

# 博士學位論文

内容の要旨  
および  
審査結果の要旨

第 8 編

平成 16 年度

高知工科大学

## はしがき

本編は、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条による公表を目的として、平成16年度内に本学において博士の学位を授与した者の、論文要旨の内容および論文審査の結果の要旨を収録したものである。

学位記番号に付した甲は、学位規則第4条第1項（いわゆる課程博士）によるものであることを示す。

（平成16年12月発行）

## < 目 次 >

甲第40号	崎 詰 素之	起業からIPOまでのコアコンピタンス・・・・・・・・・・ 1 エンベデッド・ソフトウェア事業の構築戦略 A road of an embedded software enterprise from start-up to stock market with core competence
甲第41号	牧 田 陽	大出力電子線加速器の実用化システムの構築とその事業化・・・・ 1 1 - 500MHz RFシステムの開発 - Creation and Commercialization of Utilization Systems of HighPower Electron Accelerators - Development of 500 MHz RF System -
甲第42号	岩 坂 照之	「創知の杜」の実現シナリオ・・・・・・・・・・ 1 5 Actualization Scenarios of “Generational Synergistic Community”
甲第43号	武 野 昭	ミドルキャリア経営教育に関する一考察・・・・・・・・・・ 2 5 個人変革から組織変革へ Study related to the business administration training for middle career employees From individual to organizational innovation
甲第44号	松 井 正宏	バイオ産業創出における事業形態に関する考察・・・・・・・・ 3 0 - SOSを用いたDNAチップ事業創出を事例として - Considerations on Business Creation in Bio Industries -A Case Study on DNA-Chip Business Using SOS Sensor-
甲第45号	綱 取 光次	ホームプレナー（在宅起業家）の研究・・・・・・・・・・ 3 4 ファミリービジネスとアントレプレナーシップ A study of Homepreneur, Family Business and Entrepreneurship

氏名(本籍)	さきづめ もとゆき 崎詰 素之 (神奈川県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第40号
学位授与年月日	平成16年9月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	起業からIPOまでのコアコンピタンス エンベデッド・ソフトウェア事業の構築戦略 A road of an embedded software enterprise from start-up to stock market with core competence
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 岩田 誠 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 客員教授 渡部 宏邦 高知工科大学 客員教授 濱口 智尋

## 論文内容の要旨

### 〔要約〕

ビジネスソフトウェアが不況のなか、携帯電話、デジタル放送機器、DVDなどのデジタル家電、車載機器に組み込まれる制御用ソフトウェア開発(エンベデッドソフトウェア)のニーズが急速に伸びている。これらはまた、日本経済の再生に重要な役割を果たそうとしている。

このような環境のなか、筆者は、2004年3月1日、これらを担うエンベデッドシステム技術を中心とした(株)コアを東証1部に上場させた。その成功要因を、従来の仕様ありきのエンベデッドソフトウェアの受託開発から、蓄積された技術で新たな付加価値提案開発へビジネス転換し、ソリューションビジネス化したことと判断。これを「新しいエンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」とし、さらに蓄積特化された技術の新しい結合を推進する「インテグレートッドIPソリューションモデル」を提唱した。

その基本コンセプトである新しいソリューションビジネスモデルを、(株)コアにおける起業から上場に至るまでのコアコンピタンス経営の実践から、成長ステージ別(起業基礎段階、成長段階、飛躍段階)の経営戦略・技術戦略からこれらを分析しこのビジネスモデルの普遍性を実証した。

### 1. はじめに

ソフトウェア業界は、ビジネスソフトウェアが不況のなか、携帯電話、デジタル放送機器、DVDなどのデジタル家電、車載機器に組み込まれる制御用ソフトウェア開発(エンベデッドソフトウェア)のニーズが急速に伸びている。これらはまた、日本経済の再生に重要な役割を果たそうとしている。このような環境のなか、筆者は、2004年3月1日にこれらを担うエンベデッドシステム技術を中心としたソフトウェア会社を東証1部に上場させた。

起業から株式上場企業に発展できた成功要因を「エンベデッドシステム開発ビジネスをソリューション・ビジネスにしたこと」と捉え、従来の仕様ありきのエンベデッドソフトウェアの受託開発から、顧客ニーズからの付加価値提案開発へビジネス転換するシステムソリューションの必要性を明らかにし、さらに蓄積特化された技術の新しい結合で提案推進する「新しいエ

ンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」の提言する。これらを、筆者の所属する株式会社コアを事例に実証する。

## 2. エンベデッドソフトウェア産業の事業構造

### 2.1 エンベデッドシステムの定義

エンベデッドシステム(Embedded System、組み込みシステム)を厳密に定義することは難しいが、概ねマイクロチップとそれを制御するプログラムを組み込んだシステムもしくはIT(情報技術)を組み込んだシステムを指すといつてよい。エンベデッドシステムを具体的に挙げると、家電製品、オフィス機器、通信機器、制御機器、輸送機器など枚挙に暇がない。

### 2.2 業態

エンベデッドソフトウェア業界は主に下記の5つの業種から構成される

電子機器を企画、開発、製造するセットメーカー

セットメーカーにデバイス・部品を提供するデバイスメーカー・販社

セットメーカーから製品のエンベデッドシステムやソフトウェアの開発を受託するエンベデッドソフト開発会社(システムハウス)

OSやミドルソフトウェアを、 に提供するソフトウェアベンダ

開発ツール(インサーキットエミュレータ、コンパイラ等)を提供するツールベンダ

### 2.3 市場

エンベデッドソフトウェアの市場としては、2003年のデジタル放送の本格化で、高画質の情報家電のPDP、液晶TV、ブルーレイDVD等の開発が堅調に推移、携帯電話も通話から映像データ通信、FOMAなどの第三代に入り、ユビキタス時代到来に向けて、新しいデバイスやサービスの開発で大きく伸長すると思われる。これに合わせて車載関連もデジタル放送対応等で成長が期待できる。

## 3. ソリューションビジネスにおける新しいビジネスモデルの提唱

### 3-1 エンベデッド・ソフト産業のソリューション・ビジネスへの変身の可能性

エンベデッド・ソフト産業の強みは家電メーカーに横断的に同一機種の製品に多様な機能のエンベデッド・ソフトを納入していることである。このことから、有る品種の製品に対する顧客の多様なニーズを一般化し習得する機会に恵まれている。

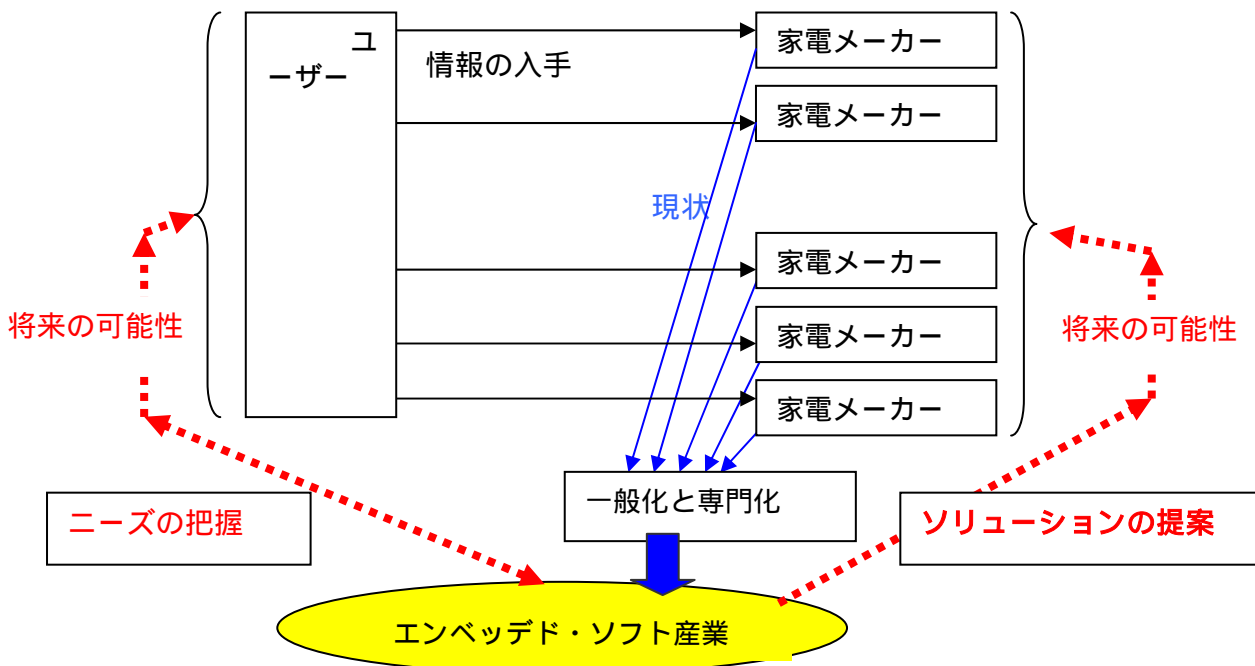


図1 エンベデッドソフト産業の機能

この図に見られる如く、エンベデッド・ソフト業界はソリューション・ビジネスを推進できるポジションとしてかなりの利点があるように思われる。この機会を如何に事業として捉えるかが、ソリューション・ビジネスとして発展するか否かの鍵である。

### 3 - 2 ソリューション・ビジネスの中核産業へ成長の可能性

ソリューション・ビジネスはマーケティングの視点からは市場創造戦略だと考えられる。従来の開発・製造は顧客と提供者のゼロ・サムであった。そこではコストをどちらが負担するか、視点は集まった。

ソリューション・ビジネスは製造可能機能と顧客要求機能の調整・一致による市場創造なのである。別の視点では、製造可能機能と技術の関係と、顧客のニーズの引き出し、理解、この両者の統合化によって、所要技術と市場の関係、需要と供給が合致し、場合によっては新しい市場の創造、顧客も提供者もWin-Winの関係が達成できる。

そこではもはやゼロサムではありえない。顧客も提供者も満足でかつ、大きな利益を享受可能な道が開けるのであろう。

### 3 - 4 デジタル家電からシステムLSIへ市場創造

各種電子機器に利用されているシステムLSIのソフトウェア化が急激に進んでいる、ここにもエンベデッドソフトウェアによるソリューション・ビジネスの世界が広がっていくであろう。

### 3 - 5 新しいソリューションビジネスモデル

ソリューション・ビジネスは旧来の開発システムと外見上は大差の無いものである。しかし、エンベデッドソリューションは、エンベデッドソフト業界から顧客であるセットメーカ（製造業）への技術に裏づけされた付加価値の提案を行うことである。

セットメーカにとってこの提案を顧客である消費者へのマーケティングと合わせて開発の決定を出来るメリットが生まれ、新たな市場創造にもつなげる可能性がでてくる。

特にエンベデッドソフト業界は、概ね、顧客であるセットメーカへ入り込んで開発しているケースが多く、そのノウハウと技術を整理し、一般化、専門化することで、あらたな発想の開発の提案ができる可能性がある。これが「新しいソリューションモデルの提唱」といえ、すなわちエンベデッドソリューションではないだろうか。

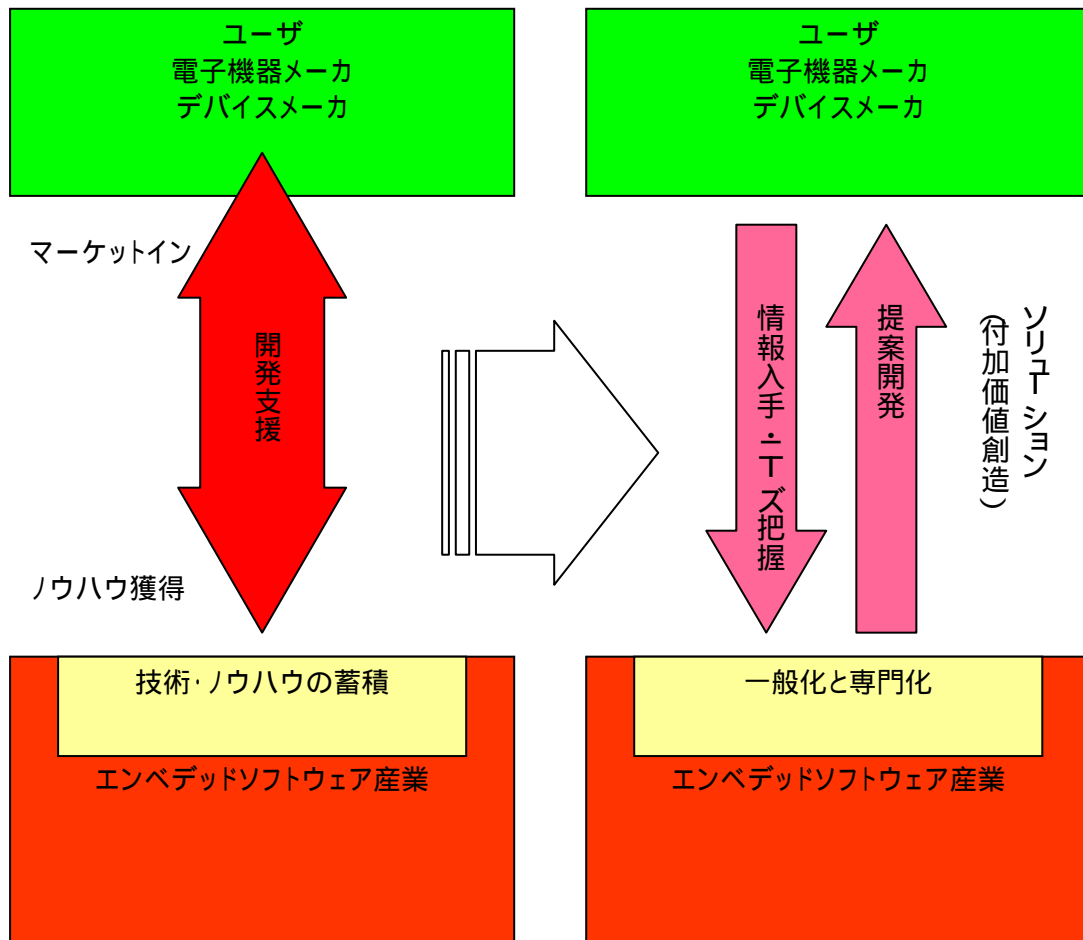


図2 新しいソリューションビジネスモデル

### 3 - 6 インテグレートIPソリューションモデル

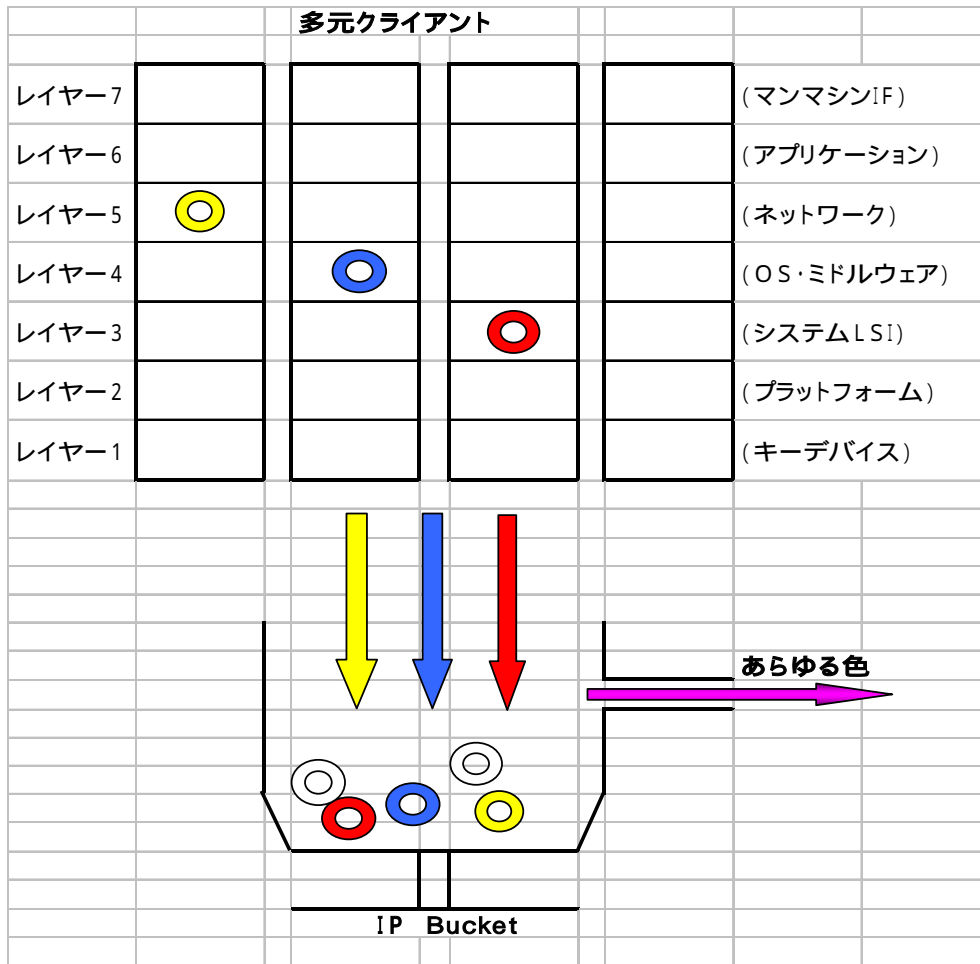
さらに、習得した特化技術要素を新たな組み合わせをすることにより、新たな製品や付加価値の提案することができる。

これは「インテグレートIPソリューションモデル」ともいえる。この新しいソリューションビジネスモデルを提唱したい。これにより下記のことがいえる。

- ・ 習得したいろいろな技術要素（IP注1）を新しい垂直統合で新たな機能を提案できる
- ・ 新しい付加価値創造を生み出すこと可能性がある
  - ・ 多様なソリューションを短い時間で顧客に提供できる

また、この「インテグレートIPソリューションモデル」は普遍的モデルともいえる。これにより、多様化するマーケットへ短い時間でソリューションを与えることができ、T・T・M（タイム・トゥー・マーケット）への対応が可能となり、そして、このモデルは、あらゆる業種（サービス・流通・製造・通信・百貨店・・・）に適用できる。

注1 IP: Intellectual Property (知的財産、転じて、CPUコアやメガセルのような機能ブロックを部品化した設計情報の総称としても使用)



新しいソリューションビジネスモデルの提唱

図3 インテグレートドIPソリューションモデル



## 4. コアコンピタンスの確立

### 4 - 1 競争優位の経営戦略

実例として取り上げたシステムハウスでの戦略は、具体的には以下の様な展開を見せたが、

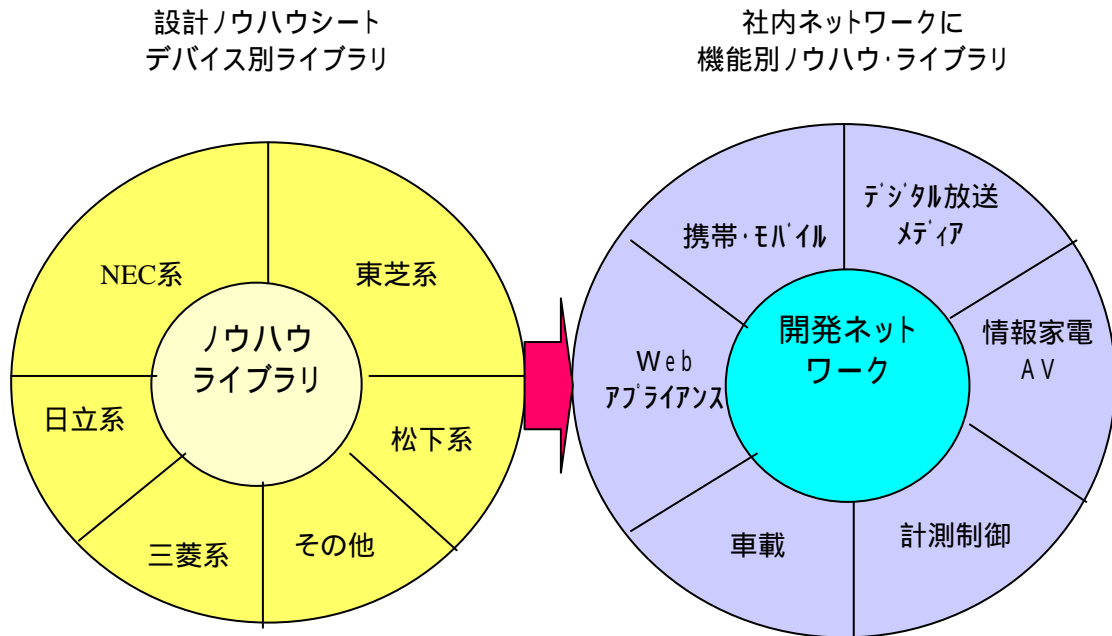


図4 情報共有化・プラットフォーム

起業・基礎段階 = エンベデッド技術の特化・蓄積 > デバイスメーカー別専用部隊確立

- ・各デバイスメーカーがマイクロプロセッサを開発、各デバイスメーカーにマイコンのソフトウェア開発部隊を入れ育成と同時に技術習得を推進。

発展段階 = 全方位戦略 > 顧客別専用部隊確立 > ユーザー側に > デバイスメーカーへ顧客の立場に

- ・各デバイスメーカー向け専用開発部隊は保持しつつ、セットメーカーに開発支援部隊として送り込み製品ノウハウを習得。
- ・デバイスメーカーにセットメーカー側からの技術望等も言える立場に、セットメーカーには、デバイス選定のコンサルタントも

飛躍段階 = 蓄積技術によるソリューション提案

- ・デバイスメーカー専用部隊とセットメーカー開発支援部隊とをシャッフルし業種製品別専門部隊に切り替える。要求仕様の作成から参加、ソリューション提案の本格化

上場段階 = 蓄積技術の新結合による提案開発、EMS活用による量産の受注も

- ・製品カテゴリ別技術要素に技術を整理特化、これらの組み合わせで製品企画提案も開始
- ・開発だけでなく製造へもEMSの活用で参入

以上を、ポーターの競争優位を構築するための三つの基本戦略に照らして総括すれば以下のようまとめられる。

コストリーダーシップ戦略

ソフトの部品化や、モジュール化等で再利用。独自開発ツール活用で開発工数の低減でコストダウンの挑戦しているが、内部の強みとして保持する戦略をとってきた。人材不足を背景にコスト競争には基本的に参加しないようにしてきた。また「スタック・イン・ザ・ミドル」仮説にあるように、の戦略と2頭追いは避けてきた。

課題 顧客のコストダウン要求はますます逼迫してきている、今後これらの新たな対応が必要になってきている。

### 差別化戦略

先端顧客からの受託で先端技術の先行取得を常に意識して営業とパワーの投入をして来た。  
結果として他社より先んじて特化技術の蓄積ができた。

課題 パワーには限りがあり、技術の選別をして行かなければいけないので、選別のミスが致命傷になることが心配される

### 集中戦略

勝ち組企業への戦略拡大を営業戦略の中心としている。ただし勝ち組がいつまでも勝ち組であるとは限らない。

課題 リスクの分散対応として多くのユーザを持つこととのバランスの保持

## 4 - 2 破壊的市場創造型の経営 ~ ニッチ市場から主流産業へ

既存主流のバリューネットワークからさまざまなバリューネットワークが、さまざまな距離を置いて現れる。とくに、第3次元に新しいバリューネットワークを生み出すのが新市場破壊による新市場創造である。主流であった汎用アプリケーションソフトウェアにたいして、ニッチなエンベデッドソフトウェア事業（ニッチ市場に向けた技術によるOne Value Boxの構築）を始めたが、現在これがソフト業界の主流となってしまった（400億 3兆3億）。これはクレイトン・クリステンセンの言う「破壊的新市場創造」の実践と言える。

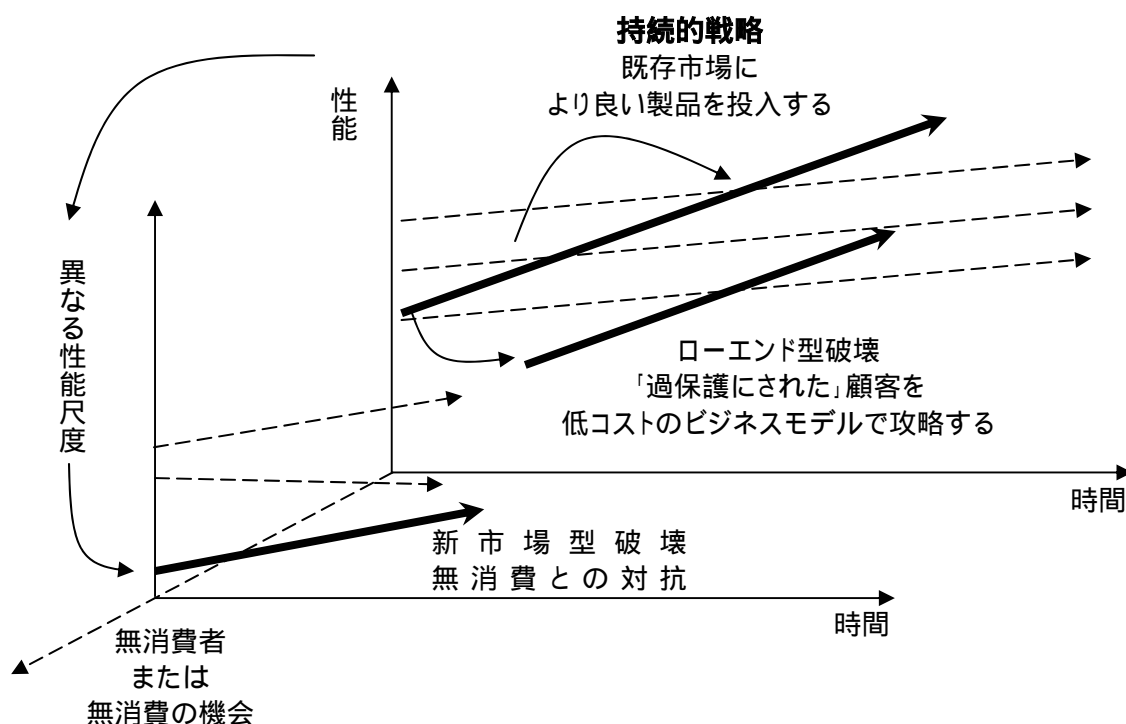


図5 破壊的市場創造

## 5 . 結言

エンベデッドソフト事業で起業し、東証に上場できた成功要因を「エンベデッドシステム開発ビジネスをソリューション・ビジネスにしたこと」と捉え、筆者の所属する株式会社コアを事例に実証し、従来の仕様ありきのエンベデッドソフトウェアの受託開発から、顧客ニーズからの付

加価値提案開発へビジネス転換するシステムソリューションの必要性を明らかにしてきた訳であるが、蓄積特化された技術の新しい結合による「新しいエンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」の提言は、続く各章によって実証された。

#### 1) 競争戦略論の実証

起業から上場までのコアコンピタンス経営の実践から、成長ステージ別（起業基礎段階、成長段階、飛躍段階）にその経営戦略を、マイケルポータの「競争戦略論」、ハメルの「コアコンピタンス経営」の視点で起業から東証1部上場までの事業計画・推進の分析をし、理論の実証をした。業界分析をよく分析し、5フォース（業界内既存の競争 新規参入の脅威 代替品の脅威 売り手の交渉力 買い手の交渉力）の状況変化を捉え戦略をたてて実行すれば概ね計画どうり事業推進できることが分かった。

#### 2) 差別化の技術戦略の考察

上場には、他社に無いのもをもち、増収増益が必須である。これを実現させたのは、多くの先進顧客に入り込み最新技術を習得（マーケットイン）し、これら技術を全社統合整理し活用できるインフラの整備等による技術力向上、各種開発ツールの開発整備等による生産性向上、ISO等による品質向上、これらを他社より早く実現しつづけたことがポイントになった

#### 3) 今後の戦略、ソリューションビジネスへの転換

エンベデッド・ソフト産業は主に家電メーカーの制御機能に対するソフトウェアの提供・開発等を担当する「受身」産業、「御用聞き」産業として発生発展してきた。その後、事業領域の集合化、専門化によって、多くの家電メーカーの協力業者として、独立し、開発する機能も保持している。

このようなエンベデッド・ソフト産業の発展成長過程の状況下、ITバブルが発生し、その教訓から、ソリューション・ビジネスへの転換をIT産業全体が進めだした。この機運はエンベデッド・ソフト産業に千載一遇のチャンスをもたらすものと考えられる。

何故なら、ソリューション・ビジネスは理論的には

ソフトとハードの融合（製造業のサービス業化）

製造とマーケティングの統合によるマーケティング・クリエーション（市場創造）による需要の拡大を意図する、

急台頭する中国の「製造力」にも対抗しようとするものである。

この上記のソリューション・ビジネスの要件を満たす機能の多くを具体的にはエンベデッド・ソフト産業も受け持つ可能性が強い。

この状況、市場環境を活かすかどうかは、正しい時代認識、未来展望が必要である。そのために第二創業的なビジネス・ビジョンの設定が肝要である。

#### 4) エンベデッドソリューションによる新しいソリューションビジネスモデルの提唱

従来ビジネスからソリューションビジネスへの転換、ソリューションビジネスにおけるエンベデッドソフト産業の役割と成長の可能性などから明らかのように、現在、エンベデッドソフトウェアが、新たな市場を創造しつつある。例えばデジタル家電のシステムLSIがエンベデッドソフトウェアで作られるようになり新たな市場創造されようとしている。この様な流れの中から、「新しいエンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」として根付きつつある。

著者の提案するこの新しいビジネスモデルにより、最先端の蓄積技術とその新たな組み合わせで開発提案するソリューションで新たな市場を創造することが出来ると確信している。

## 内容梗概

起業からIPOまでのコア・コンピタンス  
エンベデッド・ソフトウェア事業の戦略

A road of an embedded software enterprise  
from start-up to stock market with core competence

本論文は著者がソフトウェア会社を起業からIPOさせた実践経験を、基礎知識・見識として、

本高知工科大学大学院工学研究科課程起業家コースにおいて行った研究をまとめたものである。

本論文は9章からなり

第1章では、本研究の背景を著者のエンベデッドソフトウェア産業に対する問題意識から考察し、本研究の背景と目的と概要を明らかにした。

第2章では「エンベデッドソフトウェア産業の事業構造」として本産業の特徴的な構造を、歴史、業態、収益構造から明らかにし、その市場性、国際性について言及すると共に、エンベデッドシステム技術の体系化への取り組みを紹介した。

第3章では「ソリューション・ビジネスにおける新しいビジネスモデルの提唱」として、エンベデッドソフトウェア産業でのシステムソリューションの必要性を、ソリューション・ビジネスと従来ビジネスの相違、ソリューション・ビジネスに於けるエンベデッド・ソフト産業の役割、ソリューション・ビジネスの中核産業へ成長の可能性、などから明らかにし、現在、新たな市場を創造しつつあるデジタル家電を「デジタル家電からシステムLSIへ市場創造」として探求する。この流れの中から、「新しいエンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」を提案した。

第4章では、「企業ビジョンの擁立」という立場で、提案したビジネスモデルを実現し、事業推進するための方法を考察した。

第5章では、起業から上場までのコアコンピタンス経営の実践から、成長ステージ別（起業基礎段階、成長段階、飛躍段階）にその経営戦略を、マイケルポータの競争戦略論をベースに考察し、「新しいエンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」への転換を実証した。また、クリステンセンの破壊的事業創造との関連も研究考察した。

第6章では、起業から上場までの組織・マネジメント戦略から、新しいビジネスモデルを検証した。

第7章では、本論文で事例として使用した、株式会社コアの歴史を、「エンベデッドソフトウェア産業での起業から上場へ」として振り返っておく。

第8章にて、本論文にて提案推進する技術の新しい結合での「新しいエンベデッドソフトウェアソリューションのビジネスモデル」の結論をまとめた。

## 審査結果の要旨

### 1. 論文の評価

エンベデッドソフトウェア産業は電子情報技術の中核とする日本の製造業に新しい価値を提供するものとして近年大きく成長しているが、これまで、その産業の概念の定義や位置づけが明確にされていない。

本論文は、このような背景のもと、エンベデッドソフトウェア産業のフレームワークと概念を構築し、その新しいビジネスモデルの構築を図るとともに、経営学的考察の中から普遍性の高い新しいソリューションビジネスモデルを考案し提唱したものである。以下三つの骨子から成り立っている。

エンベデッドソフトウェア産業の概念の構築。                      新しいソリューションビジネスモデルの提唱

モデルの実証：起業から上場までの実践事例

に関しては、デバイスからアプリ、マンマシンインターフェイスを経て多元クライアントに至る階層を組み込みソフトウェアとして統合的にユニット化する体系として概念化し定義した。経済産業省の支援する「組み込みソフトウェア開発強化推進委員会」の発足に貢献した。

に関しては、従来の「システム開発ビジネス」という、マーケットインによる開発支援を基本とするビジネスもできるから、「ソリューションビジネス」という、開発提案を基本とする新しい概念のビジネスモデルを提唱した。特に、コアコンピタンス経営という経営学

的考察をもとに具体的に提唱された「インテグレートドIPソリューションモデル」は実践てきにも有効であることが実証される。

主要な戦略的な技術要素（IP）を光の三原色にみなし、R、G、Bから合成される最も多様なソリューションを得、出来る限り多様なクライアントに提供しようとするモデルであり、ハードウェア、ミドルウェア、ソフトウェアをすべて包含するビジネスモデルである。

に関しては、株式会社コア社の経営実践によりモデルの実証をした。起業、IPO、東証2部、そして、1部に上場させた。「インテグレートドIPソリューションモデル」はステージ別の経営戦略、技術戦略、組織戦略、および全ステージを総称する「コアコンピタンス経営モデル」として実証された。

「起業工学」の高度技術者学術博士として十分なものと認められる。

## 2. 審査の経過と結果

- (1)平成16年6月18日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2)平成16年8月27日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3)平成16年9月1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、大学運営委員会で承認された。

氏名(本籍)	まきた よう 牧田 陽 (兵庫県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第41号
学位授与年月日	平成16年9月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	大出力電子線加速器の実用化システムの構築とその事業化

- 500MHz RF システムの開発 -  
Creation and Commercialization of Utilization Systems of High  
Power Electron Accelerators  
- Development of 500 MHz RF Systems -

論文審査委員

(主査) 高知工科大学 教授 加納 剛太  
大阪大学 名誉教授 中井 貞雄  
高知工科大学 教授 馬場 敬三  
高知工科大学 教授 阿部 俊明  
高知工科大学 客員教授 濱口 智尋

## 論文内容の要旨

本論文は、筆者が三菱電機(株)先端技術総合研究所にて行ってきた大出力電子線加速器“CW マイクロトロン”に関するものであり、主要構成機器のキー技術である500MHzRFシステム構築のための研究開発から、CW マイクロトロンによる民生市場創出のための事業戦略の策定、事業化の実践までの研究成果をまとめたものである。論文は大きく分けて以下より構成される。

1. 加速器技術の発展と電子線加速器の工業的実用化の現状および課題認識(第1章、第2章)
2. 民生市場創出のための大出力電子線加速器の実用化システム構築(第3章)
3. 大出力電子線加速器による民生市場(食品照射・植物検疫事業)創出の実践(第4章)

### 第1章

荷電粒子を高エネルギーに加速する粒子線加速器の用途は、主として科学技術振興を中心として活躍してきた。1930年代に世界で初めて加速器で人工的に加速された粒子を使って原子核反応実験が行われて以来、世界各国の研究機関で加速器の導入がすすみ、原子核物理、素粒子物理に代表される現代物理学は目覚ましい進歩を遂げた。本章では Livingston Plot に代表される加速器科学および加速器産業の誕生から現在に至るまでの変遷を論じる。

加速器科学発展の副産物として、放射線がん治療に代表される医療分野、およびゴム材、ケーブル被覆材等の材料改質に代表される工業利用分野への貢献が近年精力的になされてきたが、筆者はこれらの最先端技術による民生産業への応用、特に消費者市場への実用化が十分になされていないという問題点を指摘し、本研究の目的を明らかにした。

本研究では、電子線加速器による民生市場創出のための実用化システムを構築し、民生市場における新たな継続的利益を生み出す事業を創出し、具体的実践方法を策定し、実践することを目指した。

### 第2章

加速器科学の産業界への貢献の中で、電子線加速器の工業利用を採り上げ、実用化技術の現状を分析し、民生市場における普及への課題を論じる。

加速エネルギー300keV~3MeVの中低エネルギー領域では、1950年の英国でのポリエチレンの放射線架橋の発見以来、ラジアルタイヤ、配線用電線・ケーブルに代表される材料改質や、脱臭、印刷技術を中心に、今日までの50年の間、多岐に渡り実用化されてきた。しかしながら加速エネルギー5MeV以上の高エネルギー電子線においては、滅菌や殺菌の応用例があるものの、十分な成長を示していない点を筆者は指摘し、その原因が加速器自身や周辺設備の顕著なコスト増加であり、普及への課題として大出力化、高効率化、コンパクト化、低コスト化が必要であると指摘した。

### 第3章

第2章で指摘した課題解決のため、普及型のコンパクトな大出力電子線加速器“CW マイクロトロン”を考案した。筆者は、加速器の主要構成機器である500MHz RF システム構築の研究を行い、マイクロトロンへの適用を実現した。本章では、その研究成果をまとめる。

大出力電子線加速器の代表的なものとしてはコッククロフト型加速器に代表される静電型加速器が一般的であるが、高エネルギー化するにつれ大型化し実用性に欠ける。一方、前述の高エネルギー領域においては一般に線形加速器に代表されるRF 加速器が一般的である。その中でも周回加速型のマイクロトロンは電力効率性の観点から、第2章で指摘した課題を解決する上で最もふさわしい加速方式であると考えられる。

マイクロトロンには一般にS-band帯(3GHz)のRFシステムが採用されている。現状の技術ではパルスRF電源の繰り返し数や熱的問題から大出力化に限界である。これを解決するためにRF加速管の周波数を下げ、加速管寸法を大きくし冷却効率を高めることで熱的問題を解決し大出力化を実現することとした。

一般に、周波数を下げることは加速器のコンパクト化に逆行することになるが、500MHz帯を採用することで全体構造としてはコンパクト性を保ち大出力化が可能である事を明らかにし、加速条件を満足するための加速管および電磁石や他構成機器の技術課題を明確にした。

500MHz加速管は従来、放射光施設に代表されるシンクロトロンに用いられるが、これを新たにマイクロトロンへ導入した。コンパクト性を保つためには加速器システムとしては80keV低エネルギー入射が必須となるが、その際、電子線は光速の1/2の速度( $v/c=0.5$ )であり、加速と併に速度が変化する事を考慮した設計が不可欠となる。これを解決するために高周波解析と電子ビーム多回循環加速シミュレーションの連成解析による加速管構造の設計最適化手法を確立した。

また製作に当たっては、従来検証用として製作されてきた試作機を製作せず、厳密な高周波解析および熱構造解析を実施することで直接設計から実機製作が可能となる設計手法を開発し、初めてマイクロトロン導入することに成功した。

またRF電源は放送機器で用いられるIOT管をマイクロトロンに初めて適用した。IOT管は従来RF電源として用いられてきた電子管やクライストロンと比べ高電力効率であり、また管の取扱いもプラグインでの交換が可能なことなど産業応用に適している。

更に、大出力時、通常用いられるの導波管によるRF伝送系から同軸管へ移行し、電力反射吸収のために使用するサーキュレータを削除するため、RF電源への反射電力のビーム電流に対する依存性を厳密に評価し、最適なRFカップラ結合度を選択し、サーキュレータを用いない大出力電子線加速器システムを構築した。その結果、これまでに無いコンパクト化、および低コスト化を実現した。

これらのRFシステムを組合せてのRF加速管の大電力試験では、大出力化に必要な要求を満足する結果を得た。更に、電磁石、電子銃、ビームモニタ等の他のサブシステムと組合せてのビーム加速実験を行い、加速エネルギー5MeVの実現に成功した。

#### 第4章

本研究で開発した大出力電子線加速器CW マイクロトロンによる民生市場創出を目的とし、食品照射および植物検疫事業への展開ターゲットとした事業化実践について論じる。

第1章、第2章で述べた、これまでの加速器産業を振り返り、がん治療に代表される医療応用の例、および電子線加速器の工業応用の例を経営学的に考察し、これらがクリステンセンのいう「新市場破壊」の事例と一致する事を指摘した。そして、CW マイクロトロンによる食品照射・植物検疫事業への展開が「新市場破壊」として成立しうることを指摘し、事業化戦略を策定した。

食品や植物の殺虫や殺菌手段として、化学処理法や加熱処理法に代表される従来処理法は、化学物質として用いる臭化メチルによる環境破壊、加熱処理による食料の品質劣化が指摘されており、臭化メチルに関しては2015年に全世界での撤廃が国際条約によって決定している。これに対し、コバルト60や電子線加速器を用いた放射線照射による殺虫・殺菌処理がこれらに代わる手段として有望であり、中国国内においては、現在、コバルト60による15のガンマ線照射施設が稼働している。

コバルト60によるガンマ線照射処理法について、設備投資から、年間照射処理量、電力コスト、人件費、保守コスト、保険等を考慮に入れた照射処理コストを分析した。そして、これらのコバルト施設を、CW マイクロトロンによる照射施設入替えのための財務戦略を、ディスカウントキ

キャッシュフロー法による事業価値分析を基に策定し、採算性のある有望な事業となる戦略を構築した。

事業戦略としては、“老朽化したコバルト 60 を用いた施設の入れ替え”、WTO 加入後政策として東部に開発が進められている“農産物輸出基地の展開”を図る。更に次のステップとして、食品照射により得られる効果の一つである成熟抑制を利用し“西部ハブ都市への展開”を図り、これらを実践し、学術振興の牽引を中心として担ってきた加速器産業において、新たに民生市場創出し継続的利益を生み出していく。

## 第 5 章

研究成果を総括して、本研究の結論を述べる。

本研究では、これまで科学技術振興を中心として活躍してきた加速器産業における、民生市場創出のための技術課題を明らかにし、研究開発を行った。大出力 CW マイクロトロン<sup>①</sup>の 500MHz RF システムを構築し、これまでの大出力電子線加速器を刷新する実用的新システムを実現した。

食品の殺虫・殺菌事業において、民生事業創出を目指し、新たな事業戦略を策定し、事業化実践を進めている。

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

本論文は、科学技術振興を中心に貢献してきた加速技術において、人類に身近な社会貢献を目指し、一般消費市場の創出のための基盤技術の基礎的研究を行い、新しい加速器技術により新事業

を創出することを目的、意義とし更なる関連産業への波及に貢献しようとするものである。本研究は二つの骨子からなる。新型電子ビーム加速器の基盤技術の開発、確立した基盤技術による消費社会への市場創出。

本研究は、従来比 3 倍の出力（10 数キロワット 50 キロワット）、従来比 2 倍の効率（25% 50%）、従来比 2 分の 1 の容量（高さ 2 m 1 m）、従来比 2 分の 1 のコスト、を特徴とする 500 MHz 動作（従来 2 GHz）の CW マイクロトロン<sup>①</sup>の基礎技術を開発した。新しいコンセプトによる市場創造を目的とした基礎的研究としてその成果は評価される。

添付別紙記載の「特許」、「国際学会、学会論文誌」に出願、発表した。

上記の研究成果をベースに、これまで、原子力、医療、産業技術、工業利用と徐々に加速器応用の範囲が進展するなか、近年の経営学で論じる「ディスプレイ市場の創出」を実践した。

すなわち、2 GHz 動作のマイクロトロン技術を通常とは逆の論理を展開し、500 MHz 動作を可能にすることにより一機に、食品照射への応用という消費者市場に参入する事業創出を可能にした。

経営学的考察による実践事業戦略構築の論理的思考と新技術開発への成果は「起業工学」の意図する高度技術者（工学）博士として評価される。

## 2. 審査の経過と結果

(1)平成 16 年 6 月 18 日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5 名がその



- 審査委員として指名された。
- (2) 平成16年8月27日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成16年9月 1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、大学運営委員会で承認された。

氏名(本籍)	いわさか てるゆき 岩坂 照之 (東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第42号
学位授与年月日	平成16年9月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	「創知の杜」の実現シナリオ Actualization Scenarios of “Generational Synergistic Community”
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 岡村 甫 高知工科大学 客員教授 永野 正展 高知工科大学 助教授 渡邊 法美

## 論文内容の要旨

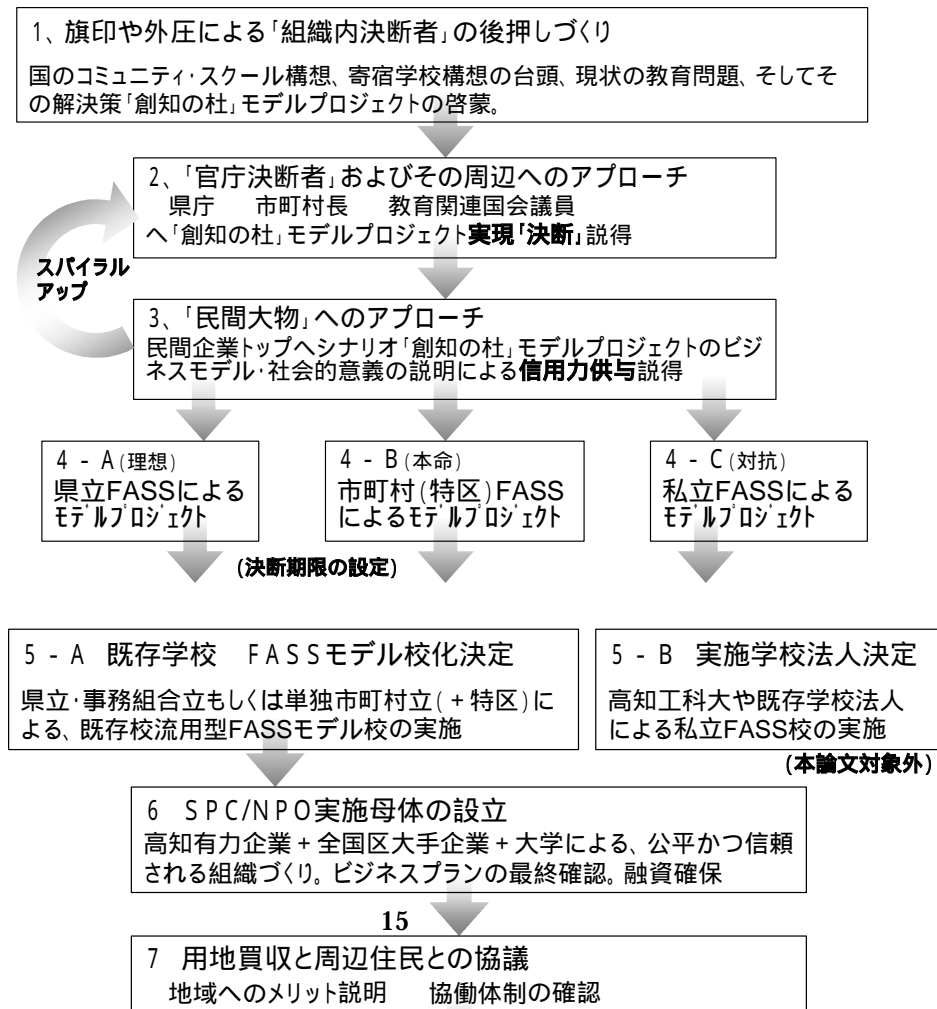
### 1 序章

全国より10年早く高齢化の進む「高知」をモデルに、より総合的・実現的なプロジェクトに昇華するため、過疎化と子供達の現状、自治体の財政状況等进行分析・予測。かつアクティブシニアの増加と彼らの暮らし方ニーズを捉えた新規ビジネスを織り込み、民間資金の活用を可能にした、これからの安心・安全な新しい暮らし方構想が「創知の杜」である。

本論文は「創知の杜」実現の第一歩である「モデルプロジェクト」のシナリオおよびビジネスプランを提示し、多くの方に意義とビジネスとしての収益性をご理解頂くと共に、それだけでなく多くの具体的参画を得る事を目的としている。ここで「モデルプロジェクト」とは、まずは一つ小規模でも「実物」を運営し、その効果を実感していただくことが早道と考え設置する「小さな創知の杜」のことである。

### 2 実現の障壁とシナリオ

利害関係者の分析に基づき作成した「創知の杜」モデルプロジェクト実現シナリオの概略図を示す。(図1)



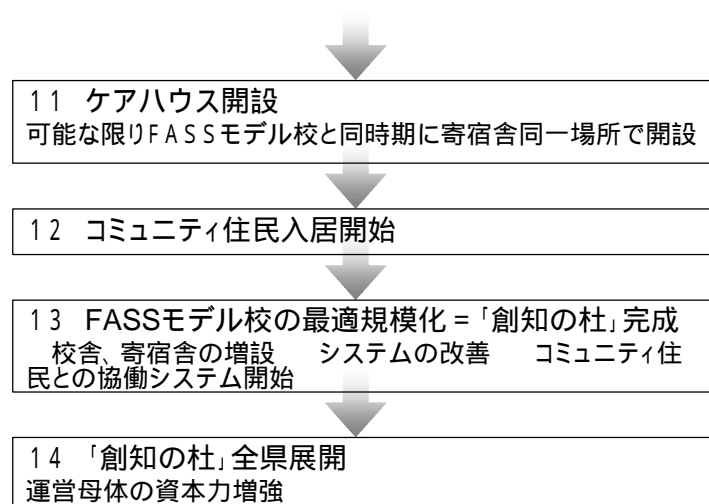


図1 「創知の杜」プロジェクト実現までのシナリオ

以降、本文ではこの全体シナリオの選定理由となった各利害関係者の分析および実現に向かわせる個別シナリオを説明している。

## 2.2 用地問題

「創知の杜」実現には土地が極めて安価であることが必須であり、用地にある程度の幅を持たせるため、「創知の杜」の最低～最適～最大規模を考察する必要がある。

- 1) 効果
- 2) 費用
- 3) 法制度

から各要素規模の考察を行い、最少～最適～最大規模を明確にした後、それに基づき「創知の杜」全体規模と組み合わせ比率について結論を出した。

### 新小・中学校システム F A S S

最小規模 = 270 人 (1 クラス 30 人 × 1 学年 1 クラス × 9 )  
= 寄宿舍延床 770 m<sup>2</sup>、建物延床 4200 m<sup>2</sup>

最適規模 = 810 人 (1 クラス 30 人 × 1 学年 3 クラス × 9 )  
= 寄宿舍延床 2310 m<sup>2</sup>、建物延床 7600 m<sup>2</sup>

最大規模 = 1350 人 (1 クラス 30 人 × 1 学年 5 クラス × 9 )  
 = 寄宿舍延床 3850 m<sup>2</sup>、建物延床 12670 m<sup>2</sup>

これは児童・生徒同士の切磋琢磨がおきる「効果」からクラス規模およびクラス数から決定した。

メディカルケア・センターとコミュニティ

表 1 「創知の杜」の施設配分計画

項目	人数	比率
高知の現状(推定含む)		
アクティブシニア複数居住者	169574 人	33.9
アクティブシニア単身居住者	5000 人	1
居宅介護サービス利用者	14866 人	
施設介護サービス利用者	8744 人	
よって創知の杜の組み合わせ比率は以下となる		↓
戸建住宅	155134 人分	364
集合(独身)住宅	4574 人分	11
居宅介護対応戸建住宅	14440 人分	34
居宅介護対応集合(独身)住宅	426 人分	1
介護施設	8744 人分	21

これは高知県の 65 歳以上人口の現状を参考に、創知の杜の中で「住み替え」でも各施設に過不足が起きないように決定した結果である。最終的には表の右下にある通り、「創知の杜」の各要素は人口比で 364 (戸建): 11 (集合): 34 (戸建介護): 1 (集合介護): 21 (施設) のを標準組み合わせとした。

全体規模は極力 3000 人をこえるように設定したのだが、これはコンビニ、開業医などが誘致できる最少商圈人口から設定した数字である。

3 モデルプロジェクト

これまでのシナリオや規模の考え方を基礎に、以降、モデルプロジェクトの具体像を提示し具体化を試みる。さらにはそれがビジネスモデルとして成り立つことも検証する。

3.1 前提条件

用地面積 = 50ha

FASS = 県立かつ既存校の流用型

FASS 児童・生徒数 = 高知県下、児童・生徒数 100 人以下の学校 (小学校 171 校、6280 人、中学校 67 校、2676 人) のうち一割が FASS を選択と予測。よって 628 人 (児童)、268 人 (生徒) = 1 学年 5 クラス程度を想定

戸建住宅敷地 = 1000m<sup>2</sup>/戸 (コミュニティ新定住人口を増やす = 商圈の形成)

寄宿舍 = 一人 3m<sup>2</sup>弱 (大部屋性で費用を最小化)

ケアハウス = 40 人以上 (採算最少人数より規模を決定)

3.2 各機能の必要規模・組み合わせ比率

モデルでは、以下の規模および組合せ人口を想定した。(図 2)



図2 モデルプロジェクト概要

4 ビジネスとしてのモデルプロジェクト

次にモデルプロジェクトの実現性をビジネスプランにて検証した。

4.1 実施組織と収益

「創知の杜」は官民にまたがる全体マネジメントが必須であり、それが業務となる特殊目的会社が必要である。それを仮に「創知の杜 S P C (Special Purpose Company)」と名づける。

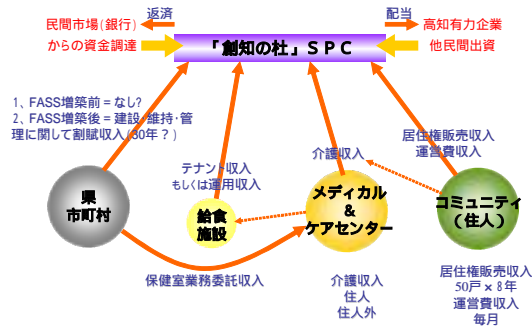


図3 創知の杜 S P C と利益の流れ

これは高知ならびに在京の有力企業の資本、そして民間市場資金により運営される。リーダーは高知の政財界に顔の利く、信頼厚い人物を登用しなければならない。また「創知の杜」が義務教育に関わるなど公共事業的色彩が濃いため、SPCには高知工科大学など、事業の有効性、公平性などについて客観的指導が可能な第三者機関的役割を担う組織の関与も不可欠である。

結論として本モデルプロジェクトのビジネスとしてのまとめは、次図の通りとなる。(図4)



#### 図4 ビジネスモデルとしてのモデルプロジェクト

##### 4.2 マーケティングと料金、販売方法

今回は「創知の杜」という従来にない豊かな暮らし方が商品であるため、特にプライシング＝価格・料金設定に注意した。その主要内容は以下の通り。

主要顧客層＝60歳定年前後の元気な「**知的高齢者**」

知的高齢者＝例えば従事産業によって規定する等、入居条件を定めて「**ブランド化**」を図る

入居価格最低1000万円台後半（1733万円：建物70㎡）のプライシング＝別荘感覚ではじめ、やがて増築することを期待する販売手法

家族構成の変化によって戸建・集合住宅の住み替えが可能（管理費支払者）

「創知の杜」を出たい場合に安全な買取額保証制度

月の年金収入程度（15万円/月）に設定した介護料金

##### 4.3 ビジネスプランの試算

ここでは初期費用、ランニングコスト、各種料金をもとに12年間に渡りビジネスの推移を検証した。

##### 4.4 バランスシート

前項までに示した、モデルプロジェクトのビジネスプランをバランスシートで確認し、最後にその収益性を確認した。（表2）

表2 モデルプロジェクトのバランスシート

### 初年度

会社設立から建設まで

資本金		150	百万円
借入金		2500	百万円
売上	ケアハウス・家賃・管理費	0	万円
	入居権販売	0	万円
固定費	維持運営費	0	万円
	金利支払	50	百万円
	減価償却費	72	百万円
	固定資産税	0	百万円
変動費	用地買収費	250	百万円
	会員権保障費	0	百万円
	工事費	2222	百万円

法人税率 = 0.45 で計算  
 配当 = 0.05 で計算

収支 (百万円)

売上高	変動費	2,472
	固定費	122
	経費	2,593
		0

B / S (百万円)

現金	128	借入金	2,500
		資本金	150
固定資産	2,400	当期損失	122
資産合計	2,528	資本・負債合計	2,528

### 1年度

運営開始

売上	ケアハウス・家賃・管理費	35734	万円
	入居権販売	69998	万円
固定費	維持運営費	26117	万円
	金利支払	50	百万円
	減価償却費	73	百万円
	固定資産税	4	百万円
変動費	工事費	140	百万円

P / L (百万円)

売上高	変動費	140
	固定費	387
	利益	530
		1,057

B / S (百万円)

現金	731	借入金	2,500
		資本金	150
固定資産	2,327	累積利益	409
資産合計	3,059	資本・負債合計	3,059

### 2年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費	36421	万円
	入居権販売	69998	万円
固定費	維持運営費	26117	万円
	金利支払	50	百万円
	減価償却費	74	百万円
	固定資産税	4	百万円
変動費	工事費	140	百万円

P / L (百万円)

売上高	変動費	140
	固定費	388
	利益	536
		1,064

B / S (百万円)

現金	1,341	借入金	2,500
		資本金	150
固定資産	2,254	累積利益	741
資産合計	3,595	資本・負債合計	3,595

配当 20.43

1年度累積利益40900万円のうち45%の18405万円を税金控除

### 3年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費	37108	万円
	入居権販売	69998	万円
固定費	維持運営費	26117	万円
	金利支払	50	百万円
	減価償却費	75	百万円
	固定資産税	4	百万円
変動費	工事費	113	百万円

P / L (百万円)

売上高	変動費	113
	固定費	390
	利益	568
		1,071

B / S (百万円)

現金	1,984	借入金	2,500
		資本金	150
固定資産	2,179	累積利益	938
資産合計	4,163	資本・負債合計	4,163

配当 37.03

### 4年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費	37183	万円
	入居権販売	69998	万円
固定費	維持運営費	26117	万円
	金利支払	50	百万円
	減価償却費	75	百万円
	固定資産税	4	百万円
変動費	工事費	113	百万円

P / L (百万円)

売上高	変動費	113
	固定費	390
	利益	569
		1,072

B / S (百万円)

現金	2,628	借入金	2,500
		資本金	150
固定資産	2,104	累積利益	1,038
資産合計	4,732	資本・負債合計	4,732

配当 46.92

## 5年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37257 万円 69998 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	26117 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	113 百万円

売上高 1,073	変動費	113
	固定費	390
	利益	570

現金	3,273	借入金	2,500
固定資産	2,029	資本金	150
資産合計	5,301	累積利益	1,089
		資本・負債合計	5,301

配当 51.90

## 6年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37331 万円 69998 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	26117 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	93 百万円

売上高 1,073	変動費	93
	固定費	390
	利益	591

現金	3,939	借入金	2,500
固定資産	1,954	資本金	150
資産合計	5,892	累積利益	1,135
		資本・負債合計	5,892

配当 54.43

## 7年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37406 万円 69998 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	26117 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	93 百万円

売上高 1,074	変動費	93
	固定費	390
	利益	592

現金	4,605	借入金	2,500
固定資産	1,879	資本金	150
資産合計	6,484	累積利益	1,159
		資本・負債合計	6,484

配当 56.76

## 8年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37480 万円 69998 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	26117 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	93 百万円

売上高 1,075	変動費	93
	固定費	390
	利益	592

現金	5,273	借入金	2,500
固定資産	1,804	資本金	150
資産合計	7,076	累積利益	1,172
		資本・負債合計	7,076

配当 57.96

## 9年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37554 万円 69998 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	26117 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	5 百万円

売上高 1,076	変動費	5
	固定費	390
	利益	681

現金	6,032	借入金	2,500
固定資産	1,729	資本金	150
資産合計	7,760	累積利益	1,267
		資本・負債合計	7,760

配当 58.60



## 10年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37554 万円 18384 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	26117 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	0 百万円

	変動費	0
売上高	固定費	390
559	利益	170

現金	借入金	2,500
6,280	資本金	150
固定資産	累積利益	803
1,654	資本・負債合計	7,934
資産合計		7,934

配当 63.33

## 11年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37554 万円 0 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	22808 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	0 百万円

	変動費	0
売上高	固定費	357
376	利益	19

現金	借入金	2,500
6,377	資本金	150
固定資産	累積利益	420
1,579	資本・負債合計	7,956
資産合計		7,956

配当 40.15

## 12年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37554 万円 0 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	22808 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	0 百万円

	変動費	0
売上高	固定費	357
376	利益	19

現金	借入金	2,500
6,475	資本金	150
固定資産	累積利益	229
1,504	資本・負債合計	7,978
資産合計		7,978

配当 21.02

## 13年度

売上	ケアハウス・家賃・管理費 入居権販売	37554 万円 0 万円
固定費	維持運営費 金利支払 減価償却費 固定資産税	22808 万円 50 百万円 75 百万円 4 百万円
変動費	工事費	0 百万円

	変動費	0
売上高	固定費	357
376	利益	19

現金	借入金	2,500
6,572	資本金	150
固定資産	累積利益	134
1,429	資本・負債合計	8,001
資産合計		8,001

配当 11.46

10年目までは集合住宅の販売があるため、利益は1.7億円弱計上されるが、ケアハウスおよび賃貸収入のみとなる11年目以降の収入をみて、金利変動があればこの事業は持続性がないと判断される方もいらっしゃるかも知れない。しかし、実際にはこれに、戸建・集合住居の中古販売収入が伴ってくるはずである。

## 5 全県展開へのシナリオ

モデルプロジェクト自体を啓蒙ツールとして活用、運営の中で改善をした後、さらにステップアップさせた形で全県展開を目指す。

高知において「創知の杜」がいくつ展開可能かは、F A S S の設置可能数によるだろう。現在の1校あたり100人以下の学校に通う児童・生徒数を見てみると、次の表14の通りとなるが、彼が将来的にすべてF A S S へ移行するとすれば、高知県全体で5~6箇所展開できるのではないかと。

そこで問題となるのは、有効性については既に実績があるため、この段階の実現におい

ては展開に不可欠な資金の集め方となる。モデルプロジェクトで示したとおり、この事業は数十億単位の資金が必要である。そこで保険会社の参画を提案する。

今のアクティブシニアの多くは「満足できるこれからの暮らし」に出会えていないと考える。その大きな要素のひとつは、これからの安心・安全を得るためのコストが高いだけでなく、一体いくらあれば大丈夫か不透明な点である。

そこで新しい暮らし方システムとして、従来の不動産、保険、医療・介護事業を一括して「創知の杜」という形で提供する新しいビジネスが出来ないかという提案である。(図5)

具体的には一定金額もしくは永年定額月払い料金を支払うことにより、住居管理、医療、介護を含めて、その後の人生を面倒見てもらえる、というビジネスである。この実現には各種法規制の改正、医療法人の参画、そして保険会社の保険料算定&金融ノウハウが必須であるが、特に保険会社にとって魅力的ビジネスになると考える。

今、貯蓄の多くは高齢者が構成しているという。そこでこのようなビジネスが生まれ、彼らがこの発展型「創知の杜」システムの支払必要額以外の部分をサービスなどに消費するようになれば、日本経済活性化への寄与は莫大なものになるというメリットがあり、是非とも実現させるべき、今後の研究課題である。

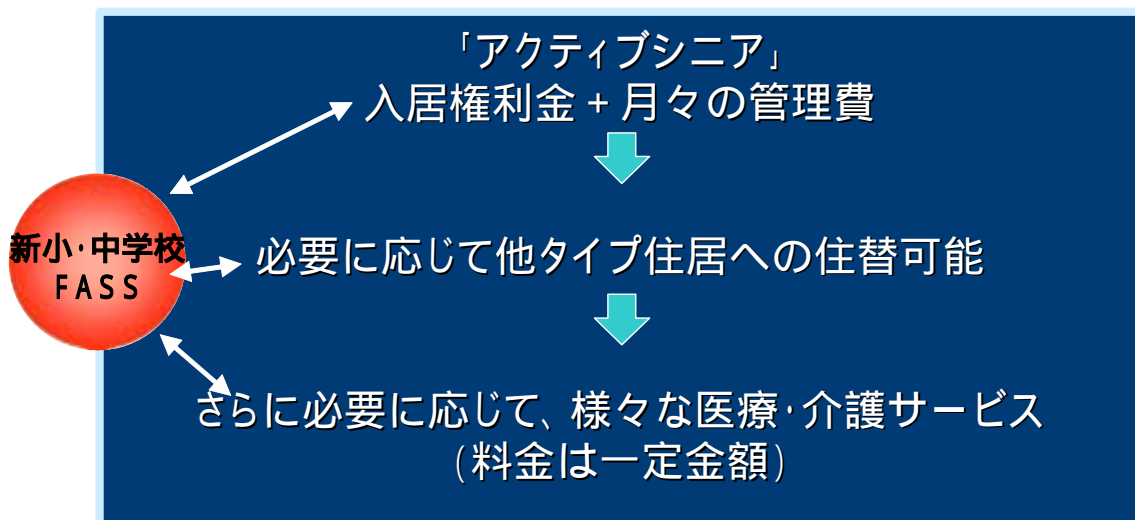


図5 発展型「創知の杜」ビジネスの概念図

## 6 まとめ

「創知の杜」はビジネスとしても大変魅力的である。

・投資家にとっては1.5億円の投資を6年目には配当で回収でき、以降も確実に額はそれまでと異なり数千万円単位となるがリターンを得られる事業である。

・銀行にとっても利率4%での2.5億円の融資物件で利益も大きく、元本も7~8年目には回収できる有料事業である。

是非とも、もう一度本論文中の各表を良くご覧頂き、納得して具体的な参画をしていただきたいと考えている。

「創知の杜」がここまでリーズナブルなのに高い収益をもたらすポイントは全部で3つ存在する。

高知の安価で豊かな斜面地の活用に着目。500円/m<sup>2</sup>という用地価格を実現したこと

高知で先行する環境共生型建設の試みを活かした、インフラ工事費の徹底的な削減

同一箇所で、同一モジュールを基本として建設される木造住宅の採用

つまり「創知の杜」は、これまで高知の風土と技術者が、従来と異なる価値観＝持続的会社という信念と共に育ててきた、持続的開発の発想や技術が元になっており、これが高知で成功した際には次に、日本に多く存在する同様に過疎で悩む自治体に対する新たなシステムとして売り込むことも充分可能である。「今すぐに」着手すべき、暮らし方システムである。

## 審査結果の要旨

### 1. 論文の評価

本研究は、子供からお年寄りまでのすべての世代が安心・安全で豊かな暮らしを満喫できる持続的な仕組みのひとつとして提案されている「創知の杜」の実現に必要な不可欠な研究であって、以下の内容からなっている。

- (1) 過疎地域の児童・生徒およびその保護者、都市部の児童・生徒およびその保護者、県、設置地域自治体、設置周辺地域住民、設置外地域自治体、介護サービス提供者、出資者、入居候補者など関係者が抱くリスクと効果、経費負担等に関して具体的に分析し、それらすべてが解決可能であることを示した。
- (2) 具体的なモデルプロジェクトの実現シナリオを提案すると共に、それがビジネスプランとして成立することを明らかにした。
- (3) 以上を検証するために、モデルプロジェクトの立ち上げを計画し、実行の第一歩を踏み出すことが可能となった。

以上の内容は、起業家コースの博士に十分該当する業績であると認められるものである。

### 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成16年6月18日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成16年8月26日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成16年9月1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、大学運営委員会で承認された。

氏名(本籍)	たけの あきら 武野 昭 (大阪府)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第43号
学位授与年月日	平成16年9月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	ミドルキャリア経営教育に関する一考察 個人変革から組織変革へ Study related to the business administration training for middle career employees From individual to organizational innovation
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 富澤 治 高知工科大学 教授 阿部 俊明 高知工科大学 教授 長尾 高明

## 論文内容の要旨

### 論文主旨

現在、日本経済の活性化における企業変革の必要性が叫ばれている。その中で、社会に与えるインパクトの大きさから、大企業の変革の重要性に着目した。

多くの経営手法が日本企業に取り入れられてきたが、日本企業の経営の根幹にあるのは「ヒト・モノ・カネ」マネジメントである。この「ヒト・モノ・カネ」マネジメントは、非常にわかりやすく、昔から経営のキーワードとして用いられてきた。環境の激変している現在において、どちらかという内部環境のマネジメントを中心とする「ヒト・モノ・カネ」マネジメントだけでは、不足であることは言うまでもない。

本研究では、この「ヒト・モノ・カネ」マネジメントから、「3S+T」マネジメントへの変革を、人材教育の視点から考察した。ミドルキャリア(工学系出身者を含む)へのポータブルスキル教育のあり方についての研究を行い、個人変革から組織変革への仮説提案を行った。

その帰結として、日本企業再生のためには、以下の3点が重要であると結論づけた。

1. 組織変革を行うことが不可欠だが、戦略、システム、人材、技術の4つの視点(3S+T)に絞り込んで、課題を克服することが重要である。
2. ミドルキャリアを変革のコアとするために、選抜型でポータブルスキル教育を行うことが有効だが、成功のためには、下記の重要なポイントを十分考察する必要がある。
  - a. 選抜の要素と適切な選抜
  - b. 効果的、効率的な研修内容
  - c. 高レベルな経営提言と職務での実績の関係
3. 組織的な変革に発展させるために、個人から組織への学習組織の形成が必要である。

## **1. 背景**

### **1-1. 日本および日本企業の国際競争力低下**

日本は、93年の国際競争力1位（IMD調査）から、順位を下げ続け、2002年度は30位にまで順位を低下させた。この状況は日本企業にも当てはまるものである。液晶ディスプレイや、携帯電話端末などの特定の製品分野では、競争優位性を著しく低下させている。

### **1-2. 1970, 80年代の日本企業の高業績分析**

日本企業は1970、80年代において、海外進出を伴う、飛躍的な発展をとげた。主に機械機器分野がその原動力になった。このような発展を遂げた日本企業におけるマネジメントの重要な要素として、「ヒト・モノ・カネ」がキーワードとなっていた。

## **2. 企業の現状**

### **2-1. 現代企業の業績不振の要因分析**

現在、多くの大企業が業績低迷にあえいでいる原因は、環境の変化によるところが大きい。特に、グローバル化の進展、IT革新、人材の多様化、金融システムの劇的な変化などをあげることができる。このような変化に日本の大企業が適切に対応できなかったことが、業績不振を招いている。つまり、内外環境の変化に「ヒト・モノ・カネ」マネジメントが適応できていない状況になっている。

### **2-2. 米国企業の高業績分析**

失われた10年の中で、日本企業の多くが衰退したのとは裏腹に、米国企業は急速に成長した。

米国企業は1970年、80年代に製造業を中心として、アジア諸国、特に日本企業との国際競争に破れ、その業績を低迷させた。その後、米国企業は、日本から学ぶべきものは学び、一方で米国流の経営を踏襲し、新たな米国型経営手法を確立した。その結果が現在の反映につながっている。

### **2-3. 日本企業の企業文化と類型**

多くの大企業が業績不振に陥った一方、変革を行った企業は高業績を保っている。それらの企業をリスク（回避かテイクか）と主義（個人か集団か）の2軸で、類型化した。日本企業の集団主義は言うまでもないが、多くの日本企業は不確実性については避ける傾向が強い。いわゆる、石橋をたたいて渡ることもその特徴の現れである。

### **2-4. 企業文化変革の方向性**

高業績企業はリスクをとる企業文化を作り上げたことが大きな要因である。日本企業は全般として、集団主義を保ちながら、リスクをとる体質に変化させることが求められている。

## **3. 企業文化変革のための経営手法考察**

### **3-1. マネジメントの概念**

現代に至るまでの代表的なマネジメント概念として、4人の著名な学者の主張は以下の通りである。

ファヨールは、利益を追求する組織の活動を、技術・販売・安全・財務・経理・管理の6つの要素に分けた。また、最後の管理を、計画・組織・指示・調整・統制から構成されるとした。アレンは、マネージャーの行動を、計画・組織化・統率・統制の4つの要素にわけ、10の活動に細分化した。ミンツバーグはマネージャーの仕事を、組織のトップとしての役割や統率する役割などの10分類を行った。ドラッカーはマネージャーの仕事における5つの基本機能を、目標設定、組織化、動機付けと情報伝達、効果測定、人材開発の5つとした。

これらの概念から、マネージャーにとって必要なスキルを、情報力、計画と組織化力、目標達成力、問題解決力、意志決定力、リーダーシップ、人材育成力、対人能力、コミュニケーション力の9つとした。

### **3-2. 変革マネジメントの概念**

変革マネジメントに関する研究は、古くはシュンペーターのイノベーションに始まり、最近では、クリステンセンのイノベーションのジレンマで行われている。シュンペーターのイノベーションの定義、組織の変革に注目したD.ナドラー、M.タッシュマン、コアコンピタンス経営のG・ハル、C・K・プラハラド、ビジネスプロセスリエンジニアリングのM.ハマー、P・M・センゲのラーニングオーガニゼーションの概念から、変革に関する考え方を整理し、企業変革のプロセスを模索した。

### **3-3. エクセレントカンパニーと7S分析**

エクセレントカンパニーで、ピーターズとウォーターマンは、好業績企業43社の特徴として7つのSを抽出した。彼らの指摘した7Sは、Strategy、System、Structure、Skill、Style、Staff、Shared Valueであり、これらのバランスが重要であることを示唆している。7Sモデルは非常にわかりやすい概念であるが、これを自社分析に応用する際、項目の切り分けに難しさがある。特に組織構造とシステム、経営スタイルとスタッフなどの混同があげられる。また、7Sモデルで分析を行うときに、どのレベルの課題であるかが特定されない場合が多い。少なくとも、全社レベル、部門レベル、個人レベルに分けて分析することが必要である。その場合、7S×3レベルの21マトリックスで課題を分析する必要があり、非常に困難な作業を余儀なくされる。

## **4. 3S+Tモデル**

### **4-1. 3S+Tモデルの提言**

アルフレッド D.チャンドラーの「組織は戦略に従う」という言葉は非常に有名であるが、企業をマネジメントする要素として、戦略と組織は不可欠である。戦略には、全社戦略と部門戦略の2レベルがあり、さらに、市場や製品レベルにまで落とし込んだ、マーケティング戦略も含まれる。これら戦略の上位概念としてビジョンがあり、下位概念として、単年度計画やそれを実現する組織構造や、運営の仕組みやルールがあげられる。次に、組織を運営するためには、運用する人材が必要となるが、トップマネジメントから現場の労働者までが、人材の要素となる。最後に、コアコンピタンス経営で指摘された競争力の核となるもの、それを技術力と呼ぶ。技術力は、工学的な技術のほかに、ノウハウや販売力といったものなども含まれる。

これらの視点から、7Sモデルを進化させた3S+Tモデルを提言した。3S+Tモデルは、Strategy（戦略）、System（システム）、Staff（人材）、Technology（技術）で構成される。

### **4-2. 3S+Tモデルでの企業の分析**

3S+Tモデルで、日産、トヨタ、ソニー、松下、GEなどを分析し、モデルの有効性を検証する。

（松下電器産業の事例）

日産と同様、新任中村社長によって大変革がなされた。変革のためには、過去のタブーを一切無くした。松下は、人材を大事にする経営として、世間に知られており、人材をリストラすることは、タブーであった。中村社長は、そのタブーに挑戦し、早期退職制度を実現し、1万人を超えるリストラを断行した。中村社長は、戦略として、破壊と創造というポートフォリオ戦略を実施し、戦略商品として、5領域を明示し、資源の集中特化を行った。その結果として、DVDレコーダーの日本でのシェアは1位を確保した。また、システムとして、CCMとキャッシュフローを経営指標として、事業の目標を明確にした。さらに、販売チャ

ネル、特にナショナルブランドで有名な松下販売チャネルの改革も行った。テクノロジーとして、システムL S Iに集中投資して、知財とブラックボックス化を行い、上流行程での利益獲得に特化した。

### **5. 3S+T モデルにおけるミドルキャリア層強化の研究**

#### **5 - 1. 3S+T モデルにおける人材の視点**

前章で触れたように、大企業の変革は、トップの強いリーダーシップによるところが大きい。トップのリーダーシップが無い限り、大企業の変革は可能ではない。しかし、トッパー一人の力では、大企業の変革はなし得ない。トップの意向を理解し、変革をリードするリーダーの存在が不可欠である。日本企業の場合、基本的にはボトムアップの経営が根付いており、トップとボトムの間を連結するミドルの役割が非常に重要である。これは、欧米企業との根本的な相違であり、日本企業の変革にはミドルの役割が不可欠である。

#### **5 - 2. ミドル層のポータブルスキル育成の必要性**

ポータブルスキルとは、社内だけでなく、世間や、業界で通用するスキルのことを言う。変革リーダーのポータブルスキルは、T字型であることが望まれる。T字型リーダーとは、縦棒に自分の専門性、横軸が変革リーダーとしてのマネジメント能力である。このマネジメント能力は、「ヒト・モノ・カネ」マネジメントだけでは不足であり、グローバルな視点でのマネジメントにおけるポータブルスキルである。つまり、3 S + Tをマネジメントできるスキルである。

#### **5 - 3. ミドル層のポータブルスキル育成研修の実証**

ミドル層強化についてのコンセプトは、3 S + Tマネジメントを可能とするポータブルスキルの強化であるが、そのようなマネジメント能力育成と共に、変革リーダーとしての適性診断とキャリアゴールの設定を初期段階で行った。研修はオリエンテーションと事前課題、変革ビジネスリーダー研修、経営戦略とケーススタディ、事前発表会、経営提言発表会の5つのステップで構成した。

この選抜型研修で分かったことは以下の8つである。

1. 選抜型研修に好意的であり、継続性と若手への拡大を望んでいる。
2. 変革リーダー研修での自覚が、研修全体を通じてのモラル維持に役立つと感じている。
3. 対人スキルと業績スキルには相関がある。
4. 個人の仕事に対する価値観は企業によって相違があるが、共通するものがある。
5. 財務に関する知識が不足していると自己判断している。
6. ケーススタディとケースレポートのフィードバックを有効と判断している。
7. ビジネスプランに修得した経営フレームワークを適応することに難しさを感じている。
8. 研修の継続により、経営フレームワークの共通言語化が推進されたと感じている。

また、今後の課題として、以下の4つをあげた。

1. 選抜基準が現行の人事考課基準に基づいており、従来型の優秀社員しか選抜されないこと。
2. 研修終了後の昇格人事などとの連携が確立していないこと。
3. 組織変革を可能とする適切な選抜人材の総数が不明なこと。
4. 個人のマネジメント能力強化には成果があるが、組織能力強化へのつながりが確定していないこと。

### **6. 個人変革から組織変革への発展**

#### **6 - 1. 個人変革の成果と課題**

研修受講後2～3年以内には、受講者の多くが、受講当時よりワンランク上のポジションに

昇格している。その結果と受講者のアンケートから、この研修が一定の成果があったと判断したが、組織変革への展開課題が残った。

### 6-2. 組織変革への発展(学習する組織)のアプローチ

前記課題解決のためには、研修の範疇を越え、組織管理の枠組みに組み入れていく必要がある。そのために有効な施策として、目標管理制度に連動していくことが考えられる。また、BSC(バランス土スコアカード)との連携により、学習する組織として発展可能であるという仮説提案を行った。

## 審査結果の要旨

### 1. 論文の評価

本論分は現代企業が国際競争力を強めるために採用する Competency Management に関するものである。わが国の企業の国際競争力は Japan as No.1 といわれた 1980 年代に比べ、その凋落は(25 位程度といわれる)目を覆しめるものであり、その向上が急務である。この急落の原因は急速な情報化と緊密な関係がある。

情報化が急激に進む過程では、組織や個人が情報に正しく対応し、それを処理する能力を持つことが企業の Competency Management 上、差別化のために不可欠とされている。そのためには一般的に、所謂、Learning Organization の形成の効果が大きいとされる。

この Learning Organization の形成方法に関して、著者のコンサルタントとしての長年の経験と米国イリノイ大学の MB で習熟した考え方、経営教育コンサルタントであるグロービスにおける経験と研究を踏まえ、3S+T(Strategy, System, Staff + Technology)に着目して、企業の人的資源の質的向上を目指した研究システムを提唱した。この教育システムは個々の社員の Competency の形成のための教育と組織力の拡充に関する新しいシステムである。

現在、この分野は日々続く、情報化の波に押し寄せられて、そのスピードの速さの為に、解決方式の究明と確立が間に合わない状況にある。その上、経営の根幹にかかわる問題であるところからクロス・カルチャーの問題が大きく影響する。

本論文はこれらを分析し、真の意味でわが国に適用性の高い方式を分析、新しいシステムの構築をし、提案するものである。

この新しい経営教育方式の有用性と創造性は高く評価され、学術博士の請求論文として妥当なものと思料される。

### 2. 審査の経過と結果

- (1)平成16年6月18日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2)平成16年8月27日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3)平成16年9月 1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、大学運営委員会で承認された。



氏名(本籍)	まつい まさひろ (東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第44号
学位授与年月日	平成16年9月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	バイオ産業創出における事業形態に関する考察 - SOSを用いたDNAチップ事業創出を事例として - Considerations on Business Creation in Bio Industries -A Case Study on DNA-Chip Business Using SOS Sensor-
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 山本 哲也 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 阿部 俊明 高知工科大学 教授 長尾 高明

## 論文内容の要旨

本論文は、結晶欠陥の少ない、高品質なSOS (Silicon on Sapphire) 基板の作製技術、及びその基板を用いた新しいDNAハイブリダイゼーション検出方法の発見と、それらの技術に基づく、新たなDNAチップ事業の創出に関するものである。

第1章では、本研究の背景となるバイオ産業の市場動向と、それに立脚した本研究の狙いについて述べた。バイオ産業は、この20年近くに亘って、バイオ産業はIT産業と共に2大成長産業と言われながら、2002年に約1.9兆円と、IT産業に比べると市場の立ち上がりは著しく遅れている。20世紀末には、経産省主導で、2010年の市場規模目標25兆円(年24%成長)という国家プロジェクトがスタートしたが、現状は、成長率約6%で目標には遠く及ばず、2010年の市場予測は2.9兆円に留まっている。一般に、バイオ産業では、臨床試験を経ての認可取得が必要であり、実用化や市場創出までに時間を要するという性格を有する。しかしながら、今後の日本経済成長のためには、バイオ産業の飛躍的育成が必須要件であり、そのための取組みが必要と思われる。

本研究の狙いは、バイオ産業を、2020年に、市場規模25兆円の一大産業に育てるべく、将来の新たな事業機会と要素技術について考察すると共に、比較的早期に大きな塊となるような新規事業創出の提案を行うことにある。

第2章では、バイオ産業における新たな事業機会に関して考察を行い、医療分野、特に遺伝子技術を利用した診断・治療に注目すると共に、その中での具体的な新規事業創出のアイテムについて述べた。プロセスとしては、まず2020年の社会環境や社会ニーズの予測を行い、そこから現在に遡って考察するという手法を選定した。

2020年における社会環境を予想した時に、特にバイオ産業との関係が深い項目として、少子高齢化の進行、患者の医療費負担増加、そして各種の規制緩和等を挙げることができる。そして、このような社会環境においては、中高年者を中心に健康志向が高揚し、病気予防に対する意

識や、安価でかつ完全に治癒する画期的治療方法への要望が強まっていると思われる。その結果、病気予防の関係では、自分がどのような病気にかかりやすい体質かを予め知っておくという予知診断、自分の健康状態を監視しておく日常モニタリング、病気にかかりにくいからだを作る健康食品の摂取等がトレンドとなるだろう。又、新たな治療という面では、体質そのものから根本的に変えてしまう遺伝子治療、各人の遺伝子配列より、どのような薬が有効であるか、或いは副作用の出やすい薬は何かといったことをチェックしながら、最適な治療方法を決めていくテーラーメイド治療等が普及することが予想される。このように、2020年のバイオ産業においては、医療分野、特に遺伝子技術を利用した診断・治療に大きな市場創出の可能性をみることができる。

これからの医療分野においては、エレクトロニクスとバイオの融合がキーワードとなると思われる。前述のトレンドを実現するには、エレクトロニクスとバイオ両分野の科学及び要素技術に関して、2020年に向けて確立すべき多くの課題がある。例えば、エレクトロニクスに関して言えば、遺伝子を検出するための新たなセンシング技術であり、遺伝子技術を利用した診断・治療を行う際に不可欠な技術である。

遺伝子診断のポテンシャルとしては、HCV、結核菌、クラミジア、HIV等の感染症、ヒト遺伝子を利用した、癌の薬剤感受性や予後のモニタリング、或いはSNPs解析による生活習慣病診断等がある。それに対して、現状の遺伝子診断技術は、感染症に関しては、各種の遺伝子診断薬試薬キットが使用可能となっているが、ヒト遺伝子診断に関しては、その対象となる疾患のほとんどが複数の遺伝子が影響して発症するので、通常の測定手法においては、数百乃至数千回の検査を繰り返す必要がある。今後の診断技術に対するニーズが、正確、受診者の負担小、簡便・迅速、安価と考えられることから、基板上に多種類のプロブDNAが固定化され、このような数百乃至数千回の検査を一度に行うことができるDNAチップへの期待が増々高まっていくものと予想され、ここには、まちがいなく、大きなビジネスチャンスが存在するものと考えられる。

現在、DNAチップの検出に採用或いは検討されている手法としては、蛍光法が主流であり、アフィメトリックス社（米国）や宝酒造を初めとして、多数の企業が参入している。蛍光法は、測定の際、DNAチップに対して、蛍光標識という修飾やPCR法による増殖が必要であるため、手間と時間がかかる上、定量性に乏しいという問題がある。加えて、装置価格が1台数百万円以上、チップ価格も1枚数万円から数十万円と高価であることもあって、使用は研究用に留まっている。上記のように、DNAチップは、遺伝子診断実用化のための武器としての期待が大きいですが、現状はとてもこの期待に応えられるものではない。しかし、もし、標識・増殖・洗いが不要で測定時間が従来半分の以下、装置価格10万円以下、チップ単価5000円以下となれば、前述のような社会ニーズにより、臨床検査に適用され、需要は爆発的に伸びるものと確信する。これを実現するため、著者は、新しいDNA検出方式として、SOS基板を用いたLAPS（Light Addressable Potentiometric Sensor）法を提案した<sup>5)</sup>。併せて、この方式において必要な、SOSを基材としたDNAチップの製品化及び事業化を提案した。

第3章では、新規事業創出の基礎となる技術として、高品質SOS材料技術<sup>1)・4)</sup>、そのSOSを用いたLAPS法によるDNAハイブリダイゼーション検出<sup>5)</sup>、及び高品質SOSを作製する上で参考になった各種のヘテロ薄膜成長技術<sup>6)・11)</sup>について述べた。

SOSは、通常のシリコンウェハに比べて、デバイスの高速化や低消費電力化が可能、素子間分離特性良好等の特長を有することから、1970年代後半から注目された材料であるが、従来の作製方法によると、シリコンとサファイアの間の格子定数や熱膨張率の違いにより、多数の結晶欠陥が発生するため、ニッチ市場での使用に留まっていた。本研究においては、2段階エピタキシャル成長（2-step Epitaxy）法というSOS作製技術を提案し、この手法によって、結晶欠陥密度が著しく低減できることを見出した<sup>1)・2)</sup>。

LAPS法とは、半導体の表面電位の変化を、裏面から照射した光により生成する光電流量の変化により検出する手法である。従来、この手法は、pH測定や酵素反応検出等につい

て検討されてきた。通常、光源として発光ダイオード（LED）や半導体レーザ（LD）を用い、電気的なスイッチング或いはミラーを使用して照射位置を走査することにより、半導体基板上の多数のポイントにおけるデータを短時間で取得できる。pHに関しては、約4分間で1万点を測定したという報告もある。又、半導体としては、通常のシリコンウェハが用いられてきたが、代わりにSOSを使用することにより、生成する光電流量が増加して検出感度が向上することを見出した。さらに、このSOSの結晶欠陥低減により、10倍の感度向上を達成した。

又、著者は、DNAが、元来負の電荷を有していることに着目し、半導体基板上に固定した1本鎖DNA（プローブDNA）に対してハイブリダイゼーションがおこると、半導体上の電荷量変化により半導体表面電位が変化し、LAPS法によって検出が可能ではないかと考えた。実験の結果、高品質化したSOSを用いたLAPS法において、DNAハイブリダイゼーションの検出が可能であることを確認し、前述のような新しいDNAチップが可能であることを実証した。

第4章では、新規事業創出に向けて、ビジネスプロセスの設定、想定されるリスクの分析と軽減のための手段等について述べた。この中には、R&DにおけるROI最大化、及びそのための技術資源のマネジメントという視点を取り入れた。

本研究においては、まず、DNAチップを用いた遺伝子診断・治療に関するバリューチェーンを想定し、その中で、仮に、著者が、新しいDNAチップ事業を行うベンチャー企業を設立した場合に実施の可能性があると思われる3つの事業形態、即ち、SOS基板売り、DNAアレイ付SOS基板（DNAチップ）売り、DNAアレイ付SOS基板（DNAチップ）と機器のセット売り、を取り上げた。

製品となるDNAチップは、製造コストが、チップサイズやDNAアレイ数に強く依存するため、製品仕様は、第2章で述べたチップ価格目標の達成を主眼において設定した。そして、その仕様をもとに、具体的に製造コストの試算を行い、目標達成の可能性について検証した。その上で、3つの事業形態毎に、事業規模と必要な投資に額を見積もり、その他想定されるリスクの抽出を行った。本研究で対象としているDNAチップ事業では、高品質SOS基板の開発・製造やLAPS用基板への加工、プローブDNAの合成とSOS基板上への固定化、機器の開発・組立等、エレクトロニクス技術とバイオ技術の融合に伴う、極めて広範囲に亘る要素技術開発や生産技術確立が必要である。従って、バリューチェーンの各段階における開発・生産・販売上のリスクを軽減し、収益性の高い事業にするためには、自前で行う部分とアウトソーシングを活用する部分の切り分け、提携相手の選定といったアライアンス戦略が重要である。加えて、最先端の技術に基づく事業であることから、他社特許抵触の回避、他社とのクロスライセンス、事業防衛、ライセンス収入獲得等のために、特許戦略も極めて重要である。

又、異なる視点からのリスクとして、保険制度における認可取得の問題、個人情報の管理等を取り上げた。これら、社会環境や人の気持ちという点も、遺伝子診断・治療が普及し、結果としてDNAチップ事業が大きく成長するか否かを決める要素と思われる。

第5章では、先に提案した新しいDNAチップ事業が、将来のバイオ産業に及ぼすインパクトについて、さらなる新規事業展開の可能性、日本経済への波及効果の試算という2つの側面から解析した結果を述べた。さらなる新規事業展開の例として、情報処理や通信等のIT技術を組み合わせたサービス事業を提案した。

第6章では、本研究の総括を示した。

【対外発表、関連特許】

- 1) Proc. The 9<sup>th</sup> Int. Symp. on SOI Technology and Devices, The Electrochem. Soc. p.137 (1999)
- 2) Proc. The 10<sup>th</sup> Int. Symp. on SOI Technology and Devices, The Electrochem. Soc. p.19 (2001)
- 3) 国際公開番号 WO98/ 58408 (1998.12.23 公開)
- 4) 国際公開番号 WO01/120818 (2001. 8. 1 公開)
- 5) 国際公開番号 WO02/ 4935 (2002. 1.17 公開)
- 6) Japanese J. Appl. Phys., vol. 27, p.506 (1988)
- 7) Japanese J. Appl. Phys., vol. 29, p.62 (1990)
- 8) Japanese J. Appl. Phys., vol. 38, p.6732 (1999)
- 9) Japanese J. Appl. Phys., vol. 39, p.4041 (2000)
- 10) Japanese J. Appl. Phys., vol. 35, p.1681 (1996)
- 11) Japanese J. Appl. Phys., vol. 37, p.L1370 (1998)

## 審査結果の要旨

### 1. 論文の評価

I T産業に比べて立ち上がりの遅いバイオ産業の創生(2020年、25兆円)を目的とした基盤基礎技術の研究開発に課題が指摘される中で、本論文は新しいDNAチップの基盤技術開発に基づく新規事業の創出に関する具体的な提案をおこなったものである。論文は三つの骨子からなる。

バイオ産業における新規事業創出に関わる調査研究

社会変化予測や診断・治療技術へのニーズに関する調査により実用化可能なDNAチップの開発が必要であり、バイオビジネス創出の起爆材となることを明らかにした。

新しいDNAチップの提案と基盤技術の開発

SOS(シリコンオンサファイア)を用い高感度なDNAセンサーを開発した。サファイア上へのSiエピタキシャル結晶成長にあって、「ツウステップ」エピタキシャル法を考案し、高電子移動度を有する、積層欠陥の極めて少ない単結晶に近い膜を成長させることに成功した。これにより、感度の大幅な向上が可能となった。

また、このセンサーを用いた新しい「LAPS: Light Addressable Potentiometric Sensor」法(感応膜・SiO<sub>2</sub>・Siからなる半導体2次元化学イメージセンサー)によるDNA検出の可能性を実証した。

これらの研究成果は下記する、国内外特許出願登録、国内学会、国際学会、学会論文等に発表し、国際学会への招待講演を受けるなどの評価を得た。

事業創出の実践

本研究による技術をベースとした事業創出に関し経営学的考察(クリステンセンのデスクラプティブテクノロジーによる戦略的経営論)を基に、ビジネスモデル、マーケティング戦略、技術戦略の策定を行い、事業創出の基盤を構築した。

### 2. 審査の経過と結果

- (1)平成16年6月18日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2)平成16年8月27日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3)平成16年9月 1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、大学運営委員会で承認された。

氏名(本籍)	綱取 光次 (東京都)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第45号
学位授与年月日	平成16年9月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	ホームプレナー(在宅起業家)の研究 ファミリービジネスとアントレプレナーシップ A study of Homepreneur, Family Business and Entrepreneurship
論文審査委員	(主査)高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 富澤 治 高知工科大学 教授 阿部 俊明 高知工科大学 教授 長尾 高明 高知工科大学 教授 加納 剛太

## 論文内容の要旨

### はじめに

「そもそも、人はなぜ起業するのか?」。大切なことは「起業家の成功と家族の幸せ」のである。起業家はそのことを知らなくてはならないのである。

### 第1章 研究の概要と起業家論

研究の概要を職務体験や研究テーマの変遷から本研究の意義を述べ、私の起業体験から現在までの起業家教育のあり方について考察してみる。

**研究テーマの変遷**・・・ベンチャーでは失敗を清算するに当たり、起業家の成功と家族の幸せは両立できないのかという疑問を持つ。新しい起業家論を書くべきだと考えたのである。

**研究の背景**・・・経済的に解放された自由人とは何か、起業家の成功法則とはなにか。起業家とその家族は幸せにビジネスとライフスタイルを確立することができるか、解明したい。

**研究の目的**・・・オーナー経営・ファミリー経営は実は優れている。先行研究から起業家教育のモデルを研究する。Homepreneur という起業の方法、起業家に必要な智慧、自由人となるための起業論。従来型起業家と比較、Homepreneur の特徴を探る。

**研究の意義**・・・個人をベースにした Homepreneur 起業の成功法則。コーポレートライフサイクル理論に基づいた起業論の研究。ファミリー企業・老舗企業・世襲についての正しい理解。

**起業家教育の問題**・・・現在まで起業家教育は旧来の経営学の教えを「タイトルだけ起業論」に焼きなおしただけのものである。起業家教育とは今のままでよいのであろうか。

**起業家になるために**・・・起業家教育は人間教育・金銭教育である。起業は金を儲けることである。自分の好きなことがしたいから起業する。しかし、今の起業家教育で自分の好きなことをしなさいと教える人はいない。教えていることが起業家の考え方とずれている。

**私はなぜ起業したのだろうか?**・・・生活するためにはお金が必要だからだ。起業するためには、一般論として、ものすごく大きなパワーを必要とする。起業する最終的な目的は何か。

**旧来型起業論の終焉**・・・起業論専門家が書く起業論に、起業家が考える幸せや起業家の家族の幸せについて語られているものを、私は見たことがない。自称専門家と呼ばれる人たちは起業したことも成功したこともない人たちだ。自分の頭で考えてみよう。

### 第2章 ファミリービジネスに関する考察

ファミリービジネスに関する考察を行う。長期にわたり繁栄するビジネス形態を概観し、経営課題や成功条件を探る。併せて、諸外国のファミリー企業の事例も取り上げてみた。

**ファミリー企業の特徴**・・・起業家とそのファミリーが一生涯幸せに自由人としてビジネスオーナーとして暮らすための企業のあり方を求めている。成熟期まで来られる企業は基本的に創業時から一流企業のような経営スタイルをとっているところが多い。

**ファミリー企業の定義**・・・ファミリー企業は創業者企業と家族企業を指して言う。創業者企業とは、創業者が企業を所有し経営するが、専門経営者が雇い入れられる。日本では東証の上場企業のうち4割以上がファミリー企業である。

**ファミリー企業の経営者**・・・選択と集中、最も成功しているのはファミリー企業の経営者

**ファミリービジネスの成功条件**・・・創業者やファミリーでは賄いきれない経営問題は多くなる。優秀な専門経営者を登用する必要が出てくる。

### 第3章 コーポレートライフサイクル

コーポレートライフサイクルについて概観し、成長段階別に必要な起業家の機能、起業家の資質、起業家の失敗の要因、成長の壁を越え成熟期に至る法則を探る。

**創業期の苦難**を乗り越えて**幼児期**（Infant）になる。アイデアだけでは起業機会とは成り得ない。起業家が1つの組織として事業を誕生させるには、この献身的な取り組みが必要。幼児期の組織の成長には『起業家精神』が欠かせない。起業家精神を発揮させるためには、リスクの負担とビジョンを必要とする。

**青年期**において組織は創業者から離れて、新しい生き方を見出そうとする。

**全盛期**は寿命カーブの最適なポイントのことであり、組織が自己コントロールと柔軟性のバランスを達成したところである。

**安定期**は**成熟期**の最初のステージである組織のゴールに対する不一致これを達成できない起業家は、別のビジネス・チャンスを探さなくてはならない。組織は新しい幼年期の組織をスピノフする起業家精神の衰退につれて組織は円熟する。

組織に『起業家精神』が衰えたのである。

起業家精神の衰退は組織に長期的なダメージを与える。

### 第4章 成長段階別マネジメント

起業家がいなくても、自動操縦されるビジネスシステムをどのようにすれば構築できるか。事業モデルを成功させる必要条件を探る。

**起業家の美しい誤解**・・・ニュービジネスは情熱あふれる起業家によって立ち上げられるものである。高い理想を持ち、地道な努力を重ねた起業家が、最後には成功を勝ち取る。

しかし、僕らの中に起業家精神が宿ったのは、ホンの一瞬のことだったのである。

**経営者3つの人格**・・・起業家、マネージャー、職人、の3つである。従業員を雇う。マネージャーの時代の到来である。経営者は色んな苦手な雑用から解放される。マネージャーに何でも任せられるようになる。権限委譲という名の責任放棄の始まりである。

**成長の壁・キャズム**・・・全てが勢いだけで進むゴーゴー期をすぎて、青年期という最も重要なステージで経営者が出会う最大の試練である。

**コントロールを失う瞬間**・・・「手ごろなサイズ」を超えて成長することである。

**事業の縮小**職人が混乱から脱け出す一番の方法は自分で全部出来る仕事量に戻すことが一番手っ取り早いからである。

**空中分解・解散**起業家の情熱を持つ新しいタイプのスペシャリストたちだということである。成功するカギを握るのは「運とスピードと技術力」である。

**青年期のまま生き延びる**この選択をする経営者は想像を絶するほど多いのである。頭を使い起業を成功させることを拒否しているようにも見える。こんな経営者と人生を共にする連れ合いや家族は悲劇である。

**起業家の時代、そして成熟期へ**・・・一流企業としてのシステムを構築し、秩序で支配される時代である。本物の起業家は自らコーポレートベンチャーやスピノフをする土壌を作り、安

定した本業は育てた後継に譲る。若しくは、事業を売却し、更なる高みを目指して起業家となる。

## 第5章 起業論・経営論の先行研究

**起業機会**・・・アイデアは起業機会の出発点であり核であるが、すべてのアイデアが起業機会ではあり得ない。

**起業家精神**・・・起業家がベンチャーの成功にとって何をすべきか考える。起業家精神は重要ではあるが、それだけがすべてではない。成功する起業家は、独創性や革新性の才能などにとどまらず、経営能力、事業のノウハウ、十分な人脈を兼ね備えている。

**ビジネスプラン**・・・有効なプランニングは目標を設定し、その達成方法を決定するプロセスである。プランニングはスタートアップ期のベンチャー企業、成長企業、大企業を問わず行われる。

**リーダーシップ**・・・カリスマになれるリーダーは、自己犠牲をいとわず、進んでリスクを背負い、既存の秩序を超えたところに新たなヴィジョンを打ち立て、また、新しい筋道を明らかに示すことができなければならない。改革者でなければならない。

マネージャーは、組織の意思決定に従って、それを粛々と実行すればよい。

## 第6章 Entrepreneur から Homepreneur へ

**好きな人生を選ぶ**・・・多くの新規事業が失敗している理由は、起業家がまるでサラリーマンのように考えて行動するからである。従来の起業家は、他に選択肢がないから事業起こした人が多い。

**Homepreneur は、自分で自由を求めて選んで事業起こす**・・・多くの人は自由求めて独立する。より良いライフスタイル、自分のしたい仕事をして生計を立てるチャンスである。

**起業家は必ず過ちを犯す**・・・重要なのは、起業家が自分の事業どう認識しているかではなく、顧客が起業家の事業をどう認識しているかである。顧客が抱えている未解決の問題は、起業家にとってお金儲けのチャンスである。そこに起業家のセールスポイントが存在する。

**口コミは加速する**・・・不満を感じている顧客は、8人から10人に話をする。満足した顧客は3人から4人に話をするが、不満を感じている顧客は少なくとも8人から12人に話をする。**感情で買う**・・・起業家の仕事は、顧客を安心させて恐怖心を取り除くことである。顧客は「好きな人から買う」のである。

**アイデアのパワー**・・・自力で財を成した成功者は皆、富をもたらすアイデアのパワーを確信している。自分自身をよく知ることが大切である。

**素晴らしいアイデアを創造するプロセス**・・・問題の発見 準備 培養 ひらめき 評価 学習能力・・・情報収集は8割から9割を読書から得。利口な読書は良書を選ぶことである。**コミュニケーション能**・・・力起業家が何かを学ぶのは相手の話を聞いているときである。

**成功するパートナーシップ**・・・誰もがあなたより天才。尊敬できる人を選ぶこと。

**従業員が萎えさせる**・・・従業員が増えれば必ず経費がかさむが、利益が増えるとは限らない。

**お金は重要だ**・・・人はお金を持てばより幸せになれる。最高の投資とは自分への投資である。起業家の課題は、自分が提供する価値に対して、最高の料金を受け取ることである。

**成功成功するまで諦めない**・・・成功者とは、立ち直る能力が際立った人のことである。

**結語**・・・起業から成功までのすべて過程を楽しむべきである。他人は「君はなんて幸運な人だ！」と言うだろう。しかし Homepreneur は知っている。それは、Homepreneur が努力に努力を重ねて勝ち取った自由人への招待状であるということ。

## 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

本論文は「起業学」に関する論文である。筆者は「IT バブル」時に起業し、その事業は極めて急激な発展をした。しかし、公認会計士、税理士事務所出身で、最も自信のあった会社内部の経理の管理上の失敗から、挫折した。この経験を通して得た知見と経営学修士と商学修士の学習を通して得た知識から、一般に妥当だとされる「起業学」に関する理論の正当性を分析した。その結果、小規模の起業にはコーポレートガバナンスの確保を主眼とするところからファミリービジネスとしての“Homepreneur”を提唱し、米国で横行する起業 FPO を主眼とする、起業ビジネスのあり方に疑問を投げかけた。

その一方、この理論の論証として、現代米国中心に普及している起業論の定説の多くを分析し、長短を論じ、わが国の起業論の不備、あるべき姿を論じ、現代の起業論のアンチテーゼとして、個人起業の成功する方式を論じたものである。

本論文は現代言われている「失敗学」の起業における応用でもある。現代、一般に言われている起業論の多くが「成功者の後付け理論」であるのに対して、失敗を通して、起業の本来あるべき姿を論じている。

本論文は起業失敗を経験したものに論ずることの可能な知見であり、それを広い学術的な知識と理論から分析した極めて、貴重な分析である。実践的な裏付けのあるものであり、多くの審査員の高い評価を得ている。したがって、学術博士請求論文として、高く評価し得るものと思料する。

## 2. 審査の経過と結果

- (1)平成16年6月18日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2)平成16年8月27日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3)平成16年9月 1日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、大学運営委員会で承認された。