

# 博士学位論文審査要旨

2018年1月17日

論文題目： 継続的な価値創造を可能とする  
技術の探索・深化・普及メカニズムの研究

学位申請者： 久保 真澄

審査委員：

主査： 総合政策科学研究科 教授 北 寿郎

副査： 経済学研究科 教授 八木 匡

副査： 総合政策科学研究科 教授 高井 紳二

要 旨：

本論文は、日本電子ディスプレイ業界の凋落原因について、以下の二つの新しい視点から論じたものであり、ここで得られた様々な知見は学術面での新規性のみならず技術経営という実践面でも極めてオリジナリティの高い論文である。

- ・ 技術選択における技術者の専門職共同体における集団思考の影響
- ・ 産業のライフサイクルと技術の多様度の関係

## 1) 技術選択における技術者の専門職共同体における集団思考の影響

次世代テレビ用電子ディスプレイの技術判断と選択を迫られた1990年代において、研究開発の中心として従事していた電子ディスプレイ関連の、液晶、電子管、半導体という技術分野が異なる技術者23名を対象者としてインタビューを実施した結果、驚くべきことに、全員が以下のような同じ思考傾向を示した。

- ・ LCDは画質レベルが低く、大型化が出来ない
- ・ PDPは大型化が容易であり、壁掛けテレビの本命である

他社との差別化を図ることを常に要求される異なる企業に属する技術者が、同一の技術判断に対して正しいと信じて収斂したことは興味深い現象である。

本論文では、これは組織をまたぐ技術者集団における一種の集団的思考であること、これが多数の日本電機メーカーがPDPへの集団自殺的な投資に至った要因であることを示した。さらに、インタビュー結果の詳細な分析と技術の限界モデル分析を行うことにより、この技術者の集団的思考は、技術者という専門職共同体における「知識スピルオーバー」に起因することを明らかにした。

## 2) 産業のライフサイクルと技術の多様度の関係

技術者が「専門職共同体における集団思考」の影響により古い技術から新しい技術への移行に関する正しい判断が出来ないのであれば、より客観的で幅広い技術領域に関する情報に基づく評価が重要になってくる。

本論文では、技術進化過程を表す「技術のS字カーブ」の各段階における特許出願数から技術の多様度を計算する新しい手法を提案した。この手法を用いて、LCD、CRT、PDP産業を対象として分析を行い、産業ライフサイクルにおいて「技術の多様度指数が増加し、その後減少傾向に転じる現象」が繰り返されていること、さらにこの現象が個々の技術のイノベーションシステ

ムおよびドミナントデザインの誕生と関連していることを明らかにした。本論文が提案した技術の多様性に着目した「イノベーションシステムとドミナントデザインの誕生」のプロセスは、企業の的確な技術戦略策定に資するものである。

よって、本論文は、博士（技術・革新的経営）（同志社大学）の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。

## 総合試験結果の要旨

2018年1月17日

論文題目： 継続的な価値創造を可能とする  
技術の探索・深化・普及メカニズムの研究

学位申請者： 久保 真澄

審査委員：

主 査： 総合政策科学研究科 教授 北 寿郎

副 査： 経済学研究科 教授 八木 匡

副 査： 総合政策科学研究科 教授 高井 紳二

要 旨：

○総合試験実施日と時間：

2018年1月13日11:30~12:30

○専門分野に関する内容：書面質問と公聴会における質疑応答により実施

回答内容、質疑内容と評価：以下に示したように各質問に的確に回答しており、合格と判断する。

### ①書面による質疑

1) 本研究の学術的価値は何か？

・技術者の企業の枠を超えた集团的思考が存在すること、それが技術の評価に影響を及ぼすことを示すとともに、その原因が企業組織外部方の知識のスピルオーバーに起因することを明らかにした。この技術者における集团的思考の存在の指摘とそのメカニズムまで言及した研究はこれまで似ないものであり、経営学の重要なテーマでもある意思決定プロセスの研究にも寄与するものであると考えている。

・産業のライフサイクルにおける新しい技術分野（ここではイノベーションシステムと称している）の誕生とそこにおける主流技術（ここではドミナント・デザインと称する）の確立と技術の多様度の間には明瞭な相関があることを明示した。技術の多様性という概念は、特許情報に基づく技術評価という研究分野における新規かつ有用な視座であり、既に掲載された学会論文でも高く評価されている。

2) 本研究の産業分野における価値は何か？

・技術をベースにした産業において、「技術の多様性分析」を用いることで客観的かつ重要な技術判断の材料を提供し、「技術者の専門職共同体における集団思考」による主観的な技術的判断の間違いを軽減することで、技術系企業の事業戦略策定をより正しい経営判断へと導くことが可能である。例えば、次世代自動車が水素電池自動車と電気自動車のどちらになるのか、などのイノベーションシステムの変化についての分析・判断への活用が期待できる。

### ②公聴会における質疑およびコメント

1) 質疑

Q1: S字カーブのフィッティングに一般的な二次曲線を何故使わなかったのか？

(回答) 本研究ではS字カーブ分析と多様性分析を同じ土俵で行うために変化について直線近似を行い、単回帰分析で検証した。

Q2: 本論文では多様性を高めるのに中央研究所制度は有用であると主張しているように見えるが、これは本当に正しいのか? 製薬メーカーは中央研究所を持たなくても多様性を高めることが出来ている。

(回答) 産業によって状況は異なることは意識している。製薬メーカーと異なり、日本の電機メーカーでは中央研究所・基礎研究所が多様性を高める基礎研究の中心であった。中央研究所制度崩壊後、企業における基礎研究は行われていないのが実態である。かつて日本の電機メーカーが行っていた基礎研究は大学にしか残っていないが、その活用さえ日本の電機メーカーは出来ていない。

Q3: 専門職については企業の技術者に限定した内容なので、一般的な専門職についての説明は不要ではないか? (本文 85 ページの一部)

(回答) 技術者の専門職集団としての特殊性を際立たせるため、一般的な専門職の説明をした上で、専門職集団としての技術者の特殊性を明示すべきと考えている。

## 2) 副査コメント

- ・企業等の組織内における集团的思考の研究は数多くなされているが、組織をまたぐところにも集团的思考が存在することを示したことは評価できる。

- ・技術者は先を予見できない、企業が基礎研究をしてもパラダイムシフトを予見は難しいのであれば、パラダイムシフトで新しい時代を作るにはオープンイノベーションをどの様に起こしていくのが重要になる。本論文で指摘している「技術の多能性」がオープンイノベーションへの移行の根拠であるという論旨は非常に有益なものであると評価できる。オープンイノベーション実行には、ファイナンシャルなリソース、制約、リスク、リターンストックなどを考えた戦略が必要だが、日本企業はメソッドを持っていない。今後の研究としては、ビジネス戦略的に Intel、Apple が実行しているオープンイノベーションの事例を参考にして、この点を明らかにしてくれることを期待する。

## ○語学試験 (対象となった語学名を含む) の内容

- ・英語については査読付きの国際論文誌、国際会議における発表の実績もある。また、本論文に関係する研究を遂行するにあたり、60 篇以上の英文論文をレビューしており、博士号にふさわしい語学力を有すると判断した。

よって、総合試験の結果は合格であると認める。

# 博士學位論文要旨

論文題目：継続的な価値創造を可能とする技術の探索・深化・普及メカニズムの研究

氏名：久保 真澄

## 要旨：

電子デバイス産業としては市場成長が続く中、2010年頃から始まった日本の電子ディスプレイ業界とシリコン系半導体業界の凋落について、原因究明を目的とした研究が行われている。しかしながら、明確な原因については未だ明らかにはなっていない。そこで、本研究では日本の電子ディスプレイ業界を対象として分析を行い、その原因を究明した。

電子ディスプレイ業界では1990年代後半から2010年代前半にかけて、テレビ受像機用電子ディスプレイの絶対的王者として君臨していたCRTの置き換えを目指して、PDPとLCDの二つの技術が熾烈な競争を行い、結果としてLCDに収斂した。テレビ受像機用電子ディスプレイという目的を同じくしてPDP、LCDの二つの技術がほぼ同時期に産業として立ち上がったが、PDP産業は多数の電機メーカーが巨額の投資を行いながらも小規模かつ短期間に終息したのに対して、LCD産業は現在においても規模の拡大を継続している。そこで、電子ディスプレイ業界の技術領域における、技術者の限界予測を分析・検証することにより、技術領域の本質である幅（多様性）と奥行き（限界）について技術者がどのような思考に基づき判断をしていたのかを明らかにすることで、技術者の思考傾向を明らかにする。

1994年から2007年にかけての期間、電子ディスプレイメーカー各社の産業ライフサイクル予測に基づく戦略を時系列で調査した結果、当時の「LCDの技術的限界」に基づいて産業の将来予測が行われ、ほぼ4年毎に大きく将来予測を変更していたことを確認した。電子ディスプレイ産業において、産業を立上げて持続的に成長させるには巨額の設備投資が継続して必要であり、企業は巨額投資に見合うリスクマネジメントの観点を入れながら産業の将来予測を行い、その予測に基づき戦略を策定している。しかしながら、ほぼ4年毎に大きく将来予測を変更するような状況では、企業が正しい戦略を決定し、実行することは困難である。このように多くの企業が間違った産業予測を繰り返した真因を解明するため、当時の技術者による技術判断についてインタビューによる検証を行った。

PDPとLCDのカラー化技術が同時に立ち上がり、企業として次世代テレビ受像機用電子ディスプレイの技術判断と選択を迫られた1990年代において、研究開発の中心として従事していた電子ディスプレイ関連の、液晶、電子管、半導体という技術分野が異なる技術者23名を対象者としてインタビューを実施した結果、全員が同じ思考傾向を示した。次世代高画質テレビ受像機に対して、「LCDはPCなどのデータディスプレイには使えるが、画質レベルが低く、大型化が出来ないのでテレビ受像機には使えない」、「PDPは大型化が容易であり、壁掛けテレビ受像機の本命である」という考え方である。これは、技術分野が異なる技術者全員が同じ思考傾向を示したことになる。インタビュー対象者の技術判断は業界の産業予測と企業の経営判断と一致していることを明らかにした。

技術領域の客観的な判断・選択を阻害する要因として「電子ディスプレイ関連技術者の専門性」が存在しており、技術者は高度な専門性による「常識」、「思い込み」で技術限界を判断していた可能性がある。技術者はその経験と専門性から従来からの連続的な範囲に限界を設定していた。よって、技術者による技術領域における物理限界の予測は間違ったものとなった。また、専門外の技術分野については自らで判断を行わず、その分野における専門性の高い技術者の判断を全面的に信用することが

判明した。

産業ライフサイクル予測に必要な将来における技術領域の変化を判断することに対して、専門職である技術者は容易に可能であると考えていたが、電子ディスプレイ関連技術者 23 名という限られた範囲のインタビューではあるものの、逆に技術者の高い専門性と経験が正確な判断を阻害するという結果になった。また、他社との差別化を図ることを常に要求される異なる企業に属する技術者が、結果として間違っていた、同一の技術判断に対して正しいと信じて収斂したことも興味深い。研究開発における「知識スピルオーバー」に起因する「技術者の専門職共同体における集団思考」の存在が、多数の日本電機メーカーが PDP への集団自殺的な投資に至った要因であることを導き出した。

技術者が専門とする技術領域において「専門職共同体における集団思考」の影響により正しい判断が出来ないのであれば、正確な産業ライフサイクル予測は困難である。そこで、技術領域に関する客観的な情報を技術者へ提供することが、技術者を正しい判断へ導く要件の一つになると考えられる。しかしながら、多数の電機メーカーが行った短命に終わることになる PDP への積極的な巨額投資などの失敗事例から類推すると、従来の「普及曲線」や「技術の S 字カーブ」だけに頼った将来予測では不十分であると言わざるを得ない。そこで、技術者の判断における集団思考の影響を考慮した上で、従来の「技術の S 字カーブ」に新たな手法である特許文献情報を用いた技術領域の多様性分析を組み合わせることで、産業ライフサイクルの将来予測において有効な判断材料を技術者に提供を可能とする新たな手法について検証を行った。

技術は時間経過に伴い、今まで使われてきた目的とは異なる目的で使われることが多々あり、技術の目的、用途は時間と共に変化する。本研究の分析では技術の多様性の定量化に対して、時間経過に伴う技術の目的、用途の変化を考慮する必要がある。よって、複数存在する特許の技術分類コードに対して、「目的、用途、構造、材料、製法、処理操作方法、制御手段等の複数の技術的観点」から技術を分類している、日本特許庁の F ターム・テーマコードを選定して特許文献情報分析を行った。また、特許の多様性の定量化については、「ハーフィンダル・ハーシュマン指数 (HHI)」を用いて数値化を行った。特許文献に付与されているテーマコードを按分集計した結果からハーフィンダル指数を計算し、集中度を表すハーフィンダル指数を 1 から引いて得られる指標を、産業の技術領域における「技術の多様度指数」と定義し導入した。

$$HHI = \sum_{i=1}^n Ci^2$$

$Ci$ :  $i$  番目の技術分野の占拠率 (%)

$n$ : 技術分野数

技術の多様度指数 =  $1 - HHI$

LCD、CRT、PDP 産業を対象として特許文献情報分析を行った結果、累積特許出願件数による技術の S 字カーブの有効性については、産業全体を俯瞰して技術領域の状況を判断する場合には十分であるが、産業における発生時期の異なるイノベーションシステムの存在を累積特許出願件数の推移から判断することは困難であることを確認した。特許文献情報分析を用いてイノベーションシステムの創出につながる技術領域の変化を分析するには「特許出願件数」だけでは不十分である。そこで、従来の特許出願件数推移による「技術の S 字カーブ」分析に、技術領域との密接な関係が期待できる「技術の多様性」分析を組合せることにより技術領域の変化を判断し、産業ライフサイクル予測を行う手法について検証を行い、イノベーションシステムの誕生と「技術の多様度指数が増加し、その後減少傾向に転じる現象」との関連性の存在について、その可能性を明らかにした。

新たなイノベーションシステムが誕生する前の時期には「高品質、低コスト、高効率生産を目的とした開発」を行う対象はまだ存在していない。よって、「新規性と進歩性を追求した研究開発」を積極的に行うことで新たなイノベーションシステムの誕生を目指すため、技術の多様性は増加傾向となる。次に、新たなイノベーションシステムが誕生して、イノベーションシステムにおける将来価値の最大化を目的として、ドミナントデザインの創造を目指した「新規性と進歩性を追求した研究開発」が継続される。同時にイノベーションシステムにおける現在の価値を最大化するために「高品質、低コスト、高効率生産を目的とした開発」が始められる。ドミナントデザインの創造に近づくと共に、「新規性と進歩性を追求した研究開発」から「高品質、低コスト、高効率生産を目的とした開発」へと重点シフトが起こり、そのバランス点において技術の多様性は増加傾向から減少傾向に転換する。ドミナントデザインの創造後、「高品質、低コスト、高効率生産を目的とした開発」が重点的に行われるようになるため、技術の多様性は減少傾向となる。

イノベーションシステム創出のプロセスとして、その分野における技術の多様性を高めて励起状態にする必要があると仮定した場合、それは「技術の多様度」という技術の「質」を高めるだけでなく、「特許出願件数」という技術の「量」の増加も伴う必要がある。特許出願件数は特許出願人の数、発明者の数と相関関係があり、特許出願件数の増加が、多くの分野に属する企業のイノベーションシステムへの新規参入や、多岐に渡る分野の新しい技術者の参加による、技術領域における多様性の向上も期待できる。よって、産業ライフサイクルの予測は「技術のS字カーブ」の概念を用いることを否定して、「技術の多様性」のみで行うものではない。産業ライフサイクル予測の精度をより高めるために、「特許出願件数による技術のS字カーブ」に「技術の多様性」を組合せることが好ましい。

本研究では、イノベーションシステムの誕生と、そのイノベーションシステムにおけるドミナントデザインの創出についての予測に対して技術の多様性分析が有効であることを明らかにした。この「イノベーションシステム誕生の法則」は産業ライフサイクル予測への適用だけでなく、イノベーションシステムの中で活動する企業の戦略策定への応用も可能である。

(3994文字)