

技術経営教育のこれまでの流れと課題 — 起業工学の視点 —

富澤 治

高知工科大学

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

E-mail: † tomisawa.osamu@kochi-tech.ac.jp,

あらまし

1900 年頃からスタートしたといわれる技術経営教育が現在では大学等の多くの教育機関によって提供されるようになった。特に 1970 年代から 1980 年代にかけて多くの基礎技術を保有するにも関わらず米国産業の国際競争優位性が低下したことがまさに技術経営の問題であるとの認識のもと、1980 年代以降米国で数多くの MOT プログラムが設置された。一方日本においても 1990 年代から経済の低迷が始まり 2000 年に入って MOT プログラムが開設され 2005 年時点でディグリー・プログラム、ノン・ディグリー・プログラムを合わせて 100 コースに近い状況となった。本稿では技術経営教育の過去の流れ、その課題を振り返ると同時に起業工学という視点で 1999 年に設置された高知工科大学大学院の起業家コースの事例について述べる。

キーワード 起業工学、技術経営、MOT

Past trend and current issue of management of technology - an aspect of entrepreneur engineering -

Osamu Tomisawa

School of Management, Kochi University of Technology,
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kochi, 782-8502 Japan

E-mail: tomisawa.osamu@kochi-tech.ac.jp

Abstract

Education programs in management of technology which existed since 1900s has expanded worldwide. Specifically, many MOT courses were developed in United States of America during 1970s and 1980s based on the recognition that decline of global competitiveness was due to engineering management problem. Japan, on the other hand, variety of MOT programs were established in 2000s in order to cope with economic stagnation started in 1990s. As a result, around 100 MOT courses including degree programs and non-degree programs existed in 2005. This paper reviews past trend of MOT education and describes a case of entrepreneur engineering course which was established in 1999.

Keyword: Entrepreneur Engineering, Management of Technology, MOT, Engineering Management

1. はじめに

1970 年代から 1980 年代、米国は多くの産業セグメントにおいて競争優位性が低下し、国際的な市場シェアの低下を経験する。これに対して 1987 年 NRC (National Research Council) は産官学からの人材を集めてワークショップを構成し、その結果を Management of Technology -The Hidden Competitive Advantage という表題の報告書を出した [1]。今から 30 年近く前に出された報告書であるが、提示された課題は現在でも通用するものと考えられ、まずは背景としてこの NRC のレポートの概要から眺める。

この報告書ではまず MOT (Management of Technology) を牽引する環境変化について議論され、MOT の定義、そして学界における MOT 教育と研究の課題、産業界の課題を議論した上で、MOT の今後の方向性の提示を行っている。

新技術の開発、利用というテクノロジー・マネジメントの重要性は古くからある課題であるが、新製品、新製造技術が世界中で生み出され新しい市場が常に創造される状況下で競争優位の源泉も急速に変わりつつある。従って非常に厳しいグローバル競争環境の変化に対応した効果的なテクノロジー・マネジメント

のあり方が求められている。さらに科学、工学の進展と消費者意識の高度化にともなって、製品ライフサイクルがますます短期化し、結果として製品開発期間の短縮が必須となってきた。70年代、80年代の日本の自動車産業等での成功のキーはCAD/CAMの技術導入もさることながら効果的なマネジメントにあったといえる。

グローバル競争、多くの新技術が出現してくる状況下では、個々の企業は競争優位性を最大にするための技術戦略を開発する必要がある。新技術のマーケットリーダーになるか、迅速な模倣者、他社のライセンスを受けるかの意思決定はますます重要になってくる。テクノロジーが戦略、スキル要件、組織構造に与える効果を理解するためにMOTの効果的な研究は大きな

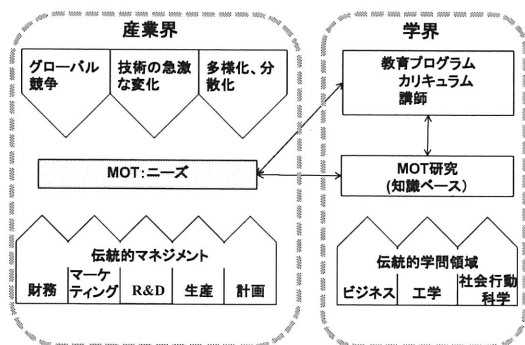


図1 MOTに対するドライバー [1]

力となる。図1はMOTを牽引する諸要素を示す。この報告書ではMOTを図2に示す通り、「組織の戦略的、かつ業務的目的を決定するとともに達成するための技

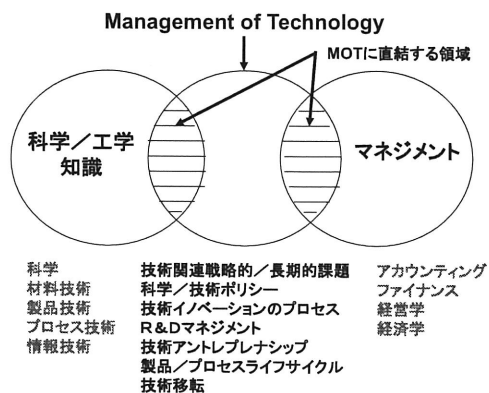


図2 MOTの位置づけ [1]

術的能力を計画し、開発し、実装するために科学、工学、マネジメントの学問を結合する」のように定義している。すなわち科学・工学とマネジメントの橋渡しとなる学際領域から生まれたまったく別の領域として捕らえることができる。MOTに関する研究が大学間で分断され、組織化されておらず結果としてまだ十分な知識体系の整備が行われていない。MOT自身が“problem-driven”の傾向が強く本質的に学問領域横断型であるため“discipline-oriented”な研究者から懐疑

的に見られることも、大学でMOTが定着しにくい要因であるとも指摘されている。

2. 先行研究レビュー

Dundar F. Kocaogluによれば過去40年間にわたる技術経営の大きな成長パターンが教育プログラムの中に見ることができる。技術経営教育プログラムの設置は図3に示すとおり1949-1970までは比較的緩やかな伸びであるが、1970年代に入って突然増加を示す。さらに1980年代にはいり設置数は急増し、この傾向は

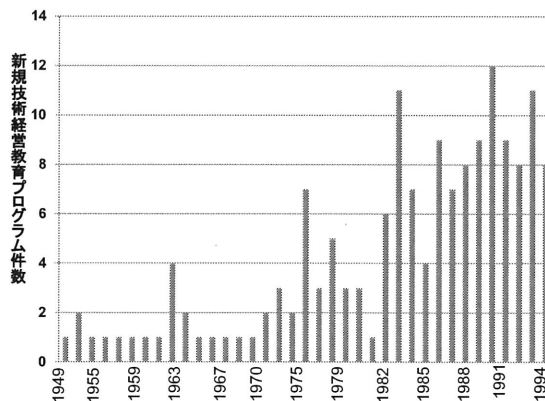


図3 MOTプログラムの設置件数推移 [2]

1990年代に入ってより一層顕著になっている。技術のみでは競争優位性を確立できないという認識が1980年代でのMOT急増の要因である。これらの成長は最初大学院レベルで始まった。エンジニアリング・マネジメントという名称で当初工学系大学院の活動として始まり、以降ビジネススクールに取り入れられるようになった。ビジネススクールで普及したマネジメント・オブ・テクノロジーという名称は現在工学系でもよく使われるようになった。

一方、Timothy Kotnourらは工学から経営にいたるスペクトラムの中で図4に示すEngineering Managementに関して、その学問領域、関係する学会、取り扱う論

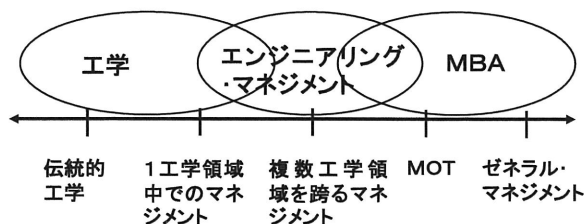


図4 MOTのディシプリン [3]

文誌、そして研究発表の場としての国際会議等、多様な視点からその位置づけについて議論を行っている。彼らはエンジニアリング・マネジメントの歴史と発展を振り返り、エンジニアリング・マネジメントの知識体

系の整理を行っている。工学教育の中においてもビジネスやマネジメント側面のコースが 1900 年代から開講されていた。たとえば Stevens 工科大学は 1902 年に効果的なマネジャーになるための教育としてビジネス・エンジニアリング学部を設置している。また MIT は 1913 年頃にインダストリアル・マネジメントの学位の授与を始めている。

ディシプリンという視点でエンジニアリング・マネジメントを眺めると、前述した NRC の報告書に見られるものと類似の学問領域の関係を示す図を提示している。左端の工学領域には伝統的な工学、すなわち電気、建築など特定の領域に特化したコアとなる工学そのものの学問領域、そして建設マネジメントのような特定工学領域の中でのマネジメント、右端には MBA で扱われる組織のマネジメントに焦点を当てたゼネラルマネジメント、そしてその中間としてエンジニアリングとマネジメントの橋渡しをするものとしてのエンジニアリング・マネジメントが示されている。このエンジニアリング・マネジメントでは複数の工学領域を跨るエンジニアリング・マネジメントプロセスに焦点が当てられている。MOT はゼネラルマネジメントに近い側としてが位置づけられ、テクノロジーの創造、開発、利用のマネジメントに焦点をあてたマネジメント教科と理解されている。

3. 起業工学という視点

多くの MOT 関連文献がスタッティックなマネジメントの捉え方をしているのに対して、Yao Tzu Li は「豊

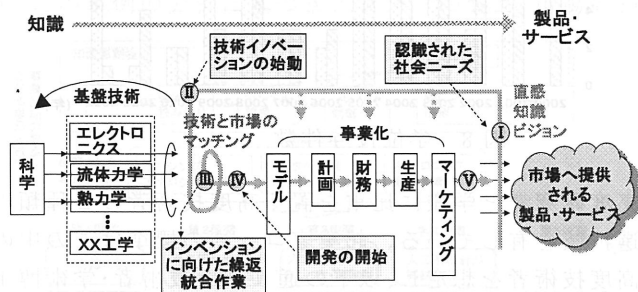


図 5(a) 新事業創造プロセス

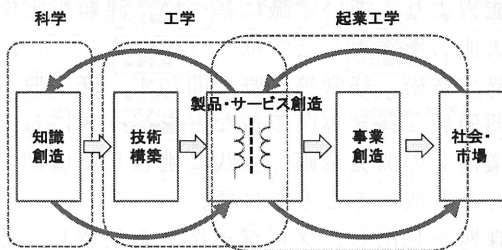


図 5(b) 起業工学の領域

穰の角からはなれてブロックダイアグラム風には書き直したものを図 5(a) に示す。科学と技術は必ずしも一方通行でなく、例えば内燃機関の効率化という技術の中から熱力学が生まれたように相互に作用しあう一つのループを構成している。科学から工学、工学から科学へのフィードバックからなる知識創造のループ、製品創造から市場に至るプロセスもループを構成し、この 2 つのループが接し、互いの変化が誘導しあうところが社会ニーズと技術シーズの出会いとなる。ここは工学風のアナロジーを使えば電磁結合するトランスとして記述でき、まさにイノベーションの起点となる。図 5b に示す起業工学はこの出会いから事業化までのプロセスを研究・教育対象とするものである [6], [7]。

4. 事例：高知工科大学大学院起業家コース

4-1 コースの理念

高知工科大学大学院起業家コースはまさに起業工学を土台とし、技術戦略と経営戦略を統合し、技術シーズから事業化に至るプロセスにおける課題を見出し、かつその解を提供できるような人材を育成するための教育を体系化するとともにそのような教育を提供することを目的としている。対象となる学生は実社会で活躍する技術者を主たるものとしているが、技術系でない人材も含まれる。起業家という言葉は一般に新規にベンチャー企業を設立する人を意味するように使われているが、ここでは Pinchot が定義している既存の組織内でイノベティブな活動をしているいわゆるイントラプレナーと呼ばれる人まで拡張している [5]。従って対象となる潜在的な顧客、すなわち学生は大企業、中小企業の社員から SOHO (Small Office Home Office) の経営者、地方自治体を含む非営利組織の人々である。この教育の期待されるアウトプットはベンチャーを創造できる人を作り出すだけでなく、経営の分る技術者、あるいは旺盛な起業家精神を持って既存組織で活躍できる人材を作る出すことにある。

起業工学の位置づけを 3 次元的に示したものが図 6 である [6]。最上位の平面が事業平面、上から 2 番目が製品平面、最下位の平面が知識／技術平面である。知識／技術平面において x 軸は技術分野を、y 軸は基礎工学からより応用指向への方向を示す。この平面での左端は科学領域でありここから右方向に工学の領域が広がっている。第 3 の軸すなわち z 軸は顧客の視点で見た価値、すなわち経済的な価値の軸を示す。底面が知識／技術レベルであり上方向に IP レベル、製品レベル、そして最終的に事業レベルにたどり着く。工学は科学領域から始まり右上方向への動きを支援する。すなわち工学教育は科学知識を製品レベルに変換する

「穰の角」のメタファーを用いて知識創造から技術構築、製品化、事業創造、市場にいたるダイナミックなプロ

方法論を与える。起業工学はこの図で応用領域に垂直方向に立っている箱で表せる。起業工学は製品平面と

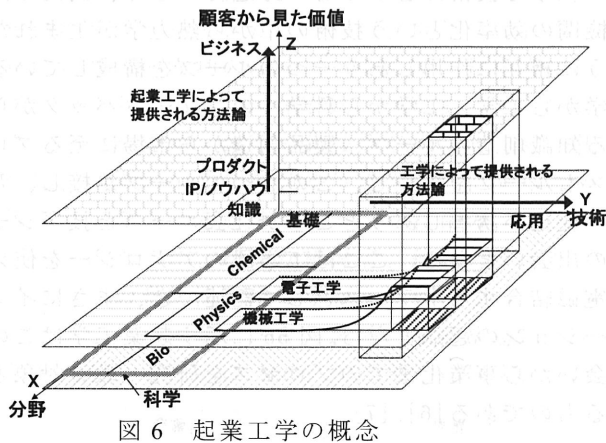


図6 起業工学の概念

技術平面で挟まれた立方体領域を工学と共有し、z軸方向、すなわち経済的な価値を付加する活動の方法論を与える。

4-2 カリキュラム構造

技術シーズから事業を創造するプロセスは図7に示すステップで表される。最初は顕在する、或いは潜在的なマーケット・ニーズの同定から始まり製品、或いはサービスとしての価値創造、事業開発、成長した事業の経営というステップが一つのサイクルになる。起業工学はこれらのステップ全てをカバーする。つまりこれらのステップを進んでいくための方法論を身につけるための一群の教科を提供する。例えば起業マーケティングはマーケット・ニーズの同定から価値創造のステップを支援し、イノベーション論はマーケット・ニーズからビジネス・ディベロップメントまでをカバ

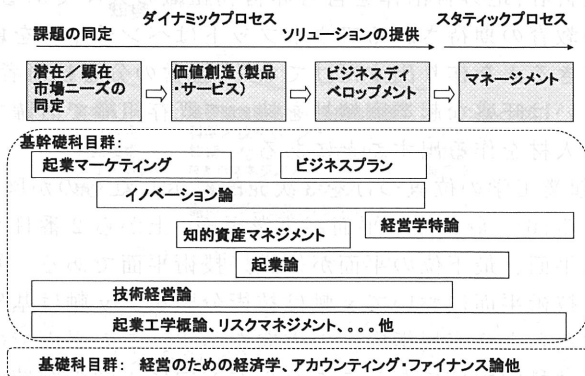


図7 カリキュラム構造

一する。起業工学でカバーされるトピックは価値創造という観点から見ればダイナミックなプロセスを扱っているものと解釈することができる。典型的な講義は一般理論と具体的なケース、各論の組合せで構成されている。起業家コースは日本でのパイオニア的な大学

院教育プログラムである。このコースの基本的な目的は社会人技術者に対して経営と起業家教育を提供することにある。学生のほぼ全員が職業を持っているためクラスは週末に開講される。講義形式はいわゆる集中講義でありひとつの科目は一日7.5時間の授業3日間で構成される。1科目を履修するためには連続する3週の土曜或いは日曜の計3日間の受講が必要である。

4-3 起業家コースでの研究活動

平成17年9月の中央教育審議会答申(新時代の大学院教育—国際的に魅力ある大学院教育の構築に向けて)において博士課程の目的と役割が「博士課程は、研究者として自立して研究活動を行なうに足る、又は高度の専門性が求められる社会の多様な面で活躍し得る高度の研究能力とその基礎になる豊かな学識を養う」及び「博士課程修了者が、研究・教育機関に限らず社会の多様な場で中核的人材として活躍することが求められている」のように謳われている。ある意味で判定基準が「到達点としての研究業績」から「研究者としての出発点の能力」に変わったと捉えることもできる。この枠組みの中で高知工科大は研究能力に比重を置く

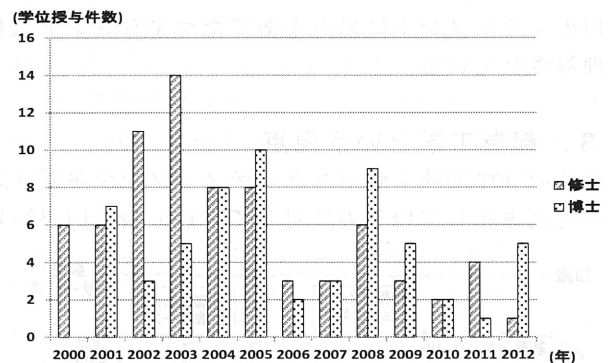


図8 学位授与件数

高度研究者と学識に比重を置く高度技術者の2種類の選択肢を有している。起業家コースの標準はこの中の高度技術者を想定し、以下の通り高度技術者・学術博士像を描いている。

- ①研究能力よりも深い学識に基づいた課題設定能力、課題解決能力を重視した学位
- ②産業界で技術、経営等分野を問わず、既に取得した技術専門領域、経営専門領域などをベースにして、新しい事業機会の開発企画、実践に挑戦し価値創造のできる人材を育成することを目標。
- ③自ら課題を見出し、プロジェクトを創造し、その課題に対するソリューションを提供することによって産業界で活躍できる人材育成を目指す。

図8は2000年以降の学術修士、学術博士の学位授与件数の推移を示す。

4-4 研究事例

起業家コースにおける研究は基本的に図9に示すような新事業創造の課題の形成と達成の方法論という起

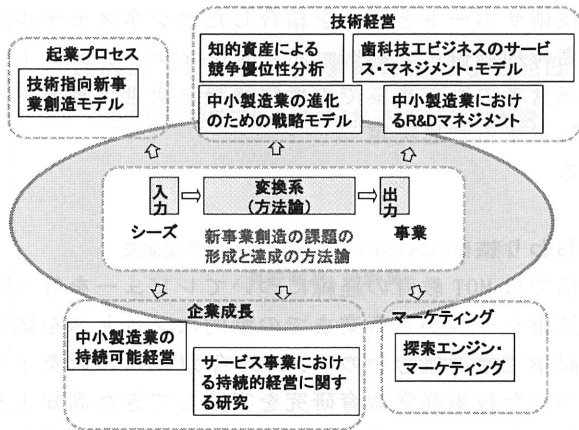


図9 起業家コースにおける研究テーマ例

業工学に関するものであり、ここではその中から3件だけ抽出し、その概要を示す。

1) 技術指向中小製造業の持続可能経営—産業用計測制御機器製造企業の事例

この論文は技術指向の製造会社として創設され、創業の初期段階でアナログ、デジタル、メカトロニクスの複合技術分野における技術力を構築し、以後これらの基礎技術を基盤として新製品を展開し、事業形態を進化させながら30年以上にわたって経営を持続してきた企業の事例研究である。そのプロセスを図10に示す。この事例の分析に基づきアンゾフの製品/市場拡張

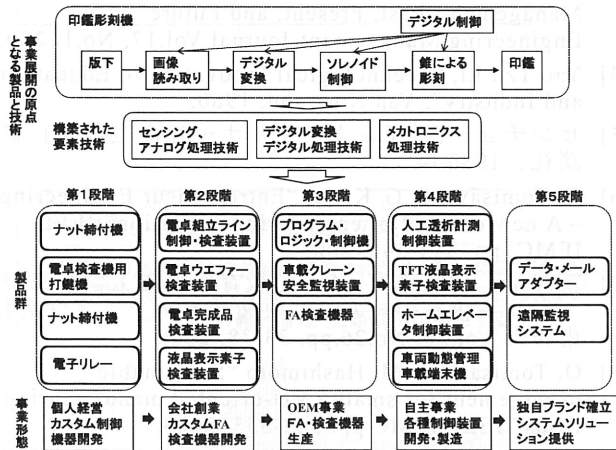


図10 技術コンピタンスと製品群、事業形態推移

グリッドにおける多角化戦略が、既存コア技術を新製品に適用するという前提のもとで効果的であることを示している。また企業サイズを比較的小さく保ち、環境とマーケット変化に対応してビジネスモデルを変える戦略が、「組織が生き残る」キーフクタであること

を示している[8]。

2) 競争優位の確立に向けた知的財産権戦略—新しい知的財産権評価の枠組みの提案—

この論文は技術経営の中でも重要な課題である知的資産マネジメントを扱った論文の例である。知的財産は、間違いなく21世紀の産業における競争優位性の主要な要因である。その様な状況は、21世紀になって突然訪れるのではなく、過去においても知的財産(主として技術)が競争優位性に大きな役割を果たした産業が多数見られる。そのような産業の中で、強固な知的財産の優位性を保有していた日本のDRAMやDVD産業は事業として世界的な優位性を維持できなかったことは、日本の今後の産業に対し大きな課題を提起している。一方で、インテルのパソコン用MPUは知的財産の優位性を武器に実質的な世界独占を達成し維持している。この事実、知的財産権の重要性を認識しているだけでは、事業の優位性を構築するには不十分であることを示している。これらの産業における成功や失敗の原因はそれぞれ個別には分析されているものの、統一的な考え方で評価する方法は確立されていなかった。そのため、実際の事業の運営において知的財

商品ライフ・サイクル	導入期	成長期		成熟期
		前期	後期	
技術占有率				
⑥ 実質独占/寡占 + 参入障壁			1. 絶対優位	
⑤ 実質独占	●	4. 優位構築の鍵	2. 優位	
④ 実質寡占			3. 比較優位	
③ 業界上位 + 個別ライセンス				
② 業界上位 + プールライセンス				
① 業界下位				

図11 技術占有率—PLC評価フレームワーク

産による実効的な優位性の構築を目指す場合、その戦略や施策の有効性を産業の枠を超えて統一的に適切に判断することが困難であった。本論文は知的財産権として重要性の高い特許に注目して、図11に示すような「知的財産権による独占」と「商品製品ライフ・サイクル(PLC)」の2次元フレームワークを用いて、知的財産権により構築される競争優位性を視覚化する統一的方法を提示したものである[9]。

3) 中小製造業の進化のための戦略モデル—山本貴金属地金(株)第二創業の事例—

本論文は技術指向の中小製造企業における持続可能経営に関するものである。中小企業は日本経済の中で大きな位置づけを占めているにも関わらず、年間1

万件以上の企業倒産が見られ、持続可能な経営の方法論を見出すことは極めて重要である。本論文ではまず老舗企業の調査から企業の長寿要因を抽出するとともに、企業成長モデルを扱った先行研究の調査、特にLarry Greinerの“The Five Phase of Growth”モデルの考察を踏まえ、企業存続の要件を提示した上で詳細な事例研究を行っている。具体的には50年以上の歴史を持つ技術指向の生産材製品製造を行っている山本貴金属地金を選択し、山本商店として貴金属地金販売業で創業、製造業での第2創業、有機材料事業まで拡大した現在に至るまでの経営事例を事業ドメイン、マーケティング・新製品開発、組織論の3つの視点で詳細な分析を行っている[10]。事例の企業はもともと貴金属を対象とした事業が原点であるが、口腔内材料という共通の機能的ドメインに留まりつつ貴金属合金、セラミック、プラスチックと物理的に異なるドメインにおいて事業を展開してきた。この場合の重要な経営課題は事業ドメインの認知を受けることであり、そのための企業、顧客、社会に対するドメインコンセンサスの議論も行っている。また業界内では初めて技術サ

した経営者の意思決定が決定的な要因となる。本論文で提起されている持続可能経営の要件は

- ① 機能ドメインと物理ドメインを識別したドメイン戦略の必要性並びにドメインコンセンサスの確立
- ② 技術サポートと製品を結合したビジネスモデルによる高付加価値化と顧客ロイヤルティマネジメント
- ③ 経営者の既存事業での権限移譲と次世代事業ドメインに対する意思決定となる。

5. おわりに

本稿ではMOT教育の経緯についてレビューを行った後、技術シーズから事業までの動的なプロセスを議論する起業工学の概念をのべ、1999年以降この起業工学に基づいた技術経営教育研究を実践してきた高知工科大学起業家コースの事例の紹介を行った。修士課程、博士課程を合わせた社会人学生数は過去増加してきているというものの米国に比して2ケタ程度少ない状況である。産業界での競争優位性を確たるものにするためには今後社会人の大学院教育をより活性化する必要がある、そのために多様な教育のイノベーションが必要である。

文 献

- [1] National Research Council “Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage”, National Academy Press, 1987.
- [2] Dundar F. Kocaoglu “Technology Management: Educational Trends”, IEEE Trans. Engineering Management, Vol.41, No. 4, pp.347-349, 1994.
- [3] Timothy Kotonour and John V. Farr, “Engineering Management: Past, Present, and Future”, Engineering Management Journal Vol.17, No.1, 2005
- [4] Yao Tzu Li, “Technological Innovation in Education and Industry”, Van Nostrand, 1980.
- [5] ピンチョー、「イントラプルナー社内企業家」講談社、1985年
- [6] O. Tomisawa & G. Kano, “Entrepreneur Engineering – A new concept of engineering education” IEEE IEMC, pp. 344-348, 2005.
- [7] 富澤治、加納剛太、「工学教育と起業工学ー起業工学体系化への試みー」映像情報メディア学会技術報告 Vol.30, No.26, pp. 33-38, 2006
- [8] O. Tomisawa & M. Hashimoto “Sustainable management for small R&D-oriented manufacturing firms” IEEE IEMC pp. 349-353, 2008.
- [9] 西嶋修、富澤治「競争優位の確立に向けた知的財産戦略ー新しい知的財産権評価の枠組みの提案、映像情報メディア学会誌 Vol.65, No.4, pp540-549, 2011.
- [10] 山本裕久、富澤治、「中小製造業のための戦略モデルー山本貴金属第二創業の事例」映像情報メディア学会技術報告 Vol.34, No.23, 2010.

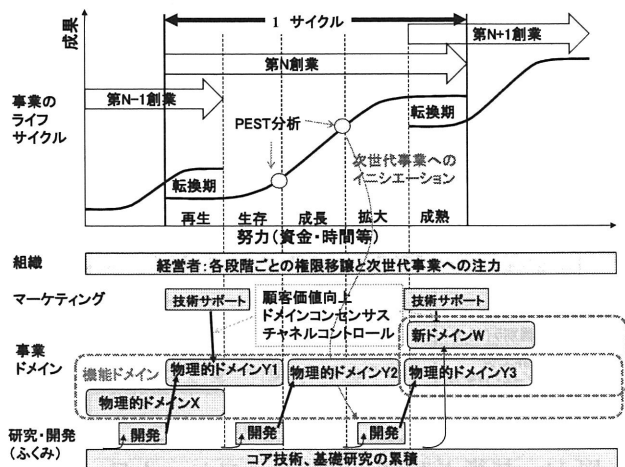


図 12 中小製造業持続経営の仮説モデル

ポートと製品を結合したビジネスモデルを採り、顧客である歯科医師、技工士に対して詳細な技術情報提供、技術支援を実践し、製品の高付加価値化、ロイヤルティ顧客の確保を行い、結果的には販売チャネルに対するプル戦略を効果的に実践していることを明らかにしている。対象事業ドメインを変革していく鍵となる要素はいわゆる「含み」と称せられる研究・開発であり、持続的なコア技術、基礎研究の累積された活動がドメイン戦略を支えている。これらの全ての要素をS字型曲線で表現できる事業のライフサイクルの中で捉えることを試みている。持続可能な経営とはこの現S曲線に代わる次のS曲線を構築していくことであり、現S曲線の成長フェーズにおいて次世代S曲線を想定