

# 博 士 学 位 論 文

内 容 の 要 旨  
お よ び  
審 査 結 果 の 要 旨

第 10 編

平成 17 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17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17年12月発行）

<目 次>

甲第55号	茅嶋 宏	ナショナルコンソーシアムによるシーズ指向型・・・1 イノベーションに基づいたHDTV受信機事業 創造に関する研究 Research on business creation of HDTV receiver based on the Seeds-oriented innovation by a national consortium
甲第56号	馬淵 泰	都市緑地の熱環境のモデル化による地域環境・・・4 管理・経営に関する研究 Study on the Regional Environmental Management and Administration on the basis of Modeling Heat Environment in the Urban Green Spaces
甲第57号	當金 一郎	ディスラプティブ・イノベーション技術による・・・8 起業評価モデル考察 A Study on New Business Creation Model with Disruptive Innovation Technology
甲第58号	Kris.R.Nielsen	Avoiding a Crisis in the Construction Industry:・・・12 Guidelines For Internationalizing the Japanese Standard Conditions of Contract for Civil Works
甲第59号	Patricia.D.Galloway	Japan Education Reform:・・・23 Proposed New Education Model for Japanese Consulting Engineers
甲第60号	阿部 俊明	産官学連携の効率の方策とその際の大学の役割・・・25 Efficient Method and Roles of Universities in University-Industry-Government Collaboration
甲第61号	前川 洋一郎	電機業界におけるイノベーションとバリュー・・・29 チェーンの変化からみたユビキタス社会の 新しいプラットフォームの考え方・提言 ～カラオケ産業をケースとして Assessment and Proposition on New Style of the Platform in Ubiquitous Network Society from View Points of Changes in Innovation and Value Chain in the Electric Industry Case Study:KARAOKE
甲第62号	Larry.Donald Mcmillan	Inventor,Innovator,Entrepreneur and Corporate・・・33 president-Industrialization of the FeRAM-
甲第63号	山中 敏夫	血小板凝集抑制剤の合成と構造活性相関に・・・38 関する研究 Synthesis and structure-activity relationships of platelet aggregation inhibitor

氏名(本籍)	茅嶋 宏 (福岡県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第55号
学位授与年月日	平成17年9月30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	ナショナルコンソーシアムによるシーズ指向型イノベーションに基づいたHDTV受信機事業創造に関する研究 Research on business creation of HDTV receiver based on the Seeds-oriented innovation by a national consortium
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 富澤 治 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 客員教授 倉重 光宏 高知工科大学 教授 平野 真

## 論文内容の要旨

本論文は筆者が受けた大学教育、社会人としての実践経験を基礎知識・見識として、本高知工科大学大学院博士課程・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。

本テーマはNHKが提案したHDTV(高品位テレビ)に関し、その受信機開発の初期からNHKや他社との共同開発に参画した、筆者の三菱電機株式会社における研究成果を記述している。そして、この成果を経営学的な視点から考察するとともに、2003年12月より地上波にて開始したデジタルHDTV放送における新規事業の創造を研究成果として報告する。

本論文は第1章から第7章で構成される。

### 第1章

本研究の背景を放送産業・技術の観点から述べ、本研究の意義と目的を明らかにする。まず、本研究の背景として、NHKの基礎研究からHDTVの事業化までの内容についてふれ、次に、HDTVのデジタル化の経緯と日本におけるデジタルHDTVの現状について述べる。そして、世界に前例のないNHKの新しい技術シーズであるHDTVの提案と純民間ナショナルコンソーシアムにより開発実用化を目指した「シーズ指向型イノベーション」の具体例を取り上げ、その成功要因をMOT(Management of Technology)の視点から分析し、体系づけるとともに今後の展開を示すことが、本研究の目的であることを示す。

### 第2章

過去の事例である「HDTV」の事業創造に関する経営上重要な課題として、「莫大な費用を要する研究開発の進め方」と「不確実な市場の評価・技術戦略」の2つを取り上げ、その対応策を示している。

HDTV事業創造の段階で、業界における需要や技術の不確実性は、事業遂行において高いリスクを伴っており、全て自社で開発する場合、資産、資源または組織能力に関して莫大な費用と時間を要するため、リスクはさらに増大することになる。そこで、リスクを回避するための主な対応策として、「アライアンスによる資源の共有およびリスク分散」、「コア・コンピタンスに経営資源を注力(選択と集中)」、「コンソーシアム型の規格戦略」の3つを提案する。

一方、新しい技術の市場評価は、その技術について何も知らない顧客から、今まで存在しなかった商品の需要を予測する不確実なものであり、技術開発の動向や、市場がその技術を受け入れる時間の予測が困難であるが、テクノロジーライフサイクルにおける顧客セグメントを分析する手法により、「顧客セグメントと受容までの時間」、「顧客セグメントと技術戦略」を具体的に示す。

### 第3章

NHKと共同開発メーカーで結成されたナショナルコンソーシアムにおける、筆者らのHDTV受信機の研究成果を報告する。最初に共同開発のスキームと開発概要を示し、次いで、研究成果を述べている。

開発の初期段階で、筆者らは、国際科学技術博覧会（科学万博 - つくば'85）での本格的なデモンストレーションに向けて「ハイビジョン受信機」を開発し、NHK暫定規格の実証実験と性能検証を行った。これらの開発内容と検証結果を述べる。次に、この暫定規格の実証実験で明確になったMUSE方式の技術課題が、「再生画像の画質向上」、「S/N改善」、「映像・音声の安定な再生」であることを述べ、これらの課題を解決するために採用された技術を分析する。また、これらの性能改善効果を確認し、規格を標準化するために実施された衛星放送実験の内容を紹介する。最後に、このナショナルコンソーシアムで開発された「第1世代LSI」を使用した、小型・低消費電力のHDTV受信機の開発内容について述べる。

### 第4章

1991年より1日8時間のハイビジョン試験放送が開始され、市場と技術の不確実性が十分に低下した技術の成熟段階を迎える。そこで、開発費投入リスクを回避しつつ参加企業の市場での地位向上を実現すべく、企業連合にて第2世代の専用チップセットの開発が開始する。開発コンセプトは、技術開発による性能向上、小型/量産化における品質向上、低価格化、海外メーカーへのアクセス対応であった。まず、各社チップ分割等のアライアンスにおけるスキームの概要を説明し、次いで、～の開発内容を示す。特に、～に関する筆者の独自の研究成果である「輝度信号処理部における性能向上」と「色信号処理部における性能向上」の内容について、詳細に報告する。第2世代LSIの製品開発により、1994年には市場価格50万円前後のハイビジョンTVが製品化され、以後、順調に普及していく。

### 第5章

近年の半導体技術の進歩にて、低コスト、低消費電力、高速なデジタル映像信号処理が可能となった結果、1980年代後半には、民生用TVのデジタル化・高性能化が急速に進んだ。このTV受信機のデジタル化の流れを分析し、次に、アナログカラーTV 現行TVのデジタル化 ハイビジョンという放送分野の技術の流れが、持続的イノベーションであることを述べる。そして、異なる通信分野のバリューチェーンのMPEG-2技術が、クリステンセンの言う破壊的技術として放送分野のハイビジョンにとって代わり、デジタルHDTVとなったことを示す。また、1998年11月から全米主要10都市の24局で実施されたデジタルTV（DTV）放送開始に照準を合わせて、筆者らは世界で初めてデジタルHDTV受信機を製品化した。この開発内容の詳細を報告する。

### 第6章

デジタル化により放送と通信の融合が可能となり、家電機器のネットワーク化が進むこと、ネットワーク規格が標準化されて、将来はデジタルHDTVを中心とする家電機器によるホームネットワークが構築されることを示す。また、新たな技術革新は、技術の応用分野のシフトにて生まれる可能性が高いことを述べ、通信分野であるPCの技術が、放送分野であるデジタルHDTVへ適用される内容について考察する。最後に、HDTV製造というメーカーの立場から、ビジネス全体の価値相関図を作成し、ゲーム理論に基づき、ビジネスモデルにおけるプレイヤーとその役割を示している。

### 第7章

本研究を通じて、放送業界にHDTVというシーズ指向型イノベーションに基づいて新事業を創造し、新たに一般消費市場を創出するとともに、通信業界と連動した今後の展開を示すことができた。現在、これらの実現を目指し、事業化実践を進めている。

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

プロセス・プロダクトイノベーション型の産業創造が主流の国内状況の中で独創性に満ちたシーズ指向型イノベーションに基づく事業創造は日本の競争優位構築の観点でも重要である。本論文はNHKを中心としたHDTVの基礎研究成果を元に、民間ナショナルコンソーシアムによって開発を行い、世界に先駆けて事業化まで成功させたHDTVプロジェクトについて、開発から新しい事業、産業化へ展開した15年以上の全過程に参画した筆者がその課程を技術経営/起業工学の視点から分析を行ったものである。

NHKが1960年代に先駆的研究として開始したHDTVについて、まず1985年の国際科学技術博覧会向けにプロットシステムを完成させ、以降製品化、市場投入、事業化を進めた経過をシーズ指向型イノベーションと分類し、莫大な費用を要する開発におけるリソースマネジメント、そのためのアライアンス戦略、標準化に対する課題、不確実な市場に対するマーケティング手法をプロジェクトの進行する各フェーズについて実経験を踏まえた分析を行っている。

技術者としての筆者は主としてHDTVの受信機開発に関わり、HDTVを伝送するMUSE方式と名付けられた信号圧縮技術の実用化に参画し、国際科学技術博覧会向けの、試作システムを完成させ、実用化に必要な課題を明らかにした。またハイビジョン試験放送の開始に合わせて、市販用受像器の製品開発に取り組み、二次元フィルター、色信号処理技術など独自の信号処理技術の研究開発を行った。

シーズから事業化までの全プロセスでの経験を踏まえて、価値創造の連続するステップに存在する障壁とそれをブレイクスルーするドライバのとして事業創造のプロセスのモデル化を行った。

以上のように筆者自ら、開発・事業化に参画した大規模プロジェクトをケースとして事業創造プロセスを分析し、モデル化を行ったもので極めて有用性と独創性があり、学位請求論文として合格と認める。

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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)	まぶち やすし 馬淵 泰 (愛知県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第56号
学位授与年月日	平成17年9月30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	都市緑地の熱環境のモデル化による地域環境管理・経営に関する研究 Study on the Regional Environmental Management and Administration on the basis of Modeling Heat Environment in the Urban Green Spaces
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 村上 雅博 高知工科大学 教授 草柳 俊二 高知工科大学 教授 高木 方隆 高知工科大学 助教授 渡邊 法美 高知工科大学 教授 那須 清吾

## 論文内容の要旨

近年、都市のヒートアイランド現象が新たな社会問題となりクローズアップされ始めている。都市及びその周辺の地上気温分布において、等温線が都心部を中心として島状に市街地を取り巻いている状態をヒートアイランド現象と呼んでいる。代表的な都市の年平均気温の上昇速度は、1900年から2000年の100年間に東京都は+3.0、ニューヨークでは+1.7であり、地球温暖化の進行速度の約3~5倍に及んでいる。ヒートアイランドが発生することによる社会的な影響としては、夏季では都市気温の昼間の局地的高温化や熱帯夜による冷房用電力消費の増加や、都市部と郊外部の境界付近における短時間集中豪雨による洪水被害の増加が挙げられ、冬季は暖房などによる電力消費量(人工排熱量)が増加することにより気温のベースラインが上昇し暖冬化を促進する。このことから、冬季における温暖化現象は相対的に実被害を伴うことは少なく、夏季の局地的な異常高温化による異常な気象変化が都市の社会インフラが破壊されるなど都市における社会問題として位置づけられ、地球環境時代の新たな環境インフラ整備を含む総合的な公共事業が必要となっている。

ヒートアイランド対策は人工排熱の削減、地表面土地被覆の改善などが提示され実施に移されているが、ヒートアイランド現象を緩和する上で熱環境緩和効果を効率的・効果的に得るための施策の抽出が不可欠となってきている。都市の温暖化の主要な影響項目である都市顕熱(地表面のコンクリート・アスファルト化)と人工排熱で比較した場合、夏季では1.5倍ほど都市顕熱が多く、夏季の高温化の主要因は人工排熱の増大よりも都市の対流顕熱の増加にあると考えられる。そこで、都市の対流顕熱を減少させるための一手段として都市緑化の効果が注目されている。都市緑化は、日射の遮断や蒸発散作用等によりクールアイランドとよばれる相対的に冷涼な空気のかたまりを形成するとともに、大規模な緑地や海面からの冷涼な空気の移動をスムーズにし、昼間に顕熱の発生源となりかつ夜間に気温が下がりにくい密集市街地において日射の遮断や冷氣ゾーンの形成等により気温を低減する効果がある。現在、都市緑化政策は、大別して建物緑化、道路緑化と都市緑地設置の3つが提示されている。東京都は、ヒートアイランド化防止のため屋上緑化形成の公的な補助制度を設けており、公共施設を中心として数多くのビルに屋上緑化が形成されつつある。しかし、多くの屋上緑化はヒートアイランドを抑止する効果はあるものの、地上より高い位置に形成されているため、多くの人々の活動場から断絶され利用率がきわめて少なく、都市景観的にみても人間の目から見れば都市を美しくする手段とはなっていない。また、生物生態系の視点から見ると、生物が自由に移動でき生存するためには都市緑地のようにある程度の範

困を持ったエコトープとしての緑が必要である。21世紀は地球環境の時代、持続可能性が重要なキーワードといわれているが、都市域においても人間のみがサステナブルであるのではなく、多様な生物との共存にも新たな配慮が必要である。都市緑地は、基本的に緑の少ない日本の都市部において市民と生態系を融合させる貴重なパーツであるだけでなく、市民の健康・運動的機能、子供の生育環境としての機能、都市景観的機能、都市防災的機能、生態系保護育成機能等の様々な効果をもたらす。都市の熱環境を緩和する資源として、国および地方自治体が注目し新たな環境施策の柱となってきた。しかし、昨今の逼迫した財政状況の下、都市緑地整備関連の公共事業には透明性、客観性が求められ、事業の目標や目的及び有効性・効率性について、市民の参画を得た合意形成を図る必要が高まっている。地球温暖化への関心が高まる中で、我々の身近な緑地が持つ気候緩和効果への期待が高まっている中、クールアイランド効果を最大限に発揮する都市緑地の整備方法と評価法を具体的に提案する応用実務的な研究が必要である。この課題を解決するためには、既往研究の成果を踏まえつつ、都市のクールアイランド効果のメカニズムを明らかにするとともに、都市熱環境の定量化から予測、環境経済評価そして環境管理までの一連の流れを明確化する必要がある。

本研究のコンセプトは、都市環境（クールアイランド）に配慮した持続的な“環境インフラ整備”（都市緑地）と“環境マネジメント”（維持・管理・運営）を融合させ、政府や地方自治体を中心となって検討している“環境政策”（ヒートアイランド対策）に本研究の成果を反映させる三位一体のプロジェクトサイクルに着目している。具体的には、現在都市域で進行しているヒートアイランドを緩和する効果を有する都市緑地のクールアイランドの実態とメカニズムを明らかにし、潜熱フラックスの視点からクールアイランド効果を定量的に評価し、クールアイランド効果に配慮した都市緑地の整備計画や維持管理計画に応用することを目的として実施するものである。

本論文の主要な論点は以下の4点である。

- 都市緑地のクールアイランド効果のメカニズムの解明
- 都市緑地のクールアイランド効果の評価法の検討
- クールアイランド効果に配慮した都市の緑地整備計画の検討
- 持続的・自立的な都市緑地の環境管理計画の方向性の検討

上記論点について本文中に記されていることを要約する。

#### 都市緑地のクールアイランド効果のメカニズムの解明

はじめに、本論文で取り扱うクールアイランド効果の内容を示し、都市緑地のクールアイランド効果の評価手法の概要及び検討手順を提示した。本論文では、クールアイランド効果を植物や水面が蒸発散する際の気化熱である潜熱フラックスと定義し、都市緑地のクールアイランド効果の定量化から予測、環境価値の推定を潜熱フラックスから算出する評価手法を提示することで、クールアイランド価値の新たな評価項目を設定した。

次に、首都圏の中央部に位置する典型的な都市緑地である東京都多摩市の「多摩中央公園」と高地県南国市に建設された多様な植生で覆われた雨水調整池「石土池」を対象に、多摩中央公園では樹林地と芝地、浅い水面（非対流性の水深 50cm）を、石土池では一般的な水面（水深 1m）、植生が繁茂した水面の熱環境特性をそれぞれ定量化し、都市緑地の緑と水面のクールアイランド効果について考察した。被覆別のクールアイランド効果をもっとも顕著に出る南中時(12:00)は、樹林地が最も大きく(約  $519\text{Wm}^{-2}$ )、次いで芝地(約  $401\text{Wm}^{-2}$ )、浅い水面(約  $230\text{Wm}^{-2}$ )の順となっており、樹林地のクールアイランド効果の優位性が示された。また、底面と側面をコンクリートで囲まれた水面の表面温度は昼間で  $30^\circ\text{C}$  を超え、夜間でも最低  $25^\circ\text{C}$  と高い水温状態が明け方まで継続している。これは、池の3面がコンクリートで構成されているため、昼間の貯熱量が底面のコンクリートを暖める熱量にも使われ、夜間にコンクリートから水塊へと熱が移動することにより、水温の高い状態が継続し明け方にかけても解消されず蓄熱が累積していくことが原因となっている。次に、水面の状態によるクールアイランド効果の違いを見てみると、植生で被覆された水面は  $300\text{Wm}^{-2}$ 、植生のない水面  $100\text{Wm}^{-2}$  と3倍程度の差がでており、水面に水草が繁茂することによりクールアイランド効果は増加している。なお、算出された潜熱フラックスは、既往の類似観測事例から算出された結果の範囲内にあり、少なくとも相対的な差異を議論するプロセスではオーダー的には妥当なレベルにある。



### 都市緑地のクールアイランド効果の評価法の検討

現在、都市緑地の評価法としては、国土交通省が整備した公園費用対効果分析マニュアルにより利用価値、環境価値、災害価値の3点から評価を行うこととしているが、クールアイランド効果の評価法については未だ研究段階である。そこで、本論文では、クールアイランド効果の定量化結果から予測、環境経済性までの流れを明確化し、評価法を検討した。

はじめに、多摩中央公園を対象地として、樹木1本が識別できる航空機MSS画像と航空機MSSの撮影時間と同期させて実施した熱環境調査結果を用いて、樹木の生長を考慮したクールアイランド効果予測モデルを試行的に構築した。

次に、都市緑地のクールアイランド効果の環境経済性として、水が蒸発する際に奪われる気化熱（潜熱）を天然のクーラー（冷房源）として位置づけ、クーラーに使用される石油エネルギー量に代替させ、その石油エネルギーから生み出されるCO<sub>2</sub>量を計測し、経済性を評価することによって算出する手法を提示した。

### クールアイランド効果に配慮した都市の緑地整備計画の検討

これまで検討してきた都市緑地のクールアイランド効果の評価法を応用して、クールアイランド効果を機能させるための都市緑地の整備方針について以下のとおり整理した。

- ・ 樹林地と同じクールアイランド効果を求める場合、樹林地面積の1.5倍の芝地面積、2.6倍の水域面積が必要となる（樹齢29年、20年後を試算）。よって、クールアイランド効果に配慮した公園緑地の土地利用計画は、緑地を多くし水面面積を少なくする方針で整備する。
- ・ コンクリートで覆われたオープンな浅い水深を持つ人工池の設置は避ける必要があり、壁面や底面を泥質又は砂泥質などの天然材料、または、自然の土壌を生かした構造に改善し、池の底面から下層部へ熱の移動を容易にさせる。
- ・ 池をヒシモやガガブタ、ハスなど水生植物で被覆し蒸発潜熱を増加させる。その場合の池に対する植生の被覆率は、植物プランクトンの増殖（富栄養化）を抑えるため、池全体の面積に対して2~3割程度を目標とする。同時に、池のクールアイランド効果は植生のない場合と比較して、1.2~1.5倍潜熱フラックスは上昇する

### 持続的・自立的な都市緑地の環境管理計画の方向性の検討

都市緑地の各種公益的機能を次世代にわたり持続させるため、三位一体（行政、地域住民、NPO（大学））の新しい概念を導入した自立的・持続的な緑地管理運営手法を提案した。都市緑地の熱環境緩和効果は、下草刈りやゴミの収集など環境面での適切な管理・運営があって始めて効果的に機能する。しかし、都市公園の管理・運営は行政主導で民間に委託しているケースが多く、公園と住民の距離は離れ、都市の貴重なオープンスペースが無駄な空間となり、それが繰り返されるといえば悪循環に陥っており、行政側としても住民側としても早急な対策が必要となっている。今後の緑地管理のあり方としては、地域住民が学識経験者と連携して公園管理NPO（大学）を設立し、管理団体が自律性を保ちながら、行政と対等な立場で協働しながら実施していく体制が必要である。管理団体の活動内容を見てみると、地域管理、公園管理、環境教育、公園関連書籍の販売が考えられる。管理団体の活動は行政が一括して管理し、公園の主要な改善については、開発の各段階で行政の承認が必要となっているが、NPO（大学）などの管理団体は自由な発想にて計画を立案し、地域住民などの審査を受けて実施する。また、都市緑地の各種機能を持続させるためには、適切な環境管理の他に環境管理することの重要性を地域住民に認知させ、それを後世に伝えていく環境教育が重要である。

本論文で提示したクールアイランド効果の評価手法は、近年特に問題が顕在化しているヒートアイランド問題、さらに地球環境問題に対する政策実施の際の新たな評価の基準として位置づけられていくだけでなく、本論文で提示した環境管理手法は、新しい概念の都市緑地の管理手法であり今後の公園計画や地域コミュニティ計画を検討する際に先鞭となるものとして期待できる。

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

ヒートアイランド現象は、都市及びその周辺の地上気温分布において、等温線が都心部を中心として島状に市街地を取り巻いている状態を指すが、1880年代以降に顕著になり始めた地球規模の気候変動(温暖化)と夏期の地域的な都市の異常な高温化現象が社会的問題としてもクローズアップされ始め、タイムリーなテーマ設定の一つである。

研究の目的は、ヒートアイランドを緩和する効果を有する都市緑地のクールアイランドの実態とメカニズムを明らかにし、潜熱フラックスの視点からクールアイランド効果を定量的に評価し、ヒートアイランド対策の支柱としてのクールアイランド効果に配慮した都市緑地の整備計画や維持管理計画を生かす地域環境管理・運営モデルと地域環境管理政策の意思決定支援のモデルを提案することにある。この課題を解決するために、都市のクールアイランド効果のメカニズム解明にもとづく都市熱環境の定量化から予測、環境経済評価そして環境管理までの一連の流れを明確化にしている。

横浜市、多摩ニュータウン、高知県「石土池」をケースとして、ヒートアイランドとクールアイランドの実態とメカニズムを明らかにしているが、新しい都市熱環境観測(シンチレーション・熱収支法)システムを導入して潜熱フラックスを評価することから都市緑地を構成する基本的土地被覆要素の水面、樹木、芝地のクールアイランド効果を定量化し、緑地の整備と維持・管理・経営の視点から3者の土地利用の合理的な組み合わせのモデルを提案している。さらに、PCM(Project Cycle Management)手法を組み入れてクールアイランド効果を保全する地域環境管理モデルを検討して、本提案の妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立的発展性についてのクロスチェックをかけている。

本論は、ヒートアイランド問題に配慮した都市緑地整備計画立案の新たな意思決定支援の一つのモデルとして、さらに、ここで提案した持続的・自立的な都市緑地の環境管理モデルは、クールアイランド効果に配慮した新しい緑地管理計画を検討する際の一つのスタンダードとして意味を持つものと期待し、合格とした。

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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)	とうきん いちろう (鹿児島県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第57号
学位授与年月日	平成17年9月30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	ディスラプティブ・イノベーション技術による起業評価モデル考察 A Study on New Business Creation Model with Disruptive Innovation Technology
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 平野 真 高知工科大学 客員教授 濱口 智尋 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 富澤 治

## 論文内容の要旨

近年米国、日本等の先進諸国の経済を取り巻く環境は急激に変化しており、特に日本は過去の「工業化社会」の時代に獲得した「製造大国」としての地位を、中国を始めとするアジア新興地域に譲り、これに代る新しい自らの役割、世界経済の中での付加価値を現在模索中である。

一方需要側においてはこの経済のグローバル化は、かつて存在した「地域経済」「国内経済」の閉じたシステムを崩壊せしめ、全てを「グローバル経済」の概念に包含せしめることとなった。

このような社会の変化を見据えて、米国の経営学者の P.F. Dracker は今後展開して行く 21 世紀の経済社会を「知識経済社会」と呼び、その社会を生き抜く為の方策として、より高度な「知」を武器に「他者」との差別化をはかることを鼓舞している。ここで Dracker が指摘する「知」とは、単に他者よりも多くのことを知っているという「知識」を指すのではなく、それにより新たな「価値」を生み出しうる「価値創造の原動力」としての能力を示している。

特に重要なのはその価値創造が最終的に「Make Money」に至るという認識であり、そのような「Make Money」の仕組みをつくらうとする意思、及びその創造への行動こそが Dracker の指し示す「知」であると考えられる。

一方で、このような価値創造の行動の重要性に最初に気付いたのは経済学者の J.A. Schumpeter であったが、同時に Schumpeter はこのような新たな価値創造が行われる時には、「創造的破壊」と呼ばれる、既存システムの破壊現象が発生することを発見した。この「創造的破壊」こそが現在、企業においても、経済全体においても、最重要な要素と考えられている「ディスラプティブ・イノベーション」である。

特にこの「ディスラプティブ・イノベーション」を引き起こす際には、その前提として 20 年から 30 年に渡る技術革新が必要であり、特に最初の萌芽技術を如何に経済に与える擾乱とするかが重要である。本論文はこの技術革新を経済発展へとつなげるイノベーションのダイナミズムを表現するモデルを提案しようとするを目的としており、そこにおいて重要な役割を果たすのがイノベーションを推進するテクノ・アントレプレナーの存在であり、「アントレプレナーシップ」である。

ここで「アントレプレナーシップ」とは何かということについては、先行研究においていくつかの定義が行われているが、本論文では「価値創造の能力」とであると定義している。即ち、単に精神的なものだけでなく、人的ネットワークや、過去の経験、保有している特許、更には科学的知識をベースとした工学知も、そこには加える必要がある。このような能力を評価したものを、本論文では「E-係数」と呼んで、これをパラメータとして用いることでアントレプレナーが実

行しようとするイノベーションを評価する。

具体的にはE - 係数の値は0以上1以下の値として表現されており、これを究極の「創造できると考えられる価値」に掛けることで、そのアントレプレナーが達成する事が出来る価値創造の大きさが表現できると考えられる。

またE - 係数の値によって、イノベーションの実行速度も変わると思われる。本論文では従って、この「価値創造の大きさ」と「その変化速度」といった値をE - 係数を用いて表現し、これによってイノベーションを評価するモデルを、ロジスティック式として提供する。

ここで実際のイノベーションの実現において重要なのが、そのプロセスが決して一方通行のリニア・モデルではなく、マーケティング部門、事業部門、研究開発部門それぞれが顧客との関係を通じて情報をフィードバックし、これによって顧客に届ける価値を増幅させているということである。これは Dracker の「事業の目的は最大利潤の追求ではなく顧客の創造であり、従ってその為に企業に必要な機能がイノベーションとマーケティングである」においても示されている考えであり、企業においては新たな価値の創造を通じて「顧客の創造」を実践する必要がある。しかし一方で現実には、組織運営上の観点から企業のイノベーション遂行体制が「研究 開発 製造 マーケッター・営業」とリニア・モデルとなっていることは多い。

即ち、先に述べたロジスティック式を用いたイノベーションの表現式は、現実にはこの3者に分割されている。

ここで研究における「価値創造」は主として「技術的な意味での価値」、即ち目的とする機能や性能に如何に近づけられるかが重要な意味を持つ。この意味での価値創造の過程を「技術軌道」と呼ぶ。この技術軌道は従って必ずしも連続的に変化するのではなく、顧客市場の要請によっては、全く別の技術をそこに持ってきて目的を達成することもある。このような技術革新を「不連続なイノベーション」と呼び、一方で「改善」のような既存技術の延長上にある技術革新を「連続なイノベーション」と呼ぶ。R.N.Foster を始めとしてこのような不連続な技術革新が多くのイノベーションで観測できることが報告されている。

また開発・製造現場において重要な意味を持つのが、生産性等のコスト要素である。現代社会において重要な役割を演じ、また経済発展の原動力となっているのが、半導体技術とその応用製品であるが、特にこの半導体技術においては歩留まりが重要な意味を持つ。即ち作った製品のうちのどれだけのものが、実際に商品になるかであり、この歩留まりをどの程度まで上げられるかによって、その製品の価値が大きく変化してしまう。その他生産工数の削減や、使用部材の変更等により、この開発・製造における価値は最終的には「顧客に届ける製品価格」として現れる。この価格の推移を「開発軌道」という形で表現する。更には製造した製品を普及させるのがマーケッターの役割であり、ここでの価値は「普及数」「普及率」となる。また実際には顧客にとっても製品が普及することで、例えばネットワーク外部性等によって、それだけその製品の価値が上がっていくと考えられる。このようにイノベーションの価値は、そのプロセスの各担当においてそれぞれ異なっていることが分かるが、一方ではこのことにより、イノベーションの遂行が断絶してしまうことが起こる。即ち不連続性によって、イノベーションが途中で挫折してしまうという現象が発生する。例えば現在TLO等、産学連携が盛んに言われているが、そこにおいてもこのような研究部門と開発部門との間の不連続性が存在しており、これが障害の一つの原因となっている事が考えられる。このような不連続性の解消の為に、ヒト要素の利用が重要であり、本論文ではこれを「E - 係数の伝播と増幅」のモデルで表現した。実際に先のロジスティック式においては、価値創造の為のパラメータは時間とE - 係数であり、Eの値自体が変化することで、目的とする価値創造が行えると考えられる。なおかつ重要なのはこの際にアントレプレナーの有するEの値によってメンバーの有するEの値が変化することであり、これは、Nonakaの提唱する知の伝播の概念を含有するものであると考えられる。実際成功するイノベーションにおいては、参加するメンバーの数自体が増加し、なおかつそれらのメンバーにおいて知識が共有されると共に、「価値創造への意思」も又増加していくことが面談調査等によって確認できる。従って、最初はアントレプレナーにのみ存在していると考えられるE - 係数であるが、伝播することによってそれを保有する人数が増え、またその保有するメンバーが先のリニア・モデルにおける各段階を移動して行く事で、実質的な知のTransferが実行でき、これによって先に挙げた不連続性が解消できると考えられる。本論文ではこれについて、複数のイノベーション事例を取り上げ、成功の要因と失敗の要因を分析する事で、このアントレプレナーシップの増幅と伝播によってイノベシ

ヨンの成否が分かれることの検証を行っている。更にこのE - 係数の伝播と増幅のモデルは、マクロ的に捉えた場合、技術擾乱とそれによる経済成長の表現モデルとなる。現代経済社会において、特に半導体を中心とするハイテク製品の位置付けは非常に大きい。このハイテク産業においては「ミクロのゆらぎがマクロの挙動を支配する」複雑系の性質を有していることが、B.Artherによって示されている。近年F.E.KidlandとE.C.Prescottによるリアル・ビジネス・サイクル理論が再評価をされているが、この理論は技術擾乱がE - 係数の高いアントレプレナーによって経済発展へ導かれることを示しており、ここで述べた複雑系の様相をマクロ経済において解釈したものと考えることが出来る。本論文はこのようにアントレプレナー及びアントレプレナーシップの役割と21世紀社会における位置付けを示したものであり、ここで示されたモデルは普遍性を持ったイノベーション・プロセス・モデルとして今後広範囲に利用することが可能であると考えられる。

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

近年経済学や経営学の分野において、イノベーションの重要性が広く認識されるようになってきており、これを遂行する主体としてのアントレプレナーや、その有する精神としてのアントレプレナーシップ、更に生み出された付加価値としての知的資産が注目を集めてきている。しかしそのような状況の一方で、現在までのところイノベーションのメカニズムに対する理論的解明はそれ程進展しておらず、あくまでもイノベーションは過去の歴史として扱われてきており、未来を生み出す方法論としては扱われてきていない。本論文の価値は、このような状況に挑戦して、イノベーションを生み出す為に必要な要素を、その客観的な評価方法の提案と共に示し、更にその要素を経営の中に組込んでイノベーションを推進する為の理論を構築した点にあり、特にこれまで長期的な観点からの明確な方針が立てにくく、ややもすると短期的な視点に傾きがちであった「技術研究・技術開発」の在り方に対して、一つの普遍的な指針を与えたことにある。これまでこのようなイノベーションを生み出すメカニズムに関する研究が大きく進展しなかった要因は、主にアントレプレナーの前に横たわる「確率が計算できない真の不確実性」を近代経済学が適切に扱えなかったことにあるが、本論文はこのような「未知の技術や未来の経済動向に関する不確実性」を、「イノベーションの遂行主体におけるアントレプレナーシップ」に対する客観的評価を用いることで「価値創造の可能性」として捉え、これにより「真の不確実性」を経済理論の中に組み込むモデルを提案している。このことによりイノベーション発生に関わる「真の不確実性」を理論的に扱えるようになり、それに伴って今後のイノベーションの推進における筋道をつけたことは評価できる。更に本論文の中で展開されている「イノベーション遂行におけるアントレプレナーシップの伝播及び増幅とそれによる軌道の接続」の概念は、近年盛んに行われるようになったTLOや産学連携に対しても、それを成功に導く為の一つの方法論を与えるものである。

イノベーションの萌芽期から成熟期に至るまでの過程をマクロに捉えた時、そこにおいては「製品特性に関する技術の成長」「製品を迅速、低廉かつ安定的に供給できる生産工程の確立」「製造された製品の価値の認知と普及」の3つの軌道プロセスが必要であるが、通常各プロセスごとに推進の遂行主体が代ってしまう為軌道の不連続性が発生し、これがイノベーション推進における阻害要因となっている。本論文はアントレプレナーシップがイノベーションに関与しているメンバーに伝播することで、創造される付加価値が軌道上において必要とされるレベルまで上昇していくことと共に、このように増幅されたアントレプレナーシップが軌道をまたいで伝達されることによって不連続性を克服して軌道が接続され、またそれによって初めてイノベーションが成功することを、複数の成功事例と失敗事例を用いて示している。このことにより、このモデルは、研究者の生み出す成果が「価値」として普及するために必要な要素を、普遍性を持って示した。学位請求論文として合格と認める。

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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)	クリス R. ニールセン (アメリカ合衆国)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第58号
学位授与年月日	平成17年9月30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	Avoiding a Crisis in the Construction Industry: Guidelines For Internationalizing the Japanese Standard Conditions of Contract for Civil Works
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 草柳 俊二 高知工科大学 教授 那須 清吾 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 村上 雅博 高知工科大学 教授 岡村 甫

## 論文内容の要旨

### ABSTRACT

Title Avoiding a Crisis in the Construction Industry: Guidelines for Internationalizing the Japanese Standard Conditions of Contract for Civil Works

Name Kris R. Nielsen

In Japanese society, the law historically has a limited function. It becomes one small part of the mechanisms for social control. For example, where there are conflicts and/or disputes, societal resort to formal law and institutions is not usually the first course of action of the Japanese.

Today, however, there is an astonishing amount of change afoot, and a considerable amount of uncertainty regarding the future. The Japanese Government and companies generally have become major players in global markets. The Japanese managers of companies go forth and strive to become masters of the cultures in which they compete. The Japanese people have become world travelers. They are regularly exposed to different ideas and cultures.

Communications, the great equalizing influence of the new century, has led to a blending of cultures at an increasing and irreversible rate. Now that Japan is facing economic problems, a questioning and re-evaluation of the practices that it has cherished has commenced in a manner and depth that it never occurred before.

The author extensively studied the characteristics of the Japanese domestic market and the global market for civil works infrastructure construction. The contract and conditions of contract which govern the execution of civil works infrastructure construction projects in each market generally are thought to be a reflection of the industry practices. These practices in turn drive and shape the skill sets engineers must learn and practice daily in order to fulfill the requirements demanded in such execution successfully.

Japanese civil works infrastructure is arguably the most extensive per capita in the world. It is civil works infrastructure that reflects the highest of technological and engineering competency.

The construction contracting for civil works infrastructure projects is governed by the Construction Business Law. Under that Law, the Government contracts with contractors using the

**Contract and the Standard Conditions of Contract for Public Works.**

These contract documents are said to reflect the philosophy of the Japanese legal system, and the contracting approaches that it embraces. In order to understand and evaluate the Japanese civil works infrastructure construction market, the author studied the Japanese social, cultural and historical developments that have shaped the legal bases therefore and to understand what makes Japan and the Japanese market unique.

The legal foundation of Japan is based on Civil Codes of France and Germany, and the Common Law of the US (and to a lesser degree the United Kingdom). Europe, Australia, the Americas, Africa, and the rest of Asia generally have one or the other of these same legal foundations. Yet, civil works infrastructure contractors from these seemingly disparate legal traditions can compete against each other and function acceptably in the global market for civil works infrastructure construction projects. Japan's contractors, however, cannot compete in such a global market because the domestic market has a basic difference.

Japan has created a form of industry practice that is based on the Construction Business Law that creates an exception to the basic forms of contract that are allowed under its Civil Code. The Construction Business Law recognizes the dominance of the Owner/Employer—the Government for essentially all of the civil works infrastructure construction market. The Construction Business Law requires the use of a written contract that incorporates the principle that: *“parties executing a contract for construction work shall conclude a fair and equitable agreement in mutual good faith”*—a concept of “mutual trust” in the fairness of the dominant Government as Owner/Employer. The Construction Business Law gives the Government the authority to determine the outcome disputes unilaterally, but in practice the Owner/Employer frowns upon disputes in the civil works infrastructure construction industry.

The Construction Business Law requires the contractors to engage in the subterfuge of pointing out changes and then awaiting the unilateral determination of Owner/Employer as to the value and time consequences of such changes. This principle has allowed the Government to manipulate the industry to its own ends, and in return it has protected the industry from foreign competition. Faced with the need to rebuild the Japanese economy recently, the Government now has embarked on a program of legal restructuring in most sectors of the economy to better prepare Japan to better meet the situation and conditions that it now faces. It is doing so through changes in the laws that govern economic sectors, except for the civil works infrastructure construction that is subject to the Construction Business Law from which almost all of the current issues originate.

The Japanese Contract and Standard Conditions of Contract for Public Works are based on and reflect the Construction Business Law. The Contract and Standard Conditions of Contract for Public Works have been used for over fifty years. The basic provisions have been altered only eight times, but the revisions have been relatively minor and reflect minor revisions. The efforts that the Government has made in the last decade to comply with the commitments under the World Trade Organization's Agreement on Government Procurement have been cosmetic, and the Government has not changed the Construction Business Law. The current Contract and Standard Conditions of Contract for Public Works are used to protect the domestic civil works infrastructure construction industry from foreign competition still. The Government and the domestic civil works infrastructure construction industry are “casting about” and bemoaning their future and that of the industry. The Government and the civil works infrastructure construction industry are attempting to use a varied composite of ideas that are used in various European and US infrastructure construction markets, but it is achieving little success. To define the problem, some of the issues that are characteristic of Japanese civil works infrastructure construction, which are at odds with the rest of the world, were explored. Japan's response to the challenges and changes that began twenty years ago was first one of retreat and denial. Then it was of pragmatic utilization of new rules and circumstances to continue policies of promotion and protection. Today it is one of accepting global standards and policies in general, but it is not doing so in the civil works infrastructure construction industry. The manner in which the domestic civil works infrastructure construction industry can change will be dependent on revisions Construction Business Law,



and the Contract and the Standard Conditions of Contract for Public Works to reflect global standards and policies. Such change will avoid a crisis and can lead to results which will provide the domestic construction infrastructure construction industry with a future it so desperately needs.

Given this legal foundation, the Construction Business Law and the promotion activities of the Government that it accommodates, are out of sync with the rest of the Civil Code. Today, the public questions the “transparency” of the civil works infrastructure construction process because of decades of ruling party abuse. As has been stated by the authorities, the dominant and patronizing Owner/Employer for civil works infrastructure allowed by the Construction Business Law assumes: “The Employer is always clean, fair, and right....[TheGovernment] is far from being involved with collusion affairs of contractors.” The Construction Business Law requires the Owners/Employers (the Government) and the contractors to deal in a cooperative manner, that is, because it is believed that the Owner/Employer (the Government) has “to make a fair and right selection, because [the Owner/Employer (the Government)] is bound by the logical restriction of actions or laws and regulations which always force the most suitable obligations and answers.” This contracting approach is supposedly a furtherance of the concept of “giri” that Ruth Benedict portrayed in her classic anthropological text, *The Chrysanthemum and the Sword*, used to fashion

Japanese law following the surrender of Japan in 1945. In practice it has resulted in the abuses that are a part of the history and practice of the Japanese civil works infrastructure construction industry for the past fifty years.

In practice, hiding behind the concepts of dominance and a patronizing superior, the contractors do not submit claims based on allegations that the Owner/Employer (the Government) is demanding something for which the contractor has not bargained. Instead the letters or petitions appeal to the pride and the defined role of authority to do what is “right.” Typically the petitions are couched in terms of suggested or offered changes to what the Owner/Employer (the Government) originally intended or desired. In essence, claims in the domestic civil infrastructure construction market are “design changes”. The reason why contractors use a “design change” is to convey to the Owner/Employer (the Government) that it changed the original design unilaterally and it needs to give the contractor the additional cost (and a time extension, if necessary). Thus, there are not claim documents submitted. The Owner/Employer (the Government) then calculates the value of time and cost for such acceptable changes according to its own unilateral figures and notifies the contractors accordingly. Thus all matters are settled on or before the final payment is made when the contractor formally “delivers” the executed project. The contractors are “forced to accept” this payment given the “design changes” that resulted from the contractor’s “proposed changes.” Despite the Construction Business Law, and the Contract and Standard Conditions of Contract for Public Works providing that the Government and contractor will “mutually agree,” most cases of civil works infrastructure construction actually are one-sided and settled by “the intentions” of the Government, and the contractors are seldom invited to participate in an official negotiation processes. Everyone usually is “satisfied” with the result, especially, since the Owner/Employer (the Government) is the source of 99% of civil works infrastructure construction.

The author found that a unique contracting status bestowed by Construction Business Law allowed the Government to use the Contract and Standard Conditions of Contract for Public Works to fashion a civil works infrastructure construction industry that has developed characteristics that are different from the global market. The Japanese Contract and the Standard Conditions of Contract for Public Works, however, has not enabled the construction industry to develop either:

- An extensive understanding of construction execution for civil works infrastructure in the global market place.
- The project management skill sets (for example, contract administration to support a viable disputes resolution process) necessary to fully integrate the Japanese civil works infrastructures construction industry into the global

market construction works.

- A domestic market that meets the criteria for entry to the World Trade Organization (WTO).

The result has been the development of an “insulated” domestic construction industry for civil works infrastructure that Japan can sustain no longer. The current status of the domestic civil works infrastructure construction industry is one of crisis. The crisis is the result of the Construction Business Law, the Contract and the Standard Conditions of Contract for Public Works and the realities of Japan today that do not meet:

- The intent of the legal changes that the Government is enacting.
- The demand of the electorate for the transparency in the process of awarding and executing civil works infrastructure construction projects.
- The commitment that the Japanese civil works infrastructure construction market will become a part of the global civil works infrastructure construction market.

Most countries have socio-economic systems that embody some form of Western legal philosophy. These systems have been adopted or forced on countries all over the world. Most of the revolution that has globalized commerce in the last two centuries is based on Western legal principles. When the global community or individual countries have funded or financed civil works infrastructure projects, contracts and conditions of contract are similarly based on principles that underlie Civil Law and Common Law. One can immerse himself or herself in the idiosyncrasies in the study of comparative law between the laws of one country that is based on the Civil Law and of another country that is based on the Common Law.

There is certainly a role for those who do so. But to work in the global market and engage in commerce does not require an understanding of such idiosyncrasies. In most countries of the world, civil works infrastructure construction is governed by the contracts and conditions of contract which are based on Civil Law and Common law. Although there are differences in the manner that Civil Law and Common Law jurisdictions reflect the legal principles, there really are few differences that are meaningful, and contracts based on one or the other are recognized and administered the same. Thus, these principles have shaped the manner in which Owner/Employers and contractors expect the other to act. A body of practice and expectations has developed for civil works infrastructure construction, and has evolved into “industry standards.”

There are a number of principles that underlie contracts and conditions of contract for civil works infrastructure construction. A fundamental one is that the parties to a contract are recognized as equal. One party is not more dominant than another. It underlies all contracts, particularly contracts for construction. Even where one of the contracting parties is a government, the contractor is recognized as being equal. Unlike the Japanese Construction Business Law, the one party is not superior to the other. One party is not to “dominate, and also be patronizing” at the same time.

The fundamental basis of contracts in global market is a concept of “mutual mistrust.” What is meant by “mutual mistrust” is the Owner/Employer believes that the contractor inherently will try and execute and deliver some less than that for which is obligated; that is, the contractor will provide less scope or quality and/or take longer. The contractor believes that Owner/Employer will demand more than the contractor has agreed to execute and deliver; that is, the owner wants more scope or quality and/or delivery in less time. The Owner/Employer and contractor are expected to “protect” the benefit of their “bargain,” as there is not “anyone who will do so for it.” The allegedly injured party has an obligation to the offending party to give reasonable notices of its failure or the presumed failure to “live up to the bargain.” The noticed party can agree, negotiate a solution, or dispute the assertion. Because the Owner/Employer and the contractor may have different interpretations of what each committed in the consummation of their bargain, there is a presumption that the allegedly injured party may go to courts to recover the benefit of its bargain. When a party does so, it is entitled to the bargain to which it agreed, nothing more or nothing less. The civil

works infrastructure construction industry, however, has substituted for “resort to the courts” various alternative means of resolving such disputes, whether that is negotiation, determination, mediation (conciliation) and/or arbitration. Also, there is often means in the contract and conditions of contract of guaranteeing the other party is capable of living up to its bargain, such as, performance and payment guarantees.

The legal principle of “mutual mistrust” is thus inherent in the global market, essential to international commerce, and fundamental to civil works infrastructure construction. In addition the principles of “transparency” enable abuses in the global civil infrastructure construction market to be minimized by adherence to codes of conduct and the empowerment of stakeholder to challenge the processes that are used. The required use of Standards Conditions of Contract that are based on legal principles of “mutual mistrust” in turn require users to become familiar with the processes and skill sets which enable parties to function under terms that are familiar. It forces parties, whether owner/employers or contractor, to behave in an expected manner. Where there are variances from that bargain reached, parties must learn to measure change and how to present a case for resolution.

“Conditions of Contract” thus force the parties to be always alert to what the other party is doing with respect to its obligations and commitments. A party must protect its bargain at all times or it suffers the consequences. Vigilance is mandatory. The timing and associated actions are mutual and equal. The Owner/Employer and the Contractor is each assumed to be knowledgeable and capable to protect its interests. The “Conditions of Contract” thus create an actual execution context of “mutual mistrust.” The financing and execution of civil works infrastructure globally is undertaken through the use of various types of contracts and standard conditions of contract that are understood and accepted by stakeholders that operate in the global market. For example, the most widely used forms of contract and conditions of contract for executing civil works infrastructure globally is the suite of contracts that is promulgated by Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils (FIDIC), and it incorporates the philosophy of “mutual mistrust.”

The author identified the skill sets that are required in the global market. The author found that when the “Conditions of Contract” are standardized, then both parties are aware of the “mutual mistrust” obligations from experience with the forms. Both parties can train personnel in the means of monitoring, controlling, and executing its performance to assure it receives the benefits of the bargain made. Also, the same is true in monitoring and notifying the other party of its failure to live up to the bargain, whether inconsequential or significant. The question then becomes: “given the requirements of ‘mutual mistrust,’ what are the proper skill sets for personnel in either the employ of the Owner/Employer or a Contactor to possess?” In order for a party to monitor its bargain, the party must record the definitions and/or assumptions that its bargain represents in the contract that was consummated. The contract documents and/or the “source” documents that were “rolled up” must establish what it intended. The standards are

recognized internationally by the parties that are active in the global market, so that there is a metric against which performance is measured. The Contractor equally must have standards. They exist in the global market, are recognized internationally and are a basis for measurement or a “metric.”

Once the bases of the bargain are recorded, then the process of executing the project begins. The systems of monitoring for conformance or change from that which either party defined or assumed must then be used during project execution to monitor the other parties performance. This monitoring becomes a metric for measuring the deviations from the project in a timely manner that is the essence of “mutual mistrust.” It also becomes the means for providing timely notice that is built into most civil work infrastructure project Conditions of Contract. Collectively, these two steps of preparing a base and monitoring are known as Contract Administration and they are the backbone of project management. Every project involves dynamic tension between parties. Each party enters the project with a preconceived set of assumptions, demands and expectations as to its own role in the project.

Each party also enters a project with a preconceived idea of the roles that others will play in that project. These internal and external expectations tend to be somewhat competitive in

nature. These competing demands and expectations must be kept in balance, if the project is to fulfill the expectations of any of the parties involved.

Contract Administration is fundamental to successfully operating under the principle of “mutual mistrust” which is required in the global market. For example, standardization must follow a uniformity of a body of knowledge that can be employed in accomplishing suitable education and practical training, and most importantly project execution. The benefits of standardization are continued development of Contract Administration and project management knowledge, education, training and execution based thereon. There is, however, another tangible result is achieved. Parties of diverse cultural and commercial backgrounds develop common understandings and common execution-performance expectations. Both understandings and expectations lead to anticipatable management approaches, communication, and efforts. Ultimately, improved project management leads to reduced risk of execution problems and disputes. Management and commercial decision making becomes reasonably prudent and vastly improved. The result: Projects are successful and parties meet their goals.

For contractors who operate in the global market, the variance in any assumption is a potential for recovery, because it goes to the basis of bargain. It is the “life blood” of European and US contractors. The concept is to adequately record the assumptions as developed with respect to all aspects of the project, and then to regularly record and monitor them as part of a vigorous Contract Administration regimen. They use Project Risk Management at the same time and in addition to monitor a civil works infrastructure construction project the likely areas before the variance even occurs. Thus, foreign contractors (and Owner/Employers) fashion Contract Administration in a manner that is quantitative-based on the most current civil works infrastructure construction project information for evidence of variance at discrete levels at its earliest stages of incurring. They do not wait until the impact becomes a final. To do so would violate a primary concept of “mutual mistrust,” the giving of notice so the other party can attempt to deal with the problem that is causing the variance.

The process of protecting the benefits of a bargain begins with the project management personnel using the tools and the data to record and develop the assumptions for execution and for management of the project. Contract Administration under a culture of “mutual mistrust” is a process of continuously evaluating and trending of “how the project is doing” when measured against the plan. When the project is found to be trending or deviating from plan, the project management team must identify the potential causes and the party responsible. For example, if the Owner/Employer’s project management team through its Contract Administration efforts finds the cause and responsible party to be the Owner/Employer, then it is up to the project management team to identify and implement actions to minimize the impacts, that is, manage the result. It is the function of Contract Administration to spot the trend or the issue as early as possible. If the application of Contract Administration leads the Owner/Employer project management team to conclude the Contractor is causing and is responsible for the potential impacts, proper notice as required by the Conditions of Contract, must be timely given to the Contractor. Further, the Owner/Employer’s project management staff must prepare analyses that demonstrate the non-compliance with the Owner/Employer’s requirements – the benefits of its bargain. The converse is equally true of the Contractor’s project management team. Therefore, a primary responsibility in the global market for civil works infrastructure construction projects is Contract Administration throughout the project duration. The author specifically, identified and illustrated the project attributes that define project scope and quality, time of performance, and cost of performance, and project risk management as the primary elements of contract administration.

The author then evaluated the Japanese civil works infrastructure construction industry’s need to learn and use the project management skills under the current Construction Business Law, the Contract and the Standard Conditions of Contract for Public Works. The Japanese civil works infrastructure construction industry does not have to record and share their

respective assumptions as to the bases from which it defined the very foundation of the tender it requires or the tender that it is making. Only in the area of quality does Japan have standards that the rest of the global market recognizes. The area of cost of performance is well developed on the part of Japanese contractors, but to a specific contractor's requirements. The areas of planning and time projection, productivity measures, and scope definition are not demanded by the market, thus are not well understood or used. There is no incentive for the stakeholders to demand, to monitor or to analyze and project specific items of variance from the assumptions that underlies the bargain that either party thought it made. The author thus found the Japanese civil works infrastructure construction industry severely limited in the areas of scope management, time management and risk management. Additionally, the author also found the subcontracting (vendors and subcontractors) process (the organized groups under primarily a single general contractor) and the process of independent third party dispute adjudication to be out of sync with the global market. The author also analyzed a comparable Asian market. China has elements of social and cultural development that are alleged to be similar to those of Japan. Yet, the Chinese have enacted recently laws that will allow it to develop the skill sets that stakeholders employ in the global market for civil works infrastructure construction and allow foreign competition in their domestic market. The author found that in order to understand the development of Chinese construction law, as with Japan, you cannot separate culture from law. But, Chinese history, and particularly the last half century, is quite different than that of Japan, despite both having had a ruling party that dominated power for most of the time. The understanding of modern Chinese law thus can only be understood through an appreciation of the social, cultural, political, and historical aspects of Chinese legal traditions. China's current legal system reflects a vast number of legal traditions over the millennia. As with Japan, the deeply-rooted philosophies and culture of classical China, such as, Confucianism, must be studied. In addition, there are the legal traditions of Daoism and Legalism. China's legal system is also influenced by external forces such as the extraterritorial privileges exerted under the treaty system between China and the Western powers which, in effect, forced China to adopt Western legal principles that stem from civil code countries of Europe (Germany and France) and from the common law countries (US and United Kingdom). The influence of treaties was much greater than Japan, because of the US relied heavily on the anthropological writings of Ruth Benedict, especially *The Chrysanthemum and the Sword*, as discussed above, in fashioning Japanese law following the surrender of Japan in 1945. In 1949, when the Communist Party took control of China, Chinese law was based on the political philosophies of Marxism-Leninism and Mao Zedong, and the Soviet legal system. Since 1980, China has adopted laws and enacted regulations governing commerce, foreign investment, and Securities regulations, from international sources. As China reforms its economy, it is using the legal standards of its trading partners to hasten its development efforts, to build the confidence of foreign investors, and to accommodate the entrepreneurial market capitalism. This latter influence is primarily an influence from the US, however, which is its largest trading partner. Thus, China's construction law incorporates a philosophy of "mutual mistrust."

The author demonstrated the changes to the processes the Government has made in nine years since opening the domestic civil works infrastructure market to foreign competition have been cosmetic in nature. The changes have not led to development of effective counter measures and have not led to development of a culture of contract administration that will enable the industry to succeed. The author demonstrated that the industry will be changed in a haphazard manner without such changes and explored the possibility of surviving a further period of transition beyond 2006. For example, Japanese firms might look off shore, as other industries have done, because the Government does not have the capacity to continue to build civil works infrastructure construction projects. With private participation, like PFI projects as a transition period option, for example, the civil works infrastructure industry will be prepared to broadly compete with other international parties in the global market. Japan's overseas civil works infrastructure construction, despite its still relatively small percentage of

the combined domestic and global markets it serves, offers some intriguing possibilities. The Government could “sell” its expertise in constructing social capital through civil works infrastructure construction projects before it is lost. Japan has been the largest and a very visible donor regarding the ongoing 2005 Tsunami reconstruction of civil works infrastructure in the affected countries surrounding the Indian Ocean. As “mutual mistrust” experience is gained, the Japanese can become formidable competitors as they have in other industries. The FIDIC Contracts and the associated Standard Conditions of Contract are recognized throughout the world as a reference document for the construction of civil works infrastructure projects. In recent decades the FIDIC contract documents have become a de facto international standard that is known by stakeholders in the global market for civil works

infrastructure construction. Therefore, in the global market, the expectation is that “everyone”

is familiar with the FIDIC contract documents. It is from the FIDIC contract documents that modifications are suggested and emphasized, so that changes that are being made are obvious. As previously indicated, the FIDIC contract documents are based on a philosophy of “mutual mistrust.” Therefore, the Author used the FIDIC contract documents to illustrate and contrast the changes that will avoid as crisis in the Japanese civil works infrastructure construction industry and to develop and foster project management and contract administration skills sets.

Ultimately, the author found that in the global economy of today, a measure of a country’s economic success is its willingness to subject its domestic industries to the vigor of foreign competition. To do so says to all stakeholders that its industries are able to compete on an equal footing with the rest of the developed world. In fact, that is what Japan did in 1996 by committing to the World Trade Organization that among other things its domestic civil works infrastructure construction market would be open to foreign competition. This willingness was the result of having a highly skilled civil works infrastructure construction industry that had developed a world class reputation for technical excellence and quality in its implementation. The engineering and construction techniques Japan developed in constructing its civil works infrastructure are admired throughout the global market. This result reflected the strong hand of Government and the uniqueness of Japanese culture. It also had allowed Japan to rapidly develop in less than half a century, so that by the late 1980’s it was a leading economy in the world.

This result also followed a development pattern that has been repeated throughout modern history, albeit in approximately one half the time of the United States, for example. This pattern was assured by the government taking a strong hand in the development of infrastructure that then allows the rest of industry to thrive and develop. For countries that move forward from an economic category of “under developed” to an economic category of “developing,” the government must take necessary steps to protect its capability to build capacity in its civil works infrastructure construction industry.

Thus, Japan used the Construction Business Law which was based on the societal and cultural concept of “mutual trust” to develop and protect the industry that it needed. Once established, Japan then developed an industry that uniquely met requirements and practices that the use of the

“mutual trust” necessitated. Competitors from “developed” countries they could not compete under such unique requirements and practices, because such foreign competition simply could not understand them.

When a country continues the historical development pattern, it moves from an economic category of “developing” to an economic category of “developed. When it has done so, a country no longer has to protect its civil works infrastructure construction industry. Japan thus made a commitment to the WTO when its economy had reached the “developed” category status. Japan thought that the civil works infrastructure construction industry could adapt and be prepared to compete with the world in its domestic market. Japan has enacted minor changes in the ten years that Japan envisioned that a transition period would be required. It did not contemplate, however, that such an “open” market would require a much different way of

project management and contract administration skills. As a result, the Government (the MILT) undertook various action plans in the past ten years aimed at restructuring the domestic civil works infrastructure construction industry. These laws addressed various issues of quality, project transparency, but kept intact basic framework with which it had protected the civil works infrastructure construction industries. The Government did not address the key management competencies that are necessary to be global players. The results are quite different in actuality than what was expected. The Government actions are not resulting in change and capacity building for either Owner/Employers (the Government) or contractors. Specifically, the lack in understanding and vision of what such management competencies encompass has not prepared the civil works infrastructure construction industry to compete with global competitors either in the domestic or global markets.

The author chose to address the question of why the Japanese have not succeeded in the development of needed levels of management competency or establish the counter measures necessary to prepare the industry – specifically the creation of “contract administration” skills necessary to perform project/construction management.

Contract administration is the key function that is required of engineers to succeed in project/construction management and succeed in the global market. The author studied the social backgrounds of the Japanese market and the global market, the laws that underlie civil works infrastructure construction, and the standard conditions of contract that effectuate

such laws. The author then developed how the global market’s principle of “mutual mistrust” requires parties to develop these management competencies and the Japanese market’s principle of “mutual trust” does not. This approach has never been used to address how the civil works infrastructure construction industry should be restructured in Japan.

Thus with respect to the Construction Business Law, and the Contract and Standard Conditions of Contract for Public Works, the author created a New Conditions of Contract for Civil Works that incorporated his findings including:

. First and foremost, the dominant position of Owner/Employers (the Government) must be eliminated from construction contracts. Thus, the allowed contract for civil works infrastructure construction must recognize the equality of contracting parties, and not perpetuate the concept of contracting between a benevolent master (the Government) and its servants (the contractors). This one change to the Construction Business Law will make the practice of “mutual consultation” less necessary. The issue of equality of the parties only will become a reality in the civil works infrastructure construction industry through the procedures, such as, those that create the concept of “mutual mistrust.”

. Japan does not have a tradition of the Engineer typical on projects in the global market, that is, the Engineer is not from an independent firm. In Japan pursuant the Construction Business Law, the Engineer’s role is fulfilled in construction contracts by the Owner/Employer’s project manager supervising the contractor’s performance of the work in accordance with the construction contract, and, if such contract is not being complied with, to have the contractor rectify it. The contractor’s assigned Engineers are required by the Construction Business Law to meet the requirements of education and experience, and to have the proper certifications. Although Japanese engineers for civil works infrastructure construction have been trained well, Engineers who are assigned by contractors engaged in civil works infrastructure construction are trained, tested, approved, certified, and experienced in the Standard Conditions of Contract for Public Works. Therefore, Japanese Engineers thoroughly understand the requirements of a contract that assures the dominance of the Owner/Employer that the Construction Business Law imposes. But, the Japanese Engineer on civil works infrastructure construction must develop project management skills that are consistent with the best practices in the global market, and that requires contract administration that they will use with a contract that recognizes “mutual mistrust.” Thus, project execution can become a three-party

system instead of the two-party system that it is today.

. The introduction of a Competitive Bidding system. The bidding system is not transparent as discussed earlier. The bidding system does not meet what parties who operate the global market expect. The majority of domestic civil works infrastructure construction is subject to the rules for Designated Competitive Bidding, under which many of the abuses described earlier have occurred. Thus, Designated Competitive Bidding should be forbidden except where there are specifically described situations, such as, emergency construction, etc.

. Thus, to the extent the Construction Business Law makes a contractor responsible to the Owner/Employer, the Construction Business Law has to be changed to require subcontractors to be responsible to the contractor for its defined scope in the same manner as the contractor is to the Owner/Employer (except for price). Contract terms have to be “back to back.”

. With the necessary change to the Construction Business Law recommended, the methods of dispute resolution must be changed to mirror what the global market requires, and generally is in line with the rest of the laws.

. Minor wording and interpretive changes necessary to allow interpretation of the Construction Business Law and the coincident Conditions of Contract to enable a workable system.

The author concluded, the Standard Conditions of Contract for Public Works must be changed to allow for the absorption of the concepts of the global market into the domestic civil works infrastructure construction market as it is opened to foreign competition pursuant to the WTO. But what is the real meaning of globalization for the domestic civil works infrastructure industry? Globalization for the domestic civil works infrastructure industry means to accept “mutual mistrust” as the basic philosophy of project execution. From such changes the resulting system demands will mean that engineers will have to change and be trained in the procedures of executing civil works infrastructure construction industry with project management and contract administration that meets global standards. Through contract administration the “bargain” is established, and become the “rules” by which

execution is judged, evaluated, and monitored. In order for the industry to gain experience to enable it to compete domestically with parties from the global market, and to successfully become a major competitive factor in the global market. Although Japan is culturally and socially unique with a set of business practices that have worked for over half a century, the resulting will enable Japan to avoid the crisis that is facing the domestic civil works infrastructure construction industry.



# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

建設産業は受注生産事業を基盤とする産業であり、契約が生産活動の遂行基盤となる。本論文は、WTO 政府調達協定発効によって日本の建設産業にどのような変化が生じるかを契約という生産活動の遂行基盤から分析、国際化に伴う産業環境の変化に対応するための建設業法改定と新しい公共工事標準建設契約約款の構築を試みたものである。

1996 年 1 月に WTO の政府調達協定が発効し、我が国は国際協定の下に建設市場の開放を推進しなければならない状況となった。WTO に対する対策は協定発効の以前から着手され様々な施策が国家機関によって打ち出されてきた。しかしながら、建設業法や公共工事標準請負契約約款等の契約関連事項に対しては、攻撃的契約行為に対する防備といった分析が行われず、対応策策定が表面的なものに留まっている。研究者はプロジェクトマネジメントを専門とする建設技術者であり、同時に、国際建設契約を専門とする弁護士でもある。また、我が国の建設関連企業や国土交通省等ともコンサルティングエンジニアとして実質的な仕事を行ってきた。こういった経験と専門性を基盤として、以下のような研究構造を組み立て、対応策を導き出している。

- 1) 日本の建設産業の歴史的変遷と実情の分析。(明治維新から戦前、戦後から現在まで)
- 2) 我が国が行なった WTO の政府調達協定に対する対応策についての分析
- 3) 日本の公共工事標準請負契約約款を建設業法、法体系へと遡行し、その論理的基盤と特性分析を行なう。法体系に関する分析は、社会学的な観点から日本社会の持つ特性を分析する。
- 4) 国際建設市場における標準契約約款(FIDIC)の論理的基盤を踏まえた、プロジェクト管理および契約管理の実践的マネジメントシステムの提示。
- 5) 日本の建設産業の特性分析と国際化に対応するマネジメント技術の再構築。
- 6) 建設業法および公共工事標準請負契約約款を国際建設契約約款と整合性を持たせ、再構築する。

本論文に記された新しい公共工事標準建設契約約款は、我が国の建設産業の持つ特性を分析し、国際建設契約約款(FIDIC 約款)と整合性を持たせたものとなっている。具体的には相互信頼の論理基盤で組み立てられた約款を相互不信頼の論理基盤に組み替えたということであり、諸外国からの契約的攻撃に耐え、双務性と透明性を提示できる標準契約約款を構築したことになる。また、新たな標準契約約款構築とともに、我が国の建設技術者のための契約管理システムを提示している。この論文は国際化対応、さらには国益といった観点からも極めて有意義な内容を有している。

## 2. 審査の経過と結果

- |     |             |  |
|-----|-------------|--|
| (1) | 平成17年 6月17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17年 8月25日 | 公開論文発表会及び最終試験を実施した。                      |
| (3) | 平成17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)	パトリシア D.ギャロウェイ Patricia D.Galloway (アメリカ合衆国)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第59号
学位授与年月日	平成17年9月30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	Japan Education Reform:Proposed New Education Model for Japanese Consulting Engineers
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 草柳 俊二 高知工科大学 教授 那須 清吾 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 村上 雅博 高知工科大学 教授 岡村 甫

## 論文内容の要旨

Title Engineering Education Reform for the Japanese Consulting Engineer  
Name Patricia D. Galloway

The most dramatic change facing the Japanese Consulting Engineer is the globalization of the engineering and construction industry. While globalization on large international projects has been around for decades, globalization will soon start to affect Japanese domestic construction.

The change is inevitable driven by factors such as

- (1) inexpensive instantaneous communications through the internet and e-mail,
- (2) consolidation of English as the global business language, and
- (3) rapid improvement of undergraduate engineering education in India, China, countries of Eastern Europe. Further, the highest value added lies at the upper management end of the continuum and not at the lower design end. The skills at the higher end deal with project management. Globalization calls for skills in project management, economics, foreign language, and courses that simply cannot be fully communicated in a four-year engineering degree. Engineers of today will not be competitive in the future unless they adapt to a higher-value added role as managers of collaborative teams, and thus their education must include relevant courses to prepare them for the 21st Century.

The "global" international consulting engineer is well respected and well versed in project management, dispute resolution, communication skills and leadership skills. Japanese industries such as car manufacturing, electronics and Information Technology (IT), made significant strides in understanding how to compete globally and have established themselves as formidable competitiveness industries all around the world. However, the Japanese Construction Industry did not recognize the changes needed to move into the 21st Century and thus, Japanese Consulting Engineers are no longer equipped with the necessary skill sets to compete in the global marketplace. The current Japanese Consulting Engineer simply does not possess many of the needed skills in order to compete internationally or to move the domestic construction market ahead in Japan. As a result, the image of the consulting engineer in Japan has declined over the years to the extent that few Japanese Consulting Engineers hold prominent government positions, leadership positions, or even have the ability to stamp drawings in the name of the engineer versus the prefecture.

Reasons for reform center on the problems that Japanese Consulting Engineers face in today's global economy including:

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

この論文は、日本の建設産業が国際競争力を向上してゆくために必要となる具体的方策を提示したものである。自動車産業、電機産業、IT 関連産業等、多くの日本の産業が高い技術力を以って国際市場に参入している。日本の建設産業は最先端の技術を持ち、米国に次いで世界第 2 位、50 兆円もの国内市場を動かしている。だが、国際市場では 20 年以上も 1 兆円程度の事業量しか行っていない。なぜ、日本の建設産業は国際競争力を持ち得ないのか。研究者はこの疑問をプロジェクトマネジメント技術という観点から解き、基本的、かつ具体的な方策を見出そうと試みた。研究者は以下のような比較分析と関連分析を重ねるプロセスを経て結論を導き出している。

・なぜ、日本のコンサルティングエンジニアはプロジェクトマネジメントに関する技術力が低いのか。

- ・なぜ、日本には体系的なプロジェクトマネジメント教育のプログラムが完備されていないのか。
- ・なぜ、日本の建設産業ではプロジェクトマネジメント技術が必要とされないのか。
- ・日本の建設産業は他の国と比較しどこが異なるのか。
- ・なぜ、他の国と異なった建設産業構造が生まれたのか。
- ・このままで日本の建設産業は国際競争力を向上していくことができるのか。
- ・どのような改革が必要であり、どのようにして国際市場で活躍できる技術者の育成ができるのか。
- ・その具体的方策はどのようにして導き出されるのか。

研究者は、この研究プロセスを明治の草創期の高度技術者育成システムから分析し、実効性のある大学院教育プログラムを提示し、以下のような研究成果を導き出している。

プロジェクトマネジメント技術を体系的に捉え、国際市場で活躍できるコンサルティングエンジニアの育成システムを構築した。この研究ではコンサルティングエンジニアを、専門技術を駆使して社会貢献できるプロフェッショナルとして位置付けている。従って、他国や他の工学分野の技術者の育成にも適用可能な部分を多く含む。研究成果の大学院教育プログラムの目的は、国際市場で活躍できる建設技術者の育成であるが、同時に、技術者が使命を考え・政策策定に参画してゆける能力を修得することを目指したもので、この概念は本学の COE「社会マネジメントシステム」の概念の実現に適合した教育プログラムとなる。大学院教育プログラムは本大学で実施できる内容となっている。他大学ではこの論理を実践する教員の養成のためのプログラムとして活用できる。

研究者は 2004 年度の ASCE (米国建設学会) の会長を務め、2005 年には世界技術者協会の会長候補に選ばれている。この論文に記された教育プログラムは日本の建設技術者だけではなく広く世界の技術者教育に適用されるものであると考える。

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成 17 年 6 月 17 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 17 年 8 月 25 日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成 17 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)	あべ としあき 阿部 俊明 (岩手県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第号
学位授与年月日	平成17年9月30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	産官学連携の効率的方策とその際の大学の役割 Efficient Method and Roles of Universities in University-Industry-Government Collaboration
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 教授 加納 剛太 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 長尾 高明 高知工科大学 教授 水野 博之

## 論文内容の要旨

近年の我が国経済の低迷の下で、経済発展や産業の活性化のためには大学の協力が必要ではないかとの考え方のもとに、産学官連携の重要性が指摘され、TLO、大学発ベンチャー等の産学連携施策が多く行われている。

ただ、一方ではこれら多くの施策にももかかわらず、新事業が創出されているのか、ベンチャーが経営的に成り立っているのか等の疑問も始めている。

このような状況の下で、本論文は、産学官連携を行う際の効果的、効率的方策及びその際の大学の役割について提言を行う。

### 第1章

研究の背景、目的、及び研究の手法を明らかにした。

研究の手法としては、経済発展の観点からの産学官連携の方策及びその際の大学の役割を考察する上で、まず、重要となる既存の学問分野を選択すること次に、各々の学問分野から重要となる要素を抽出することさらに、それら各分野を統合し、共通となる要素を提言することを順に行う方法によることを明らかにした。

の重要となる学問分野としては、次の4つを選択した。

、大学のコア・コンピタンス

(理由) 産学官連携における大学の役割を論じるのであるから、まず、大学のコア・コンピタンスとは何かを明らかにする必要がある。

、変革への抵抗

(理由) 経済発展の上で、産業構造・社会構造の変革を行う必要があること、イノベーションには変革が必要であること、組織や人の変革が必要であることから、変革への抵抗について、共通的に論じる必要がある。

、イノベーション

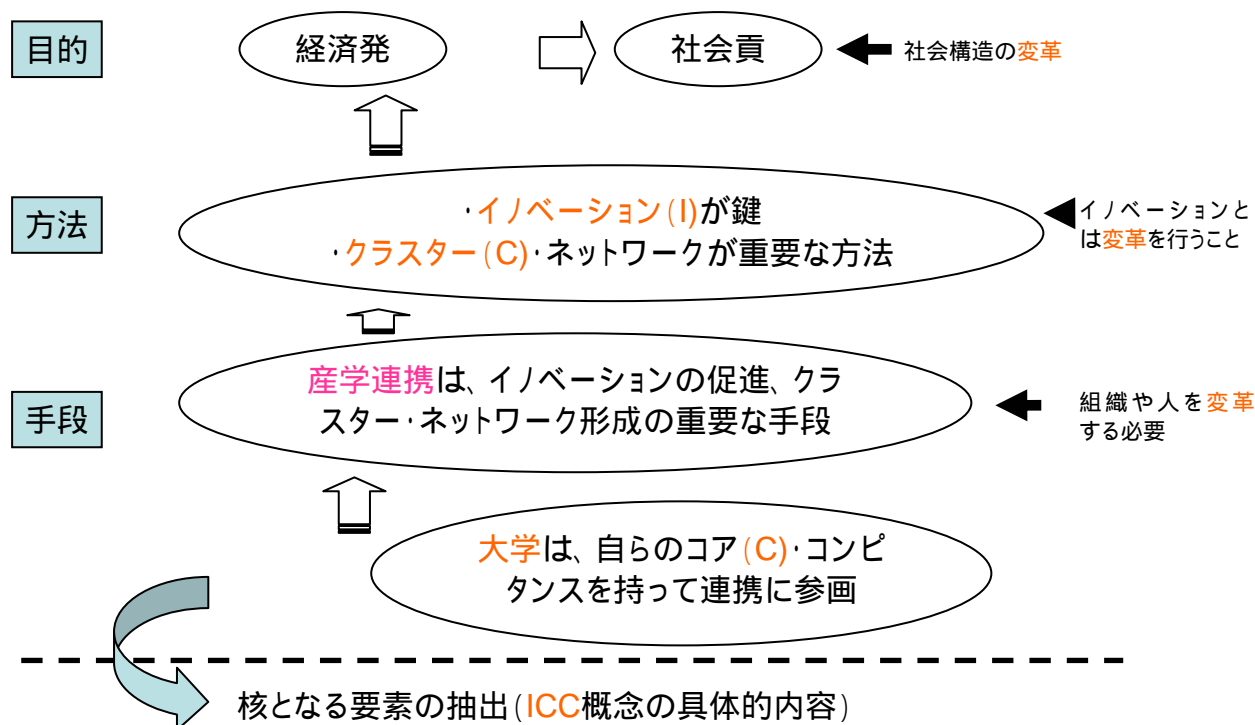
(理由) 経済発展の上でイノベーションを行うことは不可欠である。

、クラスター・ネットワーク

(理由) 近年の研究により、経済発展のためにはクラスター・ネットワークが必要であることが重要であることが指摘されており、これについて論じる必要がある。

次いで、上記 および の段階を経ることにより、最終的には第6章におけるICCの提言につながっている。ICCの概念とは、上記学問分野を統合したと言う意味である。これを模式的に書く以下通りとなる。

## 論文の手法



### 第2章

大学の役割、使命について、歴史的な変遷を踏まえて分析を行った。その結果、大学のコア・コンピタンス(中核)は、研究及び教育の2つであることを明らかにした。

### 第3章

变革への抵抗について分析を行い、变革を促進する具体的な手段について検討を行った。その結果、变革を促進するためには、機関、個人の間における接触が重要である、その際には、均一性ではなく多様性が重要であることを明らかにした。

### 第4章

イノベーションの起こる条件について分析を行った。その結果、大学の視点から見た条件の要素について分析を行った。その結果、産官学連携活動において、イノベーションを促進するために核となるのは 機関、個人間における接触、多様性の確保であることを明らかにした。

### 第5章

クラスター・ネットワークについて分析を行った。その結果、大学の視点から見た条件の要素について分析を行った。その結果、接触が重要、多様性を確保することが重要、大学や企業の周辺に位置する支援産業・サービスが重要、連携活動を取りまとめるコーディネーター機能が重要であることを明らかにした。

### 第6章

第2-5章の結果を踏まえて、経済発展のために産学官連携を行うための効率的な方法とその際の大学の役割について考察する上で ICC 概念を提唱した。

ICC 概念とは、各学問分野からの考察をまず行うと言う意味である。各学問分野とは、第4章で記述したイノベーション(I)、第1章に記述したように大学のコア(C)・コンピタンスとは何か、第5章で記述したクラスター(C)・ネットワークの略であり、第3章の变革への抵抗は各事項に共通する事項である。つまり、産学官連携を効率的に行う上での大学の役割を考察する上での研

究手法を示したものが ICC 概念である。

次に、ICC 概念の、具体的内容は以下の 5 つであることを示した。

大学のコア・コンピタンスは研究（知識）及び教育である。

機関あるいは個人間の積極的な接触が重要である。

連携するには多様性を確保することが重要である。

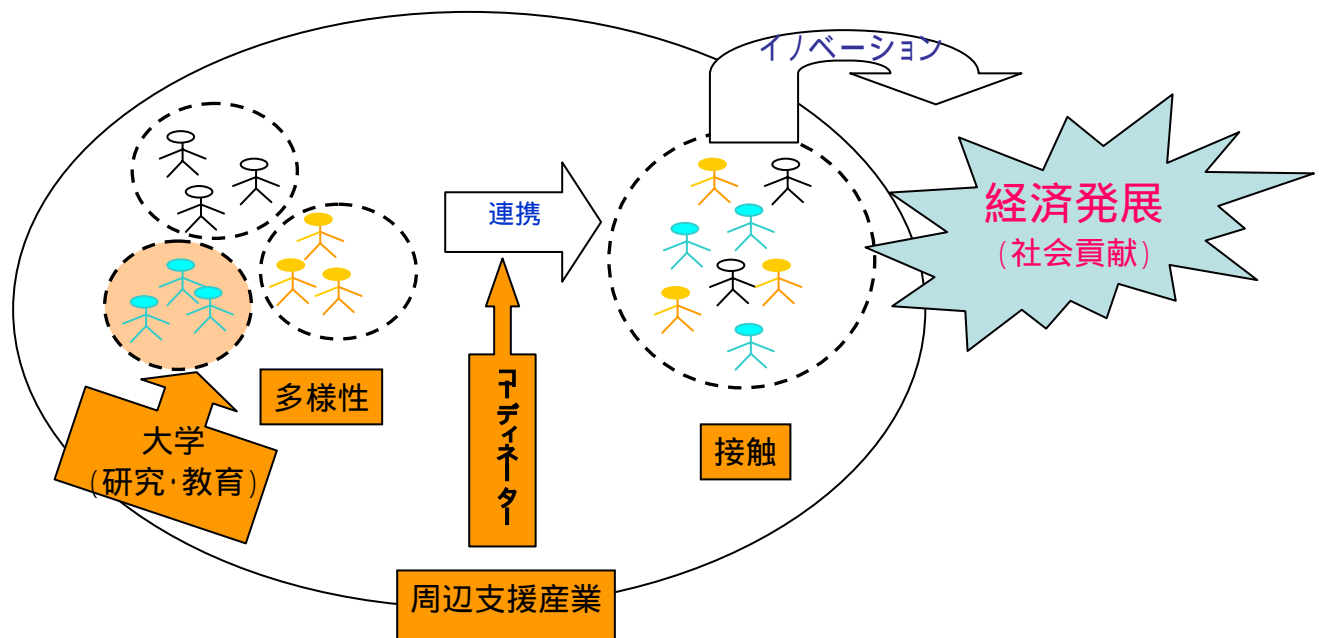
大学や企業の周辺に位置する支援産業・サービスが重要である。

連携に介在するコーディネーター機能が重要である。

上記 5 つの要素は、第 2-5 章の結果を踏まえ、その要素を統合したものである。

要約すれば、大学が産学官連携に参画する場合、効果的に活動を行うためには、ICC 概念を念頭に活動する必要があるということである。この概念なしに産学官連携活動を行えば、効率的でない、あるいは効果的でない虞がある。大学の人的、資金的資源は有限であること、また、企業や国等の外部の資源を活用することも可能であることを考えれば、ICC 概念を踏まえて連携活動を行うことが必要となる。

以上を模式的に示せば、以下のようなになる。



## 第 7 章

第 6 章で導かれた統一概念を用いて、TLO、大学発ベンチャー等の個別課題についてあてはめを行い、概念の有効性の検証を行った。

## 第 8 章

研究成果を総括し、本研究の結論を述べた。

結論としては、経済発展のための産学官連携の効率的方策とその際の大学の役割を考察する上で ICC 概念は有力な手段であることが分かった。

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

本論文は、近年注目されている TL0、大学発ベンチャー等の産学官連携について、その効率的方策とその際の大学の役割について論じたものである。

本論分に関連する重要な4つの既存の学問分野、

大学のコア・コンピタンス、

変革への抵抗、

イノベーション、

クラスター・ネットワーク、について詳細な分析を行うことによって、この4つの概念を統合した新しい概念「ICC概念」を導き出した。

ICC概念は、イノベーション(I)、コア・コンピタンス(C)、クラスター・ネットワーク(C)を統合したものであり、変革への抵抗は、これらに共通する事項として位置づけている。すなわち、産学官連携を行うための効率的な方法とその際の大学の役割について考察するには、大学のコア・コンピタンスが研究と教育であることを認識した上で、機関あるいは個人間の積極的な接触、連携する際の多様性、支援産業・サービスの存在、コーディネーター機能を評価すればよいことになる。なお、この統一概念を用いて、TL0、大学発ベンチャー等の個別課題についてあてはめを行い、概念の有効性の検証を行っている。

以上のように、本論文は、産学官連携について独自の研究手法を用いて統一的な概念及びその具体的な要素を導いており、産学官連携の効率的な方策とその際の大学の役割を考察する上で寄与するところが極めて大きく、学位請求論文として合格と認める。

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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)	まえがわ よういちろう 前川 洋一郎 (大阪府)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第61号
学位授与年月日	平成17年9月30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	電機業界におけるイノベーションとバリューチェーンの変化からみたユビキタス社会の新しいプラットフォームの考え方・提言～カラオケ産業をケースとして Assessment and Proposition on New Style of the Platform in Ubiquitous Network Society from View Points of Changes in Innovation and Value Chain in the Electric Industry Case Study: KARAOKE
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 長尾 高明 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 石井 淳蔵 高知工科大学 教授 富澤 治

## 論文内容の要旨

### (1) 動機・出発点

20C型パラダイムの総括と21C型への創造と挑戦。

第一は、20Cから21Cへの産業構造のパラダイム転換。企業経営のモデル変換にあたってどうしたらよいのか。

ベンチャーも既存企業も、言葉遊びに終わっていないか、IT革命によるユビキタス社会、地球環境との共生社会における進むべき道はどんなものか。

第二は、ものづくり日本は、欧米のキャッチアップを成就し、アジアの雁行の先頭役も果たした。これからどちらの方向に進んだらよいのか。

科学技術立国、知財立国は当然のこととして、現実の経済のサービス化にどう対応していくのか、ものづくりを原点にした、「もの+サービス+ネットワーク」の産業構造への変革をどうするのか。

第三は、企業に永遠はあるか、経営理念、CSRを追求することで延命するのか、やはり、法人にも自然人にも寿命がある。それを超えるための新陳代謝、第二の創業はどうしたらよいのか。

イノベーションとアントレプレナーシップの大切さは古今東西の歴史が証明している。  
上記3つの動機の答を探るのがテーマである。

### (2) 事例研究

何故、カラオケ産業をケースとしたか。

第一は、誕生して30年有余で5000万人弱のカラオケ人口、1兆円近いユーザー市場規模である。この成長拡大の秘密は何か。

第二は、コンテンツからハード・システム、流通・ネットワーク、接客サービスまでの異業種異業界の共生する業界である。このバリューチェーン生成発展の秘密は何か。

第三は、8トラックテープ、映像ディスク、通信・HDD、インターネットと乗り移り、そして顧客の場もスナック、宴会、家庭、バス、喫茶、BOX、携帯、車、TVと拡大している。この変



化への俊敏な対応の秘密は何か。

それは、時代毎のイノベーションとアントレプレナーシップが新しいバリューチェーンをうみだし、次々とプラットフォームを変えてきたからである。カラオケほどトータルでみて超ハイテクでかつ超世俗的な文化産業はない。

この変革の事例研究から、電機業界、日本の産業界の方向を類推するのである。

### (3) 研究対象

上記(1)の答を(2)のカラオケ産業をケースとして、バリューチェーンとプラットフォーム論の究明に求める。

第一に、バリューチェーンは、M.E.ポーターが唱え、ボストンコンサルティンググループが研究の鋭先を集中させた。

当初は、企業として、事業として、川上から川下への流れ、各パートの付加価値の連鎖をバリューチェーンとしていた。最近では、各パートの成長、産業構造の変化に伴い、業界として、産業として、バリューチェーンを考えると欠かせないものとなってきた。

川上から川下まで、素材・コンテンツ・情報から末端の顧客の満足に至るまでのプロセスをとらえることで、企業や事業のドメインを超える産業・業界としてのパラダイムが考えられる。

元来、産業には垂直とE-Eの考え方があり、そこへ水平の考え方が入ってきた。クローズドと統合の世界がモジュール化の概念でオープン、協業の世界へとかわっている。

そこにデファクトとドミナントによって新しいプラットフォームが生まれていく、そのような21C型のバリューチェーンを考え出す。

第二に、プラットフォームは、デバイスOSレベルでも製品開発レベル、流通サービスレベルでもいろいろ存在する。

本研究では、上記のバリューチェーンが融合化とユビキタス化で21C型に進化していくことを立証する中でコア、ドライビングフォースとなるプラットフォームについて、業界レベルの融合という切口とP2Pの考え方をいれて新しいプラットフォームを唱えている。

### (4) 問題解決の切り口

21Cに通用するバリューチェーンとプラットフォームを考えるための切り口は。

第一に、企業側から、川上からの視点だけではなく、ユビキタス社会におけるP2Pの考え方で、顧客、端末からのアプローチを加える。即ち、これまでのCRM(顧客管理)ではなくIRM(双方向管理)である。

第二に、融合コンバージェンスである。C&C(コンピュータと通信)、放送・通信(TVとインターネット)、ハード・ソフト(AVと映画)などいろいろあるが、その本質は何か。

社会環境や顧客の欲求もデジタル化、ネットワーク化、インターネット化し、それらのIT革命が融合を可能にしてきたのである。だから、サービスがシームレス化していくのである。

そこで、切り口に融合のアプローチを加える。

第三に、サービス化経済の切り口である。ものづくりとサービスを切り離して考えられない。経済はものだけでもサービスだけでも存立できない。

上記のP2Pやコンバージェンスの考え方とIT化によりサービス化は進行している。


### (5) おとしどころ

オリジナルな知見として新しいバリューチェーンとプラットフォームの考え方を提案し、21Cの電機業界に貢献する。

第一が、蟹型バリューチェーンである。素材、コンテンツ、情報はますますオリジナル性が重視され知財価値も高まる。となると、開発生産の生産性向上とネットワークの外部性により多くのウィンドウズでの展開が必要である。

又、顧客は、ユビキタス化でいつでもどこでも好きな時に満足を要求するので、端末は限りなく多様化・マルチ化する。

従って、マルチ化した両端をスピーディに効率よくビジネスとしてつなごうとすると、情報、取引、流通、決済の伝送路は複線化していく。

丁度、のような蟹型バリューチェーンとなる。

甲羅の中は、幾筋ものネットワークにわかれている。これまでのたて割ではない。

第二が、コンシェルジュ型プラットフォームである。蟹型で両端がマルチ化すればするほど甲羅部分の役割が大切である。

これまでのような、情報交換、取引仲介、価値評価、需給調整、市場開拓のプラットフォームでは不十分である。

顧客の欲求にワンストップでこたえつつ、企業の経済論理をうまくこなしていくコンシェルジュ、総合案内所の役割が求められる。しかも安全安心と利用しやすさがたいせつである。

丁度蟹の両目に位置する情報の受発信機能が活躍すればするほどプラットフォームのシームレス化は求められる。

そして、このプラットフォームは甲羅の中の幾筋ものネットワークをうまくまとめ、さながら交通の駅のプラットフォームがステーションとなり、駅がターミナルに、さらにタウンとなっていくように発展していく。

#### (6) 構成と主張

第1章は、研究計画の組立て 範囲と対象であり 目的と意義を述べている。

第2章は、事例となるカラオケ産業について、経営史、産業構造論、マーケティングの視点より鳥瞰している。

第3章は、本論文の根幹となるバリューチェーンとプラットフォーム及び融合コンバージェンスの考えについて、先行研究を精査し、私見をまとめたものである。

第4章は、カラオケ産業について、時代区分よりイノベーションとアントレプレナーシップを分析し、バリューチェーンとプラットフォームの変化を事例研究している。

第5章は、20C から21C への産業・社会のパラダイム転換とユーザー端末の変化、サービスの進化、E2E からP2P の考え方への飛躍から、上記の落としどころともいえる本研究の結論を導きだしている。

キーワードは、カラオケ産業、バリューチェーン、プラットフォーム、コンバージェンス、イノベーション、アントレプレナーシップ、ソフト・コンテンツ、デジタルネットワーク、ソリューション・サービス、ユビキタス、蟹型、コンシェルジュである。

本論文は、一貫して、従来の企業の経営戦略における事業の見方、業界のとらえ方、産業部分のくくりかたを、21C の新しい視点からに替えることを主張している。

そして、これからの「もの+サービス+ネットワーク」のユビキタス社会では、産業発展、経済成長の鍵を握るのは、蟹型バリューチェーンとコンシェルジュ型プラットフォームであると主張している。

電機業界にこの考え方を取り入れることが21C の「もの+サービス+ネットワーク」のユビキタス社会において電機業界が発展する道であると提案している。

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

日本の国際競争力の向上のために、科学技術立国、ものづくり立国が再重視される中、経済のサービス化・ネットワーク化が進行しており、経済社会において「もの+サービス+ネットワーク」のガバナンスが産業の振興に極めて重要であるといえる。

本論文の価値は、しかる背景のもと、電機業界における永年の実務と経営責任の経験の上に業界の構造改革、即ちイノベーションとバリューチェーンについて研究し、そこから、21Cのグローバル化に適する産業構造への変革と付加価値創造の新しい産業モデルを考案し、電機業界に戦略的に取り組むことを提言したことにある。

ところで、先行研究をを精査するに、バリューチェーン理論は、企業内の機能の付加価値増殖について、及び事業としての川上から川下への片方向垂直型分業モデルを分析している。本論文は、それを国際協業、産業構造に視野を広げて、つまり、コンテンツ素材、知財権の川上から、ものづくり、システム・ネットワーク、そして川下のディーラー、サービスメンテまでの役割分析をした上で、21Cにふさわしいオリジナルな概念を知見している。

もうひとつ、プラットフォームについては、先行研究は、製品レベル、レイヤーレベル、流通レベルのブラックボックス、デファクト、ドミナントにはじまり、現在は業界レベルの経済取引共通基盤について、融合型オープン型などの所見がみられる。

本論文は、ユビキタス社会における ICT 化による中抜き現象にかわる、双方向かつソリューション型の全く新しいコンシェルジュ型プラットフォームのモデルを紡ぎだし、産業モデルとして提案している。そして、電機業界の中でも、超世俗的かつ超ハイテクなカラオケ産業をケースとして、具体事例の綿密な取材調査、統計分析により AV、マルチメディア、ネットワーク、インターネットという連続的な破壊技術による解体と再生を繰り返してきた業界の構造改革を、起業工学の考え方かつ経営戦略論、そして、マーケティング学の視野からアプローチしている。

結果、文理融合ともいえる 21C のものづくり立国にふさわしい産業構造の研究に取り組んでいる。本論文の成果、提案は全くもってオリジナルな知見であり、21C の持続成長に必要な新バリューチェーン概念とコンシェルジュ型プラットフォームのモデルを提案し、産業界への貢献だけでなく、経営学、起業工学において新し貢献と認めることができる。学位請求論文として合格と認める

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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)	ラリー D.マクミラン Larry D. Mcmillan (アメリカ合衆国)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第62号
学位授与年月日	平成17年9月30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	Inventor, Innovator, Entrepreneur and Corporate president-Industrialization of the FeRAM-
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 馬場 敬三 高知工科大学 客員教授 濱口 智尋 高知工科大学 教授 富澤 治 高知工科大学 教授 草柳 俊二

## 論文内容の要旨

### Synopsis

The world economy is becoming increasingly global and more knowledge based. Getting new ideas (not just new technology) into the world market-place quickly and efficiently has become a significant concern for nearly every business on the planet. While the legal, political, language and cultural differences around the world tend to inhibit the rapid distribution of knowledge, the internet (with its satellite network) is now providing a vehicle for nearly instantaneous communication between all members of all societies. With continuous improvement in shipping and transportation technologies, even the distribution of goods and services is beginning to take on new meaning. (Note, for instance, that global positioning (GPS) technology is now having a significant affect on air, sea and ground transportation services.) As supply and demand adjusts to changing global markets, business practices and organizational structures obviously must change accordingly in order to stay effective and globally competitive. With this in mind, it appears that even the meaning of such words as inventor, innovator, entrepreneur and president should now be re-examined, and perhaps re-defined to accommodate 21<sup>st</sup> century business and economic conditions. Part of this thesis provides insight into some of these terms and proposes some new models for business operations and, perhaps, business survival, in the 21<sup>st</sup> century. .

A few inventions, with their subsequent technological advancements, move society either forward or backward in every century, depending on the applications of such technology. (It would be hard, of course, to argue that society moves forward, rather than backward, with the

invention of weapons and/or instruments of mass destruction.) For instance, the invention of the automobile, the airplane, the transistor and the integrated circuit, all had profound, and generally positive, effects on 20<sup>th</sup> century society. In this thesis we will investigate the origin and evolution of another technology, the non-volatile ferroelectric memory, that could also have a significant, and hopefully positive, effect on society in the 21<sup>st</sup> century.

### **Background**

Much of this thesis is based on the business and technology experiences of the author, Larry McMillan. McMillan is an entrepreneur from the United States. At the time of this writing (2005) he has forty years experience encompassing the disciplines of inventor, innovator, entrepreneur and corporate executive, *hence the title of this thesis*.<sup>1</sup> In this thesis McMillan's invention of the integrated ferroelectric memory and his persistent efforts to bring it, along with a number of his other inventions, to commercialization, should provide some insight into the actual meaning of many of the terms associated with entrepreneurial engineering.<sup>2</sup>

### **Purpose of Research**

The research of this thesis defines and elucidates some of the practical and theoretical aspects of entrepreneurial engineering. Concurrently, research into the origins of ferroelectricity and the ferroelectric random access memory (FeRAM) will provide support for the author's hypothesis that most inventions actually originate from knowledge of something that either already exists or is derived from the huge accumulation of knowledge built up over thousands of years. All of this should also help disperse some common misconceptions concerning the authenticity, ownership and status of this technology as well as its importance for 21<sup>st</sup> century ubiquitous society. We will also try to achieve some understanding of the globalization that had to occur for ferroelectric memories to play into an

---

<sup>1</sup> McMillan began working as an engineer and manager in the semiconductor industry in 1965, before either Bipolar or MOS integrated circuits had entered production (at Motorola). He has worked in nearly every segment of the integrated circuit industry, ranging from Research and Development to Production Engineering to Corporate Management to Consulting for a number of international corporations. Note the brief listing of his U. S. corporate experience (in Appendix D), the listing of his publications and presentations (in Appendix C) and the listing of his patents (in Appendix B).

<sup>2</sup> McMillan received B.S and M.S. degrees in Physics, Math and Electrical Engineering in the U.S. but most of the academic background reflected in this thesis was achieved through graduate studies in Entrepreneurial Engineering (with Professor Gota Kano), Business Theory (with Professor Keizo Baba) and Technology Management (with Professor Osamu Tomisawa) at Kochi University of Technology. (Reference the thesis bibliography.)

industry as complex as the semiconductor industry. Throughout this thesis, this experience will be registered against the academic foundation achieved at Kochi University of Technology.

### **Significance of Research**

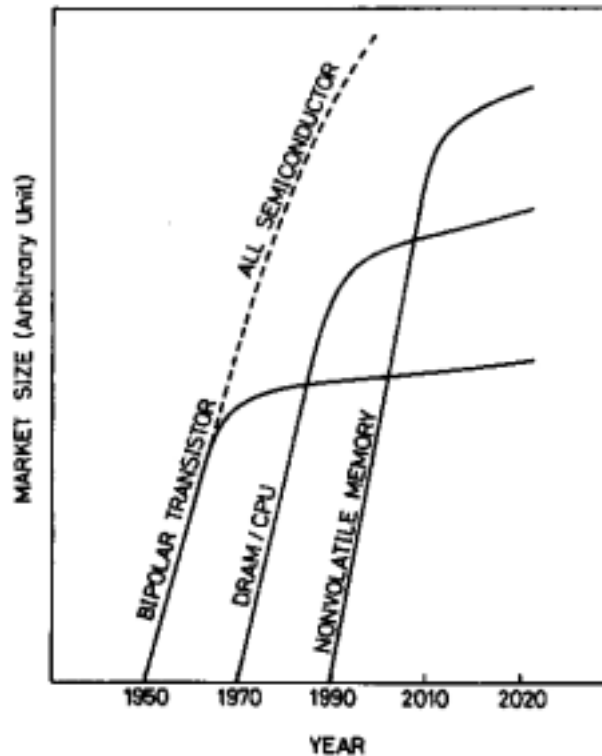
The significance of this research becomes evident with an understanding of the historical significance and economic potential of ferroelectric memory technology. The real significance of this entrepreneurial engineering exercise must, of course, be ultimately measured by the resulting benefits to society.

For historical relevance we note that S. M. Sze showed non-volatile memory as a significant technology driver exceeding the market size of transistors, semiconductors, DRAM's and CPU's [19]. It should also be noted that this occurred exactly twenty years after the introduction of DRAM's and CPU's to the marketplace (see Figure 1). This coincides exactly with the dates associated with McMillan's invention of the integrated ferroelectric memory and its industrialization. This thesis will show that the author was a primary inventor of this technology and that he played a significant role in its development and commercialization.

With reference to economic potential of the technology, we note that millions of ferroelectric memory (FeRAM) integrated circuits are now being manufactured and sold, especially in Japan and other parts of Asia. Microcontrollers, RFID chips and many other integrated systems are now being embedded with ferroelectric random access memories (FeRAM's), and the US government is now incorporating radiation hardened ferroelectric memory devices into their satellite and space probe systems.

## Summary of contents

Following a brief introduction in chapter 1, we define some of the differences between the inventor, the innovator and the entrepreneur in chapter 2. We also discuss the evolution from inventor to entrepreneur and explore the environment that cultivates their respective activities.



**Figure 1. Growth curves for different technology drivers**  
(After Sze, *ULSI Devices*, pg. 13, [19])

In Chapter 3, we address the evolution and history of ferroelectric technology from its earliest roots to the invention (by the author) of the integrated ferroelectric memory and ultimately to the introduction of viable non-volatile memory products to the world market place. This process occurred over many years and several generations of scientists and engineers. This chapter also introduces Symetrix Corporation, a company co-founded and co-owned by McMillan and shows the strategic foundation upon which its core competency was developed.

Chapter 4 addresses some of the management styles, cultural differences and corporate structures that will mold global business relationships in the 21<sup>st</sup> Century. Chapter 5 outlines some ideas on sustainability and business growth and chapter 6 discusses protection of intellectual property and cost minimalization through global business relationships.

Chapter 7 explores the evolution and growth of the corporation in a globally competitive environment and chapter 8 discusses value building and exit strategies. Conclusions are presented in chapter 9...

## 審査結果の要旨

### 1. 論文の評価

本論文は新しい学問領域「起業工学」の概念を明確に提起するとともにその新しい経営学理論、ビジネスモデルの提唱、検証など「起業工学」の本質を構築するものとして評価することができる。

半導体工学の基本となるC-V方によるMBOS界面特性解析の基礎を確立し、その手法を用いて強誘電体材料の分極特性を解析、全く新しい薄膜超格子構造を発明した。これにより、酸素欠乏現象をほとんど皆無にするBSTレヤードペロブスカイトの開発にいたり、メモリの保持特性を10の5乗倍改善し、実用上無限時間の保持を可能にした。このような、基礎的研究成果を基に、強誘電体集積回路というLSIの概念自体を発明し特許化した。別記する研究業績並びに知的財産を資本に起業し、ベンチャーを設立、運営、30年を超える米国での実践の中から生み出した「起業工学」の概念と理論には先行知見を超える見識として評価される。

本論分は「不揮発性強誘電体メモリ集積回路に関する基礎的並びに工業的実用化に関する研究」と「発明から起業、企業経営にいたる一環した過程における経営学的解析と考察、並びに起業工学の概念構築のための経営理論の提唱」の2部から構成されている。前半は、筆者が米国モーターラ社で実施した研究業績であり、オリジナリティの高いものである。特に、C-V法によるMOS界面特性の解析は半導体デバイスの基本モデルとして今日の半導体工学発展に大きく貢献した。また、強誘電体半導体集積回路の日発明はユビキタス社会を支える基幹技術として評価されている。本学では後半について深く研究し、インベンションからイノベーションへの遷移過程における「スタグネーション・ウォール」モデルのコンセプト構築と検証、「メンタリー・ハイアラーキー」コンセプトの構築と検証、シュンペンター理論によるアントレプレナー・モデルの考察、など新しい経営学は先行知見を超える新しい理論として評価できる。また、新知財経営モデルとして「JDP-IPプロテクション・モデル」、「ニューラル・ネットワーク・モデル」等、知識経済に変革する時代を先行的に検証した成果は高く評価できる。本学位論文審査請求に対し合格と認める。

### 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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)	やまなか としお 山中 敏夫(大阪府)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第63号
学位授与年月日	平成17年9月30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	血小板凝集抑制剤の合成と構造活性相関に関する研究 Synthesis and structure-activity relationships of platelet aggregation inhibitors
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 細川 隆弘 高知工科大学 教授 榎本 恵一 高知大学 教授 西岡 豊 高知工科大学 教授 大濱 武 高知工科大学 教授 古江 正興

## 論文内容の要旨

血管中の血栓が引き金となって発症する心筋梗塞、不安定狭心症、脳梗塞などの心疾患、脳疾患を防止する新しい形の血小板凝集抑制剤を創出した。本研究では、血小板凝集を阻害するが血管修復機能は阻害しない、すなわち出血傾向の少ないより安全な注射剤、および慢性患者、通院患者、予防投与にも使用しやすい経口剤の創出に重点を置いた。

血栓の中でも特に問題となる動脈血栓形成は、まず血小板膜上にある糖蛋白 GPIIb/IIIa が種々の要因により活性化されることにより開始される。この活性化された GPIIb/IIIa は、血漿中の蛋白であるフィブリノゲンと架橋を形成する。その結果、血小板が凝集し、動脈血栓が形成される。現在、GPIIb/IIIa の活性化を阻害する薬剤が抗血栓剤として利用されているが、その薬効は十分ではない。そこで、著者は GPIIb/IIIa とフィブリノゲンとの結合阻害を起こす新しいタイプの血小板凝集抑制剤の創出研究を行った。

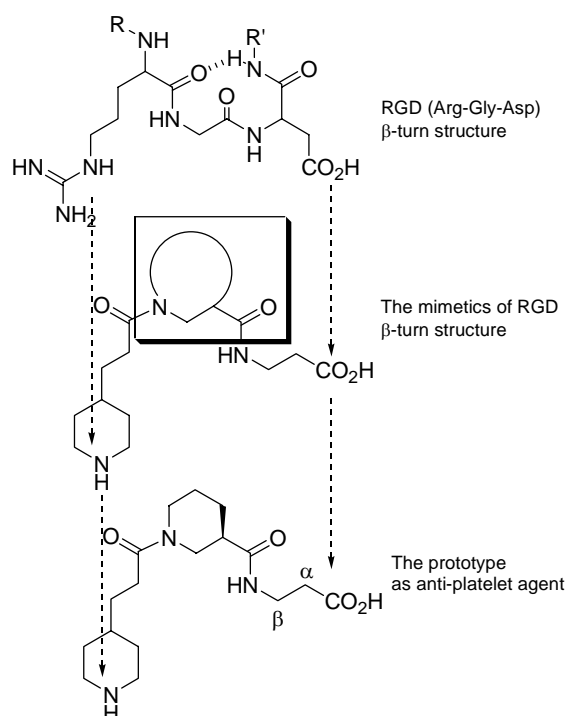


Figure 1. The drug design of RGD  $\beta$ -turn mimetics (RGD-ターンを模した分子設計)

GPIIb/IIIa は、フィブリノゲン鎖のアルギニン(R) - グリシン(G) - アスパラギン酸(D)残基を特異的に認識し、凝集を起こす。このフィブリノゲン RGD 残基は、Figure 1 に示すようにグリシン部分でペプチド鎖が折れ曲がった  $\beta$ -ターン構造を取っている。この RGD  $\beta$ -ターンを非ペプチド性小分子の構造に擬似変換すれば、血小板凝集抑制作用を示す化合物が創出できると考えた。そこで、血小板凝集に必須な官能基である R 残基のアミノ基部分と D 残基のカルボン酸間の分子鎖とほぼ同じに長さを持つ非ペプチド性分子を設計した。次に、この分子にどのような環状構造を組み込めば  $\beta$ -ターンが最も忠実よく再現できるかを検討した。その結果、6員環構造を組み込んだ化合物 (Figure 1) が良好な血小板凝集抑制作用を示すことを見出した。この化合物をプロトタイプとし、以下の2種の薬剤創出研究に展開した。

まず、この非ペプチド性分子をプロトタイプとして、出血傾向の少ない、安全性の高い注射剤の創出を行った。GPIIb/IIIa 拮抗作用の向上を目的として、Figure 1 に示した6員環化合物のカルボキシル基の  $\beta$  位に種々の置換基を導入した。その結果、Figure 2 に示す様に  $\beta$  位にアセトアミド基を導入した化合物が高い血小板凝集抑制作用を示した。イヌにおける出血延長作用実験では、この化合物は血小板凝集を抑制しながら出血時間の延長を伴わない非常に安全性の高い血小板凝集抑制剤であることが判明した。

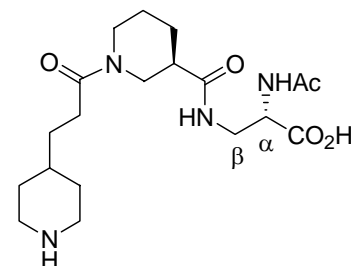


Figure 2. The structure of injectable anti-platelet agent (血小板凝集抑制注射剤の構造)

次に、種々の脂溶性置換基を Figure 1 に示した6員環化合物のカルボキシル基の  $\beta$  位にを導入した化合物の合成を行った。その結果、Figure 3 に示す化合物 (R = H) が高い血小板凝集抑制作用を有し、かつ経口吸収性に優れている薬剤であることが判明した。経口吸収性の向上をさらに検討した結果、活性部位の一つであるカルボン酸をペンチルエステル体に変換した化合物 (Figure 3, R =  $n$ Pen) が、より経口吸収性に優れた薬剤であることを見出した。この化合物は、カルボン酸部分がペンチル基でエステル化されているために、分子の脂溶性が向上する。その結果、薬剤の消化管からの吸収が改善した。この薬剤自体は薬理活性を発現しないが、消化管からの吸収の際にペンチルエステル基が消化管壁内酵素により加水分解され、血中には薬理活性を発現するカルボン酸体にて存在することが分かった。

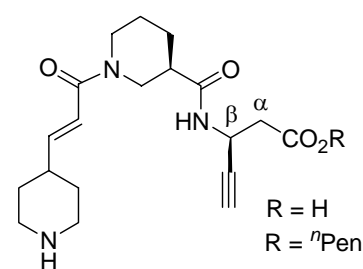


Figure 3. The structures of orally-active anti-platelet agents (血小板凝集抑制経口剤の構造)

# 審査結果の要旨

## 1. 論文の評価

本論文には、新しい作用機作を有する血小板凝集抑制剤、即ち抗血栓薬の創出研究が記述されている。本研究では、フィブリノゲン中のアルギニン-グリシン-アスパラギン酸(RGD)からなる RGD-ターン構造が、血小板凝集に深く関わることに注目し、その構造を非ペプチド性小分子で再現させ、次の新しい成果を得ている。

まず、RGD-ターン構造の再現のため、環状 RGD-ペプチド-アミノ酸を組み込んだリード化合物の構築を行っている。このため、中員環 RGD-ペプチド-アミノ酸の効率的な新規合成法が開発されている。6または7員環 RGD-ペプチド-アミノ酸を導入したリード化合物は、RGD-ターンを良く再現することを明らかにしている。

このリード化合物を N-アセチルアミドで化学修飾し、既存の抗血栓剤で問題となっている副作用、即ち出血時間延長作用を低減した注射剤の創出に成功している。

さらに、投薬しやすい経口剤の創出に取り組み、分子の脂溶性を考慮して経口吸収性の向上を計る分子設計を行っている。このことを基にして、新しい経口剤の合成を行っている。最終的には、この経口剤にプロドラッグ法を導入し、より経口吸収性の高い薬剤の創出に成功している。

申請者の創出した血小板凝集抑制剤は、これまでの抗血栓剤に比べて、高活性で副作用の低減がなされており、医学、薬学上大きな意義を持つ。また、本研究で取り上げた RGD-ターン構造は、その詳細がこれまで未知であったため、その構造再現が非常に難しいとされていた。この問題を解決した点は、学術的意義が非常に高い。従って、本心製論文は博士(工学)の学位にふさわしいものと判断される。

## 2. 審査の経過と結果

- (1) 平成17年 6月17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17年 8月25日 公開論文発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成17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。