

博士(学術)学位論文

企業経営・行政経営に於ける総合管理システムの開発
を通じた設計方法論・規範の提案

A model for system design in public administration based on
development of a total management system in company and
administration management

基盤工学専攻 社会人特別コース 坂本 泰祥

論文要旨

組織を取り巻く環境は激変しそしてさらにその変化自体が加速化している。このような環境下に於いては、企業、行政を問わず組織に求められるのはイノベーションである。よって、その管理システムにもイノベーションを促進するような管理システムが要請されることになる。ここで、そのイノベーションをシュムペーターの言う新結合で捉えた時組織に求められるのは全体最適あるいは機能的統一体である。またここで、アンソニーに従い組織とは戦略的計画レベル、マネジメント・コントロール・レベルそしてオペレーショナル・コントロール・レベルの3つの管理階層から成るとすると、管理システムとしては管理の3階層全てを対象とするような総合管理システムが求められることになる。そこで、本論ではその構築が求められているが未だ未開発の総合管理システムの構築をまずは企業組織を対象にして行う。そして、その研究成果を基に行政への展開を行う。その展開の過程で、企業組織と行政組織に於けるシステムの相異を導出する。さらに、その相異を組織や経営上の特性の相異で説明することによって行政経営への期待は大きいとそのシステム化が未だ進んでいない行政組織でのシステム開発に於けるモデルを導出する。以上を本論の目的とするものである。

以上の展開を行うために、まずは企業組織を対象として総合管理システムとして求められるフレームワークを情報システムとしての側面に焦点を当てながら導出した。さらに、そのフレームワークを実現するための情報処理システムとして求められる点を分析しその解決方法としてA I (Artificial Intelligence) 的手法である黑板モデルを用いた構築方法まで示した。その構築方法に基づきプロトタイプ・システムではあるが実際に構築稼働させることでその具体的な構築方法まで踏み込んで示した。以上のような全体システムに止まらずその構成要素となる個別システムについても全管理階層に渡って具体的な構築方法を示した。このような開発実績を基にS E (System Engineer) として異なる文化を持つ行政組織に入り全管理階層に渡る個別システムの開発を行った。

以上のような研究を通してその成果として、時代が要請する総合管理システムのフレームワークとその構築方法を先駆的に示すことができた。またさらに、企業組織及び行政組織の両者にS E として入ることによって組織や経営上の特性からその開発アプローチが全

く異なることを本論で初めて明らかにすることができた。そして、その結果として、本論での行政組織に於ける開発事例は1つのモデルになり得ることも示した。

目次

| | |
|--|----|
| 第1章 序論 | 1 |
| 1.1 本研究の背景と狙い | 1 |
| 1.2 本研究の目的 | 4 |
| 参考文献 | 6 |
| 第2章 総合管理システムのフレームワーク | 8 |
| 2.1 管理システム及び情報処理システムとしてのフレームワーク | 8 |
| 2.2 情報処理システムとしての実現方法 | 10 |
| 2.2.1 モジュール化 | 11 |
| 2.2.2 AI的手法及びDSS | 12 |
| 2.2.3 黒板モデルの利用 | 16 |
| 参考文献 | 21 |
| 第3章 全体システムの開発例 | 22 |
| 3.1 開発システムの対象計画と前提条件 | 22 |
| 3.2 システム構成 | 23 |
| 3.3 分散／協調の実現方法 | 24 |
| 3.4 実行例 | 30 |
| 3.5 本章の結論 | 35 |
| 第4章 企業に於けるオペレーショナル・コントロール・レベルでの個別評価システム開発例「経営診断支援システム」 | 37 |
| 4.1 はじめに | 37 |
| 4.2 経営診断支援システム化の基本的考え方及びフレームワーク | 38 |
| 4.2.1 コンサルティング業務に於ける支援システムの基本的な役割 | 38 |

| | | |
|-------|-------------------------------------|----|
| 4.2.2 | 企業評価, 原因追及/問題点抽出, 改善案生成のシステム化のアプローチ | 41 |
| 4.2.3 | 経営診断支援システムの構成 | 43 |
| 4.3 | 経営診断支援システムとインプリメンテーション法 | 43 |
| 4.3.1 | 経営診断支援システムの基本的インプリメンテーション法 | 43 |
| 4.3.2 | データ入力部 | 43 |
| 4.3.3 | ツリー・ブラウザ編集部 | 44 |
| 4.3.4 | 総合評価・原因追及部 | 45 |
| 4.3.5 | 問題点抽出 | 48 |
| 4.3.6 | 改善案生成部 | 49 |
| 4.3.7 | 知識編集部と知識整理法 | 52 |
| 4.4 | 本章の結論 | 54 |
| | 参考文献 | 54 |

| | | |
|-------|---|----|
| 第5章 | 企業に於ける戦略的計画レベルでの個別評価システム開発例「M&A業務支援システムの開発」 | 55 |
| 5.1 | はじめに | 55 |
| 5.2 | システム分析 | 56 |
| 5.2.1 | M&A業務の分析 | 56 |
| 5.2.2 | 業務手順のシステム化の考察 | 57 |
| 5.2.3 | M&A業務支援システムの機能 | 58 |
| 5.3 | システムの概要 | 59 |
| 5.3.1 | システム開発の前提 | 59 |
| 5.3.2 | システム構成 | 59 |
| 5.4 | 目的獲得システム | 61 |
| 5.5 | 検索システム | 62 |
| 5.6 | 評価システム | 64 |
| 5.6.1 | 評価システムの概要 | 64 |
| 5.6.2 | 企業実績による算定の機能 | 66 |
| 5.6.3 | 将来予測による算定の機能 | 68 |
| 5.6.4 | 財務分析の機能 | 71 |
| 5.6.5 | 実態分析の機能 | 72 |
| 5.7 | 実行例 | 73 |
| 5.8 | 本章の結論 | 74 |
| | 参考文献 | 76 |

| | |
|---|-----|
| 第6章 企業に於ける戦略的計画レベルでの個別評価システム開発例「戦略的提 言指向型企業評価支援システムの開発」 | 77 |
| 6.1 はじめに | 77 |
| 6.2 企業評価支援システムの概念設計 | 78 |
| 6.2.1 企業評価と提言の基本的枠組み | 78 |
| 6.2.2 評価要因 | 82 |
| (1) 実績力 | 82 |
| (2) 潜在力 | 85 |
| 6.2.3 支援システムとしての概念設計 | 85 |
| 6.3 企業評価支援システム | 87 |
| 6.3.1 システム構成 | 87 |
| 6.3.2 評価部 | 89 |
| 6.3.3 提言部 | 90 |
| (1) 全社の戦略的提言 | 91 |
| (2) 事業別競争的提言 | 93 |
| 6.4 実行例 | 94 |
| 6.5 本章の結論 | 97 |
| 参考文献 | 98 |
| | |
| 第7章 行政に於けるオペレーショナル・コントロール・レベルでの個別評価シ ステム開発例「可燃ゴミ削減施策検討のための意思決定支援システムの 開発」 | 100 |
| 7.1 はじめに | 100 |
| 7.2 本研究での意思決定のフレームワーク | 105 |
| 7.2.1 ロジックモデルによる戦略目標の明確化 | 105 |
| 7.2.2 評価関数及び施策ポートフォリオの作成 | 106 |
| 7.3 システム化のアプローチ | 108 |
| 7.4 システム構成 | 109 |
| 7.5 システム・フロー | 109 |
| 7.5.1 アンケート結果入力 | 110 |
| 7.5.2 評価指標値算出 | 111 |
| 7.5.3 重み付け | 113 |
| 7.5.4 施策ポートフォリオ | 113 |
| 7.6 実行例 | 114 |
| 7.7 考察 | 117 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.8 | 本章の結論 | 119 |
| | 参考文献 | 119 |
| 第8章 | 行政に於けるマネジメント・コントロール・レベルでの個別評価システム 開発例「上水道事業に関する行政経営システムの構築と原価管理システム の開発」 | 122 |
| 8.1 | はじめに | 122 |
| 8.1.1 | 本研究の目的 | 124 |
| 8.2 | 研究の位置付け | 125 |
| 8.2.1 | 社会資本マネジメントの流れ | 126 |
| 8.2.2 | 問題解決に向けた仮説とモデル構築 | 129 |
| 8.3 | 政策ロジックモデルの構築 | 130 |
| 8.3.1 | ロジックモデルの定義・歴史 | 130 |
| 8.3.2 | ロジックモデルによる経営システムの構築 | 132 |
| 8.3.3 | 経営システムと原価管理システムの関係 | 133 |
| 8.4 | 原価管理システムの開発 | 135 |
| 8.4.1 | 原価管理システム開発のフレームワーク | 136 |
| 8.4.2 | システム設計 | 139 |
| 8.4.3 | システム構成 | 139 |
| 8.4.4 | システムのフロー | 142 |
| 8.5 | 本章の結論 | 143 |
| | 参考文献 | 143 |
| 第9章 | 行政組織に於けるシステム設計・開発について | 145 |
| 9.1 | 半構造問題に於ける企業組織と行政組織との知の相異 | 145 |
| 9.2 | 企業組織に於けるシステム設計・開発アプローチ | 150 |
| 9.3 | 行政組織に於けるシステム設計・開発アプローチ | 152 |
| 9.4 | 行政組織に於けるシステム開発プロセスの詳細分析 | 153 |
| 9.5 | 本章の結論 | 165 |
| | 参考文献 | 166 |
| 第10章 | 結論 | 167 |
| 付録1 | 行政に於ける戦略計画レベルでの個別評価システムの開発例「舗装道 路補修費の予算配分支援システムの開発」 | 170 |

| | |
|---|-----|
| 付録2 企業に於けるオペレーショナル・ことロール・レベルでの個別評価システムの開発例「半手順化方式によるフレキシブル・スケジューリング・システム」 | 179 |
|---|-----|

| | |
|----|-----|
| 謝辞 | 195 |
|----|-----|

第1章 序論

1. 1 本研究の背景と狙い

アンソニーによると、組織は企業／行政に関わらず「戦略的計画」、 「マネジメント・コントロール」そして「オペレーショナル・コントロール」の階層的・多重サイクルから成っている [1] (図1.1)。参考文献1によると、戦略的計画とは組織の目的の変更これらの目的達成のために用いられる諸資源およびこれらの資源の取得・使用・処分に際して準備すべき方針を決定するプロセスである。そして、マネジメント・コントロールとはマネジャーが組織の目的達成のために資源を効果的かつ能率的に取得し使用することを確保するプロセスである。最後に、オペレーショナル・コントロールとは特定の課業が効果的かつ能率的に遂行されることを確保するプロセスである、とする。ここで、まず、アンソニーの管理階層とマネジメント・サイクルとの関係を整理しておく。マネジメント・サイクルをPDCA(Plan)(Do)(Check)(Action)サイクルとすると、アンソニーの管理階層はPlanに焦点を当ててその階層性を特に表現したものと考えられる。また、マネジメント・サイクルを経営学で言われているようなPlan, Organization, Leading, Monitoringサイクルと捉えると戦略的計画はPlan, マネジメント・コントロールは資源の組織化に関わることよりOrganizationそしてオペレーショナル・コントロールが現場の効率的な活動の実施に関わることよりLeadingの一部に相当すると考えられる。このように、マネジメント・サイクルとの関係で見るとその対応はサイクルの一部だけに関わった歪なものと考えられる。しかし、経営情報学の分野では、組織に於ける問題の構造と情報処理システムの仕様とは関係性があると考えられている。そして、さらに、その問題の構造はアンソニーの管理階層との関係で整理されている(詳細は後述)。そのため、本論でも組織をアンソニーの管理階層に従って捉えることとする。

以上のようにアンソニーの管理階層の定義に従うと、戦略的計画では、主に経済や市場動向等の外部環境の変化にいか「適応」(effectiveness)するかが目的となる。一方、オペレーショナル・コントロールではいかに効率(efficiency)よく財やサービスを調達・製造・販売するかということが目的となる。企業／行政組織はこのような多重・階層サイクルの下、環境、例えば「経済的環境」、「社会的環境」、「自然環境」そして「技術的環境」等の変化の中で、それに対応する新しい経営方法が求められている。その新しい経営方向を概観すると、特に企業組織では次のようになると考えられる。

まず、経済的環境であるが生活水準の向上に伴って消費者のニーズは、急速に多様化してきている。一方、企業の発展と共に企業間競争がますます激しくなっている。そのため企業組織は、1.1)新技術基軸に関連した多様な製品ー市場ミックス構造、グローバルな地域展開構造での経営、1.2)顧客の要求にフレキシブルに応じた製品企画、製品設計、生産のできる経営、1.3)情報・サービスによって製品を引き出ししていく経営が必要になっている。すなわち、「顧客・情報駆動型」、「問題解決型」の経営が必要になっている。

次に社会的環境での対応では、企業の発展、グローバル化に伴って地域、国際社会に対する影響力が増大しているため、2.1)消費者、株主、地域住人等企業参加者に開かれた経営、2.2)社会的貢献、責任を考えた経営が必要となっている。一方、ますます進む社会の個人主義化、高齢化に対して、2.3)働き甲斐のある仕事、管理システムを提供する経営が必要になっている。すなわち、「社会と共存する経営」が必要になっている。

そして自然的環境との関係では、自然環境の危機に対して3.1)生産過程および製品それ自体でのエコロジ的な考慮が必要になっている。さらに、3.2)自然環境回復への積極的な経営が必要になっている。すなわち、「自然と共存する経営」が必要になっている。

最後に技術的環境から見ると、素材技術、バイオ技術そしてハード・ソフトの情報処理技術等の技術革新の中で、上述の1.2)に於ける新機軸への関与のほか、4.1)オペレーショナル・コントロール・レベルでの徹底したメカトロニクス化、4.2)上述の1.2)、1.3)を支える情報システム化が必要になっている。すなわち「機械・情報システム型」の経営が必要になっている。

以上のような「多様で変動的な環境との対応」に於いてはイノベティブな経営が求められていると要約できる。ここまでの議論の対象は企業組織を代表してきたが、上述の「多様で変動的な環境との対応」が要請されているのは行政組織に於いても同様のことである。

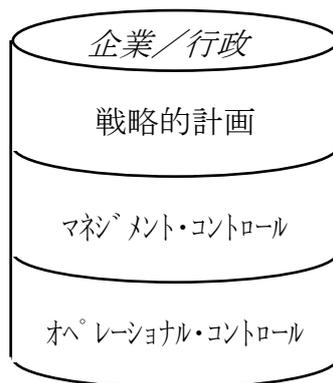


図 1.1 組織の管理階層

つまり、少子・高齢化という社会変化の中で高度なエコロジー水準を達成しながら新しい行政サービスを効率よく創出する必要がある。これは、説明責任の下アウトプットからアウトカム指向へとその新たな経営方針が要請されているという意味であり、この意味に於いて行政組織にもイノベティブな経営が求められていると言える。

ここで言うイノベーションとは、シュムペーターの言うイノベーション、つまり新結合に基づいている [2] [3]。すなわち、ただ単純に「革新」という意味ではない。組織を企業/行政に関わらずヒト、モノ、カネ、ジョウホウという資源をインプットし、組織内部の活動によるプロセッシングによって、財やサービスを市場や地域にアウトプットしていると捉えた時、例えインプットからプロセッシングに於いて「革新」がなくとも最終アウトプットが市場や地域に於いて新しい価値をもたらすことを意味するのである。米倉 [4] の解釈によると、そのようなイノベーションは市場、ビジネスモデル、組織、技術そして生産手段という切り口で捉えられるとしている。この解釈に従うと、イノベーションを達成するためには部門毎に対応する部分最適ではなく組織全体として対応するという意味での「全体最適」つまり「機能的統一体」が文字通り要請されていることを意味する。そのため、管理システムとしては「総合管理システム」が求められているのである。ここまでの議論は、行政組織に於いても同様にイノベーションが求められているということからも全く同様であると考えられる。

本論が言う総合管理システムとは、まずは、上述の戦略的計画からオペレーショナル・コントロール・レベルまでの全管理階層を対象としていることである。そして、上述のような方向での経営のために企業/行政組織は、環境との相互関係、内部変革、全体的秩序のバランスを如何に取るかを意識することが重要である。そのためには、まず経営管理の

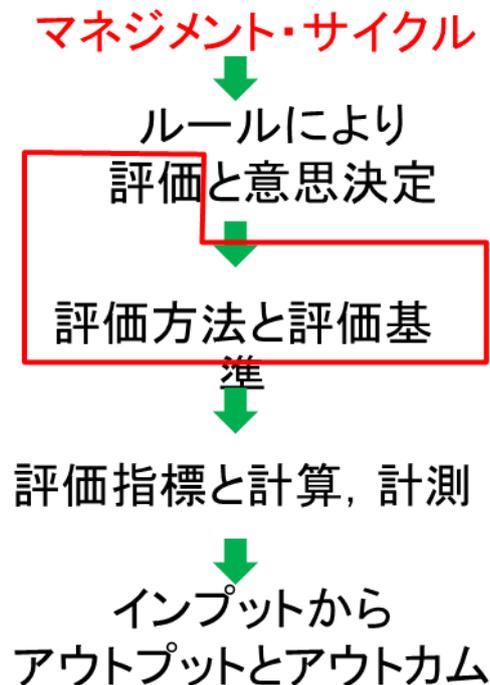


図 1.2 マネジメント・サイクルの階層構造

中心に複雑, 多様な外部・内部の状況の把握・「評価」を据え, そして失敗を罰するより「挑戦, 変革を尊重する精神的風土」を作ることが根本となる。

最後にマネジメントシステムについてである。マネジメントシステムの根幹であるそのマネジメント・サイクルは階層構造から成ると考えられる (図 1.2)。システムには目的達成の下, 構成要素を秩序付けるという意味に於いてルールが存在する。そのルールにより評価を行いその結果に基づき意思決定を行っていると考えられる。そして, その評価を行うためには評価方法と評価基準が求められる。また, その評価方法を成立させるためには評価指標と計算又は計測方法が必要となる。さらに, 評価指標を設定するためには, その設定対象となるインプットからアウトプットもしくはアウトカムまでを明らかにする必要がある。以上のようなマネジメント・サイクルの階層構造に於いて, 本論で言うシステムとは図 1.2 に於ける第 2 レベルでの評価と第 3 レベルである評価方法と評価基準に関するシステムである。そのシステム化に於いては, その詳細は後述するが「支援」, 「マン-マシン協調」を中核アイデアとする。

1. 2 本研究の目的

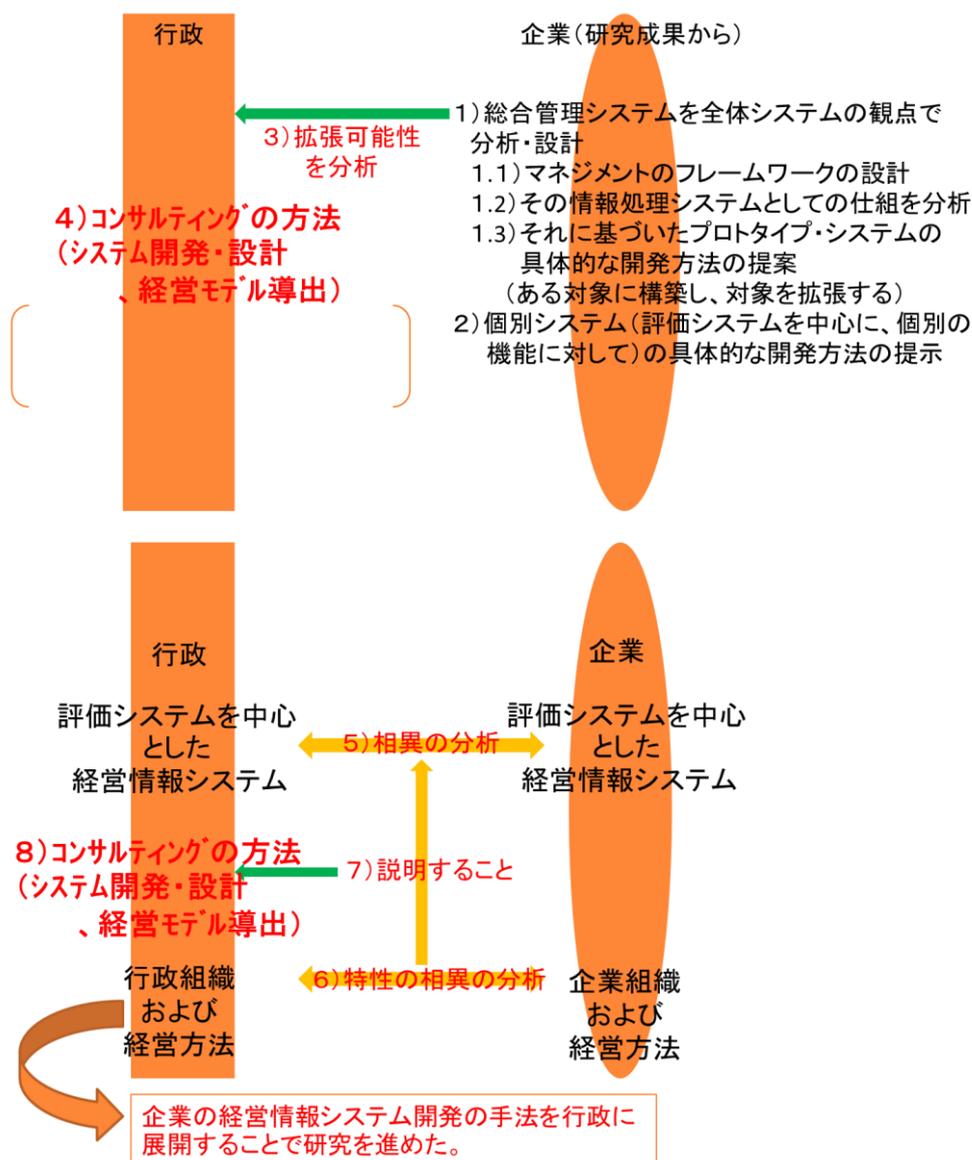


図 1.3 本研究の目的

本論は前節で示したような企業／行政を問わずその構築が求められている総合管理システムの企業に於ける研究成果を行政への展開を先駆的に試みたものである（図 1.3）。具体的には、管理システムの先行事例が多い企業組織をまず対象に 1) 要請される総合管理システムを全体システムの観点で分析・設計する。つまり、1. 1) その開発に必要なシステムのフレームワークの設計を行い、次に 1. 2) それを実現するために情報システムとして必要な仕組みを分析する。そして 1. 3) それらに基づいたプロトタイプ・システムの具体的な構築方法を先駆的に提示する。以上のように全体システムの開発後、2) 全体システムを構成する要素となる個別評価システムの具体的な開発方法を提示する。

以上のような企業組織を対象にした研究後、3) 上述の総合管理システムの行政組織への拡張の可能性を分析する。そして、企業組織の場合と同様に4) 全体システムの構成要素となる各管理階層に於ける個別評価システムの具体的な開発方法を先駆的に提示する。その後、企業と行政の個別評価システムの比較分析を行う。具体的には、まず、5) 企業と行政の各個別評価システムを半構造的という問題構造に着目することによってアプローチや構造が異なることを本論で初めて明らかにする。次に、6) 両組織特性や経営方法の違いを分析する。その後、7) 上述の評価システムの相異を6) の組織特性の違いで説明を行う。そして最終的に、今後益々その重要性が増すことが明らかであるにも関わらずその開発が進んでいない行政組織に於ける管理システムを設計・開発する際のモデルを本論で初めて導出する。

以上の目的の下、本論は次のような構成となっている。

- ・目的1) の企業組織に於ける総合管理システムのフレームワークとその具体的な構築方法については第2, 3章で述べる。
- ・目的2) の企業組織に於ける個別評価システムの具体的な開発方法については第4～6章で述べる。
- ・目的3) 企業組織に於ける総合管理システムの行政組織への適用可能性については第2章で述べる。
- ・目的4) 行政組織に於ける個別評価システムの具体的な開発方法については第7, 8章で述べる。
- ・目的5～7) 両組織の組織特性及び個別評価システムの相異そしてそれらに基づいた行政組織に於けるシステム設計・開発の際のモデル導出については第9章で述べる。

参考文献

- [1] R. N. アンソニー (高橋吉之助 訳) : 「経営管理システムの基礎」, ダイヤモンド (1968)
- [2] シュムペーター (塩野谷祐一, 中山伊知郎, 東畑精一 訳) : 「経済発展の理論 (上)」 岩波文庫 (2011)

- [3] シュムペーター（塩野谷祐一，中山伊知郎，東畑精一 訳）：「経済発展の理論（下）」
岩波文庫（2011）
- [4] 米倉誠一郎：「経営革命の構造」，岩波新書（1999）

第2章 総合管理システムのフレームワーク

本章では、第1章で論述した総合管理システムを構築するために必要なフレームワークについて設計を行う。そして、その後、それを情報処理システムとして実現するために必要な機能及びその機能を実現するために必要な仕組みを明らかにする。ここでの分析に際しては、その管理システムの開発が先行している企業組織を前提にまず行う。その後、行政組織への拡張の可能性について論及する。

2. 1 管理システム及び情報処理システムとしてのフレームワーク

そのフレームワークを設計する前に、総合管理システムが要請される背景について簡単に再び整理しておく。組織を取り巻く環境は激変しそしてさらにその変化自体が加速化している。このような環境下に於いては、組織に求められるのはイノベーションである。そのイノベーションをシュムペーターの言う新結合で捉えた時組織に求められるのは全体最適あるいは機能的統一体であった。この点から考えると、総合管理システムとしては管理の3階層全てを対象とすることが求められる(図2.1)。この管理の3階層全てを内包するという点が総合管理システムのフレームワークを決定づけていく。その内容を、まずは、全体から見た個別システムのあり方、そして、次に、全体システムそれ自体のあり方について論述する。

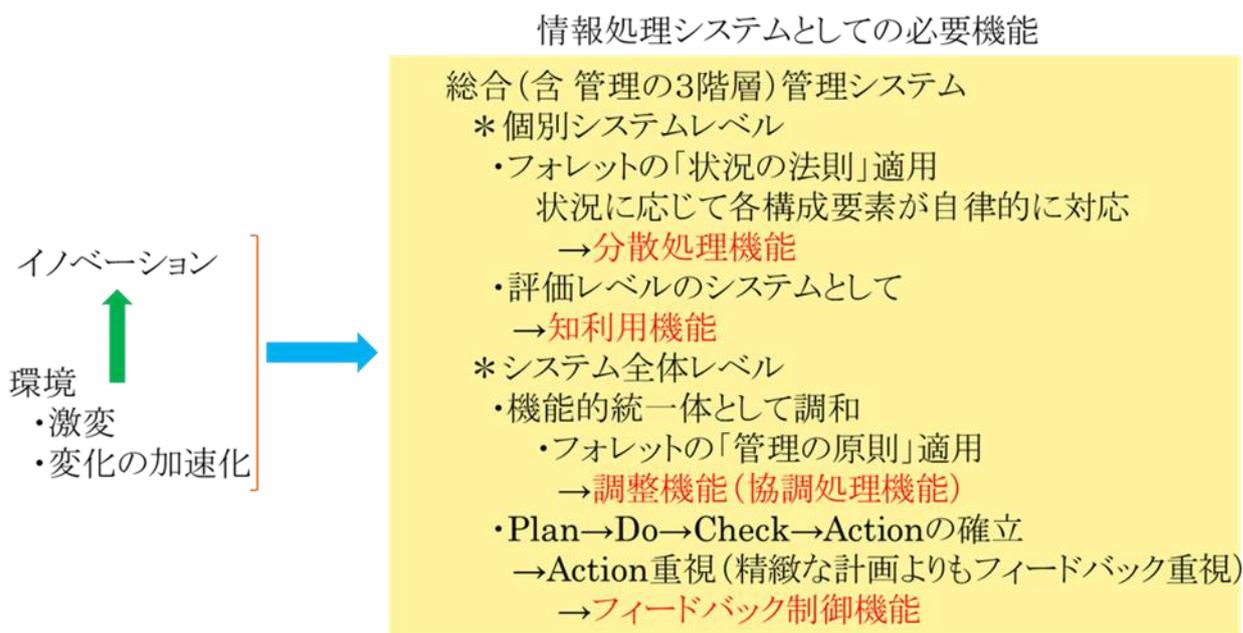


図2.1 総合管理システムのフレームワーク

その個別システムのあり方についてである。取り巻く環境の変化の加速化が指摘されているということは、取りも直さずリアルタイム性が要求されているということである。そのため、従来のように専断的命令を持って各個別システムが対応するのでは対応しきれないということになる。そこで、フォレットの「状況の法則」 [1] [2] をその管理の根底に据え状況によって問題解決を促していくという姿勢が求められているのである。つまり、状況に応じて各構成要素である個別システムが自律的に対応するということである。よって、この点を情報処理システムの観点で整理すると「分散処理機能」が要請されていることを意味する。

ここで、個別システムに関することではあるが管理の3階層を内包するという点からは外れ上述した「評価レベル」のシステムとして個別システムを開発するという点について検討する。「評価」という処理を、実現するために必要となる機能構成についてはその詳細を後述する。ここでは、評価には「判断」を伴うという点のみについて議論する。この「判断」というものは取りも直さず人間の知的活動でありコンピュータ化が最も困難な処理である。よって、この「評価レベルのシステム」という点からは情報処理としては「知」の利用機能が求められることになるのである。

また、ここで管理の3階層を内包しているという点に戻り検討を加える。しかし、個別システムのあり方に関してではなく全体システムのあり方についてである。上述のように、個別システムとしては自律分散的な動きが求められている。しかし、システム全体としては機能的統一体であることも同時に要請されている。そこで、全体的調和をもたらすための管理としてフォレットの「管理の原則」（直接的接触の原則，自己調整の原則，早期調整の原則，継続的調整の原則） [2] を適用する。この点を情報処理システムとして整理すると「調整機能（協調処理機能）」が求められていることを意味する。

取り巻く環境の特徴として激変するという点も挙げられる。つまり、Plan時には想定してなかったようなことがDoの際に起こり得るということである。この点の対応を、Plan→Do→Check→Actionのマネジメント・サイクルで考えると次の2方向が考えられる。まず1つは、Planを精緻に立てると言うことである。しかし、そのためには激変内容を予測することが求められる。この経営に於ける予測はドラッカー [3] 等も指摘しているように実際上不可能である。今1つは、Action重視、つまりフィードバック重視の方向である。一般に、環境の変化が激しい状況下では計画を精緻に立てるよりもフィードバック機構をよ

り精緻にした方がより目標に対して良好な結果が得られるとされている [4]。従って、本論でもフィードバック重視の立場を採る。しかし、この立場を採ると、管理の3階層を対象としているため次のような問題を引き起こす。つまり、1つの個別システムに関連する他の個別システムが非常に多くなるという特質を持っているためある個別システムでフィードバックつまり Action を行うとその影響は関連する諸システムに広く影響が出てしまうことになる。その影響は、2次3次とその連鎖反応を引き起こしてしまう。この点から考えても、上述のフォレットの管理原則の適用は有効と考えられる。情報処理システムとして考えた場合、そのシステム・フローがその状況によって変化するという制御の問題となる。よって、以上を整理すると、「フィードバック制御機能」が重要となる。

2. 2 情報処理システムとしての実現方法

前節での検討によって、総合管理システムを情報処理システムとして捉えた時に必要となる機能を明らかにした。次いで、本節では、その機能を実際にコンピュータ上で実現するための方法について検討を行う。

まず、分散処理機能である。この機能を実現するためには、その基本として個々の個別システムが機能として他システムから独立していることが求められる。これは、他の個別システムとは相互のインプット、アウトプットを通じてのみやりとりをすることを意味する。このように単位化されたものを本論ではモジュールと呼ぶ。よって、高度な「モジュール化」が要請されるのである。

次いで、「知利用機能」である。これは、それ自体を目的とするA I (人工知能, Artificial Intelligence) 研究の成果を利用することが考えられる。詳細は次節に譲るが、A I の研究成果の中でもその実用例が多いエキスパート・システム (expert system) が、システム化に当たって1つの中心的なアプローチ方法となる。このエキスパート・システムでは、専門家の経験則等をプロダクション・ルール (production rule) と呼ばれる If~Then~形式で表現し、それに基づいて推論を行うものである。しかし、知的な活動が全てこのプロダクション・ルールの形で表現できるわけではない。特にA I の分野で合成型と呼ばれ構造化困難な問題等を対象としている領域では、そのシステム化が困難と言われている。そのため、実用化という観点で注目を浴びているのが人間-機械協調型と呼ばれるものである。これは、専門家がを行っている知的活動をそのまま全てシステム化しようというのではなくシステムが代替案等を作成しそれをビジュアル化等して専門家に視覚的に提示しそれを基に

専門家が最終判断を下すというものである。このように、AIにおいてもDSS(意思決定支援, Decision Support System)的な発想が重要視されていることから本論もこのようなDSSとの融合を図ったエキスパート・システムそしてDSSそのものもシステム化のもう1つの中心的なアプローチとする。

これらのことから、個別システムのシステム化に当たり本論では「AI的な手法やDSS」を中心に据えてはいるがある個別システムが対象とする問題のその構造も明確となり客観的または合理的な解決方法が発見され最適解を求めることが将来的に可能になることも考えられる。このような個別システムの進化も考えられるため、モジュール化はそのような変更にも対応することを想定したのものである。その詳細は9.5節で述べるが、この点は特に行政組織に於いて重要となる。行政経営の中でシステム設計・開発をする場合、限られた情報しか利用できない等と言った制約条件により企業と同様なアプローチが採れないことからSE(System Engineer)駆動である経営モデルの下仮説を立案しシステム化を行うというアプローチを採ることになる。それ故、その仮説であるシステムは行政経営プロセスの中で検証し改善を施す必要がある。そのため、予めモジュール化をしておけばその改善されたモジュールと置換することが可能となるのである。

そして、最後に調整機能(協調処理機能)及びフィードバック制御機能である。両機能もその詳細は後述するが、AI的手法の1つである「黒板モデル」を応用することで実現可能である。黒板モデルとは、音声認識のために開発された協調処理のモデルである。

2. 2. 1 モジュール化

モジュール化についてであるが、これはさらに「どのような単位でモジュール化するか」そして「モジュールの中でどれに焦点を当てるか」という問題を残している。まず、その単位であるが総合システムでは上述したようにその構成要素である各個別システムが有機的に結合しそして各システムが自律的に動くことが要求される。一方、モジュール化の1つの方法としてオブジェクト指向プログラミングがある。このオブジェクト指向プログラミングは、AI分野での知識表現に関わる成果であるフレーム理論(frame theory)を基にしてそれをプログラミング用に改良したものである。それは、システムの拡張性・柔軟性を目指し現実の世界を基にしてシステムの分析・設計・プログラミングに至るまでの一貫した方法論を提示している。そこで中核となるアイデアが、オブジェクトであり従来のフ

ロー型のようにデータの流れ中心あるいは機能中心ではなくシステム化の対象領域に存在する構成要素そのもの(これをオブジェクトと呼ぶ)に焦点を当てたものである。本論でも、そのモジュール化においては基本的にオブジェクト指向プログラミングの考え方に従い全体を構成する各個別システム単位でモジュール化する。

次にどのモジュールに焦点を当てるかであるが、これは調整機能に特に焦点を当てることになる。本論では、システムの総合化に当たり分散・協調型システムを目指しているため状況に対して個別システムが自律的に動くことが要求される。ここで、システム全体を意識した協調がなくしてはその意味も無に帰してしまう。つまり、単なる自律に重点を置くとその将来には組織といった収束形ではなく単なる発散した個別システムの集まりになると考えられる。このことは、個々意思を持った人間を構成員とする企業組織におけるシステム化ということより導き出せる。つまり、分散・協調処理というのは自然界にその実例を見ることができ例えば蟻社会もその好例である。蟻社会は、生殖を主に司っている女王蟻、食料の確保や子孫の世話などを行う働き蟻そして他の攻撃から種族を守る兵隊蟻等からなっている。この中でも働き蟻は、巣の中の清掃、つまり巣の中に散らばっている糞やごみ等を他の働き蟻と共同で一個所に集めるという作業も行っている。ある生物学者がこの動きをロボットを使って再現したところ「目の前にあるごみを他のごみの所に移動させる」などの動作を規定した単純な2, 3のルールで見事に再現できたという報告がある[6]。この生物学者は、この研究では複雑な動きを単純かつ少数のルールで置き換え得るということに焦点を当てていたが、しかし、この研究の成果はその点だけではなく全体的な共同のためには例え単純であれそのルールに従う「従順さ」も重要であることを示唆していると考えられる。しかし、この点を個々意思を持った人間から構成される組織にそのまま適用するのは非常に困難である。よって、企業組織でのシステムということであれば状況に合致した調整を指示する調整機能の存在が非常に重要となる。この協調が重要であるというのは、他の個別システムをモジュール化する際にも言えることである。すなわち、システム全体の価値前提や制約条件等の中で個々の個別システムを位置付け開発することが肝要となる。

2. 2. 2 AI的手法及びDSS

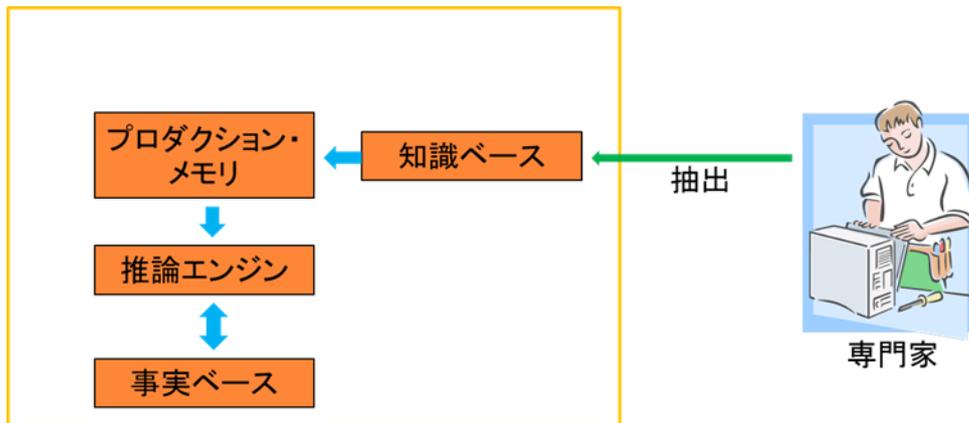


図 2. 2 プロダクション・システムの基本構造

AIの研究は、その定義の一つにリッチによる「ある時点で人間の方が上手に行うことをコンピュータにさせる研究」[6]があるように、その出発点は人間の知的な活動、つまり学習や推論などの一般的なメカニズムを解明することであったと言える。その後、研究は上述の研究の成果を踏まえてコンピュータ化を意識しデータの表現方法や解の探索方法と言ったことに焦点が推移した。そして、一般的な問題解決方法を指向するよりは現実に役立つことを目指しある領域の専門家の持つ知識に焦点を当てた研究が盛んになった。この研究の成果が、一般にエキスパート・システムと呼ばれるものである(また、knowledge based systemとも呼ばれる)。

このエキスパート・システムについては既に周知と思われるので、本論では簡単に概略を述べることにする。その構築方法の中心は専門家の知識をプロダクション・ルールと呼ばれる If-Then 形式で表現しそれを用いて演繹推論を行うプロダクション・システムを利用するものである。そのシステム構成は、種々の案が示されているがおおよそ図 2. 2 のような構成である。

このプロダクション・システムには、次のような利点がある。まずは、システムの柔軟性、拡張性である。そのシステム構成からも分かるように、推論においてその中心となるのは推論エンジン(inference engine)と知識ベース(knowledge base)である。推論エンジンでの推論方法には、事実から結論を導き出す前向き推論(forward chaining)と仮説を検証する後ろ向き推論(backward chaining)とがあるが、これは対象問題固有のものではなく比較的一般性が高く手続きとして表現されるものである。一方、知識ベースは専門家の知識を貯えるものでありある問題固有のものであり手続きに対してデータとして表現されるものである。ある問題に於いてそれを取り巻く状況が変化した場合、これに連動して変化

するのは知識である。プロダクション・システムでは、知識をデータとして取り扱っているためそのような状況変化に対しても比較的容易に対応することができる。ただし、知識を変更した際に既存のルールと矛盾を起こさないようにルールを修正する必要がありこれにも労力がかかるためシステム化が検討されていることにも留意すべきである。

しかし、実際には、企業における失敗例やその限界も指摘されている。以降ではこの点について言及するとともに、実用面から見たエキスパート・システムについて概観する。

過去報告されている失敗例を分析し、その原因や逆に成功に導くためのポイントを整理すると、以下のようになる。

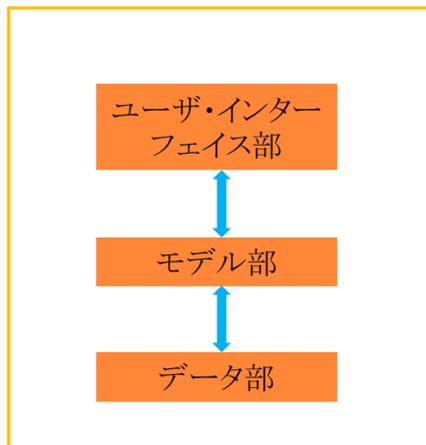
(1) エキスパート・システムであれシステム化するのであるから、事前にある程度その対象の業務が IE(Industrial Engineering) などにより分析され改善されていることが要求される。そのような改善がなされていない業務であれば、処理パターンが種々に渡ることが容易に想像される。このような状況であれば、エキスパート・システムであっても構築には多大な労力を要するであろうしまた構築後も知識のメンテナンスに労力を要すると考えられる。一方、そのような状況であるからこそ専門家を必要としているとも考えられる。以上のようなことが起こり得るので、エキスパート・システムに過大の期待をせず従来から言われているようにシステム化の前にまずは十分に問題を吟味することが肝要である。

(2) 目標の適切な設定も、システム開発を成功に導く上での重要な点である。エキスパート・システムは、まずは専門家を肯定してシステム化を行うものである。よって、システムの評価もまずはそのシステムがある条件下で専門家と同等のアウトプットを出すかどうかの基本となるはずである。これを念頭に置かずにシステム開発を行った場合は、開発するシステムに対して過大の期待例えばいきなり省力化や利益増大などを狙ったのでは結局失敗に帰ってしまう。また、例えば専門家と言えども、全ての観点を考慮して問題解決を行っているとは考えにくく逆にそのようなことは人間の能力の限界を超えているのではないかと思われる。例えば、スケジューリングに於いて、実際の現場であれば調達資材・部品数が、1000種類を超えるというのは珍しくないであろうしこのような状況下でリードタイム短縮や仕掛かり削減といった種々の価値前提しかもトレードオフの関係にあるようなものを全て考慮してスケジューリ

ングを行うことは不可能と考えられる。筆者の経験の中ではあるが、専門家はそのような複雑な状況下で大きくどこかに焦点を当てて問題解決を行っていると思われる。これは、上述のような状況下であれば止む得ないことであり逆にそのような状況の中で物事のポイントを大きく掴んでいること自体が専門家の能力の高さの証明であり存在価値がある点だと考えられる。以上のことより、例えエキスパート・システムと言えども、システムの開発であるから弁証法的なスパイラルな発展を遂げるはずである。よって、専門家の頭の中でブラックボックス化されていた知識をまずはシステム化によってオープンにし、そして、その後その知識を基にしながらさらなる効率のよい仕事の方法を求めていくべきである。AIという言葉からくる過大なイメージに惑わされずに、(1)で述べたと同様に、従来システムで指摘されている点をよく念頭に置く必要がある。

- (3) 知識を提供する専門家にとっては、システム化によって自分の存在価値を脅かされると思うのは、当然のことである。また、長年の苦労や努力の成果である知識を簡単に提供できないと思うのも当然のことである。よって、そのような心理的抵抗を示す専門家に対して、組織的に適切な配慮を施すべきでありシステムが出来上がった後もその配慮は継続して行うべきである。このような配慮を怠ると、肝心の専門家の協力が抑げずにシステム開発も頓挫してしまう。一方、専門家の協力が抑げたとしても、知識抽出には時間を要するのでルーチンワークに追われる専門家を組織的にバックアップしその負荷を軽減することも大事である。
- (4) エキスパート・システムの開発におけるボトルネックとよく指摘されるのが、知識抽出である。確かに長年の経験を経て、半ば無意識的に蓄積されてきた経験則を抽出するのは非常に困難である。また、そのような理由により、知識抽出のシステム化も困難な状況である。よって、エキスパート・システムの開発を目指している現場で種々工夫を試みるのが大事となる。この工夫によって、(3)で指摘した専門家の知識抽出に関する負荷を軽減することができ、そして、システム開発を成功に導ける可能性が高くなると考えられる。この点については、付録で専門家自身が知識を整理しきれ

DSSの基本構造



* モデル: 数理モデル(統計, What If分析, Operations Research)等

Sprague, R. H. and Carlson, E. D. : "Building Effective Decision Support Systems", Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, (1982)

図 2.3 DSSの基本構造

ていない状況下での知識抽出に有効と考えられる仮説駆動型知識抽出法について詳述する。

一方, DSSの基本構造は図2.3の通りとなる。まず, データ部は評価対象等のデータを保存しておきモデル部での分析等に備える。次に, モデル部では統計的手法, WhatIf分析そして Operations Research 等の数理モデルを備えユーザの要求に従ってデータ部のデータを処理する。そして, ユーザ・インターフェイス部はユーザと会話を行いユーザの要求の獲得やモデル部の処理結果の表示等を行うのである。そのさらなる詳細については6.2.3項で後述する。

2.2.3 黒板モデルの利用

2.2節で指摘した調整機能(協調処理機能)及び制御機能の問題を解決した前例が, AI型プログラムにはある。それは, カーネギーメロン大学で開発された音声理解システム HEARSAY-IIである。そこでは, 黒板モデルというアイデアを用いて解決している。それでは, 以下でそのアイデアについて概略的に説明を行う。

音声理解は、音素→音節→単語→文節→文というステップを経て行われる。しかし、実際には入力された音声に含まれるノイズなどの影響によりあるステップで複数個の代替案が生成され、それを絞り込むために上位ステップの知識例えば文法知識等が使用されることがある。つまり、状況によってその詳細フローは変化するのである。これは、1)制御の問題と同様とみなすことができる。そこで、黑板モデルというアイデアが考案された。それは、中央に黑板と呼ばれる構造化された共通のデータ格納エリアを設け各ステップでの情報がその所定の位置に格納される。そして、その周りに各ステップ間で使用するルールの集合体である知識源(knowledge source)と呼ばれるモジュールを配置する。各知識源は黑板に書かれた情報を見て、自分が処理すべきものであれば、自律的に作動し処理を行う。つまり各知識源が、分散・協調して最終的には音声を理解するのである。

従来型プログラムが一連のフローを中心に考えているのに対し、このアイデアではモジュール化にポイントを置き問題の解決を行っている。モジュール化さえ行っておけば、それらのモジュールが自律的に動くのであるから複雑なフローをプログラミング時に考慮する必要はない。黑板モデルには、この自律的な動きを全体的な立場から調整するモジュールが存在し、それはスケジューラ(scheduler)と呼ばれるものである。このスケジューラは、音声理解だけに各ステップで多くの仮説が発生するのである仮説の下で処理を行っていてもよい解が望めない場合に、次の仮説に移るように指示したりまたは他の知識源の協力を仰ぐよう指示を出したりする。

本論で言及した調整機能は、このスケジューラに相当するものである。本論では、黑板の状況を見て推論を行いある事象が発生した場合にどのモジュールを作動させるべきかを判断する。それは、各モジュールの起動すべき条件をルール化しておきシステムの実行時に推論によって一連のフローを自動的に組み立てるものである。これによって、制御の問題も解決できる。

以上のような前提に立ち、まず2.2節で述べたように各階層の個別システム毎にシステム化を行いそれらを個々のモジュールとして配する(図2.4)。このように配置された各モジュールは、上述したように調整機能での推論に基づき状況に合致したものが起動していなければならない。この調整機能での推論を実現するに当たり本論では、上述のプロダクション・システムを利用してその推論にはプロダクション・ルールを用いる。この各モジュールを起動するためのルールは、2.1節で述べたフォレットの「状況の法則」と

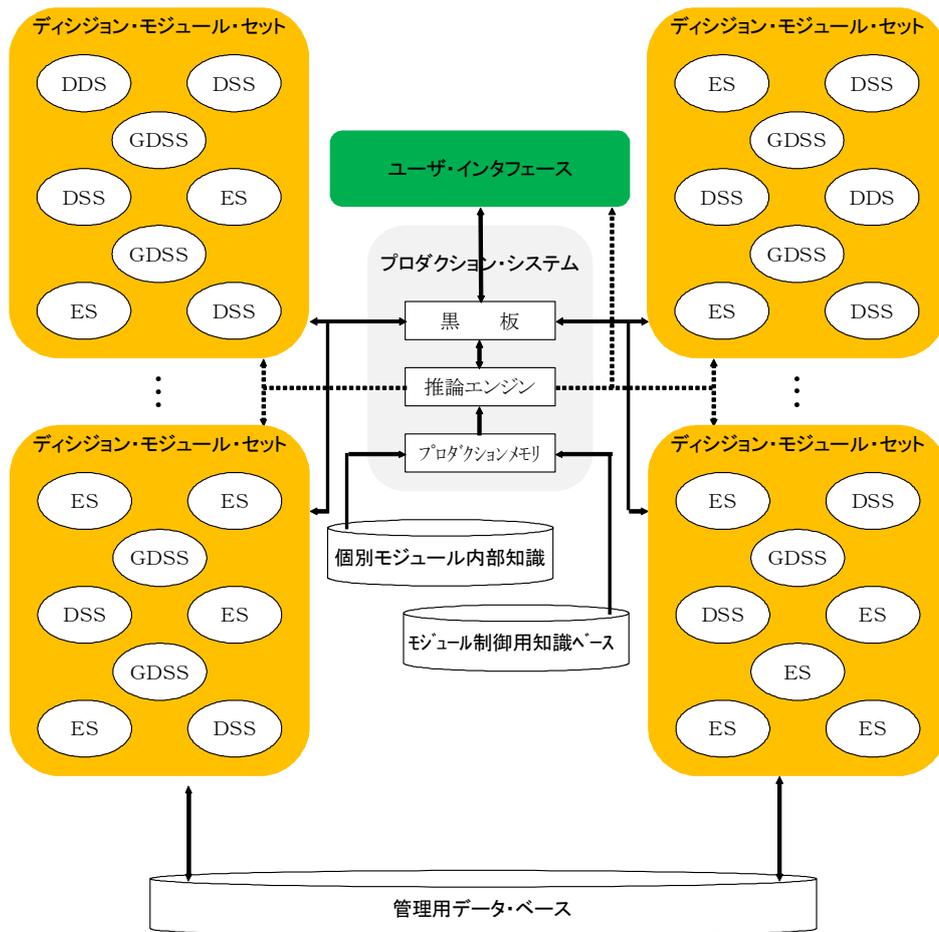


図2.4 黒板モデルに基づいた総合管理システム

「管理の原則」に従ってモジュールを起動することが必要であるためそれらが忠実に反映された形で表現する。

つまり、「発生した状況」と「起動すべきモジュール」とを対応付ける形で表現するが、具体的にどの状況とどのモジュールとを対応付けるかは、状況の法則と管理の原則の枠の中で各組織内の価値前提そして制約条件等に基づき行うことになる。その詳細については第3章で述べる。さらに、具体的なプロダクション・ルールの作成の仕方については、次章以降で述べることにする。一方プロダクション・ルールという観点で見ると、個々のモジュール内での処理でも上述したように知的活動を行うことが十分に考えられるのでその部分においても上述のエキスパート・システムとしてプロダクション・ルールを使用する。

このようにプロダクション・ルールにも大きくは2種類必要となり、本論では前者をモジュール制御用知識ベース、後者を個別モジュール内部知識ベースとして分類する。このように考えると調整機能の本質は、ルールに表現されているということになる。

尚、図2.4における管理用データ・ベースとは、例えば生産管理に関するものであれば工程名や加工データなどが格納されているものである。

以上は、基本的に企業組織を念頭に置いて議論を行った。ここで、上述の総合管理システムのフレームワークを行政組織へ拡張可能かその可能性について以下分析・検討を行う。

その分析・検討に於いては、企業組織と行政組織に於いて共通な点と相異なる点の両点から行う。まず、共通な点からである。企業組織に於ける総合管理システムのフレームワークを導き出すために、まずは企業組織が置かれている環境の特性に着目した。そして、そこから要請される管理の方向性を導き、そしてさらに最終的に要請される情報処理システムとしての特性を導出したものである。この論理展開の於いて出発点となる取り巻く環境の特性、つまり、激変や変化の加速化と言った特性は行政組織に於いても同様である。そして、その特性から要請される全体最適性という管理方向も全く同様である。そのため、要請される管理システムの情報処理システムとしての特性も分散・協調型管理システムという全く同様なものとなる。

一方、両組織に於いて相異なる点である。それは、まず組織上の目的が異なる点である。しかし、ここで言う異なる点とは単一目的か多目的かの違いではない。確かに、企業組織も利益単一ではなく環境やシルバー社会への対応と言った多目的になってきてはいるがそれは利益を短期的に捉えるか長期的に捉えるかの違いであると考えられる。よって、企業組織の目的は利益という単一目的に集約できると考えられる。一方、行政組織は多目的であるという指摘が一般的にある。しかし、これも集約的に考えると住民の幸せの単一目的と考えることができる（しかし、両者の目的が内包する複雑さの程度は後者が幸せであるために格段に高いことには留意すべきである）。この集約的に捉えた目的の違いは、全体最適性という同一管理の下、上述のマネジメントシステムの階層構造（図1.2）で論述したルールの違いに表出される。このルールの違いは、総合管理システムに於いて個別システムレベルとシステム全体レベルの両者にさらに影響を及ぼすことになる。つまり、ルールの違いとはある局面に於ける判断の違いを意味する分けである。よって、その判断とは他

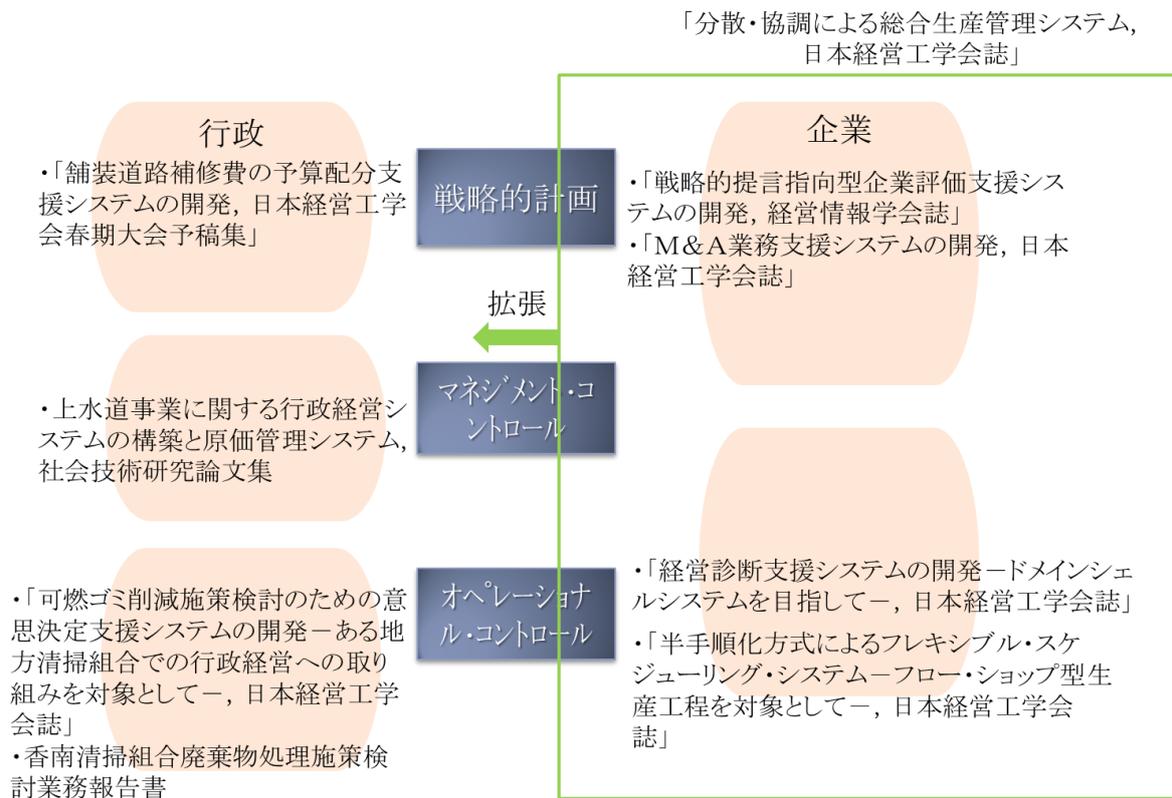


図 2.5 論文リスト

者から完全に独立をしており当該問題の中のみで判断可能の場合と問題間に相互依存関係が認められ全体的見地から判断すべき場合の2種類あるのである。

まず、個別システムレベルでの判断である。判断とは知的活動に他ならない。その知的活動の源泉は知である。その知の利用の仕方はA IもしくはD S Sという2種類のアプローチがあることを上述した。この両者の違いは、本論で言う総合管理システムでは単にモジュール化の方法の違いに過ぎずどちらのタイプの個別システムであってもモジュール化さえしていれば内包可能である。そのモジュール内の違いの詳細は9.5節で述べるが、組織の目的の相異等が組織特性への違いへに表われその結果システム開発の於けるアプローチは企業組織と行政組織とで全く異なることになる。しかし、上述の様にその組織が要請する評価機能を単一モジュールとして実現されている限りは内包可能である。つまり、上述の様に各モジュールは「発生した状況」と「起動すべきモジュール」とを対応付けたモジュール制御用ルールによって状況に合わせて起動されるのである。よって、企業組織とは異なり別のモジュールとして行政組織において開発された場合はその「起動すべきモジュール」名が当該モジュールの名前に変更するだけである。さらにこの修正は、2.2節で

も上述しその詳細は9.5節で述べるが、特に行政組織では行政経営プロセスの中で仮説的に開発したシステムを検証し改善していくことが特に重要となるがそのことにも対応している。改善され異なるモジュールに置き換わった場合は、そのルールの「起動すべきモジュール」名を新しい「モジュール」名に書き換えるだけの修正で対応可能ということを意味している。

一方、システム全体レベルでの判断とは調整方法つまり協調方法の違いとなる。その調整方法は基本的にはフォレットの管理原則に従うことを前提としているが、その具体的な内容が両組織に於いて異なることになると思われる。この違いは本論での総合管理システムではモジュール制御用ルールの違いとなる。つまり、システムに於いて単なるデータのの違いに過ぎないということになる。

以上の分析・検討より、本論で提案する総合管理システムは充分行政組織に拡張可能であると考えられる。

次章以降では、上述したフレームワークに基づき全体システム及び各個別システムを如何にして構築するのかその具体的方法について論述する。ここで、その際の論述の土台となる各論文を整理しておく（図2.5）。

参考文献

- [1] フォレット M. P. (米田清貴, 三戸 公 訳):「行動の原理」, 未来社 (1972)
- [2] 藻利重隆:「経営学の基礎」, 森山書店 (1957)
- [3] P. F. ドラッカー (上田惇生 訳):「エッセンシャル版 マネジメント 基本と原則」, ダイヤモンド社 (2001)
- [4] 米澤洋:「ミットヨレポート Report 173 フィードバックの効用」 (1990)
- [5] NHK:「NHKスペシャル 生命 昆虫たちの情報戦略」, 第7集, 東芝EMI (1995)
- [6] 人工知能学会編:「人工知能ハンドブック」, オーム社 (1990)

第3章全体システムの開発例

前章で述べた黒板モデルによる全体システムの構築方法に従いながら、本章では総合管理システムのプロトタイプの開発を目的として行った研究を基にしてさらにその具体的な構築方法について述べる。また、開発したプロトタイプ・システムの現実企業のデータを基にした実行例についても述べる。但し、対象とする組織はその構造に一般性が認められることから製造業とする。そして、そこでの管理システムの開発例が多いことよりここでの個別システムは生産管理を中心とする。そのため、生産管理用語に従い、本章でのマネジメント・サイクルは Plan（計画）→Do（実施）→See（統制）とする。

尚、本章は”分散・協調による総合生産管理システム”，日本経営工学会誌，pp. 262-271，Vol. 4 2，No. 4 に基づいて論述する。

3.1 開発システムの対象計画と前提条件

プロトタイプの開発に当たっては、その中で横断的（同一階層内）、階層的（異階層間）調整化を考慮できるようにするために対象計画を、工程設計、期別生産計画、資材管理、日程計画と設定した。また、次のような前提条件も設定した。

- (1) 対象生産方式を例外事象が発生する可能性が高いジョブ・ショップ型とする。
- (2) 上述の対象計画以外の計画データは所与とする。
- (3) 例外事象に関する情報の入力は、各管理階層、領域のユーザが直接入力するものとする。
- (4) 対象とする例外事象は、対象としている計画を踏まえた上で、注文仕様の変更、注文量の変更、特急注文、納期変更、資材到着遅れ、不良資材到着、異種資材到着、到着資材数量不足、機械故障、不良品の発生とする。

次に、以上のような前提条件下で納期維持を狙いとして開発された本システムに関して、現実として非常に大きな問題となっている統制面をメインに、その実現方法や具体的な統制、調整方法について述べる。

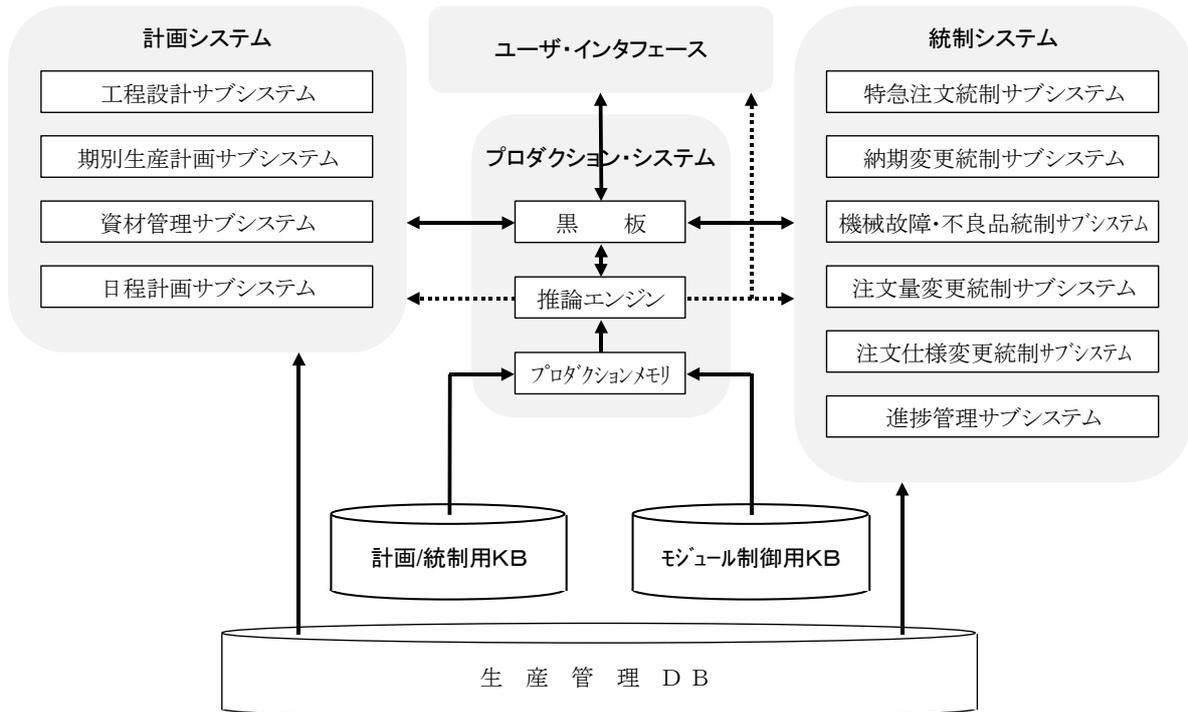


図 3.1 システム構成

3.2 システム構成

本システムは図 2.3 に基づき、大別してユーザ・インターフェイス、統制システム、計画立案システム、プロダクション・システムの4つのシステムから構成されている(図 3.1)。ユーザ・インターフェイスは、ユーザとの会話による発生した例外事象に関する情報の獲得や統制、調整状況の報告を行う。統制システムは、発生した例外事象によってその対応が異なるためさらにモジュール化が行われており、得られた情報を基に該当する統制サブシステムが統制方法の検討を行う。計画システムも計画毎にさらにモジュール化が行われており、ここで計画の立案および再立案を行う。プロダクション・システムは、以上概略的に述べたユーザ・インターフェイス、統制システム、および計画システムの動きを、プロダクション・ルールに従って制御する。その制御の具体的な方法については後述する。生産管理データ・ベースには、代替部品などの知識的な情報や工程能力など生産現場の状況を表した情報が格納されている。

ここで以降の理解をより容易にするために、各計画システムについて簡単に説明する。期別生産計画サブシステムは、負荷順番の決定、工数の算出、フォワード方式負荷配分またはバックワード方式負荷配分による1期当りの仕事量の決定を行う。通常は、残業を実施せずにフォワード方式負荷配分を行い、納期が維持できない時にのみ残業を実施しつつ

```

(ルール (IF 進捗管理を行う))
      (THEN (進捗管理サブモジュールを起動せよ))
(ルール (IF (作業遅が発生した))
      (THEN (機械故障・不良品統制サブモジュールを起動せよ)))
(ルール (IF (作業遅の回復方法を決定した))
      (THEN (作業遅を日程計画で吸収せよ)))
(ルール (IF (日程計画で吸収できず))
      (THEN (作業遅を期別生産計画で吸収せよ)))
(ルール (IF (期別生産計画を変更した))
      (THEN (日程計画を変更せよ)))
(ルール (IF (日程計画を変更した))
      (THEN (資材の出庫日を変更せよ)))

```

図 3. 2 モジュール制御用ルールの例

バックワード方式で負荷配分を行う。この計画によって、納期が維持されているかどうか判断される。日程計画サブシステムは、1期分の仕事を1日当りに展開し、作業開始日を決定する。工程設計サブシステムおよび資材管理サブシステムの概要は、日本経営工学会昭和63年度春期大会予稿集を参照されたいが、上述した対象例外事象の中で資材到着遅れ、不良資材到着、異種資材到着、到着資材数量不足は資材に関する例外事象であるため、資材管理サブシステム内にある統制機能によって対応が検討される。したがって、統制システムとして独立させてモジュール化は行っていない。また、進捗管理サブシステムは、統制方法の検討は行わないがまず進捗状況の把握から統制が始まることより統制システムのサブシステムとして位置付けている。

3. 3 分散・協調の実現方法

上述したように本システムの重点は、分散・協調にある。本節では、その具体的な実現方法を分散・協調処理がより顕著に表れ、しかも現実として大きな問題となっている例外事象の統制、調整を例にして述べることにする。

本システムは、各例外事象及び各計画毎にモジュール化がなされている。ある例外事象が発生すると、第2章で述べた管理の原則を忠実に反映したモジュール制御用ルールによりその統制に必要なサブシステムが次々と連鎖反応を起こし作動し始める。そして、あるサブシステムでは、自分のタスク範囲内で極力例外事象を吸収すべく残業の実施等実際の生産現場などで用いられている具体的な統制ノウハウを表した計画/統制用ルールを用い方策を講じる。このように、その統制は、適用される計画/統制用ルールは異なるが発生した

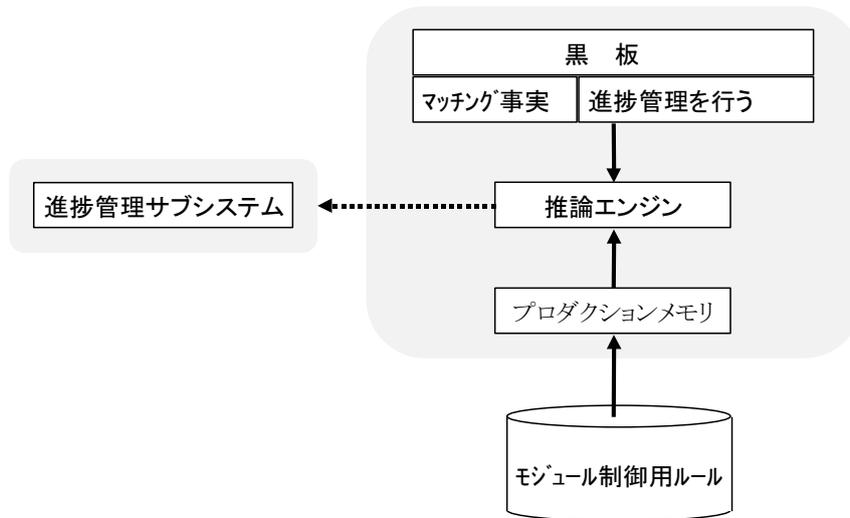


図3.3 進捗管理サブモジュールの起動

例外事象に拘らず各サブシステムが例外事象の吸収のために分散してタスクを処理しあるサブシステムだけでは対応しきれない場合は生産系全体としての安定を図るために各サブシステムが協調することによって達成される。その具体的な動きを横断的、階層的調整化を含む機械故障及び不良品の発生を例として述べる。これらは、作業遅れの原因となるので同様の統制、調整が行われる。

ユーザが進捗管理の実施を要求すると、まずユーザ・インターフェイスを介して、黒板中の推論時に使用する情報を格納する"マッチング事実"という場所に、"進捗管理を行う"という事実が書き込まれる。そして、プロダクションメモリにモジュール制御用ルールが読み込まれる。モジュール制御用ルールは、図3.2に示すようにIF部に各サブシステムを

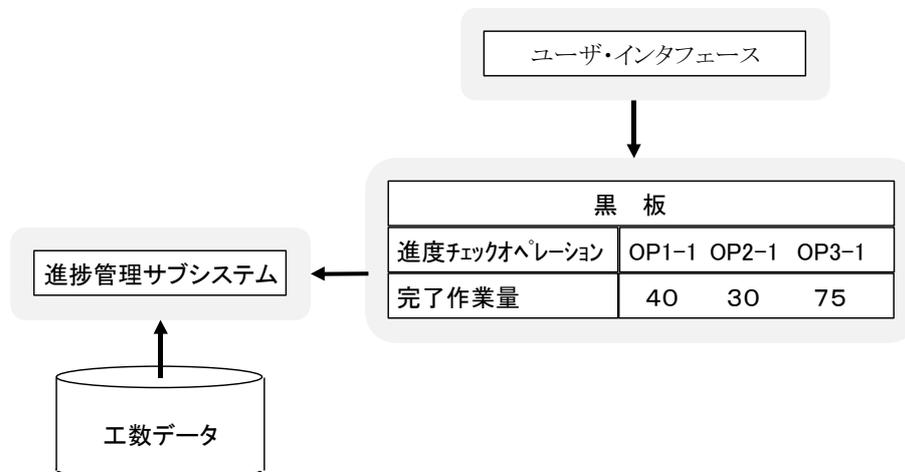


図3.4 業遅れの検出

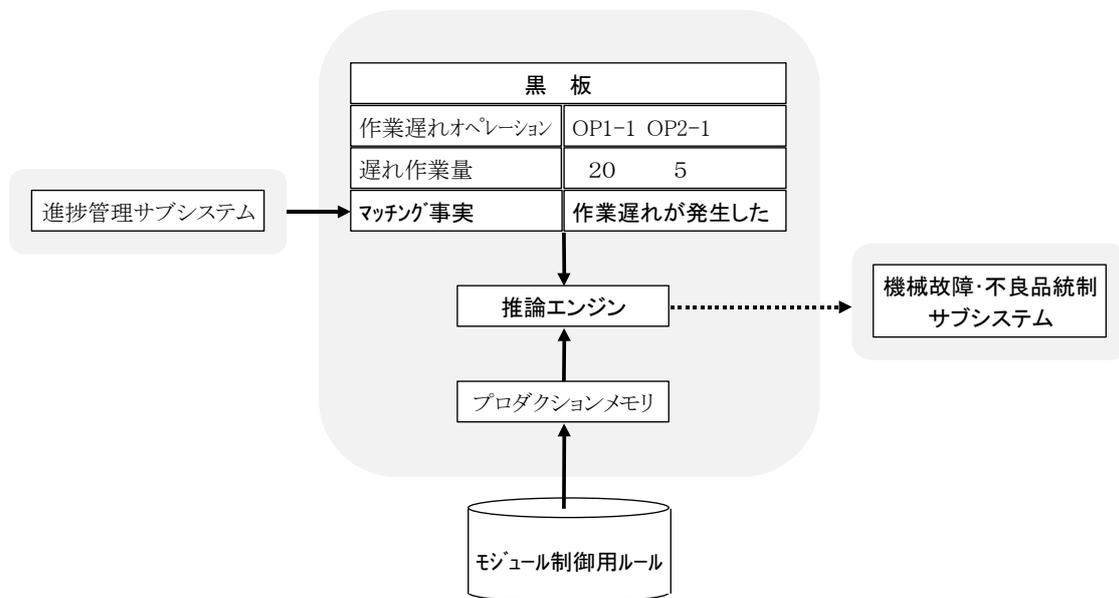


図3.5 機械故障・不良品統制サブシステムの起動

起動するための状況が表されており THEN 部は関数化されている。推論エンジンは、黒板中の情報とモジュール制御用ルールとを用いて推論を行いマッチングしたプロダクション・ルールの THEN 部の関数を実行することでサブシステムの連鎖反応を起こさせていくのである。図 3.3 は、以上のメカニズムによって進捗管理サブシステムが起動されることをイメージ化したものである。

進捗管理サブシステムは、図 3.4 に示すようにユーザ・インターフェイスを介して黒板に書かれた完了作業量と、生産管理データ・ベース内の受注量を表している工数データとを比較して作業遅れが発生しているかどうかチェックする。作業遅れが発生している場合は、進捗管理サブシステムによって作業遅れオペレーション名、遅れ作業量、"作業遅れが発生した"という事実が黒板に書き込まれる。このようにして作業遅れが検出されると、その対策を検討すべく図 3.5 のようにモジュール制御用ルールによって機械故障・不良品統

- (ルール (IF (作業遅発生))
(THEN (代替品の検索を行え)))
- (ルール (IF (代替品無))
(THEN (再生産を行え)))
- (ルール (IF (代替品有))
(THEN (代替品を利用せよ)))

図3.6 計画/統制用ルールの例

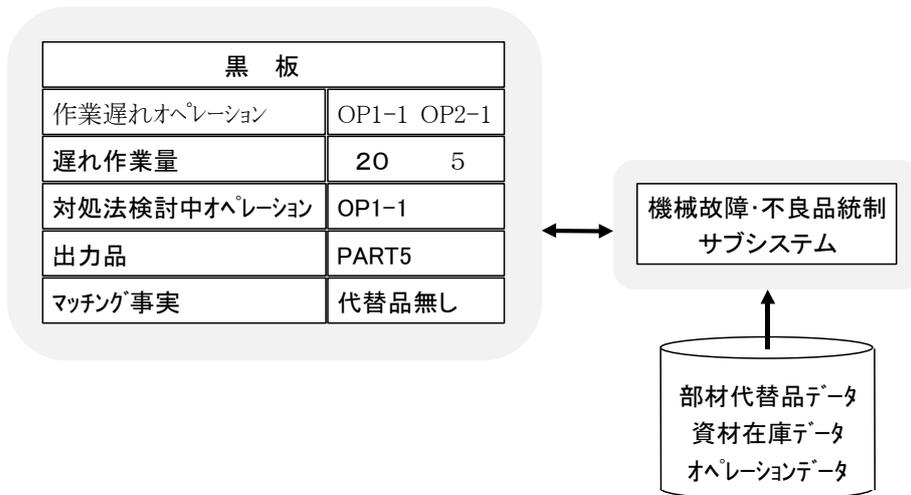


図3.7 代替品の検索

制サブシステムが起動される。

機械故障・不良品統制サブシステムでは、まず作業遅れオペレーションを1つ取り出し、そのオペレーションに注目して対処方法を検討する。一般的に考えられる作業遅れの回復方法に代替品の利用がある(横断的調整化)。

そこで、このような現場での統制ノウハウを、図3.6のように計画/統制用ルールとして表現しておく。ここではIF部はその統制ノウハウを使用する状況を表しており、THEN部は関数化が行われている。この計画/統制用ルールにより、代替品の検索が行われるのである。その代替品の検索は図3.7に示すように、まず生産管理データ・ベース内のオペレーションデータを基に現在対処法検討中のオペレーションによって生成される出力品が調べられる。次にその出力品の代替品が遅れ作業量を補えるだけ存在するかどうか、生産管理データ・ベース内の部材代替品データと資材在庫データを用いて調べられる。その結果が、"マッチング事実"として書き込まれる。ここで生産管理データ・ベースの一例として部材代替品データを示すと、図3.8の通りであり、スロット名が部材名をそして値としてその代替品名が表されている。代替品が検索されると、実施配分つまり遅れの回復方法を

```
(代替品 (P0001 (VALUE (P0011)
(P0111)))
(P0006 (VALUE (P0066)
(P0666))))
```

図3.8 生産管理データ・ベースの例

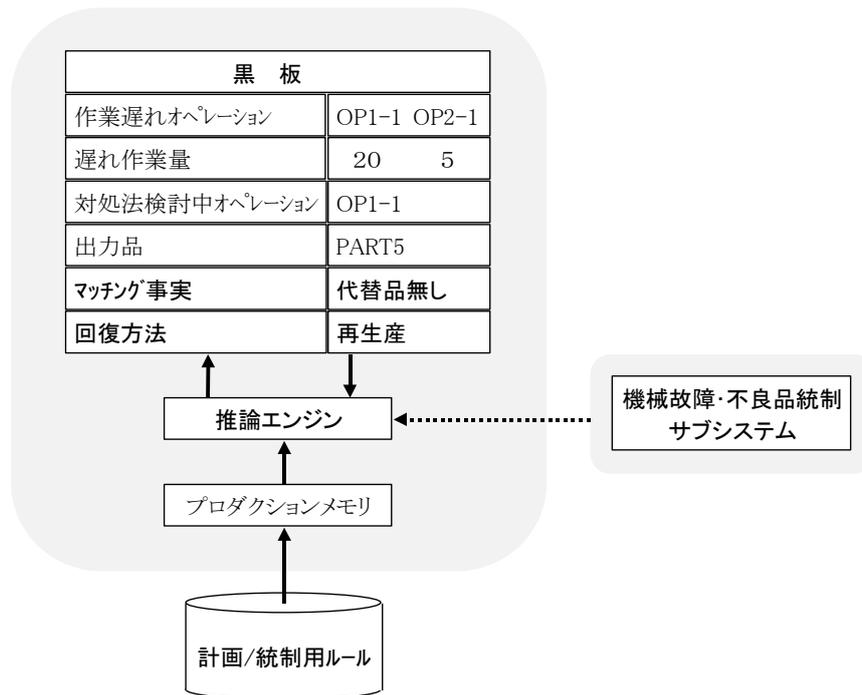


図3.9 作業遅れの回復方法の決定

決定する。これは、図3.9のように計画/統制用ルールを用いた推論によって行われる。

実施配分が決定すると、その回復方法を実行するに当たって必要なオペレーションとその工数を求める。これは、図3.10のように生産管理データベース内のオペレーションデータと代替品転用データとを基に算出される。同様の手順を繰り返した後、全ての作業遅れオペレーションの回復方法が決定する。なお、以上のようなサブシステム内の手続き

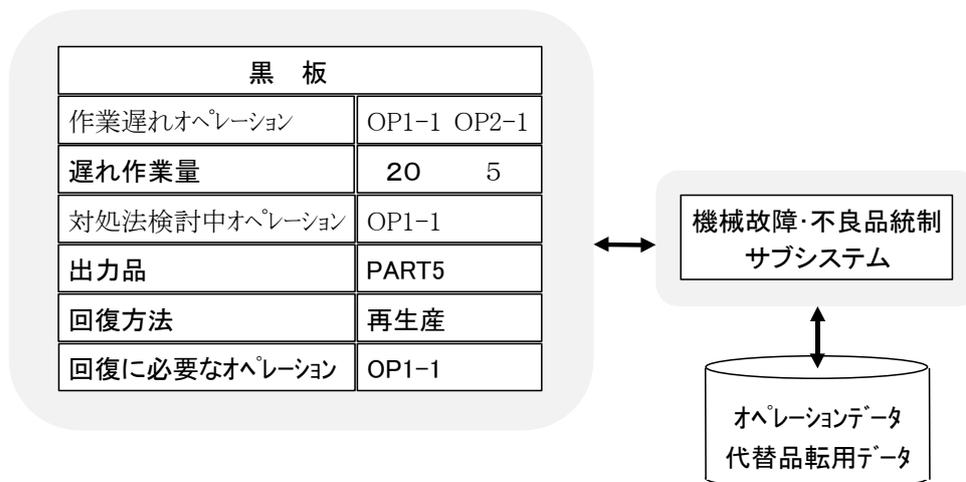


図3.10 再工数の算出

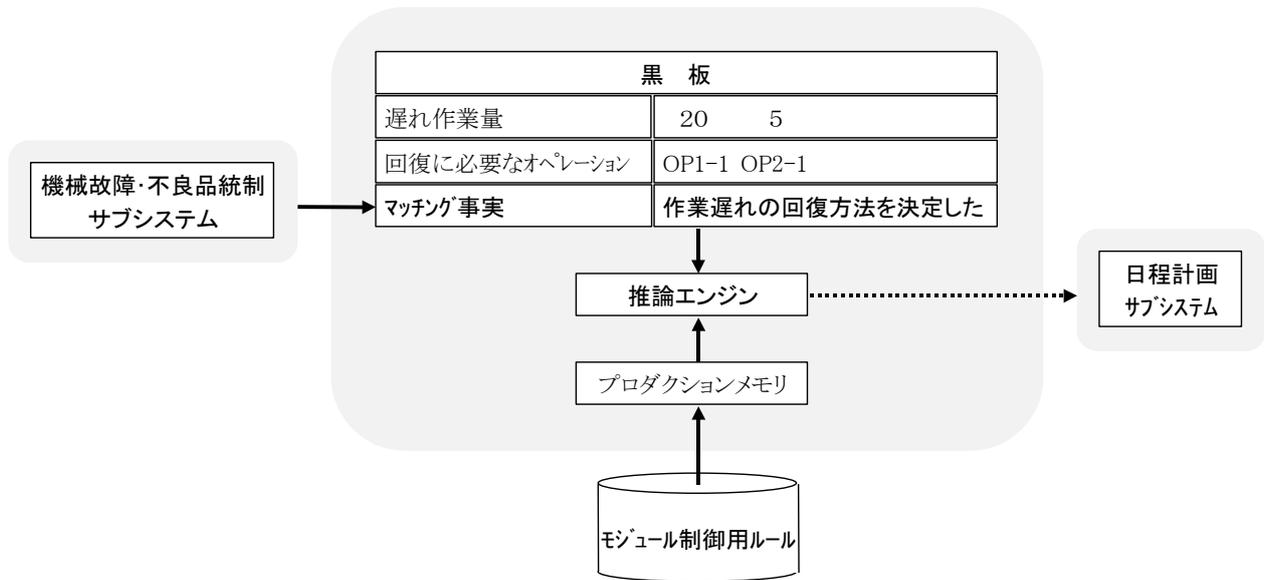


図3.11 日程計画サブシステムの起動

もプロダクション・ルールとして表現されており本システムはそれらを含め関数が約500個，プロダクション・ルールが約240個インプリメントされている。

以上のようにして，作業遅れの回復方法が決定すれば，次にそれを実施すべく計画を変更する必要がある。第2章で述べた管理の原則から考えるとシステム全体を安定させるために，まず作業遅れが発生した製造現場に最も近い計画，つまり日程計画を変更(階層的調整)すべきである。そして，日程計画で吸収しきれない場合のみ上位計画である期別生産計画を変更(階層的調整)，つまり協調させることになる。よってこれを反映させたモジュール制御用ルールは，図3.2の通りとなる。

このプロダクション・ルールに従い日程計画サブシステムがまず起動される(図3.11)。このサブシステムでは，余力の利用や残業の実施を試みて回復に必要な作業を吸収し来期への繰越作業の発生を抑制することで計画の安定を積極的に図る。残業を含めた余力の不足により当該期内で吸収しきれない場合のみ，次に期別生産計画サブシステムが起動される(図3.12)。ここでは，納期までに余裕があるまたは顧客の重要度が低い注文の製造の遅延，残業の実施，ネック作業の外注指示によって納期維持に向けて統制を行う。この際に現在期の計画を変更すると現場での混乱を招くため，来期以降に対してその統制が施される。

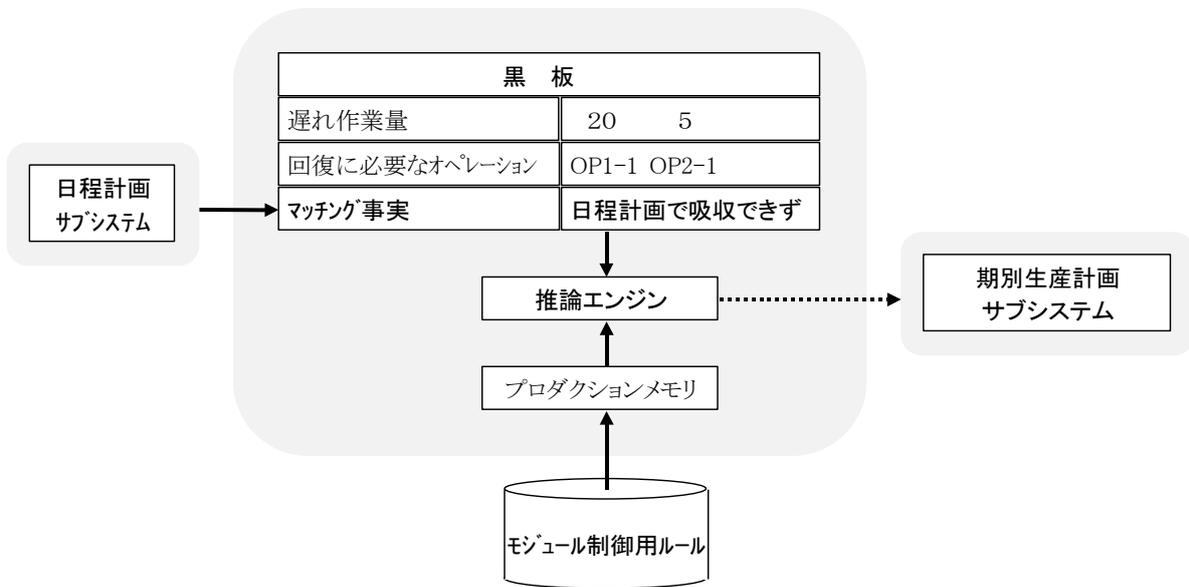


図3.12 期別生産計画サブシステムの起動

このように期別生産計画が再立案されると、その下位に位置する日程計画の変更そして資材の出庫日の変更(横断的調整化), つまり協調させる必要がある。この点も図3.2のモジュール制御用ルールに反映されており、これに従い日程計画サブシステムと資材管理サブシステムが起動される。

さらに機械故障が発生した場合は、今後の作業遅れを防ぐために代替機械の利用が考えられる。そのためユーザより作業遅れの原因として機械故障が入力されると、機械故障・不良品統制サブシステムは、入力された機械故障情報を基に代替機械を検索し修理期間中の工程能力を変更する。そして、上述のような計画の変更が行われる(横断的調整化)。また、故障履歴データを基に故障が頻繁に起こっており今後納期の維持に非常に支障を来すと判断された場合は、機械の選定が工程設計サブシステムによって行われる(階層的調整化)。

以上のように、どの例外事象が発生した場合でもなるべく早期に、発生したその場所で吸収することを目標に、横断的、階層的調整化によって柔軟に対応すべく各サブシステムが分散・協調しながら作動していくのである。

3.4 実行例

ここでは、システムの実行確認のために行った統制、調整例の中の一つである納期変更

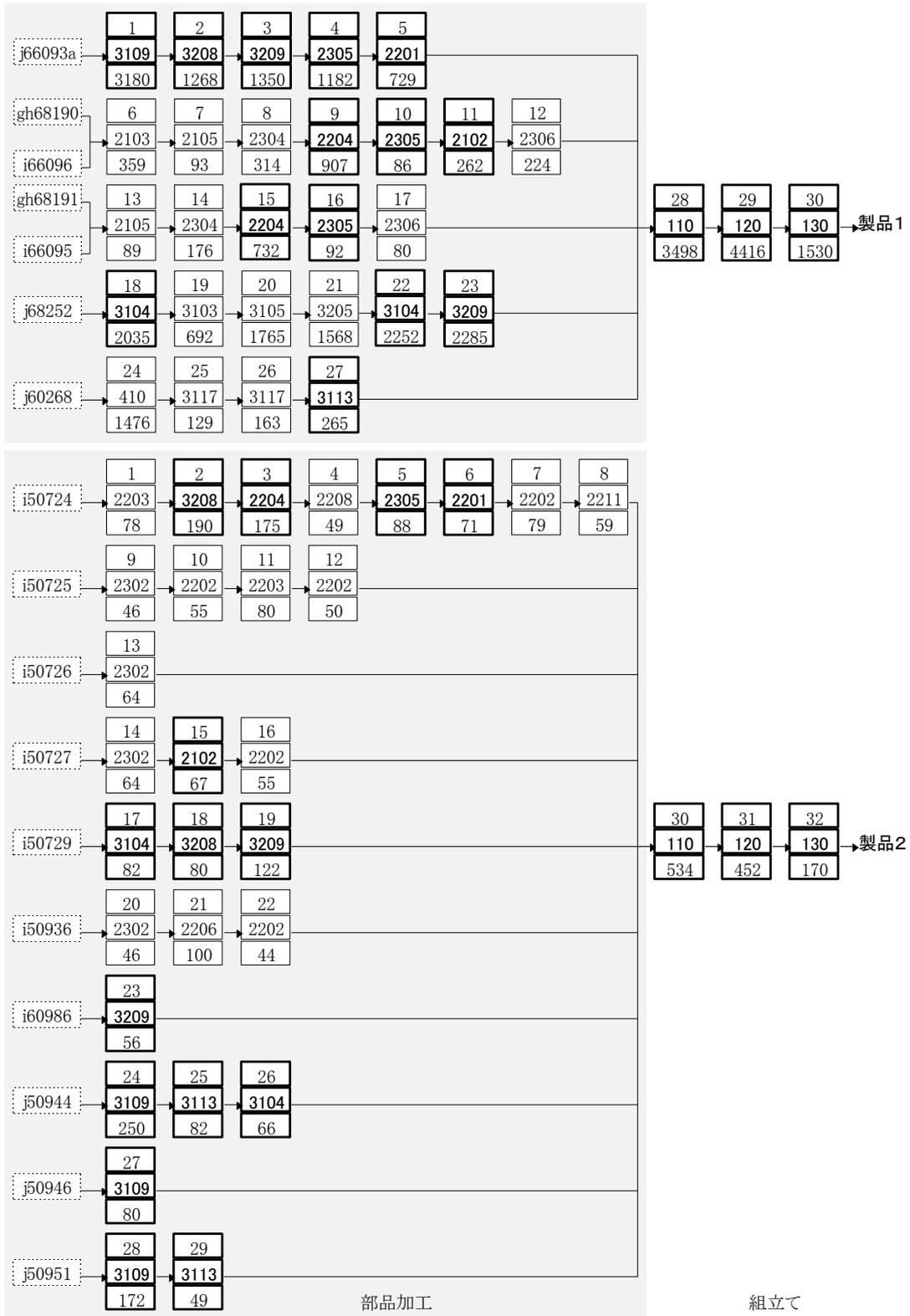


図3.13 製造手順

表3.1 工程データ

| グループ | 機械台数 | 稼働時間 (分/日) | 残業時間 (分/日) | 能力 (分/日) | 残業能力 (分/日) |
|------|------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| 1 | 1 | 480 | 120 | 480 | 120 |
| 2 | 2 | 480 | 120 | 960 | 240 |
| 3 | 3 | 480 | 120 | 1440 | 360 |
| 4 | 4 | 480 | 120 | 1920 | 480 |
| 5 | 15 | 480 | 120 | 7200 | 1800 |
| 6 | 1 | 960 | 240 | 960 | 240 |
| 7 | 2 | 960 | 240 | 1920 | 480 |
| 8 | 3 | 960 | 240 | 2880 | 720 |
| 9 | 6 | 960 | 240 | 5760 | 1440 |

注: 各グループを構成する工程は以下のとおり.

グループ1=110, 120, 2203, 2208, 2211, 2302, 3208

グループ2=2202, 2306, 3103, 3105, 3109, 3113, 3209

グループ3=410, 2102, 2105, 2204, 2305

グループ4=2201, 2304

グループ5=130

グループ6=3104

グループ7=3117

グループ8=2206

について示すが、その理解を容易にするために、まず納期変更の統制、調整方法について説明する。

納期変更があると納期変更統制サブシステムは、まず現時点での計画で新納期に間に合うかどうか調べる。間に合わない場合は、期別生産計画が納期を維持している計画であるため、期別生産計画サブシステムが再計画を行うために起動される。期別生産計画サブシステムでは、まず納期に余裕があるまたは顧客の重要度が低い注文の製造遅延を試みる。それでも対応できない場合は、残業、ネック作業の外注指示というようにコスト面から考えて優先度の高い対応策から順次実行していく。以上の対応によって期別生産計画に変動が生じると、さらに日程計画の再立案、資材出庫日の変更を行うために日程計画サブシステムおよび資材管理サブシステムが起動される。

実行はある実在の会社より提供された製品と工程に関するデータを基に行った。製品はトルク・コンバータであり製品1と製品2の2種類ある。その製造手順は、図3.13の通りである。その図中に於いて点線の四角形はその製品に必要な資材名を表している。また、

表3.2 受注状況

| 注文番号 | 製品 | 受注日 | 数量 | 納期 | 顧客の重要度 | ポイント |
|------|-----|--------|----|--------|--------|------|
| 1 | 製品1 | 11月01日 | 30 | 12月06日 | 52 | 1.41 |
| 2 | 製品1 | 11月03日 | 25 | 12月18日 | 52 | 1.33 |
| 3 | 製品2 | 11月05日 | 2 | 12月22日 | 50 | 1.16 |
| 4 | 製品1 | 11月07日 | 25 | 12月28日 | 53 | 1.08 |

実線の四角形内の上段はオペレーション番号を、中段は工程名を、下段は工数を表しており特に太線で囲まれた工程は製品1と2で競合する工程である。なお工数は、運搬時間、段取り替え時間そして標準作業時間を考慮したものであり両製品とも1個製造するときの数値を示し単位は分である。一方、工程データは、能力によりグルーピングを行うと表3.1のようになる。表3.1の各工程の能力と残業時の能力は、一般的に使用されている次式により求めたものである。

能力＝稼働時間×機械台数

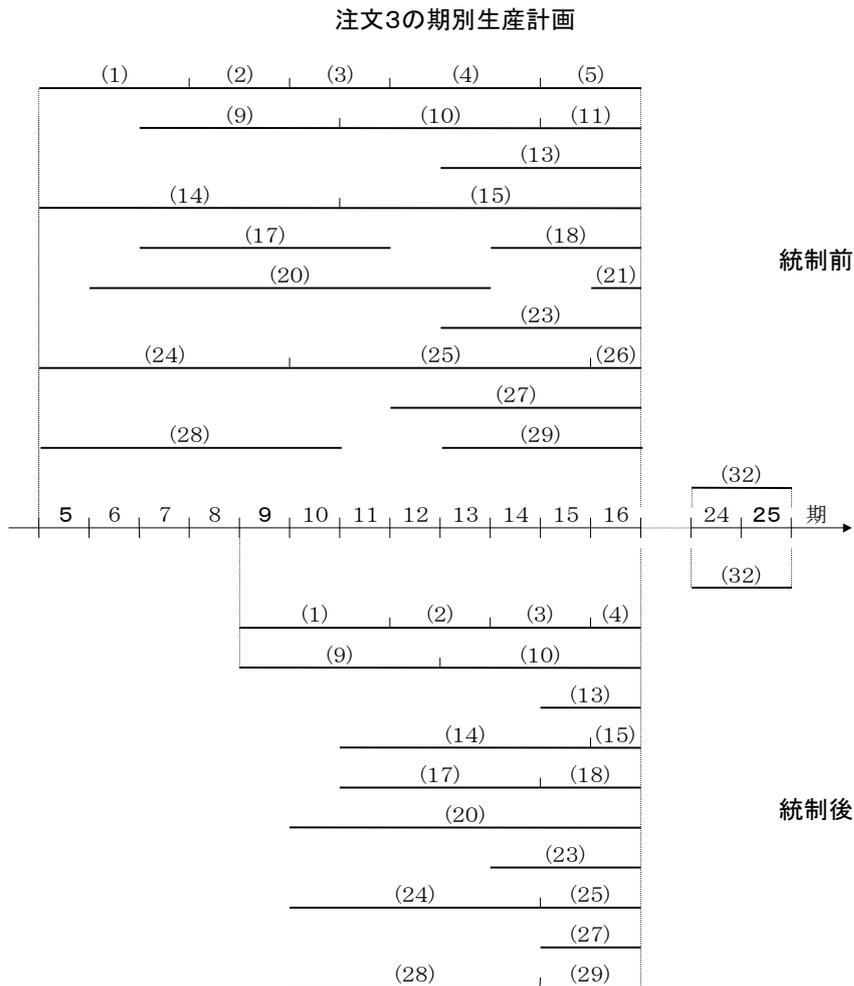
残業時の能力＝残業時間×機械台数

次に、実行のために設定した1期当りの日数と受注状況について説明する。提供されたデータによると、各製品の1カ月当りの受注数量は製品1が80個、製品2が2個であり両製品ともその納期は受注後約50日である。これらのデータを基にシミュレーションを行った結果、1期当りの日数を2日とした場合が最も実状に即していることが分かったため本実行例においても1期当りの日数を2日とした。

一方、受注状況つまり受注製品、受注日、受注数量そして納期は実状を踏まえ表3.2の通りに設定した。

ここで、ポイントとは期別生産計画立案時の負荷順番を決定する際に使用するものである。実状では、納期までの余裕と日常の取引関係から考えた顧客の重要度とを考慮しその結果ポイントが高い注文を優先的に負荷配分を行っている。それは、工程の余力が多い時点で負荷配分を行うため納期を維持できる可能性が高くなるからである。よって、本システムではこのポイントを次式によって求めている。

ポイント＝顧客の重要度／(納期－現在日)



注: ()はオペレーション番号を表す

図3.14 統制結果

ここで顧客の重用度のその基準値が、納期までの余裕より非常に大きな数値であると、その値だけで負荷順番が決定してしまう。このため、提供されたデータが受注後約50日が納期であることよりポイントの算出結果に納期までの余裕と同程度影響するようにその基準値を50としている。今回設定した顧客の重要度は、本実行の目的を特に残業の実施またはネック作業の外注指示の実行確認に置いたため隣接した値を使用した。以上のような状況下で、11月1日を第1期の1日目とし各注文の計画を立案すると、注文1から注文4の製造完了計画日は順次12月11日、12月17日、12月19日、12月25日となった。そこで、11月9日に注文3の納期が12月18日に変更されそれまでは計画どおりに作業が進んでいるものとして実行の確認を行った。

表3.3 残業計画

| 期 工程 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 28 |
|---------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 110 | — | — | 142 | — | — | — | — |
| 120 | — | — | — | — | — | 194 | 240 |
| 3104 | 458 | — | — | — | — | — | — |
| 3109 | — | — | 240 | — | — | — | — |
| 3205 | — | — | — | — | 240 | — | — |
| 3208 | — | — | — | 148 | — | — | — |
| 3209 | — | 99 | 20 | — | — | — | — |

注:①単位は分

②—は残業がないことを意味する。

上述のように、まず、注文3の製造完了日が調べられる。注文3の製造完了日は12月19日であったため、期別生産計画が再立案される。再立案に当たって、まずポイントを再計算する。その結果注文3のポイントは1.00となり負荷順番は変更されない。よって、次に残業を考慮したバックワード方式により注文3と注文3より負荷順番の遅い注文4のみの負荷配分を試みる。結果的にこれによって納期を維持することが可能となった。その注文3に関する結果を図3.14に資材に対する第1オペレーションと組み立て最終工程のオペレーションを抜粋して示す。注文4も注文3の影響を受け残業の実施が必要となった。バックワード方式で負荷配分を行ったため、注文3および注文4の各オペレーションの作業開始日は統制前より遅くなっている。また、計画された全残業を表3.3に示す。統制、調整はこの後、期別生産計画の変動に伴って日程計画と資材の出庫日が変更され終了する。

以上のように本実行例では、残業を実施することで例外事象の発生に柔軟に対応している。

3.5 本章の結論

総合的管理システムは、戦略的な位置付けを増し、これからの経営における重要なファクタである。よって、第2章ではその姿を情報システムを中心に据えて描き、得られた姿を要約するならば、「創造的変革を中心とした状況駆動による分散・協調型システム」と言える。一方実際の経営において求められているのは、このようなフレームワークと共に、そのフレームワークを忠実に反映した現実のシステムである。しかし、一般的にシステム

の構築は、その規模が大きければ大きい程技術的にもまた投下する資源的にも困難を極める。著者の推測の域を越えないが、システム化に失敗した過去のシステムにはこの構築段階での問題をクリアできなかったものが多々あるのではないかと考えられる。よって、フレームワークを机上の空論とせず現実のものとするためには、その具体的な構築方法は非常に有効な情報である。

本論は、上述したようにその重要性が増す総合的管理システムの全体システムを生産管理を中心としながら先駆的に開発しようと積極的に試みたものである。このような研究において、まず求められるのは合目的なシステムである。よって、本章では第2章で明らかになった全体システムを構築する上でのポイントを黑板モデルに基づいて如何に解決するかその具体的な方法を開発したプロトタイプ・システムをとおして示した。この点については、作動確認ではあるが現実の企業のデータに基づき実際にシステムを稼動させたことも合わせ、以上の議論より非常に意義深いものと考えられる。そして、この黑板に基づいた分散・協調型システムのアイディアは経営管理の観点より導き出されたフレームワークのシステム化の問題点を考慮していることから生産管理に限らず広く総合を指向したシステムに有効であると考えられる。

また分散・協調型システムでは、システム全体を安定させるためには階層、領域を超えた調整が非常に重要となる。その調整機能のシステム化においては、発生した状況は多元的な情報であるためそれをどのようにしてシステム内部で表現するかがポイントとなる。そして、本論ではフォレットの管理原則に基づいて状況に合致するサブシステムを起動すべくプロダクション・ルールを用いるが、そのプロダクション・ルールの表現の仕方もポイントとなる。以上の点についても、本章では実際に稼動させた例を用いて具体的に提示した。これは、同様なシステムを構築する上で非常に参考になると考えられる。

以上のように、先駆的なシステムにまず要求される「合目性」という観点から定性的評価を行ったがシステムの現実組織への適用を考えると次の段階としてその「定量的評価」や「機能拡張」が問題となる。このような点は本章の研究の今後の課題である。具体的には、定量的評価であればまずは従来活発に研究が行われている個別システムの成果を利用してスケジューリング・システムであれば納期変更などに対する柔軟性やリード・タイム短縮等個別システムの精緻化が考えられる。この点については、付録で専門家のノウハウに基づいたフレキシブルなスケジューリング・システムを対象にして論じる。

第4章 企業に於けるオペレーショナル・コントロール・レベル

での個別評価システム開発例「経営診断支援システム」

本章は第6章で述べる企業に於ける戦略的計画レベルでの個別システムの開発例「戦略的企業評価支援システムの開発」の事業別合理化改善案の提言方法の基礎であり、主にオペレーショナル・コントロール・レベルを対象として短期的な観点から経営診断を行うシステムの研究について論述する。ここでのシステム化の特徴の一つは、その定型パターンが存在しない財務分析に於いてコンサルタントの想像力、判断力を支援するために駆使された様々なユーザ・インターフェイスにある。また、そのユーザ・インターフェイスを介したやり取りを実際的に支えるシステム部分をフレーム型システムとプロダクション・システムとによって構築したところもその特色の一つである。

尚、本章は”経営診断支援システムの開発—ドメイン・シェル・システムを目指して—”，日本経営工学会誌，pp.95-104，Vol. 4 2，No. 2に基づいて論述する。

4. 1 はじめに

企業間の競争の激化、市場の多様化とその変化の加速化など企業環境の変化に伴って「全社的観点からトップダウン的に企業活動を分析評価し、改善提言を行なう経営診断」が求められている。このような経営診断は、単に経営管理の担当者のみでなく、与信管理、M & A、プロジェクト・ファイナンスの担当者にも広く要請されていることである。一方企業はその要請を受けて、自社の経営診断を外部の経営コンサルタントに依頼することがますます多くなってきている。したがって経営診断を直接の仕事の対象としているコンサルタントへの上述のような経営診断の要請は、特に強くなっている。

しかしながらコンサルタントは、人手が大変に不足しており、外部からの要請に十分に対応することができない状況にある。したがって、外部の仕事に追われ人材育成に時間をさけないという状況にある。それゆえ、またコンサルティング活動に関する知識・ノウハウの標準化、組織化も遅れている状況にある。そこでコンサルティング業務において1)その知識・ノウハウの標準化を狙いながら、2)コンサルタントを支援する改善案提言指向的な「経営診断支援システム」の開発が強く求められている。

一方企業活動の分析，評価に関するシステムも既に研究，開発されている．三井情報開発の「CASTER」，OKIの「財務分析エキスパート」，富士通の「ALARM」，タイム開発社の「TSS-TIMES」，帝国データバンクの「COSMOS1」，IBMの「経営診断エキスパート・システム」，Execucomの「IFPS」[1]などが挙げられる．それらは，開発目的が企業信用分析，与信管理，財務管理などの支援であり，それぞれの目的に応じた充実した機能を備えた，大規模なシステムであるが，上述の1)コンサルタントの支援を目的とした，2)全社的観点からの，3)改善案提言指向的な「経営診断支援システム」は，未だ開発されていない．すなわち経営診断支援システムとして，1)企業をいかに分析，評価し，改善案を出すべきかの概念設計の問題，それに基づいて2)いかにシステム化すべきかの問題自身が研究課題の段階にある．

以上のような経営診断支援システムの開発の要請と，システム開発の研究段階を踏まえて，本研究は，経営管理者，与信管理者などへの支援システムの拡張，およびコンサルティング業務の標準化を念頭に置きながら，直接的には1)経営コンサルタントの支援をする改善案提言指向的な「経営診断支援システム」の概念的フレームワークの設計，2)そのフレームワークに基づいたドメイン・シェル・システムの開発を目的とする．ここで，「ドメイン・シェル」とは経営診断という領域(ドメイン)に適したシェル/ツール(そのドメインの問題を解決するのに有効な機能が予め準備されているシステム)のことである．

4. 2 経営診断支援のシステム化の基本的な考え方およびフレームワーク

4. 2. 1 コンサルティング業務における支援システムの基本的な役割

経営コンサルタントの行なう業務は，顧客企業の要望，ニーズを入力としてその企業の改善案を出力することが基本である．その大筋的なステップは，一般的に図4.1のように示される．まず1)依頼者からの要望や問題状況の説明，その企業の財務諸表を中心とする外部化された情報の検討，現場の概略的な実査，業界など企業環境に関する資料の検討などに基づいて，企業の全体像とニーズの確認を行なう．2)全体像とニーズの確認から，上述の内部・外部の情報を分析，評価し，概略的な問題点と改善案についての仮説を設定する．そしてそれを確かめるための概略的な実態調査のアプローチ，調査項目をまとめる．3)以上の予備調査に従って，現場の実態調査を行ない，問題点の確認や修正を行ない，さ

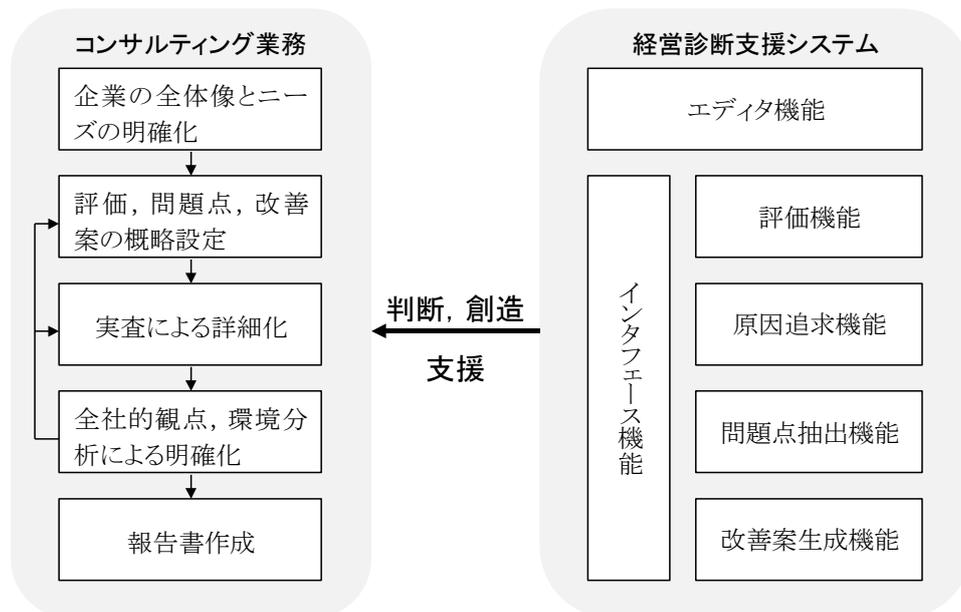


図 4.1 コンサルティング業務のステップと支援システム

らに仮説の詳細化を行なう。4)以上の2)および3)のステップを繰り返しながら全社的な観点から問題点を明確化する。5)以上の分析に、当該企業のライバル会社、業界、関連業界の情報を収集し、それら外部分析とすり合わせながら改善案を生成する。6)最後に当該企業の問題点の実体と改善案を体系化し報告書を作成する。

このような業務ステップの中で、繰り返し基本的に行なわれていることは1)入手された外部化された情報、2)実査やインタビューを通じてコンサルタント自身によって得られた情報に基づき、全社的観点からの1)企業評価、2)その評価結果の原因追求、3)問題点の抽出、4)改善案の生成である。

従って、コンサルタントを支援するシステムは、これら企業評価、原因追求、問題抽出、改善案生成の4つの基本機能を備え、コンサルタントが各ステップで、上述の情報に基づき必要に応じてこれら4つの機能を自由に利用できるようになっていることが望まれる(基本方針I)。

また、コンサルタントの上述の業務は最終的にコンサルタント自身の判断、創造性に依存する性格を持っている。例えば企業の評価を行なう場合、その評価方法に確定したものはない。また評価軸を決めても自己比較、他社比較などを通じての相対的な判定にならざるをえない。要するに評価にはコンサルタントの判断が最終的には必要である。また改善

案の生成においても、個々の企業の特異な状況や外部環境の状況に依存しながら、最終的にはコンサルタントの創造性によるところが大きい。したがって支援システムは、コンサルタントの評価や改善案生成における判断や創造性発揮を支援するように、コンピュータの利点を活かした1)網羅的な情報の提供(網羅性)、2)コンサルタントのその網羅的な情報へのアクセスや、思考実験を容易に行なわせるような協調的インターフェイス機能が基本的に望まれる(基本方針Ⅱ)。例えば評価の場合であれば、自己比較や競争会社、優良会社、業界平均などとの比較方法を網羅的に準備し、コンサルタントが自由に選択でき、判断のための多面的な検討ができるようにすることである。また問題点に対する改善案生成の場合、標準的に考えられる改善案、経験的に蓄積されている改善案を網羅的に準備し、もれを防ぎ改善案生成の材料を提供することである。

また本研究の目的で述べたように経営管理者用などへの拡張、コンサルティング業務の標準化を狙いながら、ドメイン・シェルのシステムの開発を目的としているので、経営診断に関するやり方や知識の変更、拡張が容易に行なえる必要がある。したがってシステムとしては、やり方や知識の充実、拡張を支援するエディタ機能を準備することも必須である(基本方針Ⅲ)。

さらに、実際には、コンサルタントは、複数の案件を同時並行的に処理しているのが実情で、ある案件のあるステップで本システムを利用したり、またその後他の企業の案件の相違したステップで本システムを利用することが想定される。さらに他のコンサルタントが、同様の利用をすることも想定される。したがってシステムとしては、どのコンサルタントに対しても、どの案件に対しても、どのステップに対してもすぐに対応できるように設計しておくことが望まれる。ただし本論では、複数のコンサルタントが時間的に同時に本システムを利用することまでは考えていない。

以上のことから図4.1右側のように、本システムはコンサルタントが業務の各ステップで自由に繰り返し利用できることを想定し、コンサルタントが協調的に利用できるインターフェイス機能を持ち(基本方針Ⅱ)、評価、原因追求、問題点抽出、改善案生成の機能面(基本方針Ⅰ)で、コンサルタントの判断、創造性発揮を支援する(基本方針Ⅱ)ことを設計の基本的な方針としている。そしてシステムの拡張や修正が容易に行なえるようなエディタ機能を備えること(基本方針Ⅲ)も基本的な設計方針としている。

4. 2. 2 企業評価，原因追求・問題点抽出，改善案生成のシステム化のアプローチ

企業の評価は，企業の全社的基本的目標である「総資本利益率の長期継続的な維持，向上」を反映させて，1)収益性，2)成長性を中心的に，制約条件的な3)財務流動性，安全性，そして収益性を実態的に支える4)生産性を評価軸として，総合評価するのが従来一般化した見方である．もちろんそれぞれの評価軸で，測定比率として何を利用するか，またいかに総合評価するか，さらに判定基準に何を置くかには定型がない．これら評価軸は，財務諸表上に表現された経営実績，経営実態であり，価値的，定量的データである．長期的観点，戦略的観点からの評価としては，価値的，定量的なデータのみでなく，それを支える実態的，定性的な面も評価する必要が出てきているが，これについては，研究が始まったばかりの段階である(第6章参照)．そこで本システムにおける評価方法の基本としては，上述の4つの軸を用いることにした(4つの評価軸)．

これら価値的な評価軸は抽象化されたものである．一方改善案生成は抽象化されたものにとどまらず，価値的な結果を支える具体的，実態的な，そして多くの場合定性的な面に踏み込んだ提言をしなければならない．したがって原因追求と問題点抽出は，全社的，抽象的評価から具体的，定性的な改善案生成への展開の中間過程と位置付けられる．本論では原因追求を，経営比率の階層関係を体系化した「tree browser」(ツリー・ブラウザ)と呼ぶ各種経営比率の関連を表示する図を利用し，この図の上で抽象的な総合評価から，トップダウン的にその原因を探索する方法を採用することにした(ツリー・ブラウザ)．それは，「全社的視点からトップダウン的に企業を分析評価し改善案の提言」を行なう企業診断への要請を反映したものである．図4.2は，そのツリー・ブラウザの一般的な例であるが，上述の4つの評価軸によって，経営比率関連図は4つの系列がある．各評価軸系列のトップの経営比率の評価が悪い場合に，その悪化原因となっている下位比率を順序付け，一番大きな悪化原因比率を選び，さらにその比率の最も大きな悪化原因となっているさらに下位の比率を選ぶということを自動的に行わせ，トップの比率の悪化に最も大きな原因となっている比率系列を図4.2のように反転表示することを考えた．

このツリー・ブラウザを設計方針Ⅱに従って，後述するようにユーザが自由に利用できるようにしたところが，本システムの特徴の一つである．以上の評価軸から末端比率までは，ある程度論理的なモデル化が可能なところであるが，この末端の比率から先の問題点

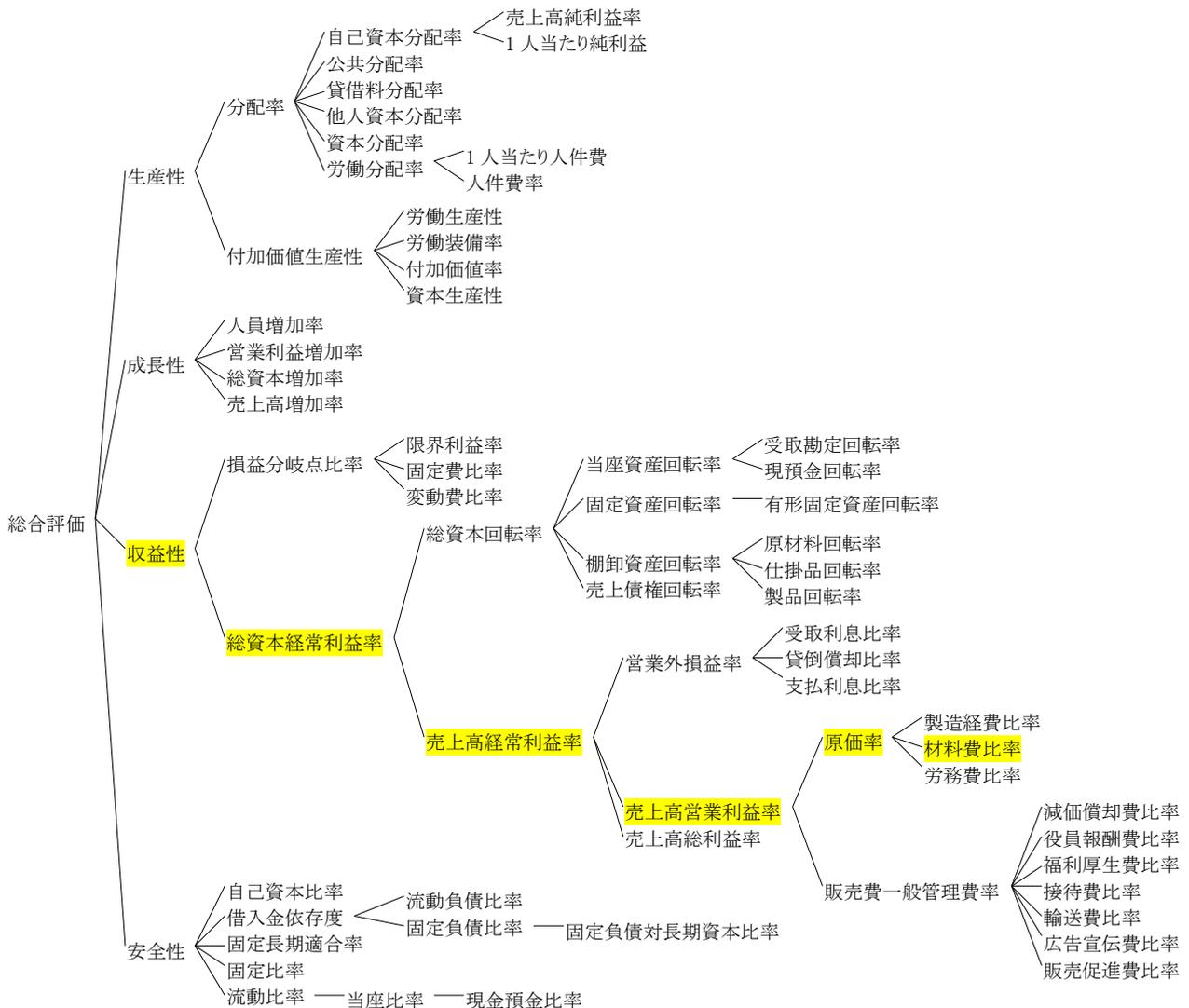


図 4. 2 ツリー・ブラウザ

抽出・改善案生成は、定量的かつ一般的なモデル化が困難な部分である。

そこで本論では、問題点抽出、改善案生成をコンサルタントの経験知識を利用してシステム化するアプローチを採った(知識利用)。その点で、評価、原因追求の前半部分と、問題点抽出と改善案生成の後半部分とでアプローチが相違する。前半でなるべく論理的な一般的な関係を利用して、問題点をトップダウン的に絞り、そして絞られた問題点について、後半知識を利用して改善案を生成しようという基本的な考えである。しかしながら、評価・原因追求におけるツリー・ブラウザといえども、定型があるわけではない。したがって、システムとしては一般的な体系図を用意するが、ユーザによってまた対象企業によって、自由に修正できるようなエディタを考えた(ツリー・ブラウザ編集)。さらに本論ではシス

テムの一般性を考えて、多職能を含む製造業を対象業種として想定している。したがって、企業全体から事業部へ、そして工場別へと階層的に深く、そして製造から販売まで広く診断することができるようにする必要がある。したがってシェル・システムとしてツリー・ブラウザにも知識ベースにも、全社、事業部別、工場別のデータさえ準備されていれば、要求に応じて階層的な深い診断もできるように考えた(階層的診断)。

4. 2. 3 経営診断支援システムの構成

以上のような目的、システム化の基本的な考え方およびアプローチから設計した本システムの概略的な構成とユーザとの関係を示したのが図4.3である。システムは、基本機能として総合評価・原因追求部、問題点抽出部、改善案生成部を持ち、周辺機能としてエディタ部、ユーザ・インターフェイス部を持つ形になっている。エディタ部はさらにデータ入力部、ツリー・ブラウザ編集部、知識編集部よりなっている。

4. 3 経営診断支援システムとインプリメンテーション法

4. 3. 1 経営診断支援システムの基本的インプリメンテーション法

総合評価・原因追求部は、上述したようにツリー・ブラウザを利用して、評価、原因追求を行なうことを考えているので、この階層的なデータの表現や処理に適したフレーム・システムのアーキテクチャでシステム設計することを考えた。

一方問題点抽出部、改善案生成部は、知識を利用することを考えているので、その表現と処理に適したプロダクション・システムのアーキテクチャでシステム設計することを考えた。すなわちシステムのインプリメンテーションは、フレーム・システムとプロダクション・システムの長所を利用した直列混合型で行なうことにした。

ユーザ・インターフェイス部は、ユーザとの協調性と操作性を考慮して、マウスとマルチウィンドウの利用を基本とした。以下各サブシステムについて、ユーザはどのように利用でき、どのように操作し、どのようにインプリメンテーションされているかさらに具体的に説明する。

4. 3. 2 データ入力部

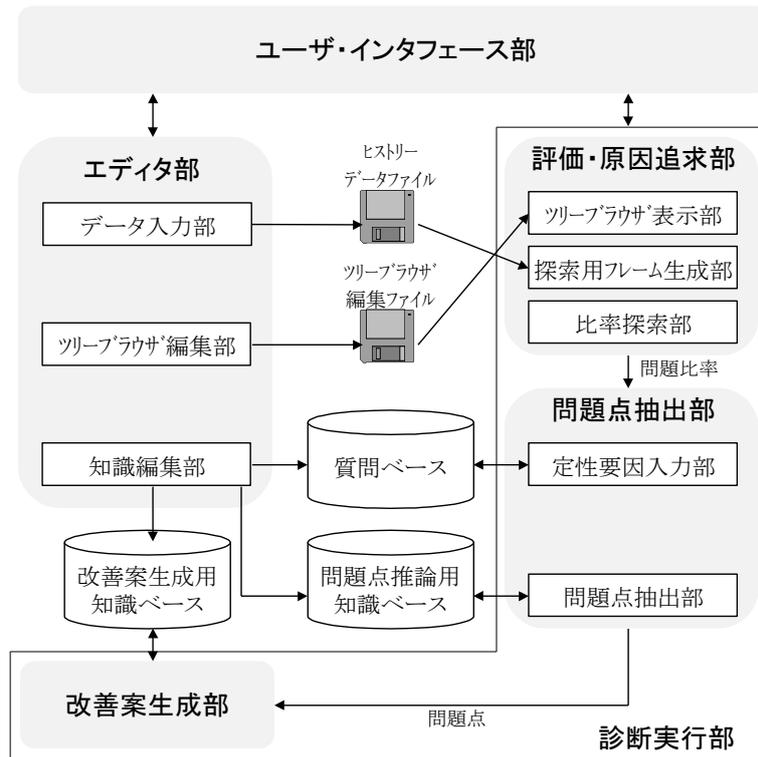


図 4.3 システム構成

ここでは診断に必要な財務諸表や経営比率の入力、入力済みデータの編集、削除を行う。基本的には、財務諸表を入力すれば経営比率を自動的に算出しているが、レフェリー・データ、業界平均などの経営比率を直接入力できるようにもなっている。実際の入力には、表形式のエディタを用い、勘定科目の合計などはシステムが行ない、ユーザの負担を少なくしている。この入力には、他比較、自己比較、また階層的診断、さらには複数のユーザ利用ができるように、複数社、時系列、部門別のデータを登録することができるようになっている。システムのさらに具体的な構成は図 4.4 の通りである。

4. 3. 3 ツリー・ブラウザ編集部

4. 2. 2項で述べたように評価・原因追求においてツリー・ブラウザを利用するが、この重要な経営比率関連図は、確定的なものがあるわけではない。コンサルタントによって、また対象企業によって、このツリー・ブラウザの形が相違する。そこでシステムとしては標準的なものは用意するが、それを基にユーザは自分の都合に合わせて編集することができる。実際には図 4.5 のシステム構成図の中の「ノード削除、ノード移動、リンク削除、リンク追加」のメニューと標準的なツリー・ブラウザ図を画面で見ながら、マウスを用い

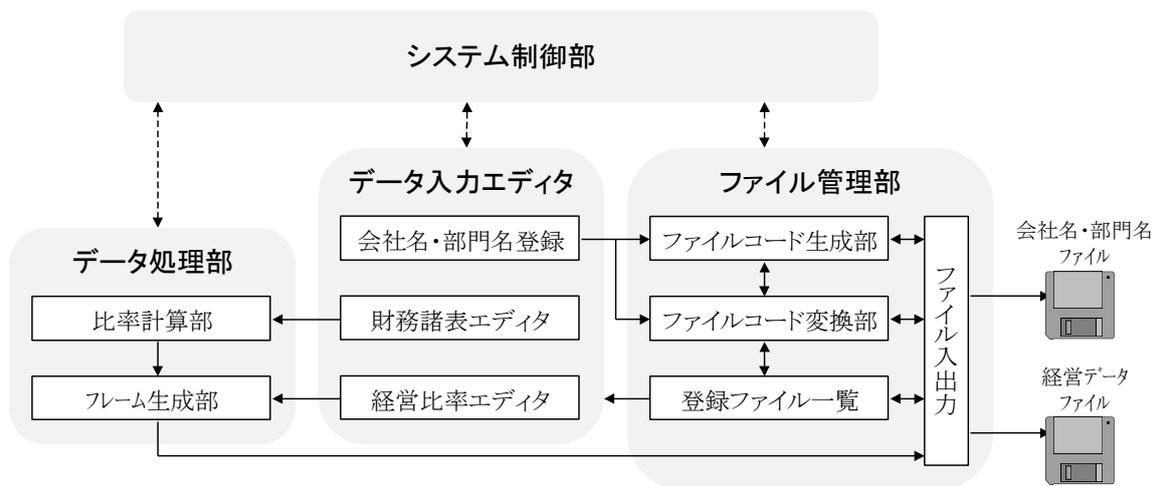


図4.4 データ入力システムの構成

て簡単に編集することができる。これは基本方針Ⅱの協調的インターフェイスが反映されている。

4. 3. 4 総合評価・原因追求部

ここは、企業のデータとユーザが編集したツリー・ブラウザを基に、企業の評価をし原因追求を行なうサブシステムである。まず評価に関してユーザにいろいろな選択可能性が準備されている。ツリー・ブラウザ上の最も抽象的な収益性、財務流動性・安全性、生産性に関する評価尺度で企業を評価する場合、自己比較なのか他比較なのか、また入力システムで登録されている中から評価対象企業と比較対象企業を自由に選ぶことができる。さらに総合評価をする場合の評価軸間の重み付けを編集することができる。そしてオプション・メニューのマウスによる選択により総合評価レーダーチャートを図4.6のように得ることができる。このような評価軸の比率、比較基準、比較軸間の重み付けのオプション選択によって、評価の多角的な検討が可能である。ツリー・ブラウザは同時に評価軸の内最も悪くなっている比率の原因系列を反転表示させる。例えば、評価軸の比率比較軸間の重み付けを所与とし、比較基準として自己比較(過去のある時点での業績)を用いた場合、収益性の総資本経営利益率が時系列的に下がって悪化したとする。その場合、この比率の下位比率である資本回転率と売上高経常利益率のどちらの比率が、その悪化の大きな原因になっているかをシステムは判断する。これを末端比率まで行ってゆくと図4.2のような反転表示された原因系列が得られる。

これによってユーザは、自動的にその評価結果を悪くしている最悪の原因を知ることが

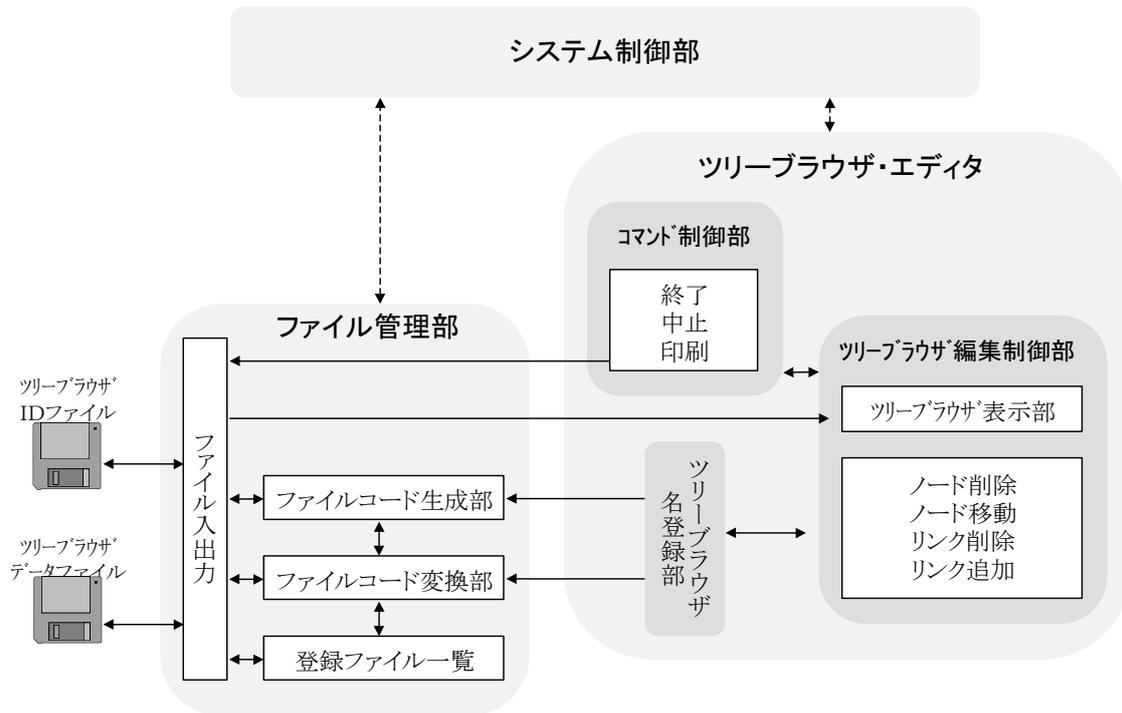


図4.5 ツリー・ブラウザ編集システムの構成

できる。次にメニューの「次ノード」をマウスでクリックすれば、システムは次に大きな原因となっている比率を示す。これを自由に繰り返すことができる。またユーザは、「ノード変更」のメニューをクリックし、そしてツリー・ブラウザ上の比率をクリックすれば、その指定された比率ノードを悪くしている原因を同様に知ることができる。

このようにシステムは自動的に比率上の原因探索を行なうようになっているが、ユーザがこれに介入して画面の上で自由に原因探索を多面的に検討することができる。これはまさに基本方針Ⅱの協調的インターフェイスを反映させたものである。さらにシステムは、方針Ⅱの網羅性を実現するために、ツリー・ブラウザ上の比率とメニューをクリックすることによって、時系列グラフ、他社比較グラフ、部門別グラフのウィンドウを開くことができ、原因追求をさらに多面的に行なうことができる。図4.7は、他社比較の例である。さらに部門別グラフから悪い部門の分析へと深く分析したい場合、登録してある部門を指定すれば、そこから部門のツリー・ブラウザを出すことができ、この上で同様の原因探索が可能である。これは階層的診断を実現したものである。このようなシステムの自動原因探索機能、協調的なインターフェイス機能と網羅的な情報提供機能によって、問題点抽出へと結びつけてゆく具体的な問題比率を絞り込むことができる。

以上の部分は経営診断上、一般的な枠組みとして考えられる部分で、目的で述べた本シ

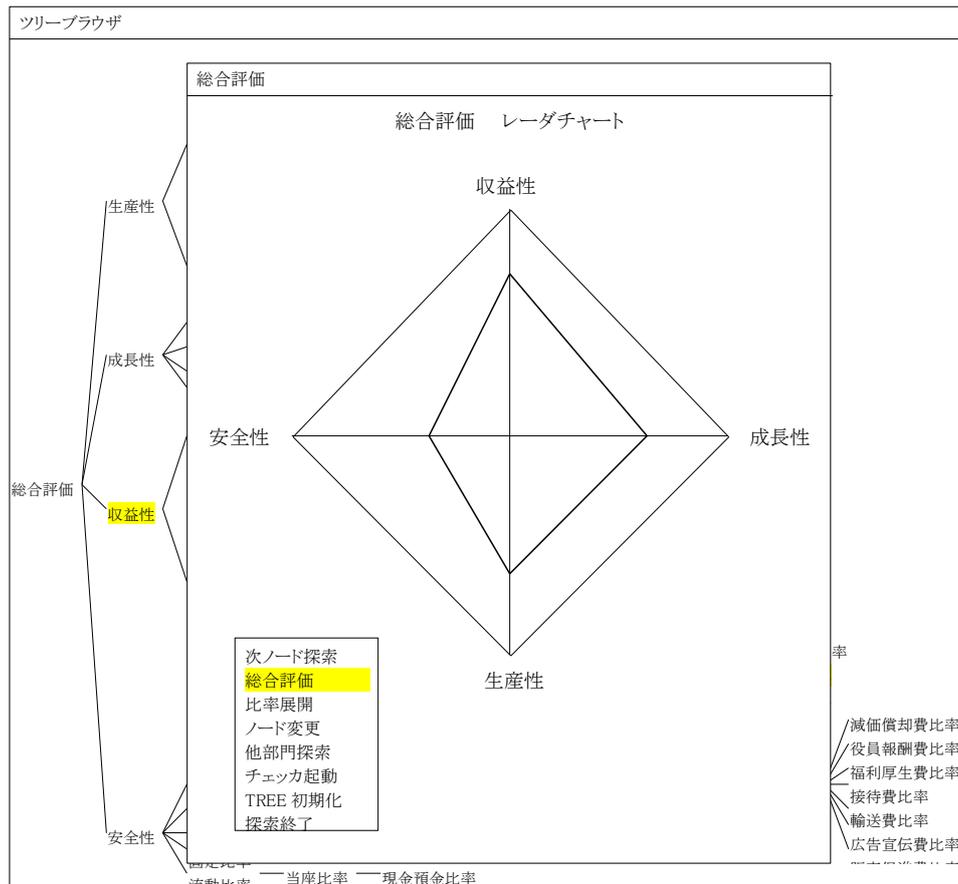


図 4. 6 総合評価レーダーチャート

システムのドメイン・シェルとしての特色がここにある。図 4. 8 は、このサブシステムの構成を示している。ここまでのシステムは、アプローチで述べたようにフレームシステム・アーキテクチャによって基本的にも実現している。フレーム・システムの中で、ここで中心的な原因探索をいかに実現しているかその手順を示すと以下のようなになる(フレーム内探索部)。

探索は、フレームとデーモン関数を使用して、計算しながら探索する。各比率はフレームで表現され、図 4. 9 のように 4 つの属性(スロット)からなる。H I R I T S U は比率の計算結果を値としてもち、P R I O R I T Y はそのデータの重要度(探索優先順位)を表し、M A R K は探索済み確認に用いられ、A K O は関連する上位比率を表す。データの探索は、これらの属性を用いて次の手順で進められる。 a) 探索する先頭のフレームを決める(総合評価に用いられる比率)。 b) そのフレーム内のデーモン関数を活性化する。 c) A K O 関係を逆に探索し下位比率群のフレーム(以降下位フレームと呼ぶ)を求める。 d) 下位フレームの中で重み付けに従って優先順位を決定し、その順位を各下位フレームの P R I O R I T Y スロットの V A L U E ファセットに値として格納する。 e) 下位フレームの中で M A R K

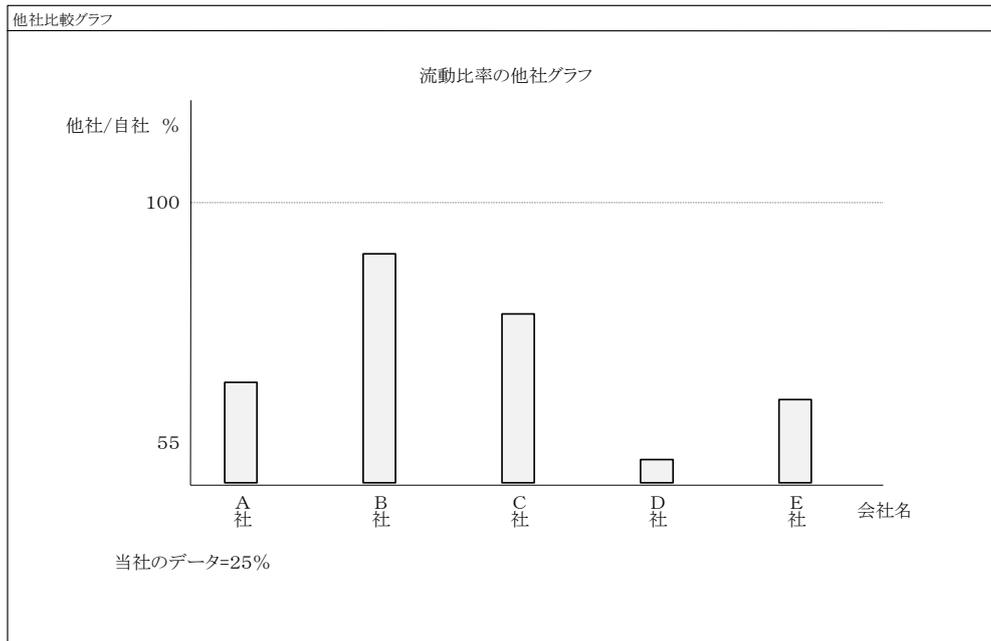


図 4. 7 他社比較図

スロットのVALUEファセットの値がTであるものを探索対象より除外する. f) その探索対象内でPRIORITYの一番高いフレームを 探す. g) そのフレームの下にさらに下位フレームがあるか b), c)により調べる. h) 下位フレームが存在しないならば, それが問題になる比率である. i) 下位フレームが存在するならそのフレームに制御を移し, d)～i)を繰り返す. 以上によって反転表示すべき比率系列が決められる.

4. 3. 5 問題点抽出部

原因探索部で絞り込まれたツリー・ブラウザ上の比率に対して, このサブシステムは問題点を挙げるための質問をし, それによって問題点を抽出し, 問題点. Bufferに問題点をはき出す. 図4.10は, 質問と問題点抽出の結果の画面を拡大抽出したものである. 質問は, 問題点を確定するための定性的な実態に関するものが中心である. 一つの問題比率の問題点抽出が終わった段階で, 次の問題比率の問題点を抽出したければ, ツリー・ブラウザに戻ってその比率を選択すれば同様の問題点抽出が行なわれる. 複数の比率から抽出された問題点の集合は, バッファに蓄えられ整理されて問題点とその抽出頻度が表示される. 各比率と実態的な問題点とは相互に関連があり, 共通の問題点がいくつかの比率の悪さの原因になっていることがある. したがって, 頻度の高い問題点ほど共通的な問題点

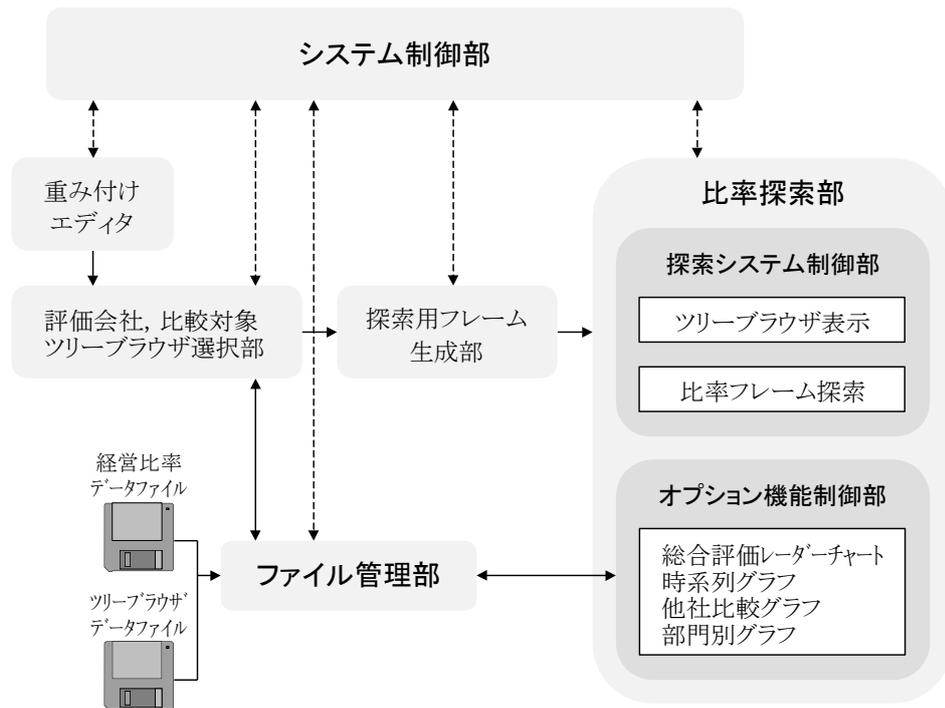


図 4.8 経営比率探索システムの構成

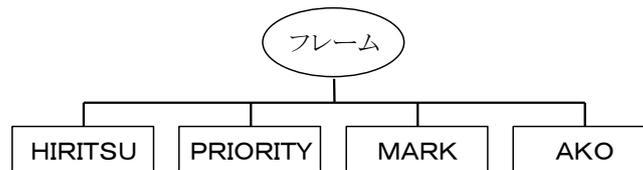


図 4.9 データ構造

と言える。システムは以上のことを自動的に行なうが、ユーザの判断で問題点を指定することもできる。また図中のメニューウインドウによりどのステップにも戻ることができる。これらは、基本方針Ⅱの網羅性と協調的インターフェイスを考慮したものである。さらに実際には、図中右側に推論で利用されたルールが列挙され、それは推論過程を示すもので問題点抽出の説明機能を担っている。その推論で利用されるルールの例を示したのが図 4.11 である。

4.3.6 改善案生成部

問題点の選定とメニューの選定によって改善案生成部を起動することができる。ここでも推論をするのに必要な情報について質問がなされ、それらの情報と図 4.12 に示されるような知識によって改善案が推論される。図 4.13 はこの過程を示したものである。図中の改善案表示ウインドウは、加工して拡大したものである。問題点の選定をし直す毎に改

| 質 問 | |
|-------------------------|--|
| 不良率は高くないか. ----->高い | |
| 材料ロスが多くないか. ----->多い | |
| 倉庫管理は適切か. ----->適切 | |
| 外注管理は適切か. ----->適切 | |

問題点選択

不良率が高い 頻度 1度
材料ロスが多い 頻度 1度
前ページ
次ページ
選択終了
ソリューションズへ

図 4. 1 0 問題点抽出の画面

善案が生成され表示される。最後にまとめて問題点毎に整理された改善案が表示される。

以上問題点抽出部，改善案生成部は，上述したようにプロダクション・システムのアーキテクチャで実装されているが，プロダクション・システムについては，既にその基本を第 2 章で述べたため説明は省略する。

ここで質問ベースに入っている質問は，問題点抽出，改善案生成をするのに必要な実態的な企業内の情報や外部環境情報であるが，このようなシステムを利用することによって実態調査に行く時のチェック項目を事前に得るという使い方(図 4. 1 コンサルティング

```

(生産管理の悪さによる材料費高初期質問
(IF      (生産管理の悪さによる材料費高)
(THEN   (MESSAGE ("生産管理に関する質問を行います。"
                  "回答はマウスで選択してください。")
(ASK    ((不良率は高くないか. (高い 高くない))
          (材料ロスが多くないか. (多い 多くない))
          (倉庫管理は適切か. (適切 不適切))
          (外注管理は適切か. (適切 不適切))))))

(最優先課題決定 RULE1
(IF      (不良率は高くないか. 高い))
(THEN   (INTO.問題点 (不良率が高い)))

```

図 4. 1 1. 問題点抽出用知識の例

```

(不良率が高い改善質問 RULE
  (IF      (不良率が高い)
  (THEN   (MESSAGE (“不良率が高くなった原因について質問を行います。”
                    “回答はマウスで選択してください。”)
          (ASK    ((不良率に対する対処法をマニュアル化していますか。 (いる いない))
                  (設計段階へのフィードバックはあるか。 (ある ない))
                  (問題製品を十分チェックしていますか。 (している していない))))))

(不良率が高い改善生成1
  (IF      (設計段階へのフィードバックはあるか。 ない))
  (THEN   (INTO.BUFFER (“新しい製品を使用する都度、問題点を整理して設計段階へフィードバック”
                       “してください。(トラブルの原因が、設計にあることが多いからです。)”))))

```

図 4. 1 2. 改善案生成用知識の例

ステップ 2) もできる。

また知識ベースは図 4. 1 1, 図 4. 1 2 に例示したような形で, 問題点抽出, 改善案生成のための約 5 0 0 の教科書的な知識が入っているが本システムでは, シェル・システムとしてまた初期的なシステムとして, 問題点にしても改善案にしても絞ぼりこんだ形でなく, 列挙的な形(網羅性)になっている。そしてユーザがいろいろな思考実験ができるような上述のインターフェイス機能により, 最終的な提言を選択するようになっている。システムの自立性の点から見ると, 本システムのこの部分は自立性が低いと言わざるを得ない。しかしこの列挙的な知識は, 企業の特異性や外部情報を考慮して知識を深化して行く基礎でありコンサルティング業務の標準化のプロセスの第一ステップを示すものである。

| 改善案表示ウィンドウ |
|--|
| <p>提案された問題点に対して以下の改善案を提示します。</p> <p>不良率が高い</p> <p>新しい製品を使用する都度, 問題点を整理して設計段階へフィードバックしてください。(トラブルの原因が, 設計にあることが多いからです。)</p> <p>不良品が発見された場合の対処法をマニュアル化してください。</p> <p>限度見本を作業中も置くようにしてください。</p> |

図 4. 1 3. 改善案生成画面

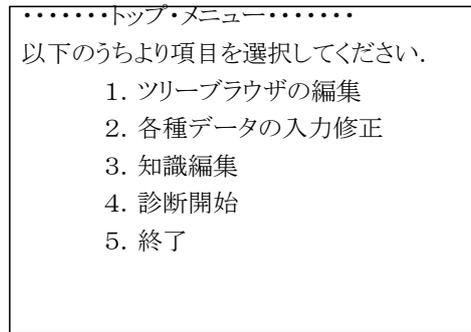


図 4. 1 4 トップメニュー

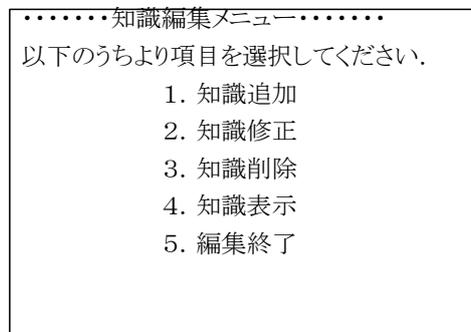


図 4. 1 5. 知識編集メニュー

4. 3. 7 知識編集部と知識整理法

知識編集部は、問題点抽出部、改善案生成部の知識ベースの知識を修正、削除、拡張するためのシステムである。これは基本方針Ⅲに従っているが、ドメイン・シェルとしてまた上述の知識の深化のために、そしてコンサルティング業務の標準化につなげてゆくために重要なものである。図 4. 1 4 は本システムのトップメニューであるが、そこで知識編集をクリックすれば、この知識編集部に入れることができる。そして次に図 4. 1 5 のメニューを操作して知識を編集することができる。このサブシステムの特徴は以下のように整理できる。1) コンピュータ言語やシステム内の機能との関係を意識することなく、I F - T H E N 形式で編集できる。2) 入力ミスが起きないように、最初の入力を蓄積し、それを選びながら知識を書くことができる。3) 推論エンジンを備えていて、知識を利用して推論連鎖を試行し、ルールの内容を一つ一つチェックする。おかしい場合は、インタラプトをかけて修正することができる。4) 形式的な言葉などの変更は、全ルールについて一挙に行なうことができる。

| | 材料費比率 | 受取利息比率 | 貸倒償却費率 | 支払利息比率 | 有形固定資産回転率 | 原材料回転率 | 仕掛品回転率 | 製品回転率 | 受取勘定回転率 | 現預金回転率 | 減価償却費比率 |
|---------------|-------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|-------|---------|--------|---------|
| 売掛債権回収政策 | ● | | ● | | | | | | | | |
| 仕入先企業の信用供与 | ● | | ● | | | | | | | | |
| 倉庫管理は適切 (Y/N) | ● | | | | | | | | | | |
| 外注管理は適切 (Y/N) | ● | | | | | | | | | | |
| 不良率は高い (Y/N) | ● | | | | | | | | | | |
| 材料は極力少ない(Y/N) | ● | | | | | | | | | | |
| 債権流通量 (多/少) | | ● | | | | | | | | | |
| 短期借入金増大 (Y/N) | | | | ● | | | | | | | |
| 長期他人資本依存 | | | | ● | | | | | | ● | |
| 借入金利率適切 (Y/N) | | | | ● | | | | | | | |
| 固定資産への過剰投資 | | | | | ● | | | | | | ● |

注:一部を抜粋

図 4.16. 知識関連マトリックス

このようなエディタを利用して知識充実や他の領域用に取り換えることが期待される。今回、経営診断用の知識の整理を、以下のマトリックスによる方法で行った。問題点抽出の場合は、図 4.16 のように横軸に経営比率を列挙し、縦軸に具体的実態的な原因を挙げ、各比率に関連する縦軸の項に AND、OR を付け関連マトリックスを作る。改善案生成の場合も横軸に問題点、縦軸に改善案を取り、同様の関連マトリックスを作る。次に関連マトリックスから IF-THE N 形式に変換する。コンサルタントに直接 IF-THE N 形式で知識を整理させることは大変に困難である。上述のようにマトリックスで比率と実態

的な要因を整理し、両者の関連性をAND、ORでチェックすることは大変に簡単明瞭で、かつ全体の関係も見渡せるので、コンサルタントのノウハウを引き出す一つの手段として、またノウハウをIF-THE N形式への表現に変換する手段として役立つと思われる。ただし、これからの知識の深化、充実は、内部、外部の状況を考えて、問題点抽出や改善案生成を羅列からなるべく少ない数に絞って行くことであるから、両軸にその他の情報や他の軸の項をそれぞれの軸に加えて、関連性の階層化をすることが次の段階としては必要になってくる。

4. 4 本章の結論

本研究は、いまだ未解決の経営診断のシステム化の問題を、コンサルティングを直接の対象として、そのシステム化の方法を提示すると同時に、それに基づいた具体的なシステムの開発を行なったものである。それは、フレーム・システムとプロダクション・システムの直列混合型のAI的なシステム・アーキテクチャによって実現された。これによって1)コンサルティング業務の標準化へのアプローチ、手段を与えたと考えられる。また2)本システムの評価・原因追求部は、ツリー・ブラウザとインターフェイス機能による原因追求システムとしてとくに本論の特色であると同時に、他の目的の経営診断システムにも利用できる汎用的な部分でもある。また問題点抽出部、改善案生成部は、知識ベース・システムで、そのための知識ベース・エディタも備えている。その点で本システムは、経営診断領域のドメイン・シェルの支援システムと位置付けられ、経営管理者、与信管理者などにも適用可能な一般性を持っていると言える。さらに3)本研究はコンサルタントとの共同成果で、4. 2. 1項で要約されているように実際利用状況を想定したシステムとなっている。それらの点で実際利用が期待されるシェルのシステムと言えよう。

今後の研究課題として、1)既述した知識整理法とエディタを利用した知識の充実、深化という本システムの適用研究、2)本システムの効率化の研究、3)本システムの実際の効果測定の研究等がある。

参考文献

- [1] 日経AI：“米Execucom、英語による説明機能を意思決定支援システム「IFPS」に拡張”，日経BP社，pp.13-14，第11号（1986）

第5章 企業に於ける戦略的計画レベルでの個別評価システム開

発例「M&A業務支援システムの開発」

本章では、企業に於ける戦略的計画レベルでの個別評価システムの具体的な構築方法について述べる。

経営戦略の一つとしてM&A（企業の吸収・合併）を採用する企業が増えている。それとともに、M&Aを銀行などの仲介者に依頼することが多くなってきており、M&A業務の支援システム化の要請が強くなってきている。そこで本研究では、M&Aに関わる業務分析を踏まえて、M&A業務支援システムの開発を試みた。本システムは、①M&Aの目的を獲得する目的獲得システム、②目的に合う企業を選び出す検索システム、③買収価格を決定する評価システム、④買収資金の調達を計画する計画システムの4つのサブシステムからなる。本システムの基本的設計方針は、ユーザが最終的に企業の買収価格を決定することを支援するために、1) 色々なアプローチからの検討、2) 網羅的な情報の提供、3) 1), 2) が容易にできるインターフェイスの充実としている。本システムにより、ユーザは自由に各サブシステムに移動しながらM&A業務の支援を受けられるようになった。

尚、本章は”M&A業務支援システムの開発”，日本経営工学会誌，pp. 93-102, Vol. 43, No. 2に基づいて論述する。

5. 1 はじめに

近年、日本企業を取り巻く環境として国際化へと進む企業が増えている。また、本業の成熟化により多角化への発展を迫られている。このような経営環境の中で経営戦略の一つとしてM&A（企業の吸収・合併(Merger & Acquisition)）を採用する企業が多くなっている。若干古い調査ではあるが参考文献1によると、M&Aの対応については何らかの組織を作って対応している企業が4割を越えている。そして、経営戦略としてのM&Aについては、重要な経営手段と考えている企業が8割を越えている。このように、経営戦略の一手段としてのM&Aの認識が強まってきている。M&A戦略の利点としては、事業展開の

時間が節約できることにある。例えば、技術開発のテンポが早まり商品のライフサイクルも短縮化する傾向にある状況下では、市場参入の早さが事業の成否を左右することになり、時間を節約するM&Aが有効な手段になる。

以上のようなM&Aに対する関心の強まりとともに、M&Aの市場が形成され、M&A案件を仲介する業者に対する期待が高まっている。しかし、これらの期待に対して専門家がまだ育っていない状態である。そのため、仲介業者ではM&A案件を処理仕切れない状態が続いているのが現状であり、これらのM&A業務の効率化が求められている。そのための一つの解決法として業務のシステム化が期待されている。

M&A業務を支援するようなシステムは、一部の仲介業者が表計算ソフトを使用して買収価格算定の部分のシステム化を試みている段階である。またTSD社が、「M&A Expert」を開発しているようである[2]。これは米国企業のM&Aを対象として、専門家の知識を利用して価格設定を支援するシステムである。しかしながら、買収候補企業を探したり、いろいろな観点からユーザの買収価格算定を支援したり、資金の調達を計画したりするシステムではない。

以上のように経営戦略の一手段としてこれから重要になるM&Aの領域において、本格的なシステム化が行われていない状況である。

そこで本研究は、1)候補企業の選定から資金調達計画にいたるM&A業務全体のタスク分析を行い、2)M&A業務をトータルに支援するDSSの要求機能を抽出し、3)その要求を満たす具体的なM&A業務の支援方法を考え、4)それに沿って実際に稼働するシステムを開発する。したがって本研究はM&Aの領域で先駆けてDSS化を本格的に試みるものであり、M&Aを支援するシステム化の方法、具体的なインプリメンテーションの方法、具体的なシステムのイメージを示そうとするものである。特に支援システムとして各サブシステムの中で、ユーザの判断をいろいろなアプローチから支援する方法を工夫した。システム化の方法としては、プロダクション・システムを部分々々に取り組んだ手順型のアーキテクチャになっている。

5. 2 システム分析

5. 2. 1 M&A業務の分析

まず、システム化に当たって、実際のM&A仲介者とのインタビューおよびM&Aの実

行例の調査をして、M&A業務の内容について分析した。

M&Aの一般的な手順は、まず企業の長期的な視点に立ち、買収対象企業の基本的な条件を決定する。条件にあう企業を公的なデータ・ベースや新聞記事などをもとにリストアップをし、比較検討して候補となる企業を絞り込む。買収対象になった企業に対し、売却交渉に応じる意向の有無を打診する。意向打診の結果、交渉に応じる意向がある場合、買収対象企業から内部情報を入手し、初期的な企業評価を行う。初期的な企業評価の結果をもとに買収交渉をはじめ、基本的な合意に達した場合、基本合意書を締結する。基本合意に達すれば、弁護士、会計士などの専門家によりさらに詳細な企業調査を行う。精査の結果に基づき最終的な買収価格や条件を決定し、買収契約書の調印を行う。そのとき、できるなら買収のための資金調達計画のアドバイスを行う。そして、最終現物の受渡しを行う。これらの手順をまとめると図5.1のようになる。

5. 2. 2 業務手順のシステム化の考察

前項で示した業務分析から、人が実際に足を運んでデータを入手したり、交渉したりする部分を除いた支援システムとして、目的の獲得や企業の検索、企業の評価、資金調達計画の部分がシステム化できるのではないかと考えられる。また仲介者の意思を支援するものとして、担当者からの要求も強かった。

買収目的の獲得では、企業の長期的戦略に基づいて、買収対象企業の基本的な条件を決定する。つまり、あらゆる条件について検討をしなければならず、条件もれなどがあると、後の企業を選択する際に重大な間違いをすることになる。したがって、この部分をシステム化すれば網羅的に条件を確認でき、条件もれのミスをなくすことができると考えられる。また、企業を売却する場合もあるので、売却目的の獲得も行う必要がある。

買収対象企業の選定では、条件に合う企業をデータ・ベースなどを利用してリストアップし、それぞれの企業について比較検討をして最終的に候補企業を絞り込む。実際には、外部の複数のデータ・ベースを利用して企業情報を入手しているため、作業自体は単純であるがそれぞれのデータ・ベースの特徴を知らなければならず、検索を効率良く行わなければ膨大な通信費用と手間を要することになってしまう。したがって、この部分をシステム化してM&A専用のデータ・ベースを独自に持てば、企業データを管理しやすくなると考えられる。

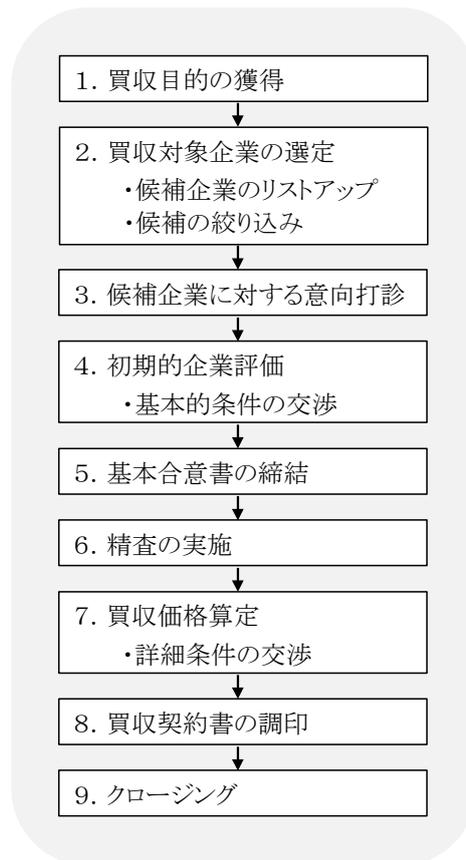


図 5.1 一般的な買収手順

初期的企業評価、買収価格算定では、対象企業から内部情報を入手し、企業評価を行い、ある計算方法を使って買収価格を提示する。ここで計算方法には様々なものがあり評価目的や企業の特徴に応じて適切なものを選択したり、組み合わせたりすることが重要である。また、計算方法の前提条件の変化により結果も異なってくるので試行錯誤的な計算をしなければならない。したがって、複雑な計算部分を自動化し、前提条件の変化によって買収価格がどのように変化するかをシミュレートするような機能を持つシステムにより支援が可能であると考えられる。

さらに、買収のための資金計画作成を支援するシステム化が可能であると考えられる。

5. 2. 3 M&A 業務支援システムの機能

前項で考察したシステム分析に基づいて、M&A 業務支援システムが持つべき機能について整理する。

まず、1) 買収目的や売却目的について質問をしてユーザに答えてもらい、目的を獲得する「目的獲得機能」が必要であると考えられる。次に、2) 目的にあった企業を探すために、

本システム独自の企業データ・ベースから検索をする「企業検索機能」が必要であると考えられる。3)候補企業が決ったならば、買収価格を算定するために、様々な計算方法が自由に使えるシミュレーション機能を備えた「企業評価機能」が必要であると考えられる。4)最終的に資金をどのように調達したら良いのかを提示する「資金調達機能」が必要であると考えられる。

以上の4つの基本機能において、支援システムとして「基本的に考慮する点」は、1)なるべく網羅的な情報を提供し、2)いろいろなアプローチからの操作が行えるようにすることである。また、3)そのためにそれらが十分行えるインターフェイスを備えることである。さらに、4)対象企業がすでに決っていて企業評価機能から実行するときなどもあるので、自由にそれぞれの機能が使えるように、システム化することが必要である。

4つの基本機能、基本的な考慮点1), 2)がどのように工夫され具体化され、システム化されたかは後述するが、基本的な考慮点3), 4)を実現するために、メニューとマウスを中心にしてシステムを動かせるように設計することにした。

5. 3 システムの概要

5. 3. 1 システム開発の前提

本システムでは、評価対象となる企業を日本国内外の製造業を想定し、外国企業の額の単位は米ドルを採用した。単位を限定したのは、データや計算が複雑化しすぎるのを避けるためである。また製造業としたのは、製造業が最も業種としては複雑であるので、将来のために業種を追加することを可能にするためである。また、本システムはあくまでもM&A業務を遂行する専門家を支援するシステムとして開発する。

5. 3. 2 システム構成

5. 2節で考察したシステム分析に基づき、M&A業務を支援するための機能を盛り込んだ本システムの構成は図5. 2のようになる。

システムは、企業のデータなどを保存しておくデータ・ベースの部分と、上述の基本機能に対応する4つのサブシステムからなる部分と、それぞれのサブシステムで使用する知識を編集するためのサブシステム部分の大きく3つに分けられる。

データ・ベースには企業別に持っている「企業別データ」と、その他の経済状況などに関

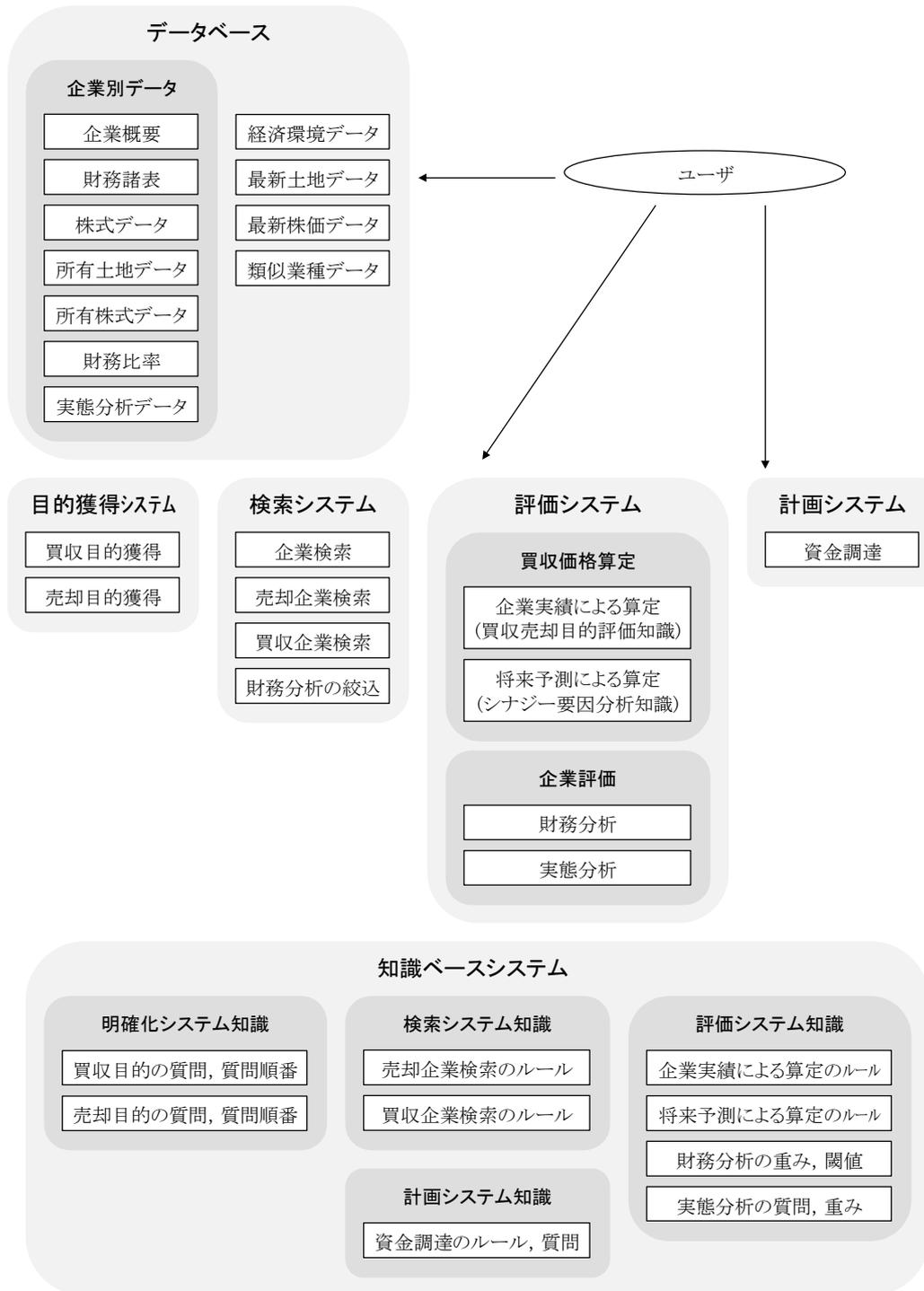


図 5. 2 システム構成

するデータを持っている。さらに、企業別データでは企業毎に、企業の規模や業種が記録されている「企業概要」や「財務諸表」などのデータを持っている。

ユーザーが実際に操作するのは以下の4つの基本サブシステムである。

- 1) 目的獲得システム
- 2) 検索システム
- 3) 評価システム
- 4) 計画システム

1)目的獲得システムでは、質問にユーザが答えることによって、買収目的あるいは売却目的を獲得する。ここで得られた質問の答は評価システムに反映される。目的が獲得できたならば、2)検索システムで、目的に合った候補となる企業を探し出す。検索の機能には、通常のデータ・ベースのように条件を与えて企業を検索する企業検索の機能がある。また、この検索システムでは知識を利用して売却企業や買収企業を検索する機能がある。さらに、検索した複数の企業を評価システムの財務分析を利用してそれぞれの企業に点数をつけて順位付けをすることにより、買収候補の企業を絞り込むことが可能となっている。検索システムで候補となる企業が決定したならば、次に3)評価システムでは、買収をする時の価格の算定と、算定の時の参考資料として企業評価を行う。買収価格算定では大別して、過去から現在までの企業の実績を基に算定する方法と、合併後の成長を予測して算定する方法の2つがある。2)検索システムや3)評価システムでいろいろの機能が準備されているのは、最適な方法が確定できない状況下で、ユーザの判断や決定を支援すべく「基本的な考慮点」1)、2)を反映させたものである。そして、最終的に算定された買収額の資金をどのように調達するのかを4)計画システムで計画する。

以上のような手順で本システムを利用するが、各サブシステムは独立しており、必ずしも目的獲得システム、検索システム、評価システム、計画システムの順に実行する必要はなく、ユーザの業務状況に応じて利用することが出来る。また、評価システムでどう見ても買収不可能な価格が算定された場合は、フィードバックして検索システムに戻り、新たな企業を探し出すことももちろん可能である。これらは、「基本的な考慮点」4)を反映させたものである。

以下、本システムのメインのサブシステムについてさらに具体的に説明を行う。

5. 4 目的獲得システム

対象企業の検索や買収価格設定方法が、買収・売却目的によって相違してくることがある。これを受けて、このサブシステムでは、買収目的、売却目的に関してのそれぞれの質問に対してユーザが答えることにより、買収目的、売却目的を獲得するものである。実行

| | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 目的明確化システム | |
| 質問 | |
| 水平合併の目的はなんですか?(多値選択型) | |
| 回答 | 現在の事実 |
| 技術力の強化 | 事実: 買収形態は, 業界シェアの獲得(水平合併)である. |
| 製品の強化 | 事実: 客観性は, できるだけ客観的に評価するである. |
| 生産能力の強化 | 事実: 水平合併の目的は, 製品の強化である. |
| 従業員の増加 | |
| 専門知識を持つ人材の確保 | |
| ブランドの確保 | |
| 販売店舗の増加 | |
| やめる | |

図 5. 3 目的獲得システムの画面

画面は図 5. 3 のようになり, 質問文とその選択肢が画面に表示されユーザがマウスを使い順次回答していく。ただし, 得られた答えをもとにシステムが目的を推論することはなく, ただ単に答えを事実ベースに保存するのみである。ここで得られた答えは, 後の評価システムにおける企業実績による算定システムにおいて, 影響を与えることになってくるので重要である。

質問される内容や順番は固定されているわけではなく, 知識ベース・システムで買収目的, 売却目的のそれぞれについての質問内容や, 質問順番を編集することが可能となっている。

本システムでは既に, 図 5. 4 のような知識が入力されている。例えば, 買収目的の獲得ではまず, 業界シェアの獲得, 一貫生産および統合, 多角化, 海外進出の目的の中からユーザに選択してもらい, さらに細かい目的について選択を行う(海外進出を選択したら, 生産拠点の確保, 販売店舗の確保から再び選択を行う)。

5. 5 検索システム

このサブシステムは, 目的獲得システムで獲得した目的に合う企業を, データ・ベース

から選定するためのものである。

機能としては、1)通常のデータ・ベースのように、既にデータ・ベースにある値を基に検索する機能、例えば、「売上が1千万以上の企業を探す」というような機能がある。またこのシステムを使うユーザとしては仲介業者を念頭に置いているので、売却されそうな企業や買収行動にでそうな企業をいち早く知る必要がある。そして「基本的な考慮点」2)、3)を実現するための工夫が必要である。そこで、2)このシステムでは知識を利用して自動的にこのような売却されそうな企業や買収行動にでそうな企業を検索する機能を備えている。例えば、売却企業検索ならば「株価収益率が業界平均より低いか?」、「買収側と同じ企業系列にあるか?」などのルールが確信度の付いた知識で表現され、推論の結果予め設定されている確信度の値以上の確信度が得られた時に初めてその企業が売却されそうな企業であると認識するようになっている。ここが、1章で述べたシステム・アーキテクチャの特色の中の1つであるプロダクション・システムで行われる部分である。

さらに、3)候補となる企業が数百社にもなり候補になった条件もさまざまに異なる場合、その中から数社を選び出すことは非常に困難である。そこで1つの方法として評価システムの財務分析の機能(5.6節参照)を利用して、それぞれの企業に点数を付けることにより、1つの評価尺度に基づいた企業ランクを決めることが可能となり、絞り込みの作業を

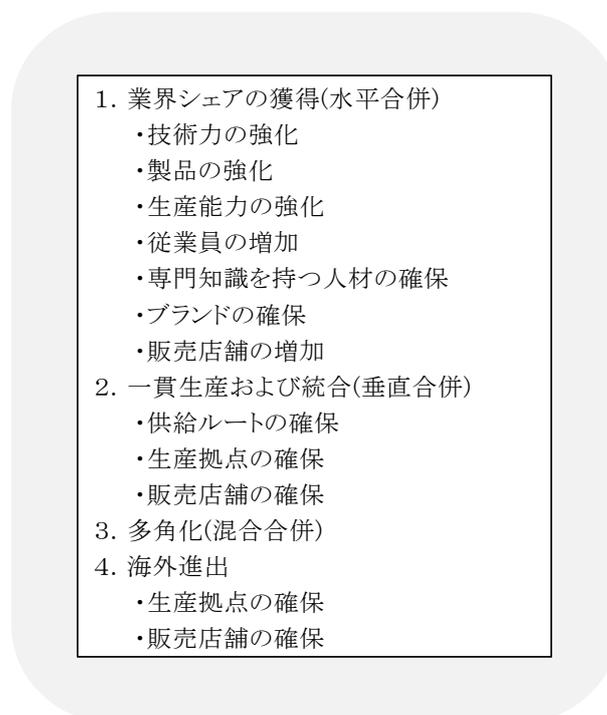
- 
1. 業界シェアの獲得(水平合併)
 - ・技術力の強化
 - ・製品の強化
 - ・生産能力の強化
 - ・従業員の増加
 - ・専門知識を持つ人材の確保
 - ・ブランドの確保
 - ・販売店舗の増加
 2. 一貫生産および統合(垂直合併)
 - ・供給ルート確保
 - ・生産拠点の確保
 - ・販売店舗の確保
 3. 多角化(混合合併)
 4. 海外進出
 - ・生産拠点の確保
 - ・販売店舗の確保

図5.4 目的獲得システムの質問例



図 5. 5 検索システムの画面

しやすくする機能がある。

また、4)検索されるたびにその検索条件に合った企業名を集めたデータがファイルとして作成されるので、これらのファイルを利用して論理演算をすることができる。例えば検索条件 a でファイル 1 が作成され、検索条件 b でファイル 2 が作成されたとする。そこで条件 a, b の両方に当てはまる企業を知りたいときには、ファイル 1, 2 に対して AND 条件を指定すればファイル 1, 2 に共通な企業名をファイル 3 として作成すればよいようになっている。

実行画面は図 5. 5 のようになり、画面中のメニューを使って検索を行ったり、情報を引き出したりできる。このように、上述の「基本的に考慮する点」を十分良く反映しているものになっている。

5. 6 評価システム

5. 6. 1 評価システムの概要

このサブシステムは、検索システムで選定された企業を対象として、最終的にその企業の買収価格の算定を支援する本システムの中心的なサブシステムである。

| | | 簿価 | 時価 | 収益 | 市場 | 類似 |
|------|-------|----|----|----|----|----|
| 評価目的 | 収益重視 | | | ○ | ○ | ○ |
| | 資産重視 | | ○ | | | |
| | 客観性重視 | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| | 相続関係 | | | ○ | | |
| 企業特徴 | 上場 | | | | ○ | |
| | 非上場 | ○ | ○ | ○ | × | ○ |
| | 大企業 | | | ○ | ○ | ○ |
| | 中小企業 | ○ | ○ | | ○ | |

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

確信度 …

↓

確信度の比率 …

各比率を考慮して買収価格を算定

図 5. 6 算定方式の長所、短所

この評価システムには、実際に買収価格を算定する機能と、算定の時の参考資料として企業評価を行う機能の大きく 2 つの機能がある。まずこの大きく 2 つの機能を持たせたのは、「基本的な考慮点」1), 2) を反映するものの一つとして、買収価格を以下に述べる方法で算定したとしても、企業の財務分析と潜在力から企業評価を行うことによって、その算定値を別の視点から確認できるようにすることが、よりユーザの判断を支援するものとして必要であるからである。

買収価格算定では、過去から現在までの企業の実績を基に算定する 1) 「企業実績による算定の機能」と、合併後の成長を予測して算定する 2) 「将来予測による算定の機能」がある。ここでも大きく 2 つの機能を持たせたのは、過去の実績と、不確実ではあるが重要な将来予測に基づく算定法によって、過去と将来の両方を見て、ユーザにバランスある判断をさせようと考えたからである。そして、「企業実績による算定」では買収や売却目的が影響を及ぼすのでそれらの評価知識を基に算定を行い、「将来予測による算定」では、合併時のシナジーが成長に影響を与えるので、シナジー要因分析の知識を用いて算定を行う。

企業評価では定量要因を分析する「財務分析の機能」と、定性要因を分析する「実態分析の機能」があり、買収価格算定の参考資料として提示する。

| | |
|-----------------|--|
| メインメニュー | |
| 企業実績による価格算定 | |
| 変更する比率を選択して下さい。 | |

| | |
|----------------------|--|
| 価格算定 | |
| 価格算定:163294(百万円,千\$) | |

| | | |
|-------------|---------------|----|
| 企業実績による価格算定 | | |
| 企業名:村田製作所 | | |
| 評価方式 | 買収価格(百万円,千\$) | |
| | | 比率 |
| 簿価純資産方式 | 189046 | 25 |
| 時価純資産方式 | 255452 | 25 |
| 収益還元方式 | 74056 | 0 |
| 市場価値方式 | 9782 | 25 |
| 類似業種比準方式 | 198899 | 25 |
| 終了 | | |

| 事業所 | 場所 | 面積(m2) | 簿価(百万円,千\$) | 評価額(百万円,千\$) |
|---------|--------|---------|-------------|--------------|
| 長岡事業所 | 京都府 | 29766 | 176 | 9525 |
| 八日市事業所 | 銘柄 | 株数(株) | 簿価(百万円,千\$) | 評価額(百万円,千\$) |
| 野洲事業所 | シントム | 300000 | 939 | 939 |
| 横浜開発センタ | 住友銀行 | 1543000 | 891 | 3086 |
| 東京支所 | 富士銀行 | 1393000 | 636 | 3203 |
| 六郷事業所 | 安田信託銀行 | 1268000 | 447 | 2193 |
| その他 | 第一勧業銀行 | 435000 | 437 | 870 |
| 最終行 | サンケン電気 | 322000 | 374 | 360 |
| | 滋賀銀行 | 1417000 | 337 | 1530 |
| | オムロン | 163000 | 327 | 358 |
| | 東海銀行 | 412000 | 244 | 683 |
| | 東京銀行 | 251000 | 228 | 301 |

図 5.7 企業実績による算定の画面

5.6.2 企業実績による算定の機能

この機能は、過去から現在までの企業の実績を基に買収価格を算定する。企業実績による算定には「簿価純資産方式」、「時価純資産方式」、「収益還元方式」、「市場価値方式」、「類似業種比準方式」の5つがあり、それぞれの買収価格が算定される。しかし、それぞれの算定方式には得意分野があるので、企業の特徴や買収目的などを基に知識を利用してそれぞれの買収価格に比率を付け、最終的に一つの買収価格を算定する。

それぞれの算定方式の長所、短所をまとめると図 5.6 のようになる。図 5.6 はどのような場合に、どの算定方式を選択するのかを示している。列には選択要因、行には算定方式が記述されている。○が選択する方式を示し、×が選択しない方式を示している。つまり、評価対象企業が上場企業なのかどうか、収益を重視して買収を行うのかなどを、デー

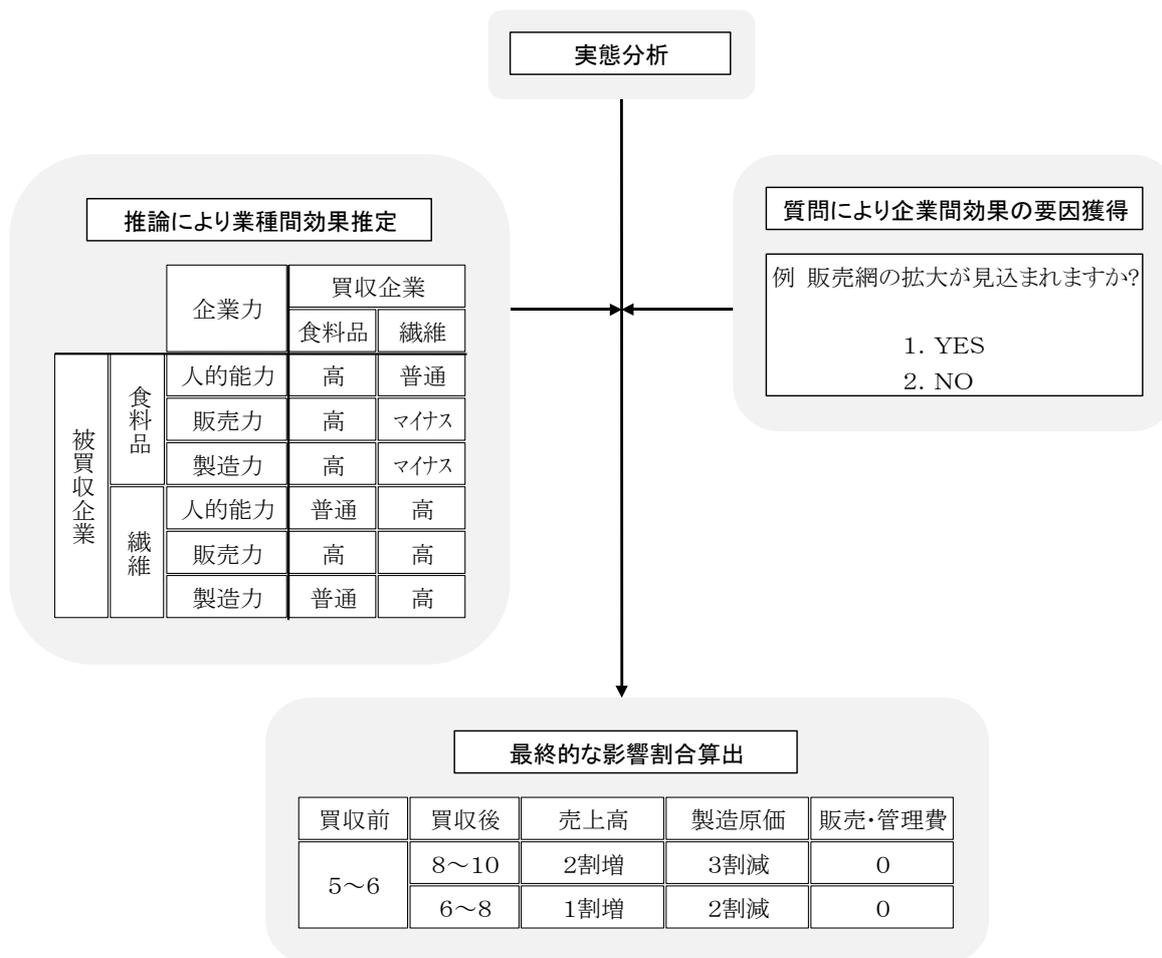


図 5. 8 シナジー効果の知識例

データ・ベースや目的獲得機能で得られた買収目的を基に算定方式を選択する。算定方式を選択する時には、ルールに確信度を付けて推論される。そして、それぞれの選択要因について推論を行った後、それぞれの算定方式の確信度を合計し、その確信度の比率がその算定方式の比率になる。

データ・ベースや目的獲得機能で得られた買収目的を事実として、例えばルールとしては「もし買収目的は生産能力の強化であるならば評価目的は資産重視である」、「もし売却企業は上場企業であるならば算定方式は市場価値方式である」、「もし評価目的は資産重視であるならば算定方式は時価純資産方式である」など、27個の確信度の付いたルールを用意している。

また、価格を算定する際には企業が持っている土地や株式が大きく影響を与えるので、対象企業が持っている土地や株式の評価額も示す。これらの評価額は、このシステムが最新の地価や株価のデータ・ベースを持っているので、その値を基に計算される。

なお、実行結果の画面は図 5. 7 のように表示される。

5. 6. 3 将来予測による算定の機能

この機能は、合併後の成長を予測してDCF法[3]によって買収価格を算定する。

将来予測による買収価格算定では、合併後、買収対象企業がどのように成長していくか予測する必要がある。その将来予測をする時には、合併による”シナジー効果”も考慮する必要がある。しかし、シナジー効果の捉え方は、大変困難で確立した方法があるわけではない。そこで本システムでは、以下に述べるようなシナジー効果の定量的な捉え方を工夫してシステム化すると同時に、シナジー効果を考慮しない場合の算定もできるようにしてある。

シナジー効果を考慮する場合、合併することにより買収対象企業にどのようなメリット、デメリットがあるかを”シナジー効果”という形で捉えるため、実態分析(5.5節参照)の結果と、本サブシステムが持つ「シナジー要因獲得機能」で得られた点数を基に、どの勘定項目がどの程度影響するのかを推論する。図 5. 8 がシナジー効果の推論知識の例である。例えば、実態分析から得られた企業の販売力の点数が5点であるなら、買収側と売却側企業の業種間のギャップからこの販売力が高まるか否かを推論して点数を増減する。また「販売網の拡大が見込まれますか？」などの合併により実現される要因についての質問により、さらに点数を増減する。そして最終的に、もとの点数であった5点がこれらの推論により何点増減したかにより、この販売力が影響を与える売上高などの勘定項目の回帰線の傾きを何割か増減させて予測値を算定することになる。

その後、企業の成長予測を支援する「シミュレータ機能」を利用してDCF法による買収価格を算定する。このシミュレータ機能では買収価格を算定するため、様々な状況に対応できるようなシミュレータ形式をとっている。

本シミュレータの機能は1)将来の一定期間にわたる企業の期待収益を回帰分析を用いて予測する機能(将来予測機能)があり、評価対象になる企業の全体の過去の実績値を基に回帰分析を行い予測値を算定する1.1)マクロ的予測法、売上高などの勘定項目を製品別などに分けて予測してそれらを積み上げていく1.2)ミクロ的予測法、同業者の平均的な値を基に予測値を出す1.3)業界平均による予測法などの、様々な予測法を選択することが可能になっている。それは、マクロ的アプローチによるモデルと、ミクロ積み上げ的な

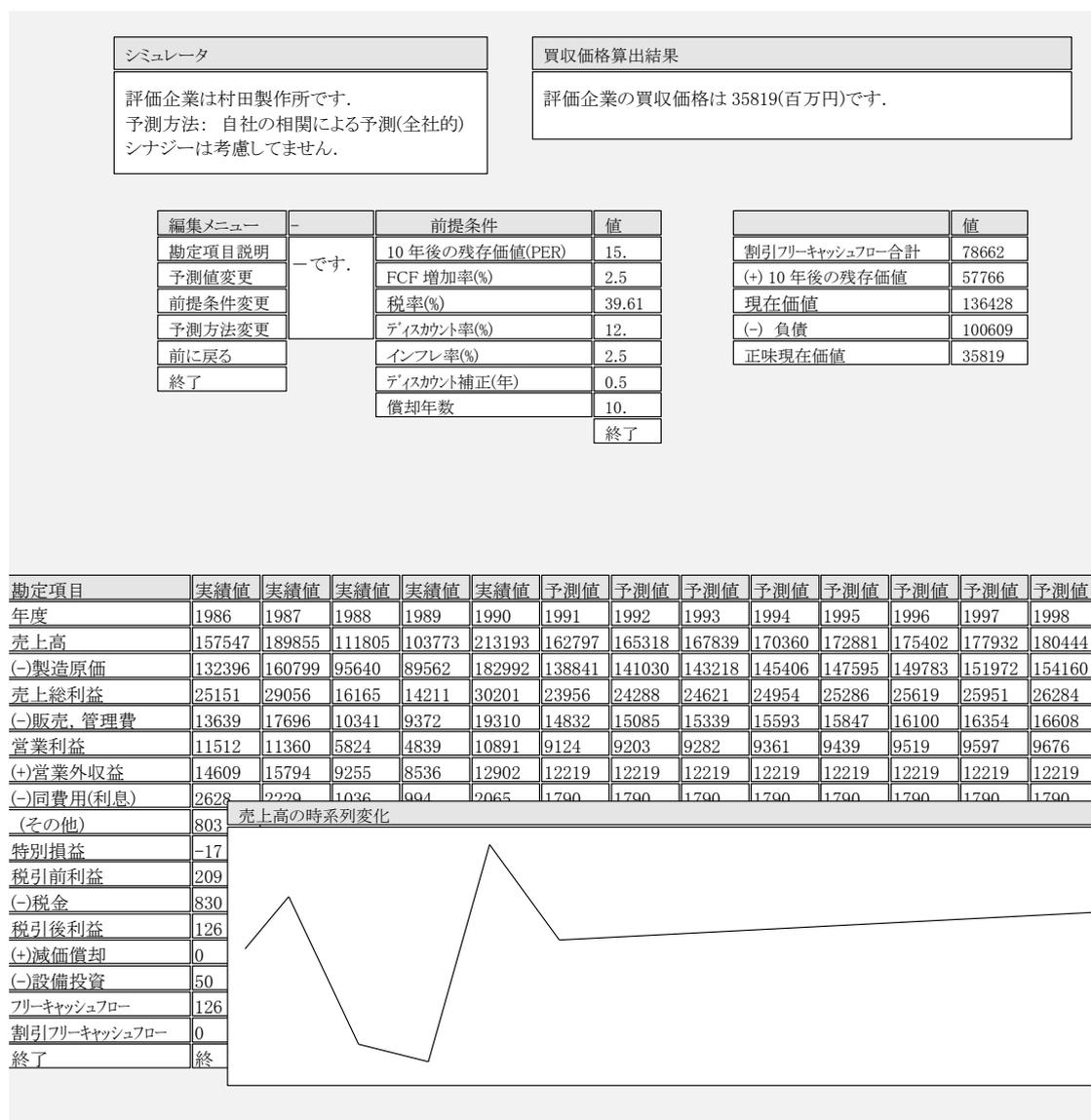


図 5. 9 将来予測による算定画面

モデルによって、将来の不確実性を挟み込んで見ようとする考えからである。

また、2) 上述した合併後のシナジー効果を予測に反映させるか否かの二つの場合を考慮することのできる機能がある。さらに、3) 予測結果を変更することによって、それに影響する項目が自動的に変更される機能(what-if分析機能)があり、設備投資と売上高の予測値を修正するときの影響を与える。例えばある時期に設備投資を行い、それによって売上高が設備投資との関係式によって変更された場合、製造原価、販売費・一般管理費は自動的に各関係式に従って変更される。また逆に、売上高を変更することによってその売上高に必要な設備投資額を算出する。さらに、4) 図 5. 9 に示されるようにモデルの外

| |
|------------|
| 収益性 |
| 総資本利益率 |
| 売上高経常利益率 |
| 安全性 |
| 自己資本比率 |
| 流動比率 |
| 成長性 |
| 売上高伸び率 |
| 経常利益伸び率 |
| 生産性 |
| 一人当たり売上高 |
| 一人当たり経常利益 |

図 5.10 財務諸表一覧

部変数である税率，インフレ率などの前提条件も変更可能なので，これらに対応したシミュレーションを行うことができる．これら3)，4)は，予測値や予測の前提をユーザにオープンにし，ユーザの判断を多面的に支援しようとするものである．

以上のように「企業実績による算定方法」も含めてこの1.1)～1.3)，2)～4)のいろいろな切り口，アプローチを体系的に準備したのは，価格算定の前提条件になる算定方式，モデル，シナジー効果の考慮，外生変数的条件などのその時の設定方法に，確定的なものがない状況であるからである．それゆえ，これらの前提条件をいろいろ変えて，価格算定を行えるようになっている．これによって，いろいろの前提条件下での算定価格が一致するような値があれば，総合的にその算定価格が，システムとしての妥当な価格になると考えられる．一方，算定価格がばらつくようであれば，それらの平均値としての価格は，信頼性の低いものであり，ユーザに判断を委ねる度合いが大きくなると考えられる．この場合，情報として統計的な検定などを行うことが，今後のシステムの課題として考えられよう．

また、各勘定項目の予測結果の時系列的変化をグラフ表示する機能を持たせ、予測結果を視覚的に理解させ、ユーザの判断を支援するようにした。

シミュレータの実行画面例は図5.9のようになる。図5.9は1.1)のマクロ的な予測法を使用し、2)ではシナジー効果を考慮しない場合で、図中に示されている前提条件下で合併後10年間の損益の予測を基に買収価格が算定され、売上高の時系列変化をグラフで確かめた図である。なお、図5.9の予測期間や予測に利用する過去のデータの観測期間は、ユーザにオープンになっている。

5.6.4 財務分析の機能

この機能では、企業の財務状態を把握するため、様々な財務指標を基に財務分析を行う。

図5.10のような財務指標を使い、企業の安全性、収益性、成長性、生産性を評価して点数化を行い、ユーザにレーダーチャートとして示したり、検索システムの絞り込みのときの情報として利用される。点数化するには、知識として予めそれぞれの指標の値について何%から何%までは「良い」、「悪い」と決めておき、ユーザの調査に基づいて値を求めて「良い」、「悪い」の評価をした後、この評価を点数化する（「良い」、「やや良い」、「普通」、「やや悪い」、「悪い」の5段階に評価し、それぞれ10、7、5、3、1点を与える）。そし



図5.11 財務分析の知識の入力例

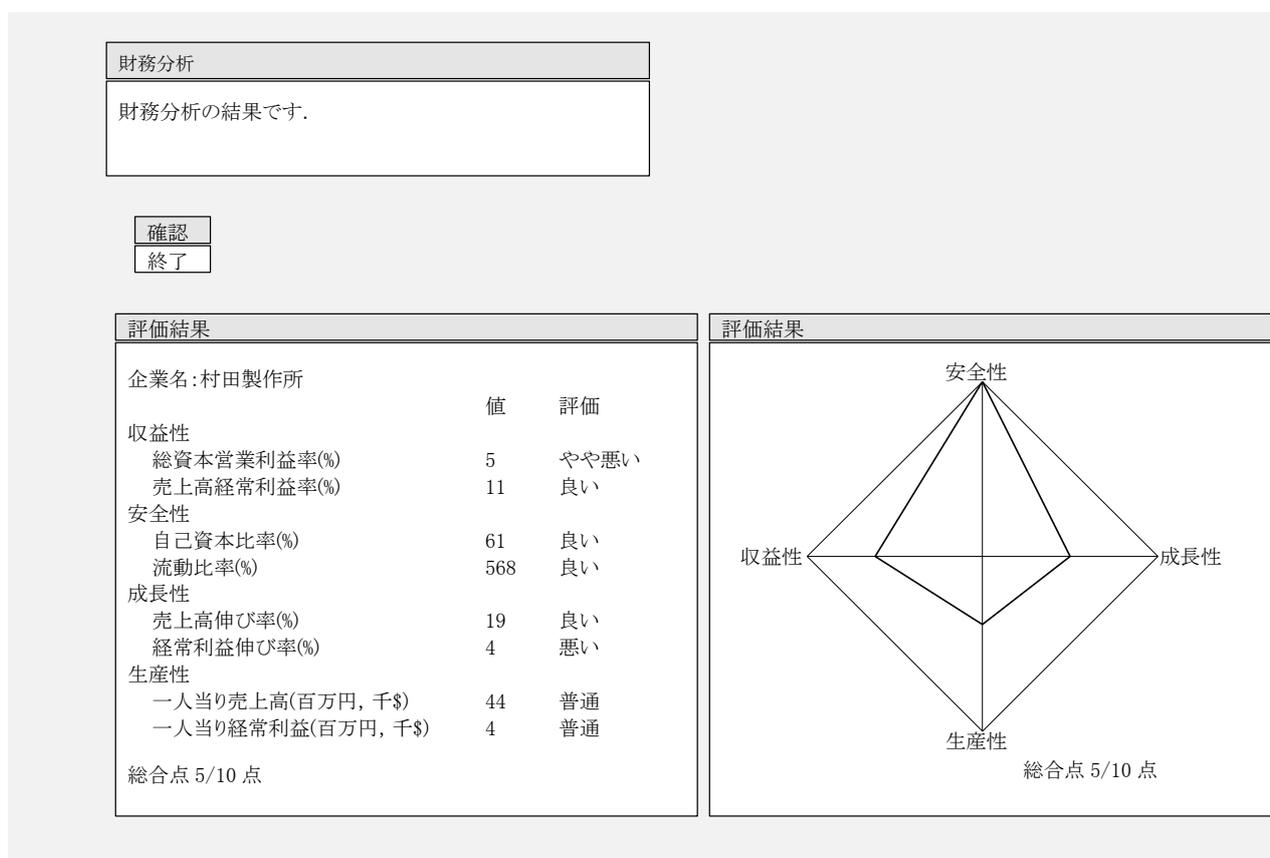


図 5. 1 2 財務分析の画面

て、ユーザの設定する指標毎の重みや、評価項目毎の重み付けにより最終的に総合点を計算する。これらの知識は図 5. 1 1 のような形で、ユーザが自らの経験から知識として予め編集しておく。

なお、実行結果の画面は図 5. 1 2 のようになる。

5. 6. 5 実態分析の機能

実態分析機能では、企業の実態を捉えるため次の 11 項目に分けた各々の能力から企業を評価することにした。まず企業の基本的資源である人、もの、金、情報を評価する項目として、人的能力、財務力、情報力、設備力の 4 つを考えた。その資源を機能に分配するものとして、販売力、製造力、商品力、研究開発力の 4 つを考えた。そして、トップマネジメントの経営展開力を評価する項目として、多角化力、海外戦略力、組織力の 3 つを考えた。さらに、人的能力、財務力、情報力、設備力の 4 つをまとめて資源力とし、販売力、製造力、商品力、研究開発力の 4 つをまとめて機能力とし、多角化力、海外戦略力、組織

メインメニュー
実態分析結果の表示メニュー
村田製作所の実態分析結果です.

| 項目 | 点数 |
|----------|------|
| 1. 人的能力 | 6.4 |
| 1. 財務力 | 7.4 |
| 1. 情報力 | 6.4 |
| 1. 設備力 | 3. |
| 1. 販売力 | 7.6 |
| 1. 製造力 | 6. |
| 1. 商品力 | 5.2 |
| 1. 研究開発力 | 4.8 |
| 1. 多角化力 | 6.2 |
| 1. 海外戦略力 | 8. |
| 1. 組織力 | 5.4 |
| 2. 資源力 | 5.8 |
| 2. 機能力 | 5.9 |
| 2. 経営戦略力 | 6.5 |
| 3. 総合力 | 6.11 |

選択
確認

図 5. 1 3 実態分析の画面

力の3つをまとめて経営展開力とした。そしてすべての能力を総合して総合力とした。

この実態分析機能では、これらの11項目について、定性的な要素と、定量的な要素について、それぞれチェック項目を設定し、それに回答することによって点数化して各能力別に点数を表示する。もちろん、その点数はユーザに依存する相対的なものにならざるを得ない。チェック項目として例えば、人的能力では「従業員のモラルは高いか?」、「大卒者の比率は高いか?」などのような質問を38個用意している。なお、実行結果の画面は図5.13のようになる。

以上のように、評価システムにおいても、「基本的に考慮する点」を実現するように簡単な操作による多面的アプローチからの評価、網羅的な情報の提供が出来るように工夫されている。なお、知識ベース・システムや資金調達計画の機能などのサブシステムは紙面の関係上省略する。

5. 7 実行例

本システムは、研究目的の4)で述べたように、実用に耐えられる処理時間を実現し実際

的に稼働するシステム開発を目指している。そこでワークステーション上でC言語によって実装した。

本システムの実行可能性を示すために、過去の買収事例の目的やデータを入力して本システムを稼働させてみた。買収事例としては、昭和60年8月31日に行われたキャノン販売による日本タイプライターの買収を取り上げた。この買収は昭和60年8月31日、キャノン販売が日本タイプライターの発行済株式総数12,650千株の15.81%に当たる2,000千株を、それまで筆頭株主であった日本観光から1,019百万円(1株当たり509.26円)で譲り受け、日本タイプライターの筆頭株主になったものである。この時の買収目的は、販売網と生産設備の確保であった。この買収事例では実際に100%の株を取得したものではないが、1株当たり509.26円で100%の株を取得したとすると約6,445百万円になる。つまりこの額が日本タイプライター全体の買収価格となる。

キャノン販売の買収目的は販売網と生産設備の確保であるため、企業の資産を中心に評価を行う必要があり、本システムの「企業実績による算定機能」を利用して買収価格を算定した。図5.14が当時の日本タイプライターの財務諸表を基に、本システムの「企業実績による算定機能」で買収価格を算定した実行結果である。本システムでは図5.14から分かるように、6,521百万円と出力されている。実際の買収額である6,455百万円より若干高め額はあるが、近似した値を得ることができた。なお、この実行結果は、データ入力とは別として、目的獲得からスタートして約2分で処理している。処理時間としては、十分実用に耐えられると考えられる。

さらに、実際に2人のM&A担当者に本システムを操作していただいた。こちらから利用方法を説明し、担当者自らが操作できるようになるまでに約30分かかり、その後本論で説明した各サブシステムの機能を自由に操作できるようになった。メニューとマウスによるインターフェイス機能が、十分実用に耐えられる可能性がある。

5.8 本章の結論

本研究では、M&Aに関する業務の分析を行い、M&A業務支援システムの開発を行った。その結果、1)未解決のM&A業務を支援するシステムを開発する上での、一つのフレームワークを提示することができた。また、2)目的の獲得から資金調達に至るまで、トータルにM&Aを支援するシステムの開発を他に先駆けて開発することができた。3)過去の事例を入れて、本システムの実行可能性を確かめることができた。4)処理時間、インターフ

| | | | | |
|--------------------|---------|---------------------|-------------|--------------|
| メインメニュー | | | | |
| 企業実績による価格算定 | | | | |
| 変更する比率を選択して下さい。 | | | | |
| 価格算定 | | | | |
| 価格算定:6521(百万円,千\$) | | | | |
| 企業実績による価格算定 | | | | |
| 企業名:日本タイプライター | | | | |
| 評価方式 買収価格(百万円,千\$) | | | | |
| | | | | 比率 |
| 簿価純資産方式 | 4868 | | | 23 |
| 時価純資産方式 | 14362 | | | 20 |
| 収益還元方式 | 3556 | | | 17 |
| 市場価値方式 | 6464 | | | 20 |
| 類似業種比準方式 | 3161 | | | 20 |
| | | | | 終了 |
| 事業所 | 場所 | 面積(m ²) | 簿価(百万円,千\$) | 評価額(百万円,千\$) |
| 埼玉製作所 | 埼玉県 | 7151 | 169 | 715 |
| 岩井製作所 | 岩手県 | 171388 | 369 | 1200 |
| 本社 | 東京都 | 743 | 1 | 3492 |
| 本社所管 | 銘柄 | 株数(株) | 簿価(百万円,千\$) | 評価額(百万円,千\$) |
| 大阪支店 | 富士銀行 | 292680 | 54 | 460 |
| 福岡支店 | 安田信託銀行 | 417514 | 34 | 303 |
| 大分営業所 | 日本債権信用銀 | 63476 | 30 | 317 |
| 名古屋支店 | 千葉興業銀行 | 2000 | 4 | 7 |
| 仙台支店 | 大垣共立銀行 | 5000 | 2 | 2 |
| 札幌支店 | 安田火災海上保 | 26000 | 5 | 13 |
| 神戸支店 | カシオ計算機 | 23632 | 2 | 39 |

図5.14 日本タイプライターの評価結果

エイズ機能の点でも実用に耐えられるシステムにすることができたと考えられる。

また本論は、本論の展開が示しているように、問題に手法を適用するというだけでなく、問題オリエンテッドに考え、M&A業務のタスク分析、システムの要求仕様の抽出、システム全体の枠組み設計、各サブシステムでの支援方法の工夫、それらに沿ったシステムの実装という一般的なシステム設計の手順を示すと同時に、DSSとしての「基本的な考慮点」の具体化の方法、そしてM&Aでの具体的な支援方法の工夫を提示している。その意味で、これからの経営戦略の一手段として重要になるM&Aのシステム化を試みようとしている方々に、重要な情報を提示したものと考えられる。

今後の課題として、1)「将来予測による算定」における予測方法の質の向上、信頼区間などの計算値の追加、各サブシステムで利用される知識の質の向上、シナジー効果の定量化の精緻化など、システムの出力結果の信頼性の向上がある。また、2)本システムで使

用している財務諸表などのデータは本システム上から入力しなければならず、データの更新や追加などに手間がかかり実用的ではない。したがって、今後は外部の公的なデータベースなどに自由にアクセスし、データを取り込めるような機能が必要である。さらに、3)ユーザーに実際に利用してもらい、本システムの使い勝手の評価、さらには作業時間の節約など定量的評価を加える必要がある。

参考文献

- [1] M&Aに関する日刊工業新聞社の調査結果 (62年6月15日 上場企業および大手非上場企業対象)
- [2] TSD社:M&A Expert パンフレット
- [3] 村松司叙:「合併・買収と企業評価」, 同文館, pp.87-105(1987)

第6章 企業に於ける戦略的計画レベルでの個別評価システム開

発例「戦略的提言指向型企业評価支援システムの開発」

本章では、激化する企業間競争に対応するために戦略的計画に関する事業構造に関する改善案からオペレーショナル・コントロールに関する合理化改善案までをトップダウン的に一貫して提言する先駆的な企業評価支援システムの開発を目的とした研究について述べる。具体的には、まずそのような先駆的な企業評価システムのフレームワークについて論述する。そして、黒板モデルに基づいたDSS的なシステムの構築方法について述べる。

尚、本章は”戦略的提言指向型企业評価支援システムの開発”，経営情報学会誌，pp. 63-81, Vol. 6, No. 4に基づいて論述する。

6.1 はじめに

企業を取り巻く環境は、消費者のニーズが多様化し、しかも短期間に急変するという状況となっている。そして、技術革新も目覚ましく、新技術の出現により既存市場が破壊されるという現象も発生している。さらに、為替相場などにより、海外進出に拍車がかかり、さらに一層国際化が進展している。また、過去において例を見ない下流工程である流通業界からの価格破壊が起り、熾烈な価格競争が展開されている。そして、この他の経済的環境として、バブル景気やその後の長引く不況といった大きな景気変動もある。企業はこのような非常に厳しい状況下にあり、企業間競争はますます激化の一途をたどっている。

一方企業は、その社会的使命により、この激しい競争に勝ち抜き、長期的な発展を達成する必要がある。このためには、企業ライフサイクルに関する戦略的提言、つまり企業の根幹を成し、将来性を左右するような企業の長期的構造(製品-市場戦略)を見直し、その構造を改善することが非常に重要である。この改善作業には、企業の内外環境の分析、評価が必須である。またその評価、分析には、将来性を左右するという観点より、現在までの実績である財務データと、さらに企業の将来性を表す潜在の実態的情報をも必要としている。

このように経営上重要ではあるが、上述の戦略策定に関する評価、分析および改善案提言には、多大な労力と情報とを必要とする。よってこのためと、さらに改善をより客観的

に行い競争を優位に展開するために、経営コンサルタントに依頼するケースが増大している。しかし、コンサルタント業界では、人材不足により増大する案件に対応しきれない状況にある。この現状を打開するためには人材育成が必要となるが、多忙を極める日常業務の中ではその教育が時間的に困難である。またこの教育に関する問題は、コンサルティング業務が各コンサルタントの判断や創造性などに依存しており、標準化されていないという業務内容にも起因している。

以上のような企業の内部、外部からの強いシステム化の要請により、企業評価に関するシステムが種々開発されている。その例として、NEEDS・CASMA(日経)、PRISM(日経、日経リサーチ)、ALARM(富士通総合研究所)、CASTER(三井情報開発)、COSMOS1(帝国データバンク)、TSS-TIMES(東京商工リサーチ)そしてCHART-B(長銀総合研究所)などがあり、優れたシステムが開発されている。また我々も、経営診断支援システムを開発した[1]。しかし、これら主な従来システムにおけるその評価は、現在までの実績である財務データの分析が中心となっている。そのため、上述の製品ー市場戦略の改善において重要となる、企業の潜在の実態的要因が加味されていない。また中には、企業の潜在の実態的要因を加味して評価を行っているシステムも見られるが、分析、評価段階に止まっている。つまり、企業の長期的構造を改善する上で真に必要な改善案自体が、提言されていない。

そこで本研究では、1)ユーザとして直接的には経営コンサルタントを対象とし、2)製品ー市場戦略の改善案の提言を指向した企業評価支援システムの概念設計を行い、3)それに基づいたプロトタイプ・システムを開発することを目的とする。なお、本研究で対象とする企業は、その組織構造において一般性があると考えられる製造業とする。

6.2 企業評価支援システムの概念設計

6.2.1 企業評価と提言の基本的枠組み

企業組織にもライフサイクルがある。例えば日経ビジネスによると、企業のライフサイクルは30年であり、社員の平均年齢が30歳そして本業比率70%以上になると企業は発展期を終え、成熟期から衰退期に入るとされる[2][3]。一方、周知のように製品や事業にも一般的に導入期、成長期、成熟期、衰退期というライフサイクルがある。あるいは、開発期、成長期、淘汰期、成熟期、飽和期、衰退期というサイクルがある[4]。例えば、

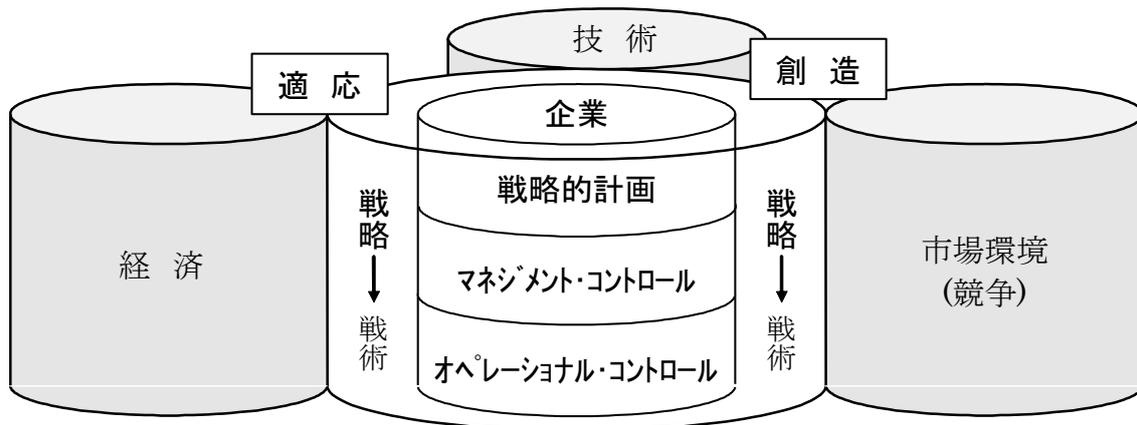


図 6. 1 戦略の位置付け

日本の繊維素材事業である絹，スフ，綿などでは，開発に10年，巨大投資期，回収期までに約30年，衰退期10年というパターンがある．この中間の30年が企業サイクルの30年に対応すると考えられる．

よって，単一製品や単一事業の経営であれば，企業はこの製品サイクルに沿って最終的には衰退することになる．あるいは，拠点を海外に移すか，蓄積した企業資産の管理会社に落ち着くことになる．この傾向は，国の発展サイクルについても同様なことが言える．このサイクルから逃れて企業がさらに発展するためには，サイクル上の位置を踏まえた長期的戦略を立て，新たな製品を自己開発したり企業合併などしながら企業構造を再構築し，新たな事業サイクルに移り移っていくことが必須である．この長期的・戦略的な決定は，変化の時代である現代においては，経営管理やコンサルティングの分野でさらに一層重要となっている．この戦略的決定とは，経済，技術，市場競争環境への企業構造の創造的適応であると考えられる(図6.1)．そして，予算管理，長期計画から戦略計画という歴史的な流れの中で，この現代において戦略が強調される意味は，「戦略によって，企業環境や企業目的と企業活動や資源とを直接的に結びつけることができ，全社的に環境に即応できる」ことにある．

このように重要な意味を持つ戦略には，様々なものが提唱されている．まず，全社的な観点から見ると，拡大化戦略，多角化戦略(垂直統合化戦略(川上統合化戦略，川下統合化戦略)，水平統合化戦略，異業種多角化戦略)，現状維持戦略(リーダーシップ戦略，拠点確保戦略)，撤退戦略(刈り取り戦略，即時撤退戦略)などがあり，また事業部的な観点からは拡大化戦略(地域拡大戦略，顧客拡大戦略)，撤退戦略，競争戦略(コストリーダーシップ戦

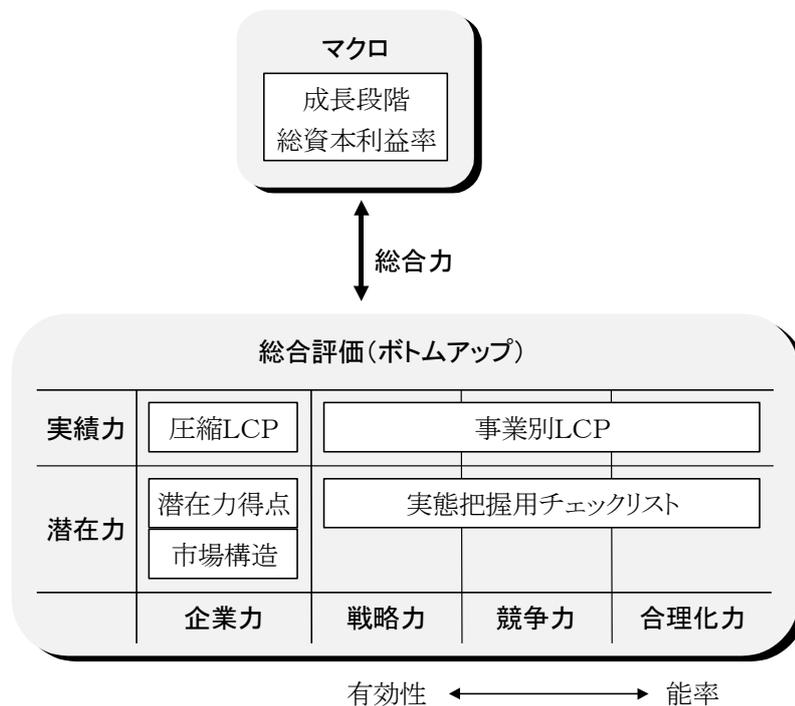


図 6. 2 企業評価のフレームワーク

略，差別化戦略(コスト，製品設計，ブランド，品質，価格，サービスなど))，集中化戦略(顧客，製品，地域市場)などの戦略がある[4][5][6]。したがって，企業の「全社的な事業構造を決定する戦略」と，既存の事業・製品市場での戦略とは基本的に区別して考えるべきである。そして，図 5.1 の企業の基本的枠組みにおいて考えるならば，前者の戦略は戦略的計画とマネジメント・コントロール，後者はオペレーショナル・コントロールに関する戦略と見なせる。さらに，後者は，競争他社との「競争に関する戦略」と企業内活動の「合理化に関する戦略」がある。また，戦略に関して組織との関係から一般的には，全社戦略，事業別戦略，機能別戦略とに区別されるが，前者が全社戦略，後者が事業別／機能別戦略におおよそ対応すると考えられる。

そこで企業を評価する場合，まず第一にこれらの戦略と結び付くような長期的かつ全社的な観点からの評価がなされるべきである。よって本論では，総合的な「企業力」を評価する場合，第1に「戦略力」，「競争力」そして「合理化力」に分解して考える(図 6. 2)。本論で言う1)戦略力とは，環境との関係の中でどのような製品－市場ミックスを展開するかという企業構造を創造，選択する力，2)競争力とはその枠組み，住み場所の中で同業他社と競争してよい地位を得る力である。そして，3)合理化力とは，以上の枠組みの下で内部諸活

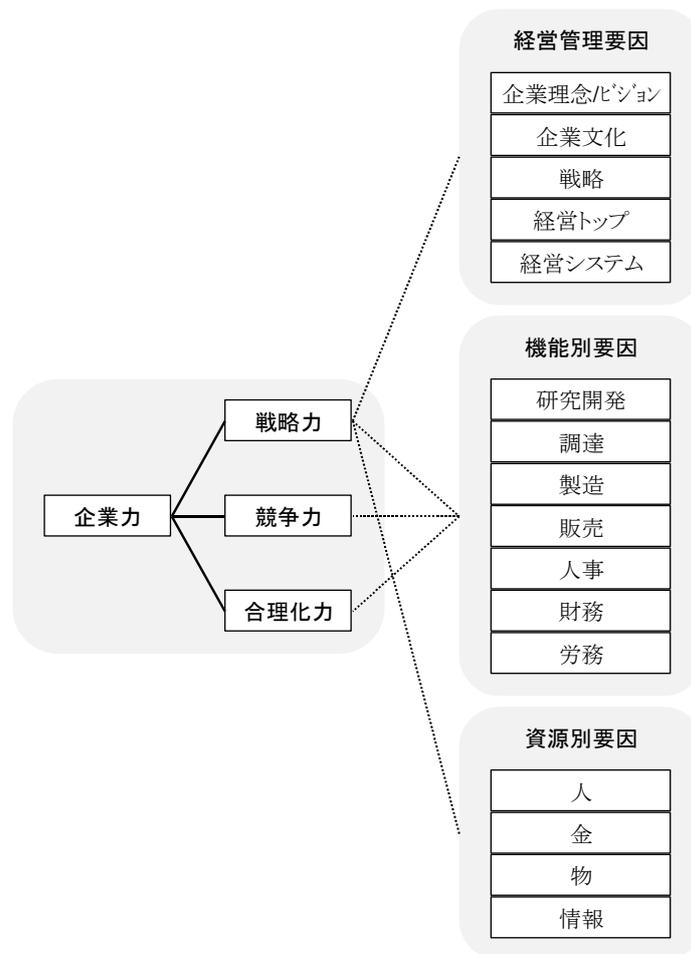


図 6.3 企業力要因

動を合理的に運営する力である。それらはさらにその下位レベルの企業力要因として、図 6.3 のように 1) 企業理念、企業文化、戦略、経営トップ、経営システム(組織構造、制度、情報システム)などの「経営管理要因」、2) 研究開発、製品開発、調達、製造、販売などの「機能別要因」そして 3) 人、物、金、情報といった「資源別要因」を考える。このように本論では、従来には見られない戦略から合理化に至るまでの一貫した評価方法をまずは考えた。

一方、総合的企業評価の原則は利益性であるが、それには将来性も考慮されるべきである。現在の企業の状態は過去の戦略的決定の結果であり、現在の戦略決定能力によって将来の企業の状態は決まる。よって企業を総合評価する場合、これら 2 つの観点から行うべきである。したがって、過去の実績だけでなく、潜在力としての企業力を評価する必要がある。それには、企業の定性的な実態を測定し定性的分析を行い評価する必要がある。そこで、第 2 として企業力を「実績力」と「潜在力」とから総合して評価する。

さらに第 3 として、ボトムアップ的なアプローチとトップダウン的なアプローチとを組

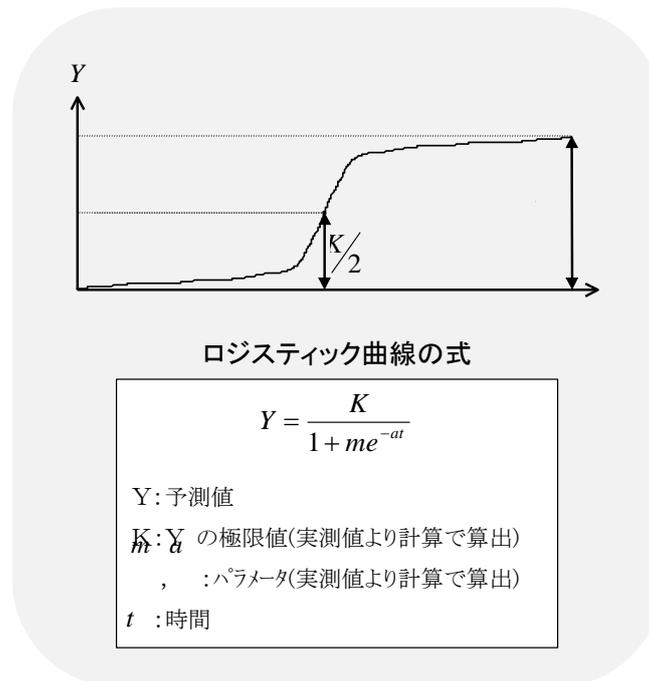


図 6. 4 ロジスティック曲線

み合わせて、複眼的観点からの評価を確保することも必要である。特に、総合事業体としての企業全体を評価する場合に、現場の実態の評価を積み上げて企業力を評価する立場と、マクロな観点から企業を評価する立場を突き合わせる必要がある。

以上の3つの点から、図 6. 2 に示すような基本的な枠組みで企業の総合力を評価する。ボトムアップ的総合評価は、実績的企業力と潜在的企業力から総合される。実績的、潜在的企業力は、戦略力、競争力そして合理化力に分解される。そして、それらは上述のようにさらに下位レベルの要因に分解される。

6. 2. 2 評価要因

(1) 実績力

上述したように本論では、企業成長サイクルと製品／事業ライフサイクルとを区別する立場に立っている。よってまずマクロ的観点として、企業全体を企業成長サイクル上に位置付ける。そのために、一般的に企業の規模を表していると考えられている総資本、売上高そして従業員数などを実績的要因として、その成長段階を測定する。その具体的な方法は、図 6. 4 のように各要因を基にロジスティック曲線に当てはめ、さらに精度を上げるために、定性的要因つまり各成長段階での企業経営の一般的な特色[4][7]を調べ得点化し、

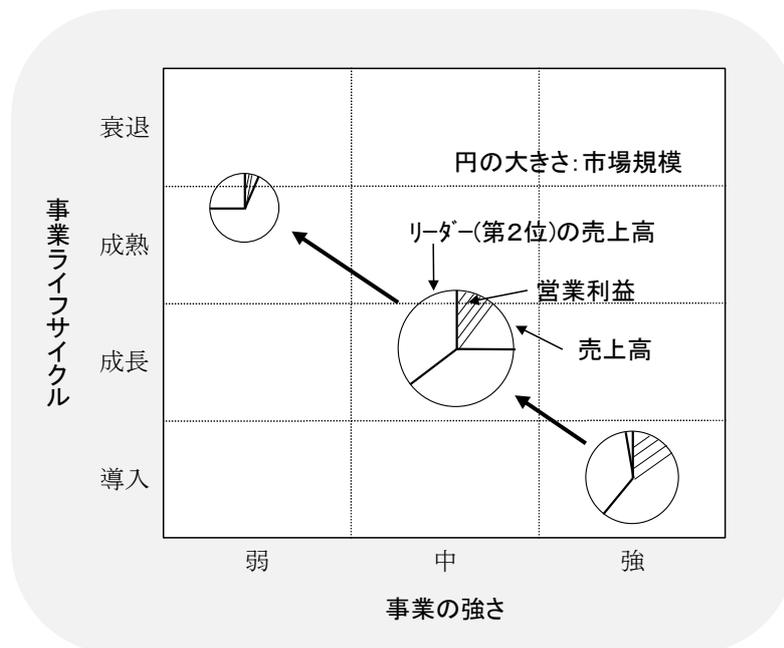


図 6.5 LCPチャート

これらの両面から判断するものである。また第2のマクロ的観点として、総資本利益率の動向をグラフ化する。

次にボトムアップ的観点の実績的戦略力であるがこれは、過去の戦略的決定の結果として企業が現在住んでいる業種・市場状況での位置で評価する。この一般的な評価方法として、ボストン・コンサルティング・グループ(BCG)の事業ポートフォリオやゼネラル・エレクトリック社(GE)の事業スクリーンが有名である[4]。本論では、これらを基にしてLCP(Life Cycle Portfolio)チャートを考案した(図6.5)。本チャートでは、企業の各事業を事業/製品ライフサイクル上に位置付けするために、縦軸に事業のライフサイクル、横軸に事業の強さをとる。円の大きさは、各事業が参入している市場規模(売上高)を表す。これによって、基本的には実績的戦略力は、本チャートにおける事業ポジションで評価される。また本チャートは、そのポジションをさらに補完する意味で、ポジションの歴史的な展開順序を矢印で表現する。

さらに本チャートは、実績的競争力と同合理化力も併せて表現する。6.2.1節で詳述した競争力と合理化力の定義より本論では、実績的競争力はシェアに、また実績的合理化力は営業利益に結果として集約されている、と基本的に考える。よって、本チャートの右側の扇型部分が該当事業が参入市場の中で占めている売上高、そして斜線部分はその売上

研究開発に関するチェックリスト

| | |
|--|----|
| 質問1 対象会社の製品の特許数は、同業他社に比べてどうですか。 | 8 |
| 1) 同業他社よりもかなり少ない。 | 2 |
| 2) 同業他社よりもやや少ない。 | 4 |
| 3) 同業他社と同程度。 | 6 |
| 4) 同業他社よりもやや多い。 | 8 |
| 5) 同業他社よりもかなり多い。 | 10 |
| } | |
| 質問6 現在の売上高の中で過去3年間に開発・販売された新製品は、どれくらいを占めていますか。 | 7 |
| 1) 0～5% | 2 |
| 2) 6～10% | 5 |
| 3) 11～30% | 7 |
| 4) 31～50% | 9 |
| 5) 51%以上 | 10 |
| } | |
| 質問12 研究開発に対して、トップはどのような方針でいますか。 | 9 |
| 1) 全く重点を置いていない。 | 0 |
| 2) あまり重点を置いていない。 | 3 |
| 3) 重点を置いている。 | 7 |
| 4) 非常に重点を置いている。 | 10 |
| } | |

注：質問および選択肢の後ろの数値はウェイトを示す。

図 6. 6 チェックリストの例

高の中に占める営業利益を表している。このように本システムでは、多面的な情報を視覚的に一元化することでユーザの判断を支援する工夫を施している。

また市場の分析として競争度を考慮し、一般的なセクターチャートを作成する。これにより、市場が完全競争状態に近いのか、一社支配市場なのか、自社の位置がどうかなどが把握される。

以上より総合事業体としての企業の実績力としては、マクロ的観点からは企業ライフサイクル・チャート上の位置および総資本利益率とその動向、一方ボトムアップ的観点からは、事業別 L C P チャートを圧縮した企業 L C P チャートから評価される。その圧縮方法は、事業別 L C P チャートにおける各事業の重心を各事業の市場規模で加重平均して圧縮ポジションを求め、そして市場規模、売上高、営業利益は各々合計を求めるというものである。

本論では以上を基本的枠組みとし、また通常の経営分析における経営比率によってこれを補完する。分析する代表的な指標は、総資本利益率、経営資本回転率そして売上高利益率等を中心に各機能要因に関連した比率であり、これらを他比較、自己比較して分析、評価する。

(2) 潜在力

企業力の将来性を評価するためには、図 6. 1 より企業内部の実態およびその企業が置かれている外部環境の実態をも調べる必要がある。そこで本論では、以下のような要因から潜在力の評価を行う。

まず企業内部の実態評価であるが、6. 2. 1 項で述べたように企業力を戦略力、競争力、合理化力の大きく 3 つに分け、さらにその下位レベルの企業力要因として、1) 経営管理要因、2) 機能別要因そして 3) 資源別要因を考えた。これらの多数は定性的要因であるため、一般的には聞き取り調査となる。よって本論では、これらの要因に関する実態をチェックリストにより調査、評価し、戦略力、競争力、合理化力に関連付け、これらの力を評価する。この関連付けには定型がないため、本論ではこの部分はユーザ・オープンとし、その方法については 5. 4 節で詳述する。企業内部の実態評価は、まず関連付けられた下位レベルの企業力要因毎にチェックリストを用意し(図 6. 6)、それを用いて質問を行い実態を掴む。次に各要因毎に、各質問および回答に付されたウェイトを用いて加重平均を行い得点化を行う。そして、上述の関連付けとそれに付けられた各関連に関するウェイトを用いて、同様な加重平均を行い総合する。このチェックリストもユーザ・オープンとし、ユーザの価値観を反映させながら質問、回答およびウェイトの変更が可能である。

次に企業外部の実態評価は、近年の企業間競争の激しさから、市場の競争環境の分析、評価を中心に行う。そこで市場構造を、ポーターの業界構造モデル[8]に基づき 1) 新規参入の脅威、2) 売り手の交渉力、3) 買い手の交渉力、4) 代替品の脅威そして 5) 企業間の敵対関係の 5 つの側面から捉える。その評価方法は、上述の企業内部の実態評価と同様に、チェックリストを用意しユーザの回答に基づき得点化するものである。

6. 2. 3 支援システムとしての概念設計

評価というのは、基本的には人の判断活動である。そして提言は、評価の判断を踏まえた人の創造活動である。したがって、基本的には評価と提言は、「最終的にはユーザである

決定者に依存」する。一方、本システムは、上述のように直接的にはコンサルタントをユーザとしている。コンサルタントの一般的な業務手順の概要を見ると、1)財務諸表の分析、社長以下部門責任者へのインタビューや外部環境の分析等を行う調査段階、2)調査段階で明らかになった問題点を解決するために、企業の内、外情報の詳細分析などを行う分析段階、そして3)具体的な改善案を提案する提言段階から構成されている。よってコンサルタントの業務支援としては、「ユーザの業務の進捗状況に即した自在の動き」が要求される。

よってまず、上述の判断と創造活動を支援するために本システムには、1)多面的網羅的な情報を提供すると同時に、2)システムとしての評価、提言を出力する、3)出力についての説明機能を備え、4)ユーザが最終的な判断と創造ができるように、協調的インタフェース機能を備える、そして5)ユーザの評価や提言に関する知識をシステムとして取り入れ、それを充実可能にするといったことが必要である。次に業務的側面を支援するために、6)ユーザの業務段階に応じて部品化されたサブシステムが起動(分散処理)し、そして最終的な評価、提言を行うために各サブシステムが協調的に作動する必要がある。

そこで本システムでは、まず評価に関しては、上述したような種々のモデルや情報を用意し、多面的な観点から判断を支援する。次に提言に関しては、一般化された教科書的な知識やコンサルタントの知識を用意して支援する。そしてインターフェイスでは、極力ビジュアル化し全体観を直感的に掴めるようにして支援するとともに、詳細にも分析可能である。一方システム自体の開発には、AI的手法である黑板モデルを用いた。黑板モデルは第3章で述べたように、プロダクション・ルール(以降ルールと呼ぶ)の集合体である多数の知識群の中から、共通のデータ領域に書かれた事実と合致したルールを用いることによって問題解決を行うシステムである[9]。このモデルの使用により、専門家の経験的かつ専門的な知識をルールとして有効利用できるとともに拡張も可能である。また、システムの各機能を部品化することが可能であるので、分散・協調処理の実現や機能の拡張、改善が比較的容易に行える。

この部品化においては、その単位が問題となる。一方DSSは、スプレッド[10]などにより、大きくはユーザの意思獲得やシステムの代替案の提示などを行うユーザ・インターフェイス部、その要求に従い分析、評価を行うモデル部そしてその分析、評価におけるパラメータ群が格納されているデータ部から構成されると言われている。この考え方は現在一般的に使われているため、本研究でも大きな部品化の単位を以上の3つで考えている。

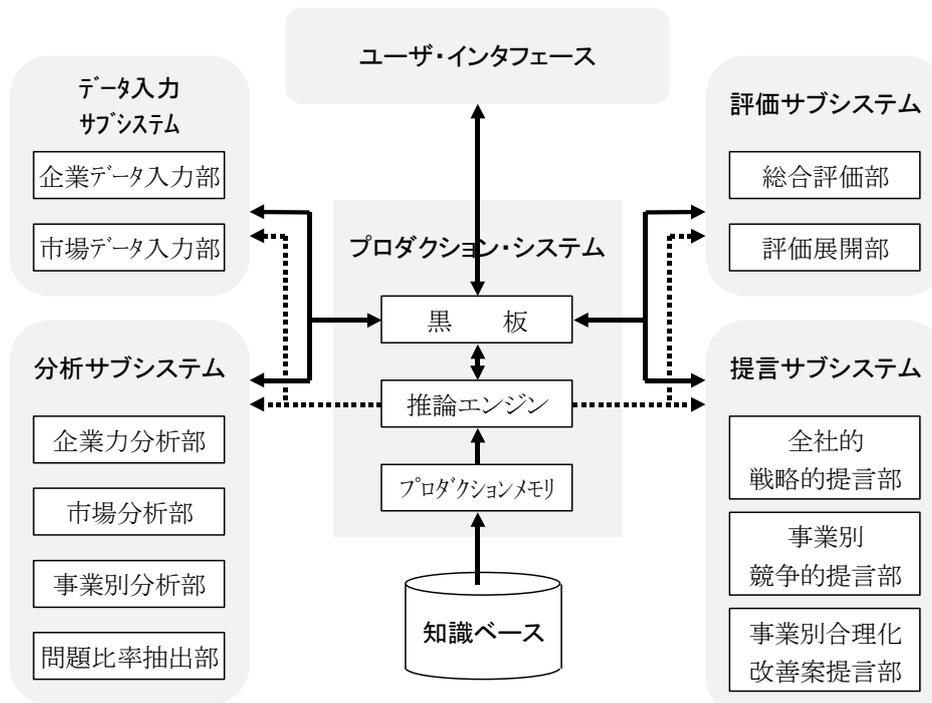


図 6.7 システム構成

これにより、企業評価支援システムとしての必要機能を達成すると同時に、その拡張性をも確保することが可能となる。本システムでは、上述の3つの単位でまず部品化を行い、さらにその各部品を、例えばユーザ・インターフェイス部であれば質問表示画面やチャート表示画面等の機能単位で細分化しており、このため部分的な修正で表示方法などの変更が可能となっている。これらの部品を組み合わせることで全体システムを構築しており、その最終的なシステム構成については次節で述べる。

6.3 企業評価支援システム

6.3.1 システム構成

本システムは、大別すると5つの部分から構成されている(図6.7)。ユーザ・インターフェイスは、質問の表示、回答の獲得などユーザーと会話を行う。データ入力サブシステムは、分析、評価に必要なデータの入力などを行う。分析サブシステムは、入力されたデータを分析し評価に備える。評価サブシステムは、得られた分析結果を基に評価を行う。そして、提言サブシステムでは、評価結果と追加分析結果を基にして戦略に関する改善案を提言する。

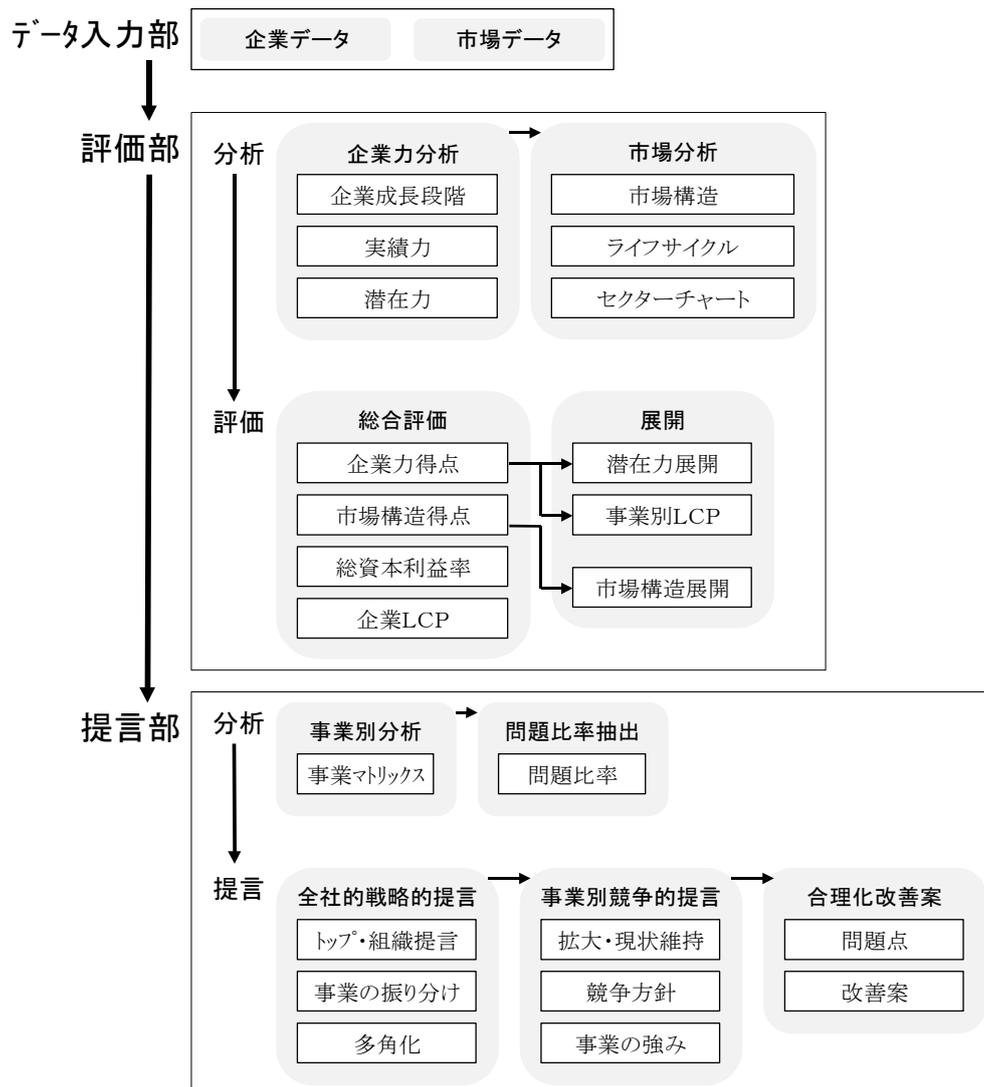


図 6.8 一般的なフロー

一方プロダクション・システムは、モジュール化されている各サブシステムをルールによって制御し、ユーザの進捗状況に応じた支援を行う。また、サブシステム内での評価、提言に関する推論も行う。このためルールには、1)ルールの競合を解消するためのメタ・ルール、2)各サブシステムをコントロールするための制御用ルール、3)各評価、提言自体に関するルールが存在する。

このような構成の下、本システムでの一般的な評価、提言の流れは図6.8に示す通りである。以降では、この流れに沿って具体的な評価、提言方法について説明を行う。

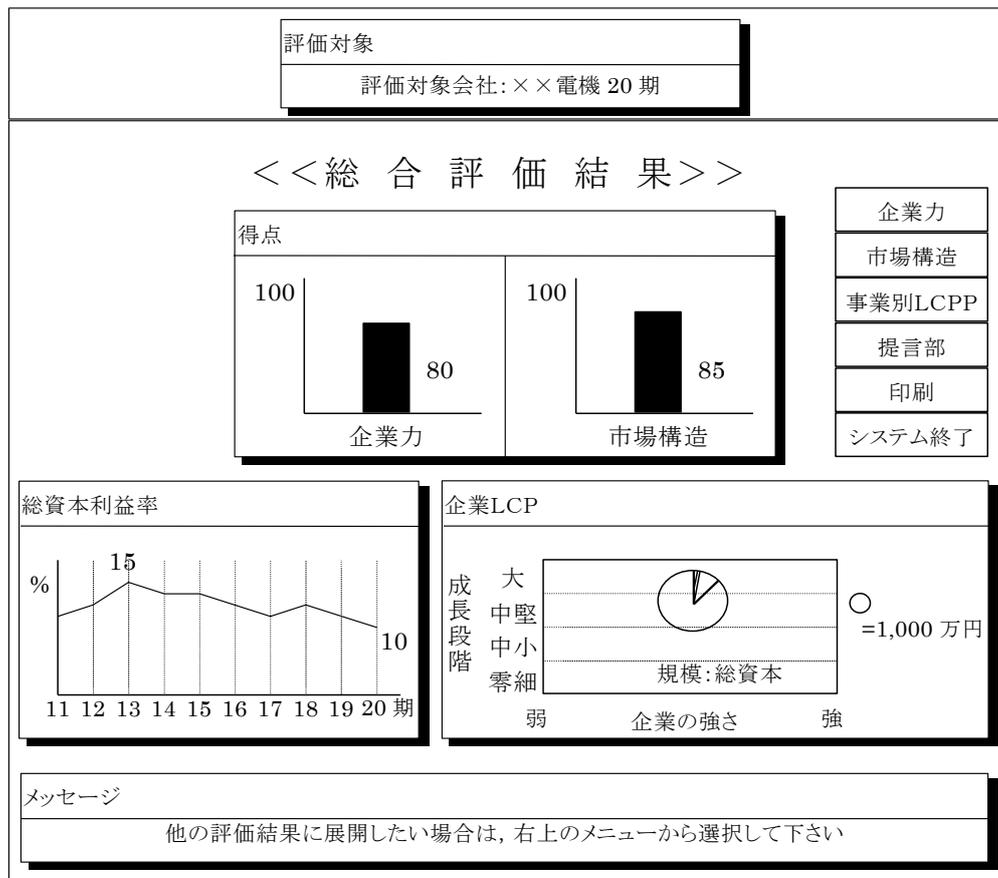


図 6.9 総合評価画面

6.3.2 評価部

評価部では、図 6.2 に示した枠組みで企業評価を行い、またユーザの判断を支援する様々な工夫がなされている。その構成は、大きくは評価のための分析サブシステムと評価サブシステムから成る。

まず評価のための分析サブシステムは、獲得した情報を基に 6.2 節で論述した企業評価のための分析を行う。その構成は、大きく企業力分析部と市場分析部に分れる。企業力分析部は、対象企業を分析するために、さらに 1) 企業成長段階、2) 実績力そして 3) 潜在力の各々を分析する機能から成る。1) 成長段階分析機能では、6.2.2 項 (1) で述べたように成長段階のロジスティック曲線による定量的分析と定性的特徴分析により、図 6.9 のような出力を出す。2) 実績力分析機能では、LCP チャート、セクターチャートの出力と経営指標分析を行う。経営指標分析は、6.2.2 項 (1) で述べた指標について自己比較、他比較する。3) 潜在力分析機能では、6.2.2 項 (2) で述べた要因の定性的分析を行う。

次に評価サブシステムは、大きく総合評価部と評価展開部から構成される。総合評価部は、上述の評価のための分析サブシステムで分析された結果を総合的に評価そして視覚的に提示するために、それら进行评估、集約する。そのために中心的役割を果たすのが、1)企業力得点評価機能である。そこでは実績力については、図6.5に示したように各事業別LCPを、6.2.2項(1)で述べた重心法で1つの複合事業体として企業LCPに圧縮し総合的な実績力を求める。そして潜在力については、戦略、競争、合理化の各側面の分析結果を加重平均することで、総合潜在力を求める。さらにその両者を加重平均することで、1つの企業力として集約する。2)市場構造得点評価機能でも、この加重平均を用いて市場構造の各分析結果を1つの得点として集約する。3)総資本利益率評価機能および4)企業成長段階評価機能では、それらの分析結果をグラフに表示する。以上の総合評価は、図6.9に示すように1つの画面にまとめられ、ユーザが総合的に判断しやすいように工夫されている。

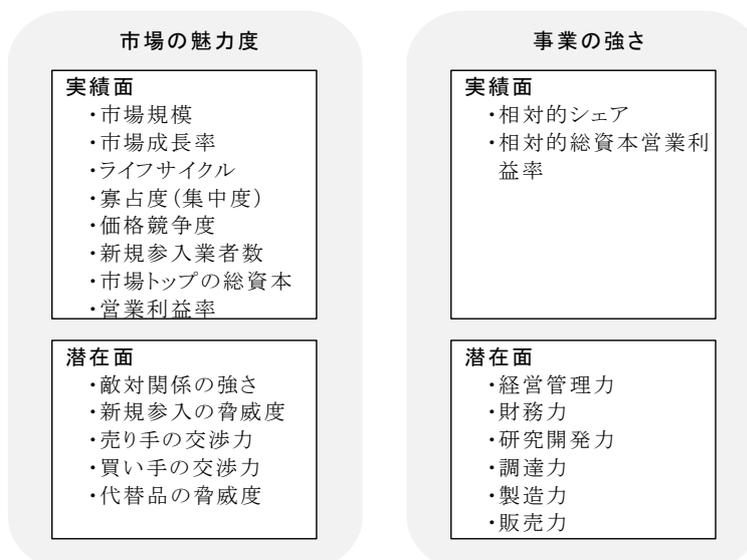
さらにその工夫は、評価展開部でも行われている。評価展開部では、総合評価部とは逆のプロセスを実行することが可能になっている。これによってユーザは、例えば圧縮されたLCPを構成する事業毎のLCPに、また総合された実績力や潜在力などもそれらを構成する各力のレーダーチャートに、さらに深くはチェックリストの要因まで展開して検討することができる。

以上のように本システムでは、評価結果を総合的、多面的、視覚的に提示し、しかもユーザが、チェックリストなどの基礎データから総合評価までの間を、自在にボトムアップやブレイクダウンすることが可能となっている。またこれらの一連の流れは、ユーザがマウスを使って簡単、自由に操作可能である。本システムでは、このような仕組みによってユーザの判断を総合的に支援する。

6.3.3 提言部

評価部で行った分析、評価を踏まえ、さらに提言を行うために必要な追加情報を得て、全社的戦略的提言、事業別競争的提言、事業別合理化改善案を出力する。なお事業別合理化改善案の生成は、経営比率の分析をその柱としている。そのためその基本的な考え方は、第4章で述べた著者等が開発した経営診断支援システムに基づいているため、詳細はそちらを参照して頂きたい。

事業マトリックスの要因



戦略との適合性に関する要因

- ・自社の長期的な戦略に無関係
- ・技術, 知識, 特許, ライセンス, その他の資源の取得が目的で進出した事業であり, その取得が完了

図 6. 1 0 事業の振り分けに関する要因

(1) 全社の戦略的提言

ここでは、全社的な方向付けをすべく、1) 経営トップや組織、2) 事業の振り分けそして3) 多角化に関する提言を行う。

まず1) 経営トップや組織に関する提言は、成長段階の分析結果とルールとを用いて、該当成長段階から見た今後の経営上のポイントについてアドバイスを行う。その内容は、例えば対象企業が零細企業であれば、経営トップに対しては将来の発展を目指し起業家精神を持ってリーダーシップを発揮するようにといった一般的なものである。

次に2) 事業の振り分けは、企業の成長段階を考慮した上で、事業マトリックスと戦略との適合性により、撤退候補事業、存続事業とを弁別する。事業マトリックスと戦略との適合性に関する要因は、図 6. 1 0 に示す通りである。さらに撤退候補事業について撤退障壁をチェックして撤退事業を決める。図 6. 1 1 は、その事業の振り分け画面である。

そして3) 多角化は、まず多角化の必要性のチェックとして多角化の引き金、次に多角化の可能性のチェックとして多角化障壁について検討し、多角化すべきか否かの方針決定を行う(図 6. 1 4)。方針が決定されれば、次に多角化先の市場を決定しなければならない。

| | | | | | | |
|---|---|----|--------|---------|------|------|
| 評価対象 | 提言段階 | | | | | |
| 評価対象会社: ××電機 20 期 | 全社的戦略的提言 | | | | | |
| << 事業の振り分け >> | | | | | | |
| 事業マトリックス <p>円の大きさ: 市場規模 右側扇型: 売上高 右側扇型斜線部分: 営業利益 左側扇型: リーダー(第2位)の売上高</p> <p style="text-align: right;">○ = 100.0万円</p> | 戦略との適合性等に関する質問 質問: 技術, 知識, 特許, ライセンス, その他の資源の取得が目的で進出し, その取得が完了した事業が存在しますか? <事業>家電 質問: 自社の長期的な戦略展開に無関係な事業が存在しますか? <事業>家電 音響機器 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>家電</td></tr> <tr><td>電子部品製造</td></tr> <tr><td>産業用機械製造</td></tr> <tr><td>音響機器</td></tr> <tr><td>選択終了</td></tr> </table> | 家電 | 電子部品製造 | 産業用機械製造 | 音響機器 | 選択終了 |
| 家電 | | | | | | |
| 電子部品製造 | | | | | | |
| 産業用機械製造 | | | | | | |
| 音響機器 | | | | | | |
| 選択終了 | | | | | | |
| コメント 撤退候補: 家電事業, 音響機器事業 | | | | | | |
| メッセージ コメントに示した事業が撤退候補として挙げられます。撤退候補として適当な事業をメニューから選択して下さい | | | | | | |

図 6.11 事業の振り分けの画面

そのため、まず全社的観点に立って特定の資源取得の必要性について検討する。もし必要性が高ければ、その資源の存在する市場に多角化先を決定する。その必要性が低ければ、企業にとってリスクの低い順に多角化先の市場を検討する。その順番は、垂直的多角化、業界内他市場への多角化、異業界市場への多角化、海外市場への多角化である。これらの多角化の中で垂直的多角化と異業界市場への多角化では、さらに詳細な提言が行われる。具体的には、垂直的多角化では川上や川下といったその方向と統合、変則統合、準統合、長期契約といったその方法について、そして異業界市場への多角化では技術および市場との観点から関連多角化と非関連多角化の提言が行われる。これらの多角化提言のプロセスについては、紙面の都合よりそのプロセスが比較的複雑な異業界市場への関連多角化について述べる(図6.12)。

関連多角化とは、現存の事業との協同行動の結果、規模の経済性を生み出すとか専門能力や資源の交換によるシナジー効果を利用する多角化のことである。そこで本提言では、

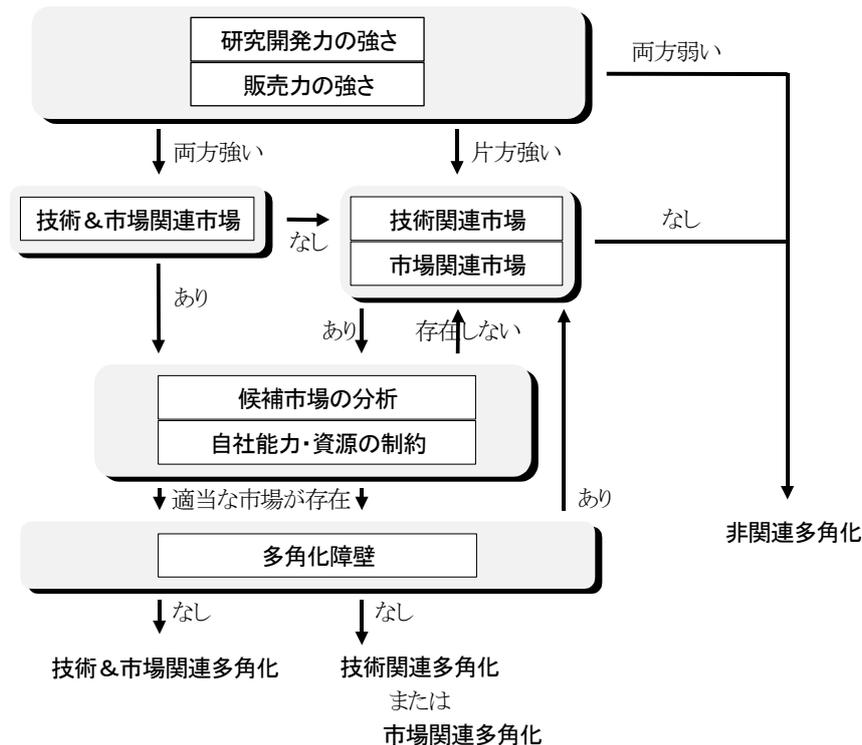


図 6. 1 2 異業界市場への関連多角化提言のフロー

まず自社の研究開発力と販売力について分析し自社の強みを明らかにする。次に、その分析結果を基に強さを発揮できる関連市場の有無を調べ、候補市場の代替案を生成する。ここで関連市場とは、技術および市場の両者が関連する市場、あるいはその一方が関連する市場を意味する。そして、1つの候補市場についてその市場を分析し、その後自社の多角化に関する能力・資源の制約について調べる。その結果適切な市場が存在すれば、多角化障壁についてチェックする。障壁がなければ、関連多角化の提言を行う。以上の流れは、候補市場がなくなるまで行われ、また提言の内容も分析結果に応じて技術と市場両者関連型あるいは1者関連型に分れる。他の提言においてもそのプロセスは大きくは同様で、以上のような1)候補市場の分析、2)自社の能力・資源制約のチェックそして3)多角化障壁のチェックという構成となっている。

(2)事業別競争的提言

全社的戦略的提言における事業の振り分けで弁別された1)存続事業、2)撤退候補事業そして3)撤退事業について、その競争戦略を検討する。

まず1)存続事業についてであるが、参入市場のライフサイクルにおける位置、市場の集

| 製品ライフサイクル | 成長段階 | 自社の地位 | 競争力得点 | 集中度 |
|-----------|------|-------|--------|--------|
| 導入期 | 零細企業 | リーダー | 100～75 | 低い |
| 成長期 | 中小企業 | 追随者 | | |
| 成熟期 | 中堅企業 | 弱者 | 74～0 | 普通, 高い |
| 衰退期 | 大企業 | | | |

図 6. 1 3 ルール作成用パターン組み合わせテーブルの例

中度，競争度そして対象企業の状況によって，維持戦略か拡大戦略かを定める．その後そこでの競争戦略として，コストリーダーあるいは差別化を提言する．またその事業にあまり余力がないと判断した場合は，それらの戦略の中でも対象製品を絞った集中化方針を提言する．

次に2) 撤退候補事業に関する競争的提言では，撤退候補事業に対して，まずその市場での生き残りの可能性について検討する．そのために，1) 存続事業の場合と同様にしてコストリーダーあるいは差別化の競争戦略を提言する．しかしこの提言は，撤退候補であるため，コストリーダーおよび差別化ともに前提として集中化の枠の中で検討される．以上の検討の結果，競争戦略が実現不可能と判断された事業は，撤退事業となる．

そして3) 撤退事業については，まずは刈り取り戦略が可能かどうかを検討し，不可能であれば即時撤退戦略を提言する．

ここで，6. 3. 1 項で述べた評価，提言用のルールの作り方について，競争的提言を例にして若干説明する．まず，市場のライフサイクル，企業の成長段階，対象企業の地位，競争力得点，市場の集中度の組み合わせから(図 6. 1 3)，ケースを18パターンに分類する．次にコストリーダー力，差別化力の各得点の組み合わせから，ケースを12パターンに分類する．そして，これらケースのパターンと現状維持，拡大，コストリーダーそして差別化といった提言内容を，if～then～形式で表現して関連付け，ルール化する．他のサブシステム制御用ルールなども基本的には同様で，パターンを作り出しそれを基にif～then～形式でルール化する．

6. 4 実行例

本研究では、目的でも述べた通りプロトタイプの開発を目指している。そのため、実際の企業データを使用しシステムのテストを行った。以下でその例について述べる。

アサヒビールは、業界最下位への転落の危機から、大ヒット商品であるスーパードライによって、今やトップのキリンビールに迫る勢いである。そこで本研究では、業界最下位への転落の危機であり、シェアが9.9%まで落ち込んだ1981年度[11]を対象とし、その評価と提言が現実と合致するかどうかテストを行った。提言に関しては、アサヒが実際に取った戦略が競争戦略であったため、本システムの事業別競争的提言をテストの対象とした。

テストの際、財務データは一般に公開されているものを用いた。一方潜在力に関しては、特に本テストの中心となる競争力について説明すると、まず構成要因としては一般的な知識を基に図6.3の要因の中でも、経営管理要因としては戦略を、機能別要因としては研究開発および販売を、そして資源別要因としては人、金、情報等を主に取り上げ、それらのウェイトを高くした。そしてチェックリストとしては、例えば研究開発であれば図6.6のような質問を準備し、競争力用としては全体で約50個の質問を用意した。これらのチェックリストの回答は、アサヒビールを調査して出版されている一般の書籍[11][12][13][14]を基にしてシステムに入力した。その入力した回答は、例えば図6.6の質問12であれば「重点を置いている」等である。また業界の状況に関する情報も、上述の参考文献を基にして入力した。

図6.14は、実績力と潜在力を評価展開部によって構成力に展開し、レーダーチャートで表示したものである。なお、これらのレーダーチャートは実際には各々別画面に表示されるが、説明の都合上図6.14のように合成した。実績力に関しては、シェアにその力が集約される競争力が極端に悪くなっており、評価対象を上述の1981年度としたことより、妥当であると考えられる。一方この競争力を潜在的側面から見ると、業界で先駆けて生樽を開発したことなどその技術力には定評があるアサヒであるため、実績力よりは良い評価結果が出ている。

このような評価結果を基に出された競争的提言は、現状維持で差別化を行えというものであり、強みとして技術力の高さを指摘している。差別化に関しては、業界でも高い水準にあるアサヒの技術力を良く反映していると考えられ、実際にアサヒが取ったスーパードライによる差別化戦略と適合する。

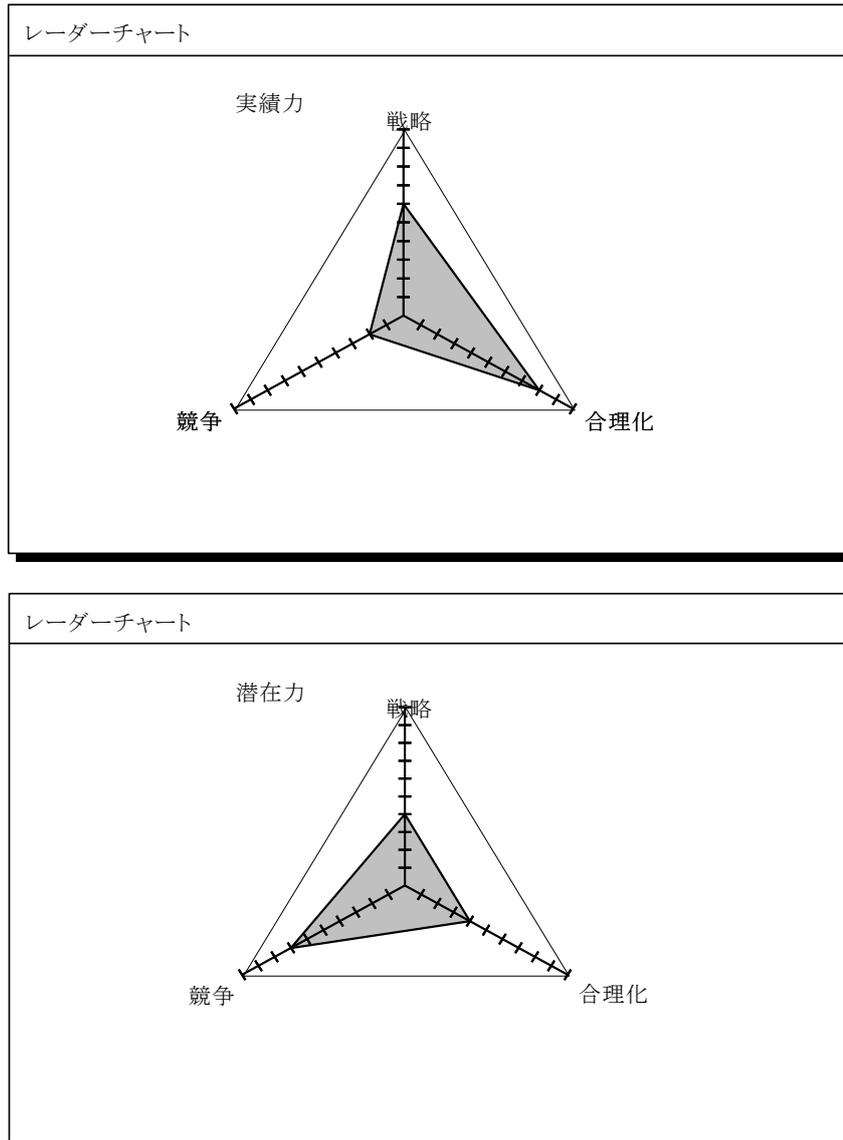


図 6. 1 4 実行例

一方現状維持か拡大かについては、現実には拡大戦略であった。これは、本システムが競争戦略を決定するに当たり、上述したように参入市場のライフサイクル上の位置や市場の集中度等を考慮しているためだと考えられる。現実にはビール業界は、市場は成熟市場といわれて久しくこれ以上市場は大きくならないというのが定説であり、またキリンビールが圧倒的シェアであるシェア60%以上を維持している状態であった。またスーパードライは、奇跡的な商品とも呼ばれている。このような現状、提言の実行可能性そしてプロトタイプ・システムという点から考えると、本システムの提言はアサヒビールが置かれていた状況に適合していたとも考えられる。

しかし、危機的状況から脱するためにC I (Corporation Identity)によって全社一丸と

なって行動したそのモチベーションの高さや、その結果生まれたスーパードライによって潜在的なニーズを掘り起こし市場を拡大したことなどから考えると、評価する際の対象企業の状況やモチベーションのウェイト付け、そして市場のライフサイクル上の位置の評価方法などに考慮すべき点は残されていると考えられる。

6.5 本章の結論

以上のように本研究は、戦略的提言と結び付くような全社的、長期的な観点に立った評価方法を考え、これに基づき人工知能的手法を用いて評価、提言を支援するプロトタイプ・システムの開発を試みたものである。

本研究により、まず1)戦略から合理化に至るまで、そして評価から提言に至るまでの一貫したシステム化の方法を提示したと考えられる。特に、2)本論での長期的かつ潜在的実態的観点に立った評価を核にして、将来的には本システムの経営管理、M&A、与信管理への展開も考えられ、そこにおけるDSSをも意識して、チャートの多様化やその自由な展開、事業単位や製品単位といった分析深度の自由な変更、というように必要に応じて縦横に展開可能なシステムを開発した。また、2)ユーザの意思に沿った分析の詳細化などのインターフェースが充実されたことにより、よりユーザの判断や創造を支援することが可能になったのではないかと考えられる。

次に、3)企業力を実績力と潜在力から、そしてボトムアップ的観点とマクロダウン的観点から、というように複眼的に見ていき、それぞれの定性的要因、定量的要因を考慮した分析、評価を実現させることができた。特に、4)潜在力の中の戦略力、競争力、合理化力そしてその下位レベルの定性的要因についてチェックリストを準備することにより、より説得力のある定性的分析が可能になったと考えられる。また、5)本論での評価方法や知識の整理の仕方は、コンサルタン業務の標準化に対して、大枠的な方針を与えることができたと考えられる。

一方システム自体としては、6)黒板モデルを用いて分散・協調処理を実現したことにより、本システムの直接的なユーザであるコンサルタントの業務の進捗状況に応じて、自在に作動可能となった。また、7)定性的要因の関連付け、チェックリストの質問や回答なども変更可能、といったようにユーザの価値観などを反映させることが可能な柔軟性も持っている。そして、8)システムをモジュール化することによって、システムの進化に応じて例えば得点化の方法、チャートの表示方法そして分析の方法などの変更も、部分的な修正

で対応可能という柔軟性をも確保している。この点から考えると、プロトタイプ・システムから実用システムへの進化、そして上述した経営管理やM&Aなどへの将来的な展開も、システム上は比較的容易であると考えられる。

今後の課題としては、1)定性的なデータの得点化の方法、2)総合評価の知識化、3)提言における知識の実用化に向けての充実、4)経営診断などの短期的な評価からの提言との総合化、5)提言の諾否の決定を支援するシミュレーション機能の付加、さらに6)ユーザに実際に使用してもらった上での本システムの支援方法の評価などが考えられる。

参考文献

- [1] 辻 正重, 坂元克博, 坂本泰祥, 渡辺忠典:”経営診断支援システムの開発—ドメイン・シエル・システムを目指して—”, 日本経営工学会誌, pp.95-104, Vol.42, No.2, (1991)
- [2] 日経ビジネス編:「会社の寿命」, 日経(1984)
- [3] 日経ビジネス編:「続会社の寿命」, 日経(1985)
- [4] Hofer, C. W. and Schendel, D. (奥村, 榊原, 野中 共訳):「ホファー/シェンデル 戦略策定—その理論と手法—」, 千倉書房(1987)
- [5] アンゾフ H. I. (広田寿亮 訳):「企業戦略論」, 産業能率大学出版部(1986)
- [6] Gardner, J. R., Rachlin R. and Sweeny H. W. A.(土岐, 中辻, 小野寺, 伊藤 共訳):「戦略計画ハンドブック」, ダイヤモンド社(1988)
- [7] 経済界「ポケット社史」編集委員会:「ポケット社史 アサヒビール」, 経済界(1990)
- [8] ポーター M. E. (土岐, 中辻, 服部 共訳):「競争の戦略」, ダイヤモンド社(1988)
- [9] 人工知能学会編:「人工知能ハンドブック」, オーム社(1990)
- [10] Sprague, R. H. and Carlson, E. D. :”Building Effective Decision Support Systems”, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall(1982)
- [11] 河野豊弘, 渡部福太郎:「需要予測の理論と実際」, ダイヤモンド社(1967)
- [12] 石山順也:「ドキュメント 快進撃への軌跡 アサヒビールの挑戦」, 日本能率協会(1987)
- [13] 飛田悦次郎, 島野盛郎:「ビールはどこが勝つか」, ダイヤモンド社(1992)

- [14] 早川和廣:「アサヒビール樋口廣太郎のスーパー経営術」, 世界文化社(1989)

第7章 行政に於けるオペレーショナル・コントロール・レベル での個別評価システム開発例「可燃ごみ削減施策検討のための意思 決定支援システムの開発」

本章では、行政に於けるオペレーショナル・コントロール・レベルでの個別評価システムの具体的な構築方法について述べる。

行政経営に於いては、その効率化の要請がますます強くなってきている。そこで著者等は、NPM(New Public Management)に基づいた施策実行に関する意思決定方法を提案している。しかし、その方法は効率化を目指すため、施策の評価を可能な限り貨幣価値に置き換えると言った定量的なアプローチを採用している。よって、実際の行政の実務では、専門的な知識を要するため、導入が困難と言った問題がある。そこで本研究では、現実の清掃組合を対象として、上述の研究に基づいた施策ポートフォリオの決定過程を支援するシステムの開発を目的とする。本システムは、対象とした清掃組合の廃棄物処理施策検討業務を通して開発したもので、この業務で実施されたアンケート結果を基にシステムの作動の確認を行った。

尚、本章は「可燃ゴミ削減施策検討のための意思決定支援システムの開発—ある地方清掃組合での行政経営への取り組みを対象として—」, 日本経営工学会誌, pp.237-248, Vol.60, No.4 に基づいて論述する。

7. 1 はじめに

現状の行政では、「ルール、基準通りに仕事を行っている」、「経営判断が甘い」等と言った指摘がなされている。つまり、効率的な経営が行われていないと言う点が問題視されている。この点はさらに、1) 地方自治体の多くが危機的な財政状態にある、2) 三位一体改革が進められている、3) 情報公開と説明責任が求められている等と言った行政を取り巻く環境の変化により、より一層重要な問題となっており、効率的な行政経営システムの構築が強く要請されている。このような要請の中で、行政経営のための経営情報システムの必要性も高まってきている。しかし、実際の開発例は非常に少なく、未だ未開発と言っても過言ではないような状況である。実際、著者等が調査した範囲では、その例として上

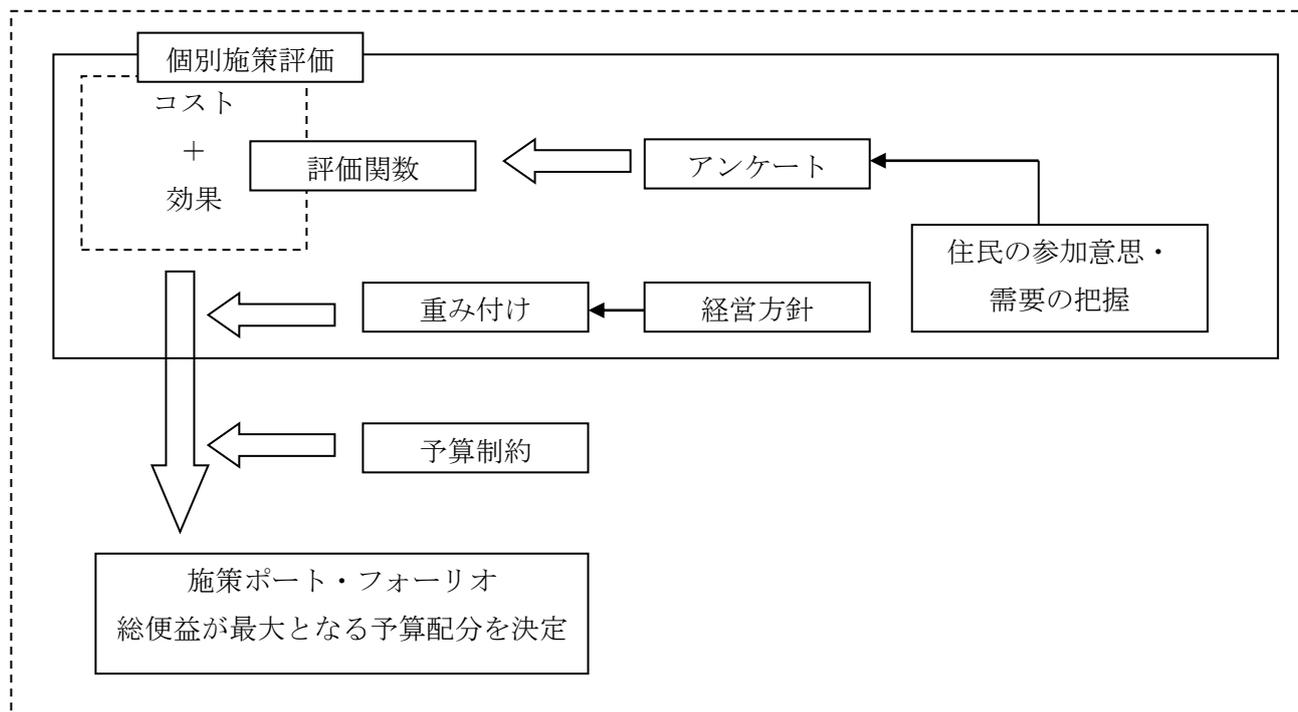


図 7. 1 参考研究に於ける意思決定のフレームワーク

げられるのは P I A S (Planning Information Analysis System) [1] くらいである。それは、計画作成支援システムとして、大きくはデータ・ベースと分析機能から構成されている。そこでは、ユーザは自分の担当する計画に関連するデータを種々の分析機能を利用して分析し、その結果に基づきユーザが計画を策定していくものである。つまり、システムはデータとその分析機能の提供のみに留まっており、あくまでも計画の代替案の作成は、ユーザ自身が行う仕様となっている。よって、行政経営に必要な、個々の施策の事前評価、そしてさらに行政経営上の戦略目標を予算制約内で効率的に達成する施策の組み合わせを求めるといったことに関するシステム化は今後の課題となっている。このように、未開発の状況下にあるのは、第一に、上述の施策の評価から施策の組み合わせに至るまでの過程が体系化されていない点が、原因であると考えられる。そこで、著者等は、廃棄物行政を対象にして、NPM(New Public Management) [2] [3] に基づいた便益を最大にするような施策の組み合わせ、つまりポートフォリオの意思決定方法を提案している [4] [5] (以降、参考研究と呼ぶ)。この意思決定のフレームワークは、次の通りである (図 7. 1)。

研究の基本的なアプローチ方法は、個々の施策毎に実施に伴うコスト及び効果の評価を可能な限り数量化し評価関数を導出する、というものである。このように評価関数を導出できれば、限られた予算の中で、最大の効果をもたらす施策の組み合わせを求めることが

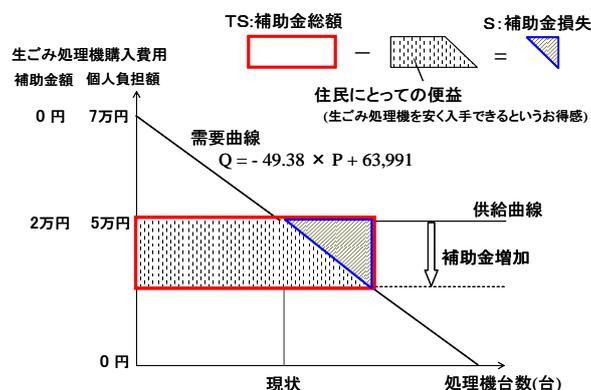


図 7. 2 補助金による施策コスト

可能となる。

ここで、その評価関数の考え方について、参考研究の中で論じている電動生ごみ処理機普及施策案の評価関数を例にして説明する。

参考研究では、実在する高知県Y町を対象に、可燃ごみの削減を目的に施策の検討を行ったものである。施策の検討に於いては、可燃ごみの約半分は生ごみであるという報告[6]を参考にし、生ごみを検討対象に選定している。さらに、対象であるY町では、電動生ごみ処理機が町内に於いて1,592世帯中13軒しか導入されていないという現状であった。その原因として、導入に際しての町からの補助金額が、近隣市町村と横並び的に決定されていることが考えられた。そのため、施策として未開拓の領域である、と積極的に捉え、本施策の検討に至ったものである。

施策の評価に於いては、社会経済分析に於いて一般的に用いられている費用・便益分析[7]の考え方に基づいている。つまり、その施策を、実施することによってもたらすと考えられる社会的便益と、その実施に於いて発生する社会的費用との差で評価するというものである。その具体的な評価方法を、以下に述べる。

本施策の評価に際しては、上述のような背景により、まずは生ごみ処理機利用に当たっての住民の負担可能額に関するアンケートを行い、その結果より需要関数を求める。この需要関数に基づいて、評価関数を導出していく。それは例えば、施策のコストに関する評価関数を求める際には、次のように利用される。施策コストは、一つに補助金増加による補助金総額そのものを施策コストと捉える考え方がある(図7.2)。一方、補助金増加により住民が生ごみ処理機を安く入手できるといった社会的便益を考慮した補助金損失を施

策コストとする考え方もある（図7.2）。このそれぞれの考え方に基づいた施策コスト関数は、参考研究の対象事例では図7.3の上図のように求められた。

一方、便益を評価する際には、次の様に利用される。需要関数に基づくと、補助金額が増えれば増える程利用世帯も増加することから、生ごみ処理機普及による効果関数は、次式のように、大きくは可燃ごみ減量による処理費用の削減C（円）と焼却量減による環境負荷低減E（円）より捉えている（図7.3下）。この便益である効果は、他にも可燃ごみ減量による設備の延命効果等様々なものが考えられるが、その推定は困難を極めるため、まずは上述のCとEより評価を行っている。

処理費用の削減C

＝年間生ごみ排出量（kg/世帯）×生ごみ処理機利用世帯数（世帯）×処理単価（円/kg）

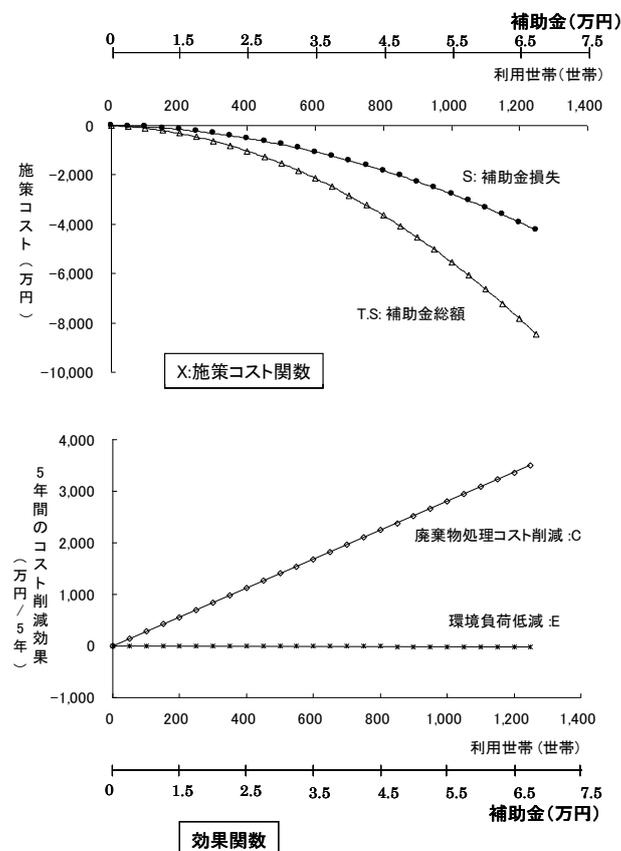


図7.3 生ゴミ処理機普及による評価関数

環境負荷低減E

$$= \text{生ごみ減量量 (kg)} \times \text{焼却に要する灯油量 (㊦/kg)} \times \text{二酸化炭素換算係数 (kg/㊦)}$$

$$\times$$

$$\text{CO}_2 \text{排出権単価 (円/kg)}$$

以上より、生ごみ処理機普及施策に対する評価関数Fは、以下の通りとなる。

$$F = (C + E) - X$$

このようにして、まずは費用・便益分析の観点より、個々の施策の評価関数を求める。しかし、この評価関数は、ただ単に費用・便益分析という手法の観点で求めたものに過ぎない。実際の行政の場で応用していくためには、その分析結果を経営判断のための情報となるように加工する必要があると思われる。つまり、行政経営に於いては、例えば環境重視の行政経営を行うため、環境負荷低減に関する評価値を重要視するとか、財源が厳しいため、コストを重視するといった物事の軽重を表した経営方針が存在し、その下判断を行うものと考えられる。そのため、経営方針を反映させるべく、上述の評価関数に於いて便益と費用に関する部分に対して重み付けを行う（詳細は後述）。その結果、経営方針が反映された各施策の便益が求められる。そして、個々の施策の便益つまり評価値を合計することによって、施策全体の総便益を求める。最終的にこの総便益を予算制約の中で最大にする施策の組み合わせ（施策ポートフォリオ）を決定する。

参考研究は、以上のようなフレームワークによって行政経営の効率化を図るものである。しかし、上述のように関数化し可能な限り数量化を行うアプローチを採っているが、その関数の作成等には専門的知識が必要となるため、自治体の日常業務の中で上述のような意思決定を行うことは困難であると考えられる。

そこで本研究では、各自治体に於ける最重要課題の一つであるが、上述のようなシステム化が未だ行われていないと考えられる廃棄物行政に於いて、現実の高知県のK清掃組合を対象として、参考研究に基づいた施策ポートフォリオの意思決定過程を支援するシステムのプロトタイプを開発する。さらに、廃棄物行政の中でも、ごみ組成に於いて大きな割合を占める可燃ごみの削減施策を検討対象とする。なお、直接的なユーザとしては、廃棄物行政の主体である自治体や清掃組合等の関係者を想定する。

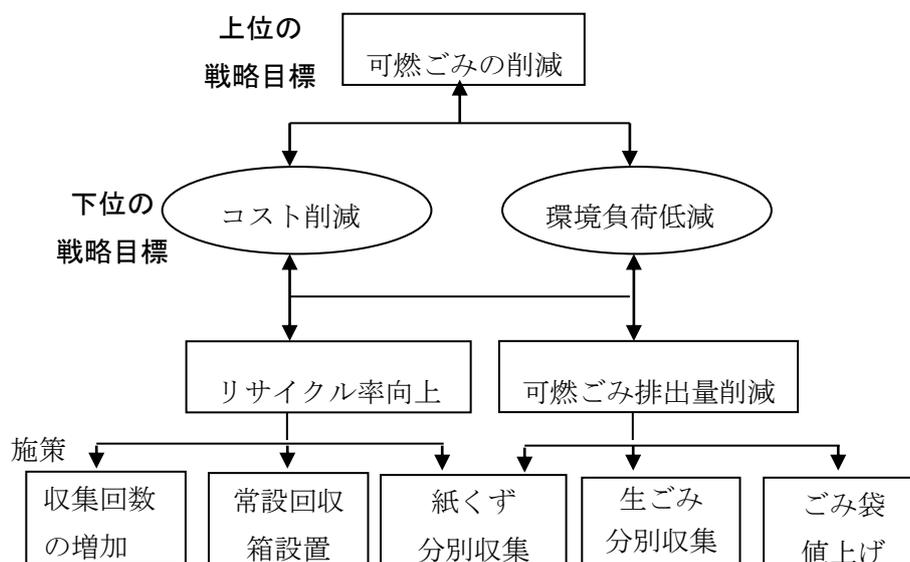


図7.4 ロジックモデル

7. 2 本研究での意思決定のフレームワーク

本研究では、参考研究に基づき次のようなフレームワークで意思決定を行う。

7. 2. 1 ロジックモデルによる戦略目標の明確化

行政経営に於いては、実施する施策等が経営上の戦略目標と合致しているかが、非常に重要な点となる。そこで本研究では、施策の立案に於いてロジックモデルを利用している(図7.4)。このロジックモデルは、参考文献[8]によりプログラムロジックモデルとして初めて紹介されたものである。本論では、ロジックモデルを以下のように定義し活用する。

ロジックモデルとは、実施する施策のアウトプットから期待する成果(アウトカム)までのプロセスが論理的に説明されているか否かを確認するため、施策が与える影響、関係を論理的に体系化、図式化したものである。

このようにロジックモデルを捉えると、ロジックモデルは、施策の実施結果であるアウトプットと経営上の戦略目標であるアウトカムとの論理的関係を整理したものであるという点から、従来の行政経営に対する批判の一つであるアウトプット主義に対する改善案と

して期待ができる。つまり、従来は、予算取りに重きを置くばかりに、例えば道路新設等のようにアウトプットを生み出すことのみに行行政経営上の関心があったと言っても過言ではない。しかし、近年では、説明責任等の背景により、アウトプットに対して例えば住民の便益向上等のようにアウトカム中心へと移行してきているためである。

以上のような行政経営を取り巻く社会的背景の変化により、米国のみならず日本に於いてもその有用性が認識され始め、インターネット上でも様々な適用事例を見ることが出来る [9] [10]。

本事例では、可燃ごみの削減という上位の戦略目標を、コスト削減や環境負荷低減と言った下位の戦略目標に展開し、その達成のためにリサイクル率の向上、可燃ごみ排出量削減と言った下位の目標に展開し、さらにそれを達成する施策として、財政状況から極力追加投資を抑えるために、資源ごみの収集回数の増加や同ごみの常設回収箱の設置等といった施策を検討対象とした。そして、対象とするごみの種類としては、資源ごみとして現状収集している紙類、ペットボトルに加え、可燃ごみの組成なども考慮し紙くず、生ごみも含めた。

7. 2. 2 評価関数及び施策ポートフォリオの作成

以上のようにして求められた各施策を評価するために、評価関数を作成する。効率的な行政経営を行うためには、各施策の実施に伴うコスト、環境負荷低減、廃棄物処理コスト削減等といった効果を可能な限り貨幣価値に定量化し評価を行う必要がある。

そこで例えば、可燃ごみ減量に伴う環境負荷低減を算出する際には、上述の参考研究の環境負荷低減評価関数に準じ以下の式によって定量化を行う。

環境負荷低減 E (円)

可燃ごみ減量に伴う環境負荷低減の場合

(CO₂削減量を金額換算)

$$= \text{可燃ごみ減量量 (kg)} \times \text{二酸化炭素換算係数} \times \text{CO}_2 \text{排出権単価 (円/kg)}$$

本式に於いては環境負荷を、例えば、参考文献 [11] 等のように一般的に見られる CO₂ 換算をすることによって捉えている。本式の場合は、負荷低減を評価するため、まずは可

便益：評価関数 $F = (\alpha E + \beta C) - \gamma X$

$\left\{ \begin{array}{l} E : \text{環境負荷低減} \\ C : \text{処理コスト削減} \\ X : \text{コスト関数} \end{array} \right.$

$\alpha, \beta, \gamma : \text{重み付け}$

↑
経営方針

図 7.5 評価関数の作成

燃ごみ削減量に参考文献 [12] に基づき CO_2 に換算する。そして、その結果を貨幣価値に換算する。その際には、我が国の電力各社が、日本温暖化ガス削減基金 (Japan Greenhouse Gas Reduction Fund :JGRF) に 300 万米ドル出資し、これにより約 50 万トンの CO_2 クレジットを獲得していることを参考としている。

また施策には、上述したように生ごみ処理機の各家庭への導入と言ったような住民参加型のものもある。このタイプの施策は、協力する住民の人数や各世帯への導入に際して、どの位までの費用であれば自己負担が可能であるかという許容費用負担額によって、その効果やコストは変わってくる。よってこのようなタイプの施策については、アンケートを実施し、その結果より需要関数やコスト関数を求める。例えば本事例の中では、後述する資源ごみの収集回数の増加は、まさしく住民の協力程度に応じてその効果は、変化してくるので、アンケートを実施しその効果を推定する。

以上のようにして求めたコストや効果等の評価軸毎の関数を総合することで、その施策の便益を求める評価関数を作成する (図 7.5)。図に於ける関数 C と X の詳細については後述するが、 α 、 β 、 γ は上述の重み付け係数であり、

経営方針を反映させてその値を主観的に決定していくものである。つまり、環境負荷低減を重要視するのであれば α の値を、一方処理コストの削減に重点を置くのであるならば、 β の値を大きくして、その施策の便益値に経営方針を反映させるのである。以上のような評価関数によって得られた値を、以後総便益と呼ぶ。

その重みの値については、AHP (Analytic Hierarchy Process) に準じた 10 段階の値 [13] を使用するが、入力した値の整合度チェックに関しては、本事例に於いては特に重要視す

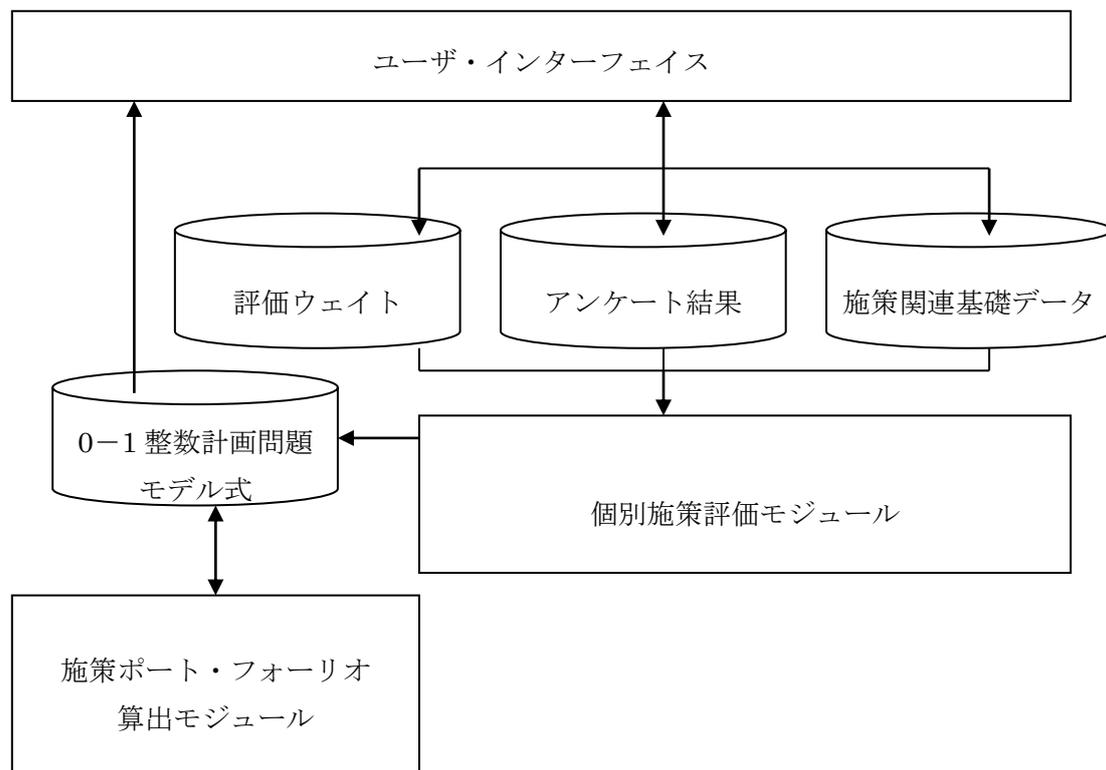


図 7.6 システム構成

る評価軸が存在しなかったことと、時間の都合から未着手となっている。

この重み付けは、上述のように廃棄物行政に於ける経営方針を反映させるために行うものであるため、廃棄物行政の主体者である市町村等の自治体によって決定されていくことになる。

このようにして求めた各施策の総便益関数を足しあわせることによって、施策全体の総便益関数を求める。そして、その施策全体の総便益関数を予算制約内で最大化にする施策の組み合わせを決定することによって、施策ポートフォリオを求める。

7.3 システム化のアプローチ

本研究での意思決定は、効率的な行政経営を目指しているため、極力定量的な評価を指向している。しかし、最終的なアウトプットである施策ポートフォリオに大きな影響を与える各評価軸の重み付けの決定は、経営方針と言われるような、ユーザの主観的な判断に委ねられている。このように、大枠的にはその解決手順が存在するがその細部では判断を要する問題を半定型的(semi-programmed)または半構造的(semi-structured)な問題と呼ぶ。

よって、本研究での意思決定問題は半構造的な問題であると言える。このような問題へのシステム化のアプローチとしては、意思決定支援システム D S S (Decision Support System)がある [14]。本研究では、このアプローチに従ってシステム化を行う。

7. 4 システム構成

本システムは、大別すると 3 つのモジュールから構成されている (図 7. 6)。まずユーザ・インターフェイスは、ユーザと会話を行い、施策の評価やポートフォリオの算出に必要なデータをファイルに格納する。ファイルの中でも特に施設関連基礎データファイルには、上述の施策の評価時に使用する二酸化炭素換算係数やCO₂排出権単価等、ある施策の評価時には定数的に扱えるデータが格納されている。しかし、これらの値も長い時間経過の中では、変化をするため、ユーザ・オープンとなっており、修正が可能となっている。次に個別施策評価モジュールでは、入力されたデータを基に評価軸毎に施策の評価値を算出する。そして施策ポートフォリオ算出モジュールでは、予算制約の中で総便益を最大化する施策の組み合わせを求める。

7. 5 システム・フロー

可燃ごみ削減を目指した廃棄物処理施策の実現性を検討するために、本システムにおいて評価できる施策は、資源ごみの収集回数増加 (紙類, ペットボトル) と同ごみの常設回収箱設置 (紙類, ペットボトル, 紙くず, 生ごみ) である。

資源ごみの分別収集は、リサイクル法の施行により、広く市町村で実施されている状況にあると言える [15]。そのような状況の中で、資源ごみの収集回数増加及び同ごみの常設回収箱設置は、逼迫した財政の中でも、現状の延長線上にあるため比較的実現しやすい施策であると考えられる。また特に、紙類及びペットボトルの収集回数の増加は、紙類及びペットボトルの分別収集が広く普及している現状に於いては [15]、施策の実現が比較的容易であると考えられる。さらに可燃ごみの約半分は生ごみであることから [6]、その収集は可燃ごみ削減に於いてごみの組成上効果的であると言える。また、紙くずについては、そのごみの特性から調査が困難であると思われ、著者等が調べた限りでは、可燃ごみ組成に於ける割合に言及した文献は存在しなかった。しかし、紙くずを紙類と一緒に再利用に回すことは、処理業者にとって何も問題にならないとのことから、紙くずを資源ごみとして収集することは可燃ごみ削減に於いて少なからず効果はありと、推定される。事実、紙く

【問】現在、貴方の家庭から出る紙類の内、およそ何割を資源ごみとして出していますか？
 ア.0割, イ.1割, ウ.2割, エ.3割, オ.4割,
 カ.5割, キ.6割, ク.7割, ケ.8割, コ.9割,
 サ.全部

【問】紙類の収集回数ほどの程度が適当だと思いますか？
 ア.月に1回, イ.月に2回, ウ.月に3回,
 エ.週に1回, オ.週に2回, カ.週に3回

【問】その場合、家庭から出る紙類のおよそ何割を資源ごみとして出しますか？
 ア.0割, イ.1割, ウ.2割, エ.3割, オ.4割,
 カ.5割, キ.6割, ク.7割, ケ.8割, コ.9割,
 サ.全部

図 7.7 アンケート例

ずも資源ごみとして定期的に収集を開始した自治体も見ることができ、横浜市等はその一例である [16].

以上より、本システムで対象とした施策は、可燃ごみの削減に於いて、本研究での対象事例に限らず一般性を有していると考えられる.

以後紙面の都合上、紙類の収集回数を増加させた場合を例にして説明を行う.

7. 5. 1 アンケート結果入力

本施策は、上述の住民の協力度合いによってその効果に変化するものであるため、どの程度可燃ごみが削減できるかと言った定量的な検討を行うために、別途アンケートを実施することになる (図 7.7). このようなアンケートの回答結果をユーザ・インターフェイスを介してシステムに入力すると、本システムは図 7.8 の左側のグラフのような集計を行う. このグラフに於いて、縦軸は図 7.7 のアンケート例の問「現在、貴方の家庭から出る紙類の内、およそ何割を資源ごみとして出していますか？」の選択肢を表している. 一方横軸は、その選択肢を選んだ人数の割合を表している. ただし、その割合を求める際には、

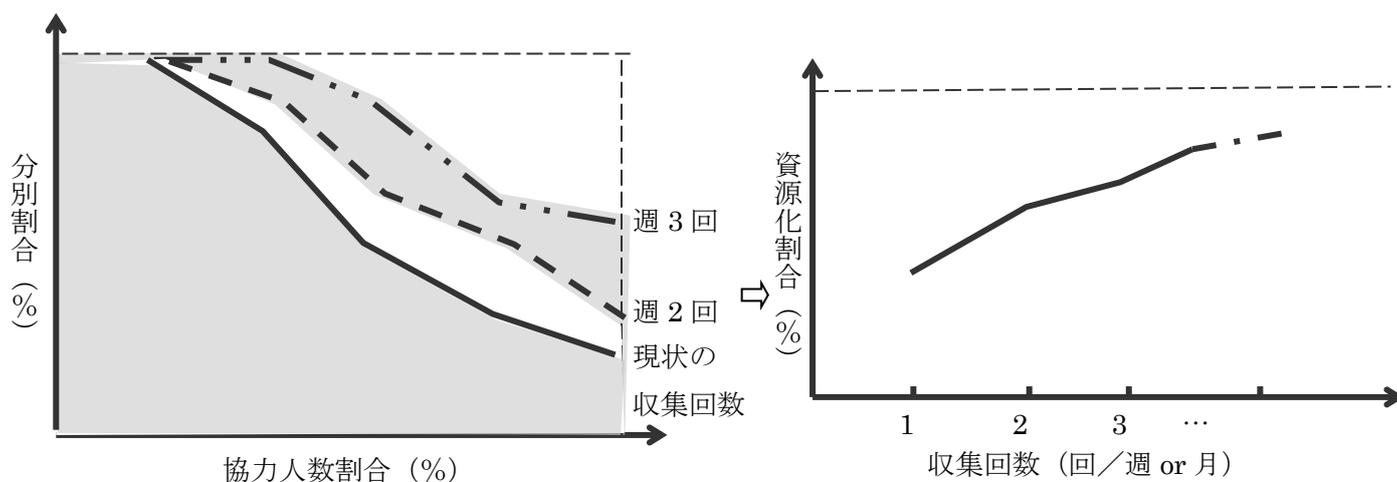


図 7. 8 アンケート結果の集計

例えば「オ. 4割」を回答した人は、それ以下の1割～3割にも該当する人であるため、その点を考慮して計算を行っている。このようなグラフに集計すると、縦軸と横軸の意味から考えて、それらの積となる線より下の部分が資源化割合を示していることになる。よってこの面積を計算し、図7.8の右側のグラフのように施策のオプション毎に集計を行い、資源化割合を関数化する。ここで言うオプションとは、例えば本例では収集回数を現状のまま、週2回、週3回と言うように収集回数としての選択肢を意味する。この資源化割合が、高ければ高い程、分別が進み結果として可燃ごみが削減されることを意味する。以降では、この資源化割合を基に、各評価軸における効果を算定する。

7. 5. 2 評価指標値算出

5章で述べたように、本システムで検討できる施策は、大別すると資源ごみの収集回数の増加と常設回収箱の設置である。また、1章で述べたように、その評価は、費用・便益分析の考え方に基づいている。この費用、便益の捉え方には、1章で述べたように様々な考え方があると思われる。そこで本研究では、システム化に当たり、これらの施策に付随する便益と費用の中でも、主な直接的なものを、まずは評価指標としてインプリメントしている。具体的には、両施策に共通な便益としては、1) 施策の実施による可燃ごみの処理コスト減、2) 環境負荷低減、そして3) 資源化による収入が考えられる。

一方、コストに関しては、収集回数の増加であれば、増加する収集運搬費に対応して4) 増加収集運搬費がある。そして、資源ごみの常設回収箱の設置に関しては、5) 回収箱設置費用（初期投資）がある。さらにその中でも生ごみに関しては、6) 堆肥化コストが考えら

れる。

例えば紙類の収集回数増加施策の評価軸として 1) 処理コスト削減, 2) 資源化による収入そして 3) 収集運搬費を選択したとして, 以下その具体的な評価の仕方を説明する。

ここで,

A(t) : ある年度の実際に資源化された紙類の量

X : 現状 (例えば月 2 回の収集) の資源化割合

Y : 仮に週 3 回に変更した場合の資源化割合

とすると, 仮に週 3 回とした場合の資源化される紙類の量 A'(t)は下記の式で表される。

$$A'(t) = A(t) \times (Y/X)$$

これにより収集回数を週 3 回に増加した場合に削減される可燃ごみの量 B(t)は以下の通りに表される。

$$B(t) = A'(t) - A(t)$$

$$= (Y/X - 1) \times A(t)$$

よって, 上述の 1) 処理コスト削減については, 別途財務分析によって求められ, 本シス

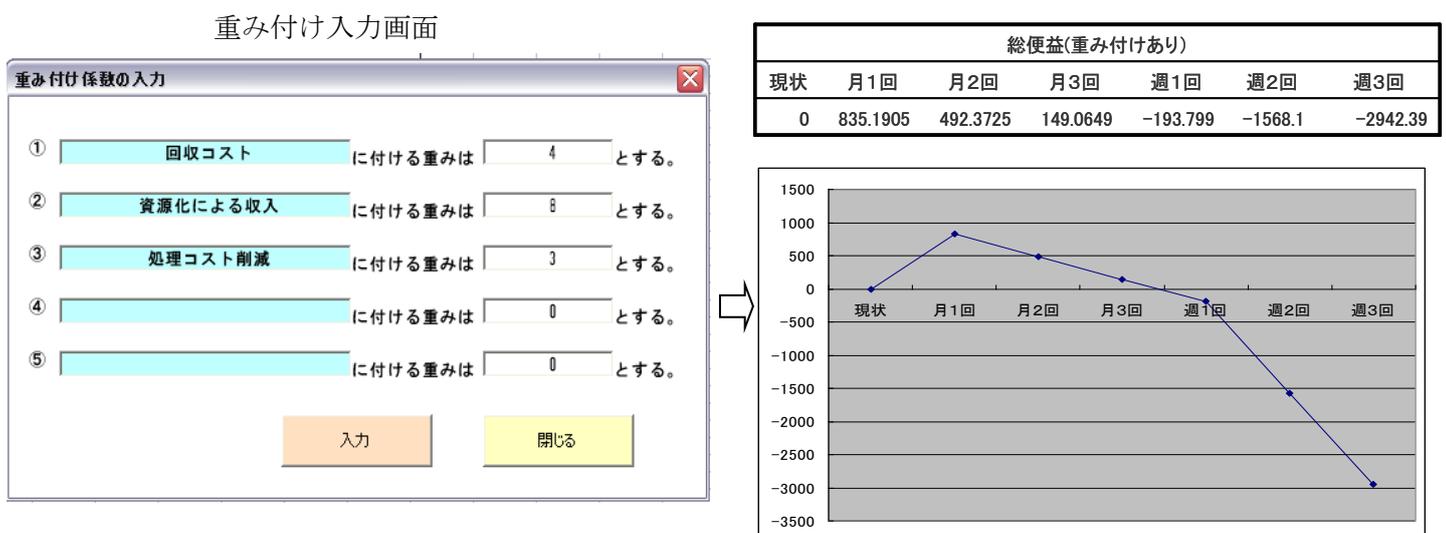


図 7.9 重み付けの決定

テムにデータとして入力された変動費に、可燃ごみ削減量 $B(t)$ を乗じて求めることができる。次に上述の 2) 資源化による収入については、本システムにデータとして入力された紙類の買取単価に、資源化された紙の量 $A'(t)$ を乗じることにより算出できる。そして 3) 収集運搬費に関しては、収集回数増加による収集運搬費の増加分を、ごみの種類毎に求め本システムにデータとして入力されている 1 回 1 世帯当たりの収集コストを用いて求める。

上述の評価に於いて、例えば回収箱設置費用や堆肥化コスト等のように対象とする自治体によって変化するのは、システムとしてユーザ・オープンとなっており、その値はユーザ・インターフェイスを介して入力可能となっている。

7. 5. 3 重み付け

各評価軸の評価値を算出後、それらに重み付けを行うことによって総合し、各施策の総便益を求める。この時の重みに一般的なものは存在せず、上述のように経営方針と言った主観的判断を要する部分である。さらに、状況に合わせるために経営方針といえども固定的なものではなく、その施策のもたらす総便益を見ながら、変更することは十分あり得ることである。つまり例えば、環境を重要視するため環境負荷低減を最優先したいが、余りにもその施策の実施コストが大きくなる場合は、何らかの妥協点を見いだし、そこに落ち着くと言うことが、現実的にはよくあることである。

そこで、ここのステップではシミュレータ的機能を持たせ、ユーザが納得する重みを見いだせるように、試行錯誤ができるユーザ・インターフェイスを装備している (図 7. 9)。本図のような重み付け入力画面に重みを入力すると、その時の総便益の計算結果がグラフとして出力される。グラフの変化をみながら、重みを変更していき、最終的に納得できる重みを決定する。

7. 5. 4. 施策ポートフォリオ

施策ポートフォリオ問題は、予算制約の中で総便益を最大化する問題である。各施策には、例えば収集回数の変更であれば、月 1 回、月 2 回、資源ごみの常設回収箱の設置であれば、設置場所としてスーパー、公民館等と言ったような、オプションが存在する。これらのことより、 i を施策番号、 j をオプション番号とし、各施策を X_{ij} と変数化すると、以下のように 0-1 整数計画問題として定式化可能である。

目的関数： $\text{Max} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_i X_{ij}$ 但， F_i はその施策の総便益

制約条件：予算 $\geq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij} X_{ij}$ 但， b_{ij} は施策 i のオプション j を実施した時の費用

$X_{ij}=0,1$ 各施策のオプションは実施するかしないかである。

$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 0,1$ ある施策を実施する場合選択できるオプションは一つ。

本システムでは、このようにして施策ポートフォリオ問題を 0-1 整数計画問題として定式化した後、Microsoft Excel のアドイン機能であるソルバーによって最適解を求める。但し、ここで言う最適解とは上述したように、ある重み付けの中での最適解に過ぎない。そこで、その最適解を一つの代替案とし、他の案を検討したい場合は、再度重み付けの入力に戻り重みの変更を行い、施策ポートフォリオ問題を解き直すことになる。

以上のように、本システムはある施策ポートフォリオ問題に於いて、ソルバーの精度内での最適解を保証するが、最終的にどの代替案を採用するかは、ユーザの判断となっている。

7. 6 実行例

本章では、開発したシステムの作動を確認するために行った実行例について述べる。

本実行例では、収集回数の増加としては紙類及びペットボトル、一方常設回収箱設置としては紙類、紙くず、ペットボトル及び生ごみを対象として、本システムでの評価を行った。

まず、今回の業務で実施したアンケートについてであるが、その内容は問 1~3 は、住所等回答者の属性に関するものであり、問 4、5 は図 7. 7 に示したものと同様なもの（図 7. 7 に於ける下 2 問をまとめて問 5 として実施）を各種のごみに関して行った。また、その実施要領は以下の通りである。

- ・実施地域：K 地区 9 市町村
- ・回収数：1,132 通
- ・郵送数：3,250 通

表 7. 1 アンケート結果例

| 分別割合(%) | 問4 | | 問5 | | | | |
|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 現在(週1回) | 月1回 | 月2回 | 月3回 | 週1回 | 週2回 | 週3回 |
| 0 | 1 | 6 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 20 | 3 | 4 | 6 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 30 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 40 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 50 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 60 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 80 | 6 | 5 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 |
| 90 | 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 100 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 12 | 13 |
| | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |

- ・回収率：34.8%

- ・有効回答数

- 収集回数：840 通

- 回収箱設置：940 通

- ・調査期間：平成 17 年 11 月 20 日～12 月 20 日

次にシステム・フローとしては、アンケート結果（表 7. 1）の入力となる。入力後は、7. 1 節で述べたように本システムによって資源化割合の関数が求められる。その結果、表 7. 2 のように、N 市の収集回数の増加（紙類）に関する収集回数月 1 回や週 3 回等のオプション毎の資源化割合が得られた。

この資源化割合を用いて、各指標の評価値を算出する。本事例ではその評価指標として、検討対象とした施策に付随する便益、コストの観点より、可燃ごみの処理コスト削減、資源化による収入、環境負荷低減、収集運搬費の 4 軸を採用した。ここで紙面の都合上、N 市の収集回数の増加施策を例とし、そのオプションとしては収集回数週 3 回の場合の費用と便益の一部の計算例を以下に示す（5. 2 節参照）。尚、その計算に於いて必要となる当該市の紙類の排出量や世帯数等の施策関連基礎データの一部を図 7. 1 0 に示す。

表 7. 2 算出された資源化割合例

| 資源化割合(%) | | | | | |
|----------|------|------|-------|-------|-------|
| 月1回 | 月2回 | 月3回 | 週1回 | 週2回 | 週3回 |
| 66.75 | 69.6 | 73.2 | 75.66 | 77.46 | 78.45 |

| △施策を評価する評価軸の選択 | | |
|---------------------|-----------|--------|
| 評価軸の選択 | | |
| ・ 収集運搬費 | | |
| ・ 処理コスト削減 | | |
| ・ 資源化による収入 | | |
| ・ 環境負荷低減 | | |
| ・ | | |
| △選択した市町村のデータ入力 | | |
| ・ 紙類の排出量 | 1,792,720 | kg |
| ・ 紙類の1回1世帯あたりの収集コスト | 9 | 円/回・世帯 |
| ・ 紙類の資源化による収入 | 0.000167 | 万円/kg |
| ・ 可燃ごみ処理の変動費 | 0.0004 | 万円/kg |
| ・ | | |

User Form 1

評価を行うため、情報を入力してください。

| データ名 | 数値 | 単位 |
|-------------------|----------|--------|
| 紙類の排出量 | 1792720 | kg |
| 紙類の1回1世帯あたりの収集コスト | 9 | 円/回・世帯 |
| 紙類の資源化による収入単価 | 0.000167 | 万円/kg |
| 可燃ごみ処理の変動費 | 0.0004 | 万円/kg |
| | | |

OK
キャンセル

図 7. 1 0 資産関連基礎データの入力画面例

*費用：増加収集運搬費

- ・ 増加収集運搬費

$$= \{(\text{収集コスト}/\text{世帯} \cdot \text{回}) \times \text{世帯数}\} \times \{(\text{増加後収集回数}/\text{年}) - (\text{現状収集回数}/\text{年})\}$$

$$= \{(9 \text{ (円/世帯} \cdot \text{回)}) \times 18,920 \text{ (世帯)}\} \times \{144 \text{ (回/年)} - 24 \text{ (回/年)}\}$$

$$= 20,433,600 \text{ (円/年)}$$

*便益：可燃ごみ処理コストの削減

- ・ 可燃ごみ削減量

$$= [(\text{増加後の資源化割合}) / (\text{現状の資源化割合}) - 1] \times (\text{現状の資源化された紙類の量})$$

$$= \{78.45\% / 69.44\% - 1\} \times 1,792,720 \text{ (t)}$$

$$= 232,610 \text{ (t)}$$

- ・ 可燃ごみ処理コストの削減

$$= (\text{可燃ごみ削減量}) \times (\text{変動費})$$

$$= 232,610 \text{ (kg/年)} \times 4 \text{ (円/kg)}$$

$$= 930,440 \text{ (円/年)}$$

さらに本施策の便益として、資源化による収入及び環境負荷低減を上述の例のように可燃ごみの削減量を基にして求め、そして、以下の式ようにして本施策の総便益を算出した。尚、本事例では、指標中で特に重要視するものは無く、一律同じように扱うこととなったため、総便益を求める際のウェイトは、全て1として計算を行った。

| | 収集回収増加(紙類) | | 常設回収箱設置(紙類) | | | | 常設回収箱設置(紙くず) | | | | |
|------|------------|--------|-----------------------------|---------|--------------|------------|---------------|---------|--------------|------------|-----------------|
| | 現在 | 月1回 | スーパー マーケット | 公民 館 | ごみス テーション | 3箇所 に設置 | スーパー マーケット | 公民 館 | ごみス テーション | 3箇所 に設置 | |
| 各値 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 目的関数 | -1182 | -535.7 | 186.0111 | -51 | -601.025 | -501 | 490.1389 | 106 | -454.012 | 99.89 | 676 = 最大 |
| 制約条件 | 1182 | 469.84 | 90 | 200 | 736 | 1026 | 90 | 200 | 736 | 1026 | $180 \leq 2000$ |
| | | | $X_{ij} = 0,1$ | | | | | | | | |
| | | | $\sum_{j=1}^m X_{ij} = 0,1$ | | | | | | | | |

図 7. 1 1 実行例

総便益 = (可燃ごみ処理コストの削減 + 資源化による収入 + 環境負荷低減) - 増加収集運搬費

以上のようにして、各施策の総便益を算出する。このようにして得られた総便益と費用を、5. 4節の目的関数と制約式の係数として、0-1 整数計画問題を生成した。その後、ソルバーによってその最適解を求めた(図 7. 1 1)。図 7. 1 1 に於いて、「各値」の行が最適解としての各変数の値を、そして「目的関数行」の右端が最適値を表している。図 7. 1 1 により、その結果得られた施策ポートフォリオは、紙類及び紙くずの常設回収箱設置でありその設置場所としてはスーパーマーケットの場合、総便益の合計が最大となることが分かった。

この結果は、上述の小委員会での検討を通過し、その実施に向けて上位組織である特別委員会にて、引き続き検討することとなった。

ここで、本事例に於ける注意点を補足しておく。それは、予算についてであるが、本事例では、上述の小委員会では、事前に予算を確保しその中で最適な施策ポートフォリオについて検討したわけではない。財政が逼迫する地方自治体であるため、まずは施策中心に考え、その施策を実施するとどれ位の効果が見込めるかを検討し、その後その実施に伴う費用を積算することによって必要な予算を求めるという手順で検討を行うこととなった。よって、この手順に伴い、上述の施策ポートフォリオを定式化する際に予算制約が必要となるが、仮予算として 2000 万円を設定し、予算制約としている。つまり、本システムの運用の仕方を工夫することによって、今回のような事前に予算が決まっていないという状況に対応している。

7. 7 考察

本システムを開発し、作動確認のために前章で述べたような実行例を行った。その結果を整理すると、以下のようなことが言えると考えられる。

システムの評価については開発段階から考え、まずは、支援システムとして利用者が簡単に使いこなすことができるユーザ・インターフェイスを備えているか、という点が重要となる。この点について、実際に行政職員に本システムを利用して貰い評価して頂いた。評価して頂く職員としては上述した高知県のK清掃組合事務局員が相応しいと考えられるが、その後人事異動が行われ被験者を依頼できるようにならなかった。そのため、その組合の構成市町村の職員を被験者として選ぶことにした。選ぶ際には、本システムが廃棄物行政に関わるシステムであるだけに、その担当部署の方を選ぶことをまずは考えた。しかし、行政の人事に関する大きな特徴としてその異動があり、他部署への異動はよく見られることである。そこで、本研究ではその点を考慮し、他部署から当該部署に異動してくることを想定し、福祉課の職員でも使うことが出来るか確認をすることにした。それは、その職員の方はその業務の大半に於いてアプリケーションソフトを利用しており、本システムの比較検討が充分に行えると判断されたためである。

使用して頂くに当たって、まずは、我々開発者がシステムの概要について20分程度説明を行い、その後実際にシステムを操作して頂いた。操作をする際には、入力項目に関して自分の理解でよいか確認を求められることが少なからず見られたが、問題なく図7.11のような実行結果を出力することができた。

その評価としては、まず1点目として、システムの位置付けさえ理解できれば、操作上特に問題はなく、アプリケーションソフトとして十分に使用できる。この点は、他の職員であっても同様であると思われる。次に2点目としては、操作性の観点ではないが、本システムを実際の業務の中で使われるように浸透させるためには、充実したマニュアルの整備が必要不可欠であるとのことであった。それは、職員はシステムに関するトラブル等はまずはマニュアルを調べ自力で対応するというスタイルで仕事を行っているからである、とのことであった。

以上のように操作性に関しては、まずまずの評価を頂いたが、しかし、時間そして人脈の関係から、被験者は1名のみに留まっている。このような点を考えると、本研究は未開発のシステムを開発したこともあり、その評価は初期段階であると言わざるを得ないが、その将来への可能性を示すことはできたと思われる。

ここで、本システム自体を離れ、廃棄物行政経営を目指す中で、本事例の中で分かったことについて少し考察を行う。

著者等は、前章で示したような施策案を小委員会に示すと共に、まずは、モデル地区を設定し、フィージビリティテストを行うことを提案した。しかし、このテストの必要性に、誰も異論はないが、その実施に掛かるコスト負担になると、組合を構成するどの各市町村も苦しい財政の中、手を挙げることに躊躇している状況であった。この状況は、本事例の固有のことであるとは考えにくく、一般的なことであると思われる。この点を考えると、行政経営を実現するためには、本システムの次の段階として、フィージビリティテストの企画実行を支援するシステムの開発も合わせて必要であると思われる。

7. 8 本章の結論

本研究では、参考研究に基づいた行政経営に於ける意思決定支援システムの開発を通して、以下のような成果を上げることができた。

- (1) 本システムのアウトプットが、該当小委員会で採用されたことより、システムのアウトプットにある一定の妥当性が確認できた。
- (2) NPMに基づいた意思決定を行う際に肝要となる関数の作成をシステム化したことにより、ユーザが比較的容易に意思決定を行えるようになった。
- (3) 総便益を最大化するような施策ポートフォリオが求められることより、効率的な行政経営の一助になる。

一方、今後の課題としては、

- (1) 対象施策及び実行例の拡充
- (2) 総便益を求める際の各指標に関する重み付けの整合性チェック機能の実現
- (3) 支援システムとしてそのインターフェイスや操作性の検証。
- (4) ごみを減量した場合のコストダウン効果を予測するための財務シミュレータの開発等が挙げられる。

参考文献

- [1] 宮崎秀紀：「兵庫県の計画策定支援システム」，計画行政学会，第2号，分科会研究

報告（第2分科会），pp.77-79（1979）

[2] 島田晴雄：「行政評価」，東洋経済新報社（2002）

[3] 総合研究機構：「NPM（ニュー・パブリック・マネジメント）手法の地方自治体への導入」（2003）

[4] Kotomi UEMOTO, Seigo NASU and Takashi GOSO： “Improvement of Waste Administration by New Public Management”，1st International Conference on Construction Engineering and Management (ICCEM2005), 10月16～19日, pp. 424-428（2005）

[5] 植本琴美，那須清吾，五艘隆志：“廃棄物行政のNPMによる改善”，土木学会平成17年度全国大会 60th JSCE Annual Meeting, 第60回年次学術講演会公演概要, pp. 643-644（2005）

[6] 環境省：絵で見える環境白書，
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/zu/eav27/eav270000000000.html>（1998）

[7] 金森久雄，荒憲次郎，森口親司：「経済辞典」，有斐閣（2006）

[8] W.K. Kellogg Foundation： “Evaluation Handbook”，<http://www.wkkf.org/Pubs/Tools/Evaluation/Pub770.pdf>（1998）

[9] 福井県総合政策部政策推進課：福井県政策推進マネジメントシステム，
<http://info.pref.fukui.jp/seiki/manejimento.html>（2004）

[10] 島根県農業会議：活動事例集 取り組もうロジックモデル ロジックモデル 大田市稲用地区で活用の事例，www.shimane-21.gr.jp/f-box/data/rojic.pdf（2008）

[11] 社団法人日本ロジスティクスシステム協会 環境会議 環境パフォーマンス評価手法検討委員会：～ロジスティクス分野における環境パフォーマンス算定～ 二酸化炭素排出量算定ガイド (Ver.2)（データ収集方法事例集）【輸配送／トラック輸送版】，
http://www.logistics.or.jp/green/report/07_report.html#perform2006（2006）

[12] 杵本育生：“地球温暖化とごみ減量—グリーンコンシューマー活動を中心に NGO の立場から—”，廃棄物学会誌，Vol.8, No.6, pp.457-469（1997）

[13] 木下栄蔵：「入門AHP」，日科技連（2006）

[14] 宮川公男：「経営情報システム」，中央経済社（1999）

[15] 環境省：平成17年度容器包装リサイクル法に基づく市町村の分別収集及び再商品化の実績について，http://www.env.go.jp/recycle/yoki/jisseki_h17/index.html（2006）

[16] 横浜市資源循環局：「その他の紙」の分け方が変わります，
<http://www.city.yokohama.jp/me/pcpb/info/dashikata/gen3.html> (2007)

第8章 行政に於けるマネジメント・コントロール・レベルでの個別評価システム開発例「上水道事業に関する行政経営システムの構築と原価管理システムの開発」

本章では、行政に於けるマネジメント・コントロール・レベルでの個別評価システムの具体的な構築方法について述べる。

自治体を取り巻く環境は、求められる行政サービスの内容やその役割が複雑かつ多様化してきたため、財政状況の悪化を招き、自治体の存続自体を危うくしている。中でも、地方自治体における上水道事業においては、公営企業会計方式により、事業単独での独立採算制が採用されていることから、次年度の事業予算計上のためには、水道料金などの事業収益を安定的に確保することが必要不可欠となっている。

本研究では高知県安芸市上下水道課における上水道事業を対象とし、経営目標を達成するための効率・効果的な経営システムの構築に加え、経営システムのサブ・システムとして、まず、その事業を構成する活動の原価を分析・評価するため、「原価管理システム」を開発し、事業の健全化を図ることを目的とする。

尚、本章は”上水道事業に関する行政経営システムの構築と原価管理システム”，社会技術研究論文集，Vol. 7 (2010) No. 0pp.11-20 に基づいて論じる。

8. 1. はじめに

我が国における地方自治体においては、予算を“必要経費”と捉える認識や“業務を遂行する際にかかる労働時間”に対する意識が希薄である。加えて、対象とする事業の経営目標を達成するに際し、限りある資源を効率・効果的に配分し投入するための「目的と手段」が不明瞭であるため、経営状態の悪化を招いたばかりか、計画や事業を評価し、改善することも非常に困難であった。

こうした背景の下、現在、わが国における市町村の予算体系は、単年度会計として毎年度予算計上する会計に、一般会計と特別会計の区別が存在しており、本研究の対象とする上水道事業は特別会計、その中でも企業会計に位置付けられ、独立採算制が採用されている。

通常、地方自治体で行われている業務は、大きく分けると投資的・計画的事業及び事務（一般事務）に分類することができるが、こうした行政における事務・事業は、通常、年度当初に1年間を通して執行される「予算」という考え方で各部署から計上され獲得される。そのため事業や事務を執行するに際し、民間企業のような必要経費、コストのような捉え方や製造部門等で見られる製品単価にかかる「原価」のような考え方が存在していない。中でも上水道事業に代表される公営企業会計においては、発生主義会計が採用されているにもかかわらず、実際にはそのシステムが十分に機能していないのが現実である。

また、バブル経済崩壊後、失われた10年といわれる歴史的な衰退時期を経験する頃から、地方自治体における財政状況は、都道府県レベルも含め悪化の一途を辿り続けていることも周知の事実である。加えて、中央政府が打ち出した国庫補助金の削減や廃止、国から地方への税源委譲、地方交付税の見直しに代表される「三位一体改革」も地方分権をこれまで以上に推進し、地方の自治と独立・責任を確立するための取り組みであったはずが、一層、地方自治体の経営状況を危機的な状態に陥らせている。さらに国民所得の上昇とともに住民の地方自治体に対する欲求が増大し複雑化したことも自治体経営の破綻に拍車をかけた。これは住民のライフスタイルの変化が、社会環境の急速な変化とともに多様化したことに起因している。こうした背景から、地方自治体においては、サービス水準を落とさないよう、事業や業務執行のための予算獲得を必死に繰り返してきた。

このような予算と事業執行における関係の下、わが国の地方自治体における上水道事業は、安全な水を安定的に市民に供給するという至上の命題はもとより、適正水道料金を課し、収益を上げる必要性が使命として課せられていることから、一つの企業体としてその健全な経営体質が求められている。2007年3月末現在、わが国における水道普及率は97.4%にも達しており、かつて水を生活の源として大量に供給することを目的とした量的整備の時代から、安全かつ安定的に廉価で供給する質的整備の時代へともはや突入している。加えて、ここ数年来、河川や湖沼等の水源地域周辺の環境の変化や少子高齢化の到来による人口の減少等の影響のために、給水地域は拡大傾向にはないのが現状だ。さらに、貯水池や排水機場に存在する浄水施設等の老朽化による減価償却費や老朽管の布設替え、耐震化にかかる更新費用などを含む地方債起債の償還がピークを迎えており、ハード整備に欠くことのできない莫大な必要経費が市町村の水道事業の財政を一層圧迫するなど経営状態は極めて困難な状況を迎えている。

石井（2007）によれば、「水道事業における経営改革と民間的経営手法の導入」〔1〕の中で、水道事業者は、大きく分けて、マーケット（市場）、財政、技術、マネジメントの4つの課題に直面していると述べている。中でも人口減少については、都市部とそれ以外の地域とでは地域間格差が拡大する懸念もあり、市町村単位で経営されている水道事業においては、地域による経営環境の格差が拡大する恐れがある。さらに財政面についての課題として、水道が急速に普及した1960年代から1970年代に整備された配水施設などの水資産が今後更新期を迎え、既設の水道資産を維持・管理していくための更新事業が増大することを指摘している。

8. 1. 1. 本研究の目的

こうした実態を踏まえ、本研究では、地方自治体の上水道事業に焦点を当て、経営状態が悪化している今こそ、水道事業経営モデルの構築を行い、再度、“事業の目的、達成すべき政策・施策目標”の再確認を行う。加えて、その事業目的を効果的に達成し、必要経費を適切に事業に配分する必要があることから、事業における経営状態を分析・評価し、改善を図るとともに、自治体に経営改善のための具体的な手法を提案することを目的とする。

昨今、地方自治体では、こうした財政状況の悪化を原因に、水道事業の業務を洗い出し、業務改革を行うことを目的として、民間事業者への包括的な業務委託の検討や指定管理者制度の活用、さらにはPFIの導入を視野に入れた研究・調査も行われるようになってきている。本研究対象地域である高知県東部に位置する安芸市においては、2009年8月現在、人口が約20,138人と市レベルとしては非常に少ないことに加え、大都市圏に比べた地理的条件や、事業を包括的に委託させられる事業者の受け皿の存在が少ないなどの問題もあることから、業務の目的の確認・認識に加え、事業の経営状態が健全であるかどうかを分析・評価することにより、財政的側面から経営改革に着手することにした。

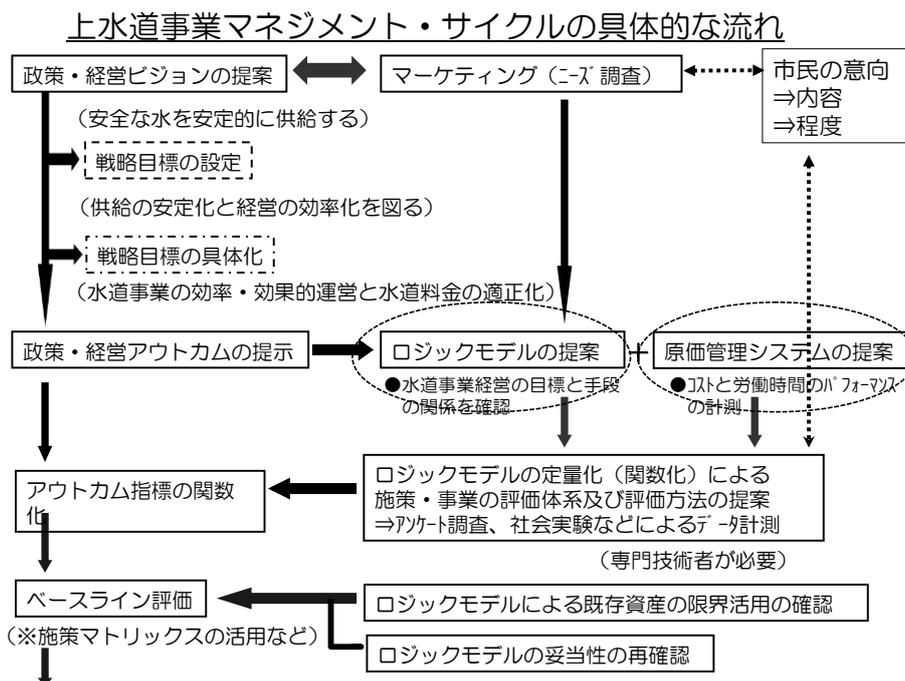
よって、本研究では、事業の経営目標とする最終アウトカムを効率かつ効果的に達成することを目標としているため、市民への説明責任を果たせるよう、「事業の目的と手段」を表す経営ロジックモデルを予め構築しておく。なぜなら、本稿で対象としている原価管理システムの開発に含まれる事業・業務は、水道事業の経営目標である政策目標、施策目標を達成するために日々遂行されているものであり、原価管理システムの構築前に、まず経営主体である自治体は、エーベルが指摘する〔2〕ように「事業の目的」、すなわち「われわれの事

業は何か、またどうあるべきか」を定義・再認識し、事業目的を市民に明確に可視化しておく責務があるからである。今日の地方自治体では、財政状況の悪化にばかり気を取られ、また日々繰り返えされる定常的業務に慣れてしまっている体質になっていることから、本来の市民に対する事業目的が埋没してしまっている傾向にあるため、経営モデルを構築し、アウトカム、アウトプット指標等を再確認する行為は経営改善にとって必要不可欠である。

次に、本稿の大きなテーマである水道事業の経営改善を図る必要性があることから、コスト構造と支出している経費を分析する。そこで、事業経営分析のための具体的な手法として、民間企業で積極的に取り組まれている活動基準原価計算（Activity Based Costing）の考え方や手法を導入することにより、上水道事業原価管理システムの開発を行う。このABC分析の考え方により、事業の中で営まれている業務をすべて把握し、その業務を事業遂行に必要な「活動」として捉え直すことで、その活動ごとのコストを原価管理することにより、コスト構造を把握・分析し、経営状態の健全化を図る。この原価管理システムは、上水道事業経営システム（経営ロジックモデル）のサブ・システムとして機能させることで、①原価管理システム開発による経営分析及びコスト削減→②経営分析結果に基づく業務内容・プロセスの見直し・改善を含む業務の合理化→そして最終的に③ビジネス・プロセス・リエンジニアリング（BPR）へと導く役割を果たすものである。本研究においては、高知県安芸市上下水道課と共同研究を実施することにより、自治体におけるシステムの開発ばかりでなく、システムの「実装」を目的としている。

8. 2. 研究の位置付け

地方自治体の上水道事業の経営改善を図るため、本研究では、最初に、行政が計画や事業を遂行するに際して、その企画・立案から評価を行うために実施すべきであるマネジメント・サイクルを構築し提示する。郵政民営化に象徴されるように、「官から民へ」、「民間でできることは民間で」、「行政はコア・コンピタンスに特化する」といった官民の役割の見直しが流行しているが、水道事業においても、政府が打ち出した「骨太の方針」（2001年）[3]の中で、「水道など地方公営企業への民間的経営手法の導入を促進する」という記載がある。ここ数年来、こうした流れを受けて「行政経営」という経営スタイルが民間的経営手法を模倣して流行しているけれども、自治体によりその解釈の仕方や取組方法が異なるため、その形態は様々である。事業の執行に際し、PDCAサイクルの実施や競争原理の導入等がその最たる例であるが、取扱う社会現象や問題に対し、その問題発生要因となる原



因や結果を因果関係で導く論理的思考（システム思考）や、アウトプット指標・アウトカム指標を評価関数で定量的に分析し、設定・評価を行うマネジメント・サイクルを適正に実施し、運営できている自治体はほとんどない。

よって、本研究では、提案する新しいマネジメント・サイクルに従い、経営システムを構築し、政策・経営ビジョンを明確にする。そして、経営ロジックモデルを構築することにより、計画や事業が目的とする政策・施策を明確にし、経営目標を達成するために必要なアウトプット、アウトカムを導出することを可能にする。

加えて、それに基づくサブ・システムとして原価管理システムの構築を図ることで、事業運営に費やされているコスト構造を分析把握し、経費削減の対象となる活動を分析・検証する。以下は、本研究で、実施・構築した項目を整理したものである。

- (1) 上水道事業マネジメント・サイクル
- (2) 上水道事業経営システム
- (3) 上水道事業原価管理システム

8. 2. 1. 社会資本マネジメントの流れ

まず、原価管理システムの構築に入る前に、上水道事業の目的と経営目標を明確にする

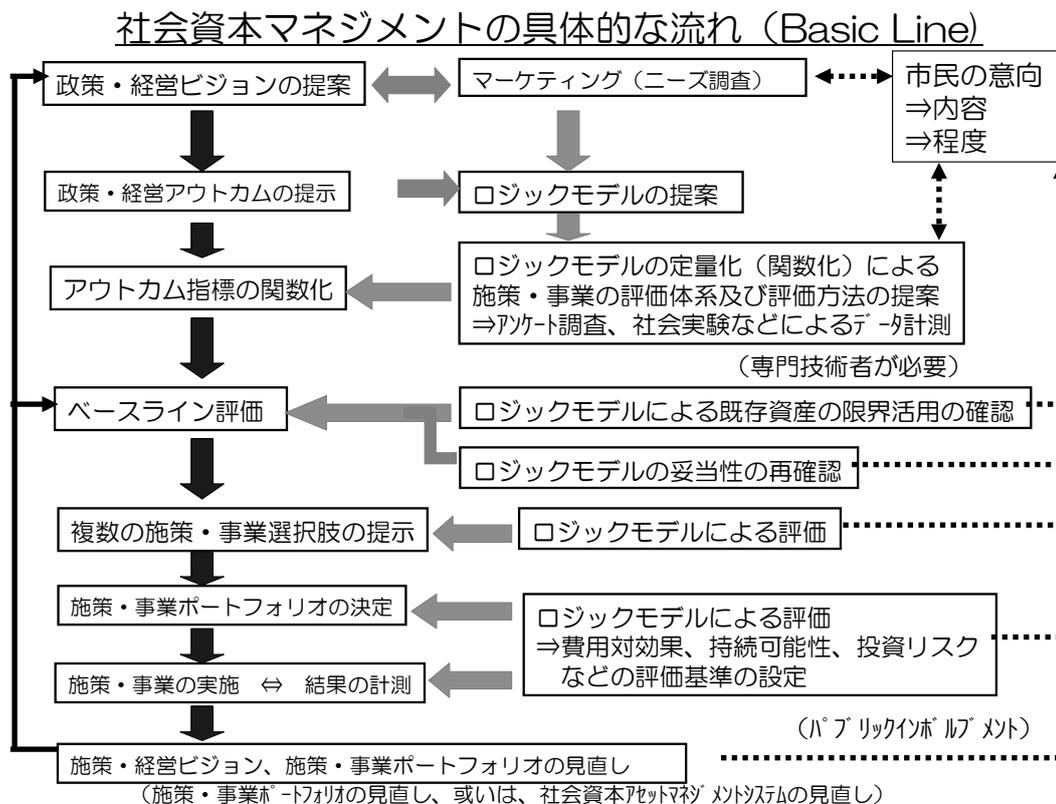


図 8. 2 上水事業マネジメント・サイクル

必要性があることから、事業を効率・効果的に運営するために、上水道事業のマネジメント・サイクルについて述べる。

本研究では、提案する社会資本マネジメント・サイクルの具体的な流れ（図 8. 1）をベースに、上水道事業における社会資本マネジメントの流れを提案し、政策・経営ビジョンの再確認を行い、経営ロジックモデルの構築を試みた。

昨今、三重県の事務事業評価システム、静岡県業務棚卸表、さらには青森県の政策マーケティングといった比較的人口規模や財政規模の大きい地方自治体で「行政評価」が NPM（ニューパブリック・マネジメント）の具体的な取り組み事例として実施された結果、そうした取り組みや考え方が全国的に波及している。総務省自治行政局の調査 [4] では、2008 年 10 月 1 日時点で、47 の都道府県と 17 の政令指定都市のすべてにおいて行政評価は導入されており、また他の 1,857 のうち、846 団体が導入、その中で市区町村に至っては 782 団体が導入している。一般的にこの「行政経営」と呼ばれる手法は、対象とする範囲も広範囲であり、かつ明確な定義づけがなされていないために、その捉え方は千差万別であるのが特徴である。

(参考) ■安芸市総合振興計画2006より上水部門抜粋

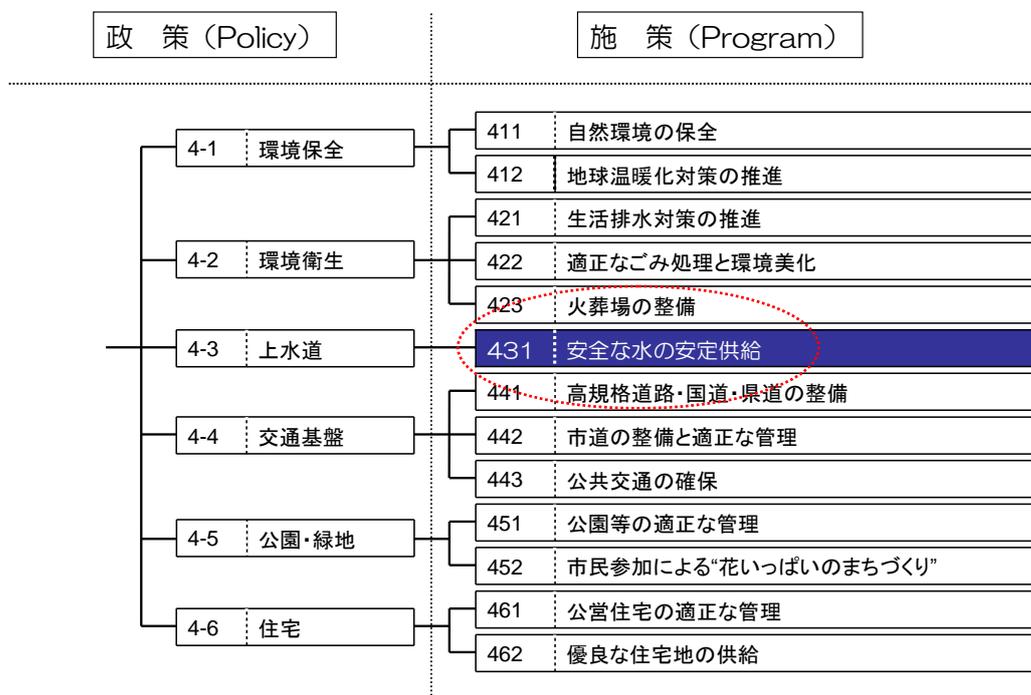


図 8.3 安芸市総合振興計画（抜粋）

そこで次に、「行政経営」について以下で論じる。なぜなら、行政において、ハード・ソフトの社会資本に対する投資がその規模に応じて財政上の中心的な位置を占めており、市民に対する行政サービスは社会資本の運営に基づき実施されているからである。地方自治体においては、適切な社会資本マネジメントの在り方を導出することが必要不可欠であり、そのためには「行政経営」と「社会資本に対する投資・運営との関連性」を論じることが求められるのである。

社会資本として定義される対象は、周知のように広くは道路や防災施設、地域の公民館や福祉施設などのハードに始まり、まちのホームページや広報誌等による住民への情報提供を目的としたデータベースやサービス提供システムはもとより、住民票の発行や国民健康保険などのソフト的業務・事業に至るまで極めて幅広く、住民あるいは市民にサービスを提供することを目的として整備され、運営され、そして維持管理されていかなければならない。

本研究の対象事例である上水道事業は、まさしく市民に安全な水を安定的に供給することを経営目標とし、その対価として公共料金である「水道料金」を徴収することを目的と

4-3 上水道

| | | | | | | | | |
|-------------|---|------|---|--------|-------|---|-------|--|
| 整理番号 | 431 | 基本施策 | 安全な水の安定供給 | | | 担当課 | 上下水道課 | |
| ねらい | ○水道施設・設備を適正に維持管理する ○経営の効率化と安定化を図る | | | | | | | |
| 目標① | 有収率 (%) | 現状 | 90.7 | 平成18年度 | 94.0 | 平成20年度 | 94.0 | |
| 目標② | 布設替え石綿管延長 (m) ※年間 | 現状 | 475 | 平成18年度 | 1,830 | 平成20年度 | 2,050 | |
| 年度別 事業計画 | 平成18年度 | | 平成19年度 | | | 平成20年度 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ●老朽配水管の布設替え・耐震化 川北・津久茂 ●漏水調査 上水道：西部地区 58km 簡易水道：赤野、入河内 ●水道事務の包括的民間委託検討 実施事例の収集・調査 ●震災時対応マニュアルの検討 | | <ul style="list-style-type: none"> ●老朽配水管の布設替え・耐震化 穴内・伊尾木・土居 ●漏水調査 上水道：東部地区 59km 簡易水道：井ノ口 ●水道事務の包括的民間委託検討 実施事例の収集・調査 ●震災時対応マニュアルの策定 | | | <ul style="list-style-type: none"> ●老朽配水管の布設替え・耐震化 矢ノ丸・港町ほか ●漏水調査 上水道：西部地区 58km 簡易水道：赤野、入河内 ●水道事務の包括的民間委託検討 導入シミュレーション | | |

出典「平成18年度～平成20年度 安芸市実施計画書」より抜粋

図 8. 4 安芸市事業実施計画書（抜粋）

していることなどからも、社会資本の典型的な対象といえよう。

よって、図 8. 1 で提案した社会資本マネジメント・サイクルをもとに、本研究の対象である上水道事業における研究方法、すなわち上水道事業のマネジメント・サイクルを示す（図 8. 2）。

まず、安全な水を安定的に供給するという政策・施策ビジョンに対して、戦略目標を具体化し再確認する。この政策・経営ビジョンは、安芸市振興計画の中で上水道事業に対する施策として市民への安全な水の安定供給が掲げられていることや（図 8. 3）、市の事業実施計画書（図 8. 4）における上水道事業のねらいに経営の効率化と安定化を図ると謳われていることから明白である。

そのため、本研究では、上水道の供給の安定化と経営の効率化を図ることを戦略目標として設定した。

8. 2. 2. 問題解決に向けた仮説とモデル構築

次に、具体化された戦略目標に対し、政策・施策のアウトカムを提示する必要があるため、ロジックモデルを構築し、設定した上水道事業の目標とそれを達成するための手段の関係を確認する。さらに、本研究では、既存の事務・事業における原価管理システムの開発によるコスト分析把握と削減に加え、この分析結果を業務改善へと繋げることが行政経営システムの構築と並ぶメインテーマであるため、ロジックモデルの提案・構築と同時に、上水道事業の全業務を洗い出し、業務フローの再確認をしたばかりでなく、発生するコストを詳細に把握する必要があるため、施策を達成するための事務・事業に必要なとされる所要時間（労働時間）のパフォーマンスも水道事業に従事する担当職員に半年間かけて計測していただいた（平成19年1月～7月まで）、地方自治体において、長年経営されてきた上水道事業の社会的・経済的な環境の変化に伴う経営状態の悪化を改善し、事業の経営目標を効率・効果的に達成するという問題解決を図るためには、本研究が提示する適正なマネジメント・サイクルにおける事業運営と、マネジメント・サイクルの中で構築した経営ロジックモデルの構築（＝上水道事業経営システム）に加え、さらにそのサブ・システムとして位置づける原価管理システムの開発による活動とそれに付随するコスト構造の把握が、経営改善を図り、市民に説明責任を果たす有効なモデルとなると考える。

よって、以下の章で具体的な経営システムの構築方法と原価管理システムの開発方法について詳述する。

8. 3. 政策ロジックモデルの構築

まず、上水道事業の経営システムとなる上水道事業経営ロジックモデルを構築する前に、ロジックモデルの定義や歴史について触れる。

8. 3. 1. ロジックモデルの定義・歴史

ロジックモデルとは、社会システム或いは経営システムの経営目標としてのアウトカム（成果指標等）に対して、経営資源である人・物・予算の活用方法や事業、サービス、施策などのアウトプットがどのように関係し、貢献しているかを論理的に表した「目的と手段の関係図」或いは論理モデルである。

また、この関係図は、体系図或いは論理モデルの形態を取るため、事業における「経営システムの構造そのもの」を示している。ロジックモデルは、1998年に米国ミシガン州に

上水道事業経営ロジックモデル（経営システム）

●政策目標：安全な水を安定的に供給する

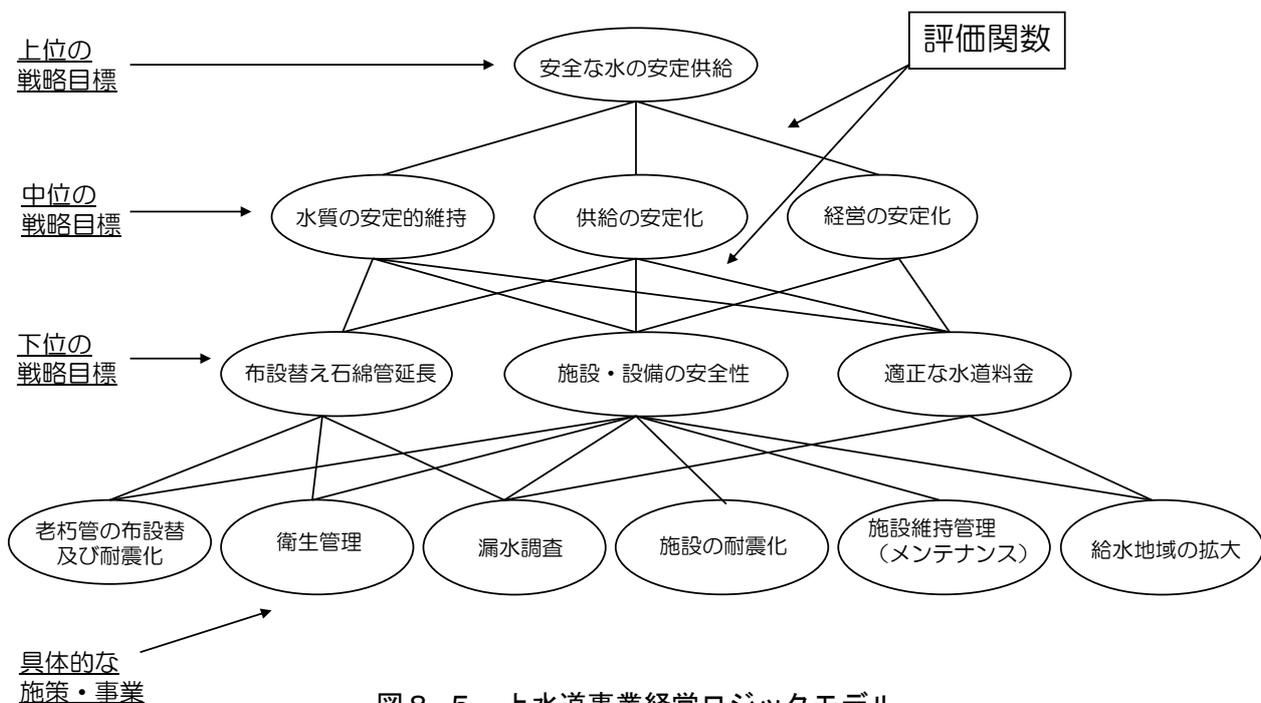


図 8.5 上水道事業経営ロジックモデル

ある「W. K. Kellogg Foundation: Logic Model Development Guide」[5] にプログラム・ロジックモデルとして紹介されているが、その歴史を見れば、1970年代に米国の政策シンクタンクであるアーバンインスティテュートの J. S. Wholey らによって、政策を評価するためのモデルとして開発された事に端を発する。

近年では、平成 15 年 8 月に上記「W. K. Kellogg Foundation: Logic Model Development Guide」を(財)農林水産奨励会 農林水産政策情報センターが「ロジックモデル策定ガイド」[6]として翻訳を行ったものが存在し活用されている。

国内における地方自治体においても、ロジックモデルを用いた政策形成を始め、行政評価、都市計画づくりが行われ始めており、行政職員のみでなく市民等を含むステークホルダー参加型で構築される例も出現し始めている。福井県政策推進マネジメントシステム[7]の中に見られるロジックモデルを通じた政策議論や、島根県農業会議における「取り組もうロジックモデル」[8]などはその活用事例である。

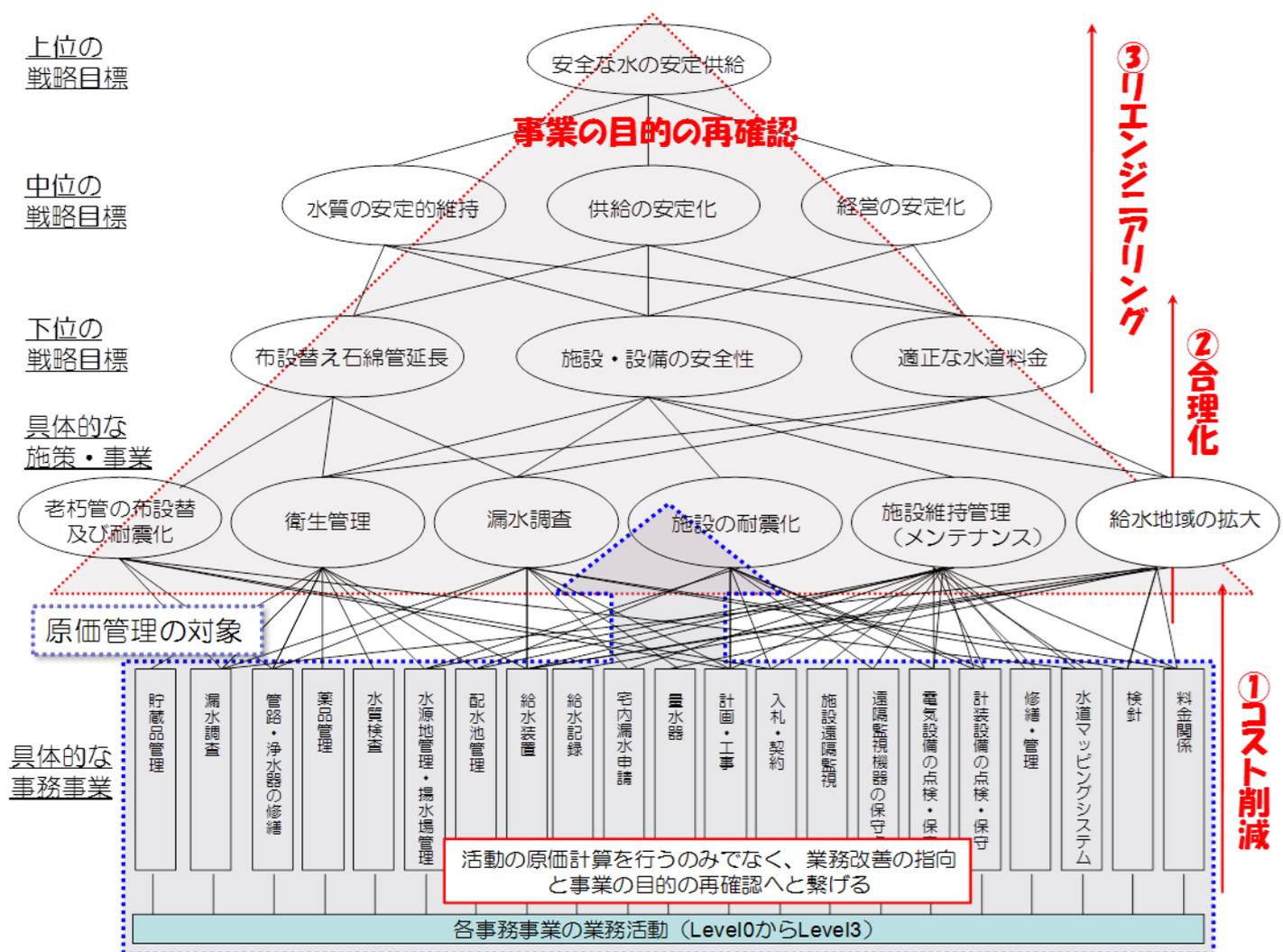


図 8. 6 原価管理システムの対象範囲と経営システム

8. 3. 2. ロジックモデルによる経営システムの構築

それゆえ、本研究の対象である上水道事業の経営においても、このロジックモデルを構築し、経営目標を達成するための目的とその手段を明らかにすることにより、行政経営システムの構築を行った。図 8. 5 は、上水道事業における経営ロジックモデルである。

ロジックモデルの一般的な特徴として、その構築の目的が政策・施策に関する企画・立案の性格を帯びたモデルであれ、経営的性格を帯びたモデルであれ、経営目標である最終アウトカムを達成するためにそのモデルが底辺の経営要素である施策・事業・各種サービスから垂直的方向に上昇すればするほど、目標達成までの期間は長期化する。上水道事業における本モデルにおいても、例えば、日々の水質を維持・管理するための衛生管理や、

安全な水を安定的に供給するために必要な漏水調査ばかりでなく、施設の耐震化や経営的要素の最も顕著な給水地域の拡大などの施策・事業が展開されることにより、下位の戦略目標から上位の戦略目標へと繋がり、順に達成されていくのである。

それでは、次に本研究におけるロジックモデルに関して、上水道事業経営システムと、もう一つの構築対象システムである、経営システムのサブ・システムとして位置づける「原価管理システム」との関係を示す。

8. 3. 3. 経営システムと原価管理システムの関係

通常、事業や施策及びサービスを実施したり提供したりするために行われる具体的な事務等は、先に示した図8.5のロジックモデル中に表現されないため、構築された経営システムと原価管理システムとの関係が明瞭ではない。そのため、図8.6で原価管理システムの分析・構築対象となる範囲を明らかにするとともに、行政経営システムとの位置づけを示した。ここで、経営システムとなるロジックモデルと原価管理システムとの関係性を述べる。ロジックモデルを導入した経営システムの構築を最初に行うことによって、事業・業務を実行することで達成すべきアウトカム・アウトプットが明確になるため、事業本来の目的を再確認できるとともに、事業経営が悪化している状態の時に陥りがちな非論理的かつ不適切な判断基準の下でのコスト面のみに着目して実施される事業・業務の削減・廃止を効果的に防止することも可能となる。また、本研究で開発した原価管理システムは、通常、原価管理として行われがちである“単価”の追求に焦点を当てたシステムと異なり、業務改善を行い、経営支援・経営判断を行うことができる“問題解決指向型”となっているため、この経営ロジックモデルの下に原価管理システムの対象となる事業・業務を結びつけることによって、「原価管理によるコスト分析から安全な水の安定供給という経営目標達成まで」のプロセスをも明確に可視化するものである。

先の節でも触れたが、具体的な施策・事業は、日常、定常的・非定型的に繰り返される事務や業務の集合体であり、この日々繰り返される細部の一つ一つの業務に、事務や業務に従事する職員の人件費や備品費、さらには消耗品費、光熱水費、施設等の維持管理に関する減価償却費等が発生している。

それゆえ、本研究においては、原価管理システムの構築により、水道事業に関するすべての業務を洗い出し、コスト構造の分析・把握を行い、コスト削減を図ることに加え、業務改善を指向することを目的としているのである。なお、詳細な原価管理システムの開発

表8.1 上水道事業活動確認シート例

| 業務の種類 | | 労働時間 | 割合 | 摘要 | |
|-------------------|-------|--------|-----|-----------------|-----------|
| 業務名 | 業務の内容 | (hr/年) | (%) | 労働時間 (hr/1業) | 業務量 |
| | | 業務フロー | | | |
| 企画・計画 | | | | | |
| 経営者議決 | | 合計 | 0 | 合計 | 0 |
| 水道事業経営審議会 | | 小計 | 0 | 小計 | 0 |
| 予算 | | | | | |
| 事業及び財政・経営計画 | | 合計 | 399 | 合計 | 10.5 |
| 事業及び財政・経営計画 | | 小計 | 19 | 小計 | 0.5 |
| 経営計画書作成 | | | | | 3年・5年のスパン |
| 当初予算 | | 小計 | | 小計 | 5 |
| 当該年度予算作成 | | | 190 | | |
| 補正予算 | | 小計 | | 小計 | 5 |
| 補正予算作成 | | | 190 | | 6-9-12-3月 |
| 起債管理 | | | | | |
| 起債 | | 合計 | 80 | 合計 | 18 |
| 起債 | | 小計 | | 小計 | |
| 償還額計算 | | | | | |
| 起債額計画 | | | | | |
| 起債費算出 | | | | | |
| 償還 | | 小計 | 36 | 小計 | |
| 当初予算で当年度償還額を計上 | | | 24 | | |
| 償還金の支払事務 | | | 12 | | |
| 借入 | | 小計 | 44 | 小計 | |
| 借入 | | | | | |
| 借入手続事務 | | | | | |
| 工事計画・管理 | | | | | |
| 工事発注 | | 合計 | 161 | 合計 | 16 |
| 業者登録 | | 小計 | | 小計 | |
| 入札 | | 小計 | | 小計 | 10 |
| 工事施工問い合わせ | | | | | |
| 指名業者の決定 | | | 36 | | |
| 入札案内 | | | 29 | | |
| 入札の実施 | | | 18 | | |
| 開示用入札記録 作成・閲覧 | | | 60 | | |
| 契約 | | 小計 | | 小計 | |
| イ) 発札業者との契約 | | 計 | 18 | 計 | |
| ロ) 変更問い合わせ | | 計 | | 計 | |
| ハ) 契約変更 | | 計 | | 計 | |
| 会計管理 | | | | | |
| 企業会計 | | 合計 | 801 | 合計 | 28 |
| 収入・支出問い合わせ及び伝票業務 | | 小計 | 286 | 小計 | 10 |
| イ) 問い合わせ及び伝票処理 | | 計 | | 計 | |
| 収入・支出伝票の作成 | | | 14 | | |
| 調定伝票作成(当月分) | | | | | |
| 給料伝票作成 | | | | | |
| 来期調定確立 | | 計 | | 計 | |
| ロ) 未収金・未払金伝票処理 | | | | | |
| 未収金・未払金伝票の作成 | | | 14 | | 毎日 |
| ハ) 収入・支払事務 | | 計 | 115 | 計 | |
| 収入・支払伝票の作成 | | | 143 | | |
| 収入・支払事務(入金・小切手等) | | | | | |
| 決算 | | 小計 | 229 | 小計 | 8 |
| 消費税計算事務 | | | 73 | | |
| 税抜残高試算表等の作成 | | | 12 | | |
| 決算書の作成 | | | 120 | | |
| 決算分析資料の作成 | | | 24 | | |
| 月次監査 | | 小計 | 286 | 小計 | 10 |
| 通帳残高と対応勘定残高を日毎に突合 | | | 75 | | 毎月処理 |
| 予算差引簿と対応勘定残高を突合 | | | 50 | | |
| 勘定元帳等を出力 | | | 12 | | |
| 資金予算金の作成 | | | 124 | | |
| 監査実施 | | | 25 | | |

方法について、次の章で詳しく述べる。

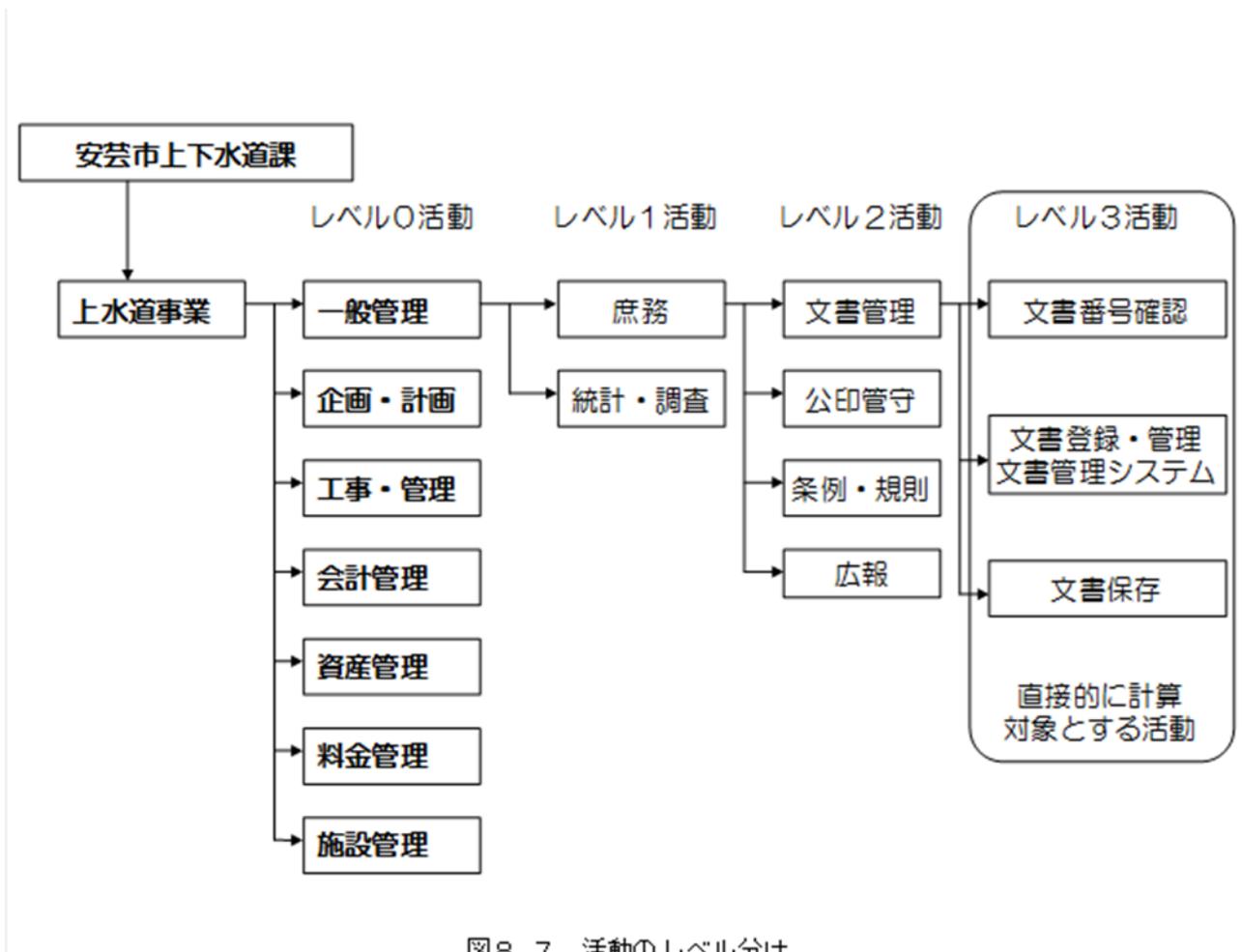


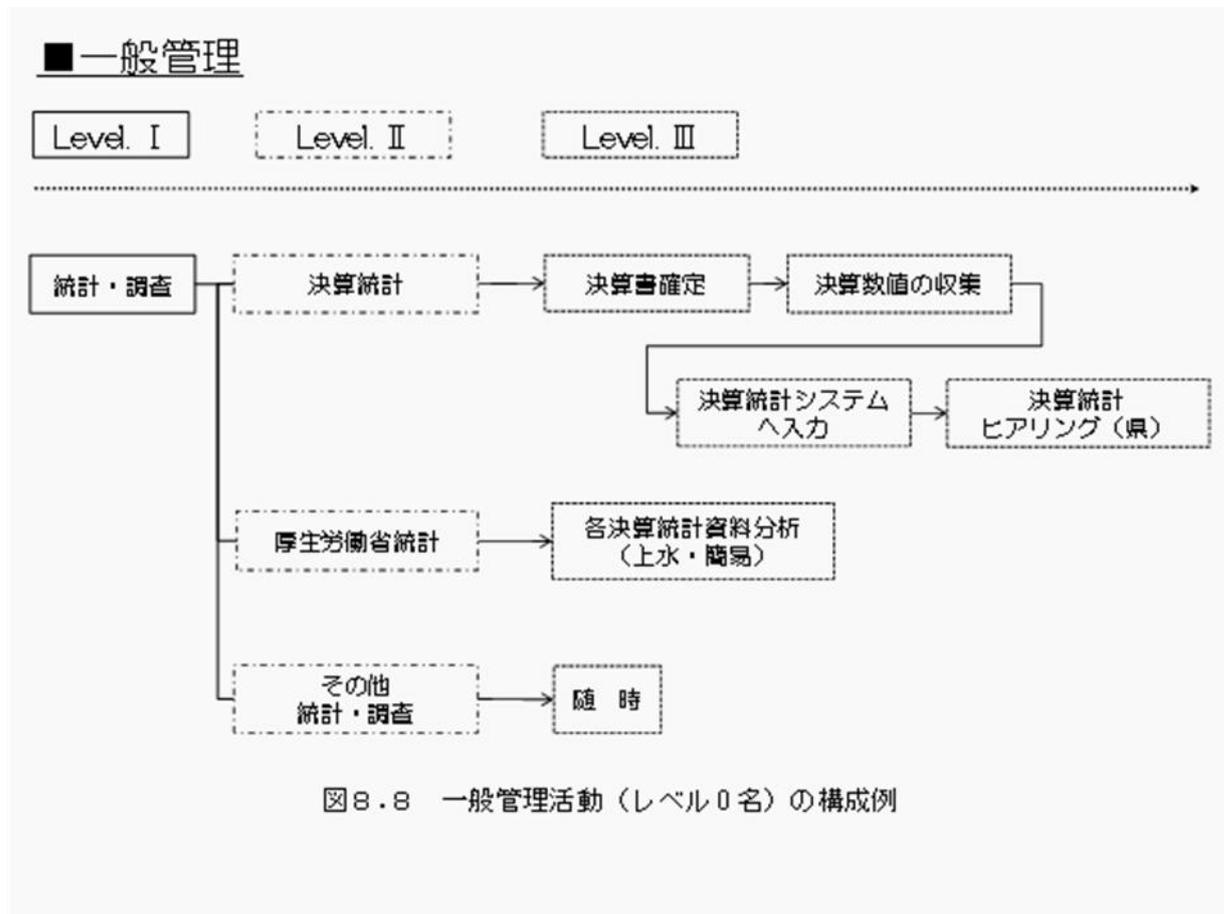
図8.7 活動のレベル分け

8. 4. 原価管理システムの開発

さて、上水道事業経営システムのサブ・システムとして機能する原価管理システムの開発方法について示す。先の章でも触れたが、行政を取り巻く環境は、財政難や求められる行政サービスの内容が複雑かつ多様化する等、大変厳しいものとなっている。

このような状況下にあることから、行政の効率化を達成するために、行政経営システムが強く要請されていることは既に述べた。この行政経営システムを構築するためには、まずは現状の「業務活動」を評価することが必要不可欠である。そこで、本章では高知県安芸市の上水道事業を構成する活動の原価を評価する原価管理支援システムを開発することを目的とする。本研究で言う“原価の評価”とはただ単に原価計算を行うことに留まらず、行政経営システムに真に求められている“業務改善を指向する”ことを意味する。

8. 4. 1. 原価管理システム開発のフレームワーク



本研究の対象である高知県安芸市上下水道課では、上水道事業に関して単価の計算は行っている。しかし、この単価計算を行ってもその単価を占める費用構成が分かるのみに留まっている。またさらに、その費用構成において多くを占めるのは通常労務費である。しかしながら、地方自治体において労務費を改善することは人事が絡むため容易ではない。

それゆえに、活動毎に原価計算を行った場合であれば、例えば、原価は非常に掛かっているがその事業を遂行するにおいて必要不可欠でないならば、その活動自体を行わない、つまり廃止（もしくは中止）するといった改善を検討すると考えられる。本研究で言う「原価」とは一般的に用いられているような労務費、材料費そして経費から構成するものとする。

活動毎に原価計算を行う手法としては先に述べたような活動基準原価計算 ABC(Activity Based Costing) [9] [10] [11] [12] がある。しかし、そこでは活動の一般的な捉え方は定義されていない。そこで、本研究では、まずは本事例オリエンテッドに活動の捉え方を考えている。

本研究においては、最初に、その活動を定義し、整理する必要性があったことから、水

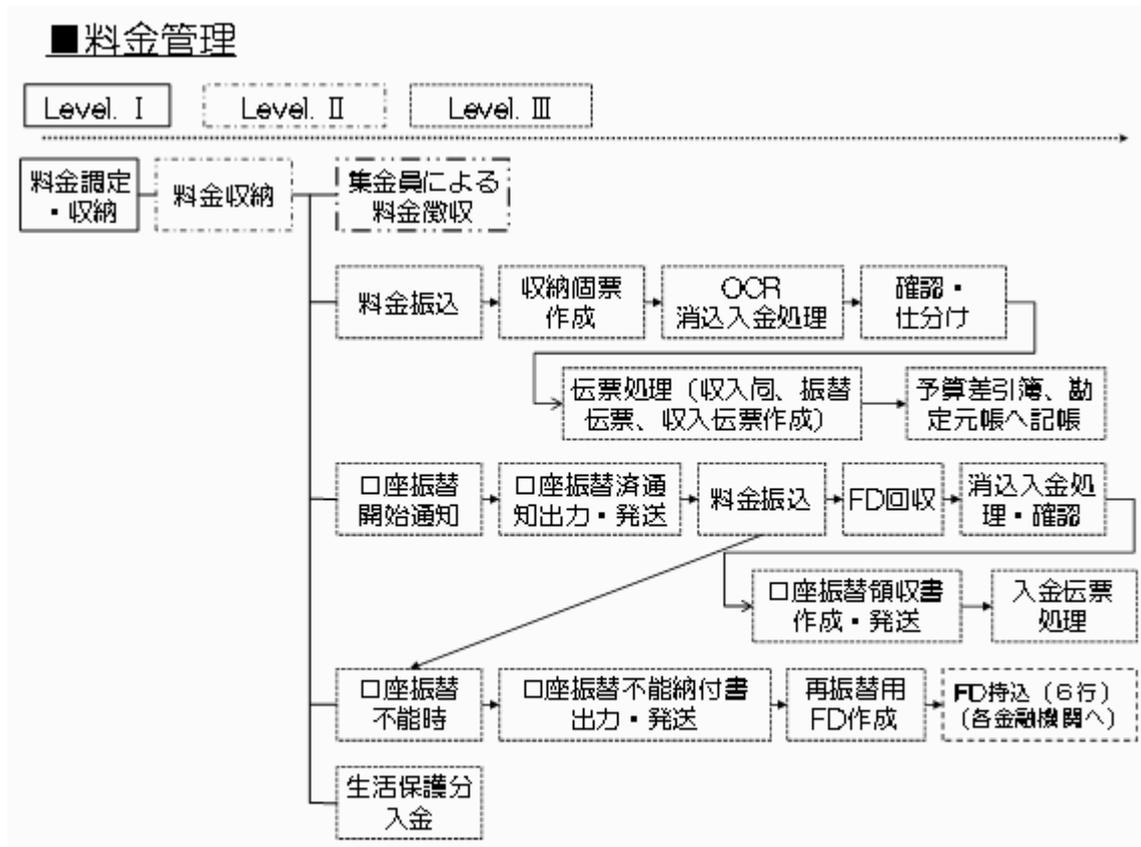
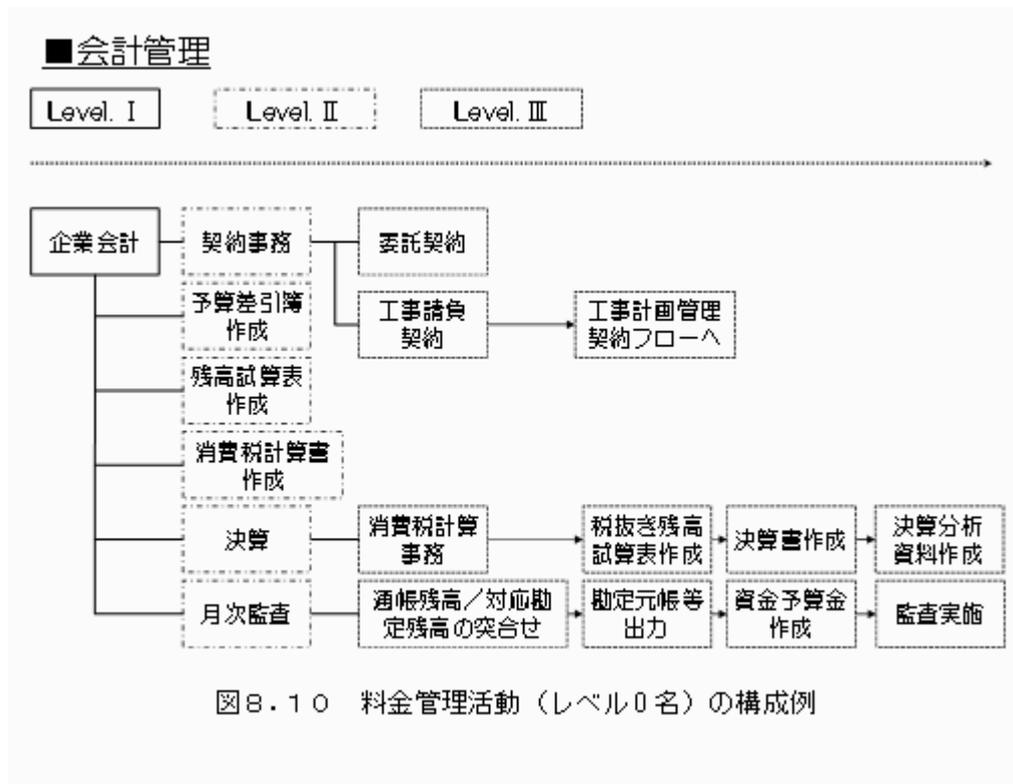


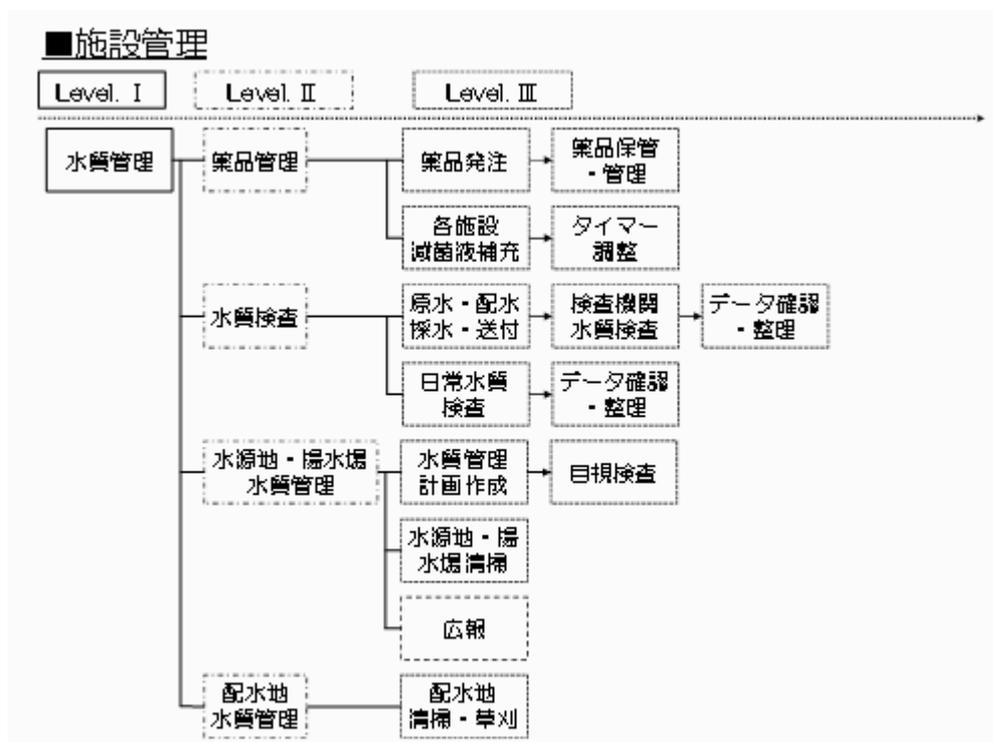
図8.9 会計管理活動（レベル0名）の構成例

道事業における全活動の整理・分析に際し、すべての業務の洗い出しを行い、業務フロー（業務遂行のためのプロセス）を再確認する作業を安芸市上水道系の職員とインタビューを行いながら長期間に渡り共同で行った。表8.1は、上水道系の職員とインタビューをしながら業務を洗い出し、整理した水道業務一覧の抜粋である。

安芸市の上水道事業を分析した結果、水道事業を構成する業務は、「一般管理」から「施設管理」までの7つの活動に分解できることが判明した（図8.7）。また、これらの活動は対象事業の概要を表すようなレベルの活動であり、更に下位レベルの活動に分解できるものであった。図8.8～8.11は、下位レベルの活動とその活動のフロー、すなわち業務遂行のために必要なプロセスを表したものである。業務を活動として捉え直し、レベルの分類からレベル3といった詳細な活動へとブレイクダウンし分解する作業を行うことは、業務のプロセスを把握し、将来、業務改善→業務の合理化へと繋げる際に非常に有効である。



しかしながら、こうした分析を通して、次のような問題点があることに気付かされた。



本来、業務改善を念頭に置いた場合求められる活動とは、「活動と計算結果の原価との関係が1対1」になるものである。なぜなら、ある活動が複数のアウトプットをもたらすようなレベルで活動を捉えた場合、なぜそのような原価となるのかその原因を特定できないからである。そのため、本研究では直接的に原価計算の対象となる活動を次のように定義した。

「活動」とは、「事業目的を達成するために必要な業務を、ある一つのアウトプットをもたらす一連の系列が明らかになるレベルまで分解したもの」とする。この定義に従い分析を行った所、レベル0～3に分解することができた。本研究ではこのレベル3の活動を直接的な計算対象として分析を行った。

8. 4. 2. システム設計

本項では、システムの設計方法について述べる。行政体の特徴の一つに人事異動がある。通常毎年のように、大なり小なり担当の配置換えが行われる。よって、原価計算システムにおいて職員データは変動するものとなる。またさらに、担当職員が換わるとその仕事のやり方も変わる場合があるため、上水道事業を構成する活動データ自体も変動する可能性がある。結果、開発するシステムを取り巻く環境は一定ではないため、その変化に容易に対応できる柔軟性がシステムに求められる。それゆえ、開発するシステムは入力されたデータに基づいて処理を行うことができるような“データ駆動型のシステム”として設計する必要がある。本研究で開発したシステムは、このような地方自治体の実状に対応する必要があることから、実際の上水道事業の現場担当職員に何度もインタビューを重ね、繰り返し「活動」を見直し、調整を行うことにより、計測可能で、かつ自治体の現場で使用可能な仕組みを開発してきている。また、原価計算を行った後は診断を行い業務改善案の提言が必要となる。その業務改善案の提言には原価という定量的情報以外にも、事業の経営戦略や目的と言った定性的情報も加味し行う必要がある。しかし、その定性的情報の処理はシステム化が非常に困難であるため、ユーザに任せることにし、本システムはユーザが判断する際に必要となる定量的情報の加工・整理を行うものとする。この定量的情報を様々なインターフェイスを駆使して多元的にユーザに提示することによって業務改善の支援を行う。

8. 4. 3. システム構成

まず、本システムがこれまで民間企業や、他の自治体がABC分析を用いて経営分析を行

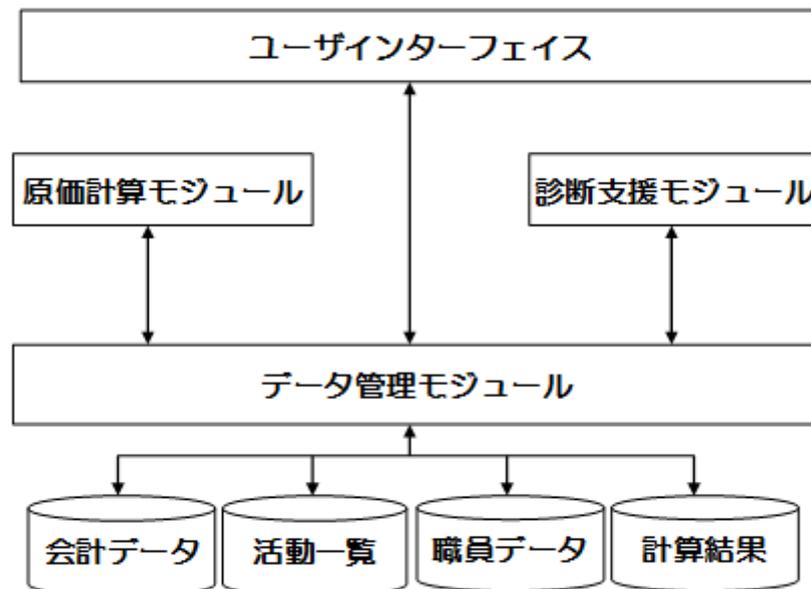


図8.12 システム構成図

ってきた原価管理システムと異なる点を述べる。なぜなら、これまで民間企業や一部の自治体において行われてきた ABC 分析に基づく原価管理と本システムとの違いを述べることにより、本研究が実際の自治体における現場での“実装”を強く意識した実用性の高いものであることを提案できるからである。

まず、民間企業と行政における原価管理の相違であるが、これは、これまで行政においては、単価計算は行ってきたが、“原価計算”を行ってこなかったということに尽きると思われる。つまり、行政において原価計算が行われてこなかったために、業務が効率化されない一因となっていると考える。また、他の自治体が ABC 分析を用いて経営分析している手法と本研究における原価管理システムとの相違について述べるならば、これまで ABC 分析を用いて経営分析や原価管理を行ってきた自治体では、“活動”の捉え方にバラツキがあり、加えて、“原価（単価）を計算する行為”に終始してきた。

よって、本研究では、行政サービスのコストをより“正確に”把握することに努めるために行政における「活動」を 8.4.1 項で述べたように明確に定義付けを行ったことは、これまでの行政で行われてきている原価管理の考え方と一線を画するものであり、この活動の定義付けに沿った業務レベルの分解に基づく原価管理システムを構築することで、業務効率の改善へとつなげることを目的としている点が本システムの新規性である。

このような自治体の実状を踏まえ、以上のシステム設計に基づき本システムは大別して

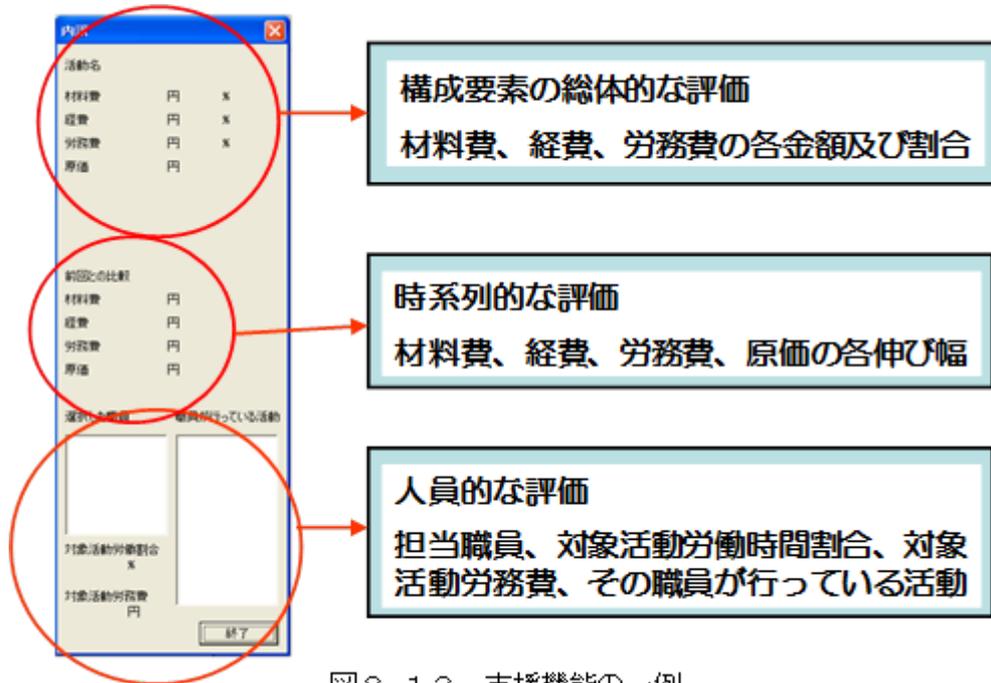


図8.13 支援機能の一例

以下の4つのモジュールから構成されている(図8.12)。

まず、ユーザ・インターフェイスはユーザと会話を行いデータや計算結果の表示等を行う。次に、データ管理モジュールは職員データ、会計データ、活動一覧、及び計算結果の4つのデータを管理するものである。そして、原価計算モジュールは各データに基づき原価計算を行い、計算結果をファイル出力する。最後に、経営診断の際に支援機能の役割を果たす診断支援モジュールは、計算結果を整理し表示する様々なグラフィック機能によって

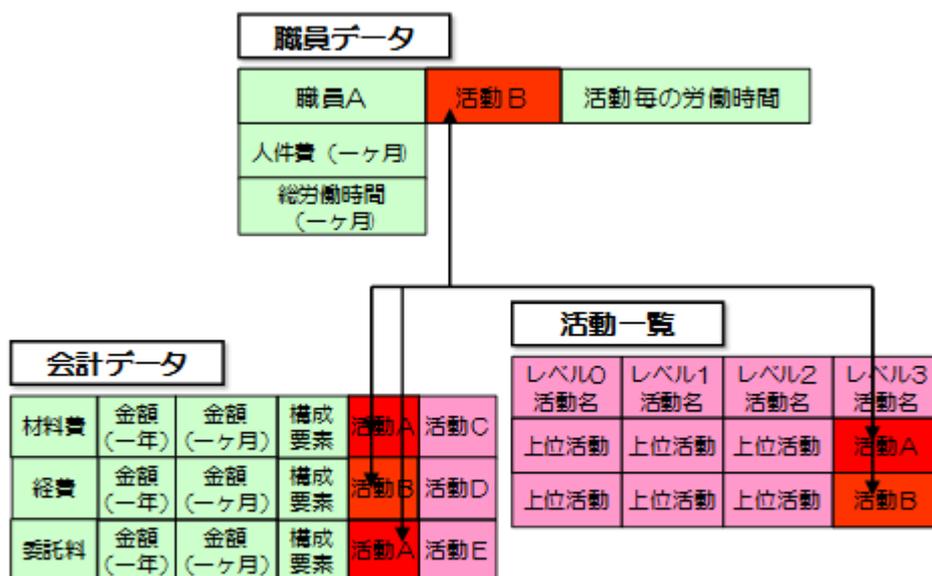


図8.14 データのリンク構造

| | A | B | C | D | E |
|----|-----------|------|-------|------|-------------|
| 1 | 問題活動抽出 | | 色の初期化 | | メインメニューにもどる |
| 2 | 全体 | レベル0 | レベル1 | レベル2 | レベル3 |
| 3 | 活動名 | 活動名 | 活動名 | 活動名 | 活動名 |
| 4 | 安芸市上下水道課 | | | | |
| 5 | 一般管理 | | | | |
| 6 | 庶務 | | | | |
| 7 | 文書管理業務 | | | | |
| 8 | 文書の管理 | | | | |
| 9 | 公印管守 | | | | |
| 10 | 公印 | | | | |
| 11 | 発布 | | | | |
| 12 | 条例・規則業務 | | | | |
| 13 | 条例 | | | | |
| 14 | 支私関係業務 | | | | |
| 15 | 集金 | | | | |
| 16 | 施設 | | | | |
| 17 | 広報業務 | | | | |
| 18 | 広報 | | | | |
| 19 | 水道事業経営審議会 | | | | |
| 20 | 水道 | | | | |
| 21 | 統計・調査 | | | | |
| 22 | 決算統計業務 | | | | |
| 23 | 決算 | | | | |
| 24 | 県との | | | | |
| 25 | 厚生労働省統計業務 | | | | |
| 26 | 上簡 | | | | |
| 27 | その他統計業務 | | | | |
| 28 | 各種 | | | | |
| 29 | 工事計画・管理 | | | | |
| 30 | 工事・委託 | | | | |
| 31 | 入札関連業務 | | | | |
| 32 | 入札 | | | | |
| 33 | 開示 | | | | |
| 34 | 工事計画 | | | | |
| 35 | 管路設計管理、調整 | | | | |
| 36 | 現地 | | | | |
| 37 | 設計 | | | | |
| 38 | 工事管理 | | | | |
| 39 | 工事事業者の指導・ | | | | |

| 活動名 | 文書の管理 |
|----------|------------------|
| 材料費 | 0 円 0 % |
| 経費 | 151618 円 78.96 % |
| 労務費 | 40405 円 21.04 % |
| 原価 | 192023 円 |
| 上位活動中の割合 | 100 % |
| 前回の比較 | |
| 材料費 | 0 円 |
| 経費 | 0 円 |
| 労務費 | 0 円 |
| 原価 | 0 円 |

| 選択した職員 | 職員が行っている活動 | 備考 |
|----------|------------|----------------------------------|
| HO 15 | | 文書の保存、文書の番号確認、文書の登録・管理(文書管理システム) |

図 8.15 計算結果例

業務改善の支援を行う (図 8.13).

8.4.4 システムのフロー

次にシステムのフローについて述べる。材料費や経費に関するデータが格納されている会計データ、及び職員名や労務費が格納されている職員データは、活動データが格納されている活動一覧と関連づけられている (図 8.14)。その関連づけに基づきながら、次のような計算を行うことによって各活動の原価を求める。その結果は図 8.15 に示すようなインターフェイスで表示される。ここでは上水道事業全体から見て、最も原価が高い活動の系列の反転表示や任意の活動の原価内訳表示等が自在に可能となっている。

労務費 = Σ 給料等諸手当 \times (その活動の労働時間 / 担当職員の全労働時間)

経費(材料費) = Σ 経費(材料費) \times (その活動の労働時間 / Σ 経費(材料費))に関連付けられた

活動の労働時間)

委託費＝委託費/その委託費に関連付けられている活動の数

8. 5. 本章の結論

本研究では高知県安芸市上水道事業を対象に経営システムの構築と原価管理システムの開発を行った。この研究を通して以下のことが成果として言える。

- ①政経営システムにおいて必要となる原価計算時の活動の捉え方に関して、本事例の中ではあるが一つの方法を示すことができた。
- ②データ入力さえ行うことができれば、他の行政体にも適用可能な汎用性の高いシステムを開発できた。
- ③水道事業に経営ロジックモデルを導入することで、経営目標を達成するための「目的と手段の関係」が明らかになり、事業を運営するために必要な活動を分析・把握することができた。このことは、水道事業サービスを楽しむステークホルダーに対する説明責任を果たすことに繋がるばかりか、原価管理の対象となる事業・業務が、単なるコスト削減のための原価管理のみを目的とするのではなく、原価管理を通して、事業・業務プロセスの再確認をし、経営ロジックモデルにおける政策目標や施策目標を含めた“事業の本来の目的”を再認識することにも繋がる。
- ④活動及びその業務プロセスを整理・確認し、活動に付随する労働時間を計測したことにより、業務内容や活動に従事する時間の意識が芽生えた。

一方、今後の課題としては次のことが言える。本研究は、経営システム及び原価管理システムを地方自治体に実装し、経営モデルとして機能させることを目的としていることは先に述べた。今後は、安芸市上下水道課で実際に両システムを使用して頂きその評価・検証を重ねていく必要がある。なぜなら、構築したモデルの検証を地方自治体の中で行って初めて、システムの有効性が立証されるばかりか、経営状態の改善効果が計測でき、その結果、発見される課題に基づき、さらなるシステムの改善へと繋がるからである。

こうした実社会での実装こそが、経営システムとしての最適化、すなわちシステムのメンテナンスを行うことを可能にするのである。

参考文献

- [1] 石井晴夫：「水道事業における経営改革と民間的経営手法の導入」『経営論集』69号
(2007)
- [2] エーベル(石井 淳蔵)：「事業の定義」, 碩学社 ()
- [3] 『構造改革と経済財政の中期展望(2005年度改定)』(2006)
- [4] 総務省自治局. : 平成20年度地方公共団体における行政評価の取組状況.
<http://www.soumu.go.jp/> (2009)
- [5] W.K.Kellogg Foundation: 「Logic Model Development Guide」(1998)
- [6] (財)農林水産奨励会, 農林水産政策情報センター: 「ロジックモデル策定ガイド」(2003)
- [7] 福井県総務部政策推進課: 「福井県政策マネジメントシステム」(2004)
- [8] 島根県農業会議: 「取り組もうロジックモデル [ロジックモデル 大田市稲用地区で活用の事例]」(2006)
- [9] 松川孝一: 「図解 ABC/ABM」, 東洋経済新報社 (2004)
- [10] 南学: 「実践自治体 ABC によるコスト削減～成果を出す行政経営～」, ぎょうせい (2006)
- [11] 南学: 「行政経営改革自治体 ABC によるコスト把握」, ぎょうせい (2003)
- [12] 櫻井通晴: 「ABC の基礎とケーススタディ」, 東洋経済新報社 (2004)

第9章 行政組織に於けるシステム設計・開発について

第4～8章までに渡り企業組織及び行政組織に於ける個別システムの具体的な開発方法について論述を行った。その議論を基に、本章では、両組織に於ける個別システムの設計・開発段階を含め比較分析することによって最終的に行政経営に於けるシステム設計・開発に関するモデルを導出する。

9.1 半構造問題に於ける企業組織と行政組織との知の相異

サイモンは経営上の意思決定を「プログラム化し得るもの」と「プログラム化し得ないもの」とに2分類できるとした[1]。「プログラム化し得るもの」とは反復的でありルーチン的であるような意思決定を指す。一方、「プログラム化し得ないもの」とは稀にしか発生せずその意思決定に定石はないような意思決定を指す。その後、ゴーリーとスコットモートンはサイモンの考えを拡張し問題をその構造に着目し3分類した[2][3][4]（表9.1）。構造的とはその問題を構成する変数が明確でありかつその変数間の関係も明確であるものである。さらに、それを解決するためのアルゴリズムが存在するものである。

表9.1 問題の構造による分類と管理階層との関係

| | | ゴーリーとスコットモートンによる | | |
|------|-----|------------------|-------------------------|------|
| | 変数 | 変数間の関係 | 解決方法 | 評価指標 |
| 非構造的 | 不明確 | 不明確 | 経験, 勘 | 効果 |
| 半構造的 | 明確 | 大枠的には明確 | 大枠的にはアルゴリズム有(細部はデータに依存) | 効果 |
| 構造的 | 明確 | 明確 | アルゴリズム有 | 効率 |

| | | 坂本による分類 | | |
|-------|-------|---------------|-----------------|--|
| 問題\階層 | 戦略的計画 | マネジメント・コントロール | オペレーショナル・コントロール | |
| 非構造的 | ◎ | ○ | × | |
| 半構造的 | ○ | ◎ | ○ | |
| 構造的 | × | × | ◎ | |

存在する問題の種類

◎:最も多い, ○:比較的多い, ×:比較的少ない

従って、効率を指標としてその解を評価できる問題である。一方、非構造的とはその対極にあり何が変数かさえも分かっておらず例え分かっていたとしてもその関係は不明確である。よって、その問題を解決するためには経験や勘が頼りとなる。従って、その解の評価は効果が指標となる。これらの問題の分類は上述のようにサイモンがまず行ったものである。それをゴリーとスコットモートンが拡張させ半構造的という概念を導入した。半構造的とは、非構造的と構造的の中間に位置する構造である。具体的には、変数は明確に分かってはいるがその間の関係は大枠的にしか明確に分かっていないものである。よって、その解決方法も大枠的にはアルゴリズムが分かっているがその細部はデータに依存するためデータの吟味をその都度要することになる。従って、その解の評価指標は効果的であるかどうかとなる。

以上の問題の種類とアンソニーの管理サイクルとの関係を整理すると大凡表9.1の通りになると思われる。つまり、変化の激しい環境への適応がその目的となる戦略的計画に於いては非構造的問題が相対的に最も多いと思われる。一方、その対極にあり相対的にルーチンワークの繰り返しの要素が強い現場に関係するオペレーショナル・コントロールでは相対的に構造的な問題が多いと思われる。それらの中間に位置付けられるマネジメント・コントロールではそれに伴って問題も中間的な構造である半構造的な問題が相対的に多くなると考えられる。しかし、以上の整理はあくまでも相対的なものに過ぎない。上述した本論で個別システムとしてシステム開発を行った問題の中で戦略的計画やオペレーショナル・コントロールに位置付けられるものでもその問題の構造は半構造的な問題であった。それは、戦略的計画に位置するものでもシステム化できていることから非構造的とは言えず、一方、オペレーショナル・コントロールに位置付けられるものでもアルゴリズム的に定量的に解決できていないことから明らかである。よって、本論の個別システムで対象としている問題は半構造的である。

半構造的な問題の特徴の1つは、上述したようにその解決に於いて大枠の手順は明確であるがその細部はその都度データを分析する必要があるということであった。一方、評価という行為にはその部分機能として知的活動である判断と創造が内包されているのだと思われる。つまり、人間の知的活動によってその都度データを吟味し判断や創造を行っているのである。この判断や創造に知を要するという点をさらに情報处理的に分析すると次のように考えられる。情報処理では、如何に複雑な処理で例えあったとしてもその構造は逐

次処理，繰り返し処理そして分岐処理の組み合わせで再現可能であるとされている．この理論に従うと，判断及び創造機能に於いてその一部に分岐処理がありそこがその都度データによって分岐の仕方が異なるのであると思われる．

以上のように，半構造的な問題を対象とする個別評価システムを開発する場合は知が大きく関わることになる．よって，その知の存在や内容が企業組織と行政組織でどのように異なるかがシステム開発を行う際のアプローチに大きく関係することになる．

その知は，当該組織の業務を通して創造，蓄積されるものと考えられる．さらに，知の質は業務つまり当該組織の特性によって影響を受けるものと考えられる．そこで，以降では行政組織の特性分析を通して行政組織と企業組織での知の相異を明らかにする．

にする．

その行政に於ける組織・経営上の基本的な特徴としては次の様なものが挙げられる（図9.1）．図9.1に於いて，パターン知とは法令理論に基づいた仕組み知や過去にうまくいった前例に基づいた慣習知である．一方，実際知とは具体的な良い結果をもたらすプロセスや組み合わせパターン（ノウハウ）を指す．つまり，実利的結果を産む方法として蓄積された方法論に関する知識であり，パターン知に対してあらゆる規範を最低限に留めるこ

行政組織に於ける実際知創造の可能性（組織特性分析）

○ 分析上の基本となる組織・経営上の特徴

- 1. パターン知による業務遂行
 - * 法令主義による業務遂行を基本としているとともに、過去に問題が生じなかったパターンで業務を実施すべきであるとの考えと、それにより責任を回避できるというメリットが存在することを理由としている。
- 2. 公共であるが故の市民の幸せと言った目的の特性に起因する代替案の選択基準の曖昧さ、複雑さ
- 3. 経営上のリスク認識レベルの低さ
- →4. 戦略のモデル化レベルの低さ

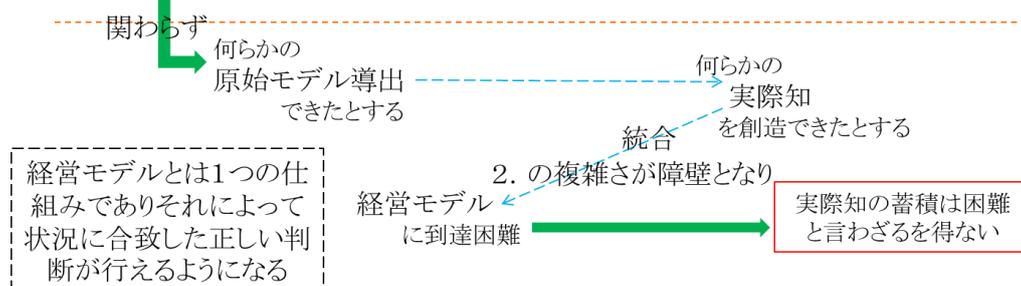


図9.1 行政組織に於ける特性とそこから見た実際知創造の可能性

野中郁次郎等:「組織的知識創造理論」

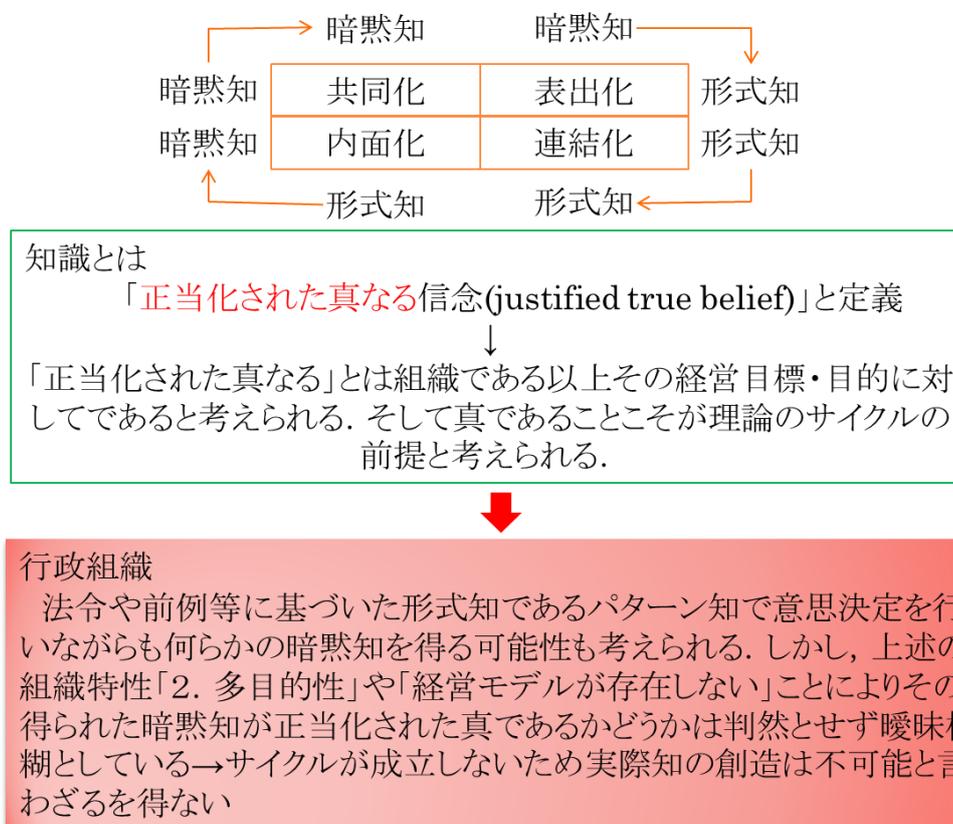


図 9. 2 知識創造理論からみた実際知創造の可能性分析

とで導出される最高度の自由度を許した知識である. これらの定義に従うと, 本論で指向する総合管理システムに於いて真に必要となる知識は実際知である. よって, 実際知の観点で以下行政組織の特性を分析する.

- (1) パターン知による業務遂行
- (2) 公共であるが故の市民の幸せと言った目的の特性に起因する代替案の選択基準の曖昧さ, 複雑さ
- (3) 経営上のリスク認識レベルの低さ
- (4) (3) 故の戦略のモデル化レベルの低さ

これらの間にはさらに, (2) ~ (4) であるが故にますます (1) に依存するという依存関係が存在する. このような基本的な特徴があるにも関わらず何らかの原始的な経営モ

デルを導出できたとする。その後、そこでの経営メカニズムを足掛かりに何らかの実際知をさらに創造できたとする。そして、その実際知を統合することができればある一つの経営モデルに到達することが可能になると思われる。但し、ここで経営モデルとは一つの仕組みでありそれによって状況に合致した正しい判断が行えるようになるものとする。その経営モデルに到達するために必要なその統合も上述の「2. 多目的」が故の複雑さが障壁となるため経営モデルまで至ることは困難と思われる。よって、上述の定義のように具体的なよい結果をもたらすプロセスや組み合わせパターン（ノウハウ）であるが故にある経営メカニズムの下創造されともものと思われる実際知の行政組織での創造はその組織・経営上の特性からは困難であると言わざるを得ない。

次に実際知創造の可能性について理論面から分析を試みる(図9.2)。上述の野中郁次郎等による知識創造理論では組織での知識創造の理論化を行っている。そこでは、知識を「正当化された真なる信念(justified true belief)」と定義している。一方、本論では実際知を上述のように「具体的なよい結果をもたらすプロセスや組み合わせパターン(ノウハウ)」としている。「正当化された真」とは組織である以上経営目的に合致していると言うことを意味すると考えられる。一方、実際知の定義に於ける「よい結果をもたらす」のよいも経営目的から見てよいと言うことを意味する。また、「信念」とは「ある教理や思想などを、かたく信じて動かない心」とされている[6]。そのため、その信じる対象はプロセスやパターン(ノウハウ)でもよいことになる。以上より、実際知も知識創造理論の対象の知識と考えてよいことになる。

知識創造理論では、知識の創造は共同化、表出化、連結化、内面化という4つのプロセスから成り、そこで暗黙知から形式知そして再び暗黙知へという様に変換されて創造されるとしている。よって、行政組織での実際知創造の可能性を理論的に分析することとはこれら4つのプロセスが行政組織でも成立するかどうかを分析することに他ならない。4つのプロセスが成立するつまり共同化による暗黙知の創造それが形式化されそして体系化された後内面化によって次なる暗黙知の創造の種が生まれるといったサイクルが成立するのはあくまでも上述の本理論に知識の定義にある「正当化された真」ということが前提であると思われる。真であるとは明確に判断できない知識ではそのサイクルが成立しないのは明らかである。

表 9. 2 企業組織と行政組織の業務に於ける知識の相異

| | | 実際知* | パターン知** |
|-------------------------|---------|----------|---------|
| 組織 | | 企業 | 行政 |
| 経験による蓄積 | | ○ | ○ |
| 知の源泉 | 慣習, 法令 | × | ○ |
| | 経営メカニズム | ○ | × |
| 問題解決に於けるパフォーマンス(効果, 効率) | | ○ | △ |
| 知識としての位置付け | | 個人知, 組織知 | 組織知 |

*: 具体的なよい結果をもたらすプロセスや組み合わせパターン(ノウハウ)を指す.

** : 法令論理に基づいた仕組知や過去にうまくいった前例に基づいた慣習知を指す.

行政組織には、形式知としては法令や前例に基づいたパターン知があることを上述した。この形式知に基づきながら意思決定を行いながらも暗黙知を得る可能性も考えられる。しかし、上述の組織特性「2. 多目的性」や「経営モデルが存在しない」ことによりその得られた暗黙知が正当化された真であるかどうかは判然とせず曖昧模糊としている。このような状況から考えると、行政組織に於いて知識創造理論が成立するとは考えられない。よって、行政組織では実際知の創造は不可能であると言わざるを得ない。

以上の行政組織に関する分析を企業組織と対比させ整理すると表 9. 2 となる。このように、ゴーリーとスコットモートンは半構造問題としか分類していないが、その問題の解決に必要な知にまで掘り下げ分析すると行政組織と企業組織では全く異なることが明らかになった。以降では、この知の相異によってシステム設計・開発アプローチが如何に異なり、開発事例が未だ少ない行政組織に於いてどのようにアプローチすべきかを前章までで述べた事例に基づきながら詳述する。

9. 2 企業組織に於けるシステム設計・開発アプローチ

業務をシステム化するためには、まず、その業務を分析し理解することから始まる。これは例え、その業務の改善を目的としたシステム開発であったとしてもまずは現状を理解する必要があるので同様のステップから始まることになる。よって、システムの設計・開

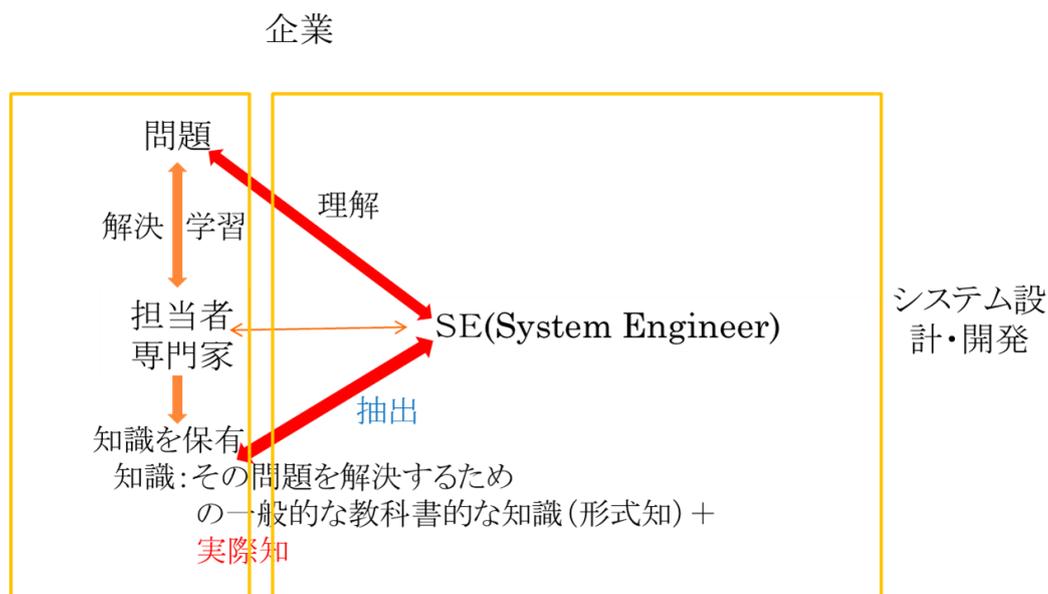


図 9.3 企業組織に於けるシステム設計・開発

発は通常その業務の担当者に業務の行い方をインタビュー調査することから始める。企業組織に於いては、通常その業務の担当者が以下の様に業務を行っているといえることができる（図 9.3）。

その担当者は当該業務の対象となる問題を解決していく過程で学習をする。そのため、経験を積む中で業務の効果や効率が向上するのである。その解決に際しては、所有している知識を利用していると考えられる。この知識の 1 つには、その問題を解決するための一般的な教科書的な知識がある。さらに、上述の実際知の存在が期待できる。この実際知の存在がその担当者の業務の行い方を特徴付けているものと考えられる。その詳細は後述するが、実際知の獲得にはその経営目的が多様である行政に比して、その経営目的が多目的ながらも利益に集約的に考えられることに起因する経営メカニズムが企業組織には存在することが大きく作用していると思われる。またさらに、この実際知は野中郁次郎による知識創造理論 [5] に従うと形式化され組織知化されている場合もあれば暗黙知のままに担当者個人の個人知である場合もある。

以上のように、その業務の遂行に於いて実際知の存在が散見される企業組織に於けるシステム設計・開発は S E が当該問題を理解しその上でその業務で使用している教科書的な知識や実際知を抽出しそれを利用できるようにシステム化することである。そのシステム化に当たっては、上述の P S のアーキテクチャを利用してコンピュータ上にインプリメン

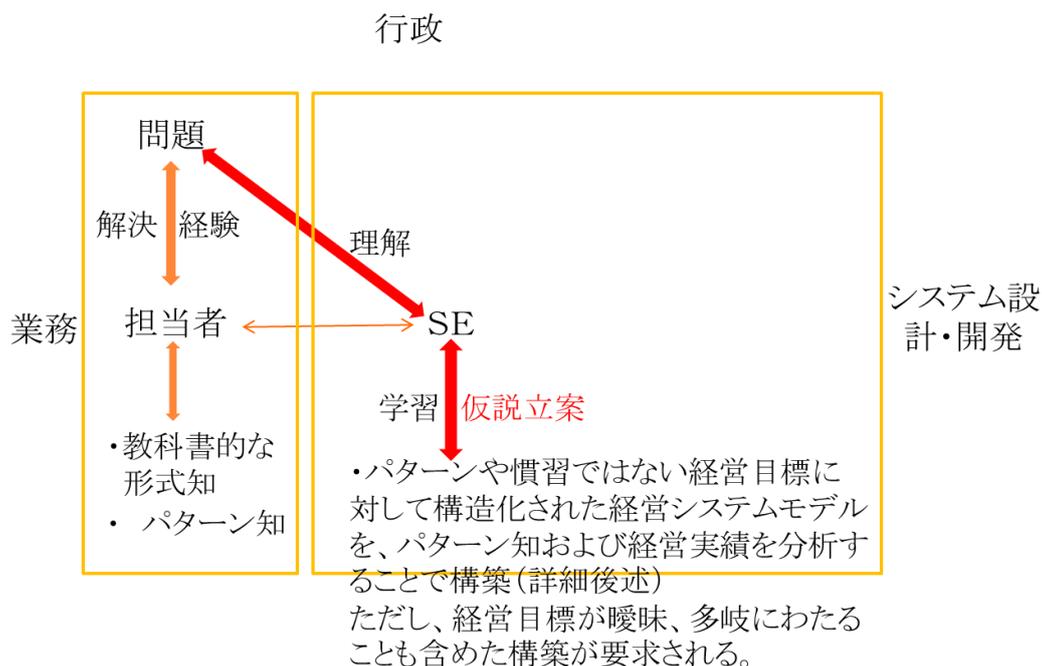


図9.4 行政組織に於けるシステム設計・開発

トしていくのである。また、その知識抽出作業は第2章でも少し触れたように上述の知識創造理論で言う暗黙知であるため、その担当者自身もその知識を構造化してない場合が多いため非常に困難な作業となる。そこで、そのような構造化されていない暗黙知を抽出するための方法の研究も本論では行ってきた。その具体的内容は、付録2（半手順化方式によるフレキシブル・スケジューリング・システム）を参照して頂きたい。

9.3 行政組織に於けるシステム設計・開発アプローチ

行政組織に於いても、業務のシステム化であるため企業組織の場合と同様にその担当者にその業務の行い方をインタビュー調査することから始まるはずである。しかし、現実にはその様にならないことが普通である。と言うのも、通常行政組織に於いては図9.4の様に教科書的な形式知や上述のパターン知を利用して業務を遂行しているからである。パターン知は、その成り立ちから考えて、その問題解決に於ける効果や効率と言ったパフォーマンスは疑問視せざるを得ないし実際そうである場合が多い。

このような状況にあるので、企業組織と同様に知識を抽出しそれを利用すると言ったアプローチは採れない。そこで、SEは問題を理解すると共にパターンや慣習ではない経営目標に対して構造化された経営モデルをパターン知や実績データを分析することによって

構築する。ただし、その際には、経営目標が曖昧多義に渡ることも含めた構築が要求される。

以上のように、実際知の有無によって企業組織とは全く異なるアプローチを採ることになる。その詳細については後述する。

9. 4 行政組織に於けるシステム開発プロセスの詳細分析

前節までで、行政組織とその経営上の特性が知に及ぼす影響について論じた。そこで、本節ではさらにその特性や知がどのようにシステム開発に影響を与え企業組織と行政組織でそのアプローチがどのように異なるのかをシステム開発のプロセスを詳細に分析することで明らかにする。その例として、第8章で述べた安芸市の上水道事業に於ける原価管理システム（図9.5～9.7）と第7章で述べた可燃ゴミ削減施策検討のための意思決定支援システム（図9.10, 9.11）を例に挙げる。そのため、説明の都合上一部は両章と重複論述する箇所がある。

安芸市の上水道事業に於いては上述の組織特性により「経営モデルが存在しない」ためまずは経営ロジックモデルを構築し経営目標や戦略から事業、施策までの論理的な関係を明らかにした。しかし、実際の組織では、事業や施策がさらに展開され日頃行っている事務等の具体的な活動となり職員によって実施されているのである。よって、マネジメント・サイクルの観点から考えると、経営目標を達成するために行っている日常の活動を評価し改善する所謂経営診断機能が経営モデルとして必要となるのである。

そのため、経営診断機能を実現するためにそのモデルが必要になる。企業組織に於いては、そのモデルとして例えば総資本利益率を中心とした経営比率体系が存在する。その体系に確定的なものはないが大凡図9.8のような構造である。ここでは、経営目標から考えて収益性、成長性を中心的に、制約条件的な財務流動性、安全性そして収益性を実態的に支える生産性を評価軸として総合評価して企業力を捉えるものである。企業組織に習うとこの比率体系を使用して行政組織にアプローチすることが考えられる。そのためには、各比率の計算のために当該組織の貸借対照表、損益計算書及び製造原価明細書のデータが必要となる。当該上下水道課では表面的には損益計算書や貸借対照表も作成をしている。

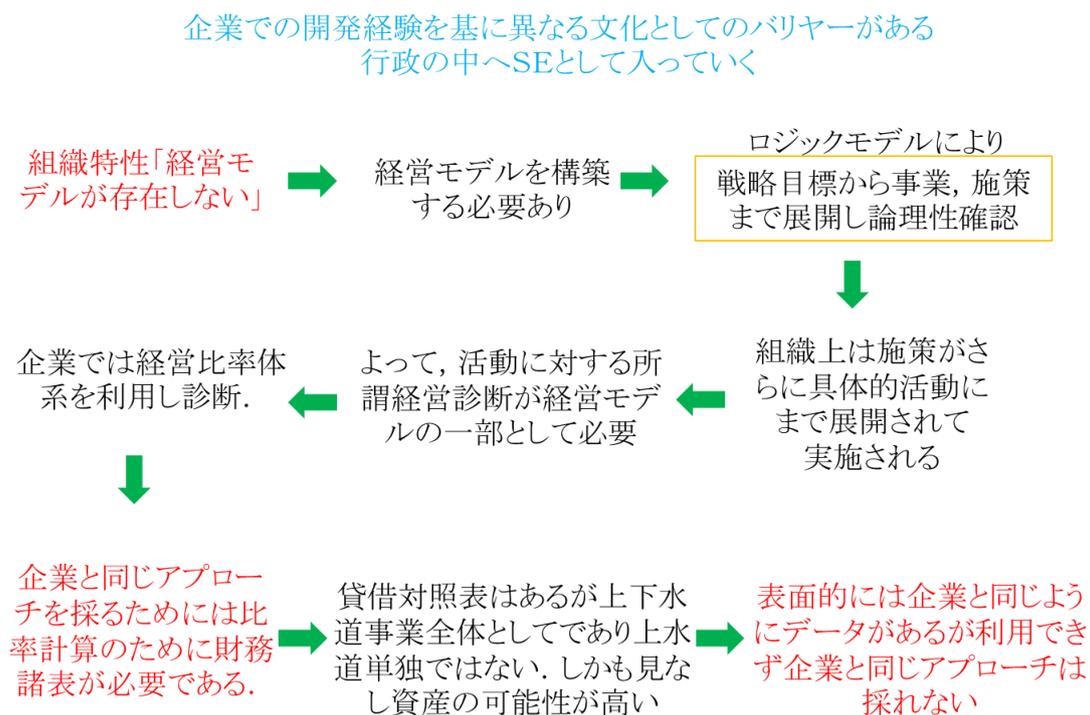


図9.5 行政に於けるシステム開発の詳細プロセス—原価管理（1）

がしかし、特に貸借対照表は水道事業として作成してあるため上水道事業のみの貸借対照表として分析には使用できない。また、さらに、そこには固定資産も計上されているが企業組織で言うところの資産つまり売却まで含んだ自由な処分が可能な意味での資産である可能性は非常に低い。

よって、企業組織と同じようなアプローチを採った場合大部分の経営比率自体は計算できるがそこに意味があるつまり経営診断ができるとは思われない。そこで、行政経営の観点からも費用面を評価しその効率性の観点から改善を行っていくべきであると考えた。そのため、費用管理としては一般的な原価管理を行うべくそのモデル化を行った。上水道事業のような製造業の企業組織であれば通常原価計算は既に行っているためそのデータを利用しシステム化することになる。しかし、組織特性「1. パターン知による業務遂行」や「3. 経営リスクの認識レベルの低さ」により単価は計算しているものの原価は計算を行っていなかった。しかし、単価は例えば1 m³の水道水を作るのに要した費用を意味するのみである。つまり、水道水を作るために行った具体的活動とリンクされていないため経営モデルとして必要な改善に至らない。単価の場合、その費用の構成要素で最も高いのは通常人件費となりその人件費には手を出せないということになりがちである。

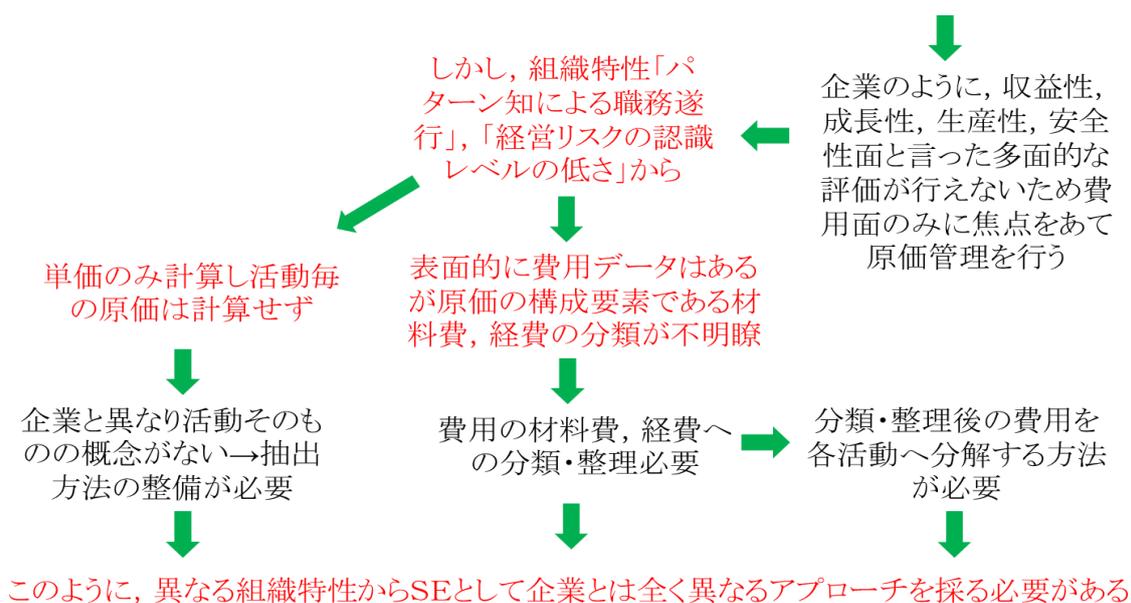


図9.6 行政に於けるシステム開発の詳細プロセス—原価管理（2）

そこで、原価管理システムとしては原価計算自体を行う機能も必要となる。そのためには、原価に関する費用データつまり労務費、材料費、経費の入力・保存機能も必要となる。さらに、上述のように原価情報を基に活動の改善を行うことを目的としているため活動もデータとして入力され費用とリンクされた形で保存される機能も必要となる。一方、その前提として、上水道事業を実施するのに当たって行っている活動を事前に明らかにしておく必要がある。そのため、活動の分析を行った。しかし、活動の一般的なとらえ方が存在するわけではない。そこで、本論では改善を行うことを見据えて「事業目的を達成するために必要な業務を、ある一つのアウトプットをもたらす一連の系列が明らかになるレベルまで分解したもの」として分析を行った。安芸市の上水道の事例では事業の概要を表すものをレベル0としそれをアウトプットするものをレベル1というように順次ブレイクダウンしていきレベル3までブレイクダウンすると上述の定義に合致した活動となった。

以上のようにして、費用データ及び活動データが揃ったが改善を見据えて活動毎に原価計算を行うためには活動と費用を関連付ける必要がある。しかし、各費用はその内訳の費目毎にその総額が示されているだけであり活動と1対1で関連付けられる直接費ではなく間接費である。よって、間接費であるため関連付けられた活動間で按分する機能も必要となった。その按分する際の基準であるが基本的に費用は労働時間に比例すると見なして按分を行った。従って、各活動の入力に伴って労働時間を入力・保存する機能も必要となる。

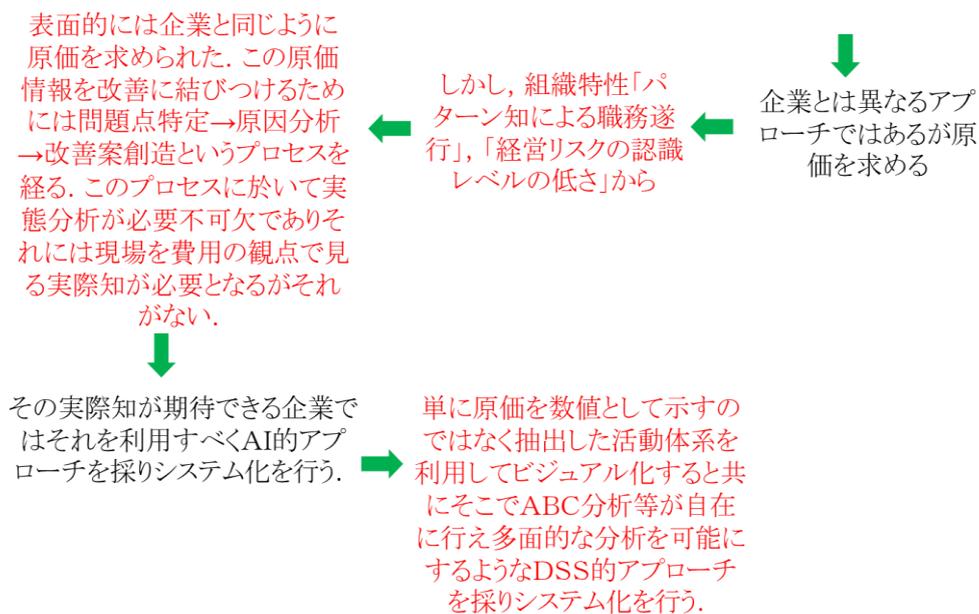


図9.7 行政に於けるシステム開発の詳細プロセス—原価管理（3）

以上のような機能を原価管理システムに持たせることによって原価自体は計算可能となる。しかし、改善に向けて真に必要な機能は原価を評価して問題点を見つけ出しその後原価を押し上げている原因活動を特定しその改善案を創造することである。そのためには、原価という表面的な数値だけでは不可能であり活動を行っている現場の実態をも踏まえた分析が必要不可欠である。

そのため、マネジメント・サイクルとして常日頃原価管理を行っている企業組織では、その実態分析やその結果に基づいた改善案の創造に関する実際知が期待できる。従って、その実際知を抽出した後推論系をコンピュータ上に構築しその実際知を利用するアプローチが可能となる。しかし、その組織特性「1. パターン知による職務遂行」や「3. 経営上のリスク認識レベルの低さ」等によって原価管理自体を行っていない行政組織では全くそのようなアプローチが採れない。

従って、原価管理を行っていなかった職員でも操作が簡単で分かり易いユーザ・インターフェイス機能を持ちながら、上述の改善へ向けた分析・創造へとユーザである職員が促されていくような支援機能を持ったDSSとして開発せざるを得ないことになる。

そこで、ただ単純に計算結果である数値を示すのではなく原価の構造をビジュアル化しその画面の中で必要な情報を見ていくと結果として原価を高くしている原因活動に自然とたどり着くように仕組みを工夫した。具体的には、図9.9のように活動体系を利用するこ

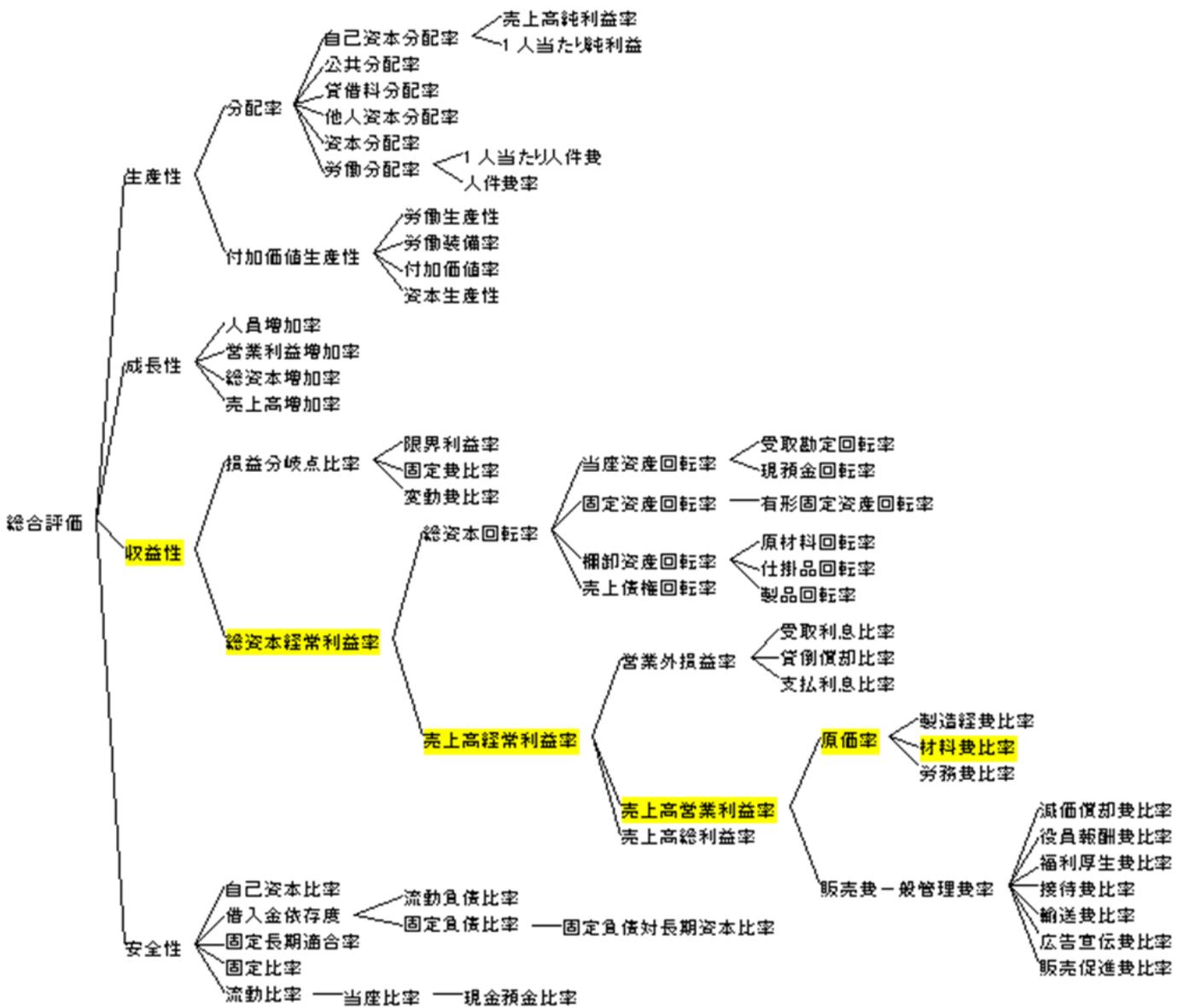


図9.8 企業に於ける経営比率体系例

とである。上水道事業という概念からブレイクダウンを繰り返し原価計算の対象となる具体的な活動に辿り着いたのである。

よって、原価計算をするとはその逆に体系を遡っていくことに他ならない。このことは、もし上水道事業全体で見て原価が高い場合その高くしている主な原因は次のレベルの中で原価が最も高いものにあることを意味している。よって、システムにトップダウン的に原価が高い系列を探索する機能を持たせることにした。さらに、次に高い系列も次々と表示させることも可能にした。このように、高いと言うことをビジュアル化することによって

| 全体 | レベル0 | レベル1 | レベル2 | レベル3 |
|------|---------|------------|-------|----------------|
| 活動名 | 活動名 | 活動名 | 活動名 | 活動名 |
| 安芸市上 | 下水道課 | | | |
| | 一般管理 | | | |
| | 工事計画・管理 | | | |
| | 企画・計画 | | | |
| | 企業管理 | | | |
| | 料金管理 | | | |
| | 施設管理 | | | |
| | 資産管理 | 水質管理 | | |
| | 休暇 | 施設維持管理 | | |
| | その他 | 末端給水施設維持管理 | | |
| | | | 給水装置 | |
| | | | 量水器更新 | 給水装置工事 申請受付・審査 |
| | | | | 給水装置工事 検査・手数徴収 |
| | | | | 給水装置工事台帳整理 |
| | | | | 給水装置修繕 |
| | | | | 開閉栓等受付・料金精算 |
| | | | | 開閉栓等現場作業 |
| | | | | 開閉栓等の変更入力 |
| | | | | 給水停止 |
| | | | | 指定工事業者登録申請受付 |
| | | | | 指導・監督 |

図 9.9 活動体系を利用した原価管理画面

改善に導こうとするものである。様々な原価が高い系列を表示させる機能の他にその活動名をクリックすれば原価の値、その内訳さらに時系列の変化も確認できる機能も用意した。

このような機能を駆使して自在に多面的に原価を捉えることによって問題となる系列を特定していくのである。系列が特定されれば、その系列の最下位にある活動が日頃行っている活動の中で原価的に問題となる活動と言うことになる。つまり、問題点発見となる。このようにして問題点をビジュアル的に発見していくのである。

問題点が発見されるとその次はその原因の特定と言うことになる。上述のようにマネジメント・サイクルとして原価管理を行っている企業組織であればその特定のための実際知が期待できる。その内容は活動の現場等の実態に関するチェック項目に関する知識やそのチェック結果に基づいて原因を推論する知識である。このような実際知があれば現場等の実態に関する質問を行いその実態に関する情報を獲得する機能と実際知を利用してその活動の原価が高くなった原因を推論する機能をAI的アプローチを利用して実現することができる。しかし、行政組織ではその様な知識が組織特性の「1. パターン知による業務遂行」により期待できない。よって、上述の問題活動を発見する時のように原因を特定でき

前例と同様に企業での開発経験を基に異なる文化としての
バリエーションがある行政の中へSEとして入っていく

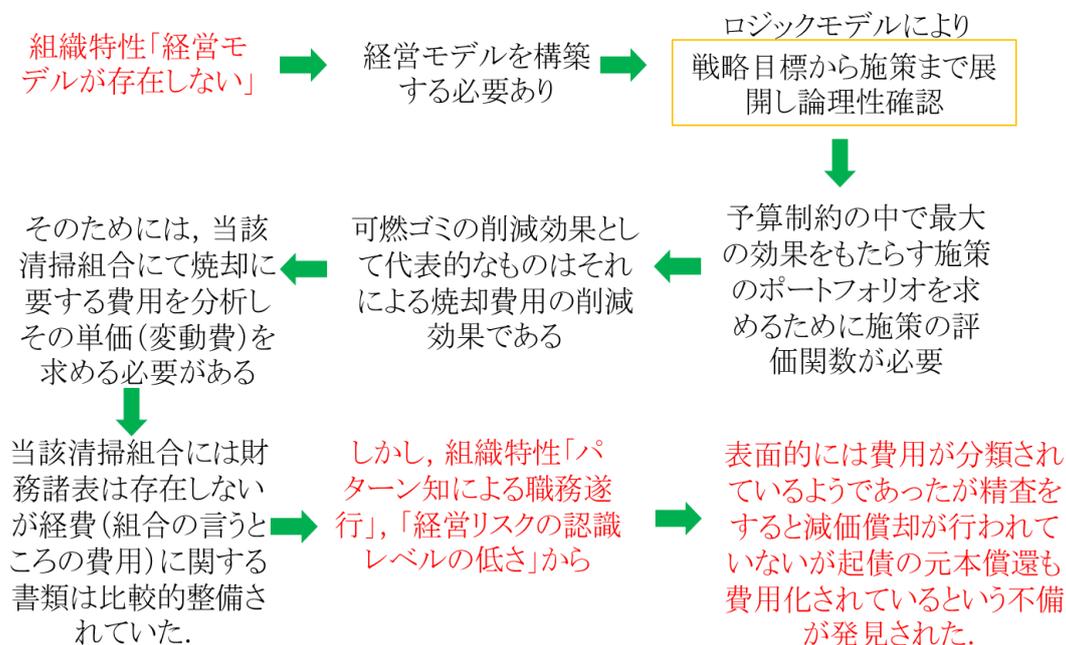


図9.10 行政於けるシステム開発の詳細プロセス－可燃ゴミ削減施策検討（1）

るように促していくDSS的なアプローチを採ることになる。そこでの仕組みは次のようである。

上述のように間接費である経費及び材料費は以下の様な計算式で按分をしている。

経費：ある1つの活動にかかった経費＝

経費の合計金額×（その活動の労働時間／その経費に関連する活動の総労働時間）

材料費：ある1つの活動にかかった材料費＝

材料費の合計金額×（その活動の労働時間／その材料費に関連する活動の総労働時間）

このため、ある活動の経費又は材料費が高い場合その原因は計算式上①経費又は材料費の合計金額が高いまたは②その活動の労働時間が長いことになる。ここで、①の視点に立つとその費用を効果・効率的に管理することが必要になってくる。

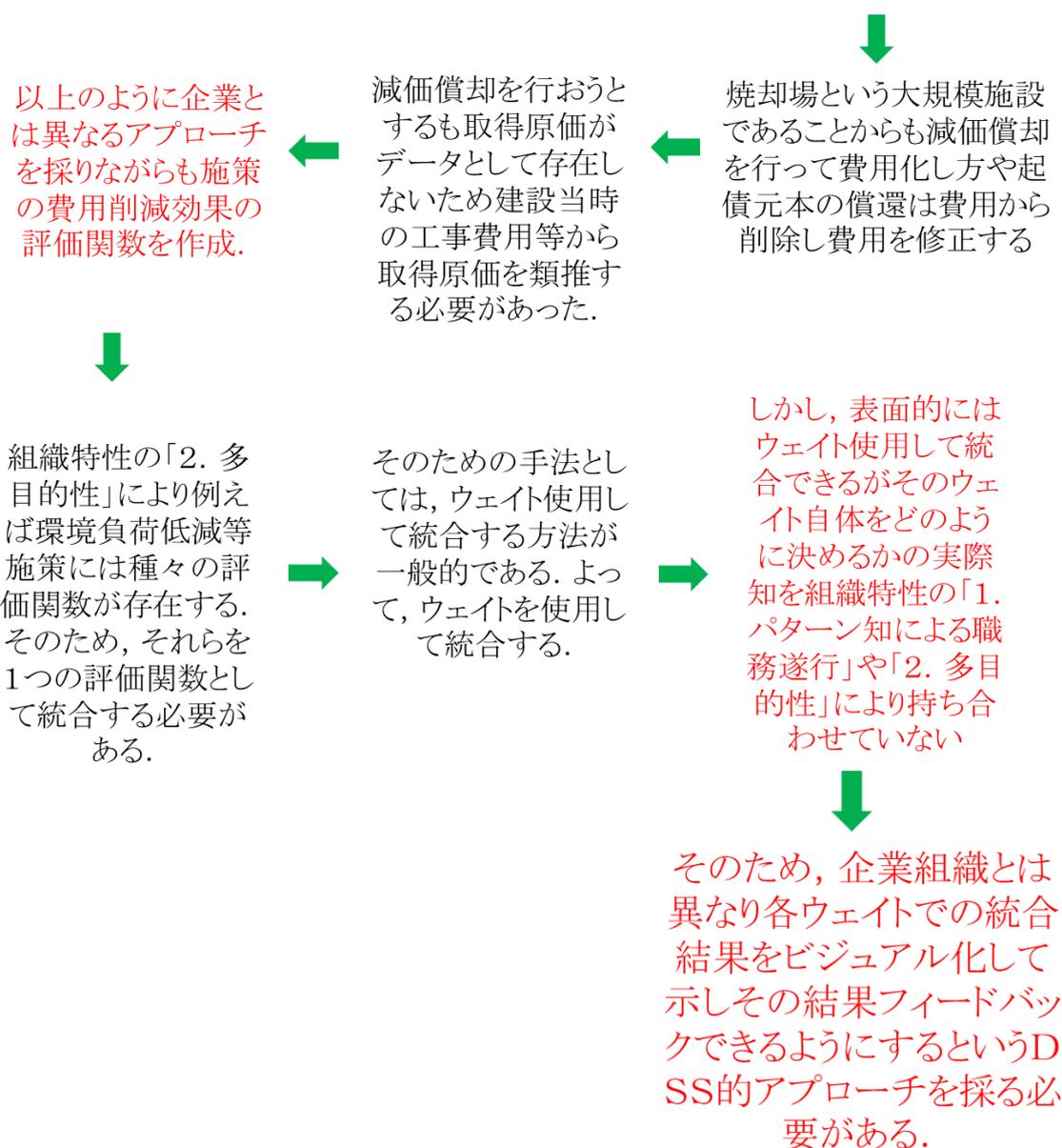


図9.11 行政於けるシステム開発の詳細プロセスー可燃ゴミ削減施策検討（2）

そのための手法としてQCの七つ道具の1つであるABC分析がある。この分析を行うと各費用の総額に占める各内訳費目の割合のランキングが分かる。その上位の費目を原因としその改善を行えば効果・効率的に原価を改善できることになる。よって、そのようなABC分析を行う機能が必要となる。この機能を使用して経費又は材料費の合計に占める割合が大きくその原因と考えられる費目を特定していくのである。一方、人件費も間接費であるので以下の式で按分を行っている。

人件費：ある1つの活動にかかった人件費＝

Σ 給料等諸手当 × (その活動の労働時間 / その活動を行っている職員の総労働時間)

この計算式に従うと、その原因は①事業に対して職員数が多い、②その活動の労働時間が長い、または③活動を行っている職員の給料等諸手当が高いが考えられる。そこで、①に関して分析する機能としてアイドリング分析機能を開発した。アイドリング分析機能とは、事業に対して職員数が多い場合は、アイドリングタイムつまり業務を行っていない時間が長くなるであろうという前提の下の機能である。この機能を使用して人件費が高くなっている原因を分析していく。

このような機能を使用して原因が特定されるとその改善策を創造ということになる。この改善策創造に於いても上述の原因特定の場合と同様に企業組織では実際知が期待できる。その内容も基本的に原因特定の場合と同様に大きくは活動の現場等の実態に関するチェック項目に関する知識やそのチェック結果に基づいて改善策を推論する知識から成る。よって、そのような実際知があれば現場等の実態に関する質問を行いその実態に関する情報を獲得する機能と実際知を利用してその活動の原価が高くなった原因を解決する案を推論する機能をAI的アプローチを利用して実現することになる。しかし、この知識も組織特性「1. パターン知による業務遂行」を行っている行政組織では期待できない。そこで、原因特定までのようにビジュアル的な工夫や各種の分析機能をシステムに盛り込むことによってDS的にアプローチすることになる。がしかし、改善案の創造に関しては現場の状況によるところが大きいため支援も困難となる。そのため、この改善案の創造はその端緒としての原因の特定まで導くことに止まっており今後システム化が期待される機能である。

以上のように、その開発プロセスを詳細に見るとその組織特性より企業とは全く異なるアプローチを採ってシステム開発を行っていることが明らかである。

次に、可燃ゴミの削減施策検討支援システムの場合のプロセスについて説明する。本事例も同様に、組織特性の「経営モデルが存在しない」ということよりまずはロジックモデル構築し戦略目標から施策まで展開しその論理的関係性を確認した。その次には、予算制約の中で最大の効果をもたらす施策のポートフォリオを求めるために施策の評価関数が必要となる。その可燃ゴミ削減効果として代表的なものはそれによる焼却費用の削減効果で

表 9.3 企業組織と行政組織との相異とシステム開発の際のその対応（1）

| 機能／処理 | 企業組織 | 行政組織 | 行政での対応 |
|-------|---|--|---|
| 経営診断 | 経営比率体系を利用し財務諸表を分析（収益性、成長性、生産性、安全性面について）する | 表面的な（水道事業全体）財務諸表しか存在せず企業のアプローチを応用できない | 企業のように、収益性、成長性、生産性、安全性面と言った多面的な評価が行えないため費用面のみ焦点をあて原価管理を行う |
| 原価管理 | 製造業であれば原価を計算済み | 上水道事業という所謂製造業であるが求めているのは単価のみ | 原価計算モデルの構築（活動、費用、労働時間等の整備） |
| 活動の抽出 | 製造業であれば事業を活動に分解済み | 活動の概念がない | 活動の概念を作り職員に説明し浸透させる |
| 費用の整理 | 費用（労務費、材料費、経費）は計算済み | 表面的に費用データはあるが原価を計算するには分類が不明瞭（特に経費、材料費） | 経費、材料費を活動との関連も考慮して分類整理 |

ある。その効果を求めるためには焼却に要する費用を分析しその変動費単価を事前に求める必要がある。

そこで、当該清掃組合にて事前調査を行った。そこには、所謂財務諸表は存在しないが費用に関する書類は比較的整備されていた。しかし、組織特性「1. パターン知による職務遂行」や「経営リスクの認識レベルの低さ」から表面的には費用が分類されて言えるようではあるが精査を行うと減価償却が行われていないが起債の元本償還は費用化されてい

表 9.4 企業組織と行政組織との相異とシステム開発の際のその対応（2）

| 機能／処理 | 企業組織 | 行政組織 | 行政での対応 |
|-------|-----------------|---|---|
| 原価計算 | 間接費の分解方法は実際知で存在 | 間接費が非常に多いが組織特性の「1. パターンによる職務遂行」や「3. 経営リスクの認識レベルの低さ」から分解方法が存在しない | やむを得ず、後から計測できるもので分解する 費用は基本的に労働時間に比例すると仮定 職員の協力を得て活動毎に労働時間を計測する 例えば、ある活動の材料費＝材料費合計＊（その活動時間／材料費に関連付けられた活動の合計労働時間） |

表 9.5 企業組織と行政組織との相異とシステム開発の際のその対応（3）

| 機能／処理 | 企業組織 | 行政組織 | 行政での対応 |
|--------------|---|---|--|
| 原価管理 (改善) | 原価情報を改善に結びつけるためには問題点特定→原因分析→改善案創造というプロセスを経る。このプロセスに於いて実態分析が必要不可欠でありそれには現場を費用の観点で見る実際知が必要となる。その実際知が期待できるのでそれを利用すべくAI的アプローチでシステム化を行う。 | 組織特性の「1. パターンによる職務遂行」や「3. 経営リスクの認識レベルの低さ」から現場の実態を知っているも費用の観点では知らない（委託等していることもあり）。 | 単に原価を数値として示すのではなく抽出した活動体系を利用してビジュアル化すると共にそこでABC分析等が自在に行え多面的な分析を可能にするようなDSS的アプローチを採用システム化を行う。 |

るといふ不備が発見された。焼却場という大規模な施設であることから減価償却を行い費用を修正すると共に元本の償還はそれによって資産を形成したと見なせることから費用化しないように修正した。またさらに、減価償却を行うためには取得原価が必要であるがそのデータが存在しないことが分かった。しかし、建設当時の工事費用等は存在することが分かったためそれを基にして類推をすることにした。

以上のように、企業組織とは異なるアプローチを採りながらも施策の焼却削減効果の評

表 9.6 企業組織と行政組織との相異とシステム開発の際のその対応（4）

| 機能／処理 | 企業組織 | 行政組織 | 行政での対応 |
|------------------|--|---|---|
| 費用の単価 (変動費)計算 | 焼却場のような設備施設であれば既に計算済み。もしくは少なくとも変動費が計算済み。 | 組織特性の「1. パターンによる職務遂行」や「3. 経営リスクの認識レベルの低さ」から表面的には費用が分類されているようであるが精査すると費用認識に狂いがある（巨大設備施設にも関わらず減価償却が未計上。しかし、起債の元本償還を費用として計上） | 焼却場という大規模施設であることから減価償却を行って費用化し方や起債元本の償還は費用から削除し費用を修正する |
| 減価償却費 | 必ず計算済み | 改めて償却を行おうとするも取得原価が不明 | 建設当時の工事費用等から取得原価を類推する（費用も設備毎の直接費と共通の間接費に分かれている。そのため、設備が大きければ間接費も大きくなるとして間接費を按分） |

表 9.7 企業組織と行政組織との相異とシステム開発の際のその対応（5）

| 機能／処理 | 企業組織 | 行政組織 | 行政での対応 |
|-----------------------|------------------------|--|--|
| 施策の各評価軸の評価関数を1つの関数に統合 | ウェイト使用して統合する方法が一般的である。 | ウェイトを使用して統合する。しかし、表面的にはウェイト使用して統合できるがそのウェイト自体をどのように決めるかの実際知を組織特性の「1. パターン知による職務遂行」や「2. 多目的性」により持ち合わせていない | そのため、企業組織とは異なり各ウェイトでの統合結果をビジュアル化して示しその結果フィードバックできるようにするというDSS的アプローチを採る必要がある。 |

係関数を作成した。しかし、その施策の効果は組織特性の「2. 多目的性」により例えば環境負荷低減等種々存在する。そのため、最終的に施策のポートフォリオを求めるには複数存在する評価軸毎の評価関数を1つに統合する必要がある。そのための手法としては、ウェイトを使用して統合する方法が一般的である。よって、ウェイトを使用して統合を行った。これで表面的にはウェイトを使用して統合できるようになったがそのウェイト自体をどのように決めるかが問題となる。

つまり、組織特性の「1. パターン知による職務遂行」や「2. 多目的性」によりそのウェイトを決定する実際知を持ち合わせていない。そのため、企業組織とは異なり各ウェイトでの統合結果をビジュアル化しその結果をフィードバックできるようにするというDSS的アプローチを採る必要がある。

以上のように、行政於けるシステム開発のプロセスを詳細に分析し、組織や経営上の特性の違いからそのシステム開発に於けるアプローチが全く異なることを明らかにした。その点を企業との相異とその対応に焦点を当て改めて整理すると表9.3～9.7となる。これらの表のように、行政ではその組織や経営上の特性の相異によりその知やプロセスが異なるため企業での開発例が行政組織に於けるシステム開発の参考になり得ない。そのような状況に於いて、本論の事例を整理したこれらの表は今後の行政組織に於けるシステム開発の一つのモデルになり得ると考えられる。がしかし、上述の様に利用できる情報等が限られた状況の中で最大限工夫をしてはいるがある経営モデルの下SEが仮説として開発したものである点に留意する必要がある。つまり、その意味に於いて仮説の域をまだ出していないということである。よって、今後行政経営プロセスの中でその仮説を検証し改善を施

すことが重要となる。この点は例えば、将来的に関連する法令までも変わる必要があるとは思われるが上述のような不足していた会計情報や改善に関わる実際知を整備できたとすると行政組織に於いても企業並みに総合的な経営診断が可能となる。その時には、本論で仮説として取り組んだ原価管理システムではなく第4章で述べたような経営診断支援システムへと進化する可能性もある。このような個別システムの進化、つまり個別システム自体のマネジメント・サイクルをも全体システムである総合管理システムは内包している必要がある。この点は、既に2.2節や2.2.3項で述べたように、そのアーキテクチャである「モジュール化」と「モジュール制御用ルールによる状況に合わせたモジュール制御」で対応可能となっている。つまり、上述の様に例えば原価管理システムから経営診断システムへとシステムが改善、進化し一つの独立したモジュールとして開発された場合はその当該モジュール制御用ルールに書かれているモジュール名を原価管理システムから経営診断システムに変更するのみの微細な対応で可能となっているのである。

9.5 本章の結論

以上の開発プロセスの詳細な分析から本論を通して以下のことが明らかになったと言える。

- (1) 表面的に見ると会計データ等様々なものが企業組織と同様に整っているまたは整えることが可能のように見えるがその実態をシステム開発という組織上のデータを細部に渡って分析しそれをある1つの一貫した論理で処理するというプロセスを通してみるとその実は全く異なるものであることが本論によって初めて明らかになった。
- (2) これは、まずは企業組織で開発実績を積みその後異なるバリエーションを持つ行政組織にSEとして経営モデルを持って切り込むという本論ならではの新規な研究によって初めて明らかにできたことである。
- (3) そしてさらに、その企業組織と行政組織との相異は本論での対象事例固有のものではなく行政組織それ自体が固有に持っている組織や経営上の知やプロセスの特性に起因していることも本論で初めて明らかにした。

- (4) 以上より、企業組織とは異なるアプローチが必要になる行政組織に於いて先駆的に経営モデルを導入しシステム開発を行った上にその対象事例が上水道事業等のように行政組織に於いては一般性が高いことより本論は行政組織に於けるシステム開発の1つのモデルになり得ると考えられる。

参考文献

- [1] ハーバートA・サイモン (稲葉 元吉, 倉井 武夫共訳):「意思決定の科学」, 産業能率大学出版部 (1979)
- [2] 宮川 公男:「経営情報システム第3版」, 中央経済社 (2007)
- [3] 前川 良博編:「経営情報管理」, 日本規格協会 (1992)
- [4] 飯島 淳一:「意思決定支援とエキスパートシステム」, 日科技連 (1997)
- [5] 野中 郁次郎, 竹内 弘高:「知識創造企業」, 東洋経済 (1996)
- [6] 新村 出編: 広辞苑 第6版, 岩波書店 (2008)

第10章 結論

本論では、総合管理システムの構築を目指してまずは企業組織に於いて開発しその実績を基に行政組織へとその対象を拡張することで研究を行った。その研究を通して以下のことが成果として言える。

(1) 企業組織に於いて

(1. 1) 経営の方向としてイノベーションが求められる中、それを達成する総合管理システムとしての姿を経営情報システムとしての一面に焦点を当てながらトップダウン的に求めた。そこでは、単なるフレームワークとして終わらせるのではなくその実現に向けて必要な情報处理的側面を分析することによって黒板モデルに基づいた構築方法を先駆的に明らかにした。

(1. 2) また、さらに先行研究事例が多い生産管理に焦点を絞ってはいるが総合管理システムの具体的な構築方法を示しその実現方法を示唆した。そこでは、実行例ではあるが実会社のデータを使い実行確認を行っている。

(1. 3) 一方、全体システムの構成要素となる個別評価システムを組織の全管理階層に渡ってその具体的な開発方法を示した。

(2) 行政組織に於いて

(2. 1) 上述の企業に於ける総合管理システムは行政組織でも必要になることを示し、またそのフレームワークは行政組織でも適用可能であることを先駆的に示した。

(2. 2) 企業組織での開発実績に基づき、行政組織でも総合管理システムの要素となる各個別評価システムを未だ行政組織に於ける情報システムの開発例が少ない中組織の全管理階層に渡ってその具体的な開発方法を先駆的に示した。

- (2. 3) 上述したように、表面的に見ると会計データ等様々なものが企業組織と同様に整っているまたは整えることが可能のように見えるがその実態をシステム開発という組織上のデータを細部に渡って分析しそれをある1つの一貫した論理で処理するというプロセスを通してみるとその実は全く異なるものであることが本論によって初めて明らかになった。これらの相異が行政経営を実装する上での重要な課題であると共に新たなスタート地点であるとも考えられる。
- (2. 4) これは、まずは企業組織での開発実績を積みその後異なる文化のバリエーションを持つ行政組織にSEとして経営モデルを持って切り込むという本論ならではの新規な研究によって初めて明らかにできたことである。
- (2. 5) そしてさらに、その企業組織と行政組織との相異は本論での対象事例固有のものではなく行政組織それ自体が固有に持っている組織や経営上の知やプロセスの特性に起因していることも本論で初めて明らかにした。
- (2. 6) 以上のように、行政経営のシステム化の要請は強いがその開発例が未だ少ない行政組織に於いてその開発アプローチが企業組織とは異なるだけに本論はシステム開発の際の有用な情報となると考えられる。またさらに、本論の事例は上水道事業に於ける原価管理システム、可燃ゴミ削減施策検討支援システムそして舗装道路の予算配分支援システムというようにその事例は行政組織に於いては一般性の高い事例であるだけにそこで示した開発方法はその先駆的な1つの開発モデルとなり得ると考えられる。

一方、今後の課題としては次のことが挙げられる。

- (1) 本論で新たに発見された課題を解決し実際に組織に適用しその評価を行うことが考えられる。

- (2) 企業及び行政両組織共に、総合管理システムの実用化に向けてさらなる個別評価システムの拡充が要請される。

付録1 行政に於ける戦略計画レベルでの個別評価システムの開発

例「舗装道路補修費の予算配分支援システムの開発」

本付録1では、行政に於ける戦略計画・レベルでの個別評価システムの具体的な構築方法について述べる。

道路等の社会資本を資産として捉え、そのトータルコストを極量抑えもたらす便益を最大化すべくそのアセットマネジメントが要請されている。しかし、例えば舗装道路の補修に於いても、未だに前年の実績に基づいた慣例的な補修が行われている。そのため、著者等は利用者の満足度の観点から維0持水準を決定し予算配分を行う方法を提案した。がしかし、その維持水準の決定の仕方が実際的ではないと言う問題点が残されていた。そこで、本研究ではアセットマネジメントの中でも舗装道路の補修を対象に、例えば予算制約下で全利用者の満足度を最大化するような予算配分を決定すると言ったより実際的な支援を行うシステムを、設計しそれに基づき開発することを目的とする。

尚、本業績は次のように研究発表大会の予稿集レベルであるため付録とした。そして、”舗装道路補修費の予算配分支援システムの開発”，日本経営工学会，平成20年度春季大会予稿集，pp. 62-63（2008）に基づいて論じる。

1. はじめに

社会資本である道路等の開発・整備は、従来はとにかくモノを作ることが中心、つまりアウトプット重視の政策が採られてきた。しかし、成熟社会を迎えた現代ではそれらの政策に代わり、その社会資本を整備することによって住民の便益が向上するかと言った、アウトカム重視の政策が要請されてきている。

この要請に応えるために、個々の社会資本を資産として捉えより少ないLCC（Life Cycle Cost）の下、そのもたらす便益を最大化することを目的としたアセットマネジメントが求められている。

しかし、現在、例えば舗装道路の補修に於いてその費用の予算配分は慣例的な方法で決定されているため、効果的な予算配分が行われていないと言える。そこで、著者等は従来慣例的な方法で予算配分が行われているのに対して、利用者の満足度の観点に立った維持水準を設定し、それに基づいた予算配分を行う方法を提案した [1]（以後従来研究と呼ぶ）が問題点が残されていた。

それは、従来研究では一定の維持水準で固定した予算配分しか行えず、例えば全利用者の満足度を最大化する予算配分と言った現実の場面で求められるような予算配分は行うことができないという問題点である。

そこで、本研究では舗装道路のアセットマネジメントの中でも補修費用の予算配分を対

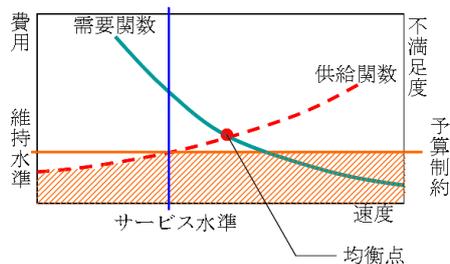


図1 需要、供給関数によるサービス水準の決定

象に、様々な維持水準の下で予算配分が可能となり、より現実的なシステムの開発を目指し、まずは未だ開発されていないそのようなシステムの設計を行い、そしてそれに基づいてシステムを開発することを目的とする。

2. 従来研究の概要

まずここで、以降の理解を容易にするために従来研究の概要について述べる。

2. 1 サービス水準の決定

利用者の道路に対する需要は、例えばその道路の速度と言ったサービス水準に対する不満足度で表すことが可能である。つまり、サービス水準に応じた不満足度を設定することで、サービス水準を向上させた場合の不満足度の解消という便益を得ることが可能となる。一方、供給はサービス水準を維持するために必要な修繕コストであり、その時のコストを維持水準と考えることができる。

この需要と供給を関数化することができれば、予算制約がない場合ではその均衡する点に於いてサービス水準及び維持水準を決定することができる（図1）。

しかし、現実的には予算制約が存在することから、均衡点よりも低いサービス水準を設定することが要請される。つまり、例えば予算制約下で利用者不満足度を最小化するという問題であれば、供給関数と予算制約との関係により、維持水準範囲がそしてさらに需要関数との関係からサービス水準及び維持水準を決定することができる。

2. 2 需要関数

需要はサービス水準に対する不満足度であると定義し、また、舗装道路におけるサービス水準は走行速度であると定義する。

そこで、不満足度と走行速度の関係を調べるために、まずは高知県内の国道を実際に走行しその時に感じる感覚（表1）を調査した。そして、そのデータと平成11年度交通センサスデータの交通量及び規制速度とを照らし合わせたところ、不満足度は交通量と規制速度に応じて分類・整理でき関数化できることが判明した。具体的には、交通量を1万台/日毎の5つに分類し規制速度を40, 50, 60km/hの3つに分類して、計15に分類する。よって需要関数は道路区分毎に15種類作成される。

2. 3 供給関数

従来研究では実際の舗装道路の劣化状態を考慮し、関数化する方法を提案している。この劣化状態を考慮した供給関数はその道路の資産価値を表していると考えられる。従来の道路に対する資産評価は単に会計的に捉え、定率又は定額法によって機械的に減価償却させる方法を取っていた。しかし、会計的に償却しきっても実際に道路はその機能は果たしていることが一般的であり、その資産評価は実態から乖離したものとなっている。それに対して劣化の実態を踏まえたこの供給関数は、従来の減価償却に変わる新たなものとして位置付けることができるものである。

その供給関数作成に当たっては、まず、舗装道路のメンテナンスの現場で実際に使用されている工学的評価指標:MCI(Maintenance Control Index)を基に作られた劣化関数 [2] を利用

して、走行速度と年間単位補修費(以下、単位補修費と呼ぶ)との関係を求める。具体的には、劣化関数に維持水準と経年数(共用年数)を設定することにより補修回数を求めることができる(図2)。そこで、MCIを0.1刻みで設定しMCI全ての場合の補修回数を求める。そして、補修回数を以下の算出式に代入することで単位補修費が求められる。よって、単位補修費はMCIの関係で表すことができる。

$$Cost = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \times D_i) \times C}{\sum_{i=1}^n D_i \times Y}$$

ここで、供給関数は単位補修費と走行速度との関係を表したものであるから、以下の換算曲線を使ってMCIを走行速度に変換する。これにより供給関数を求めることができる。

$$MCI = S/10 + 2, S \geq 80 \rightarrow MCI = 10.0$$

S: 走行速度

MCI: 最高10.0

3. 本研究における予算配分問題

予算配分というものはそれにより一意に問題設定ができるものではない。つまり、その立場や価値前提等により様々な問題設定が可能と考えられる。

例えば本予算配分問題の対象は公共物であるという観点に立つと、全利用者の満足度を考慮した予算配分が求められるため「予算制約下で全利用者の不満足度を最小化する」(予算配分問題1)という問題として取り扱うことができる。また、さらに公共物ということから地域差のない一律の維持水準での予算配分が求められるという観点に立つと、予算配分

表 1 不満足度の判断基準

| 不満足 | 評価 (速度) |
|------|----------------|
| 100% | 0 k m/h、走りたくない |
| 80% | この速度では我慢できない |
| 20% | この速度ならあまり気になら |
| 0% | この速度で快適、全く気になら |

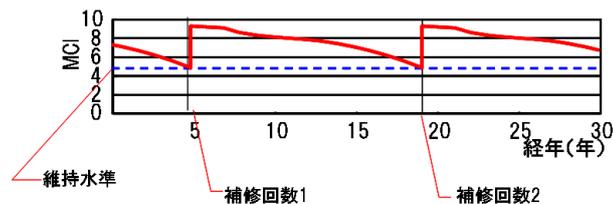


図 2 補修回数の算出

問題は「予算制約下で全道路の不満足度一定での予算配分」(予算配分問題2)として取り扱うことができる。一方、場合によっては様々な情勢により重点予算配分が考えられるという観点に立つと、予算配分問題は「予算制約下で重点配分を行いながらも全体の不満足度を最小化する予算配分」(予算配分問題3)として取り扱うことができる。

以上のようにいくつかの問題設定が考えられるが、どの問題を選択するかは行政経営上の判断である。また、特に予算配分問題1, 3は不満足度を変数とした、予算制約下での不満足度最小化数理計画問題として扱うことができる。

4. システム開発

4. 1 システム設計

上述したように、本研究の予算配分問題は問題設定が決まれば定型的に数理計画問題として解くことができる。しかし、ここに至るまでは需要関数作成に使う走行感覚や政策を反映する重み付けに、ユーザの主観的判断を要する。また、どの予算配分問題定義を選択するかも同様である。その結果、問題全体としては半定型的なものになる。

そこで本研究では予算配分システムをユーザの最終的な意思決定を支援するために、ユーザの設定した様々な条件の下で予算配分を行いその結果の比較検討を可能にするシステムとして設計する [3]。

4. 2 システム構成

以上のシステム設計に基づくと、本システムは、大別すると4つのモジュールで構成されている (図 3)。まず、ユーザ・インターフェイスはユーザと会話を行い必要なデータを手する。そのデータの中でも、3章で述べた予算の重点配分時の重みは重みデータとして、一方、道路区分や需給関数に関するデータは入力データとして、ファイルに格納される。

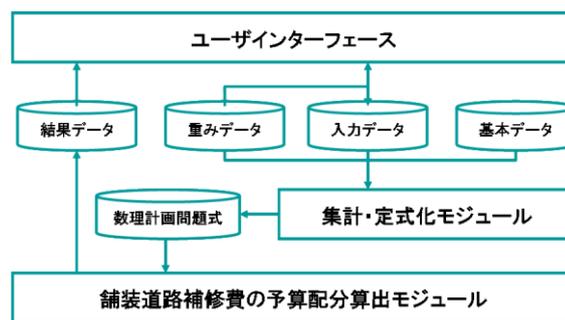


図3 システム構成

しかし、交通センサデータを基にしている基本データはその量が膨大であるため、別途ファイル入力される。次に、集計・定式化モジュールは入力データを変換しそして需給関数等を求め、さらにユーザに指定された数理計画問題として定式化を行う。そして、舗装道路補修費の予算配分算出モジュールではその数理計画問題を解き、その結果を意思決定のための情報となるように集計・整理を行い結果データとして格納する。

以上のように本システムではそれぞれのデータがファイルとして格納されているため、データを変更さえすれば異なる条件下で予算配分可能となっており、ユーザが様々なシミュレーションを行うことが可能となっている。

5. システム・フロー

5. 1 予算配分の行い方

本システムの予算配分はまず道路区分毎に行われる。その道路区分数は上述のように需要関数の区分数によって決定する。

ここでは、説明の都合上、国道2種、需要関数が3分類の場合を例にして、予算配分の行い方を説明する(図4)。

まず、国道をそれぞれ道路区分に分解して捉え、分解した道路を道路区分毎に再構成する。道路区分毎の予算配分はそれぞれの面積と単位補修費の乗算で得られる。その面積は交通センサデータによって得られる。一方、単位補修費は、3章で述べた数理計画問題式を解くことによって得られた解である。その数理計画問題の定式化には交通量、道路区分データ、需要関数データ、供給関数データ等が必要であり、中でも、道路区分、需要関数、供給関数に一般的なものではなく利用者や地域が変わることで変化する。そのため、現在はシステムとして高知県下のデータがインプリメントされているが、システムの仕様としてそれらはユーザ・オープンとなっているため、データさえ入れ換えればシステム変更を伴わずに他県下の例でも実行可能となっている。

以下、重要なユーザ・オープン項目である需要関数を例に、関数をどのようにして得ているかについて説明する。

5. 2 需要関数

需要関数はユーザにより入力された走行速度情報により作られる。走行速度情報は「不満足度の判断基準(表1)」に基づきユーザが判断し、その結果をユーザ・インターフェイスを介して道路区分毎にそれぞれ4点ずつ入力される。そして、入力された4点の走行速度情報を基に、システムは需要関数データを作る。さらに、需要関数データを使い入力された4点を、縦軸に不満足度、横軸に走行速度を採った座標にプロットし各点を線で結ぶことにより需要関数を作成する。

5. 3 予算配分問題の定式化

紙面の関係上、代表して予算配分問題の定式化について予算配分問題1を対象にして以下述べる。

上述したように、予算配分問題 1 は、「予算制約下で全利用者の不満足度を最小化する」予算配分である。その定式化は道路区分を i とした時に、その道路区分に対する不満足度を X_i と変数化することによって次の様に行う。

目的関数： $\min F = a_1 A_1 X_1 + a_2 A_2 X_2 + \dots + a_{15} A_{15} X_{15}$

制約条件：予算 $\geq b_1 f(g(X_1)) + b_2 f(g(X_2)) + \dots + b_{15} f(g(X_{15}))$

$$\alpha \leq X_1, X_2, \dots, X_{15} \leq \beta$$

X_i ($i=1, 2, \dots, 15$)：道路区分毎の不満足度

a_i ：道路区分毎の補修の有無（有=1，無=0）

A_i ：道路区分毎の交通量(台/日)

$f(X)$ ：速度(km/h)→単価(円/年 m^2)への変換関数 $g(X)$ ：不満足度(%)→速度(km/h)への変換関数

b_i ：道路区分毎の補修面積(m^2)

α ：不満足度の下限値， β ：不満足度の上限値

以上ように定式化後、Microsoft Excel のアドインソフトであるソルバーを利用し最適解を求める。但し、ここで言う最適解とは上述したように、ある重み付けや需要関数の中で最適解に過ぎない。そこで、その最適解を一つの代替案とし他の案を検討したい場合は、再度重み付けの入力に戻り重みの変更を行い予算配分問題を解き直すことになる。

以上のように、本システムはある予算配分問題に於いて、ソルバーの精度内での最適解を保証するが最終的にどの代替案を採用するかはユーザの判断となっている

6. 実行例

本章ではシステムの作動確認のために行った実行例について述べる。

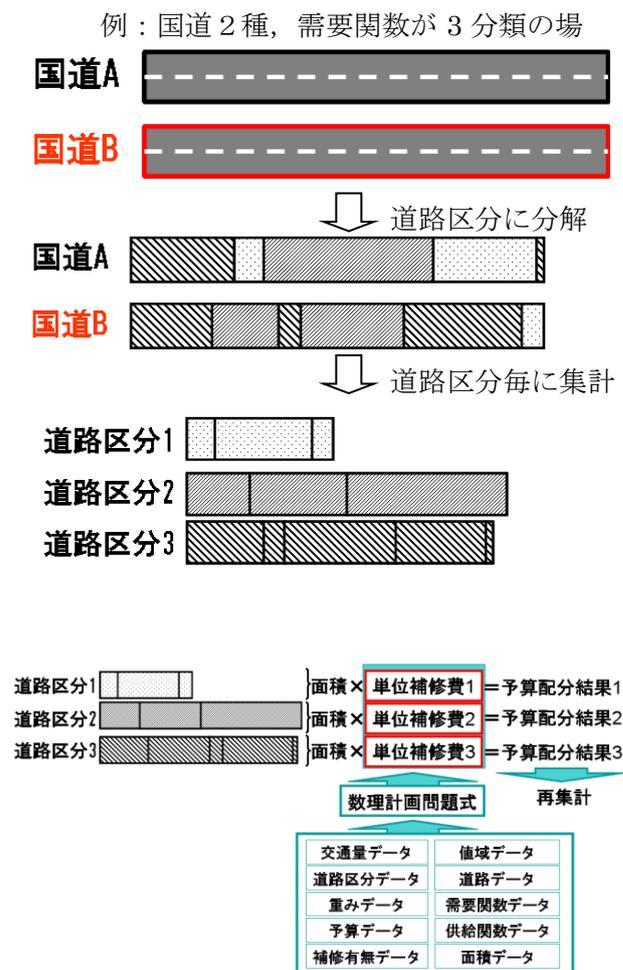


図4 予算配分の手順

まず，確認を行った際の前提条件は以下のように予算については現状を踏まえつつも架空のものであるが，上述の交通量等の基本データは実際の交通センサスデータを用いている。

<作動前提条件>

- ・ 予算：510百万円
- ・ 対象道路：高知県下の国道
- ・ 基本データ（交通量等）：平成11年度交通センサスデータ（高知県）
- ・ 値域： $20 \leq X$ （不満足度） ≤ 80

そして，本実行例では目的が作動の確認であることから，上述の予算配分問題の種類としては，1，2，3の全ての問題として定式化し解を求めている。

この解を，予算配分という意思決定を行う際の情報となるように，国道別，交通量別，

市町村別と言った観点から集計・整理し、さらに、種々の予算配分問題として解いた結果を比較検討することができる(図5)。図5に示すように、予算の総額やその内訳、そして平均満足度を総合評価し、最終的にどの予算案にするか意思決定を行う。ここで言う満足度とは、上述してきたような不満度という指標では直感的に分かりにくいいため、満足度指標に変換したものを意味する。

もし、今回の結果では案として納得しない場合は、例えば重点配分を行う際の重みを変更する等して再度問題を解き直させることも可能である。

6. 考察

本システムを開発し作動確認のために前章で述べたような実行例を行った。その結果を整理すると、以下のようなことが言えると考えられる。

舗装道路のアセットマネジメントに於いて、必要不可欠であるが未だ開発されていないシステムを従来研究に基づきながら開発した。しかし、開発したと言ってもそのシステムに対する評価は、合目的に開発され、設計通り作動するかという定性的な段階に留まっている。ただし、この点については未開発であるシステムの先行開発であるため、致し方ないとも思われる。

今後のシステム開発段階としては意思決定支援システムと言うことより、次の段階は「ユーザが使う気になるか」といった評価が必要であると思われる。このユーザが使う気になるというのも、まずはユーザ・インターフェイスの充実と言ったような主に操作性に関わる

| TOP | | 国道別結果 | | 交通量別結果 | | 市町村別結果 | |
|-------------------------|---------|----------------------|---------|-----------------------|---------|----------|---------|
| 予算配分問題 1 | | 予算配分問題 2 | | 予算配分問題 3 | | | |
| 予算制約下で 不満度を最小化する予算配分 | | 予算制約下で 一律配分した予算配分 | | 予算制約下で 重みを考慮した予算配分 | | | |
| 安芸郡安田町 | 11 百万円 | 安芸郡安田町 | 9 百万円 | 安芸郡安田町 | 8 百万円 | 安芸郡安田町 | 8 百万円 |
| 安芸郡芸西村 | 10 百万円 | 安芸郡芸西村 | 8 百万円 | 安芸郡芸西村 | 7 百万円 | 安芸郡芸西村 | 7 百万円 |
| 安芸郡田野町 | 6 百万円 | 安芸郡田野町 | 5 百万円 | 安芸郡田野町 | 4 百万円 | 安芸郡田野町 | 4 百万円 |
| 安芸郡東洋町 | 27 百万円 | 安芸郡東洋町 | 36 百万円 | 安芸郡東洋町 | 21 百万円 | 安芸郡東洋町 | 21 百万円 |
| 安芸郡奈半利町 | 14 百万円 | 安芸郡奈半利町 | 11 百万円 | 安芸郡奈半利町 | 11 百万円 | 安芸郡奈半利町 | 11 百万円 |
| 安芸市 | 33 百万円 | 安芸市 | 28 百万円 | 安芸市 | 25 百万円 | 安芸市 | 25 百万円 |
| 香川郡伊野町 | 12 百万円 | 香川郡伊野町 | 11 百万円 | 香川郡伊野町 | 55 百万円 | 香川郡伊野町 | 55 百万円 |
| 香川郡香川村 | 28 百万円 | 香川郡香川村 | 33 百万円 | 香川郡香川村 | 43 百万円 | 香川郡香川村 | 43 百万円 |
| 香川郡春野町 | 7 百万円 | 香川郡春野町 | 6 百万円 | 香川郡春野町 | 5 百万円 | 香川郡春野町 | 5 百万円 |
| 香美郡香我美町 | 2 百万円 | 香美郡香我美町 | 2 百万円 | 香美郡香我美町 | 2 百万円 | 香美郡香我美町 | 2 百万円 |
| 香美郡赤岡町 | 5 百万円 | 香美郡赤岡町 | 4 百万円 | 香美郡赤岡町 | 4 百万円 | 香美郡赤岡町 | 4 百万円 |
| 香美郡土佐山田町 | 7 百万円 | 香美郡土佐山田町 | 8 百万円 | 香美郡土佐山田町 | 5 百万円 | 香美郡土佐山田町 | 5 百万円 |
| 香美郡夜須町 | 5 百万円 | 香美郡夜須町 | 4 百万円 | 香美郡夜須町 | 4 百万円 | 香美郡夜須町 | 4 百万円 |
| 香美郡野市町 | 13 百万円 | 香美郡野市町 | 10 百万円 | 香美郡野市町 | 11 百万円 | 香美郡野市町 | 11 百万円 |
| 高岡郡越知町 | 14 百万円 | 高岡郡越知町 | 15 百万円 | 高岡郡越知町 | 21 百万円 | 高岡郡越知町 | 21 百万円 |
| 高岡郡佐川町 | 16 百万円 | 高岡郡佐川町 | 14 百万円 | 高岡郡佐川町 | 25 百万円 | 高岡郡佐川町 | 25 百万円 |
| 高岡郡中土佐町 | 22 百万円 | 高岡郡中土佐町 | 18 百万円 | 高岡郡中土佐町 | 17 百万円 | 高岡郡中土佐町 | 17 百万円 |
| 高岡郡日高村 | 12 百万円 | 高岡郡日高村 | 10 百万円 | 高岡郡日高村 | 19 百万円 | 高岡郡日高村 | 19 百万円 |
| 高知市 | 71 百万円 | 高知市 | 65 百万円 | 高知市 | 68 百万円 | 高知市 | 68 百万円 |
| 室戸市 | 73 百万円 | 室戸市 | 85 百万円 | 室戸市 | 57 百万円 | 室戸市 | 57 百万円 |
| 須崎市 | 20 百万円 | 須崎市 | 18 百万円 | 須崎市 | 16 百万円 | 須崎市 | 16 百万円 |
| 長岡郡大豊町 | 34 百万円 | 長岡郡大豊町 | 41 百万円 | 長岡郡大豊町 | 27 百万円 | 長岡郡大豊町 | 27 百万円 |
| 土佐市 | 23 百万円 | 土佐市 | 20 百万円 | 土佐市 | 18 百万円 | 土佐市 | 18 百万円 |
| 南国市 | 47 百万円 | 南国市 | 48 百万円 | 南国市 | 37 百万円 | 南国市 | 37 百万円 |
| 合計 | 510 百万円 | 合計 | 510 百万円 | 合計 | 510 百万円 | 合計 | 510 百万円 |
| 平均満足度 | 87.8 % | 平均満足度 | 50 % | 平均満足度 | 88.4 % | 平均満足度 | 88.4 % |

図5 実行例

点の評価があり、その次にユーザが納得する予算配分案を出力できるかと言ったアウトプットに関する評価が必要になると思われる。

その後、最終的にはアセットマネジメントであることより、本システムの予算案に従って補修をしたことにより、より少ない予算でより大きな国民の便益を生み出すことができたかという評価になると思われる。しかし、この点の評価は、便益自体の定義、測定が非常に困難であり、また例えそれを克服したとしても、予算案自体がよかったからよい結果に至ったのか、あるいはそれ以降の行動がよかったからかは峻別が不可能であると考えられる。

7. おわりに

本研究では舗装道路を対象として、より実地的な予算配分の実現を目指して意思決定支援システムの開発を行った。その結果、成果として以下のようなことが言えると考えられる。

- (1) 予算配分をより現実的に問題設定し、その上で数理計画問題として解いたことより、より実地的なシステムが開発できたと考えられる。
- (2) 本システムでは対象や状況によって値の異なるデータをユーザ・オープンとしてシステム化したことより、他の事例への適用が可能と考えられる。

一方、今後の課題としては以下のことが言える。

- (1) 第6章でも述べたが、本研究は次の開発段階として、実際に現場でシステムを使用してもらい、評価を受ける必要があると考えられる。
- (2) 更なるシステムの拡張を目指して、他県下の事例にも適用してみる必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 西浦正展, 西岡喬, 林貴大, 宮田将門: 「一般均衡分析による道路舗装の補修計画最適化モデルおよび政策評価」, 第32回土木計画学研究発表会秋季大会 (2005)
- [2] 西浦正展, 西岡喬, 林貴大, 宮田将門: 「MC I 劣化モデルを用いた道路舗装の減価償却システム」, 第32回土木計画学研究発表会秋季大会 (2005)
- [3] 宮川公男: 「経営情報システム 第3版」, 中央経済社 (2007)

付録2 企業に於けるオペレーショナル・コントロール・レベルでの個別評価システムの開発例「半手順化方式によるフレキシブル・スケジューリング・システム」

本章では、企業に於けるオペレーショナル・コントロール・レベルでの個別評価システムの具体的な構築方法について述べる。

総合管理システムの構成要素である個別システムのそのシステム化について、柔軟性の確保に焦点を当てながら論述する。その例として、フロー・ショップ型生産工程を対象としたスケジューリング・システムの開発研究を挙げる。この例をとおしながら、まず専門家のノウハウの抽出方法として仮説駆動型抽出方法の有効性について述べ、そして半手順化構造による柔軟なスケジューリング方法についても論述する。また最後に、専門家のスケジュールと比較することによって行った、開発したシステムの柔軟性の検証についても述べる。

尚、本論文は開発した企業での個別評価システムの中でも生産管理の要素が特に強いため本論より付録が相応しいと判断した。そして、本付録は”半手順化方式によるフレキシブル・スケジューリング・システム—フロー・ショップ型生産工程を対象として—”，日本経営工学会誌，pp.63-81，Vol.6，No.4（1996）に基づいて論じる。

1. はじめに

製造業は、ニーズの多様化、プロダクト・ライフサイクルの短期化そしてリード・タイムの短縮化等環境変化に対応するためにトータル・フレキシブル・リアルタイム（TFR）型生産管理システムを構築し、企業間の競争を優位に展開することが戦略上非常に重要となっている。それを目指したものに、CIM（コンピュータ統合生産）システムがある。その開発事例として、MAGMA（日本精工）、トヨタVAN（トヨタ自動車）そしてIBMのDPRSやITIRC等がある。これらは、情報システムによって各機能を有機的に結合することを狙っており、経営上の戦略的システムとして位置付けられている[1]。我々もその一環として分散・協調型総合生産管理システムを開発した[2]。そのシステムにおいては、全体的な目的を達成するために各サブシステムの開発において、その全体目的か

ら位置付け開発するというトップダウン的な方法が必要となる。そして、サブシステム自身としても最終総合システム全体の関係の中で、そのサブシステムを取り巻く環境変化に柔軟に即応することが要請されている。

このような流れを受け、スケジューリング・システムにおいてもその重点が、機械故障、需要構造の質的・量的変化そして生産ハードシステムの変更等といった短期的・長期的環境変化にいかにか柔軟に対応していくかということに移行している。一方、実際の生産現場に目を向けると、①専門家のスケジューリング方法は専門家の個人的視点から考えたものであり、そして②そのスケジュールは実行可能解であるという留意点はあるが、専門家が上述の状況変化に柔軟に対応している例を見ることができる。そのような専門家が存在する現場であれば、後継者育成という方法も考えられるが、日常業務の中でその育成が困難なため、将来的に後継者不足という問題を抱えている。

以上のようなフレキシブル・スケジューリング・システムの開発要請に対応するために、専門家のノウハウに着目したAI的アプローチによる開発例を見ることができる[3][4][5]。それらの開発例は、AI的アプローチによる開発において重要となる①知識の獲得方法、そして②その知識の体系化及びその利用の仕方の観点から評価することができる。まず知識獲得の観点から見ると、一般的にはシミュレータを利用しながらの状況駆動によるインタビュー方式のものが多く見られる。しかし、実際にこの方式を試みると、経験則という半ば無意識的に蓄積されてきた専門家の知識について専門家自身にその説明を求めため、知識獲得が困難であると言える。そして②の観点から見てみると例えばCABINS[3]では、専門家の知識を1)得られたスケジュールが実行可能であるためにジョブ加工法、加工順序や設備能力等の種々の制約条件を満たすためのものと、そして2)それらによって得られたスケジュールを採択するかどうか多面的に評価するためのものとの2分類して扱っている。そして専門家がシステムと対話をしながらスケジュールの改善を行っていくことによって上述の2種類の知識を事例の形式で獲得していき、最終的にスケジューリング・システムを構築するものであり、この枠組みによって優れた成果を上げている。しかし、このようなAI的システムでは、さらなる環境変化への対応そしてスケジュールの質的向上を目指した知識の修正を前提としている。このような要求があるが、例えば上述の研究の制約を満たすための知識で考えると、制約を満たすという分類だけでは、どの制約から満たしていくかが不明である。これは、ある制約を満足させた結果が他の制

約を満足させる際の前提条件になることから、知識を修正する上で問題となる。よって、この作業を効率的に行うためには、スケジューリング手順に即した具体的な知識の体系化、及びその手順の中でのその利用の仕方を明確にする必要があると言える。

そこで本研究では、①上述のように専門家が柔軟に環境変化に対応している現実の事例を通しながら、②インタビュー型知識抽出法に代わる仮説駆動型知識抽出方法の有効性を検証し、③そこで得られた知識を工程特性の観点から体系化を行い今後のその一般化の1つの方向性を示し、そして④その結果得られた半手順化方式に基づき柔軟なスケジューリング・システムを開発することを目的とする。

2. 知識の抽出方法

知識抽出の一般的な方法としてインタビュー方式がある [6]。その手順は図1に示す通りであり、①ある状況を仮定し、②その下で専門家がスケジューリングを行い、③なぜそのようなスケジューリングを行ったかを説明し、そして④その知識を整理するというものである。その状況を専門家により直感的に把握させ①および②の作業を効率的に行うために、シミュレータを介在させ、提示する状況をビジュアル化するような方法も考案されている [4]。しかし、この方式において最も重要となるステップは、③の理由説明である。実際にこの方法を試みた場合、通常専門家は回答に窮するか、あるいは得られたとしても頻繁にインタビューを繰り返し多大な時間が必要となる。その結果、このステップがネックとなり④の整理ステップに到達しない場合が多い。本研究でも本方式をまずは試みたが、同様な結果になった。その原因は、専門家は長年現場で作業経験を積み重ね理論的に思考しノウハウを蓄積、整理しているわけではなく、その下で半ば無意識的にスケジューリングを行いノウハウを蓄積しているためであると考えられる。つまり、1)経験則の性格に起因しているのである [6]。さらに知識抽出においては専門家の協力が大前提となるが、この方式では理由説明に多大な時間を費やすため、専門家は日常業務と並立させることが困難となり、協力を仰げない状況に陥りやすいと経験的に言える。つまり2)専門家に掛かる負荷量も問題となる。以上の点により、専門家からノウハウを引き出し易く、しかもその負荷が専門家にあまり及ばない方法が必要となる。

そこで本研究では、経験則の性格に起因する問題1)を解決するために、我々研究者が仮説を立案し専門家がそれを批評し修正を指示するという仮説駆動型の知識抽出方法を試み

た。この方法では、例え仮説に誤りが存在した場合でも、その仮説がトリガーとなり専門家が理由を列挙しながら修正案を示すという状況が発生する。また、この方法であれば専門家は修正指示という作業のみになるので、日常業務と並立可能程度にその負担も軽減することができた(問題2)の解決)。さらに専門家は修正を指示する、言い換えれば指導者的要素が強いため、非常に協力を仰ぎやすい。

以上のような大枠の下、我々は仮説を立案するに当たり次のような工夫をした。製造は、「能力制約などが存在する工程を使って、注文の質的量的内容を達成するために製品を作る」ものであると考えられる。そして、工程や注文の状況は常に一定ではないので、両者間でバランスを取る、つまり「すり合わせ」が必要となる。したがって、スケジューリングを「基本的に注文からくる要求と生産現場の状況とをある価値前提を達成するようにすり合わせながら行う作業である」と捉えた。ここで言う「価値前提」とは、スケジューリングの際の目的を意味し、広く一般的にはリード・タイム短縮や仕掛かり量削減などが考えられる。この捉え方の「注文からくる要求」から①受注の質的・量的な実績、そして「生産現場の状況」から②製品の作業経路および③工程の能力などの特性に関する情報が主にキーポイントとなる。よって、本研究で試みた仮説駆動型抽出方法の手順は、図1に示す通りである。まず①過去の受注実績、各製品の作業経路および工程(編成)特性などを分析し、②スケジューリングの際の価値前提を明確にした後、③①と②の結果を基にしてスケジューリング方法を論理的に構築し、そして④それを専門家が批評し修正を指示する。こ

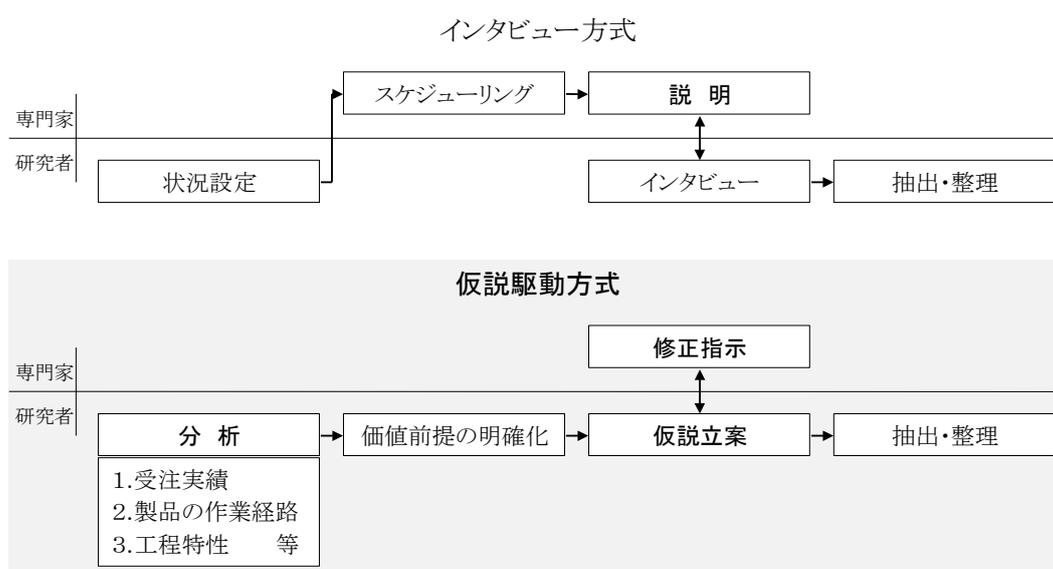


図1 インタビュー方式と仮説駆動型知識抽出方法

の修正を繰り返した後、最終的に知識が整理され、その結果に基づいてシステムを開発する。この方法において特に重要となるのは、ステップ③である。上述の捉え方における「すり合わせ」は、受注構造の質的量的変化や設備の変更などに対する柔軟性と考えることができる。そして、一般的にトレード・オフの関係がある各価値前提をいかに達成するかも、「すり合わせ」と考えられる。また、このすり合わせを何時どのように行うかも問題となる。よってこれらの点がノウハウと考えられるので、本研究ではステップ③を、1)スケジューリング段階でノウハウをどのように使用し、2)そのノウハウの中でも状況変化に対応するための各価値前提の強弱の付け方に関するもの、また3)生産ハードシステムの変更などに伴って変動するものは何かという点に特に留意しながら行った。このためステップ④でも、この点を重点的に行った。

以上ような知識抽出法により、具体的にどのようにして知識を獲得したかについては、次節で述べる。

3. 抽出されたスケジューリング方法

本研究で対象とした工場は、基本的に受注生産でありロット生産方式を採用している。製造している製品は、変電所などで使われる大型スイッチの部品であり、その品種数は約100種ある。そして工程は、大別すると組立工程と検査工程から構成されている(図2)。組立工程の一部がジョブ・ショップとなつてはいるが、全体的にはフロー・ショップであり、多段連続工程となっている。各工程の中でも組立工程の熱処理工程が、長時間のバッチ処理であるため生産上のネック工程となっている。そして、品質上においても重要な工程となっている。つまり、その工程編成は、典型的なネック工程含有型となっている。そこで本研究では、上述のスケジューリングの捉え方に基づき、一般的にスケジューリングの際にポイントとなる「ネック工程」をキーワードとして、仮説を立案し知識の抽出を行った。そしてこの工程は、①複数の製品を同時に投入するが品質上その組み合わせに関する稼働条件が存在し(稼働問題)、そして②その稼働条件からくる製品間の熱処理設備の競合(競合問題)、また③治具の制約も存在する(治具問題)。①の稼働条件は、製品の組み合わせという定性的情報であり、また新製品の出現や熱処理設備の増設に伴い変動するという性質を持っている。

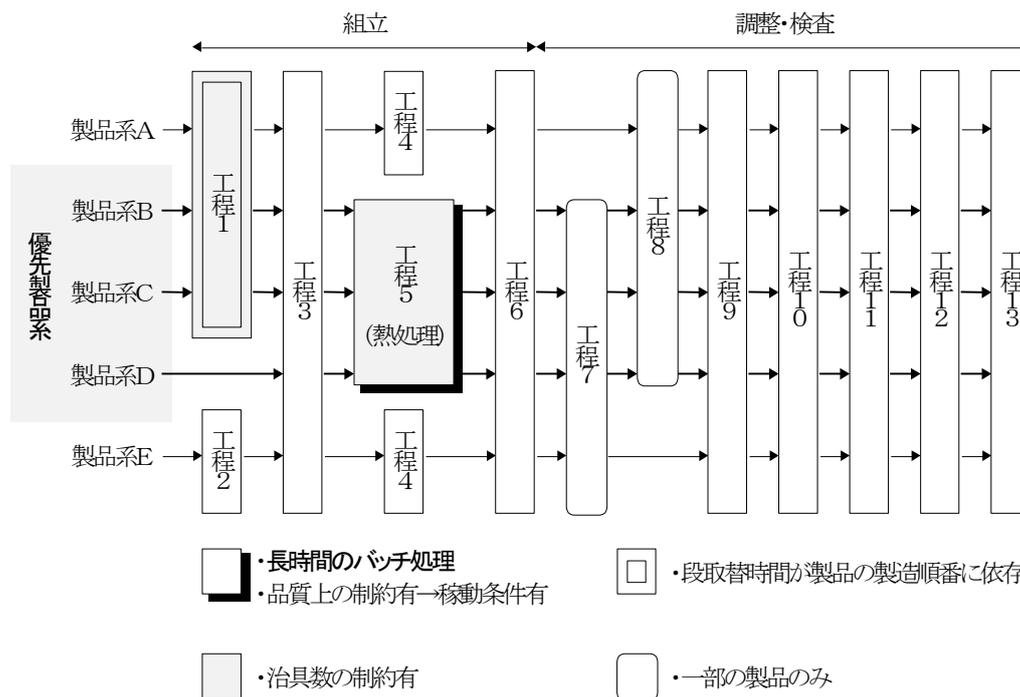


図2 対象事例の製品別工程別作業図

以上のような工場では専門家は、①納期維持，稼働率の向上そして休日確保などを価値前提とし、②需要構造の質的量的変化そして③新製造設備の出現といった環境変化に柔軟に対応しながらスケジューリングを行っている。また、④製造開始後の現場での突発的な機械故障や特急注文といった統制に関する柔軟な対応も行っている。したがって本研究では、この①を価値前提そして②～④を柔軟性としている。なお、本研究で言うスケジューリングとは、各ロットの上述工程への投入日を決定するものである。

上述のようにまず、一般的にネック工程が比較的見つけやすいフローショップ型多段連続工程であることから「ネック工程重点管理」という仮説を立て専門家に確認を取った結果、関連する工程の制約条件を集約しながらネック工程中心に大きく捉え、そしてそれによって得られたスケジュールの枠組みを基に各工程に展開していく、つまり①ネック工程中心トップダウン方式である、というスケジューリング方法の概要を得た。さらに、製品に関してもABC分析で一般的である「金額と数量の積」という観点から仮説を立てた結果、ネック工程との組み合わせの中で金額と数量の積の大きいものを優先し、その隙間に非優先製品系を配置していくことによって製品系全体のバランスを取るという、②優先製品中心方式という概要も得た。

専門家が以上のようにまず大枠的な観点に立っていることより、次に我々は、専門家が

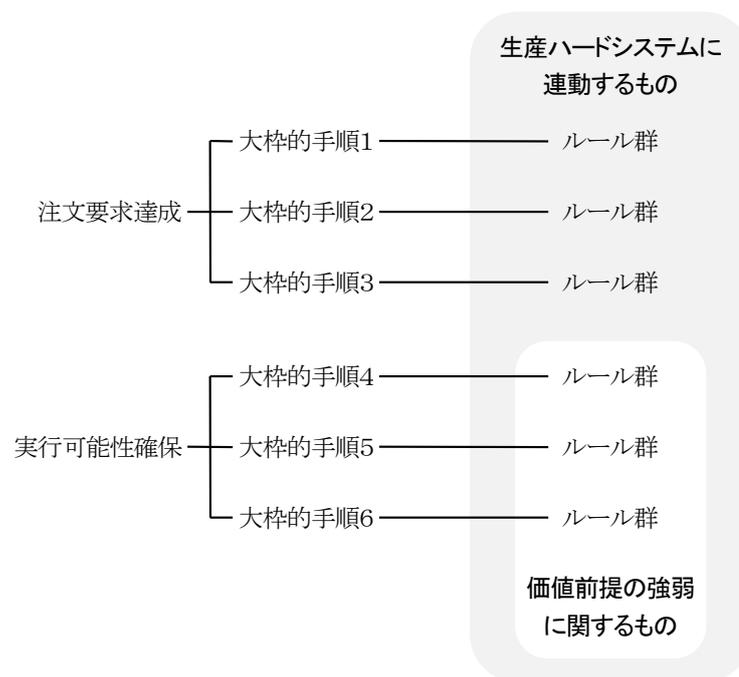


図4 知識の構造

することによってさらなる知識の体系化を行った。その方針決定を具体的にどのようにしているかについては、次の5.4節で述べる。抽出の結果得られた知識を5.2節で述べた「価値前提の強弱の付け方」そして「生産ハードシステムの変更などに連動する」という観点から分類・整理すると、各知識の中でも価値前提の強弱の付け方に関するものは、実行可能性確保手順で使用されるものの中に存在していた。また、生産ハードシステムの変更に関連するものは、注文要求達成手順および実行可能性確保手順の両者で使われるものの中で見られた。以上のように体系化できる専門家の知識は、その性格からプロダクション・ルール(以降ルールと呼ぶ)として表現可能であった。

以上のような構造に基づき、具体的なスケジューリング手順に従い知識を体系化(モジュール化)したことより、各知識の位置付けが明確になりその修正作業を効率的に行うことができると考えられる。また、この作業の一層の効率化のためには、修正結果がどのような影響を及ぼすかを多面的に評価するシミュレータをシステム構成として必要とする。一方、この構造により、現場で非常に重大事項である例外事象が発生した場合には、経験則を基に方策を講じ該当大枠的手順のアウトプットを調整するということで統制を可能にしている。

なお、得られたスケジューリング方法は専門家の視点であるため、現場の作業者にもイ

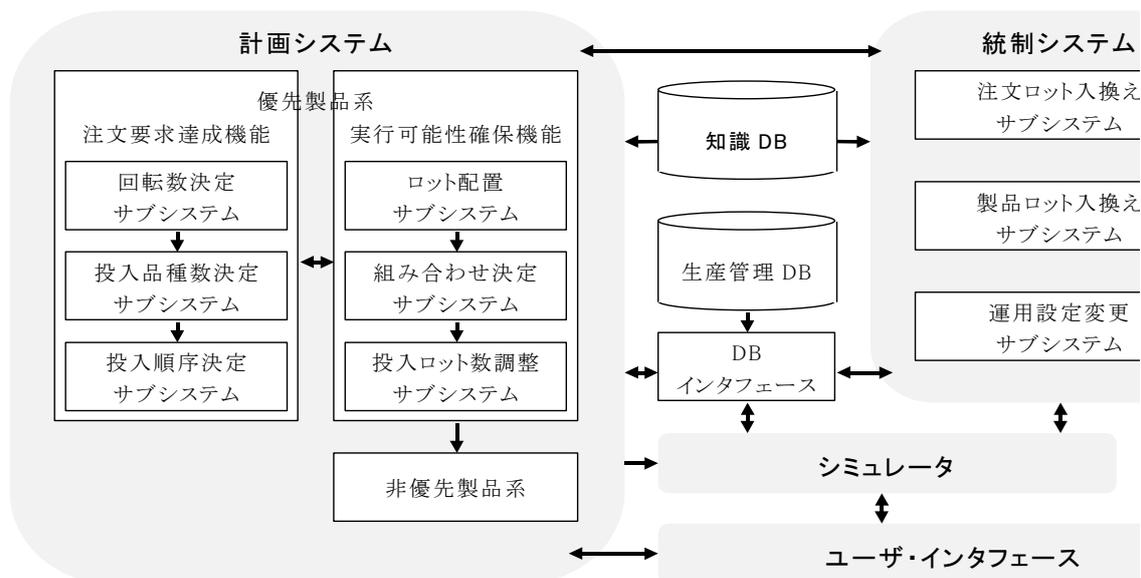


図5 システム構成

インタビューを行い、上述で得られたスケジューリング方法の枠の中で改善を行っている。

4. システム構成および具体的なスケジューリング方法

以上の分析，設計に基づき本システムの構成は，図5の通りである．①ユーザと会話を行い必要な情報を獲得，表示するユーザ・インターフェイス，②その情報を基に半手順化構造に従いながら計画を立案する計画システム，③その立案された計画をシミュレーションするシミュレータ，④シミュレーションおよび現場で起きた例外事象の統制を行う統制システムから構成されている．以降では，紙面の関係上本研究の中心となる計画システムに重点を置き，具体的なスケジューリング方法について述べる．

注文を基にした生産計画を生産管理DBから読み込むと，優先製品系注文要求達成機能が，受注構造を達成するための枠組みを求める(図6)．そのためにまず，各優先製品系毎に，注文数量を達成するために必要なネック工程の回転数を，ネック工程の単位作業当りの処理能力を基に算出する(回転数決定サブシステム)．競合問題(5.3節)により，優先製品系全体でその受注数量を達成するように，ネック工程の1日当りの生産能力を基にして，各製品系間ですり合わせを行い系毎の1日当りの投入品種数を決定する(投入品種数決定サブシステム)．このすり合わせは，具体的には次のように行う．

まずネック工程の能力設定は，例えば受注数量が比較的少ない場合は例外事象の発生に備えて余裕を持たせるなど，受注数量によって変動する．そこで，受注した優先製品系全

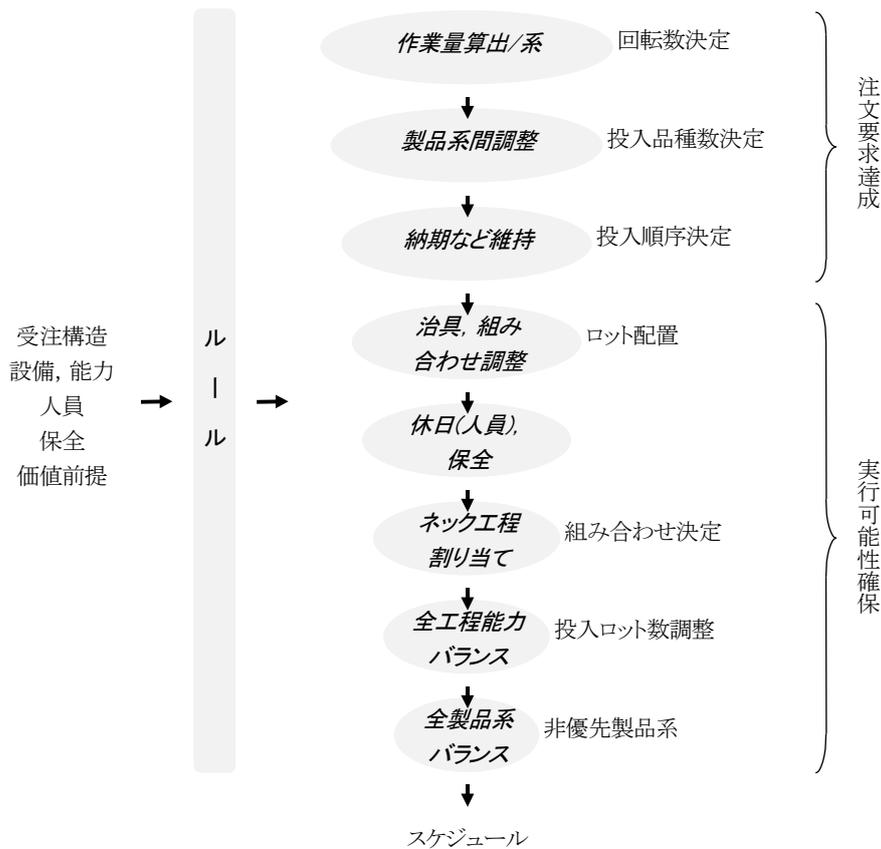


図5 スケジューリングの流れ

体の品種数を調べ、その結果を基に図7の上2つのようなルールを用いてその能力設定の方針を決定する。次に、回転数決定サブシステムで得られたネック工程の回転数からネック工程を占める各優先製品系の割合を求める。このようにしてネック工程の能力設定および各系の割合が求められた後、図7の各能力設定と割合の組み合わせに応じたルールを用いて最終的に投入品種数を決定する。このように全体的な調整を行いながら各製品系毎に注文の数量的側面を達成した後、納期的側面を達成するために各ロットの投入順序を決定する(投入順序決定サブシステム)。

ここで、方針の具体的な決定の仕方について若干述べる。あるサブシステムの中での方針の決定の仕方には、「階層型」と「並列型」の2種類存在する。階層型とは、例えば上述の投入品種数決定が該当し、あるサブシステムでの最終決定に到るまでに複数の決定を行うが、上位で決まった結果が下位での方針決定に影響を及ぼし最終的に1つの方針を決定するものである。そして並列型とは、例えば以降で述べるロット配置サブシステムが該当する。そこでは、製造現場の人員調達の観点から見て製造負荷を均等にするかあるいは機

| | | |
|--|---|--------------------------|
| <pre>{\$rif:一般大型:全体組立:prog1:prog3: \$rthen:方針決定 3号機投入:事実削除 一般大型:事実削除 全体組立:事実削除 prog1:事実削除 prog3:} {\$rif:一般小型:全体組立:prog1:prog3: \$rthen:方針決定 1号機投入:事実削除 一般小型:事実削除 全体組立:事実削除 prog1:事実削除 prog3:}</pre> | } | 生産設備の変更に関するルール |
| <pre>{\$rif:Cu-Cr:一般大型:負荷方式: \$rthen:方針決定 Cu-Cr 一般大型前詰め:事実追加 Cu-Cr 一般大型前詰め:事実削除 負荷方式:} {\$rif:Cu-Cr:Cu-Cr 一般大型前詰め:Cu-Cr 生産不能ロット発生: \$rthen:方針決定 Cu-Cr フル:事実追加 Cu-Cr フル:事実削除 Cu-Cr 一般大型前詰め:事実削除:}</pre> | } | 需要構造の変動に関する価値前提強弱に関するルール |

図6 ルールの一例

械故障などに備えて前詰めにするかという「負荷配置の仕方」、顧客のことを考え納期最優先にするかあるいは製造現場のことも考え納期を極力守りながら段取り替え削減をも狙うという「スケジューリング方式」、の2つを決定する必要がある。現段階では、この両者に関係が見られないことから、個々独立して方針を決定する。以上2つの方針決定の仕方とも、推論の際にコンフリクトが発生した場合には、マッチングしたルールの中で条件部の条件が多いものを適用するという対応を行っている。一方、サブシステム間での方針決定の仕方であるが、例えば上述のロット配置サブシステムでは、投入品種数に関しては上位の投入品種数決定サブシステムの決定内容に機械的に従って処理を行うのみである。

以上のような方法で方針決定を行って得られた受注構造を達成するための枠組みの下、次に現場で製造可能となるように、優先製品系実行可能性確保機能でスケジューリングを行う。治具問題と稼働問題(5.3節)により、同じ治具を共有せず、しかも受注構造に応じた各系の投入ロットの組合わせを求める。これは、受注構造に応じて各優先製品系間での相対的な数量比を基に上述のような方針決定を行い各価値前提の強弱を付け、ロットを時間軸上に配置するものである(ロット配置サブシステム)。この時間軸上への配置は、上述のトップダウン的なスケジューリング方法に従い、まずは時間軸を全てラフに平日扱いとする。次に現実を考慮して、休日や半休、そして保全計画などを生産管理DBより読み込み、現実の時間軸へと展開する。稼働問題をさらに詳しく見ると、ネック工程は稼働条件が異なる複数の設備から構成されており、任意の設備において製品間で競合があり、一方、任意の製品から見ると作業は複数の設備で可能となっている。この問題を解決するために本研究では、稼働条件を分析、製品の設備への割り当てに優先順位を付けルール化することで対応している(組合わせ決定サブシステム)。

このルールは、専門家が明確な方針を持っていなかったため、我々が論理的に考えたものである。本システムでは、このように専門家の知識によるルールと研究者が考えたルー

ルとが混在している。このような状況は、他の同様なアプローチを用いた研究でも起こり得るので、ここで両者間での整合性の取り方について若干述べる。まず、上述のように研究者サイドでルールを設定した場合、そのルールが該当するサブシステムを明確にしその目的から論理的にルールを考え出すことによって、他のサブシステムで使用している専門家のルールと整合性を取っている。また、論理的な背景が不足している専門家の知識と論理的には優れている研究者サイドのルールとが競合した場合、専門家の心理を考えまらずに専門家の知識を採用する。そして、シミュレーションを行って評価した後、不具合があれば研究者のルールと置き換えるなどの対応を行っている。

次に、工程全体の観点から実行可能性を確保する。そのために、ネック工程とその前後工程との能力的バランスを取るよう投入ロット数の調整を行う(投入ロット数調整サブシステム)。受注数量によっては、これらの処理を行っても実行可能性を確保できない。その場合は、注文要求達成機能にフィードバックし、上述のルールを用いて場合によってはネック工程の能力をフル操業に設定し対応を図る。以上のようにして得られた優先製品系のスケジュールの隙間に、非優先系の製品スケジュールを組み込み製品全体のバランスを取る(非優先製品系スケジューリング・サブシステム)。

この結果得られたスケジュールを基に、シミュレータでは時系列的に各ロットが工程を流れていく様子をシミュレーションする。この際に各工程の稼働率や仕掛かり状況、そして各ロットの製造完了日時を算出する。この情報は、知識修正時のみだけでなく、スケジューリング時にもスケジュールの諾否の評価に使用される。

現場で部品の納期遅れが発生した場合やシミュレーションの結果納期遅れが発生した場合などは、統制システムが統制を行う。この統制は、計画システムとの整合性を取るために、現場の状況に合わせ極力小さく抑えられる。具体的には例えば部品の納入遅れの場合、部品はロット全体ではなく分割されて納入されるため、統制も遅れが発生した部分だけを入れ換えるのみとしている(注文ロット入れ換えサブシステム)。さらに、ネック工程の稼働条件には同一製品系であれば製品を入れ換えても条件を満足するという特性があるので、入れ換え対象を同一製品系から選択し、他の製品系のスケジュールに影響を及ぼさないようにする。

上述の一連の流れの中で、各工程の能力や各製品系の作業経路などのデータが必要となる。しかし、現実にはこれらのデータも、新製品の出現や設備変更などの状況変化によつ

て変更が必要となる。このようなデータ変更においては、データ変更後のデータ・アクセスの一貫性が重要となる。そこで本システムでは、DBインターフェイスを配し、データ・アクセス時における生産管理DBと各サブシステムとの独立性を高め、従来から存在するデータを同じ命令でアクセスできるようにしている。

以上のように、半手順化構造という枠組みに基づき、状況に応じてルールを用いて方針を決定しながら柔軟にスケジューリングを行っている。

5. システムの柔軟性の検証

本論では、システムの柔軟性確保を最終目的とし、知識の抽出方法やその体系化などについて議論を行ってきた。そこで本章では、最終目的である本システムの柔軟性を検証するために行った対象事例を基にしたテストの中から、スケジューリング段階で一般的に最も発生する受注構造の量的変化に対する例を述べる。

その検証手順は、まず①上述のネック工程の稼動条件を基に優先製品系の数量構成比によって受注パターンを18種類に分類し、②近年の受注実績よりパターンを3種類に絞り込み、③その各パターン下においてシステムでスケジューリングを行い、そして④納期や数量などの注文要求を満たしそして現場でスムーズに作業が行われた実績がある専門家のスケジュールと比較、検討するものである。本システムのスケジュールと専門家のスケジュールの代表例を示すと、図8の通りである。図中において横軸はカレンダー(丸印は休日を表す)を、縦軸は各製造ロットを表す。そして、四角でプロットされた所が、各ロットの分割された後の製造開始日を表している。この例では、スケジューリング対象となるロットは60個存在するが、紙面の都合もあり専門家と本システムで異なる部分を特に示している。

比較、検討についてであるが、専門家のスケジュールとの一致率(同じ日に同じロットが製造開始となっている割合、つまり黒い四角形の一致割合)を調べた。四角形はスケジュール全体で240個存在し、その内図8に示す中の22個(×の箇所)が異なっていたため、一致率は90.8%となった。また、他のテストについてもほぼ同様の結果を得ることができた。本テストで不一致となった部分は、現場の作業者の意見に基づいた本システムでの改善点である。スケジュールが異なったロットは特殊仕様製品であり、検査工程が非常に厳密であるため、リード・タイムが長くなり納期遅れの可能性が高い製品である。したが

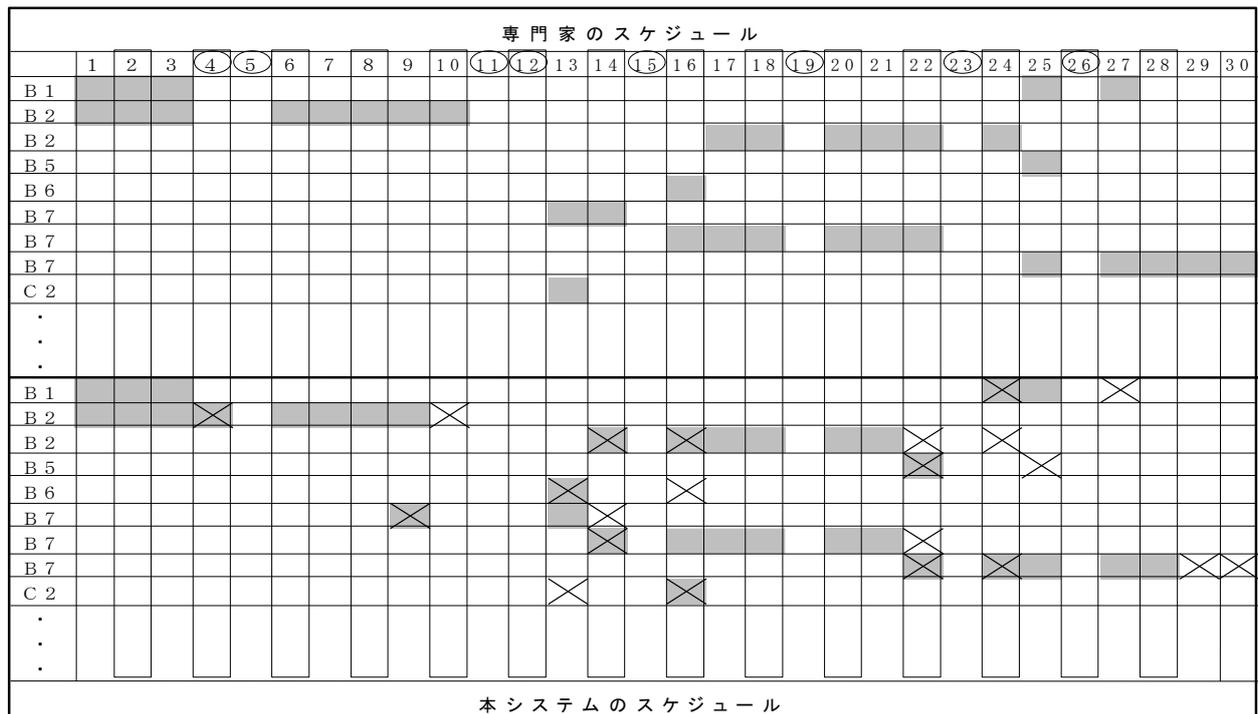


図7 実行例

って、本システムの投入順序決定サブシステムを同じ納期ならば特殊仕様製品を優先して投入するよう一部改良した。このため本システムのスケジュールでは、それらのロットは専門家と比較して前倒しのスケジュールとなっており、この点に関して現場での評価を得ている。

6. 本章の結論

本章では、以上のように対象事例をとおして、仮説駆動型知識抽出方法の有効性を検証し、得られた知識の体系化を行い、その結果に基づいて柔軟なスケジューリング・システムを開発した。

その成果として、知識抽出および知識の体系化に関しては、次のようなことが言える。まず①仮説駆動型知識抽出方法の現実に則した具体的な手順およびその中での重要なポイントを示し、②本システムが専門家と同等の柔軟性を確保できたことより、対象事例の中ではあるが専門家自身が知識を整理し切れていない状況下では、本方法は有効であると考えられる。なお、この方法で良好な結果を得るための留意点をここで上げると、仮説に引きずられ間違った方向に進むことを避けるために、研究者が専門家に心理的にプレッシャ

を与えぬよう注意すべきである。そして、③柔軟性確保のために、一般的なネック工程という特性に着目した半手順化方式が有効であることを示すことができた。さらに、この方式の枠組みに基づいて、④スケジューリングの具体的な手順に従った知識の体系化方法、⑤そしてスケジューリング手順の中での知識の利用の仕方を提示することにより、⑥AI的アプローチによるシステム開発に伴う知識修正の問題を解決するための一つの方向性を提示できた。

一方、開発したスケジューリング・システムそれ自体に関する成果として、まず⑦対象事例の中では、上述の方式により専門家と同等の柔軟性を持ったシステムが開発できた。そして、本研究で対象とした事例のように、ロット生産を行っており、その工程編成を大きく捉えることができるフロー・ショップ型多段連続工程であれば、データおよび知識は変更しなければならないが、本システムで提示した大枠の手順のその構成は、一般性を持っていると考えられる。また、5.4節で論述したように、そのデータ変更にも柔軟に対応できるシステム構成となっている。よって、⑧本研究で対象とした上述のような特性を持つ領域においては、本システムはドメイン・シェルの有効性を持っていると考えられる。

今後の課題としては、①仕掛かり削減、リード・タイム短縮などといったシステムの効率化、②それに伴う知識修正の具体的な方法の提示、③その修正の際に問題となるルール間の整合性をチェックする機能の実現、そして④本スケジューリング方法の他の事例への適用などが考えられる。

参考文献

- [1] CIM/F A事典編集委員会：「CIM/F A事典」，産業調査会事典出版センター（1990）
- [2] 坂本泰祥，坂元克博，辻 正重：”分散・協調による総合生産管理システム“，日本経営工学会誌，pp.262-271，Vol.42，No.4（1991）
- [3] 宮下和雄：”スケジュール問題における知識獲得“，日本機械学会生産スケジューリングシンポジウム講演論文集，pp.15-20，No.930-80（1993）
- [4] 田部 勉：”FMSスケジューリング用知識ベースシステム構築のための知識抽出と知識表現の1方法“，日本経営工学会誌，pp.44-52，Vol.40，No.1（1989）
- [5] 井上一郎，冬木正彦：”ノウハウ活性化シミュレーション法に基づくスケジュー

ーリング業務支援システムーコンセプト及び適用事例ー“，日本機械学会生産
スケジュールリングシンポジウム講演論文集，pp. 21-26，No. 930-80（1993）

[6] 人工知能学会編：「人工知能ハンドブック」，オーム社（1990）

[7] 辻 正重，坂元克博，伊藤英治：”半手順化問題のための人間・機械協調型シ
ェルー経営計画支援システムを対象としてー“，日本経営工学会誌，pp. 390-398，
Vol. 40，No. 6（1990）

謝辞

本論文の執筆に当たり、多くの方に大変お世話になりました。

まず、職場の上司として常日頃ご指導を賜っている那須清吾教授には特にお世話になりました。本論文を纏めるに当たり、社会人特別コースという短期間であるにも関わらず査を快くお引き受け頂きました。また、コース進学をご相談した時にいち早く論文の価値を認めて下さったにも関わらず当の本人が論文として纏めるのに四苦八苦しておりました。そのような中、大変貴重なアドバイスを頂き論文として纏めることができました。このようなことから、本論文は先生のご指導なくては形にすることができなかつたと深謝しております。

また、学部の学生から助手時代までの長期に渡ってご指導頂き本論の基礎を築いて下さった恩師である青山学院大学辻 正重名誉教授にも大変お世話になりました。学生当時決して成績優秀な学生ではなかつたにも関わらず小生を評価して頂き大学教員としての道を拓いて頂きました。当時、様々にご指導ご鞭撻頂き深謝しております。先生と出会わなければ、決して今の自分はなかつたと断言できます。

そして、常日頃職場にてご指導ご鞭撻を頂く共に本論文の副査をして頂きました末包厚喜教授、富澤 治教授、平野 真教授そして村瀬儀祐教授には研究内容について鋭い質問を頂くと共に将来の研究の充実に向けて大変有益なコメント及び示唆を頂きました。また、纏めるのに手間取る小生を暖かく見守って頂きました。ここに深く感謝致します。

上述の土台を行政経営に発展させる切っ掛けとなった各行政組織での研究では関係各位に大変お世話になりました。中でも、K 清掃組合及び安芸市上下水道課の皆様にはお忙しい中資料等の準備や打合せ等大変なご協力を頂きました。本論文中では、来るべき行政経営に向けて現状を批判的に述べた部分もありますがそれは本論中でも示したように行政組織一般に言えることであって両組織のみに於ける特異なことではないことを改めてここに記しておきます。この点を改めて振り返ると、両組織だからこそ研究を理解して頂け惜しみなくご協力頂けたと思っております。そして、行政に関わる研究では那須研出身であり現香南市市役所員である刈谷 剛氏及び現名古屋大学大学院生宮田将門氏にも多大なご協力を頂きました。誠に有り難うございました。

ここで、お世話になった全員の方のお名前を表すことができなく大変残念ではありますが厚く支援をして下さった秘書の皆様、声援を送ってくれた坂本研の学生諸君そして家族の中でも学位取得を喜んでくれた娘茉由にここに感謝致します。