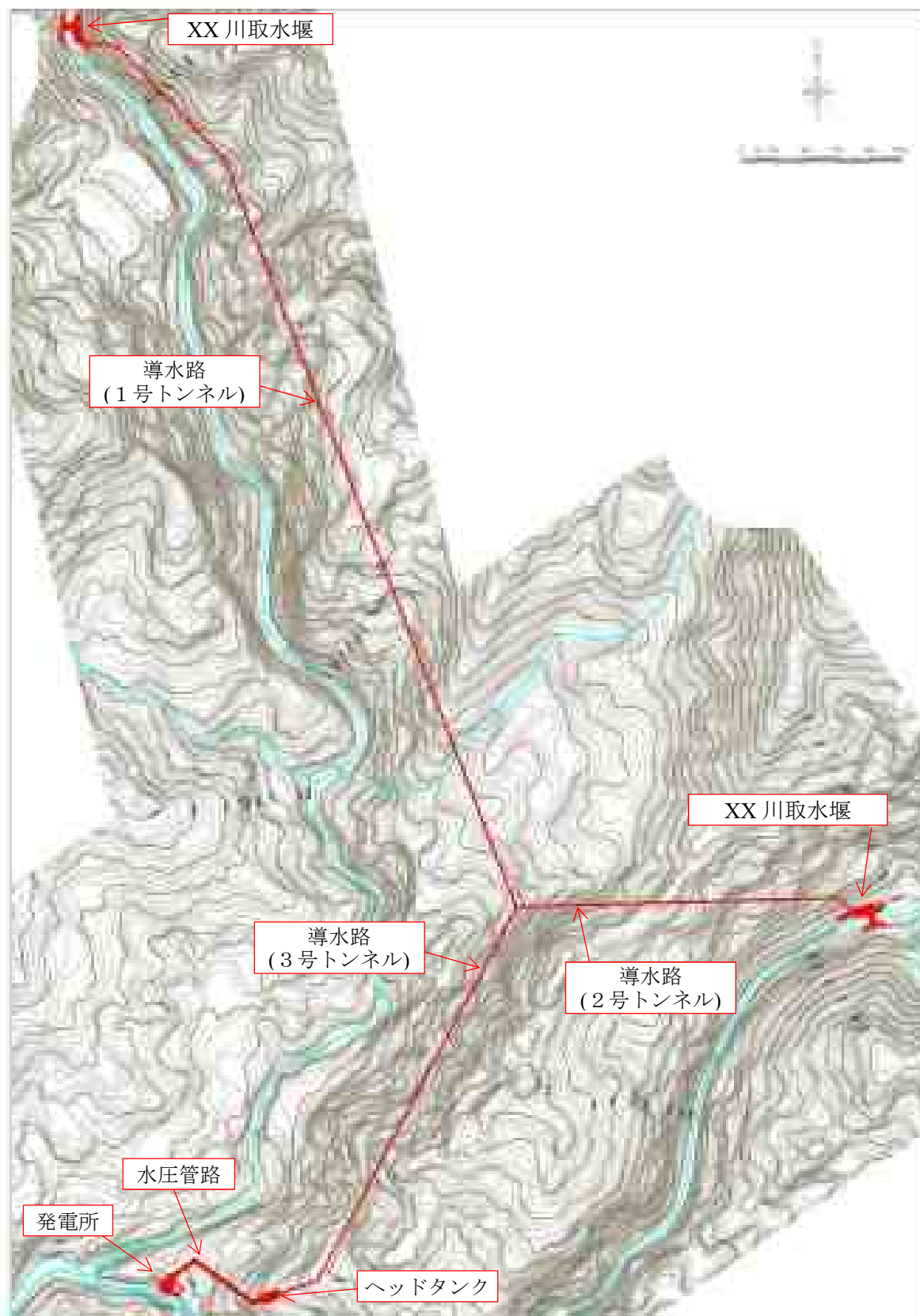


図 3-2 XXNo. 2 発電所全体計画図

## (1) No. 2 取水堰地点

### 1) XX 川取水堰

取水堰計画地点の兩岸斜面は高さ 20～30m 程度、勾配 50～60° 程度の急崖を形成する。川幅は狭い箇所 15m 程度、その下流側で 30m 程度である。

地質は、崖面に安山岩質凝灰角礫岩および安山岩質凝灰岩の CL～CM 級岩盤が露出する。凝灰岩中には、層理または流理面が見られ、その走向傾斜は N50～60° E, 10～30° SE であり、概ね下流側へ傾斜している。崖面中腹および頂上直下より湧水が見られる。河床の地質状況も同様であり、安山岩質凝灰岩の CL～CM 級岩盤が露出し、10～20° 程度で下流側に傾斜する層理面などの不連続面が観察される。また、上から見ると柱状節理に見られる安山岩の CM 級岩盤が観察される。

兩岸とも急斜面かつ川幅は狭小で、斜面および河床には CL～CM 級岩盤が露岩しており、堰を建設する好条件がそろっている。堰を施工する上での留意点としては以下が挙げられる。

- ・基礎岩盤は、浅い深度から出現するが、地層の層理面、流理面が下流側に浅い角度で傾斜するため、止水対策を含む基礎処理を行い、貯水後の堤体滑動に対する対策が必要である。
- ・堰堤体の袖部崖面から湧水が見られるため、貯水後漏水を防止する止水対策が必要である。
- ・一部急崖上方はオーバーハングが見られ、また層理面は下流側に傾斜していることから、掘削時の崩壊対策が必要である。

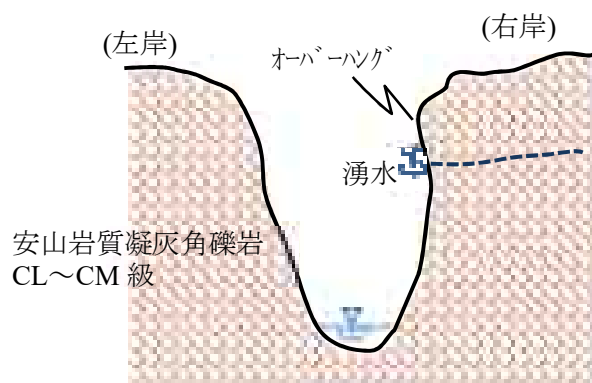


図 3-3 No. 2 取水堰地質断面イメージ図

### 2) XXXX 川取水堰

取水堰計画地点の左岸斜面は、高さ 30～40m 程度、勾配 50～60° 程度の急崖を形成し、直上流には「XXXX の滝」(推定落差 20m 程度)が見られる。一方、右岸斜面はやや緩傾斜で 20～40° 程度、高さは遷急線までは 50m 以上である。川幅は狭い箇所 15m 程度、その下流側で 30m 程度である。

河岸および河床に CM～CH 級の安山岩質凝灰角礫岩および安山岩が露岩する。安山岩には節理面が見られ、その走向傾斜は N35° E, 20～30° SE であり、概ね下流側へ傾斜している。

堰計画位置は、右岸斜面はやや緩傾斜であるが、概ね急斜面を呈し、かつ川幅は狭小で、斜面および河床には CM～CH 級岩盤が露岩しており、堰の基礎岩盤は浅い深度から出現するものと考えられる。基礎岩中の節理面は、下流側に傾斜するため、堰の施工時には止水対策を含む基礎処理が必要である。



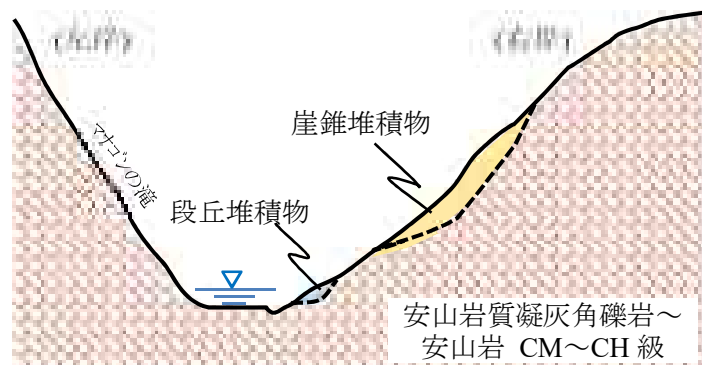


図 3-4 No. 2 取水堰地質断面イメージ図

## (2) No. 2 導水トンネルルート

### 1) XX 川取水堰～合流点

導水トンネルを計画している XX 川の左岸は  $40\sim 60^\circ$  の急勾配斜面が連続し、岩盤が露出した滝が認められる。地質は、安山岩質凝灰岩、安山岩質凝灰角礫岩および安山岩溶岩が分布し、いずれも新鮮硬質で CL～CM 級岩盤を呈する。部分的に石灰岩が分布する可能性もある。発電所予定地点より上流側に 200m の地点で、安山岩と凝灰岩の境界が認められ、走向傾斜  $N80^\circ W, 28^\circ SW$  で接している。沈砂池及び導水路含めて、基礎地盤として特に問題はない。

トンネル本体工の掘削地質は、新鮮硬質な CL～CM 級岩盤の安山岩質凝灰岩、安山岩質凝灰角礫岩および安山岩溶岩（部分的に石灰岩を狭在）となり、日本で施工する場合の NATM 工法であれば、ほぼ問題はないものと推定される。しかしながら、東西方向の地形的鞍部を横過するときの破碎帯の分布や両坑口斜面状況等については、本準備調査終了後に弾性波探査、ボーリング調査等の追加地質調査で確認する必要がある。

### 2) XXXX 川取水堰～ヘッドタンク

導水トンネルを計画している XXXX 川の右岸沿いは、やや緩勾配の  $20^\circ$  程度の斜面が主体であるが、溪流横過部や露岩した急勾配斜面である。地質は、安山岩質凝灰角礫岩および安山岩溶岩が分布し、いずれも新鮮硬質で CL～CH 級岩盤を呈する。沈砂池、導水路含めて、基礎地盤として特に問題はない。

トンネル本体工の掘削地質は、新鮮硬質な CL～CH 級岩盤の安山岩質凝灰角礫岩および安山岩溶岩となり、日本で施工する場合の NATM 工法であれば、ほぼ問題はないものと推定される。しかしながら、東西方向の地形的鞍部を横過するときの破碎帯の分布や両坑口斜面状況等については、本準備調査終了後に弾性波探査、ボーリング調査等の追加地質調査で確認する必要がある。

### (3) ヘッドタンク、発電所地点

発電所が計画されている地点は、河床からの比高 10m 程度、東西方向に伸長する尾根上になる。地質は、安山岩質凝灰角礫岩 CL～CM 級岩盤を基盤とし、段丘堆積物が薄く分布するものと推定される。ヘッドタンクはその背後斜面頂上付近に計画され、地質は同様により安山岩質凝灰角礫岩 CL～CM 級岩盤が分布すると推定される。



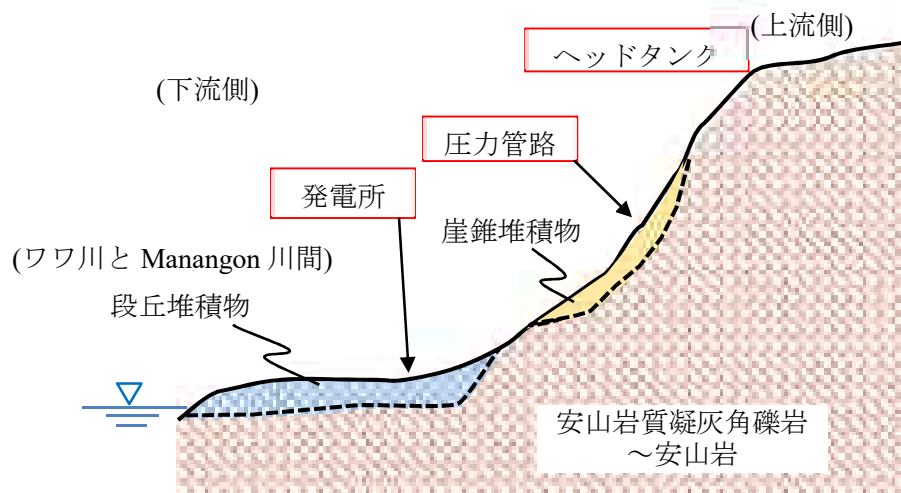


図 3-5 No. 2 発電所計画位置地質断面イメージ図

### 3-3. ボーリング調査

本調査では、XXNo. 1 発電所地点において調査の精度を高めるべく、各構造物の計画地点においてボーリング調査を実施した。ボーリング調査を実施したのは、発電施設のレイアウト検討および地表踏査の結果から選定された取水堰およびヘッドタンク、発電所計画位置である。なお、本ボーリング調査は地質状況、岩盤特性、水理特性を把握するために標準貫入試験、ルジオン試験などの原位置試験を実施したほか、採取したコアサンプルに対しては一軸圧縮試験を行った。

#### 3-3-1. 調査実施数量および調査位置

調査実施数量を表 3-2 に、また、ボーリング地点を図 3-6～図 3-8 に示す。

表 3-2 調査実施数量

	ボーリング No.	掘削地点		深度 (m)	標準貫入試験 (回)	ルジオン試験 (回)	一軸圧縮試験 (個)
#1	BH-1	取水堰	右岸	10.0	10	2	2
	BH-2		河床右	15.0	15	2	2
	BH-3		河床左	13.6	13	2	1
	BH-4		左岸	11.2	11	1	2
	BH-5	ヘッドタンク		12.0	12	—	—
	BH-6	発電所		15.0	15	—	—

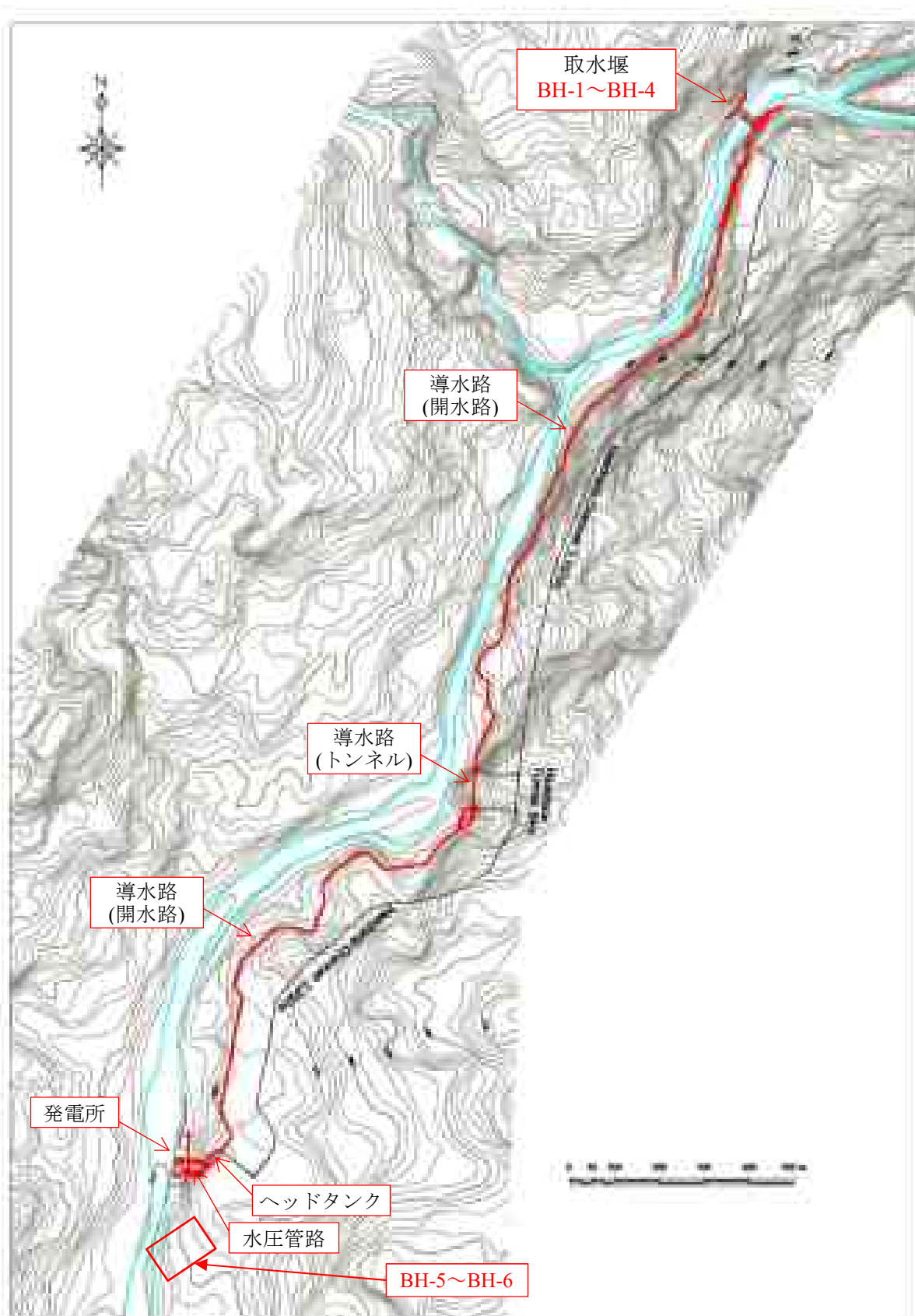


図 3-6 調査位置図

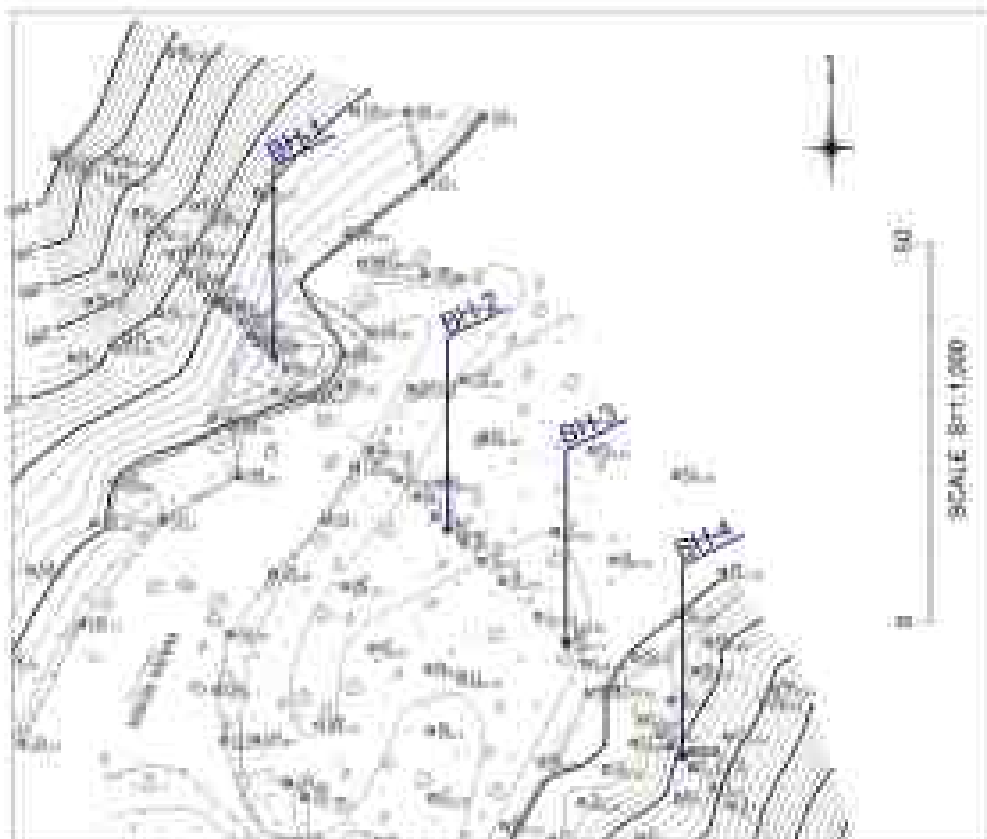


図 3-7 取水堰における調査位置

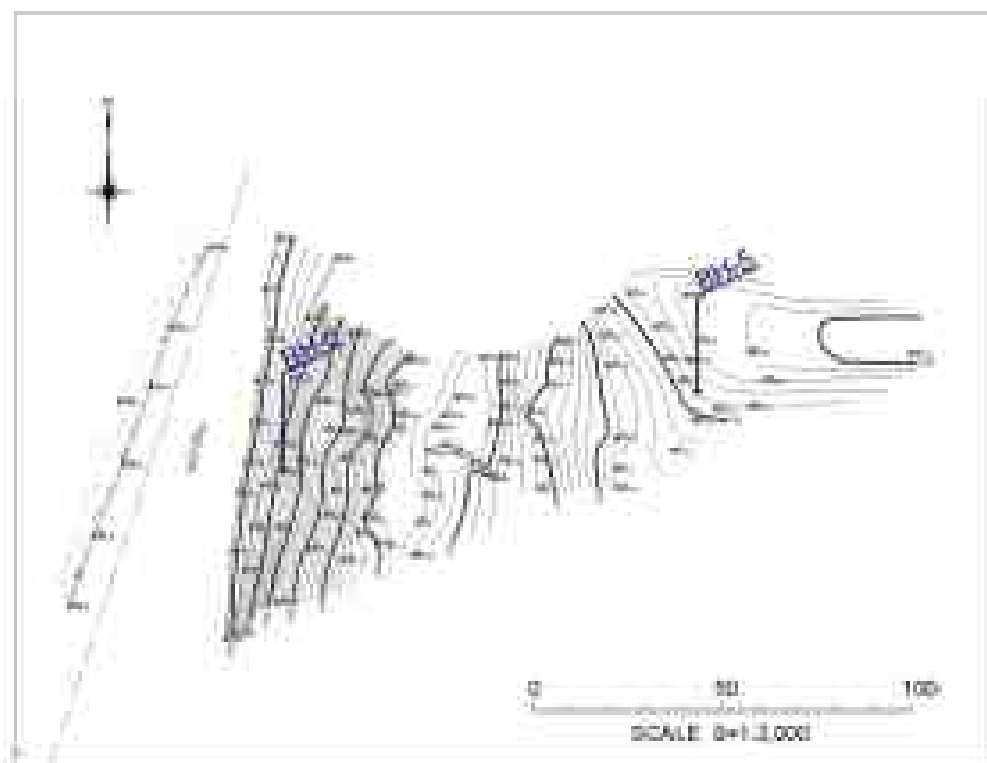


図 3-8 ヘッドタンク～発電所における調査位置

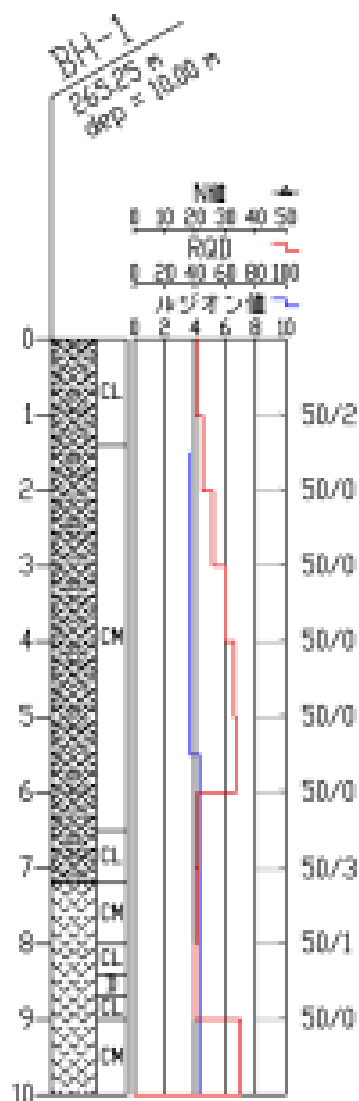
### 3-3-2. 調査結果

#### (1) 取水堰地点

取水堰地点では右岸より BH-1～BH-4 の計 4 本のボーリング調査を実施するとともに(図 3-7)、各孔にて 1m 毎に標準貫入試験を実施したほか、孔内においてルジオン試験実施と採取したコアサンプルを試供体とした一軸圧縮試験を実施した。これらの結果を下記の簡易柱状図に示すとともに、地質状況、N 値、ルジオン値、一軸圧縮強さについて記載する。

##### 1) BH-1

掘進長 L=10.00m、標高 H=265.25m



#### 【地質状況】

##### ・深度 0.00-1.40m：安山岩質凝灰岩（CL 級）

全体的に、やや風化しており、暗灰色の CL 級を呈する。0.50-0.70m にかけて土砂を挟む亀裂が認められる。1.00-1.10m にかけて、細礫化および粘土化している。1.30-1.40m にかけて幅 3cm の粘土を挟む亀裂が認められる。

N 値：50/2

##### ・深度 1.40-7.20m：安山岩質凝灰岩（CM 級）

全体的に新鮮な青灰色で硬質な CM 級岩盤である。2.60-2.80m にかけて、褐色土砂化した傾斜 70° の亀裂が認められる。2.70-3.00m にかけて褐色に風化した傾斜 70° の亀裂が認められる。4.80m 付近に土砂化した水平亀裂が認められる。6.10-6.30m にかけて、褐色風化した傾斜 70° の亀裂が認められる。6.50-7.20m にかけて、やや風化しており、黒褐色の CL 級を呈する。

N 値：50/3～貫入不能

##### ・深度 7.20-10.00m：安山岩（CM 級）

全体的に新鮮な暗灰色で硬質な CM 級岩盤である。7.20-7.40m にかけて、風化により細礫状を呈する。8.00-9.00m にかけて、風化が進み、礫状コアを挟む D 級～CL 級となる。9.80m 付近の傾斜 30° の亀裂沿いに石英が濃集している。

N 値：50/1～貫入不能

#### 【ルジオン値】

- ・深度 1.50-5.50m：3.7Lu
- ・深度 5.50-10.00m：4.3Lu

#### 【一軸圧縮強さ】

- ・深度 4.80-5.00m：74,540 kN/m<sup>2</sup>
- ・深度 9.20-9.40m：18,740 kN/m<sup>2</sup>

## (2) ヘッドタンク～発電所地点

ヘッドタンクおよび発電所計画位置にてBH-5～BH-6の計2本のボーリング調査を実施したとともに（図 3-8）、各孔にて1m毎に標準貫入試験を実施した（表 3-2）。これらの結果を下記の簡易柱状図に示すとともに、地質状況、N値について記載する。

### 3-3-2. 考察

#### (1) 取水堰

以下では、ボーリング調査、ルジオン試験、岩石試験の結果を基に、取水堰地点における地質構成および性状、岩盤の透水性、地盤定数の設定、設計・施工上の留意点について考察する。

##### 1) 地質構成および性状

ボーリング調査結果より取水堰地点の地質断面は図 3-9 のように推定される。

図 3-9 より取水堰地点には下位より安山岩、安山岩質凝灰岩が分布しており、その上を河床付近には河床堆積物が兩岸の斜面上には崖錐堆積物が覆っているものと推定される。安山岩および安山岩質凝灰岩は、CM 級を主体とし、部分的に D 級から CL 級を呈する。また、地表付近でやや風化が進み D 級から CL 級を呈する。さらに BH-3 の河床左側の付近には、D 級から CL 級を呈する断層破碎帯が分布しているものと推定される。河床堆積物は玉石混じり砂礫よりなり、礫径は最大で 5m 前後であり、最大層厚 3m 程度で安山岩質凝灰岩を覆う。崖錐堆積物は礫混じり砂質粘土よりなり、層厚 3-5m で安山岩質凝灰岩を覆う。

本件では、堰高 10m 以下の重力式コンクリート堰が計画されている。取水堰を着岩させる場合の基礎地盤としては、河床堆積物と崖錐堆積物の未固結堆積物を除去した後の CM 級の安山岩もしくは安山岩質凝灰岩が適している。掘削深度を浅くする場合には上部の D 級岩盤もしくは礫混じり砂質土層に床付けし、フローティング堰として堰下部の透水を許容する設計とすることが考えられる。その場合、堰下部透水経路のクリープ長を必要長確保するとともに、基礎地盤の圧縮支持力に対して許容される必要な底面積を持たせることとする。

## 2) 岩盤の透水性

ルジオン試験の結果より CM 級岩盤のルジオン値は 3～5 Lu と比較的透水性が低いことがわかる。ルジオン値は、ダム基礎地盤から漏水を防ぐために実施する止水グラウチングの目標値となり、ダム高が 15m 以上の重力式ダムの場合、ダム高の 1/4 の深度までで 2 Lu、1/4-1/2 の深度で 5 Lu、それ以深では 10 Lu となるまでグラウチングを実施するのが一般的である。本件のダム高は 10m 以下であるため、目標値を下げてダム高の 1/2 の深度までで 5 Lu、それ以深で 10 Lu としても十分遮水性は保てると考えられる。今回測定した CM 級岩盤のルジオン値はこれらの目標値を満たすため、取水堰施工時における岩盤内の透水性を改良するグラウチングは必要としない。ただし、断層破碎帯に伴う D 級岩盤については透水性が高いことが予想されるため、以後で述べる対策工が必要となる。

### (ア) 地盤定数の設定

試験より得られた一軸圧縮強さから、安山岩・安山岩質凝灰岩の粘着力を算出した。その結果とダム基礎岩盤による岩級区分に基づく粘着力および内部摩擦角について、表 3-3 にまとめる。

一軸圧縮試験は BH-1～BH-4 で採取されたコアの内、亀裂のない CL～CM 級のコアを対象に実施した。これにより得られた一軸圧縮強さは、18,740～88,310 kN/m<sup>2</sup> である。

また一般に岩石の粘着力は、一軸圧縮強さの 1/4～1/6 で近似できるとされていることから、安全側を考慮して 1/6 で計算すると、粘着力は約 3,000～14,000 kN/m<sup>2</sup> となる。

その一方、岩級区分に基づく粘着力および内部摩擦角は CL 級岩盤で 250～750 kN/m<sup>2</sup>、30～40°、CM 級岩盤で 750～1,750 kN/m<sup>2</sup>、35～45° であることから、計算から求めた値はこれらの 2～10 倍大きいことになる。

これは一軸圧縮試験を実施するため、10～20cm の亀裂のない棒状コアを用いる必要があり、本来の亀裂の多い岩盤の粘着力よりも値が大きくなったと考えられる。

よって、本調査で設計に用いる粘着力および内部摩擦角はダム基礎岩盤に従うこととし、表 3-3 の赤枠で囲った中央値を用いることとする。

表 3-3 地盤定数

ボーリング No.	深度 (m)	岩盤 分類	室内試験結果		試験結果 から算定	NEXCO 設計要領			
			一軸圧縮強さ		粘着力	岩級区分による 粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )		岩級区分による 内部摩擦角 (°)	
			(MN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	範囲	中央値	範囲	中央値
BH-1	4.8-5.0	CM	74.54	74,540	12,000	750～1,750	1,250	35～45	40
	9.2-9.4	CM	18.74	18,740	3,000	750～1,750	1,250	35～45	40
BH-2	2.8-3.0	CM	25.86	25,860	4,000	750～1,750	1,250	35～45	40
	5.0-5.2	CM	48.41	48,410	8,000	750～1,750	1,250	35～45	40
BH-3	8.0-8.2	CL	88.31	88,310	14,000	250～750	500	30～40	35
BH-4	6.5-6.8	CM	47.89	47,890	7,000	750～1,750	1,250	35～45	40
	9.8-10.0	CM	33.84	33,840	5,000	750～1,750	1,250	35～45	40

出典：ダム基礎岩盤

### (イ) 設計・施工上の留意点

断層破碎帯に伴う D 級の岩盤は、支持地盤としては不適であり、またルジオン試験実施時に送水量がポンプの性能を上回るなど透水性が高いことが推定できることから、コンクリートによる置き換えを検討する。

右岸側斜面の崖錐堆積物には、 $\phi$  2m 近い安山岩質の転石が含まれていることから、掘削時に自由落下させてその衝撃で分割して除去するか、静的破碎剤による小割除去を検討する。

雨季時は大雨による急激な増水があり、通常時よりも 2~3m 水位が上がることから、基礎を掘削する際は半川締め切りや仮設河道設置などの洪水対策を検討する。

## (2) ヘッドタンク-発電所

以下では、ボーリング調査の結果を基に、ヘッドタンクから発電所にかけての地質構成および性状、構造物の支持地盤、設計・施工上の留意点について考察する。

### 1) 地質構成および性状

ボーリング調査結果よりヘッドタンクから発電所にかけての地質断面は図 3-10 のように推定される。

図 3-10 よりヘッドタンクから発電所にかけて、下位より泥岩、石灰岩が分布しており、その上を斜面上には崖錐堆積物が河床付近には河床堆積物が覆っているものと推定される。泥岩は CM 級を主体とし、地表付近の約 5m にかけて D 級を呈する。また、地表に露岩している泥岩はスレーキングしている。石灰岩は D 級を主体とし、部分的に CL 級を呈する。

### 2) 構造物の支持地盤

各構造物における基礎地盤として、ヘッドタンクは崖錐堆積物および D 級の石灰岩が適しており、圧力管路は D 級の石灰岩および泥岩が、発電所は D 級の泥岩が適している。ただし、設計・施工をする際は以下の点を留意する。

### 3) 設計・施工上の留意点

ヘッドタンクおよび圧力管路の基礎となる石灰岩は、降雨による溶解により、数十センチの空洞が形成されている恐れがあることから、施工時に岩盤状況を専門家が確認した上でコンクリート充填等の対策工を検討する。

ヘッドタンクから発電所にかけての土地の造成に伴う切土の勾配は、泥岩層で 1:0.5、石灰岩風化部と崖錐堆積物で 1:0.8 が適切となる。

本地点に分布する泥岩は、地表に露出すると乾燥、吸水を繰り返すことにより、細かく土砂化するスレーキングが進行しやすい岩盤である。よって、本岩盤を切土する際は、掘削面の養生と掘削後の速やかなコンクリート打設の実施を検討する。



### 3-3-3. 今後の課題

#### (1) XXNo. 1 小水力発電所

本地質調査終了後に、ヘッドタンク・圧力管路・発電所位置を当初計画よりも120m上流側に設置する案に変更となった。踏査の結果から、変更した地点の地質は、変更前の地点と同種のものが分布しているが、石灰岩の分布が発電所位置まで広がっている可能性がある。石灰岩は前述したとおり、降雨等で溶解が進み空洞が形成される特徴を有することから、石灰岩の性状を把握するためにボーリング調査が必要となる。よって本調査が終了後、詳細設計を行う際にはヘッドタンク、発電所位置でのボーリング調査の実施を検討する。

#### (2) XXNo. 2 小水力発電所

##### 1) 取水堰地点

本来であれば取水堰位置において、地下の地盤状況および透水性を把握するためにボーリング調査、標準貫入試験、ルジオン試験の実施を検討するが、本調査の地表踏査の結果より取水堰の基礎地盤は浅い深度から出現すると予想されるため、取水堰の位置に大幅な変更がない場合、これらの調査の実施は、費用と得られる成果を検討した上で決定するものとする。

##### 2) 導水トンネル坑口

現地調査および概略設計から絞り込まれたルート上の起点側坑口および終点側坑口において、水平ボーリング調査および鉛直ボーリング調査の実施と標準貫入試験の実施を検討する。また鉛直ボーリング調査を実施時に帯水層が確認された際は、湧水圧試験の実施も検討する。

##### 3) 導水トンネル本坑

現地調査および概略設計から絞り込まれたルート上において、地盤の特性（地盤の硬軟、断層破碎帯の有無等）を把握するため、弾性波探査の実施を検討する。

##### 4) ヘッドタンク、圧力管路

現地調査および概略設計から絞り込まれた位置にて、ボーリング調査および標準貫入試験の実施を検討する。

## 5) 発電所

現地調査および概略設計から絞り込まれた位置にて、ボーリング調査および標準貫入試験の実施を検討する。

以上の検討すべき調査の数量は表 3-4 に示すとおりである。

表 3-4 XXNo.2 発電所計画にて今後必要となる地質調査の数量

## A-44 小水力発電計画の策定例

### 1-1. 対象河川の概要および当初計画

#### 1-1-1. 対象河川の概要

本プロジェクト対象河川である XX 川および XXX 川周辺地形図を図 に示す。また、地形図から読み取った河川縦断勾配を図 に示す。



図 プロジェクト周辺地形図

本プロジェクトの開発対象河川である XX 川および XXX 川は、水源より EL. 270m 付近まで河床勾配 1/25 以上の急勾配で流下し、両河川の合流地点より下流で勾配が緩くなり、EL. 225m より下流では 1/100 以下となっている。

#### 1-1-2. 当初計画

当初計画では、XXNo. 1 地点は XX 川と XXX 川の合流地点より下流側に、XXNo. 2 地点および No. 3 地点は、それぞれ XX 川、XXX 川の上流側に流れ込み式発電所として計画されている。計画位置図を図 に、計画概要を表 に示す。

図 当初計画位置図

表 当初計画概要

	単位	# 1	# 2	# 3
集水面積	km <sup>2</sup>			
総落差	m			
有効落差	m			
計画水量	m <sup>3</sup> /s			
最大出力	kW			
計画発電量	MWh			
取水方式				
取水堰	m			
導水路	m			
導水管長	m			
水圧管路	m			
発電所	m <sup>2</sup>			
水車				
発電機				

## 1-2. XXNo. 2 小水力発電所

### 1-2-1. 発電設備レイアウトの検討

#### (1) XX 川および XXX 川における開発位置

XXNo. 2 発電所の検討は、当初計画の#2 地点および#3 地点を対象として、それぞれを単独開発する案と 2 地点計画を統合してひとつの発電所として開発する案の比較を行う。

当初計画では#2 地点は XX 川を、#3 地点は XXX 川を対象とし、両地点ともに 1/25 程度の河床勾配を持つ急流域に計画された。そのため落差効率が良く、高落差の発電計画が期待できる。そのため、本調査でも既存計画と同様に、図 1-2-1 に示す範囲を計画対象として検討を進めることとした。

図 1-2-1 XXNo. 2 発電所検討範囲

#### (2) 取水堰地点

XXNo. 1 の取水堰地点の選定と同様な観点から取水堰地点を選定した。図 1-2-2 に取水堰地点位置図を示す。

##### ① XX 川取水堰

XX 川上流部は河川両岸が切り立った崖状地形の箇所が多く、取水口の設置に適した地点は限られている。その中で左岸より流れ込む小支流（名称不詳）との合流点下流の直線部にやや河岸が広がった地点である、当初計画#2 取水堰地点を選定した。

##### ② XXX 川取水堰

XXX 川は河川両岸が切り立った崖状地形の箇所が多く、取水口の設置に適した地点は限られている。その中で左岸より流れ込む支流（名称不詳）との合流点下流のやや河岸が広がっている、当初計画#3 取水堰地点を選定した。



図 XXNo. 2 取水堰候補地点位置図

### (3) 導水ルート

#### ① XX 川取水堰からの導水ルート

河川両岸の地形は非常に急勾配斜面となっており、 $50^{\circ}$  以上の急勾配を持つ崖状地形を呈する箇所が多数確認される。当初計画では急斜面上を地上露出タイプの鉄管で計画されているが、このような地形特性上、取水堰から発電所への導水ルートを地上部に計画することは施工上極めて困難であるだけでなく、設置後の維持管理に多大な費用、労力を要することが容易に想定できる。従って導水路はトンネル式とすることが妥当である。

XX 川取水堰からの導水ルートは右岸および左岸ルートが考えられる。いずれのルートもトンネルで計画することとなるため、地山かぶりとして最低 50m 程度確保するルートを選定する。

#### ② XXX 川取水堰からの導水ルート

XXX 川は XX 川上流域と同様に、河岸が切立った崖状の地形であり取水位の等高線上に導水路を設置することは施工上極めて困難である。XXX 川は右に大きく湾曲することから、右岸側をトンネルで水槽まで直線的に導水することで湾曲部をショートカットする効果が得られる。

### ③ 統合案の導水ルート

XX 川取水堰および XXX 取水堰から取水した河川水を導水路で合流し、1 箇所の発電所に導水する統合案のルートを検討した。以降に述べる発電所候補地点のうち、より高落差を得ることができる XXX 川右岸地点へのルートを選定した。

## (4) 発電所地点

### ① XX 川

XX 川上流域で、導水路の右岸および左岸ルートそれぞれに対し水圧管路を考慮すると、地形上発電所が設置可能な箇所は限られる。XX 川兩岸は崖状に切立っている区間が連続しており、当初計画#2 発電所計画地点以外に適地は無い。したがって、EL. 325m 付近の XX 川兩岸を発電所候補地とした。

### ② XXX 川

XXX 川取水堰からの導水ルートが右岸側に限られるため、発電所地点は XXX 川右岸となる。最大限落差を得る位置に発電所を設置したい一方で、XXNo. 1 の取水堰地点 A は XX 川と XXX 川の合流点近くに位置するため、この背水による影響を避けた発電所設置高にする必要がある。

地形図による机上検討および現地確認の結果、XX 川との合流点に向かう尾根上にペンストックを配置し、合流点の約 250m 上流の EL. 275m 付近に発電所を設置する計画とした。

## (5) XXNo. 2 レイアウト案の概要

XXNo. 2 発電所レイアウト案および概要をそれぞれ図、表 示す。



図 5-17 XXNo. 2 発電設備レイアウト案

表 5-14 XXNo. 2 レイアウト検討案概要

検討ケース		1	2	3	4
発電所		XX 川		XXX 川	
導水ルート		XX 川右岸	XX 川左岸	XXX 川右岸	XX 川左岸＋ XXX 川右岸
流域面積	km <sup>2</sup>				
取水位	EL. m				
放水位	EL. m				
総落差	m				
損失落差	m				
有効落差	m				
取水堰					
導水路延長	m				
ペンストック延長	m				

## 1-2-2. 最適発電計画の選定

### (1) 河川流量資料

XXNo. 1 発電所の検討と同様に、XX 川測水所地点河川流況図を流域換算して検討に使用した。



## (2) 概算工事費算定方法

XXNo. 1 発電所の検討と同様の方法で算定した。

## (3) 最適レイアウトの選定

表 に示した各検討ケースに対して同規模で開発した場合の概算工事費および年間発電電力量を算出し、kWh 当りの概算工事費が最も小さい案を最適レイアウトとして選定した。比較を行う際設定した使用水量は、XXNo. 1 発電所の検討と同様に、XX 川取水堰および XXX 川取水堰の河川流況図に対し、流量設備利用率が約 45%となる流量とした。

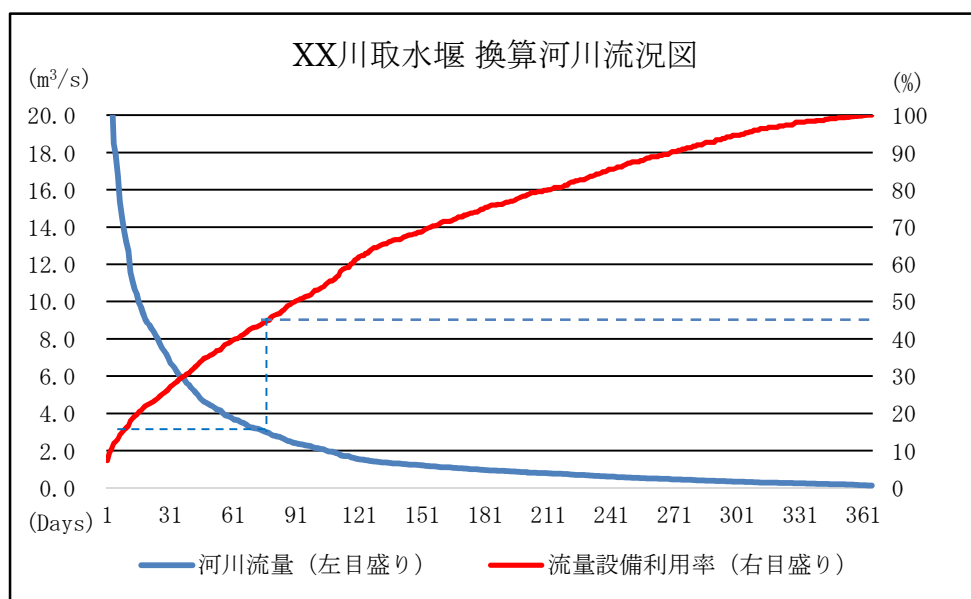


図 XX 川取水堰換算河川流況図

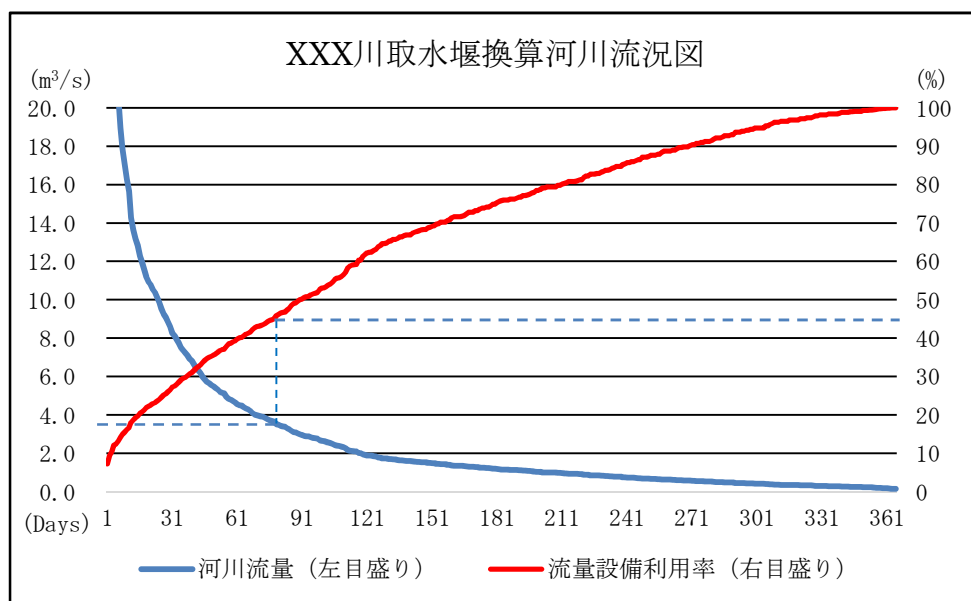


図 XXX 川取水堰換算河川流況図

比較の結果、XXNo. 2 を単独開発する場合は右岸案が左岸案より建設単価が安価となった。また、XXNo. 2 および No. 3 を双方開発する場合は、個別案件として 2 発電所を開発するより複合案として開発する方が安価となる結果となった。本調査では開発による発電規模を優先し双方開発案（検討ケース 4）を採用した。表 に各案の検討結果を示す。

表 XXNo. 2 最適レイアウト比較検討結果

検討ケース		1	2	3	4	【参考】
発電所		XX 川		XXX 川		XX 川、XXX 川 単独開発の場合
導水路ルート		XX 川右岸	XX 川左岸	XXX 川右岸	XX 川左岸＋ XXX 川右岸 統合案	
流域面積	km <sup>2</sup>					
取水位	EL. m					
放水位	EL. m					
総落差	m					
損失落差	m					
有効落差	m					
取水堰						
導水路延長	m					
ペンストック延長	m					
最大使用水量	m <sup>3</sup> /s					
流量設備利用率	%					
最大出力	kW					
年間発生電力量	MWh/y					
建設費	百万 <sup>円</sup>					
kWh 当り建設費	<sup>円</sup> /kWh					

### 1-2-3. 最適規模の検討

前項ケース 4（XX 川＋XXX 川統合案）に対して最適発電規模を求めるため、最大使用水量を変化させた場合の単位発電電力量あたりの概算工事費を算出した。その結果、最大使用水量  $Q_{\max}=5.6 \sim 7.6 \text{ m}^3/\text{s}$  付近が最も建設単価が安くなった。表 に検討結果を、図 に建設単価の推移図を示す。この範囲のうち、発電出力が大きい最大使用水量  $Q_{\max}=7.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最大出力 10,200kW のケースを最適規模として選定した。

表 XXNo. 2 発電所 最適発電規模の検討結果

検討ケース		1	2	3	4	5
最大使用水量	m <sup>3</sup> /s					
流量設備利用率	%					
最大出力	kW					
発電電力量	MWh					
建設費	百万 <sup>ペソ</sup>					
建設単価	<sup>ペソ</sup> /kWh					
選定ケース						

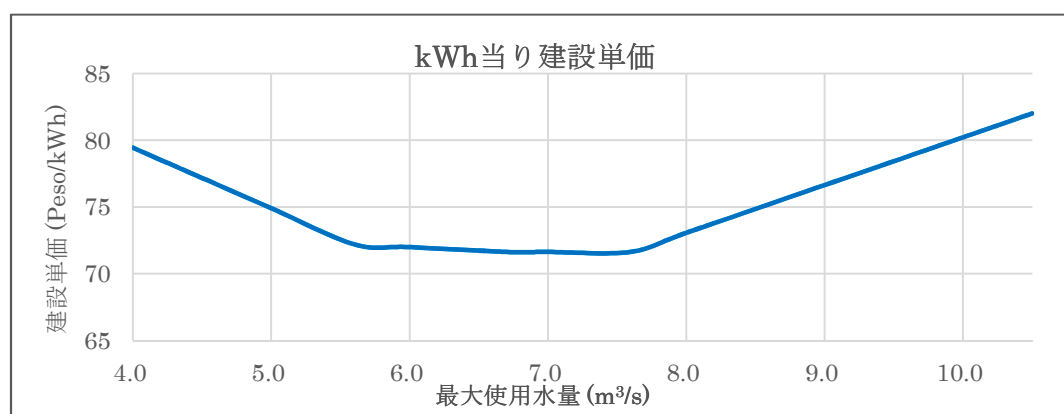


図 XXNo. 2 発電所 発電規模による建設単価推移

#### 1-2-4. 発電設備の基本設計

##### (1) 発電計画の概要

XXNo. 2 発電所の取水地点は、XX 川本流と、XX 川下流左岸へ合流する XXX 川の 2 地点とし、発電所地点は両河川の合流地点に近い XXX 川右岸に置く。

XX 川本流取水地点の流域面積は 35.2km<sup>2</sup>、取水位は EL. 440m である。最大取水量 3.4m<sup>3</sup>/s を左岸に取水後、延長約 3,112m の 1 号トンネルで XX 川左岸山中に導水する。

XXX 川取水地点の流域面積は 43.5km<sup>2</sup>、取水位は EL. 438m である。最大取水量 4.2m<sup>3</sup>/s を右岸に取水後、延長約 1,068m の 2 号トンネルで XXX 川右岸山中に導水し、1 号トンネルに合流させる。合流後、両河川に挟まれた尾根の EL. 435m 付近に設けるヘッドタンクまで延長約 1,456m の 3 号トンネルで導水し、XX 川と XXX 川の合流地点付近右岸に設ける発電所で約 162m の落差を得て発電し、XXX 川の EL. 273m に放水する計画である。

発電諸元を表 に、全体計画図を図 に示す。また、巻末に主要構造物の基本設計図を添付する。

表 XXNo. 2 発電所計画諸元

発電計画概要			
発電所名		XXNo. 2	
河川名	－	XX 川、XXX 川	
集水面積（取水堰地点）	km <sup>2</sup>	XX 川	: 35. 2
		XXX 川	: 43. 5
発電方式	－	流込み式	
取水位	EL. m	XX 川	: 440. 0
		XXX 川	: 438. 0
放水位	EL. m	273. 0	
総落差	m	167. 0	
損失落差	m	11. 5	
有効落差	m	155. 5	
最大使用水量	m <sup>3</sup> /s	7. 60	
		(XX 川取水堰 : 3. 40 )	
		(XXX 川取水堰 : 4. 20 )	
最大出力	kW	10, 200	
年間発電電力量	kWh	30, 823, 608	
設備概要			
取水堰		XX 川 タイプ：重力式 堤頂長：33. 0 高さ : 9. 0 幅 : 20. 0	XXX 川 タイプ：重力式 堤頂長：35. 0 高さ : 6. 0 幅 : 15. 0
取水口	m	XX 川 幅 : 4. 0 高さ : 2. 5	XXX 川 幅 : 5. 0 高さ : 2. 5
沈砂池	m	XX 川 幅 : 10. 0 延長 : 44. 0 水深 : 3. 5	XXX 川 幅 : 10. 0 延長 : 44. 0 水深 : 3. 5
導水路	m	【無圧トンネル】 幅：1. 9m 延長： ・ 1 号トンネル(XX 川取水堰 - 合流部) : 3112. 2 ・ 2 号トンネル(XXX 川取水堰 - 合流部) : 1068. 3 ・ 3 号トンネル(合流部 - ヘッドタンク) : 1456. 2	
水槽	m	タイプ：オープン 幅 : 10. 0 延長 : 50. 0 水深 : 2. 98	
水圧鉄管	m	タイプ：鉄管地上設置 管径 : φ1. 5 延長 : 417. 0	
発電所	m	タイプ：地上式 幅 : 19. 0 長さ : 30. 0 高さ : 地上 11. 7、地下 12. 0	

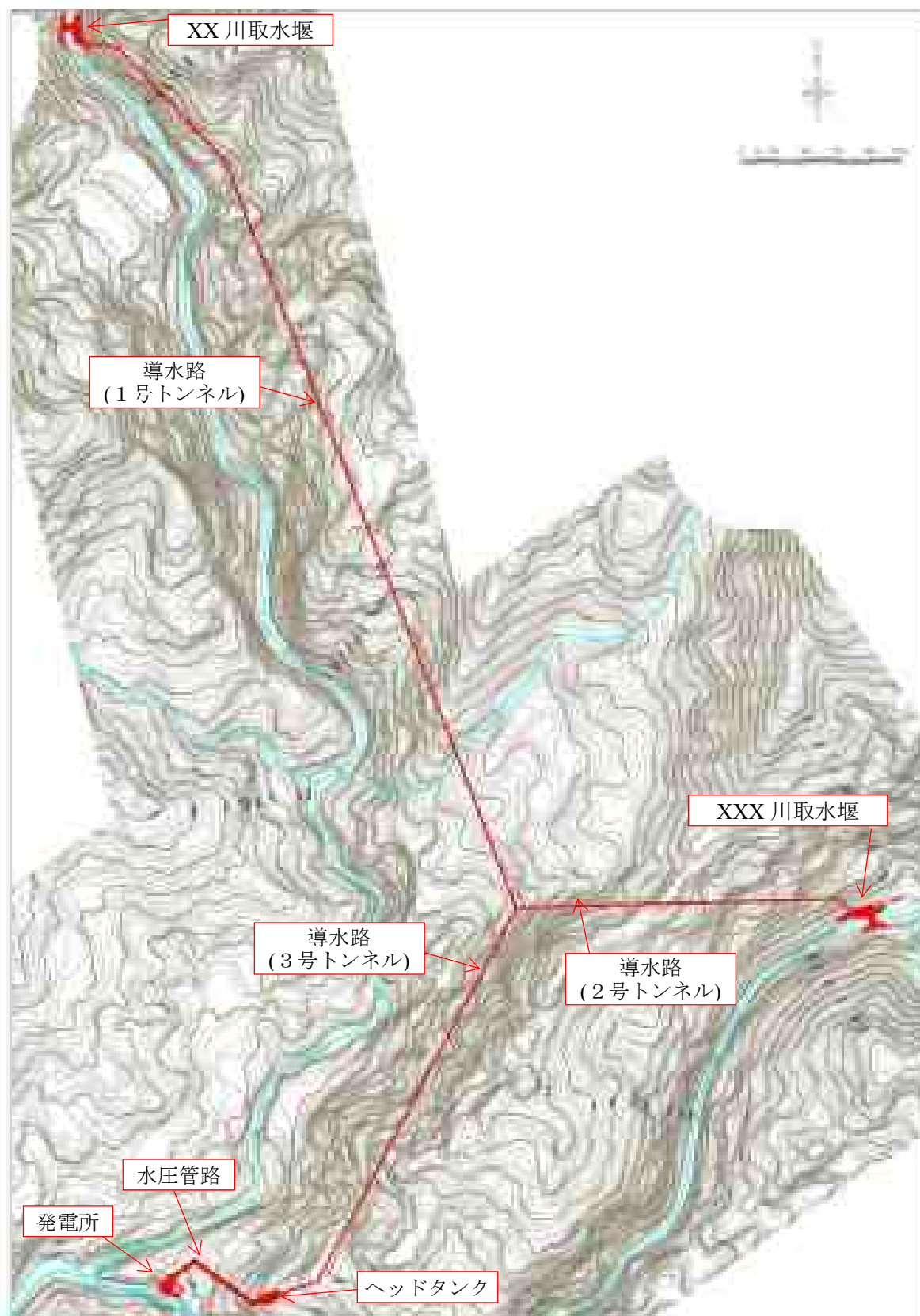


図 XXNo. 2 発電所全体計画図

## (2) XX 川取水設備

### 1) 取水堰

取水地点周辺は川幅が 40～50m 程度あり、半川締切り工法で取水施設を施工するには適当な川幅である。周辺の左岸斜面が約 45 度であり、山裾に幅約 15m の取水口・沈砂池を設置すると掘削量が膨大となるため、これらの構造物を河川敷内に約 10m 張り出すことで長大な斜面掘削を避けた。

取水堰上流左岸に隣接する取水口部までの取水堰全長は、排砂門部 5.4m と越流部 33.0m の合計 38.4m である。この堰天端（取水位 EL. 440.0m）に設計洪水量  $625\text{m}^3/\text{s}$  を越流させると越流水深が 4.5m となり、設計洪水位は EL. 444.5m となる。

取水堰高さは取水地点の河床位 EL. 433m に、岩盤線までの掘削深度を 2m と見込み 9.0m となる。上流面は垂直、下流面は 1:0.8 の勾配を持つ「重力式コンクリート堰」で、左岸に幅 3.0m ・高さ 4.0m ・巻上台天端 EL. 446.0m の鋼製排砂門 1 門を備える。排砂門の右岸隣に越流天端から下流河床水面まで幅 2.5m ・勾配 1:3 ・長さ 26.5m の魚道を備える。

### 2) 取水口

取水口は取水口前面の排砂庭 EL. 433.0m から 5.0m 高い敷高 EL. 438.0m から、取水深 2.0m で  $3.40\text{m}^3/\text{s}$  を取水するもので、流入幅 4.0m、長さ 13.59m である。前面には幅 4.0m ・高さ 3.0m ・勾配 1:0.3 ・ピッチ 45mm の鋼製スクリーン 1 面を備えている。コンクリートスラブ天端 EL. 441.0m のスクリーン台の下流には、幅 4.0m ・高さ 2.5m ・巻上台天端 EL. 446.0m の鋼製制水門 1 門を備える。制水門の背後には鉄筋コンクリートのカーテンウォールを張り、洪水時に河川水の沈砂池側への流入を防止する。

取水口は左岸斜面の大量掘削を避けるため、山裾から 10m 程度河川敷内に配置する。このため取水口基礎は玉石と貧配合コンクリートによる「人工岩盤」を打設した後、この上に鉄筋コンクリート構造物で構築することになる。

取水口の上流につながる左岸護岸は、洪水位 EL. 444.5m より 1.5m の余裕を見た EL. 446.0m を天端とする鉄筋コンクリート・バットレス擁壁で、延長 44m ・川側に勾配 1:0.4 を設ける。

### 3) 沈砂池

沈砂池は取水口から下流に直結して設け、敷高 EL. 438.0m の始点から EL. 435.0m まで高低差 3.0m ・敷勾配 1:9 とし、末端に幅 1.0m の排砂溝を持つ長さ 28.0m ・水槽幅 10.0m の沈殿槽である。沈殿槽下流端に敷高 EL. 438.8m まで高さ 3.8m の溺堤を設け、下流に続く 1 号トンネルの等流水深 1.21m を確保する。敷高 EL. 434.0m の排砂溝川側出口には、幅 1.0m ・高さ 1.5m の鋼製排砂門 1 門を設ける。

溺堤部と 1 号トンネル入口までの漸縮部 8.0m に天端 EL. 441.0m のコンクリートスラブを張り、上流端に幅 10.0m ・高さ 2.2m ・勾配 1:0.3 ・ピッチ 40mm の鋼製スクリーン 1 面を備える。

なおこの漸縮部周辺は基岩が無いので、玉石と貧配合コンクリートによる「人工岩盤」を打設した後、この上に鉄筋コンクリート構造物で構築することになる。

### (3) XXX 川取水設備

#### 1) 取水堰

取水地点周辺は川幅が 50～60m 程度あり、半川締切り工法で取水施設を施工するには十分な川幅である。周辺の右岸斜面が約 60 度であり、山裾に幅約 15m の取水口・沈砂池を配置すると掘削量が膨大となるため、これらの構造物を河川敷内に約 10m 程度張り出すことで、長大な斜面掘削を避けることとした。

取水堰は上流右岸に隣接する取水口部 15.5m を除き、排砂門部 5.4m と越流部 35.0m の全幅長 40.4m である。この堰天端（取水口部 EL. 438.0m）に設計洪水量  $515 \text{ m}^3/\text{s}$  を越流させると越流水深が 3.5m となり、設計洪水位は EL. 442.0m となる。

取水堰高さは取水地点の河床位 EL. 434m に、岩盤線までの掘削深度を 2m と見込み 6.0m となる。上流面は垂直、下流面は 1:0.8 の勾配を持つ「重力式コンクリート堰」で、右岸に幅 3.0m ・高さ 4.0m ・巻上台天端 EL. 444.0m の鋼製排砂門 1 門を備えており、排砂門の左岸隣に越流天端から下流河床水面まで幅 2.5m ・勾配 1:3 ・長さ 19.0m の魚道を備える。

#### 2) 取水口

取水口は取水口前面の排砂庭 EL. 434.0m より 2.0m 高い敷高 EL. 436.0m から、取水深 2.5m で  $4.20 \text{ m}^3/\text{s}$  を取水するもので、流入幅 5.0m ・長さ 17.85m である。前面には幅 5.0m ・高さ 3.0m ・勾配 1:0.3 ・ピッチ 45mm の鋼製スクリーン 1 面を備える。コンクリートスラブ天端 EL. 439.0m のスクリーン台の下流には、幅 5.0m ・高さ 2.5m ・巻上台天端 EL. 444.0m の鋼製制水門 1 門を備える。この制水門の背後には鉄筋コンクリートのカーテンウォールを張り、洪水時に河川水の沈砂池側への流入を防止する。

取水口は右岸斜面の大量掘削を避けるため、山裾から 10m 程度河川敷内に配置した。この周辺は基岩があるため「人工岩盤」の必要は無いと思われる。

また取水口の上流に繋がる右岸護岸は、洪水位 EL. 442.0m より 2.0m の余裕を見た EL. 444.0m を天端とする鉄筋コンクリート・持たれ擁壁で、延長 38m ・川側に 1:0.4 の勾配を設ける。

#### 3) 沈砂池

沈砂池は取水口から下流に直結して設け、敷高 EL. 436.0m の始点から EL. 433.0m まで高低差 3.0m ・敷勾配 1:9 とし、末端に幅 1.0m の排砂溝を持つ長さ 28.0m ・流入幅 10.0m の沈殿槽である。沈殿槽下流端に敷高 EL. 436.6m まで高さ 3.6m の溺堤を設け、下流に続く 2 号トンネルの等流水深 1.42m を確保する。敷高 EL. 432.0m の排砂溝川側出口には、幅 1.0m ・高さ 1.5m の鋼製排砂門 1 門を設ける。

溺堤部と 2 号トンネル入口までの漸縮部 8.0m に天端 EL. 439.0m のコンクリートスラブを張り、上流端に幅 10.0m ・高さ 2.4m ・勾配 1:0.3 ・ピッチ 40mm の鋼製スクリーン 1 面を備える。

またこの漸縮部周辺は基岩が無いので、玉石と貧配合コンクリートによる「人工岩盤」を打設した後、この上に鉄筋コンクリート構造物で構築することになる。

#### (4) 導水路

XXNo.2 発電所導水路はトンネルで計画した。小流量断面の水路トンネルは、一般的に上部半円・下部矩形の「幌型」断面が採用されており、本地点もコンクリート巻立ての幌型を採用する。寸

法は施工最少断面である内空幅 1.90m、高さ 2.30mとし、コンクリート巻厚は 0.20mの幌型断面とした。

- ① 1号トンネル：XX川取水地点から無名谷の合流点までの延長は3,112m。  
取水量 3.40 m<sup>3</sup>/s を敷勾配 1:1,000、等流水深 1.21m で流下させる。
- ② 2号トンネル：Managon川取水地点から無名谷の合流点までの延長は1,068m。  
取水量 4.20 m<sup>3</sup>/s を敷勾配 1:1,000、等流水深 1.42m で流下させる。
- ③ 3号トンネル：合流地点からヘッドタンクまでの延長は1,456m。  
両取水地点から合流後の最大使用水量 7.60m<sup>3</sup>/s を同一断面で施工するため、敷勾配を少し急な 1:600、等流水深 1.94m で流下させる。

これら3種トンネルの水理特性曲線図を、図 に示す。

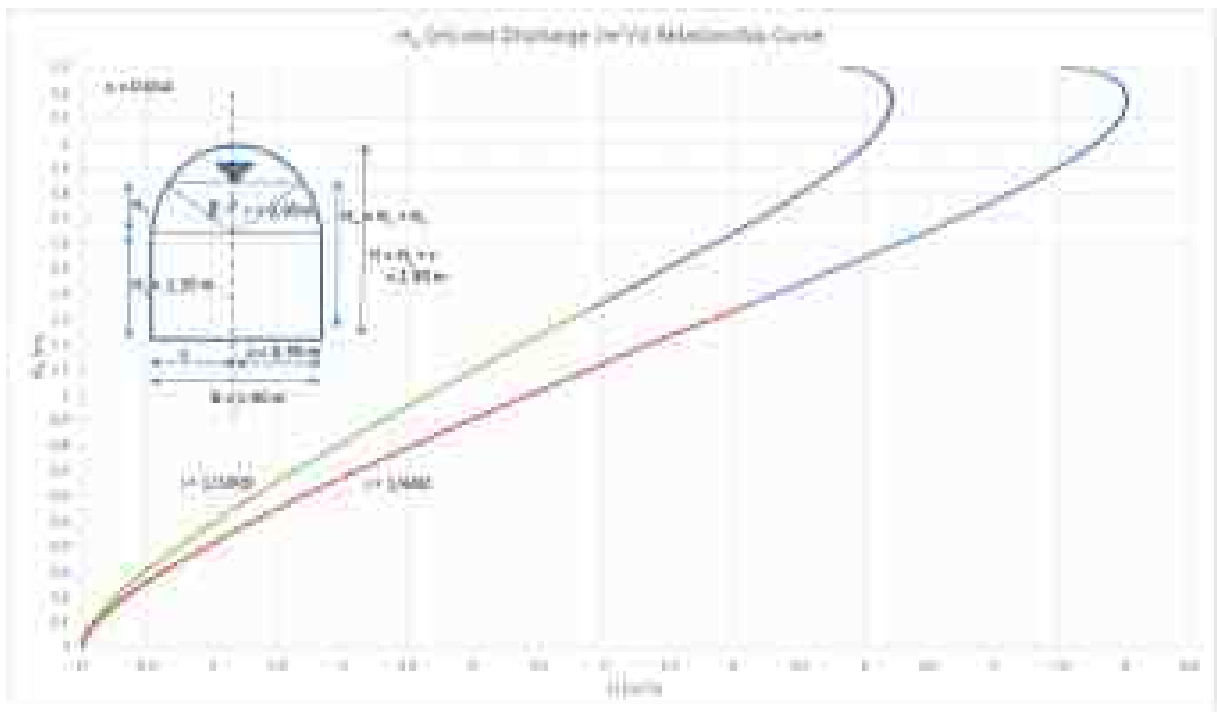


図 XXNo. 2 導水トンネル水理特性曲線

#### (5) ヘッドタンク

ヘッドタンクは、XX川取水地点から約4km下流で左岸から合流するXXX川に挟まれた尾根の先端山腹に置き、3号トンネル末端の敷高 EL. 432.52m を始点とする長さ 50.0m ・幅 10m の構造物である。

幅 1.9m のトンネル出口からヘッドタンク幅 10m に広げる長さ 6.0m の漸拡部で接続し、続く沈殿槽底面には敷高 EL. 432.52m から EL. 430.32m まで高低差 2m を下り勾配 1:17 の斜路を設ける。沈殿槽末端には幅 1m の排砂溝を設け、左側開口部に、幅 1.0m ・高さ 1.5m の鋼製排砂門 1 門から余水管呑口に排砂する。

排砂溝の下流で敷高 EL. 431.5m まで高さ 1m の溺堤を設ける。溺堤部には天端 435.5m のコンクリートスラブを張り、前面には幅 10.0m ・高さ 4.0m ・勾配 1:0.3 ・ピッチ 40mm の鋼製スクリ



ーン1面を備えており、溺堤部下流側は敷高 EL. 428. 25mまで掘り込み、内径φ1. 5mの水圧鉄管呑口になる。

ヘッドタンク左側壁には長さ 28. 0mの横越流堰を設け、余水を横越流にてヘッドタンク下流端に設置する内径φ1. 2mの余水鉄管を経て、発電所建屋横に置く減勢工まで導水する。

水位低下時にヘッドタンク末端の水圧管呑口に空気連行を起こさない最低水位（EL. 431. 50m）から越流堤天端高（EL. 434. 46m）までのヘッドタンク有効容量は、最大使用水量の約2分40秒間容量に該当する、約1, 237m<sup>3</sup>を確保している。

## (6) 水圧管路および余水路

水圧管路はヘッドタンクと発電所を結ぶ内径φ1. 5m・1条の水圧鉄管で、余水路は水圧鉄管の横に中心間隔2. 3mで据付けた内径φ1. 2m・1条の鉄管で、末端に衝撃型減勢工を発電所建屋の横隣りに置く構造とする。

これら管路は尾根の「馬の背」を通す線形を選び、始点から水平距離30mのIP-P2地点で右に、253mのIP-P5地点で左に、351mのIP-P7地点で左に曲げる大支台を置き、水平距離377. 5m・斜長417. 7mの水圧鉄管である。なお水圧鉄管の末端で、発電所建屋周壁上流8. 5m・斜長10. 07mのIP-P8地点で内径φ0. 9mにY分岐し、水車に結合させている。

大支台間には8～9m程度間隔でコンクリートの小支台を置き鉄管を支持し、大支台の直下流には伸縮管を置く。

## (7) 発電所および放水路

発電所地点はXX川とXXX川との合流点上流約250mで、上流約150mにある小滝からも離れており河床勾配が安定し川幅が広く、右岸側に比較的平地が広がっているので適地と判断した。

この地点の河床位 EL. 272. 5mから、放水位を EL. 273. 0mとし、発電所地点の設計洪水量575 m<sup>3</sup>/sを考慮して発電所整地面は EL. 280. 0mとした。

発電所は内寸法で長さ28. 0m・幅10. 5mで、水車中心高 EL. 275. 0mとする単機容量5, 100kWの縦軸フランシス水車2台を置き、発電した使用水量3. 80 m<sup>3</sup>/s/機は幅3. 0m・高さ5. 5m～1. 5m・長さ8. 5mの放水庭・放水路からXXX川に直接放水する。なお操作室は放水庭の上部に地階と地上階に配置した。

## (8) 水車発電機

### 1) 基本データ

水車発電機の選定にあたる基本発電データは以下の通りである。

表 XXNo. 2 発電所基本諸元

項目	XXNo. 2 発電所
取水位	EL. 440. 00m
水車中心	EL. 275. 00m
総落差 H	EL. 167. 00m
有効落差 He	155. 50m
最大使用水量 Q <sub>max</sub>	7. 6m <sup>3</sup> /s

## 2) 水車型式の選定

XXNo. 2 発電所も本計画の有効落差、最大使用水量から判断すると、発電機器の台数は1台または2台が考えられるが、XXNo. 1 発電所と同様に機器のトラブルや定期点検時、または河川の低流量時の発電稼働率向上のため、発電機器の台数を2台とした。

水車型式は、図 に基づき選定した。また、発電所の全体の掘削量を考慮して、立軸水車・発電機を適用した。

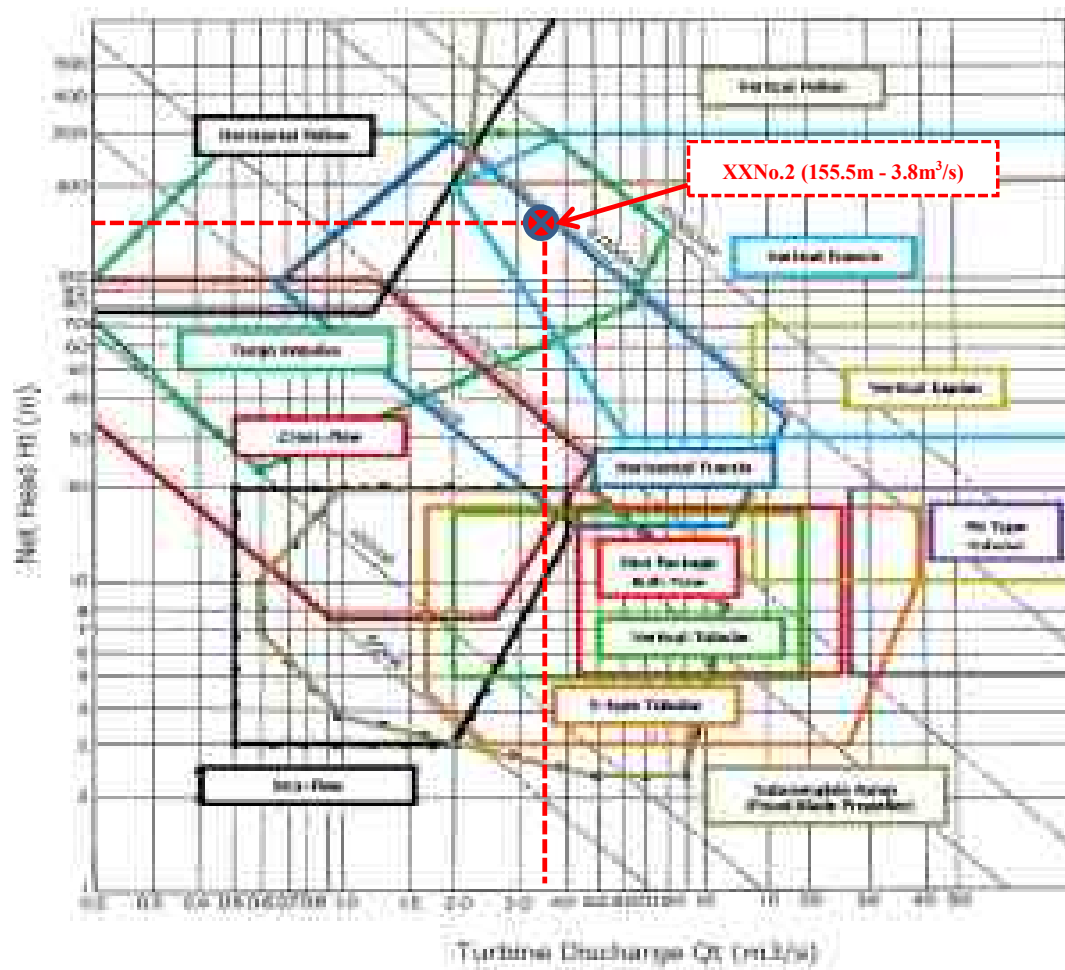


図 水車型式選定

出展：中小水力発電ガイドブック（新エネルギー財団）を基に調査団が編集

表 基本仕様、水車型式

項目	XXNo. 2 発電所
台数	2 台
有効落差	155.10m
最大流量（1 台あたり）	3.8m³/s
水車型式	立軸フランシス水車

### 3) 水車・発電機定格の決定

表 の水車基本仕様に基づき、XXNo.2 発電所の水車定格を以下の通りに決定した。

#### a) 水車出力 $P_t$

水車出力は以下の概略式で計算する。

$$\begin{aligned} P_t &= 9.8 \times Q_t \times H_e \times \eta_t \text{ [kW]} \\ &= 9.8 \times 3.8 \times 155.5 \times 0.925 \\ &= 5,357 \text{ [kW]} \rightarrow 5,350 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

ここに、 $Q_t = 3.8 \text{ [m}^3/\text{s]}$  (1 台あたりの流量)

$H_e = 155.5 \text{ [m]}$  (有効落差)

$\eta_t = 0.925$  (100%出力時の水車効率の想定値)

#### b) 定格回転速度 $N$

水車は水車出力( $P_t$ )、有効落差( $H_e$ )、回転速度( $N$ ) の関係式である比速度  $n_s$  で整理される。

$$n_s = N \cdot \frac{\sqrt{P_t}}{H_e^{1.25}} \text{ [m-kW]}$$

$$N = n_s \cdot \frac{H_e^{1.25}}{\sqrt{P_t}} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

ここに、 $Q_t = 3.8 \text{ [m}^3/\text{s]}$  (1 台あたりの流量)

$H_e = 155.5 \text{ [m]}$  (有効落差)

$P_t = 5,350 \text{ [kW]}$  (水車最大出力)

また、フランス水車に関しては、有効落差から下記の電気企画調査会 (Japanese Electrotechnical Committee、以下「JEC」) 基準に記載の経験式で比速度の目安となる。

$$n_s \leq \frac{23,000}{H_e + 30} + 40 \text{ [m-kW]}$$

$$n_s \leq \frac{23,000}{155.5 + 30} + 40 = 164.0 \text{ [m-kW]}$$

フィリピンで適用される周波数である 60Hz における、水車発電機の同期回転速度  $N$  と比速度  $n_s$  の関係を表 に示す。

表 同期回転速度と水車比速度の関係

同期回転速度 $N \text{ [min}^{-1}\text{]}$	発電機極数 $p$	水車比速度 $n_s \text{ [m-kW]}$
900	8	119.9
720	10	95.9
600	12	79.9

発電機器は回転速度を上げることによりサイズを小さくでき、経済的である。また水車比速度の目安  $ns \leq 164.0m-kw$  となるので、定格回転速度Nは  $900min^{-1}$  の採用も可能であるが、フランス水車の場合は回転速度を高くすることにより水車設置位置(吸出し高さ)を確保する必要があり、下記に述べる水車設置位置の検討結果を踏まえて、定格回転速度Nは  $720min^{-1}$  が最適と考えられる。

c) 水車設置位置

反動水車に分類されるフランス水車は、キャビテーション対策として運転時の放水路水位に対して十分な吸出し高さ(運転時の最低放水路水位に対する水車中心位置)を考慮・検討する必要がある。回転速度を高くすると発電機器はコンパクトになり経済的であるが、逆に吸出し高さが小さくなり発電所の掘削量も増加する場合もあるため、表 に基づき、XXNo. 2 発電所では吸出し高さ  $H_s=2.0m$  して、EL. 275. 0mを水車中心(水車設置位置)とした。

表 回転速度と吸出し高さの関係

定格回転速度 N[ $min^{-1}$ ]	吸出し高さ $H_s[m]$
900	-0.5 ~ -1.0
720	2.0 ~ 2.5
600	3.5 ~ 4.0

d) 発電機出力  $P_g$

発電機出力は以下の概略式で決定した。

$$\begin{aligned}
 P_g &= \frac{P_t \cdot \eta_g}{pf} \quad [kVA] \\
 &= \frac{5,350 \cdot 0.96}{0.80} \\
 &= 6,420[kVA] \rightarrow 6,450[kVA]
 \end{aligned}$$

ここに、  $P_t=5,350[kW]$  (水車最大出力)  
 $\eta_g=0.96$  (100%出力時の発電機効率の想定値)  
 $pf=0.80$  (発電機力率)

e) 発電機定格電圧

日本電気学会 (The Institute of Electrical Engineers Japan、以下「IEEJ」) の報告書を参考に、発電機出力と定格電圧の関係を図 に示す。

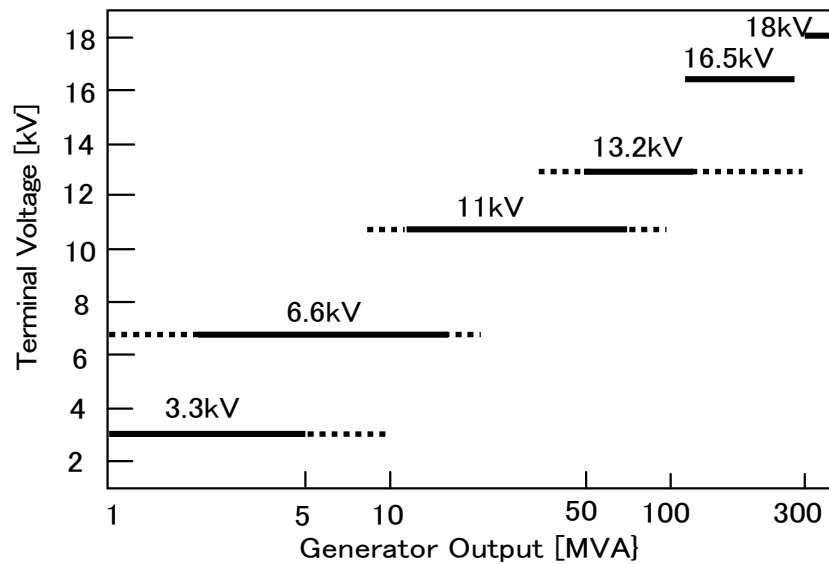


図 発電機出力と定格電圧の関係

出展：IEEJ

10MVA 以下の発電機では一般的に 3.3kV または 6.6kV の定格電圧を採用されている。XXNo.1 発電所では、なるべく定格電圧を大きくすることにより発電機のロスの低減、主変圧器をコンパクトにできるため、6.6kV の発電機定格電圧を採用する。

#### f) 発電設備仕様・構成

水車ならびに主要付帯機械設備、発電機ならびに主要付帯電気設備の仕様の仕様・構成、については、それぞれ表、表 に示す。

表 水車ならびに主要付帯機械設備の仕様・構成

No.	機器名	仕 様	備 考
(1)	水車		
	・ 水車型式	立軸フランシス水車	
	・ 有効落差	155.5m	
	・ 最大流量	3.8m <sup>3</sup> /s	1 台あたり
	・ 最大出力	5,350kW	1 台あたり
	・ 定格回転速度	720min <sup>-1</sup>	
	・ 水車比速度	96.1m-kW	
(2)	水車入口弁		
	・ 入口弁型式	複葉弁	
	・ 口径	900 ～800mm	
	・ 操作方式	油圧操作	ゲイトベーン操作と共用
(3)	調速機システム		
	・ 調速機型式	デジタル式	
	・ 操作方式	アキュムレータ方式圧油操作	ゲイトベーン/入口弁操作用
(4)	主給水システム	給水ポンプ方式	発電機器冷却用
(5)	発電所内天井クレーン		

表 発電機ならびに主要付帯電気設備の仕様・構成

No.	機器名	仕 様	備 考
(1)	発電機		
	・ 発電機型式	立軸同期発電機	
	・ 定格出力	6,450kVA	1 台あたり
	・ 力率	0.80	
	・ 定格電圧	6.6kV	
	・ 周波数	60Hz	
	・ 定格回転速度	720min <sup>-1</sup>	
(2)	励磁装置	ブラシレス	
(3)	中性点接地装置		
(4)	制御・保護システム		
(5)	所内電源設備		バッテリー設備、ディーゼル 発電設備含む
(6)	主変圧器		
	・ 主変圧器型式	屋外空冷式	
	・ 定格容量	6,450kVA	1 台あたり
	・ 定格電圧	6.6/13.2kV	
	・ 周波数	60Hz	
(7)	屋外開閉設備		

g) 単線結線図

発電所の主要電力設備の構成は、13.2kV の母線を中心に 1 号発電機、2 号発電機及び、所内電源用変圧器、送電線が接続された金属閉鎖形スイッチギアを採用する。主要電力設備

構成を単線結線図にして図 1-2-5 に示す。

発電機が発電した電力は、直列に接続された主変圧器で昇圧し、遮断器を挟んで母線に接続、送電線に送電される。また、その一部は所内電源変圧器により降圧され、発電所内で使う電力を供給する。一方、発電機が停止している場合は、送電線から母線を経由して電力を受け入れ、発電所内の電力を賄う。発電機も送電線も停止した場合は、非常用のディーゼル発電機が発電所内で使う電力を供給する。

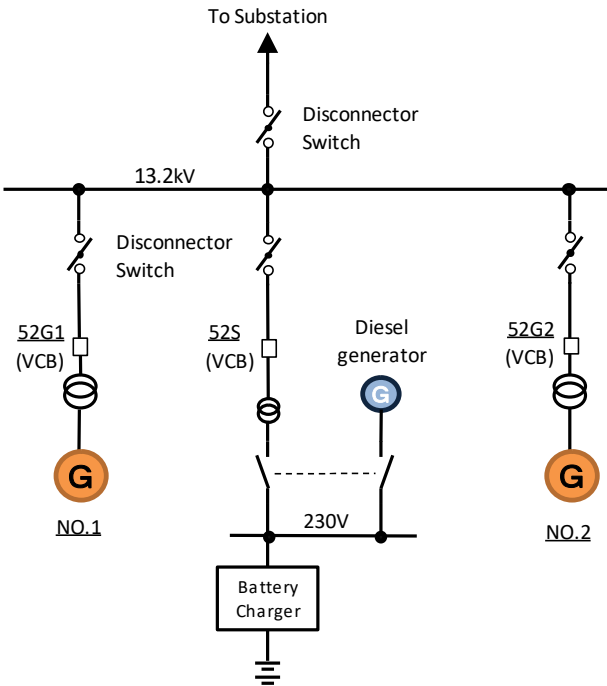


図 1-2-5 単線結線図

#### 1-2-5. 最大出力および発電電力量の算定

発電設備の基本設計の結果得られた発電諸元、および XXNo. 2 発電所取水堰地点の河川流況を用いて最大出力および年間発電電力量計算を行った。その結果、発電出力 10, 200kW、年間発電電力量 30, 824MWh となった。水車、発電機、ならびに変圧器効率を表 1-2-6 に、代表流量における発電出力を表 1-2-7 に示す。

表 1-2-6 水車・発電機・変圧器効率

最大使用水量比	%	100	90	80	70	60	50	40	36
単機流量	m <sup>3</sup> /s	3. 80	3. 42	3. 04	2. 66	2. 28	1. 90	1. 52	1. 37
水車効率 $\eta_g$	%	92. 5	91. 8	90. 3	88. 0	85. 3	82. 5	78. 8	77. 0
発電機効率 $\eta_t$	%	96. 8	96. 5	96. 3	96. 0	95. 4	94. 5	93. 1	92. 6
変圧器効率 $\eta_{tr}$	%	99. 0							

表 代表流量時における発電出力

	ワワ川取水堰	マナゴン川取水堰	使用水量 (m <sup>3</sup> /s)*		水車効率 $\eta_g$		発電機効率 $\eta_t$		変圧器効率 $\eta_{tr}$		出力 (kW)	
	河川流量	河川流量	水車#1	水車#2	水車#1	水車#2	水車#1	水車#2	水車#1	水車#2	水車#1	水車#2
最小流量	21.95	27.12	3.80	3.80	0.925	0.925	0.968	0.968	0.99	0.99	5133.0	5133.0
10	4.78	5.91	3.80	3.80	0.925	0.925	0.968	0.968	0.99	0.99	5133.0	5133.0
20	2.73	3.38	3.80	2.11	0.925	0.841	0.968	0.952	0.99	0.99	5133.0	2549.0
30	1.74	2.15	3.69	0.00	0.924	0.000	0.967	0.000	0.99	0.99	4974.0	0.0
40	1.25	1.54	2.59	0.00	0.875	0.000	0.959	0.000	0.99	0.99	3279.0	0.0
50	0.99	1.22	2.01	0.00	0.832	0.000	0.950	0.000	0.99	0.99	2397.0	0.0
60	0.81	1.00	1.61	0.00	0.797	0.000	0.934	0.000	0.99	0.99	1808.0	0.0
70	0.63	0.78	1.21	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.99	0.99	0.0	0.0
80	0.50	0.62	0.92	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.99	0.99	0.0	0.0
90	0.39	0.49	0.68	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.99	0.99	0.0	0.0
100	0.28	0.35	0.43	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.99	0.99	0.0	0.0
*: 河川流量から維持放流量0.1m <sup>3</sup> /sを控除している									$\Sigma P_{356days}$		919,499	364,818
									年間発電電力量 $\Sigma E_{356days}$ (kWh)		30,823,608	

### 1-3. 概算工事費の算定

本計画の概算工事費は、発電設備の基本設計により決定した各構造物の仕様および工事数量に基づき算出した。工事費算定に用いた土木工事の各施工単価は、NNN 州で EPCC 社が現在建設中のアシガ小水力発電プロジェクトの設計時工事費積算資料を基に、物価上昇を考慮した値を用いた。また、水力発電機器は日本製機器の導入を想定しているため、日本メーカーからの見積価格を使用した。以下に XXNo. 1 および No. 2 各発電所の概算工事費内訳表を示す。

表 5-26 XXNo. 1 発電所概算工事費内訳表



## 1-4. 送電計画

### 1-4-1. サイトの状況

#### (1) XX 川小水力発電所と近隣の電力設備

XX 川小水力発電所は、SSS 州と NNN 州の境界付近の SSS 州に位置することから、SSS 州配電組合（SSS）と NNN 州配電組合（NNN）のローカル系統および、その上位系統である送電公社の電力設備を調査した。

#### (2) SSS 州と NNN 州の電力系統

電力系統は、NGCP が所有管理する系統と、州ごとに設立されている配電組合が所有管理する系統に区分されており、SSS 州では SSS 州電化組合、NNN 州では NNN 州電化組合である。電圧は、基幹送電電圧 138kV、ローカル送電電圧 69kV、配電電圧 13.2kV の 3 階層である。基幹系統とローカル系統は連系変電所で連系されている。

#### (3) BBB 変電所

BBB 変電所は SSS 州 BBB 市にあり、XX 川小水力発電所から南方向に直線で約 30.0km の位置にある SSS の配電用変電所である。

NGCP ブト変電所から NGCP 69kV ブト・BBB 線を使用して受電、10MVA の変圧器 1 台が接続されている。一次側母線は無く、二次側は 13.2kV の母線があり、Sibagat、Esperanza、Sun Francisco の各配電線に配電している。なお、Sun Francisco 配電線は、Sun Francisco 変電所につながっており、途中の Prosperidad 付近で解放されている。

### 1-4-2. 送電電圧の選定

電圧は、基幹送電電圧 138kV、ローカル送電電圧 69kV、配電電圧 13.2kV の 3 階層である。

XX 川小水力発電所の送電電圧を選定するにあたり、XXNo.1 発電所単独の建設、XXNo.2 発電所単独の建設、両発電所建設の 3 つのパターンについて検討する。

なお、以下、発電設備を電力系統と連携する送電線を電源線と呼ぶ。

#### (1) 基本データ

本項で使用了基本データは以下のとおり。

XXNo.1 発電所 出力： 2.6[MW]

XXNo.2 発電所 出力： 10.2[MW]

公称配電線電圧               ： 13.2[kV]

公称送電線電圧             ： 69.0[kV]

#### (2) 基本計算式

電流の計算

$$\text{電流} \quad I = P / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta)$$

P    : 送電電力（発電電力）[kW]

V    : 電源線電圧（公称値）[kV]

$\cos \theta$  : 力率、ここでは 0.9 とする

### (3) 検討に使う電線の仕様

検討するにあたり、使用する電線の仕様は、NGCP、NNN、SSS で多く使用されている ACSR (ALUMINUM CONDUCTORS STEEL REINFORCED：鋼心アルミ撚り線) とする。

#### ACSR 1/0 の仕様 (タギボ配電線の例：NNN へのヒアリングから)

素線	: アルミ 6 本/スチール 1 本
直径	: 10.11 [mm]
公称断面積	: 62.44 [mm <sup>2</sup> ]
許容電流	: 242 [A]
最大抵抗値	: 0.5343 [Ω/km]

#### ACSR 336.4 の仕様 (送電線、ブト・BBB 線の例：SSS へのヒアリングから)

素線	: アルミ 26 本/スチール 7 本
直径	: 18.31 [mm]
公称断面積	: 198.44 [mm <sup>2</sup> ]
許容電流	: 529 [A]
最大抵抗値	: 0.1693 [Ω/km]

出典：許容電流値は、southwire company の、その他の値は Midal Cable company のホームページから引用

### (4) 送電電流による評価

電線に電流を流すと電線の内部抵抗と電流の 2 乗に比例して発熱する。電線は熱が加わると伸びるので、たわみ量が増し人体への感電や、樹木への接触による地絡事故のリスクが発生する。さらに高温になると、機械的強度の低下し断線する恐れが出てくるので、電流の許容値を設けている。電線のスペック表に示される許容電流は、大気温度 25℃において、電線が 75℃になる時の電流としている。フィリピンの気候を考慮し、安全率（余裕率）を 2 として評価する。

表 送電電流による評価

		XXNo. 1 発電所 単独		XXNo. 2 発電所 単独		XXNo. 1+No. 2 発電所 総合	
		13.2	69.0	13.2	69.0	13.2	69.0
送電電圧: V[kV]		13.2	69.0	13.2	69.0	13.2	69.0
送電電力: P[MW]		2.6		10.2		12.8	
電流計算: I[A]		131	25	496	95	627	120
安全率を加味した電流: I[A]		262	50	992	190	1254	240
評価	ACSR 1/0 を使用 許容電流 242[A]	△	○	×	○	×	○
	ACSR 336.4 を使用 許容電流 529[A]	○	○	×	○	×	○

XXNo. 1 発電所単独送電時の電源線は、電圧 13.2kV の配電線に接続することが可能であるが、XXNo. 2 発電所単独及び、XXNo. 1 と XXNo. 2 の発電所を合わせて送電する場合の電源線は、配電線に接続することは不可能である。

#### (5) 配電用変電所の消費電力による評価

電気的特性上、供給する電力量と消費する電力量は、同時・同量でなければならない。消費量はお客様の都合で変化するので、同時・同量を保つには供給量を変化させなければならない。供給量は発電量であるので、発電電力が消費電力より多い時は出力抑制を受けることになる。配電用変電所の消費電力は、NNN、SSS 両社に行ったヒアリングでは、NNN のアン変電所で平均 8.8MW、最少 7.15MW、SSS の BBB 変電所で平均 6MW である。

表 配電用変電所の消費電力による評価

		XXNo. 1 発電所 単独	XXNo. 2 発電所 単独	XXNo. 1+No. 2 発電所 総合
送電電力:P[MW]		2.6	10.2	12.8
評価	アン変電所に接続：消費電力 7.15[MW]	○	×	×
	BBB 変電所に接続： 消費電力 6[MW]	○	×	×

XXNo. 1 発電所単独送電時は、BBB 変電所、アン変電所とも消費電力以下であるので出力制御を受けることはないが、XXNo. 2 発電所単独及び、XXNo. 1 と XXNo. 2 の発電所を合わせて送電する場合は、出力抑制を受けることになる。このため、配電用変電所の 2 次側母線に接続することは不可能である。

#### (6) 総合評価

表 総合評価

		XXNo. 1 発電所 単独	XXNo. 2 発電所 単独	XXNo. 1+No. 2 発電所 総合
送電電力:P[MW]		2.6	10.2	12.8
送電電圧:V[kV]		13.2	69.0	69.0
電流計算:I[A]		131	95	120
安全率を加味した電流:I[A]		262	190	240
電線種別とサイズ		ACSR 1/0 を使用 許容電流 242[A]	ACSR 1/0 を使用 許容電流 242[A]	ACSR 1/0 を使用 許容電流 242[A]

XXNo. 1 発電所単独送電時は、送電電圧 13.2kV で、BBB 変電所、アン変電所に送電可能である。XXNo. 2 発電所単独及び、XXNo. 1 と XXNo. 2 の発電所を合わせて送電する場合は、両変電所とも変電所内で消費しきれないので、電圧を 69.0kV とし送電線に接続する。接続地点は、BBB 変電所、アン変電所の一次側または、送電線の途中に T 分岐接続する。

## (7) 参考(送電損失)

参考までに、XXNo.1 と XXNo.2 の発電所を合わせて送電する場合、配電線電圧（13.2kV）で送電するケースと、送電線電圧（69.0kV）で送電するケースの送電ロスを計算してみた。送電ロスの計算は次式で表す。

### 1) 送電ロスの計算式

$$\text{送電ロス } p = I^2 r$$

p : 送電ロス[kW]

I : 電流[A]

r : 電線の抵抗[Ω]

### 2) 送電電流

前項で計算した送電電流を引用

配電線電圧で送電した場合：617.2[A]

送電線電圧で送電した場合：118.1[A]

### 3) 電線の抵抗

電線の抵抗は、電線スペック表から引用

$$\text{ACSR } 1/0.0.217[\Omega/1,000\text{ft}] = 0.71194[\Omega/\text{km}]$$

$$0.3048[\text{m/ft}] \rightarrow 3.28084[\text{ft/m}]$$

### 4) 単位送電ロス（1km あたりの送電ロス）

$$\text{配電線電圧で送電した場合：} p = 617.2^2 * 0.71194 / 10^3 = 271.203[\text{kW/km}]$$

$$\text{送電線電圧で送電した場合：} p = 118.1^2 * 0.71194 / 10^3 = 9.93[\text{kW/km}]$$

配電線電圧で送電した場合のロスは、送電線電圧で送電した場合の約 **27 倍**になる。

### 5) 送電距離を 20km と仮定すると、

$$\text{配電線電圧で送電した場合の送電ロス：} p = 271.203 * 20 \div 5,400[\text{kW}]$$

$$\text{送電線電圧で送電した場合の送電ロス：} p = 9.93 * 20 \div 200[\text{kW}]$$

## 1-4-3. 電源線接続ポイントの選定

### (1) 電源線接続ポイントについて SSS への相談

XX 川小水力発電所 12.8MW を SSS の電力系統に接続する相談をしたところ、

- XX 川小水力発電所に近い変電所は、BBB 変電所だが、この変電所では 12.8MW を消費できない。接続した場合、出力抑制になる。
- 69kV ブト・BBB 送電線に接続する場合、送電線は NGCP の所有物なので、NGCP に相談すること。
- SSS の電力系統に接続するには、San 変電所に接続することになるので、長距離の電源線を敷設する必要がある。

と、回答を受けた。

## (2) 電源線接続ポイントについて NGCP への相談

SSS のアドバイスを受けて、NGCP に相談した。

- 69kV ブト・BBB 送電線に、XX 川小水力発電所 12.8MW の電源線を接続することは問題無い。T 分岐接続で可能。
- 69kV ブト・サン送電線に接続することに関しては、送電線の所有者が NNN であることから NNN に相談すること。

と、回答を受けた。

## (3) 電源線ルートを選定の一般事項

電源線ルートを選定にあたっては、樹木の接触による線路地絡→送電線停電→発電停止となるトラブルを防止するため、建設時には樹木の接近もしくはその恐れがなく、かつ倒木の懸念がないルートを選定するとともに、建設後には送電線の巡視と樹木の伐採の容易性を考慮して、車が通行できるルートを選定することが重要である。

車が通行できるルートは2通りあり、一つは SSS 州シバ市へのルート、もう一つは、NNN 州ブト市アン地区へのルートである。道路事情が良いのはアン地区からのルートである。

## (4) 電源線ルートを選定

XX 川小水力発電所 12.8MW の電源線は、次の2通りが考えられる。

【案-1】69kV ブト・BBB 送電線にパンフィリピンハイウェイの XX 橋付近で、XX 川小水力発電所の電源線を T 分岐接続する。

電源線ルート、接続ポイントを、図 に示す。

XXNo.2 小水力発電所から、69kV ブト・BBB 送電線までの距離は、約 40km である。ただし、地図が不鮮明なため、一部区間が正確な距離になっていない箇所がある。

この案の特徴は次のとおりである。

- XX 川小水力発電所の発電した電力を SSS 州 BBB エリアで優先的に消費し、余った電力をブトエリアに送電する。
- 電源線接続時には、69kV ブト・BBB 送電線を停止することが必要になり、BBB 変電所が停電し、Sibagat、Esperanza、Sun Francisco の各配電線が停電する。

【案-2】69kV ブト・サン送電線にパンフィリピンハイウェイのタギボ橋の南側付近で、XX 小水力発電所の電源線を T 分岐接続する。

電源線ルート、接続ポイントを、図 に示す。

XXNo.2 小水力発電所から、ブト・サン送電線までは約 30km である。

この案の特徴は、

- XX 川小水力発電所で発電した電力を NNN 州ブト市エリアで消費する。

- 69kV ブト・サン送電線は、既にアン変電所のためにT分岐接続を実施している。さらにXX 小水力発電所の電源線をT分岐することにより、同送電線は4端子構成になる。送電線保護が複雑になるのでNNNに確認する必要がある。
- また、本電源線接続時には、69kV ブト・サン送電線を停止することが必要になり、アン変電所が停電する。このため、LASNIEVES、TAGUIBO、ALPHA 並びに、LIMA の4配電線が停電する。

#### 1-4-4. 懸念事項

- 発電所の所在地が SSS 州であり、接続地点が NNN 州となった場合、行政区が異なることの影響を考慮する必要がある。
- 接続点案-1、接続点案-2 とも、配電用変電所で消費しきれなかった電力は、ブト地区に送電することになることの影響を考慮する必要がある。

表 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a)環境アセスメント報告書（EIA レポート）等は作成済みか。 (b)EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c)EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d)上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a)現在準備中である。 (b)EIA レポートはまだ DENR へは提出されていない。 (c)FPIC を実施する必要がある。 (d)プロジェクト予定地は CFBM エリアに該当することから、事業の進捗に併せて許認可を得る。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a)プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b)住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)Y	(a)2014 年 7 月 31 日にステークホルダーミーティングを実施し、事業の説明及び意見聴取を行った。今後も FPIC プロセスを実施する中で、事業の説明や、政府機関である NCIP より用地取得や補償に関する説明が行われる予定ある。 (b)ステークホルダーミーティングの結果も同様にプロジェクトに反映させている。
	(3)代替案の検討	(a)プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a)Y	(a)導水路のルートについて、地盤及び社会面の項目について検討されている。
2 汚染対策	(1)水質	(a)ダム湖/貯水池の水質は当該国の環境基準等と整合するか。動植物プランクトンの異常発生する恐れはあるか。 (b)放流水の水質は当該国の環境基準等と整合するか。 (c)試験湛水前の樹木の伐採などダム湖/貯水池の水質悪化防止のための対策が計画されるか。 (d)下流の河川流量が低下することで、水質が悪化し、環境基準を下回る区間が生じるか。 (e)ダム湖/貯水池の底部からの放水（通常表面水より水温が低い）による下流域への影響を考慮した計画か。	(a)N/A (b)N/A (c)N (d)N (e)N/A	(a)本プロジェクトは流れ込み式の水力発電であり、ダム湖/貯水池は作られず、放流水の水質が変化することはない。 (b)本プロジェクトは流れ込み式の水力発電であり、ダム湖/貯水池は作られない。 (c)(d)下流における維持流量は確保されるため、河川流量の著しい低下、水質の悪化は生じない。 (e)本プロジェクトは流れ込み式の水力発電であるため貯水池は作られない。
	(2)廃棄物	(a)掘削により発生した土砂は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a)適切な廃棄物処分場の確保と適切な廃棄物処理により影響は最小限に抑えられる。
3 自然環境	(1)保護区	(a)サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N/Y	(a)現在、プロジェクト予定地は保護区内に位置していないが、シバガット町はプロジェクト予定地を含む XX 川流域全体を「XX 川流域保護区」となるよう申請手続きを行っており、2016 年中には申請がとおり、保護区として指定される可能性がある。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
	(2) 生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 下流域の水生生物、動植物及び生態系への悪影響はあるか。生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) ダム等の構造物により遡河性魚類（サケ、マス、ウナギ等、産卵のため河川と海の間を移動する種）の移動を妨げる恐れはあるか。これらの種への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）は含まれないが、現在、シバガット町はサイトを含む周辺地域を保護区とするよう申請を始めている。 (b) サイト内において、貴重種が確認されているが、改良面積を最小限にし、また周辺には同様の環境が広がっていることから、影響は軽微であると考えられる。 (c) 工事中は河川内で作業をすることから、一時的な水質汚濁が懸念されるが、定期的に水質が計られ確認される。また、供用後は、環境維持流量は確保されるため、影響は生じない。 (d) 取水堰には魚道を設置する計画であることから、遡河性魚類への影響は低減される。
	(3) 水象	(a) 堰等の構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか（特に流れ込み式水力発電の場合）。	(a) N	(a) 取水口から発電所区間における流量の減少はみられるが、環境維持流量は確保される。表流水は地下水から流れ出ているものではないことから、地下水に影響は生じない。
	(4) 地形・地質	(a) ダム湖による土砂等の捕捉により、下流域への土砂流入量が減少し、河床低下、土壌侵食等が生じるか。また、ダム湖への土砂の堆積による貯水池の容量減少、上流域の河床上昇、土壌堆積が生じるか。これらの可能性について調査され、必要な対策が講じられるか。 (b) プロジェクトにより計画地周辺の地形・地質構造が大規模に変化するかどうか（特に流れ込み式水力発電）。	(a) N/A (b) N	(a) 本プロジェクトは流れ込み式の水力発電であり、ダム湖/貯水池は作られない。 (b) 水槽、導水路等の建設による小規模な改変は生じるが、地形・地質構造が大規模に変化することはない。
	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社	(a) Y (b) N (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y	(a) XXNo. 1 の導水路の建設により 2 軒の非自発的住民移転が発生する。当初、導水路は XX 川の右岸を予定していたが、十数件の住民移転が発生することから、比較検討により影響が最小限となるようルート選定を行った。 (b) 今後実施される用地取得に関するコンサルテーションの中で説明がなされる。 (c) P 国国内法に従い、プロジェクトの実施前に社会環境調査が実施され、計画が立てられる。 (d) 事業者は事業の実施前に、先住民との合意に基づき、補償を行う。 (e) FPIC プロセスの中で協議され、MOA として文書で作成される。



分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		<p>会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>		<p>(f) P 国国内法に従い、プロジェクトの実施前に社会的弱者に配慮された計画が立てられる。</p> <p>(g) FPIC プロセスの中で協議され合意が得られる。</p> <p>(h) NICP 立会いのもと FPIC プロセスの中で協議され、影響住民からの事前合意が得られ、事業者は合意に基づいて十分な対等を取らなくてはならない。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されている。</p> <p>(j) 本プロジェクトに関わる苦情処理や問題が発生した場合は、事業者である SPC が窓口となり対応することになる。</p>
	(2) 生活・生計	<p>(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>(b) プロジェクトにより周辺の地域利用が変化して住民の生計に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(c) 関連施設が住民の既存水域交通及び周辺の道路交通に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(d) 他の地域からの人口流入により病気の発生（HIV 等の感染症を含む）の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。</p> <p>(e) 下流の水利用維持のための最低流量は供給されるか。</p> <p>(f) 下流水の流量の変化、あるいは海水浸入により、下流の水利用や土地利用に影響が生じるか。</p> <p>(g) 水を原因とする、もしくは水に関連する疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は発生する恐れはあるか。</p> <p>(h) 河川等における漁業権、水利権、山林入会権等が阻害されることはあるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p> <p>(c) N</p> <p>(d) Y</p> <p>(e) Y</p> <p>(f) N</p> <p>(g) N</p> <p>(h) N</p>	<p>(a) プロジェクトによる悪影響は生じない。</p> <p>(b) プロジェクト予定地に農業地を含むことから、生計を失う住民も発生するが、非影響住民には適切な協議のうえ、補償がなされる。</p> <p>(c) 周辺住民は XX 川を交通手段として利用していない。</p> <p>(d) 建設中の作業員の流入により感染症が発生する可能性が考えられるが、事業者により安全管理及び教育を実施、未然防止に努める。</p> <p>(e) (f) 下流における維持流量は確保されるため、河川流量の著しい低下は生じず、水利用や土地利用に影響は生じない。</p> <p>(g) 現在も水に関係する疾病は発生しておらず、発生の可能性は低い。</p> <p>(h) 阻害されることはない。</p>
	(3) 文化遺産	<p>(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	<p>(a) N</p>	<p>(a) 本事業地域には考古学的、歴史的、文化的及び宗教的遺跡は存在しない。</p>
	(4) 景 観	<p>(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。</p>	<p>(a) N</p>	<p>(a) 本事業地域には特に配慮すべき景観は存在しない。</p>
	(5) 少数民族、先住民族	<p>(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。</p> <p>(b) 少数民族、先住民族の土地及び資</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) Y</p>	<p>(a) NCIP プロセスにおいて、先住民と事前協議を実施する中で、先住民への影響を洗い出し、適切な緩和策が取られる。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		源に関する諸権利は尊重されるか。		(b) 現在、事業者により、NCIP へ FCIP を申請中であり、先住民の権利を守るための適切な段階を経て事業が実施されている。
4 社会 環境	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 事業者は P 国国内の労働法に従う。 (b) 建設段階において、事業者は安全対策として、安全プロトコルに従う。 (c) 事業者には安全教育及び安全管理計画の作成が義務付けられている。 (d) 事業者は警備員への教育及び管理を行う。
5 その他	(1) 工事中的の影響	(a) 工事中的の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) Y/N (c) N	(a) 工事中的の汚染に関する緩和策は EMP に記載されている。 (b) 工事により一時的に水質汚濁が予想されることから、水生生物への影響が考えられる。工事中は水質調査を毎月実施し生息環境を急激に悪化させないよう確認を行う。 (c) 工事車両の通行により、粉塵による大気質の悪化、騒音、交通事故が発生する可能性が考えられ、緩和策は EMP に記載されている。
	(2) 事故防止対策	(a) ダムからの放水時における下流部への警報体制は整備されるか。	(a) N/A	(a) 該当しない
	(3) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどうのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) - (c) Y (d) Y	(a) (b) 環境モニタリング計画が作成され、実施責任機関は計画に基づいてモニタリングを実施する。 (c) 工事中・供用後共に、SPC が責任機関となって、モニタリング体制を整備する。 (d) 報告の方法、頻度等については、DA003-30 に規定されている。
6 留意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（山間地のダムについて大規模な伐採を伴う場合等）。 (b) 灌漑、上水、工水等への利用を目的としたダム・貯水池については、必要に応じて農業、上水道に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。 (c) 必要な場合には送変電・配電に係	(a) N/A (b) N/A (c) N/A	(a) 該当しない (b) 該当しない (c) 該当しない

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（送変電・配電施設の建設を伴う場合等）。		
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N/A	(a) 該当しない

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

## 金融機関からの資金調達のための条件に関する検討

### （1）当該事業の資金調達の可能性

小水力発電事業は、長期にわたり安定したキャッシュ・フローを創出するインフラ事業であり、期間が短い融資や変動金利は、事業のネイチャーにそぐわず、事業者サイドからみると活用しやすいとはいえない。

そこで、既に前述の通りみた民間金融機関の融資のほか、JICA や JBIC といったいわゆる政府系（金融）機関の融資可能性を整理する。

### （2）JICA および JBIC のファシリティや制度融資の活用可能性

JICA では、本事業が融資対象となるものに、JICA 環境開発事業（Environmental Development Project、以下「EDP」）というツーステップローン（ファシリティ）と海外投融資があり、その各融資条件は主に表 および表 に示す通りである。

EDP はファシリティの期限が迫っており、本事業での活用が難しい状況にある。JICA においては、P 国における FIT 上の課題は残るものの、海外投融資制度の活用が視野に入る。

表 JICA EDP 融資条件

項 目	条 件
金利	PDST-R1（10 年物財務省証券）レート＋スプレッド（スプレッドは DBP がエンドユーザーの信用リスク等を勘案の上、上記の範囲内で独自に設定） 融資期間中固定金利
償還期間	15 年以内（償還据置期間：非水供給関連プロジェクトについては最大 5 年、水供給関連プロジェクトは最大 3 年の償還据置期間を含む。）
通貨	P 国ペソ建
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象期間：2016 年 1 月でクローズ予定。2015 年 12 月のヒアリング時点では 60 億円程度の未貸出残高があり、1 年間の期間延長に向けて検討・協議中とのことであったが、2016 年 4 月時点で既に与信枠に達したことから、本ファシリティの活用可能性はない。</li> <li>民間企業の場合、出資比率が最低 20%以上であること</li> </ul>

表 JICA 海外投融資の融資条件

項 目	条 件
金利	財政融資資金の貸付金利を基準とし、借入人の信用力等を勘案の上、償還期間を含め政府開発援助の要件となるグラント・エレメント（GE）25%以上となるよう金利を設定
償還期間	原則として 20 年以内（最長 25 年）（うち償還据置期間は原則として 5 年以内（最長 10 年））
通貨	円貨建又は現地通貨建（I 国ルピア、P 国ペソ等）
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 融資割合：原則として総事業費の 70%を上限（特に必要と認められる場合 80%）</li> <li>・ JICA のヒアリングによれば、以下の 2 点に留意が必要： <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現状は完工後にしか FIT 適用証明書が獲得できず、建設中は FIT 価格で売電できないリスクが残ることになる。JICA では PPA 締結前の融資実行ができないため、PPA 取得前の資金調達をどうするかという課題があること</li> <li>➤ XXX プロジェクトのように、FIT 制度に乗せずに、売電先を州の配電組合（NNN 州に位置する XXX の場合は AN 配電組合で、本事業の場合は AS 配電組合とすれば、建設期間中の PPA 締結も可能である。一方で、JICA ではサブソブリン案件として扱われることになるため、融資実行の判断に際しては、当該配電組合等のサブソブリンのリスク評価が必要になること</li> </ul> </li> </ul>

一方、JBIC では、本事業が融資対象となる可能性のあるものに、輸出金融と投資金融の 2 種があり、各融資条件は主に表 および表 の通りである。

輸出金融については、本事業の場合、日本メーカーの発電機の採用が実現しても、輸出ポジションが総事業費に占める割合は 20%に満たない水準であることから、輸出金融だけの外部調達に頼った事業化は、事業者サイドの資金負担が大きくなり過ぎる。また、いずれの融資メニューも、売電収入がペソ建てである一方、借入通貨が「円貨建又は米ドル建」であり、借入人又は輸入者が為替リスクを負わなければならない点で、活用に向けたハードルは高いと言わざるを得ない。

このほか、JBIC には、通称 GREEN（地球環境保全業務：Global action for Reconciling Economic growth and ENvironmental preservation）と呼ばれるファシリティがある（表 7-21）。アシガプロジェクトで活用したツーステップローンに類似していることもあり、本事業でも活用できる可能性は十分にあると考えられる。但し、現状 P 国においては GREEN を取り扱う現地ローカル銀行がなく、活用できない。

表 JBIC 輸出金融の融資条件

項 目	条 件
金利	経済協力開発機構（Organization for Economic Cooperation and Development、以下「OECD」）公的輸出信用アレンジメントに従う
償還期間	OECD 公的輸出信用アレンジメントに従い、原則 2～10 年。但し、再生可能エネルギー案件は最長 18 年
通貨	円貨建又は米ドル建
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 金利は、借入人の信用リスクやストラクチャーリスクがマージンとして追加</li> <li>・ 担保保証は、①コーポレート与信、②信用力の高い銀行の保証、③プロジェクト・ファイナンスが一般的。</li> </ul>

表 JBIC 投資金融の融資条件

項 目	条 件
金利	プロジェクトに応じて決定（民間金融機関の金利水準よりも少し低い水準）
償還期間	キャッシュ・フローに応じて決定
通貨	円貨建又は米ドル建
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日系企業が現地 SPC に出資することが要件</li> <li>・ 担保保証は、JBIC 輸出金融に同じ（表 3-6）</li> </ul>

表 JBIC GREEN 融資条件

項 目	条 件
金利	プロジェクトに応じて決定
償還期間	プロジェクトに応じて決定
通貨	P 国ペソ建も可能（P 国のローカル銀行による）
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業開発等金融（GREEN）の実施のために定められた「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン」（J-MRV ガイドライン。温室効果ガス排出削減量の測定（Measurement）・報告（Reporting）・検証（Verification）に係る基本的な考え方、手続き等を規定したもの）に基づき、温室効果ガスの削減が認められること</li> <li>・ 途上国における、高度な環境技術を活用した太陽光発電やエネルギー効率の高い発電所の整備、省エネ設備の導入等の高い地球環境保全効果を有する案件が対象</li> <li>・ 与信形態は JBIC 輸出金融に同じ（表）。</li> </ul>

P 国における金融機関の再生可能エネルギー案件に対する投融資の意欲は高く、メニューも揃っている状況だが、XX#1 は事業採算性が低く、資金調達・案件実施に向けては事業計画の根本的な見直しが必要となる。

従って、現時点においては、経済財務分析を通じた本事業の実現可能性は、XX#2 に限定されると結論付けざるを得ない。

XX#2 について、シニアローンについては P 国国地場金融機関からの資金調達も視野に入るが、JICA 等によるファシリティや制度融資の活用が最も有利な条件と想定される。

一方、エクイティの調達については外資プレイヤーへのニーズも存在し得る。P 国国内にはリスクを取るプレイヤーが限られているため、エクイティの調達が事業実施に向けた課題となることがあれば、外資プレイヤーからの出資はその解決策として用いられる。

しかし再生可能エネルギー案件は小規模案件が多いため、外資プレイヤーにとっては投資規模が過小であることが懸念される。投資規模を大きくするためには、例えばホールディングスの傘下で複数案件を実施している事業者への出資や、ファンドを通じた出資等の方法が考えられる。

### **(3) メザニンレンダー招聘の可能性**

メザニンファイナンスとは、主にシニアローンとエクイティでは資金調達が不足する場合に、総事業費との差分を埋めるために用いられる。代表的な手法としては、メザニンローンや種類株式、劣後社債等がある。メザニンファイナンスの返済はシニアローンより劣後されるが、金利は少し高めに設定されることが一般的である。しかし、P 国においては地場金融機関が旺盛な融資を展開しているため、メザニンファイナンスのニーズは低い環境といえる。

## A-47 キャッシュフロー分析例

### XX#2 の事業計画と財務分析

#### (1) XX#2 の財務分析

本事業の財務指標については表 の通りとなる。

なお、IRR は、FIT 期間の 20 年分のキャッシュ・フローと、21 年目以降のキャッシュ・フローもターミナルバリューとして考慮して算出をした。また、NPV 算出にあたっての割引率について、エクイティベースの 10.0%は、これまで行った複数の事業者のヒアリングから P 国で一般的なベンチマークとして使用されているであろう資本コストとして採用したものである。一方、プロジェクトベースの 9.06%は、資本コストと、プロジェクト期間を通した融資額の平均比率（Average Gearing Rate：29.24%）から、法人税率を勘案の上、算出した WACC を用いた。

その結果、発電所運転開始後 10 年間の事業計画は表 のように想定される。

表 XX#2 の事業計画（キャッシュ・フロー）

プロジェクト年 (単位:千円)	1 2017	2 2018	3 2019	4 2020	5 2021	6 2022	7 2023	8 2024	9 2025	10 2026
売電収入 — ワワ#1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
売電収入 — ワワ#2	0	0	0	75,342	180,822	180,822	180,822	180,822	180,822	180,822
売電収入	0	0	0	75,342	180,822	180,822	180,822	180,822	180,822	180,822
O&M	0	0	0	(1,942)	(4,661)	(4,661)	(4,661)	(4,661)	(4,661)	(4,661)
一般管理費	0	0	0	(394)	(945)	(945)	(945)	(945)	(945)	(945)
地元貢献費用(ER1-94)	0	0	0	(128)	(306)	(306)	(306)	(306)	(306)	(306)
EBITDA	0	0	0	72,879	174,909	174,909	174,909	174,909	174,909	174,909
設備投資	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
諸税	0	0	0	(1,507)	(5,537)	(5,439)	(5,340)	(6,966)	(8,160)	(8,773)
支払利息	0	0	0	0	(72,800)	(69,185)	(65,318)	(61,179)	(56,751)	(52,013)
元本返済	0	0	0	0	(51,637)	(55,251)	(59,119)	(63,257)	(67,685)	(72,423)
配当可能現金	0	0	0	71,372	44,937	45,035	45,133	43,507	42,313	41,700

表 XX#2 の財務指標

指標	エクイティベース	参考：プロジェクトベース
FIRR	6.6%	5.8%
NPV	577,000 千 PHP	1,283,000 千 PHP
DSCR	平均 DSCR:1.40 最低 DSCR:1.30	

FIRR はハードルレート（割引率）こそやや下回る水準だが、NPV の水準は高く、本事業への投資の妥当性について十分に検討できる結果となった。

なお、債務返済能力を示す指標の一つであるデット・サービス・カバレッジ・レシオ（Debt Service Coverage Ratio、以下「DSCR」）をみても、返済期間中の平均 DSCR が 1.40、最低 DSCR が 1.30 と、資金調達の実現可能性の観点から大きな支障があるとは言えない水準となっている。



## EIRR の算定

本案件の経済効果を国民経済における資源配分上の効率性の観点から評価するために、EIRR を以下の通り算出する。EIRR では「費用は国民所得を減少させるもの（＝経済的費用）・便益は国民所得を増加させるもの（＝経済的便益）」<sup>1</sup>という前提でリターンが算出される。

経済的費用の算出において、まずは「非貿易財の価格を国際水準の価格に転換する際に適用される係数である、標準件間係数（SCF：Standard Conversion Factor）」<sup>2</sup>を計算する。

$$SCF = (I+E) / [ (I+Id) + (E+Ed) ]$$

I：総輸入金額（CIF） E：総輸出金額（FOB） Id：総輸入関税額 Ed：総輸出関税額

その結果、P 国における SCF は、5 ヶ年の平均から算出される 0.95 を用いる（表 7-9）。

表 SCF の算出

項目（百万 PHP）	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	5 ヶ年平均
輸入総額	2,523,760	2,052,770	2,477,980	2,620,220	2,623,611	2,459,668
輸出総額	2,199,788	1,830,251	2,324,984	2,092,735	2,198,931	2,129,338
輸入関税額	260,248	220,307	259,241	265,108	289,866	258,954
輸出関税額	—	—	—	—	—	0
SCF	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95

出典：JETRO および World Bank, World Development Indicators

準備工、土木・建築工事費、エンジニアリング、管理費用他を内貨分費用とし、発電機器を外貨費用として経済費用の総額を計算する。また、利子や租税公課は社会全体でみると資源消費としないことから経済費用からは除外する。その結果、経済費用は表 のように算出される。

<sup>1</sup> JICA「円借款事業の内部収益率（IRR）算出マニュアル」より抜粋

<sup>2</sup> JICA「円借款事業の内部収益率（IRR）算出マニュアル」より抜粋

表 経済費用の算出

(千ペソ)	費用項目	XX#2
内貨分費用	準備工	202,000
	土木・建築工事費	1,255,000
	エンジニアリング	106,000
	管理費用他	140,000
	合計	1,704,000
	SCC	0.95
	経済費用 (1)	1,619,000
外貨分費用	発電機器	256,000
	経済費用 (2)	256,000
経済費用合計		1,875,000

経済便益の計算は、「プロジェクトを通じて節減された代替費用の価値（代替費用節減価値）も基本的な便益要素」<sup>3</sup>としている。P国電力公社の2013年における発電コストは17.8 PHP/kWh<sup>4</sup>に上り、FIT単価より高い状況であり、FITと同単価が適用された場合の売電単価との差分を代替費用節減価値として経済便益を算出する。

経済費用および経済便益を整理して、以下の通りキャッシュ・フロー表を作成して、EIRRを算出する。なお、維持管理費についてはO&M費用を参照している。物価上昇については資源消費を伴わない費用であることから除外している。

表 XX#2 の EIRR の算出

(千ペソ)	経済費用	維持管理費用	総費用	代替発電費用	小水力発電費用	経済的便益	純便益
1	639,257		639,257				-639,257
2	440,138		440,138				-440,138
3	645,097		645,097				-645,097
4	236,528		236,528				-236,528
5		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
6		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
7		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
8		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
9		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
10		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
11		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
12		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
13		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
14		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
15		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
16		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
17		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
18		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
19		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
20		2,625	2,625	548,667	181,862	366,806	364,181
合計	1,961,020	42,000	2,003,020	8,778,675	2,909,786	5,868,890	3,865,870
						EIRR	12.7%

<sup>3</sup> JICA「円借款事業の内部収益率（IRR）算出マニュアル」より抜粋

<sup>4</sup> NPC Annual Report 2013

・ Operating Expense 7,127,852,883 PHP ※参照先：NPC Annual report P16

・ Total Energy Sales 399,846 MWh ※参照先：NPC Annual report P12

・ ” Operating Expense ” ÷ ” Total Energy Sales ” =17.82649541 PHP/kWh

一般的な社会的割引率は12%と言われており、XX#1 についてはこれを下回る。一方で、XX#2 については、12%を上回る EIRR となっており、社会的に十分に効果があるといえる。

## 感度分析

本事業の実施にあたり、キャッシュ・フローの安全性を検証するために、投資効率性に大きな影響を及ぼす3つのファクター、すなわち事業費、借入金利、買取価格を抽出して、FIRRの感度分析を実施した。感度分析の結果は以下の通りである。

### (1) 事業費

水力発電は、他の発電事業と比べて運営段階のコストが低い半面、初期投資額が大きいことが特徴として挙げられる。また、事業費を「準備工」、「土木・建築工事費」、「発電機器」、「エンジニアリング」「管理費用他」に分類したとき、土木・建築工事費の占める比率が高いことも特徴で、実際本事業では事業費の約70%を占めている。さらに、予期せざる不確実性によって変動する蓋然性が高いことも挙げられる。

そこで、プロジェクトの投資額である事業費のうち、土木・建築工事費を10%刻みで-10%から+30%の範囲で変動させ、FIRRがどのように変化するかを検証した。なお、土木・建築工事費の増減は、資金調達に必要な額にも影響を与えることから、シナリオに合わせて資金調達額も変更している。

表 土木・建築工事費（事業費）による FIRR 感度分析 (XX#2)

シナリオ	事業費（百万円）	うち土木・建築工事費（同）	エクイティベースの FIRR	DSCR（平均／最低）
ベースケース+30%増				
ベースケース+20%増				
ベースケース+10%増				
ベースケース				
ベースケース-10%減				

ベースケースに対してストレスをかけるのが感度分析の目的であるところ、XX#1については事業性を見出すのは難しいが、XX#2については、FIRRの水準がベースケースから大きく下げてはならず、本事業への投資の妥当性を否定する結果にはなっていない。

### (2) 借入利率

財務モデル上、本事業における借入金利は7.0%と想定している。借入金利も借入時点のマーケット環境等によって変動し、本事業の実現性に影響を与えるファクターの一つである。

そこで、借入金利を0.5%刻みで-0.5%（借入金利：6.5%）から+1.5%（借入金利：8.5%）の範囲で変動させた場合のFIRRの変化を示した結果が表である。

表 借入金利による FIRR 感度分析 (XX#2)

シナリオ	借入金利	エクイティベースの FIRR	DSCR（平均／最低）
ベースケース+1.5%			
ベースケース+1.0%			
ベースケース+0.5%			

ベースケース			
ベースケース－0.5%			

(1) の事業費同様、XX#1 については事業性を見出すのは難しいが、XX#2 については、FIRR の水準がベースケースから大きく下げてはならず、本事業への投資の妥当性を否定する結果にはなっていない。

### (3) 売電単価

売電単価も本事業の財務的評価に大きな影響を与えるファクターであるが、P 国では既に FIT が導入されており、水力発電については 5.90 ペソ/kWh となっている。

水力発電においては現時点で FIT 価格の変更は考えづらいところもあるが、例えば太陽光発電では 2015 年に、それまでの 9.68 ペソ/kWh から 8.69 ペソ/kWh に売電単価が下がる（11.4%減）との発表がされた事例もある。本事業の唯一の収入源であり、直接的にキャッシュ・フローに影響することから、買取価格を 5%刻みで－15%から＋5%の範囲で変動させた場合の感度分析を行った（表）。

表 買取価格による FIRR 感度分析 (XX#2)

シナリオ	買取価格（ペソ/kWh）	エクイティベースの FIRR	DSCR（平均／最低）
ベースケース－15%			
ベースケース－10%			
ベースケース－5%			
<b>ベースケース</b>			
ベースケース＋5%			

出典：調査団作成

(1) の事業費、および(2) の借入利息と同様、XX#1 については事業性を見出すのは難しいが、XX#2 については、FIRR の水準がベースケースから大きく下げてはならず、本事業への投資の妥当性を否定する結果にはなっていない。

### (4) 2つのファクターを同時に変動させた3ケースの感度分析

ここでは、事業費、借入金利、買取価格の3つのファクターに関し、個別ではなく、複数のファクターが同時に変動した場合の感度分析の結果について整理する。分析対象は、エクイティベースの FIRR で、事業費と借入金利、事業費と買取価格、借入金利と買取価格の3ケースで行った感度分析である。

いずれのケースも、2つのファクターがワーストシナリオ、もしくはそれに近い場合、FIRR の水準が下がるが、本事業への投資の妥当性を否定するほど劇的に下がってはいない。

表 「事業費」×「借入金利」による FIRR 感度分析 (XX#2)

借入金利		BC－0.5%	ベースケース	BC＋0.5%	BC＋1.0%	BC＋1.5%
土木・建築工事費（同）		6.50%	<b>7.00%</b>	7.50%	8.00%	8.50%
BC＋30%増						
BC＋20%増						
BC＋10%増						
ベースケース						
BC－10%減						

表 「事業費」×「買取価格」による FIRR 感度分析 (XX#2)

買取価格（ペソ/kWh）		BC＋5%	ベースケース	BC－5%	BC－10%	BC－15%
土木・建築工事費（同）		6.20	<b>5.90</b>	5.61	5.31	5.02
BC＋30%増						
BC＋20%増						
BC＋10%増						
ベースケース						
BC－10%減						

表 「借入金利」×「買取価格」による FIRR 感度分析 (XX#2)

買取価格（ペソ/kWh）		BC＋5%	ベースケース	BC－5%	BC－10%	BC－15%
借入金利		6.20	<b>5.90</b>	5.61	5.31	5.02
BC＋1.5%	8.50%					
BC＋1.0%	8.00%					
BC＋0.5%	7.50%					
ベースケース	<b>7.00%</b>					
BC－0.5%	6.50%					

## A-48 主要リスクと対策方針例

小水力発電事業で想定する主要なリスクをリストアップし、対策方針を以下に列挙した。

尚、海外プロジェクトの実績が豊富な XX 法律事務所、主に現地法の面をサポートする XXXX に法制度面のアドバイザーを依頼し、税務面では XXX 税理士法人のアドバイスに基づき、事前のリスクの洗い出しと対応策を予め講じている。

表：主なリスクと対応策

分類	内容	対策方針 (○：本邦建設コンサルが関与、・：SPC 他で対応)
<b>A. 小水力発電事業の構造リスク</b>		
<b>a) 売上減少</b>	<b>収入の安定化と増大</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○最適な場所の選定と計画時の流況曲線の確認済み。</li> <li>○洪水からの復旧・取水確保は機械力により迅速に実施、必要あれば水中ブル等を準備。水車発電機建屋の腰壁等洪水対策提案済み。</li> <li>○水理計画の見直しによる発電量の増大と安定を図る。</li> <li>○堰・ダム構造の見直しによる堆砂防止・落差有効利用の提案を行う。</li> <li>・エルニーニョ・ラニーニョによる降水量変動については根本的な対策は困難（人知の及ぶ範囲外）</li> </ul>
	<b>電力流通設備の不備</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○売電先電力流通設備の不備による発電不能に備え売電契約（Power Purchase Agreement、以下「PPA」）にて無過失責任を明記する。</li> <li>○電力系統について接続先である AN へ H 社を通じ確認予定</li> </ul>
	<b>発電効率の悪化可能性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○計画時：発注仕様書の基本事項案作成と確認を長大主導で実施</li> <li>○建設時：施工監理、施工者及び機器製作者による保証条項とコミッショニング条件の確認、電力系統電気絶縁レベルの確認と耐雷対策確認、仕様書の確認</li> <li>○運用時：運転保守管理技術の移転による高稼働率維持</li> <li>○効率監視：異常と故障早期発見、日本からのオンライン監視の導入</li> <li>○マネジメント支援業務契約の締結について合意</li> </ul>
	<b>電力会社の電気料金変動</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・許認可制なので料金は安定</li> </ul>
	<b>電力会社の購入条件の変動</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PPA により条件は急速且つ大幅な変動はない。</li> <li>・電気料金の CPI エスカレーションが実施されれば極めて有利</li> </ul>
	<b>料金の回収不能の可能性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力系統運営会社若しくは FIT なので可能性は極めて低い。</li> </ul>
	<b>中途解約の可能性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的にない。PPA と MIGA で対応可能</li> </ul>
	<b>設備工事調達価格の変動</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インフレは恒常的な現象だが工期が短いため許容範囲と考える。</li> </ul>
<b>b) 費用増大</b>	<b>修繕・保守費用の変動</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水被災等特別の事情がなければ人件費を含め安定している。被災時は保険によりカバーする。</li> <li>・洪水対策は計画案に織り込み済み。</li> </ul>
	<b>新たな借入金の発生</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・適正な配当水準と内部留保の保持により、新たな借入金は極力回避</li> </ul>
<b>c) 収益率減少</b>	<b>事業規模の変動</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○営業規模拡大に伴う出資・増資要請の可能性はあるも、既存株主は追加出資を優先的に行う義務を負うわけではなく、状況に応じて都度判断することで対応可</li> </ul>
<b>B. 一般的な不測事態リスク</b>		
<b>d) 突発的な出費または債務</b>	<b>大災害の発生可能性</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○危険箇所の事前確認と予防対策の実施。日系専門会社による確認実施済み。</li> <li>○洪水水位の確認と機器設定レベルの整合を図る。EPC 実施事項となっているので確認の必要あり。</li> </ul>

分類	内容	対策方針 (○：本邦建設コンサルが関与、・：SPC 他で対応)
	損害賠償の発生可能性	・ 保険・自己資金・借入金にて対処可能と考える。
e) 営業者、投資先及び重要関係法人の状況悪化	財務の破綻及び倒産可能性	○SPC への役員派遣と継続的な経営の監視 ○O&M に長大が関わることによる稼働率維持を図ることで合意済み。 ・ 海外送金禁止政策は P 国の置かれている現状から可能性は低い。 ・ IRR が良好であり且つ国家政策と一致しているので事業自体が極めて安定している
	経営判断の悪化可能性	○経理処理が正常に行われるよう監視・管理し、意図的な不正がない限り経営が悪化する要因はない。 ・ 被災分は保険にて肩代わり
f) 法規制の変化	買取価格の変更可能性	○MIGA 保険加入により、MIGA の介入による条件変更の治癒。尚、治癒に至らない場合でも、少なくとも長大の出資分については MIGA により保険金が支払われる ・ 現在想定価格 6PHP/kWh が政治的に決定される価格であるが、5PHP/kWh でも十分な収益が見込まれる。
	税制の変更、解釈相違による更正処分可能性	・ 計画主体が P 国内の法人であるので異邦人の無知によるリスクはない。 ・ 尚、2011 年に S 社プラントが襲撃を受けたのは、事前の警告を日本人経営トップが継続して無視したことが要因 (S 社現地会社副社長より聴取済み)。
C. 国際的な不測事態リスク		
g) 経済危機	アジア・P 国経済危機	・ 資本の早期回収 IRR が良好なので早期回収可能。 ・ P 国そのものは対外危機対応力に優れ経済復元力が高い。(内需の厚み、金融市場の安定度、財政出動余力共に高評価)
h) 政治危機	カントリーリスク	○MIGA 保険加入による軽減 ・ 過去民主政治が一貫して行われてきており極めて安定している。 ・ P 国自体が経済発展のために、必要なインフラ整備等資金を民間を含む海外に依存せざるを得ない状況下、その後の外資導入に支障を来たような法制度の変更可能性は極めて小さい
	法的リスク及び過激政治活動リスク	○MIGA 保険加入による軽減 ・ 政治的に安定していて所有権取上げ等のリスクはない。 ・ 過激派・原住民対策は地元法人が詳しく、任せたほうが無難。現状良好な状況。 ○現状 E 社による対応がベストであり、変節がないよう注意深く見守る。



## B. パートナーシップ構築フェーズ

B-11 パートナー企業概要例

B-21 NDA サンプル

B-22 MOU タームシート例

B-31 事業スキーム例

B-41 株主間協定書タームシート例

B-42 税務分析項目例

B-43 事業評価資料例

## B-11 パートナー企業概要例

### EEE 社について

#### ■会社概要

社名	EEE 社
組織形態	合名会社 (GENERAL PARTNERSHIP)
業種	建設会社
資本金	X 億円
所在地	本社:XXX 市、支社:XX 市
設立日	19XX 年
従業員数	X00 名
業務分野	道路、高速道路舗道、鉄道、空港、水上構造物と橋 港湾、海洋土木、灌漑と洪水防止 建物と工業プラント、ダム、貯水池、トンネル施工 水道、下水設備、下水処理・廃棄物処理工場 浄水施設、浄水システム 公園、運動場、レクリエーション施設
保有建機	ブルドーザー、ロードローラー、クレーン、バックホー、 ダンプトラック、等 約 500 台

#### ■沿革

19XX 年に RRR 氏と LLL 氏が合名会社を設立し、社名を EEE 社とした。P 国を拠点に公共建設事業で実績を持つ。20XX 年に ISO9001 取得。

#### ■財政

(百万円)

		2015	2014
1	総資産		
2	流動資産		
3	負債総額		
4	流動負債		
5	純資産(1-3)		
6	純運転資本(2-4)		

<参考> 与信調査報告書サンプル

受付番号 9807284866

株式会社帝国データバンク

〒107-8580  
東京都港区南青山2-5-20  
Tel 03 (5775) 3000 (大代)

<社 外 極 秘>

# 海外企業信用調査報告書

ご依頼の調査報告書ができあがりましてのご査収ください。

調査先商号:

海外信用区分	A	B	C	D	E	NR
	<div> <div>厚い</div> <div>信用程度</div> <div>薄い</div> </div>					評価不可

本サービスの対象地域外です。

※ 「海外信用区分」は、各国の調査機関が採用している調査対象企業の信用状態に関する固有の評価について、各調査機関と協議のうえ、弊社独自の基準により5段階のTDB信用強度に推計した参考情報です。基礎となる企業情報はあくまで各調査機関の調査結果であり、弊社における検証作業を経たものではありません。  
与信判断の際は、各種情報と照らし合わせ、総合的に判断していただきますようお願いいたします。

※ 「海外信用区分」は、異なる国の企業間の単純な比較に用いることを想定したものではありません。

※ 対象地域国 (2010年11月時点) :

アメリカ合衆国/アラブ首長国連邦/イギリス/イタリア/インド/カナダ/韓国/スペイン/タイ/台湾/中国/ドイツ/トルコ/フランス/香港/マレーシア/ロシア (50 奇順)

## TDB報告書取扱注意

海外企業信用調査報告書(以下、海外報告書)の取扱いについては、当取扱い規定の内容を承認・遵守のうえ、ご利用いただきますようお願い申し上げます。  
なお、海外報告書内に記載されている取扱い規定と当取扱い規定の内容が抵触する場合には、当取扱い規定の内容が優先するものとします。

- 海外報告書は、貴社の内部資料としてのみご利用いただき、外部への資料持出しその他の手段により、海外報告書の内容を第三者に漏らすことは禁止します。(訴訟、調停、仲裁、その他法的手続き等の資料として用いることも同様です。)
- 理由の如何にかかわらず、海外報告書の複製、転載、貸与、その他これと同等の行為は一切禁止します。
- 海外報告書は、弊社が提供した各種の調査機関が、自ら定めた仕様に従って調査を実施、報告したものです。したがって海外報告書の見解は、当該調査機関のもので、弊社の見解ではありません。また内容の正確性・完全性・または特定の目的についての適合性を保証するものではありませんので、海外報告書の記述内容および海外報告書の使用により発生した損害についても弊社は責任を負いません。
- 貴社が海外報告書を第三者に開示したことにより、弊社に何らかの紛争が生じ、弊社が損害を被った場合、または貴社と第三者との間で紛争が生じた場合、貴社は自己の費用負担と責任においてかかる損害を賠償し、または紛争を解決するものとします。
- 海外報告書の入手元が弊社および当該調査機関であることを、貴社は第三者に開示しないものとします。

## NON-DISCLOSURE AGREEMENT

Between

EEE Company

and

CCC Co., Ltd.

This mutual **Non-Disclosure Agreement** ("Agreement") is entered into and made effective on **21 March 2017**, by and between **EEE Company**, and CCC Co., Ltd. Both are referred to individually as a "party" and collectively as "parties" in this Agreement.

この秘密保持契約はEEE社とCCC社との間で 年 月 日に締結する。

**WHEREAS**, the parties wish to explore co-operation with respect to projects of development of the TTT Hydropower, and the AAA River Hydropower in, and in connection therewith will be exchanging certain Confidential Information concerning, *inter alia*, the structure, financing and implementation of the Projects; and

当事者は、当該小水力プロジェクト実施に関し、本プロジェクトの開発に誠意を持って協力し、秘密情報を交換する。

**WHEREAS**, the Parties wish to evidence by this Agreement the manner in which said confidential and proprietary information should be treated.

当事者は、本契約を持って、秘密情報の取り扱いを認めるものとする。

**NOW, THEREFORE**, it is agreed as follows:

### 1. **Definitions.** 定義

- a) "Disclosing Party" means the party disclosing the Confidential Information.
- b) "Receiving Party" means the party receiving the Confidential Information.
- c) "Confidential Information" means all business, financial, technical, and other information marked or designated by a party as "confidential" or "proprietary," including information which, by the nature of the circumstances surrounding the disclosure, ought in good faith to be treated as confidential. For the purpose of this Agreement, Confidential Information does **not** include information that: 以下の情報は秘密情報から除かれるものとする。
  - i. Is currently in the public domain or enters into it after the signing of this Agreement. 締結後に公知となった情報
  - ii. Is lawfully received from a third party without restriction on disclosure. 第三者から正当に取得した情報
  - iii. The Receiving Party had prior knowledge of from another source. 別の情報源から得た情報
  - iv. The Receiving Party independently develops without reliance on any Confidential Information from the Disclosing Party. 秘密情報に依存することなく独自に開発した情報

### 2. **Non-Disclosures.** 機密保持

- a) Each Party shall take all reasonable measures not to disclose to third parties any Confidential Information given to it by the other Party and shall not use such Confidential Information except as provided for herein.

各当事者は本目的以外で他方当事者から得た秘密情報を第三者に開示してはならない。

- b) Without prior written consent, and except as required by applicable law, regulation or legal process, the Receiving Party shall not disclose to any third party the fact that the Confidential Information exists or that the Receiving Party is considering doing business with the Disclosing Party. Furthermore, each Party shall not disclose that discussions or negotiations are taking or took place between the Parties nor the content of such discourse.

適切な法的手続きの場合を除き、事前の書面による同意なく、秘密情報を第三者に開示してはならない。また、当事者間で行われた議論や交渉・会話内容を開示してはならない。

**3. Permitted Disclosures. 開示許可** Either party may disclose Confidential Information:

次の場合は開示しても差し支えない。

- a) When requested or required to do so by the laws or regulations of any country with jurisdiction over the Party, or by order of any court of competent jurisdiction, or by any competent judicial, governmental, supervisory or regulatory body. In such case, the Party required to disclose Confidential Information to a third party shall advise the Disclosing Party of the applicable notice requirement and shall consult with the Disclosing Party to enable it to seek an order limiting or precluding such disclosure, all to the extent reasonably practicable.

裁判権のある国の法律・規制、政府や監督官庁、取締機関による開示要請

- b) When expressly permitted in writing by the other Party prior to the disclosing of the Confidential Information. 相手方当事者から秘密情報開示に関して書面による同意を得た場合

- c) To those of its officers, employees and professional advisers as well as affiliated companies and affiliated companies' officers and employees (together, 'Authorised Persons') who reasonably need to receive the Confidential Information in connection with the Projects and who have been informed by the Receiving Party (i) of the confidential nature of the Confidential Information and (ii) that the Disclosing Party provided the Confidential Information to the Receiving Party subject to the provisions of a written confidentiality agreement. The Receiving Party shall be responsible for taking reasonable action to ensure that its Authorised Persons comply with the Receiving Party's obligations under this Agreement and shall be liable to the Disclosing Party for any breach of this Agreement by such Authorised Persons.

本目的のために、当事者の取締役と従業員、アドバイザーおよびその関連会社の取締役と従業員（承認者）に対し秘密情報を開示する必要がある場合において、秘密保持契約の下において開示する。開示された当事者は、承認者が当事者と同等の義務に従うよう適切な行動を取ることに責任を負う。

**4. Title. 権利** The Parties agree that any and all Confidential Information disclosed to one another shall remain the sole property of the Disclosing Party.

当事者は開示される全ての秘密情報は、開示者が独占的に権利を有することに同意する。

**5. No License Granted. 無償ライセンス料** No Party grants to any other any license, by implication or otherwise, to use any Confidential Information except as expressly provided in this Agreement.

何れの当事者も、本契約での明確な記載を除き、秘密情報使用のライセンス料は請求しない。

**6. Copies. 複製** Any copies or reproductions of the Confidential Information shall either bear the copyright or proprietary or confidential notices contained in the original or be clearly marked as 'Confidential.'

秘密情報の複写または複製は、知的財産権または「Confidential」警告の表記を負う。

**7. Unauthorized Use. 不当な使用** A Receiving Party shall promptly advise a Disclosing Party in writing if it learns of any unauthorized use or disclosure of Confidential Information by any Receiving Party personnel or former personnel.

非開示者は、職員による不当な使用や秘密情報の開示に気が付いた時点で、文書にて開示者に通知すべきである。

**8. Injunctive Relief.差し止めによる救済** Each Party acknowledges that the use or disclosure of the Confidential Information in a manner inconsistent with this Agreement will cause the Disclosing Party irreparable damage, and the Disclosing Party shall have the right to equitable and injunctive relief to prevent the unauthorized use or disclosure, and to such damages as are occasioned by such unauthorized use or disclosure.

何れの当事者も、本契約に反した秘密情報の使用または開示が開示者に対して回復困難な損害を与え、開示者が、不適切な使用や開示がされないよう、及びかかる不適切な使用や開示によって生じる損害について治癒する権利を有していることを認めるものとする。

**9. Modifications.修正** This Agreement may be modified only by an agreement in writing signed by both Parties.

本契約は両当事者の文書による署名によってのみ修正できるものとする。

**10. Term.期間** This Agreement shall remain in effect unless terminated by either Party upon three months' prior written notice to the other Party. However, any such termination will not relieve the Parties of their respective rights and responsibilities in accordance with the terms and conditions of this Agreement.

本契約は、何れかの当事者が3か月前の事前の書面による通知によって解除されない限り、有効なものとする。ただし、いかなる解除も本契約の条件と同様の各当事者の権利と責任から解放するものではない。

This Agreement shall be terminated automatically after i) one (1) year if the Parties did not exchange any information within that period, ii) after a period of three (3) years, or iii) after the date upon which a definitive transaction agreement between the Parties which is stated to replace this Agreement becomes unconditionally effective.

本契約は次の場合自動的に解除するものとする。 i)当事者が1年間如何なる情報も交換しない場合、 ii) 3年間経過後、 iii)当事者間で本契約に置き換わる契約が成された時点

**11. Return of Confidential Information.秘密情報の返却** Within ten (10) business days of receiving a written request from a Disclosing Party, the Receiving Party shall (i) return all Confidential Information in tangible form to the Disclosing Party or, with the consent of the Disclosing Party, (ii) destroy all such Confidential Information, including any and all notes, calculations, analyses, memoranda and other work products of the Receiving Party or any of its Authorised Persons that constitute Confidential Information. Notwithstanding the foregoing, the Receiving Party and its Authorised Persons may retain copies of Confidential Information to the extent that such retention is required to demonstrate compliance with applicable law or regulation, provided however that any such information so retained shall be held in compliance with the terms of this Agreement.

開示者から文書による要求を受けてから10営業日以内に、非開示者は、 i)秘密情報を返却する、 ii)非開示者および承認者における注釈や計算、分析、記録、その他成果物などの秘密情報を消滅させる。それに関わらず、コンプライアンス上必要な場合は、非開示者や承認者が秘密情報の複製を維持することを妨げるものではない。

**12. Prior Understandings.事前の合意事項** This Agreement contains the entire agreement between the Parties with respect to the subject matter of the Agreement and supersedes all negotiations, stipulations, understanding, agreements, representations and warranties, if any, with respect to such subject matter, which precede or accompany the execution of this Agreement.

本契約は、本目的達成のために当事者間で結んだ全ての契約を含み、全ての交渉、条項、理解、同意、表現、保証に優先する。

**13. Waiver.権利放棄** Any waiver of a default under this Agreement must be made in writing and shall not be a waiver of any other default concerning the same or any other provision of this Agreement. No

delay or omission in the exercise of any right or remedy shall impair such right or remedy or be constructed as a waiver. A consent to or approval of any act shall not be deemed to waive or render unnecessary consent to or approval of any other or subsequent act.

本契約における債務不履行に係る権利放棄は文書にて為され、同一又は他の規定に係る別な債務不履行についての権利放棄にはならない。権利や治癒の行使の遅延や省略は、かかる権利を損なうことなく、権利放棄として構成されない。ある行為に対する同意又は承認は、権利放棄とは看做されず、その他又はその後の行為に対する不要な同意又は承認を与えるものでもない。

**14. Legal Compliance and Dispute Resolution. 合法性と紛争解決** This agreement is governed by English law. Any disputes, controversies or claims arising in connection with this Agreement shall be finally settled under the Rules of Arbitration of the International Chamber of Commerce ("ICC"). The venue for the arbitration shall be Singapore, and the language of the arbitration shall be English.

本契約は英国法に準拠する。本契約による如何なる紛争や論争、クレームとも最終的にはICCの調停により解決されなければならない。調停裁判はシンガポールで、英語により行うものとする。

**15. Binding Agreement. 契約の義務（拘束力）** This Agreement shall be binding upon the Parties hereto and their respective, heirs, administrators, executors, successors and assigns.

本契約は、当事者各々や管理者、執行者、継承者および任命者に対して法的拘束力を有する。

**16. Notices. 通告** All written notices required by this Agreement shall be directed to the following registered addresses and representatives:

本契約による全ての通告は、以下の住所と代表者を記載することにより行われる。

**17. Original Counterparts. 契約書の写し** This Agreement may be executed in one or more counterparts, each of which will constitute an original but all of which together constitute a single document.

本契約は一つまたは複数の写しにより締結されるが、そのいずれもが原本を構成するものの全てが一つの文書を構成する。

IN WITNESS WHEREOF, the Parties hereto have executed this Agreement as of the day and year first above written. 本契約の証として、両当事者は、当初の日付で本契約に署名した。

Signed On behalf of:

Signed On behalf of:

EEE Construction Company.

CCC Co., Ltd.

\_\_\_\_\_  
Name :  
Title :  
Place :  
Date :

\_\_\_\_\_  
Name :  
Title :  
Place :  
Date :

**小水力案件  
共同事業の検討に関する覚書  
タームシート**

項目	内容
頭書	<p>覚書当事者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● EEE 社</li> <li>● TTT 社</li> <li>● CCC 社</li> </ul> <p>EEE, TTT 及び CCC は、AAA 小水力発電事業に CCC が参画することについて、平成●年●月●日付で、以下のとおり合意する（以下「本覚書」）。</p>
前文	<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> </ul>
目的	<p>本覚書は、本覚書検討事業を共同で効率的に進めるべく、本覚書当事者の役割分担、参画の前提条件、将来の関連事業への関与、費用負担、その他当事者間の権利義務に関し合意することを目的とする。</p>
役割分担	<p>本覚書当事者は、本覚書検討事業におけるそれぞれの役割分担について、以下の通りとする。</p> <p>(EEE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 本覚書検討事業全体のマネジメント</li> <li>➤ 施工、維持管理運営の実施</li> <li>➤ 本 SPC への出資</li> </ul> <p>(TTT)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 本覚書検討事業全体のマネジメントに関する EEE へのサポート</li> <li>➤ 本 SPC への出資</li> </ul> <p>(CCC)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 別紙 2 に概要記載の業務</li> <li>➤ 高信頼性の日本製水車設備の調達アレンジメント</li> <li>➤ 日本の政府系金融機関からの低利融資獲得に向けたアレンジメント</li> <li>➤ 本 SPC への出資</li> </ul>
前提条件	<p>CCC の本覚書検討事業への参画は、以下を前提条件とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> </ul>
合意事項	<p>本覚書当事者は、次の事項について確認する。</p>



項目	内容
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
将来事業への関与	<p>EEE 及び TTT は、本覚書検討事業以外に、類似の小水力発電事業に関与する際には、CCC に対して、以下の役割で優先的に参画する機会を与える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
費用負担	<p>本覚書当事者は、本覚書の履行に関して発生する自らの費用（交通費、通信費、会議費、弁護士費等を含むがこれに限らない。）を各々負担する。</p>
秘密保持義務	<p>本覚書当事者は、本覚書の内容及び本覚書に関連する協議・交渉の過程において、ある当事者（以下「情報開示者」）から開示された情報及び他の当事者の情報（以下「秘密情報」）に関し、厳に機密を保持し、これを本覚書の履行のためにのみ使用するものとし、情報開示者の事前の書面による承諾なくして第三者にこれを漏洩したり、開示したりしてはならない。但し、本覚書の履行のために必要な範囲内で、本覚書におけるのと同様の守秘義務を負った本事業のオブザーバー並びにアドバイザー、当事者の取締役・監査役・従業員・職員・コンサルタント、もしくは職業上の守秘義務を負った弁護士・税理士または公認会計士に開示する場合を除く。但し、次の各号のいずれかに該当する情報については、この限りではない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 情報開示者から開示された時点で、既に公知となっていたもの。</li> <li>② 情報開示者から開示された後で、本覚書当事者による本覚書の違反行為によらずして公知となったもの。</li> <li>③ 情報開示者から開示された時点で、本覚書当事者が既に保有していたもの</li> <li>④ 本覚書当事者が第三者から秘密保持義務を課されることなく別途正当に取得した情報</li> <li>⑤ 法令、又は金融商品取引所の規則及び証券業協会の規則その他これらに準じる定め、政府機関又は裁判所の命令により開示が要求されたもの。</li> </ol>
有効期限	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 本覚書の有効期限は、第●条に従って本覚書がいずれかの本覚書当事者により解除された場合を除き、本覚書締結日から●年が経過した日（以下「本覚書終了日」）までとする。</li> <li>(2) 本条によるものか次条によるものかを問わず、本覚書終了日以降も第●条、第●条、第●条及び第●条に関しては有効とし、第●条については本覚書終了日から起算して●年間有効とする。</li> </ol>
解除	<p>本覚書検討事業に関し、いずれかの当事者の悪意・重過失ある行為、法令違反、本覚書に関する重大な違反（かつかかる違反を遅滞なく治癒しない場合）があった場合、他の当事者は、事前に書面で通知することにより本覚書を解除することが出来る。</p>
補償	<p>各当事者は、本覚書に違反し、他の当事者に損害を与えた場合、第●条に基づき他の当事者が負った費用及び弁護士、公認会計士、税理士その他の専門家等第三者に支払った報酬及び費用等、全ての損害を補償するものとする。</p>
準拠法・管轄	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 本覚書及び当事者の関係については、P 国法を準拠法とし、同法に基づいて解釈されるものとする。</li> </ol>

項目	内容
	(2) 仲裁手続の言語は、特に当事者間で書面による合意がある場合を除き、英語とする。本覚書から、またはこれに関連して生ずる紛争はすべて、●●において、その仲裁規則に従って解決されるものとする。仲裁の場所は、P 国とする。
未規定事項	本覚書に規定のない事項及び本覚書の条項に関して疑義が生じたときは、各本覚書当事者は、誠意をもって協議し解決するものとする。

Draft

別紙 1： 本覚書検討事業の概要

Draft

## 別紙 2： CCC が担当する業務の概要

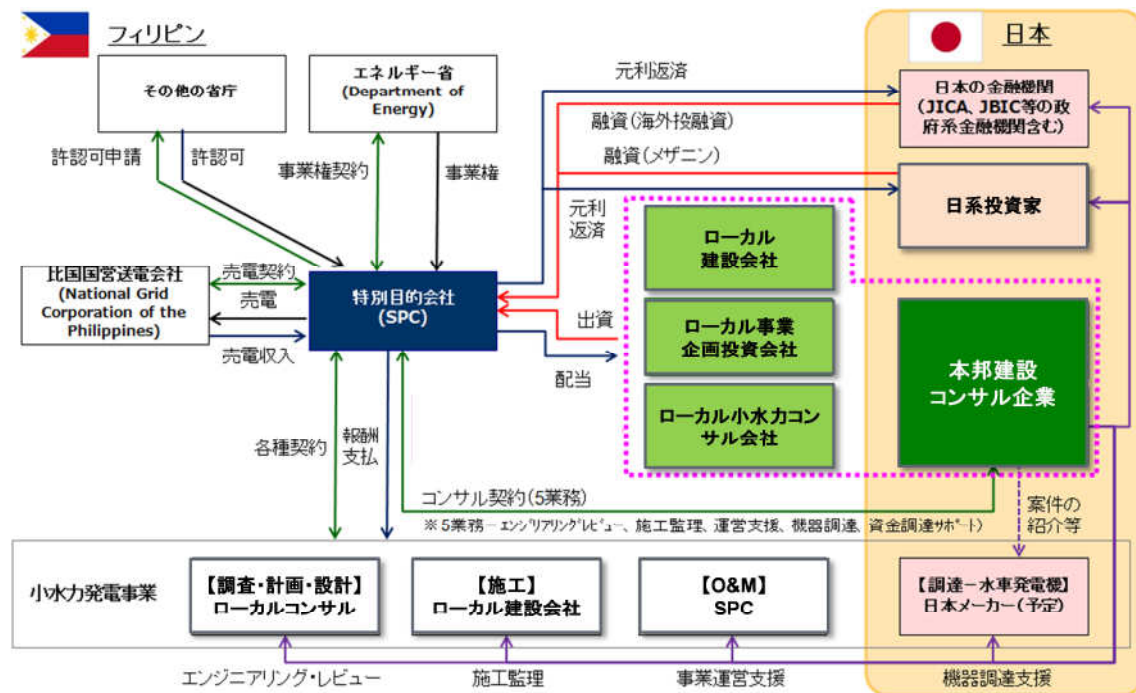
1. バリューエンジニアリングの観点に基づくレビュー業務
2. コンサルティング業務
3. 施工監理業務
4. マネジメント業務

Draft

別紙 3： 将来事業の概要

Draft

B-31



**B-41** 株主間協定書タームシート例

**Shareholders Agreement タームシート（案）**

項目	内容
日付と締結者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 締結日：</li> <li>・ 場所：</li> <li>・ 締結者：</li> </ul>
前文	<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> </ul>
1. 定義	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 開発予定地：</li> <li>・ 対象プロジェクト：</li> <li>・ 開発段階：</li> <li>・ 建設段階：</li> </ul>
2. 目的	小水力発電事業開発における役割と、SPC の組成及び運営方法、事業開発による各社の報酬について合意することを目的とする。
3. 会社の設立	<p>締結 4 社によって小水力発電事業を行う SPC を設立する。本 SPC は、小水力発電事業許可登録を行い、水車発電機を所有、設置し、運転・メンテナンス・維持管理を行いながら発電を行う。また、発電した電力を売電することで収益を得る。</p> <p>なお、本状の内容は当該 SPC の会社定款（Article of Incorporation ならびに By-Law）に反映する。</p>
3.1 設立	<ul style="list-style-type: none"> <li>（1） SPC 名：</li> <li>（2） 本社住所：</li> <li>（3） 期間：</li> <li>（4） 種類：</li> <li>（5） 株式の種類：</li> <li>（6） 株券の発行：</li> <li>（7） 株主構成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 株主構成は下記の通り。但し、増資を行う際には変更の可能性がある、4 社の合意にて決定する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>－A 社：X%</li> <li>－B 社：X%</li> <li>－C 社：X%</li> <li>－D 社：X%</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>（8） 資本金（Authorized Capital）： <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Paid-up Capital：</li> </ul> <p>ただし、設立時は RE 契約締結に必要な要件を確認し、最小規模にて設立</p> </li> <li>（9） 1 株の価格：</li> <li>（10） 取締役数：</li> </ul>

項目	内容
	(11) 主目的 (Primary purpose of SPC) :
3.2 組織	(1) 取締役 (2) 初期の役員
3.3 SPC の運営	(1) 株主総会 : (2) 役員会議 :
3.4 各社の役割	各社の強みを持ち寄って互いに協力して事業開発を進める。
3.5 コスト	・リーガルレビューは各社負担。 ・SPC 設立登記等比国内で発生する費用は、一旦 A 社にて支払い、SPC 設立後に精算。
3.6 株主の変更	締結 4 社は本合意の締結日から 10 年間は株式を保有する。但し、下記の場合を除く。
4. 保証	締結 4 社は各々、下記を保証する。 (1) 合法的かつ正当に存在する会社組織であること。 (2) 内部統制が正当に機能していること。 (3) 必要な事業ライセンスや事業許可を得ていること。 (4) 関連法に準拠して違反をしていないこと。
5. 秘匿	“Confidential Information”が記されたものは守秘の対象。但し以下は除く。 (1) 公表されているもの (2) 受け取った時点で既に取得済みのもの (3) 受領人の咎によらず、受け取り後に公表されたもの (4) 開示人以外から合法的に取得したもの (5) 受取人が独自に作ったもの
6. 補償	契約違反による損害は弁償。ただし、出資額以下。
7. 期間	SPC の解散又は全当事者が SPC の株主ではなくなるまで。契約解除された場合も、3 年間は、8. 補償は継続。
8. 契約終了	下記の場合、各社はいつでも書面通知により契約解除が可能。 ・他の締結者による契約違反 ・締結者の破産手続きが進められる場合
9. 準拠法と管轄地	・P 国法に準拠 ・仲裁地：シンガポール
10. その他	・英語 ・本合意の譲渡の禁止 等



## **B-42** 税務分析項目例

1. 作業範囲及び前提条件
2. 投資方法による税務面への影響
3. 出資スキームによる税務上の差異分析
4. アドバイザリー契約に関する税務上の論点整理
5. 株式譲渡による撤退時の本邦における課税関係
6. P国税制度の概要

【参考】関連する本邦租税制度の概要

**B-43 事業評価項目例**

**表－１ 事業提案書（概要版）の記載項目と留意事項**

項 目	留意事項等
背景・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 需要（市場）の存在も含めた背景</li> <li>・ 需要予測に関しては別紙にて整理</li> <li>・ 事業目的の明確化</li> </ul>
プロジェクト概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクトの概要、規模、内容等</li> <li>・ 対象とする市場の明確化</li> <li>・ 差別化できるプロジェクトとしての戦略</li> <li>・ 将来の発展系を想定しているならその方向性等</li> </ul>
事業スキーム案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ どのようなビジネススタイルなのか</li> <li>・ 資金調達をどのように考えているのかプロジェクトパートナーの位置づけと関係</li> <li>・ 新会社設立の場合、施設の所有や整備、O&amp;M等をどう考えるのか</li> <li>・ 当社および各パートナーが要求する効果等</li> </ul>
実施体制案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業成立に必要な業務・業種・ノウハウ</li> <li>・ どのような企業（人材）で構成</li> <li>・ 主要パートナーの概要</li> <li>・ 当社役割の明確化</li> </ul>

表－２ 事業提案書（詳細版）の記載項目と留意事項

項 目		留意事項等
事業概要		事業の概要について、スキーム図や各種図表を用いるなどして分かりやすく記載
市場性	ニーズ分析 （顧客・ 需要分析）	顧客ターゲットを明確化し、現状および将来的な顧客ニーズ・需要予測について記載
	シーズ分析	事業実施のためのシーズについて洗い出し、当社が提供できるサービスおよび提供できないサービスに区分するとともに、当社が提供できないサービスへの対応について具体的に記載
	市場規模	現状および将来的な市場規模について各種データ等を用いて記載
	優遇処置等の 有無	各種税制優遇措置や補助金等公的資金支援の有無も記載
競争性	競合企業分析	現在の競合企業および将来的に競合企業となり得る新規参入者の規模、技術力、戦略等、および競合相手と比べ当社の強み・弱みについて記載
	差別化戦略	実施するサービスを性能や品質あるいはブランドなどの面で差別化を行うことにより、マーケット全体において競争優位を確立するための戦略を記載
事業 特性	業界特性・慣習	実施事業の業界について具体的に記載し、その業界の特性や慣習、特殊性等について記載
	市場の特殊性	実施事業の市場について具体的に記載し、その市場の特殊性について記載
事業性・ 経済性	収益性	新事業の評価では収益性分析が必須項目である。初期投資費、運営費、売上高、内部利益率等について具体的に記載
リスク	リスク分析	市場環境や競合環境、更には運営段階に至る全てのリスクを洗い出し、各リスクにおける対応策を具体的に記載
現実性	法的課題等	法制上の課題とそれへの対応等に関して記載
事業 計画	ビジネスモデル 概要	上記を踏まえ、提案した新事業における当社のビジネスモデルについて具体的に記載
	成長戦略	提案した事業の具体的な成長戦略を記載。特に、初期活動エリアおよび将来的な拡大エリア等も踏まえた成長戦略を記載
	売上予測・ 事業収支	売上予測及び事業収支等について、以下の観点を踏まえて、今後の5～10年計画を記載 ・ ・ ・

項 目		留意事項等
	営業展開	成長戦略に従った具体的な営業展開を記載。社内外の役割および連携等について記載
	人材確保・育成	人材確保と育成に関して記載
	事業実施 スケジュール	具体的な事業実施スケジュールを記載
	進捗状況	現在の事業進捗について記載
	問題点・課題・ 解決策	事業実施における問題点・課題および解決策について記載
シナジー効果		提案事業の推進に伴い、当社グループ全体に対して期待される波及効果があれば記載
出口戦略		経済的な損害が続く状況から損失・被害を最小限にして撤退する戦略、あるいは、市場環境等から最も利益が得られると判断した場合の撤退戦略（海外案件対象）を記載
評価	部門内評価 および支援度	事業計画を踏まえ、部門内評価を実施。当該事業の推進者と責任者も明記

## C. 資金調達フェーズ

C-11 海外投融資に関する案件選択の指針

C-12 ツーステップ・ローン条件

C-21 海外投融資への申請情報

C-22 ファイナンシャルアドバイザー資格要件

C-23 ファイナンスチームシート項目例

## C-11 海外投融資に関する案件選択の指針

### 1. 基本的考え方

- 開発援助機関であるJICAが「有償資金協力」として行う「開発事業」への資金供給。(注1)
- 既存の金融機関では対応できない、開発効果の高い案件への対応  
(新成長戦略(平成22年6月18日閣議決定))。

### 2. 対象分野

上記基本的考え方を踏まえ、以下の3分野とする。

- インフラ・成長加速化
- MDG・貧困削減
- 気候変動対策

### 3. 対象国

ODA対象国とする。

### 4. 取引形態による対象類型

上記基本的考え方を踏まえ、取引形態に着目した以下の要件を設定し、それらを考慮しつつ既存の金融機関では対応出来ない、開発効果の高い案件であることを政府が確認する。なお、事業達成の見込みがあると認められる場合に限る(JICA法14条3項)。

#### (1) 融資

##### ① 以下の2要件を満たすこと。

- 先導的案件であること。(注2)
- 案件実施について、ホスト国政府等に対してしかるべく事前の通報が行われ、かつ原則回答が得られること。

##### ② 加えて、リコース型案件及び協調融資案件においては、以下のとおりとする。

- リコース型案件については、原則として、日本(日系)企業以外が信用補完するもの。
- 協調融資案件については、以下のいずれかを満たすものとする。

(i) 相手先が地場金融機関のみのもの。

(ii) 相手先が国際開発金融機関のみのもの。

(iii) 相手先が地場金融機関及び国際開発金融機関のみのもの。

#### (2) 出資

案件実施について、ホスト国政府等に対してしかるべく事前の通報が行われ、かつ原則回答が得られること。なお、過去の実施案件の研究・評価を踏まえ、既存金融機関では対応できない、開発効果の高い案件を如何に選定するか事案ごとに慎重な検討が必要。

(以 上)

#### (注1)

● 開発途上地域の経済及び社会の開発若しくは復興又は経済の安定に寄与することを通じて、国際協力の促進並びに我が国及び国際経済社会の健全な発展に資することを目的とする。

## C-12 ツーステップ・ローン条件

フィリピン共和国 BDO Unibank, Inc. 向け GREEN ツーステップ・ローン

ローン英文名称	JBIC GREEN Facility to BDO
相手国	フィリピン共和国
借入人(略称)	BDO Unibank, Inc.
現地担当部署	International Desks (for Attn: Group Head) BDO Unibank, Inc. 6F South Tower, BDO Corporate Center, 7899 Makati Avenue, Makati City 0726 Philippines 電話番号: +632-840-7874 ファックス番号: +632-878-4850 * 先ずは、インフラ・環境ファイナンス部門 電力・新エネルギー第2部 第2ユニット(電話番号: 03-5218-3413)にご相談下さい
融資総額	50百万米ドル
未承認(未引出)額	50百万米ドル
資金使途	BDOがフィリピンにおける再生可能エネルギープロジェクトに対し資金を供給するために必要な資金
契約／プロジェクト承認申請期限	2019年8月3日
本行から金融機関への貸出実行期限	2020年2月3日
融資対象プロジェクトの要件と転貸条件	
対象プロジェクト実施者(転貸先)	BDOが融資適格と認める者
対象業種／プロジェクト／品目	再生可能エネルギー事業(太陽光、風力、水力、地熱発電事業等及び関連設備の導入等) * 但し、当該事業に係る環境カテゴリー分類が「B」又は「C」に該当するものに限る。
融資金額(通貨)	融資対象プロジェクト毎に決定
金利	融資対象プロジェクト毎に決定
期間	融資対象プロジェクト毎に決定
現地日系企業の利用可否および条件	●可 利用条件: 上記対象プロジェクト参照
その他の条件	—
担当部課	インフラ・環境ファイナンス部門 電力・新エネルギー第2部 第2ユニット (電話番号: 03-5218-3413)

## C-21 海外投融資への申請情報

### (1) 経緯

- ・ F/Sの有無
- ・ 本事業を提案するに至った経緯、提案者の事業計画における位置づけ等

### (2) 事業背景と必要性

- ・ 事業目的
- ・ 国及び事業実施地、当該セクターの概況
- ・ 本事業の開発の観点からの意義・必要性等

### (3) 事業概要・計画

- ・ 事業対象・範囲及び技術的妥当性
- ・ 初期投資費用とその妥当性
- ・ 事業期間中の資金計画(完済までのキャッシュフロー(電子データも併せて)を含む)
- ・ 需要計画・価格設定とその妥当性
- ・ サービス等提供先の概況及び評価
- ・ 原材料調達計画とその妥当性
- ・ 債務支払・維持管理・税・用地取得等に要する費用
- ・ 配当政策
- ・ 資金調達計画
- ・ 事業実施体制(ストラクチャー、関連する契約を含む)
- ・ 財務指標等

### (4) 投融資希望金額・条件

- ・ 融資・出資の別、割合、期間、金利、担保、特約事項等

(出資の場合、融資ではなく出資が必要な理由)

- ・ バンクローン方式の場合、仲介銀行の概要、転貸条件等

### (5) 投融資先の概要

- ・ 出資者及びその概要
- ・ (既存の法人向けの場合)決算書(過去3～5期分)、ビジネスプラン・財務計画等

### (6) リスク及びその対応方針

- ・ リスク分析



- ・ 感度分析
- ・ リスク分担
- ・ 担保・保証、セキュリティ・パッケージ等

(7) 政府支援・許認可

- ・ 政府等との協議及びコミットメントの状況、補助・優遇措置等の政府支援の見通し
- ・ 許認可の状況・見通し

(8) 環境社会配慮（環境社会配慮ガイドライン（2010年4月公布）に沿うこと）

- ・ 環境スクリーニングフォーム案
- ・ 環境影響評価、用地取得・住民移転計画の有無及び概要等

(9) 既存金融機関からの借入の困難性（海外投融資支援の必要性）

## C-22 ファイナンシャル・アドバイザー資格要件

プロジェクトファイナンスのアドバイザーに適任なのは、プロジェクトファイナンス業務に精通した金融機関であることは論を俟たない。特にリード・アレンジャーの経験のみならず、ファイナンシャル・アドバイザーの実績を積んだ経験豊富な金融機関が望ましい。プロジェクトファイナンスのアドバイザーとしての技量を評価する視点としては、次のような点に留意する。

1. 同種のプロジェクトファイナンス案件をどれだけ手掛けたことがあるか（産業的知識・経験）
2. プロジェクト所在国にどれだけ精通しているか（所在国の知見・経験）
3. 政府系輸出信用機関や国際金融機関の利用を想定しているのであれば、それら金融機関についての知見・経験
4. ファイナンシャル・アドバイザーのリーダーやチームメンバー個人の実績・経験

## C-23 ファイナンシャルタームシート項目例

### 1. 地場金融機関・政府系金融機関から提供可能な融資条件の整理(タームシート項目)

本案件では、シニアレンダーとなる金融機関と詳細まで協議が現状なされておらず、契約書の詳細については今後確認が必要となる。そのため、以下は主な確認事項を記載する。

表 地場・政府系金融機関から提供可能な融資条件の整理(想定)

1. 契約当事者	✓ 貸貸人はシニアレンダーとなり貸借人は事業運営主体となる
2. 融資金額	✓ 融資金額総額に建中期間に発生する金利である建中金利も拠出されているかにつき確認が必要
3. 返済期間	✓ 一般的には、建設期間(2年～3年を想定)は元本返済据置期間であり、元本返済が開始されるのは商業運転開始後となる。返済期間は5年～7年が一般的であるが、期中のキャッシュフローに対して適切な返済スケジュールとなっているか確認が必要
4. 利息	✓ 事業者の信用力や案件により幅があり確認が必要
5. 融資実行時期	✓ 工事進捗に応じて段階的に事業者を支払われることが一般的であるが、支払条件については確認が必要
6. アップフロントフィー及びエージェントフィー	✓ 金融機関によっては融資金額に対して一定のアップフロントフィーやエージェントフィーを要求する場合があるため確認が必要
7. 期限前弁済	✓ 通常期限前に一部もしくは全額を返済すると、期限前弁済金額に対してペナルティが発生する場合があります、確認を要する
8. 遅延損害金	✓ 一般的には、金利もしくは元本の返済が滞ると遅延損害金が発生する
9. キャッシュウオーターフォール・メカニズム	✓ プロジェクトファイナンスの場合、キャッシュウオーターフォール・メカニズムが採用され、支払の優先順位が事前に決められており、専用の口座を作成してエージェントにより管理・運営されている。一般的な口座としては、プロジェクト関連口座、オペレーション口座(税金や経費支払)、シニア返済充当口座、シニア返済積立口座(デット・サービス・リザーブ・アカウント)、メザニン返済充当口座、スポンサーリリース口座、等があり、その運営方法についても確認が必要
10. コベナント	<p>✓ 通常コベナントには、作為義務と呼ばれる事業者が契約書の規定に従い遵守すべき事項と、不作為義務と呼ばれる事業者が契約書の規定に従い禁止されている事項に分類される。</p> <p>✓ インドネシアにおいても一般的な作為義務コベナントは、必要な許認可及びライセンスの維持、監査済み財務諸表の提出、DSCR等の財務コベナントの維持、等があり確認が必要</p> <p>✓ 一般的な不作為義務は、レンダーの承認無しでの発電資産の売却やリース、新規ローン契約の締結、所有権の移転、ローン返済期間中の配当、</p>

	等があり確認が必要
11. 期限の利益の喪失	✓ 通常は、上記のコベナント違反の状況になると事業者はレンダーから貸付金の元本及び利息、清算金、等支払義務があるものについての即時支払が求められるが、一定の猶予期間を許容している場合もあるため確認が必要
12. 担保	✓ 通常シニアレンダーは、小水力事業を運営するに必要な土地及び設備等の資産一式に関し第一順位で担保権を取得することになるが、その他に追加で担保を要求しているかに関する確認が必要

## 2. JICA 海外投融資を活用する場合の投融資条件の整理(タームシート項目)

JICA 海外投融資事業を活用する場合、上記の地場商業銀行や政府系金融機関の融資条件と同等の条件は必要であると考ええる。プロジェクトファイナンスによる融資形態となることが想定されるため、プロジェクトを考慮した返済期間及び返済方法を検討する必要がある。また、JICA 単独による融資の場合、融資実行後のモニタリング、トラブル時の対応等、事業者との協議に相当の負担・労力を要することになることが想定されるため、地場金融機関との協調融資や、メザニンレンダーと協調して対応を図ることも一案と考える。

表 具体的な投融資条件の整理(想定)

1. 契約当事者	✓ 賃貸人： 独立行政法人国際協力機構（JICA） ✓ 賃借人： AA 社
2. 融資金額	✓ 建設期間中の発生する建中金利分も追加して融資金額とすることを想定
3. 返済期間	✓ 建設期間の2年を元本返済据置期間として、返済期間を7年として想定
4. 利息	✓ 事業者との協議の上、今後確定していく必要あり
5. 融資支払	✓ 工事進捗に応じて段階的に支払うことを想定
6. アップフロントフィー及びエージェンツフィー	✓ エージェント業務は地場金融機関もしくは政府系金融機関に依頼することを想定
7. 期限前弁済	✓ 協調融資を想定しており、地場政府系金融機関と協議の上、同条件を規定する必要あり
8. キャッシュウオーターフォール・メカニズム	✓ 同上
9. コベナント	✓ 同上
10. 期限の利益の喪失	✓ 同上
11. 担保	✓ 同上

## D. EPC フェーズ

D-11 CM コンサル の TOR サンプル

D-21 基本詳細設計チェックリスト

D-31 入札書類チェックリスト

D-32 水車発電機入札評価例

D-41 施工モニタリング実施例

D-42 施工進捗報告例

AAA水力発電所プロジェクト  
コンストラクションマネージメント

役務提案書  
(サンプル)

2016年

# 目次

CHAPTER1 全般.....	
1.1 コンストラクションマネージメント役務（以下CM） .....	
1.1.1 役務目的.....	
1.1.2 役務遂行アプローチ .....	
1.1.3 役務範囲 .....	
1.2 CM役務詳細.....	
1.2.1 設計段階.....	
1.2.2 調達段階.....	
1.2.3 実施段階.....	
1.3 コンサルによるプロジェクト報告 .....	
1.4 プロジェクト情報.....	
1.5 完工の遅延 .....	
CHAPTER2 チームの結成及びタスクの割当 .....	
2.1 組織 .....	
2.2 各メンバーの割当 .....	
2.2.1 設計監督者.....	
2.2.2 施工管理者.....	
CHAPTER3 施工管理役務及び報告の人日 .....	
3.1 施工管理役務の人日 .....	
3.1.1 設計監督者.....	
3.1.2 施工管理者.....	
3.2 報告 .....	
CHAPTER4 コストの算定 .....	
4.1 算定の条件 .....	
4.1.1 コスト算定の基礎 .....	
4.1.2 支払いの方法.....	
4.1.3 オーナーが提供すべき施設 .....	
4.1.4 報酬 .....	
4.2 コンサルタント業務の総費用 .....	

添付1：AAA 小水力発電所マスタースケジュール



## CHAPTER 1 全般

### 1.1 コンストラクションマネジメント役務（以下CM）

#### 1.1.1 役務目的

- (1) C 社及びT 社のコンソーシアム（以下「オーナー」）の承認の下、AAA 水力発電プロジェクト（以下、本プロジェクト）全般を管理する。
- (2) オーナーと協議の上、基本設計を策定し、かつ、詳細設計をレビューし、I 国法に則っているかを検証、必要に応じて修正指示を行い、コストミニマムな現地工事を可能にする詳細設計の指導、監督
- (3) オーナーによる本プロジェクト改善の主な方針の決定を支援する。
- (4) プロジェクト資機材を提供する請負業者/メーカー及び工事業者に対して以下を遂行する。：
  - 設計の最適化
  - バリューエンジニアリングを通じたプロジェクトコストの最小化
  - 建設中の予算増加の防止/コスト削減
  - 工程通りの COD
  - オーナーとメーカー/工事業者等との契約締結支援
  - 品質欠陥の最小化
  - 安全/環境面の障害の最小化
  - プロジェクトの信頼性の向上

#### 1.1.2 役務遂行アプローチ

本プロジェクトには、堰、取水、沈砂池、導水路、サージタンク、水圧管、発電所、放水路の全ての土木作業、10MW のタービン及び発電機、その付属装置の電気機械設備及び送電線工事が含まれる。本プロジェクトを成功するため円滑な設計・調達・施工遂行及びコスト削減が不可欠であるため、コンサルは、各役務段階で以下の業務を提供する：

- (1) 設計段階
  - － 基本設計のレビュー/詳細設計の監督
  - － 調査の監督
  - － バリューエンジニアリング
- (2) 調達段階
  - － 調達計画
  - － 入札の準備
  - － 入札の評価
  - － 請負業者及びメーカーとの交渉

### (3) 実施段階

- 承認された作業範囲の管理（計画、決定、監督、指示）
- 最終検査の監督/コミッショニングテスト

#### 1.1.3 役務範囲

本業務の役務範囲は以下のように分類される。

##### (1) 設計監督の役務範囲

- 基本設計レビュー
- 現地調査及び試験の管理
- 詳細設計の監督

##### (2) 土木作業の役務範囲

- 契約（調達）管理
- 工程管理
- 予算管理/コスト管理
- 品質の監督
- 安全/環境面の監督
- 文書管理

##### (3) 水力発電設備の役務範囲

- 技術仕様及び作業範囲の確認
- 技術仕様書を確認する打ち合わせの実施
- タービンメーカーとの交渉（技術的な問題について）
- 契約後の技術仕様確認
- 現地進捗監督
- **現地試験監督**
- モニタリングシステム及びスキルの体制支援

##### (4) 関連役務間の調整管理

## 1.2 CM役務詳細

### 1.2.1 設計段階

(1) **基本設計のレビュー**

(2) 現地調査/試験の監督

(3) 詳細設計の監督

#### 1.2.2 調達段階

(1) 土木作業

(2) 水力発電設備及び電気機械設備

#### 1.2.3 実施段階

(1) 建設期間

(a) 土木作業の建設計画/工法

(b) 工程管理

(c) 予算管理/コスト管理

(d) 品質の監督

(e) 安全/環境面の監督

(f) 水力発電設備及び電気機械設備の CM 役務

(g) 作業及び請負業者間のインターフェイス

(h) 契約（調達）管理

(i) 文書管理システム

(2) 竣工

(a) 土木作業

(b) 水力機械及び電気機械作業

### 1.3 コンサルによるプロジェクト報告

コンサルは以下の文書及び報告書を作成し、毎月月末にオーナーに提出する。

- (a) 詳細設計のレビュー報告書：E メールによる提出
- (b) 現地調査/監督報告書：E メールによる提出
- (c) 月次進捗報告書：E メールによる提出（要求される場合、進捗会議で説明する）
- (d) その他の報告書：必要に応じて

### 1.4 プロジェクト情報

コンサルは現地調査及びオーナーが提供する情報に基づいて、プロジェクト管理コンサルティング業務を実行する。

情報の流れを有効にするため、コンサルタントはオーナーの許可の下、コンサルティング業務の開始時に、情報システムを構築する。

### 1.5 完工の遅延

プロジェクトを期日に完了させるため、オーナーは設計及び建設作業より以下の項目を先行しなければならない。

- 許認可
- 計画地域の用地取得
- 公衆及び民間のクレームの解決
- 設計会社、建設会社、主要原材料の供給業者との契約又は指名
- スマトラ島外から輸入される材料、特別な下請業者、熟練した労働者等の現場への供給

コンサルは予定日までに作業を完了させるため全力を尽くし、オーナーは迅速に意思決定を下し、建設作業の障害を取り除くことによって、プロジェクトを工期内に完成させるためコンサルタントと協力する。

## CHAPTER 2 チームの構成及びタスクの割当

### 2.1 組織

コンサルは、本プロジェクトの施工管理役務を円滑かつ成功させるため、施工管理チームを組織する。

コンサルは、各人の能力を最大限生かし、お互いに補完しあい、本社のサポートを活用してタスクを割り当てる。

### 2.2 各メンバーの割当

#### 2.2.1 設計監督

(1) 主任エンジニア

(2) サポートエンジニア

#### 2.2.2 施工管理

(1) 常駐エンジニア

(2) サポートエンジニア

## CHAPTER 3 施工管理役務及び報告の人日

### 3.1 施工管理役務の人日

#### 3.1.1 設計監督

土木設計監督の合計期間はXヶ月となる。

設計のレビュー作業は、Xヶ月の基本設計レビュー、Xヶ月の現地調査/試験管理、Xヶ月の詳細設計監督からなる。

コンサルはコンサルティング役務契約に署名し、有効になった後、コンサルは、エンジニア責任者を現場に派遣し、役務を開始する。

#### 3.1.2 施工管理

土木作業及び電気機械作業の総建設期間はXヶ月である。

さらに、電気機械施工管理コンサルティングは、タービン及び発電機のメーカーの契約によって設計段階で実行される。

コンサルティング役務契約に署名し、有効になった後、コンサルはコンサルのエンジニアをインドネシアに派遣し、役務を開始する。

コンサルの人日提案を以下の表 3.1-2 に示している。

表 3.1-2 エンジニアの人日（施工管理）

分野別	単位	現地	コンサル本部	合計
土木	人日			
土木（現地）	人日			
電気/機械	人日			
サポート	人日			
合計	人日			

### 3.2 報告

コンサルは上記 1.3 項に記載される通りに、設計レビュー報告書、現地調査/監督報告書、その他の報告書を作成し、オーナーに提出する。

## CHAPTER 4 コスト算定

### 4.1 算定の条件

#### 4.1.1 コスト算定の原則

施工管理コンサルティング役務のコストは、第 3 章で説明する人日に合わせて算定する。

#### 4.1.2 支払い方法

業務の総コストは基本的にスケジュールに沿って実費精算で算出され、支払いスケジュールは建設段階で最終決定される。

コンサルティング業務の支払いは、**米ドル**及びマイルストーン単位で行われ、直接送金、或いは相互に合意した他の方法でコンサルタントに支払われる。

#### 4.1.3 オーナーが提供すべき施設

本提案のコストは、オーナーが以下の情報、設備、材料等を提供することを条件に、算定されるものである。

- (1) 関連文書のコピー（情報及びデータ）
- (2) 本プロジェクトの基本設計報告書
- (3) 現地オフィス
- (4) 移動及び宿泊施設
- (5) 食事
- (6) その他

#### 4.1.4 報酬

報酬は、当該役務に割り当てられたコンサルタント一人一人の給与、社会保険料、間接費、利益手数料が含まれ、I 国及び日本におけるあらゆる諸税は含まれない。人員に対する報酬は、土曜日、日曜日、祝日に業務を行った時は、勤務時間に含む。移動については、出発日は勤務時間に含まれるが、到着日は勤務時間に含まれない。

### 4.2 コンサルタント業務の総費用

第 3 章の表 3.1-1 に示す総人日及び上記の 4.1 条の条件に基づいて、本業務の算定コストを以下の表 4.2 に掲載する。

すべての税金—は総額に含まれない。

表 4.2 AAA 小水力発電所のコンサルティング役務費用の概要

税金—は含まない

業務	合計(米ドル)	備考
土木設計監督		X ヶ月間
土木施工管理		X ヶ月間
電気&機械		X ヶ月間
<b>総合計</b>		

**D-21** AAA 水力発電所 基本・詳細設計チェックリスト

チェック項目	採 用 事 項	備 考
1.実施設計の諸事項		
1.1 地形図 1.1.1 使用図面 1.1.2 使用縮尺	Topographic of Basic Design 1/1,000, 1/500, 1/200, 1/100, 1/50, 1/20	
1.2 水文資料 1.2.1 雨量資料 1.2.2 採用年次 1.2.3 年間流量年表 1.2.4 河川維持流量 1.2.5 流況曲線 1.2.6 設計洪水量 ・ 確率年数 ・ 洪水量	XX m <sup>3</sup> /s      1/100	
1.3 地質 1.3.1 採用資料:基本設計報告書		
1.4 下流の既設発電所諸元 ・ 流域面積 ・ 最大使用水量 ・ 最大有効落差 ・ 設備出力 ・ 取水位 ・ 設計洪水量 ・ 洪水越流水深		Existing Down Stream
1.5 発電計画諸元 ・ 取水位 ・ 放水位 ・ 総落差 ・ 最大使用水量 ・ 概算損失落差 ・ 概算総合効率	XXX m   XX m <sup>3</sup> /s  XX%	





## INQUIRY INFORMATION

Date :

PROJECT :

No.	チェック項目	Item	Unit	Data and Requirement by			Remarks
1	プロジェクトのアウトライン	Outline of Project					
1.1	顧客	Customer					
1.2	プロジェクトの名前	Name of Project					
1.3	プロジェクトの国	Country of Project					
1.4	プロジェクトの位置	Location of Project					
1.5	金融	Finance					
1.6	予算	Budget					
	建屋地点の洪水位						
	洪水対策・建屋構造						
	取水堰位置標高						
	取水堰高さ						
	取水口位置標高・						
	沈砂池位置標高・						
	導水路導水勾配						
	ヘッドタンク位置標高						
	建屋位置標高						
	放水面位置標高						
2	格付け	Rating					
2.1	タービン	Turbine		Hmax	Hnor	Hmin	
	出力x台数	Output x No. of unit	kW				
	有効落差	Effective Head	m				
	流量	Discharge	m <sup>3</sup> /s				
	タービン効率	Turbine Efficiency	%		<		(at 100% load)
	回転数	Rotating Speed	rpm				
	タービンのタイプ	Type of Turbine		horizontal shaft			
2.2.1	洪水位からの床面高さ	Floor Elevation					
	タービン軸心位置	Center of Turbine	mMSL				
	放水面の高さ	Elevation of Lower Reservoir	mMSL				
2.2.2	水質	Quality of Water					
	pH	pH					
	土砂含有量	Mass in Water					
	マンガン、カルシウム等	Mn.Ca etc					
	その他	Others					
2.3	発電機	Generator					
	出力	Capacity	kVA	5000			
			kW	4000	<		
	電圧	Voltage	kV				
	周波数	Frequency	Hz	60			
	回転数	Rotating Speed	rpm	600-900			
	ジェネレーター効率	Generator Efficiency	%		<		(at 100% load)
	力率	Power Factor		around 0.8			
	短絡比	Shortage Ratio		around 0.95-1.0			
	ジェネレーターのタイプ	Type of Generator		horizontal shaft			
	絶縁階級	Class of Insulation					
	絶縁種別	Kind of Insulation		F種			
	励磁機						

No.	チェック項目	Item	Unit	Data and Requirement by	Remarks
	容量				
	タイプ			ブラッシレス	
	電圧				
	電流				
	水車発電機付属設備				
	潤滑装置	潤滑油レベル高低、温度、メタル温度			
	潤滑油冷却装置	送油/送水 正圧/負圧			
	発電機冷却システム			閉鎖型自力送気風冷	
	防音				
	延焼防止				
	サージアブソーバー			不要	
	母線			単母線	
	主変圧器			1	
	主遮断機			1	
	発電機開閉器			2	
	避雷器				
	所内電源回路				
	所内変圧器				
	P/C, C/C				
	直流電源	自立起動電源			
	非常用電源	洪水時排水電源定格出力/2台設置			
	壁・地下配管は3mk壁面上を通す。地下・床面・壁面からの通過を許さない。洪水対策				
	建屋で入り口はストップログで遮水できる構造とすること。				
	建屋は耐浮力構造とする				
	照明 構内、建屋内、導水路、調整池、取水口				
	作業用電源、コンセント				
	制御電源 AC DC				
	ローカルボックス				
	現場盤				
	制御盤				
	保護装置盤 保護リレー・安全保護安インターロック				
	火災検出報知消火システム			窒息消火	
	水位検出				
	環境監視盤				
	非常警報装置				
	制御装置				
	起動停止、同期併入、出力制御			有人起動停止One Push	
	通信・情報コントロール				
	取水口・沈砂池・導水路・ヘッドタンク				
	除塵装置制御盤				
	除塵装置制御盤C/C				
	照明・作業用電源・コンセント				
	各所通信設備 カメラ遠隔操作				
3	工場のスコープを要求しました	Requested Scope of Works			
3.1	設計	Design			
3.2	供給	Supply			
3.3	エンジニアリング・サービス	Engineering Services			
4	企てのための必要書類	Required Documents for Bid			
4.1	技術的	Technical			

No.	チェック項目	Item	Unit	Data and Requirement by	Remarks
	仕様書	Technical Specifications			
	性能曲線	Performance Curve			
	保証されたデータ	Guaranteed Data			
	図面	Drawings			
	他のもの	Others			
4.2	引用	Quotation			
	通貨	Currency			
	有効期間	Validity of Quotation			
	納期	Delivery Time			
	確定価格……あるいは Escallationで	Firm Price or with Escallation			
	受渡地点	Point of Delivery			
5	取引条件	Commercial Conditions			
5.1	プロジェクト予定表	Project Schedule			
	ドキュメントの提起	Submittal of Documents			
	引用の提起	Submittal of Quotation			
	企て決算日	Bid Closing Date			
	プロジェクトの完成	Completion of Project			
5.2	支払い	Payment			
5.3	保証期間	Guarantee Period			
5.4	損害賠償金	Liquidated Damages			
	デリバリー	Delivery			
	実行	Performance			
	ドキュメントの提起	Submittal of Documents			
6	仕様書	Technical Specifications			
6.1	ランナー材質	Material of Runner			
6.2	確認方法……の	Confirmation Method of			
	性能保証	Guarantee Performance			

D-32 水車発電機入札評価例

Compared table between A社 vs B社 from the view of operation

Item	Unit	A社	B社
基準出力 Base output	KW	4,340	4,345
基準流量 Base water flow	m3/s	4.50	4.50
最大連続出力 Max continuous output	KW	<b>4,340</b>	<b>4,773</b>
最大連続流量 Max continuous water flow	m3/s	4.50	4.95
最低連続出力 min continuous	KW	<b>1324</b>	<b>842</b>
最低連続流量 min continuous water flow	m3/s	1.64	1.35
年間発電量 Yearly generation of power	KW-h	<b>46,697,527</b>	<b>48,093,335</b>
年間発電量比 B社/A社 Ratio of B社/A社	%	<b>100</b>	<b>103</b>
利用率 Yearly utility factor	%	<b>66.63</b>	<b>68.63</b>
契約価格 Price	PHP		
発電量あたり契約価格 Price/MW-h	PHP/MW-h		
出力あたり契約価格 Price/MW	PHP/MW		

考察

1 河川流量に対する考察		
1.1	河川流量が予想より多い場合	110%までの出力増加が図れるB社が優位。
1.2	河川流量が予想より少ない場合	低出力域ではA社のほうが効率の低下が少ない。但し流量状況によるのでA社が優位とは言えない。実質的には変わらないと見る程度と考える。
2 運転制約に関する契約者確認		
2.1	A社	Qmin=1.64m3/s & less than 500hr Qmax=4.5m3/s & less than 100hr, 5% Water temperature is lower than 25°C
2.2	B社	最大連続出力 110% 4772.KW 最低連続出力 30% 842KW 河川水温度の制約は無い
3 年間発電量に対する考察		
	年間発電量比率が3%、B社製品が上回ることの考	これは <b>年間収入が3%増加</b> することを意味している。単純に換算しても10年間では30%収入が増加するので入札時の価格差に占める比率と比較勘案する重要な事項である。
4 その他		
	契約価格と評価通貨	評価に使用する通貨を定める。レート設定に留意する必要がある。

D-41 施工モニタリング実施例

#1.weir Concrete placing control sheet (取水堰のコンクリート打設モニタリングシート)

1. weir stage 1 (up to 165.5m)		concrete lift (H = 1.2m)													11/30
structure		Length	lift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	FORM
F-1-1	schedule	27.8	t=1.0m	3	4	5									5
	(rev)			4/3	4/12	4/19									
	actual	16.5		4/17	4/24	5/2								5/3	
F-1-2	schedule	25	t=1.0m	9	10	11									4
	(rev)			5/11	5/18	5/25									
	actual	10.3		6/4	6/9	6/10									
M-1-1	schedule	30	t=1.0m	2	3	4	5	6						5/3	4
	(rev)			4/12	4/13	4/24	4/25	5/3							
	actual	30		4/28	5/3	5/28	5/28	5/28							
M-1-2	schedule	21	t=1.0m	7	8	9	10	11							5
	(rev)			4/23	5/1	5/12	5/19	5/25	6/1						
	actual	14.6		6/13	6/20	6/20	6/21	6/23							
R-1-1	schedule	27.8	t=1.0m	2/4	2/8	2/27	2	3							1
	(rev)						3/3	3/10							
	actual	14		1/25	2/1	2/27	3/12	4/25							
R-1-2	schedule	21	t=1.0m	10	11	12	12	12							
	(rev)			5/15	5/22	5/22	6/3	6/3							
	actual	14.8		6/1	6/1	6/2	6/11	6/11							
WD-1-1	schedule	13	t=0.3m	4	5	6	7	8							3
	(rev)			3/6	3/6	3/14	3/24	4/1	4/8	4/15	4/24	5/2	5/9	5/16	6th/5.3
	actual	22		3/6	3/9	3/15	5/22	5/23	6/14	9/1	9/18	9/18	9/18	10/29	
WD-1-2	schedule	20	t=0.3m	4	5	6	7	8							1
	(rev)			4/2	4/9	4/18	4/25	5/3	5/10	5/17	5/26	6/3	6/10	6th/5.3	
	actual	11		4/11	4/25	5/12	5/12	6/14	9/1	9/18	10/2	10/2	10/29		
WUP-1 (upstream)	schedule													6th/5.3	(7)
	(rev)														
	actual	7				3/17	6/11	6/11	6/14						
WUP-2 (wrap up)	schedule														
	(rev)														
	actual	26				10/24	10/24	11/8	11/17						
WA-1-1	schedule	20	t=0.3m	5	6	7	8	9							6
	(rev)			4/6	4/13	4/22	4/29	5/7	5/14	5/21	5/30	6/7	6/14	6/21	
	actual	20		4/8	4/20	5/12	5/12	5/12	7/23	7/23	7/23	9/11	9/12	10/10	
WA-1-2	schedule	14	t=0.3m				2	3							2
	(rev)			2/15	2/23	3/6	3/14	3/21	3/28	4/5	4/14	4/21	4/28	5/6	
	actual	14		2/15	2/15	2/28	3/13	3/24	7/23	7/23	7/23	9/11	9/12	10/10	
Lining	schedule			with pumping				without pumping							7sets
	actual														
	remark														
apron 1	schedule			5/27	6/5	6/29	7/8								
	actual			7/11	7/18	7/28	10/13	11/24							
	remark			150m3	200m3	160m3	120m3	43m3							
Dissipator	schedule														
	actual					10/19	10/19	11/14							
	remark				10		20	(2*50%)	30						

1-1 monthly accomplishment

month		Jan	Feb	Mar	April(rev)	May	June	July		total				Remark
schedule	lift		6	9	16	23	14			68				2015/7/31
	length		125.4	149.6	361.6	465	272.8			1374.4				
actual	lift	1	5	9	12	13	12	6		58				
	length	14	70	150	176.7	270	238.5	102		1021.2				
rate	lift		100.0%	100.0%	75.0%	56.5%	85.7%			85.3%				
	length		67.0%	100.3%	48.9%	58.1%	87.4%			74.3%				

1-2. accumulated accomplishment

month		Jan	Feb	Mar	April(rev)	May	June	July		total				Remark
schedule	lift		6	15	31	54	68			68				2015/7/31
	length		125.4	275	636.6	1101.6	1374.4			1374.4				
actual	lift	1	6	15	27	40	52	58		58				
	length	14	84	234	410.7	680.7	919.2	1021.2		1021.2				remain Q'ty 353.2m
rate	lift		8.8%	22.1%	39.7%	58.8%	76.5%	85.3%		76.5%				
	length		6.1%	17.0%	29.9%	49.5%	66.9%	74.3%		74.3%				

## 1. AAA mini-hydro power Progress Summary Sheet

Date :  
prepared by

Description	Unit	Total progress	Weir	Desander	Headrace	Surge Tank	Penstock	Plant Building	commissioning
Planned completion date	yymmdd	16. 3. 31	16. 2. 28 (diversion 15.7.7)	16. 1. 25 (main . 10. 21)	15. 12. 22	15. 12. 5	15. 11. 18	15. 12. 22	16. 3. 29
Estimated completion date	yymmdd	16. 10. 6	16. 8. 22	16. 6. 9	16. 8. 24		16. 7. 12	16. 7. 12	16. 10. 6
Planned start date	yymmdd					15. 7. 7	15. 7. 27	15. 5. 1	16. 2. 28
Actual start date	yymmdd		14. 7.	14. 9.	14. 7		15. 10	15. 9	
Progress deviation in Nov.. (Oct.)	dd (dd)	185 (169)	171 (143)	133 (114)	230 (202)	?	235(206)	188 (172)	184 (168)
Cause of Deviation			resource, working procedure	Management Location	Delayed resource input	other works	other works	Land acquisition	
How to recover			2shift work re-scheduling	resource input	resource input, re-schedule	re- schedule	re- schedule	resource input	
Notice			diversion plan ? (upstream protection)	design check (elev, retaining wall)	Equipment. (transformer..) pipe slipper delay	location changed	rock foundatin	limited land (slope protection)	
Total construction Q'ty			conc. 8,092m3 mason 24,060m3	conc. 1,753m3	pipe 3,250m	steel 26tons	pipe 298m	1 L/S	
Progress rate	%		46%	37%	earthwork 94% pipe slipper 37%		3%	2%	
Remain work Q'ty									
Revised Estimated finish		2016.11.19	2016.10.19	2016.8.17	2016.7.21	2016.4.27	2016.3.21	2016.7.9	(2016.8.4)
(Detail activity)		+1 month	temp. water flow	rockshed sandfill	flow test	curing	flow test	building complet.	tentative
Remark									

D-42 施工進捗報告例

2. Main Issue in this month.

DATE :  
prepared by

A. List of Engineering work in this month

Description	output	status
1. construction	a. river diversion b. conveyance pipe c. pipe slipper d. penstock	
2. working plan (shop drawing)	a. river diversion concept b. leftside upsream protection c. desander retaining wall plan d. headrace plan and profile (revised) e. creek crossing f. power house slope protection	
3. Budget	a. BOQ	
4. Progress	a. revised schedule b. monthly progress rate plan	
5. Management	a. productivity improvement	

B. Request to E社

item	Request	remark
1. progress	- continuous weekly meeting	



## E. O&M フェーズ

E-11 日々の状況情報管理票（土木）

E-12 日々の状況情報管理票（E&M）

E-21 巡視点検表例（発電機）

E-31 ISO55000 に準拠した運用例

E-41 パーツ部品情報管理票例

E-51 "Monthly Management Report サンプル”

## E-11 日々の状況情報管理票(土木設備)

発電所名	〇〇発電所		調査日		天候	
			調査者		気温	
カテゴリー	土木		巡視・点検記録			
設備名	巡視・点検事項			定点撮影		
取水口	河川水位(m)				(取水口・河川水位)	
	取水ゲート開度(%)					
	{取水量( $\text{m}^3/\text{s}$ )}					
	コンクリートのひび割れ・劣化・損傷		有・無			
	スクリーン・ゲートの損傷、漏水の有無		損傷:有・無	漏水:有・無		
取水堰	堆砂状況(m)				(取水堰・堆砂状況)	
	コンクリートのひび割れ・劣化・損傷		有・無			
	排砂ゲートの損傷、漏水の有無		損傷:有・無	漏水:有・無		
沈砂池	堆砂位(m)					
	偏流・渦流の有無		有・無			
	コンクリートのひび割れ・劣化・損傷		有・無			
	排砂ゲートの損傷、漏水の有無		損傷:有・無	漏水:有・無		
導水路	導水路水位(m)				(導水路・水位)	
	通水量( $\text{m}^3/\text{s}$ )					
	コンクリートのひび割れ・劣化・損傷		有・無			
	周辺地山の崩落・湧水		崩落:有・無	湧水:有・無		
水槽	水槽水位(m)					
	コンクリートのひび割れ・劣化・損傷		有・無			
	排砂ゲートの損傷、漏水の有無		損傷:有・無	漏水:有・無		
水圧鉄管	鉄管路の沈下		有・無		(水槽・水位)	
	鉄管路の変位		有・無			
	鉄管路の振動		有・無			
	鉄管の腐食		有・無			
	固定台のひび割れ		有・無			
発電所基礎	コンクリートのひび割れ・劣化・損傷		有・無			
放水路	放水路水位(m)					
	土砂・塵芥		有・無			
その他	雨量(mm)					
	湿度(%)					
	気圧(Pa)					
設備名	特記事項(要修理・検査)			修理・検査計画		
修理結果・検査結果						
修理・復旧にかかった費用						
備考						

発電所名	〇〇発電所		調査日		雨量	
			調査者		天候	
カテゴリー	電気・機械		巡視・点検記録			
設備名	巡視・点検事項				備考	
水車入口弁	開度	%				
	水封部	リークの有無				
制御盤	電圧	電圧計				
	電流	電力計				
	出力	出力計				
	周波数	周波数計				
	力率	力率計				
	発電量(kwh/日)	電力量計				
発電機 水車本体 制御盤	ガイドベーン開度	開度計				
	封水部	リークの有無				
	バイパス弁開度	開度位置				
	振動	振動計				
	温度(固定子・回転子)	温度計				
	異音	体感				
	出力	出力計				
	電圧	電圧計				
	電流	電流計				
	無効電力	無効電力計				
	軸受温度	温度計				
	軸偏芯	偏芯計				
	励磁電圧	電圧計				
励磁電流	電流計					

設備名	特記事項(要修理・検査)	修理・検査計画
修理結果・検査結果		
修理・復旧にかかった費用		
備考		

## E-21 巡視点検表例(発電機)

実施日 2016 July ○○

[illegible]

ISO55001の目次構成		クラウド型O&M情報システムを活用した運用
1. 適用範囲		
2. 引用文献		
3. 用語及び定義		
4. 組織の状況	4.1 組織とその状況の理解 4.2 利害関係者のニーズ及び期待の理解 4.3 アセットマネジメントシステム適用範囲の決定 4.4 アセットマネジメントシステム	・サーバー上に蓄積されたデータや月次・年次報告などへの各ステークホルダーによるアクセス範囲の設定
5. リーダーシップ	5.1 リーダーシップとコミットメント 5.2 方針 5.3 組織の役割、責任、権限	・データ収集、分析、技術的判断の役割分担と権限・責任の設定
6. 計画	6.1 アセットマネジメントシステムのためのリスク及び機会に対処する活動 6.2 アセットマネジメントの目標とそれらを達成するための計画 6.2.1 アセットマネジメント目標 6.2.2 アセットマネジメント目標の達成計画	・発電所設備の点検項目、点検頻度の設定
7. 支援	7.1 資源 7.2 力量 7.3 認識 7.4 コミュニケーション 7.5 情報に関する要求事項 7.6 文書化された情報 7.6.1 一般 7.6.2 作成と更新 7.6.3 文書化された情報の管理	・データ収集、分析、技術的判断の役割分担と権限・責任の設定
8. 運用	8.1 運用の計画と管理 8.2 変更管理 8.3 アウトソーシング	
9. パフォーマンス評価	9.1 監視、測定、分析及び評価 9.2 内部監査 9.2.1 監査目的 9.2.2 監査方法 9.3 マネジメントレビュー	・専門家による技術的判断と予兆検知と対策行為
10. 改善	10.1 不適合及び是正処置 10.2 予防処置 10.3 継続的改善	

## E-41

[illegible]

**SAMPLE FORMAT**

**Monthly Management Report  
(MM-YYYY)**



**Project Name: XXXXX PS**

**PT ABC**

## 1 Basic Information

No.	Items	Details
1	Type	Run-of-river type
2	Commissioning Date	yyyy/mm/dd
3	Unit	No. 1
4	Installed Unit Capacity	4,333kW
5	Maximum Unit Capacity	4,335kW
6	Effective Head	155.45m
7	Turbine Manufacturer	xxxxxxx
8	Turbine Type	Horizontal Francis Turbine
9	Maximum Discharge	3.15m <sup>3</sup> /s
10	Generators Rated Voltage	V = 6.6KV
11	Generators Rated Frequency	F = 50Hz
12	Generators Efficiency	ηG= 97%

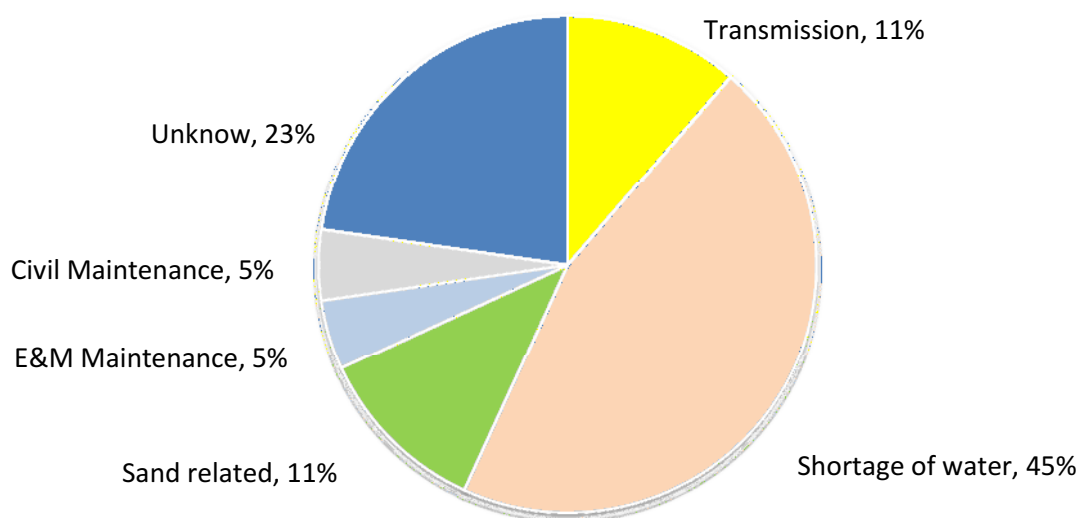
## 2 Summary

Items	Aug. 2014	July 2014	Aug. 2013
Produced MWh	2,813 MWh	2,513 MWh	-
Availability hours	672 hours	666 hours	-
Stoppage Period	72 hours	78 hours	-
Number of Trips	12 times	15 times	-
Capacity Factor	87.2 %	85 %	-
Availability Factor	90.3 %	88 %	-

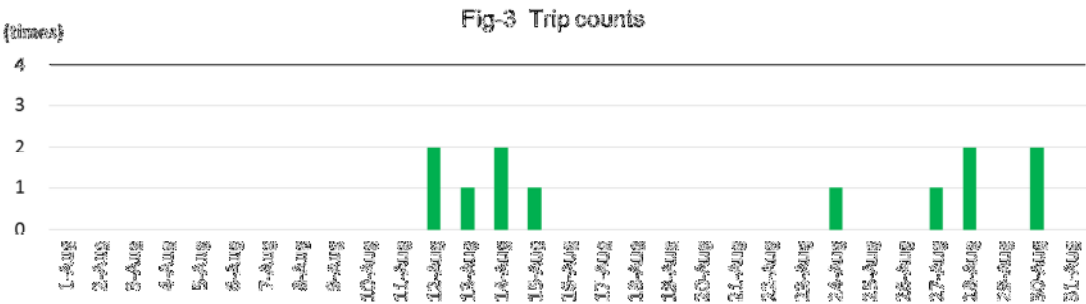
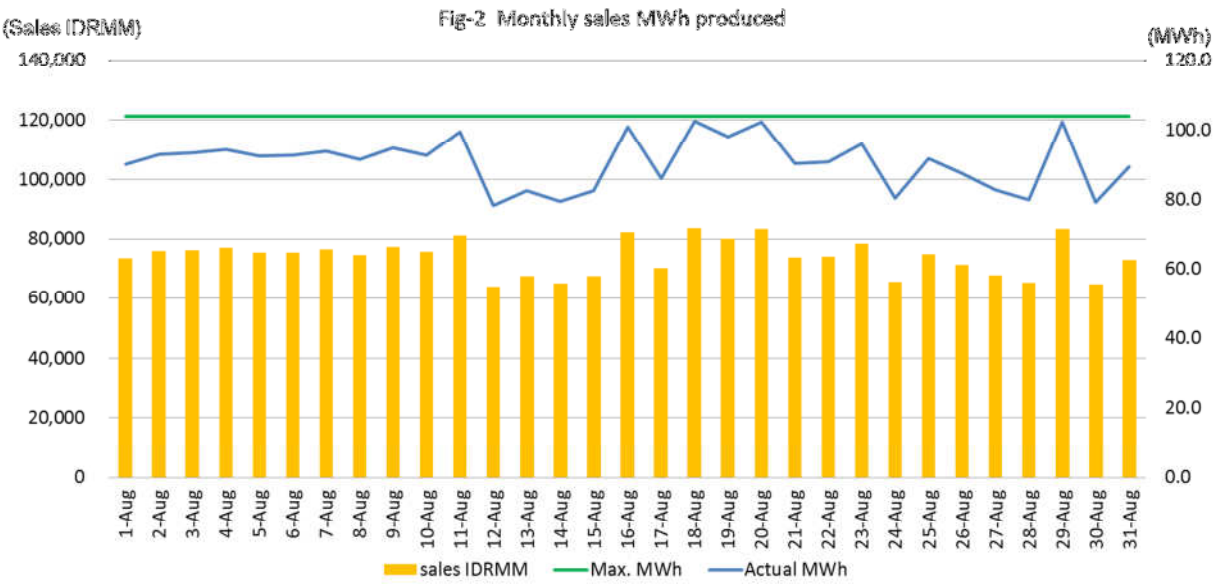
$$\text{CapacityFactor(\%)} = \frac{\text{GenertedEnergy(kWh)}}{\text{RatedOutput(kW)} \times \text{MonthlyHours(h)}}$$

$$\text{AvailabilityFactor(\%)} = \frac{\text{OperatingHours(h)}}{\text{MonthlyHours(h)}}$$

Fig-1 Analysis of Trip







Comments

**Electrical & Mechanical:**

The temperature of generator bearing tends to increase gradually as indicated in Figure -4 (3. Highlights). It is suggested that further careful monitoring and frequent inspections should be needed for the generator bearings

**Civil:**

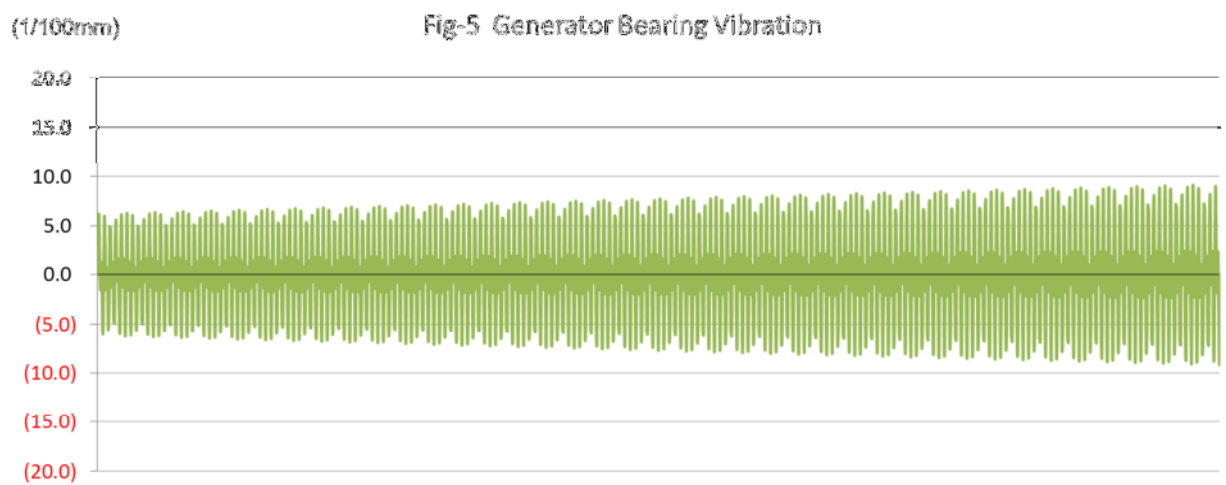
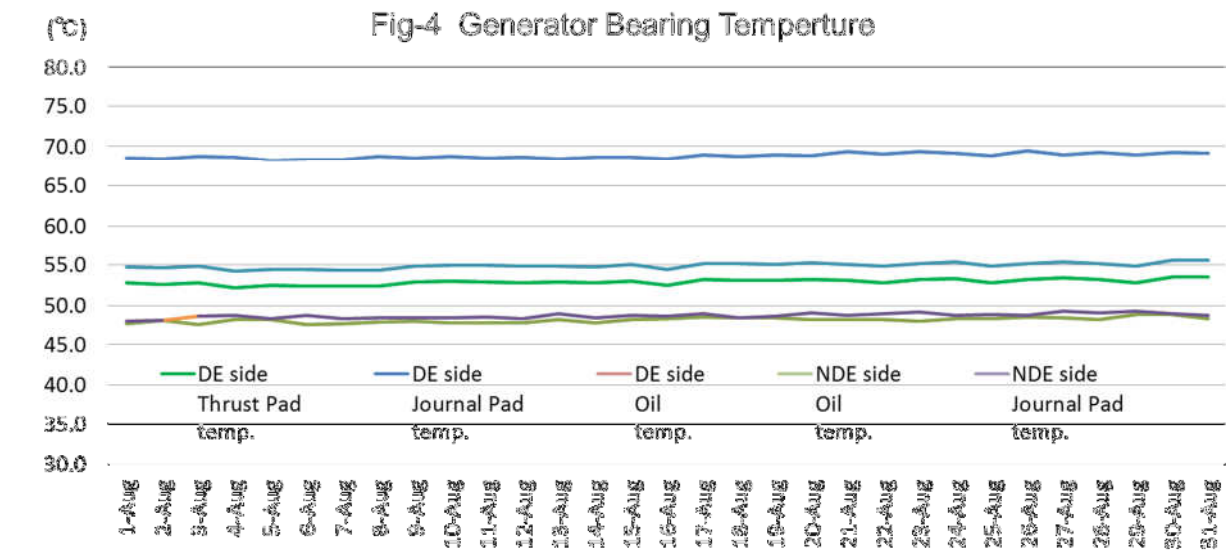
\*\*\*]

**Transmission:**

\*\*\*]

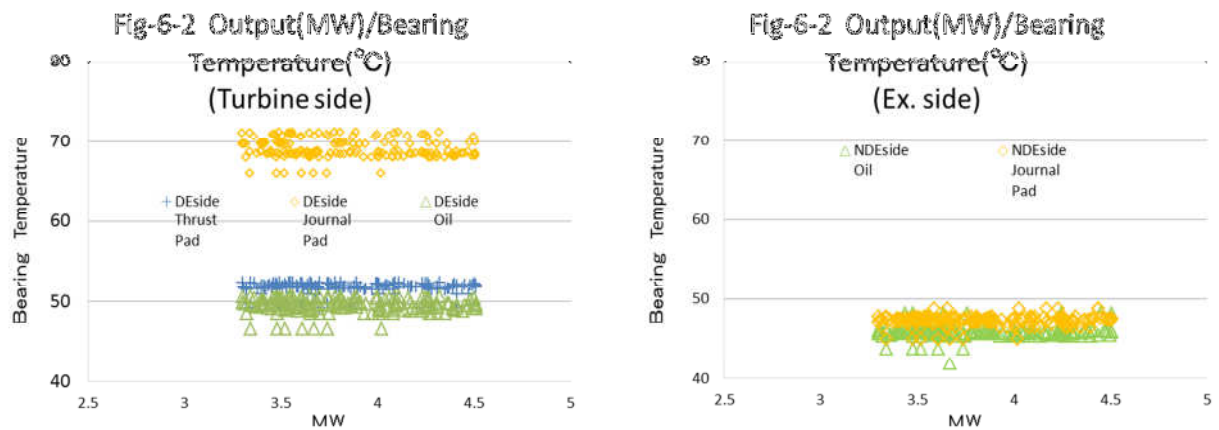
3 Highlights

The bearing temperature and vibration tend to increase gradually as indicated in Figure- 4 and Figure-5.



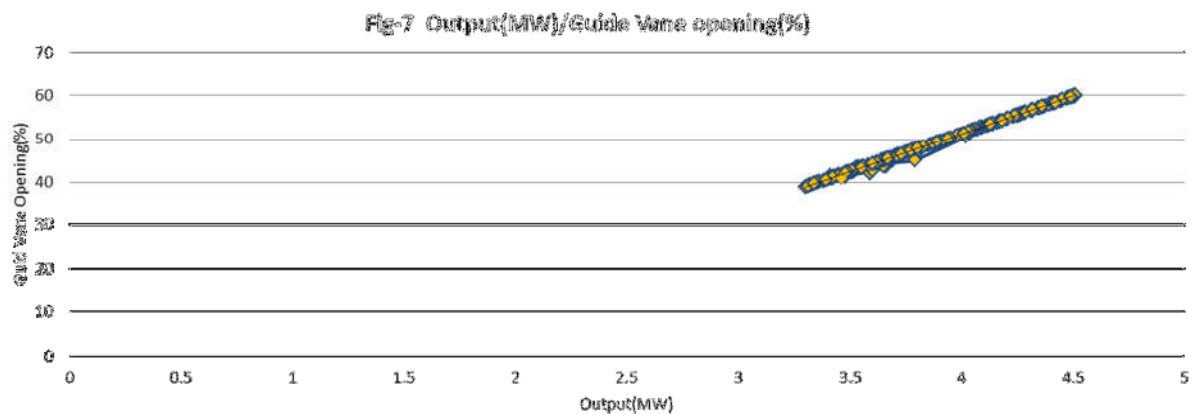
Comments

It is suggested that the condition around the generator bearings should be carefully checked and should monitor the vibrations continuously.



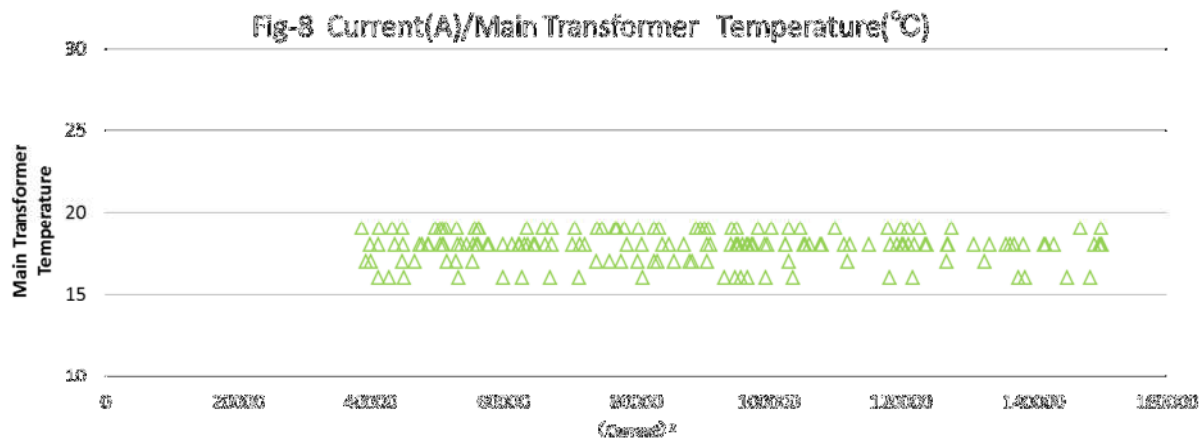
#### Comments

\*\*\*



#### Comments

The guide vane opening is appropriate against the output(MW) .  
The relationship between the output(MW) and guide vane opening (%) is normal..



Comments

Air Temperature (Ta) is needed for measurement of the insulation oil temperature of main transformer (Ti).

$T_i = T_a + T_t$  ( $I^2R$ : Coil Temp of Mtr.)

**4 Status**

(1) Troubleshooting

A) Electrical & Mechanical

***
-----

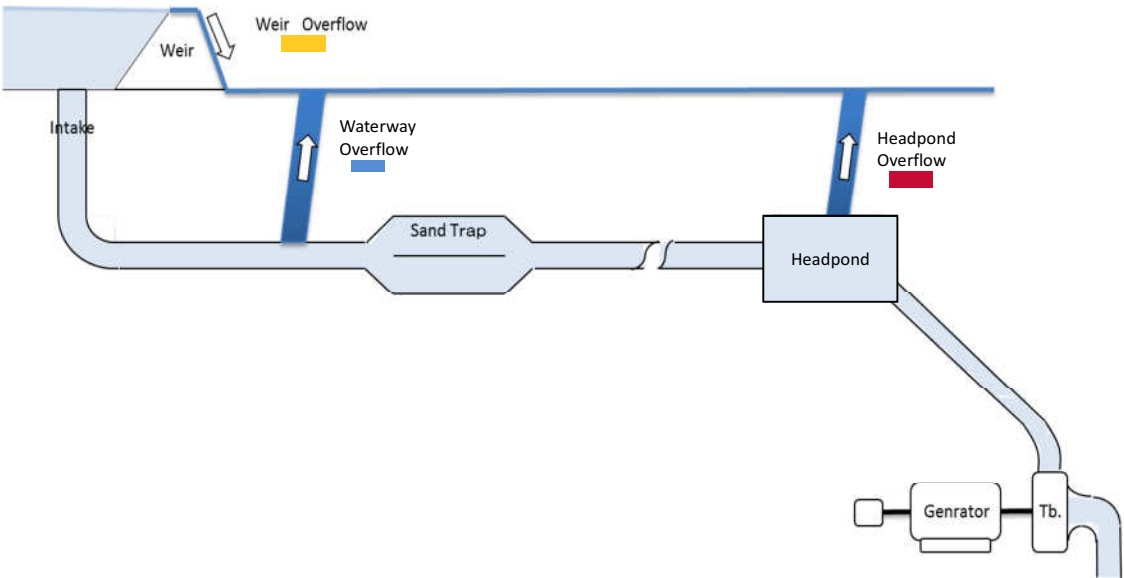
B) Civil

***
-----

(2) Trips

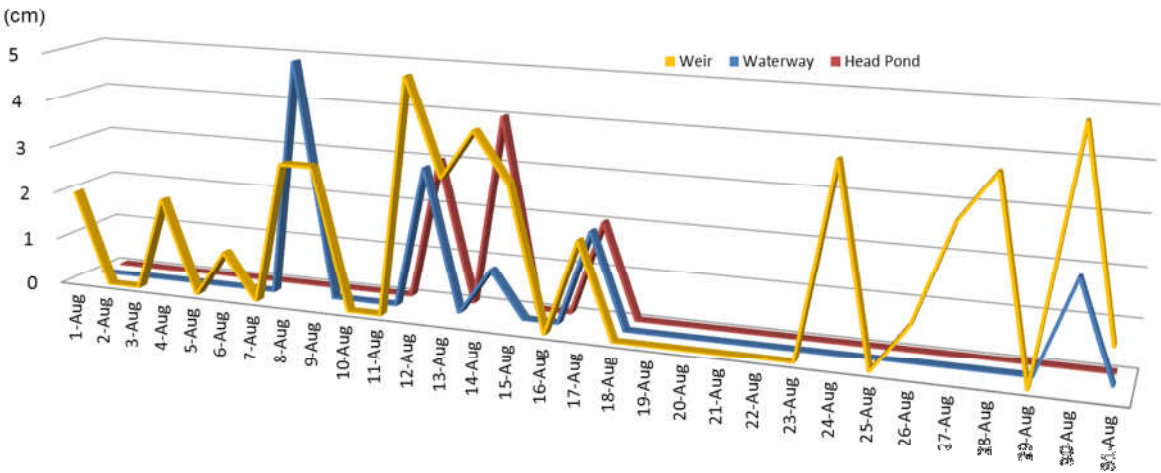
Date	Trip time			Reasons
	Begin	End	Total	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

5 Water Levels in Project



(1) Water Overflow Levels

Fig-9 Water Overflow Level



(2) Headpond Water Level

Fig-10 Water level at Headpond

