

氏名	米岡 英治
学位の種類	博士（経営管理学）
報告番号	甲第357号
学位授与年月日	2013年9月30日
学位授与の要件	学位規則（昭和28年4月1日 文部省令第9号） 第4条第1項該当
学位論文題目	知的資産経営における技術価値の 評価手法－家電製品を事例とした 技術の相対評価および関係の可視化－
審査委員	（主査）青淵 正幸 廣江 彰 張 輝 高橋 正子（慶應義塾大学理工学部 管理工学科准教授）

1. 論文の内容の要旨

1-1 問題の所在と研究目的

米岡氏の論文は、企業が有する技術の可視化を試みるものである。企業の役割は、広義には社会の富の形成であり、狭義には利益もしくはキャッシュフローの創出である。そして、それは企業価値として評価される。企業は新たな価値の創出に向けて研究開発を行い、それが製品となって結実して利益をもたらす。稼得された利益の一部は新たな研究開発に向けられ、企業の成長や持続の源泉となる。そのため、一般に企業が有する技術や開発された技術はブラックボックス化されており、外部から企業の技術の評価することは難しいことは言うまでもない。

しかし、製品ライフサイクルの短縮や情報化は、企業における研究開発に対する考え方に変化を与えた。製品ライフサイクルの短縮によって、企業は当該製品の開発に投じた資金を十分に回収する前に、次なる製品の開発に着手しなくてはならなくなった。また、情報化は、他企業の技術開発の動向を居ながらにして知ることを可能にした。企業は、これまでのように基礎研究、応用研究、開発研究の全てを社内のリソースにて行うのではなく、一部の技術は他企業が開発したものを取り込み、研究開発のスピードを高めるようになってきている。また、情報化の進展は、実際の生産現場を有せずとも、コンピュータ上で製品や部品の開発を可能にした。研究開発に特化した中小企業などは、自社が開発した技術を囲い込んで競争優位に立つのではなく、開発した技術を他企業に売却したり、使用を許可したりすることで収益を目指す傾向にあるのである。

このような環境変化において、企業の研究開発部門に求められるのは、他の企業らが有する技術がどのようなものであり、それは自社の製品開発においてどの程度有効であるかを知ることである。すなわち、他企業の技術をいかに評価するかということである。

米岡氏は、企業が経営資源を最適に配分するには、当該企業を取り巻く競合あるいは協力・補完企業の技術開発力の活用が必要であり、そのためには技術力の外部評価が必要であると考えている。本論文は、限られた企業の技術情報をもとにして、自社の研究開発に必要な技術の相対評価を行う手法の提示を研究の目的としている。

本研究は、第1章から、結論および今後の課題を示した第8章までの8つの章と、技術の陳腐化を推定する補章の計9つの章から構成されている。

- 第1章 はじめに
- 第2章 研究開発戦略の情報開示
- 第3章 技術価値の計測と評価方法
- 第4章 評価手法の提示と検証方法
- 第5章 デジタル化したテレビの技術価値の評価
- 第6章 デジタルカメラの技術価値の評価
- 第7章 電子書籍の技術価値の評価

第 8 章 結論と今後の課題

補 章 技術動向の詳細化

1-2 各章の要約

第 1 章「はじめに」は、本研究の目的、特徴および研究方法を論じた章である。米岡氏によると、人的資産や技術、ブランド、ノウハウ、特許権などの知的資産（経済産業省の定義）は、今日では企業価値の創出に欠かせないものであり、特に製造業においては研究開発が鍵を握るとしている。研究開発の成果は技術となって企業成長の糧となる。これまでも、研究開発や技術の評価に関する研究の蓄積は確認できるものの、その基本的なスタンスは企業内部の立場に立脚したものが主流であり、外部の立場から行われた研究は僅少である。その理由は、分析・評価に使用できる資料は内部資料が中心となるためである。そこで本研究では、企業が研究開発戦略を策定する際には俯瞰的な現状把握を行うことが必要であり、そのために自社と他企業のそれぞれが持つ技術価値の相対評価および技術間の関連性の可視化を行う手法の提示を第一の目的としている。さらに、提示された手法を製品市場に当てはめて検証するとともに、提示された手法が外部分析の 1 つの手法と考えられる引用分析との比較を通じて、ユニークな手法であることの確認を第二の目標としている。前者は第 2 章から第 4 章までの 3 章が該当し、第 5 章から第 7 章が後者で展開されることになる。

第 2 章「研究開発戦略の情報開示」では、企業における研究開発と技術的イノベーションの考察を行い、開示される技術情報の利用と、開示の限界点について明らかにすることを目的に展開される。

はじめに、研究開発モデルの変化について説明がなされている。すなわち、モノの乏しい時代の研究開発は、研究から開発、設計、販売までが一直線に並んだリニアモデルが採用されていたが、モノの飽和とともに指向がシーズからニーズへと変化するにつれ、研究開発もリニアモデルから市場発見モデル、市場実験モデルとなり、モノの飽和度が高く、環境変化のスピードが速い今日では市場を自社の都合のよいように変えていく市場創造モデルの時代となっていることが説明されている。市場創造モデルでは、いかにして製品のプラットフォームを市場に展開し、浸透させるかがポイントであることに言及している。続いて、情報化が製品の競争激化をもたらし、製品や事業のライフサイクルの短縮化につながっていること、そのため、企業は必要な技術を開発するのではなく、既存技術の組み合わせや他企業による技術との組み合わせが重要な要素となっていることが説明されている。

他企業の技術を活用するためには、それらが発信する情報を入手しなければならない。本章の後半は、企業が発信する知的資産の情報にフォーカスが当てられている。1 つ目は財務諸表にて提示される研究開発費や無形固定資産である。ただ、会計情報は貨幣換算が可能なもの、あるいは会計制度が求める情報の開示に限定されており、すべての情報が開示されているわけではない。2 つ目は知的財産報告書である。経済産業省による指針の下で同報告書を作成する企業も出始めているが、こ

これは企業による任意のディスクロージャーであり、情報の入手可能性にも限界がある。3 つ目は新聞等にて発表されるプレスリリースである。企業の発表を受けて記者等がそれを記事にするため、その内容は客観的とも捉えられるが、当然ながら表出しても経営戦略に影響のないものしか開示されない。そして4 つ目は特許情報である。企業が開発した技術は特許を通じて保護される。一部は特許出願されないものもあるが、一般に企業は自社の開発成果を保護することにより他社の参入を阻害し、競争優位に立つことができる。そのため、特許情報は間接的ではあるものの、当該企業の技術を説明することになる。以上により、本研究による技術とは、特許情報にて代替されることが説明されている。

第3章「技術価値の計測と評価方法」では、これまでに行われている技術価値の評価に関する研究を整理している。

Kaplan=Norton [1996] が提唱したバランスト・スコアカードは知的資産を測定するモデルとして著名である。4 つの視点のうち、社内ビジネス・プロセスの視点の中にイノベーションプロセスが含まれている。Lev [2001] のバリューチェーンスコアボードは、企業価値創造のプロセスを3 つの段階で示しており、その第1段階である発見と学習段階に研究開発の尺度が組み込まれている。知財評価研究会(座長：早稲田大学教授広瀬義州氏)が開発した PatVM は、特許権の価値を算出するモデルである。以上のモデルは、いずれも企業の内部情報を必要とするため、外部者の立場による分析・評価には適していない。

有価証券報告書には、数値や文字によって技術情報が示されている。企業外部者であっても接することができる情報であるが、概略しか掲載されておらず、また、作成する企業も金融商品取引法適用会社、すなわち全企業の1%程度に相当するいわゆる大企業に限定されている。1995年、スカンディア社がアニュアルレポートにて提示した知的資本報告書には、同社とインテレクチュアル・キャピタルが共同で開発した知的資本の評価が示されており、外部者の立場でもそれを閲覧することができる。同報告書の評価指標は定量的であるが、タイムシリーズでの分析・評価に留まり、クロスセクションでの分析は行えない。

特許の引用分析は、企業が出願した特許が、後に出願される特許の中でどれだけ引用されているかを確認する手法であり、引用件数の多いほど価値が高いとする分析手法である。ただし、この手法は量のみに着目をするもので、質は度外視されている。

以上のレビューを踏まえ、米岡氏は知的資産情報や個別の技術に対する評価手法が必要とされているにも関わらず、他の技術との関連性や製品を創り出すために必要となる技術の重要性を、企業外部の立場から分析・評価を行う手法が確立されていないことを論じている。

第4章「評価手法の提示と検証方法」では、本研究にて考案される技術価値評価の手法が提示される。いわば、本研究の価値を見いだすために用意された章である。前章までで確認されたように、一般に技術の評価には企業の内部情報が必要と考えられるが、特許情報を企業が有する技術の代理変数と捉えれば、限定的ではあるも

のの外部分析は可能となろう。しかし、特許情報は文章で説明された情報であり、その解釈は情報利用者の主観に委ねられる。

そこで本研究は、テキストマイニングを行って定性情報を限りなく客観的な情報へと変化させることを試みる。第1に、テキストマイニングによって抽出されたテキストを特定の技術の代理とおき、テキストと別のテキストの関連を、出現したテキスト数によって密度で表現する。

第2に、テキストのポジショニングを行う。本研究では、企業の持つ技術がハードウェアに関連するものであるかソフトウェア関連か、システムに関連するものなのかコンテンツ関連か、という2つの軸で切り分け、テキストをプロットすることで、新たな技術がどの分野に投入されているかを観察する。

第3に、ネットワーク分析を用いてそれぞれのテキストの構造同値と次数を確認する。代替可能である技術を示す構造同値の数（割合）が減少すれば技術は成熟局面に入ったことを示し、次数が増えれば他の技術との結合が進んだことを意味する。

第4に、媒介中心性を用いて技術の重要度を測定する。媒介中心性が高いほど当該技術は重要であることが示される。これにより、製品市場において、その時点でどの技術が重要と考えられているかを知ることができる。当該技術を自社が保有していれば、資源はそこに集中する必要があるし、自社で保有していなければ、他企業の技術の利用を視野に入れて検討することになる。

以上のことを確認するために、米岡氏は以下の仮説を設けた。すなわち、第1の仮説は、「テキストマイニングとネットワーク分析を組み合わせる分析手法は、製品市場で使用されている技術の相対的価値と他技術との関係を示すことができる」、第2の仮説は、「製品市場における企業のポジションや規模によって、技術ネットワークの構造は異なるとともに、相互に影響を与える」というものである。ただ、この分析手法を用いなくても同様の結果を示すことができるならば、提示された手法は代替手段にしかすぎない。また、他の手法より手間のかかるものであれば、代替の意味を失う。そこで、第3の仮説として、「本研究で提示する分析手法は、引用分析とは異なる結果を示す」を掲げ、検証を行うことを述べている。検証対象はテレビ、デジタルカメラ、電子書籍の3つが選択された。いずれもデジタル技術が導入された近年の製品である。また、技術の代理変数として特許情報を使用し、データソースとしてIPDLを利用している。以下、第5章から第7章にかけて、それぞれの検証結果が示される。

第4章で提示された特許情報による技術価値評価の手法が有効であるか否かを検証するのが、第5章から第7章に課せられた役割である。第5章「デジタル化したテレビの技術価値の評価」は、デジタル化によって様々なものと結びつき、情報端末の1つとなったテレビを題材として取り上げている。テキストマイニングでの検証の対象となったキーワードは、テレビ（TVを含む）と情報端末である。

サンプル数は483であり、2000年度から2002年度にかけての特許出願が多い。サンプル期間（1994年～2007年）において抽出されたテキストとネットワーク密度の推移から、2000年頃まではハードウェアを中心に、それと他をつなげるような

技術の開発が進み、その後は安定を続ける傾向にあることが確認された。構造同値の変化を示す値も 2001 年以降は限りなく 0 に近く、特許数に対して次数が 0 または 1 の割合も、1996 年以降はほぼ 0 である。媒介中心性を観察すると、2000 年頃までは観察期間初期の特許が上位を占めていたが、特許件数が増加を始めた中期（2000 年以降）は異なる特許が上位を占め、直近期（2005 年以降）には別の特許に取って代わる傾向が確認された。以上より、仮説 1 および 2 は支持されたとしている。また、本研究で重要性が高い、すなわち媒介中心性が高い技術および低い技術を抽出して引用分析を行った結果、両者には差が見られず、仮説 3 も支持されたとしている。

第 6 章「デジタルカメラの技術価値の評価」では、キーワードをデジタルカメラとメディアの 2 つとしてサンプルの抽出が行われた。

サンプル数は 457 である。特許出願は 1996 年から年々増加し、2004 年をピークにして下降傾向にある。当初はハードウェアとシステムに関連する領域での特許出願が目立っていたが、2002 年頃からソフトウェアとコンテンツに関連する領域にも特許出願が広がりはじめ、ほぼ全ての領域に広がった。構造同値の変化も 2000 年以降は 0 に近接している。特許数に対する次数が 0 または 1 の割合については全期間で観察されなかったのは、テレビと異なるところである。ただ、テレビと比較して各年の次数の最小値そのものが小さい。媒介中心性の変化については、テレビと同様となった。また、引用分析においても、重要性の上位技術と下位技術において差が見られず、仮説 1～3 はいずれも支持されたとしている。

第 7 章「電子書籍の技術価値の評価」では、近年、普及が始まった電子書籍を取り上げている。抽出のために用いたキーワードは電子書籍であり、296 のサンプルが取り上げられた。

サンプル（特許出願数）は 1994 年から出現しているが、その数が急増したのは 1998 年である。その後、2001 年のみ他の年と比べ件数が突出しているが（50 件超）、他の年は概ね 25～35 件で推移している。1998 年までは主にコンテンツの研究開発が行われていたことが確認され、その後ハードウェアに開発の主軸が移り、システムやソフトウェアの開発へと進んでいった様子が確認されている。構造同値は 2003 年までは高止まりしており、テレビやデジタルカメラとは異なる様相を見せている。しかし、2004 年から急激に低下を始めており、この頃まで技術ネットワークの拡大が進んでいたことが確認される。また、媒介中心性の分岐点は 2001 年頃であることが確認される。それまでの技術は以後下降を続け、重要ではなくなっている。また、2000 年には 16 位にあった技術が年を追うごとに上位へとシフトし、2004 年以降は上位に居続けている。引用分析の結果は、テレビ、デジタルカメラと同様に重要性の上位技術と下位技術の間に差は見られなかった。以上より、電子書籍においても仮説 1～3 は支持されたとしている。

第 8 章「結論と今後の課題」では、本研究の振り返りを行いながら、結論、研究の意義と残された課題が示されている（詳細は 1-3 にて提示する）。

なお、補章「技術動向の詳細化」は、一定期間が経過した技術のうち、重要では

ないものは順次消えていくことを明らかにした章である。第 5 章から第 7 章にかけて、媒介中心性の上位にいる技術の観察が行われたが、研究開発初期を牽引した技術は、特許出願数が増加傾向になる頃に重要度が低下する傾向が見られた。この補章では、第 5 章で取り扱ったテレビを題材とし、技術が陳腐化する期間を 1 年として、陳腐化したと思われる技術を含んだ場合の散布図とそれを除外した散布図の比較を行った。その結果、後者の方が明確に技術動向を可視化できることが確認された。

1-3 結論および本研究の意義と課題

結論および本研究の意義と課題は、第 8 章に示されている。

本研究は、企業の有する技術力を可視化し、相対的に評価する手法の提示を試みたものである。はじめに、研究開発戦略の発展経緯を示した後、技術価値の評価に関する種々の手法を概観している。その結果、企業における技術価値の評価手法の多くは企業の内部情報を必要とすることが確認された。また、有価証券報告書や知的財産報告書といった外部公表向け資料も存在するが、それらに記載された情報は概略に留まっており、それを用いて技術価値の評価を行うことは困難であることが確認された。ただ、企業の技術力の代理変数として、外部でも入手可能な情報である特許情報は技術の評価に利用可能であることが示唆されている。本研究は特許情報を使用し、テキストマイニングによって技術を示すテキストを抽出して、ネットワーク分析によって技術の重要性を相対的に表示したものである。

1994 年から 2007 年までの特許情報を利用し、テレビ、デジタルカメラ、電子書籍を題材としてそれぞれテキストの抽出が行われた。続いて、構造同値、拘束性、次数の変化を確認し、続いて媒介中心性にて技術の重要度の変化を提示した。

以上の実証分析から得られた結論は以下の通りである。技術ネットワークの構造や密度、構造同値、拘束性、次数中心性、媒介中心性から、製品に対して開発される技術が時間とともに変化すること、対象技術の重要度が変化すること、開発される技術によって技術間の関係性が変化することが確認された。さらに、重要度の高い技術と低い技術を抽出して行われた引用分析の結果から、重要度が高い技術ほど引用数が多いわけではないことが示された。このことは、自社および他企業の技術価値の相対的な表示が可能であること、それによって、事業戦略や研究開発戦略を策定する際の俯瞰的現状把握等に有効であることを示している。さらには、人材配置や設備投資といった経営資源の最適な配分のための基礎資料としての使用も有効と思われる。

一方、本研究に示された結果の限界点として、米岡氏は 3 点を挙げている。第 1 に、ネットワーク分析での指標は相関するものである。媒介中心性の効果と考えられるものが、実際には他の指標に対する変数となっている可能性を排除しきれないのである。第 2 は革新的な技術の評価である。革新的な技術であればあるほど特許出願時は他の技術との関連性が薄く、媒介中心性は低くなり、重要ではないと位置づけられてしまう。第 3 は、本研究では情報化時代の家電製品を対象に留まった検

証結果であるという点である。これらを受けて、米岡氏は残された研究課題としても3点を挙げている。第1は他の製品市場を用いた追試であり、第2はネットワーク分析による他の中心性指標の検討である。そして第3に、個票データを用いた観察による分析・評価である。

2. 審査の結果の要旨

企業の有する技術は、当該企業の重要な成長ドライバーである。ただでさえ同業他社がひしめく中、情報化は異業種からの参入を容易にした。一方、情報化によって製品や事業のライフサイクルが従前よりも短くなった。企業ではこれまでのように長期にわたる研究開発を行うことが困難となり、自社が有しない技術を他企業に求めるようになった。そこで、製品開発戦略を策定するにあたり、当該製品市場における技術の重要度を知るとともに、自社の持つ技術と他企業の持つ技術の融合についても検討する必要があるが生じている。一方で、これまでの企業の技術力に関する研究の多くは、自社の技術を自社内で分析・評価するための手法が中心であり、外部分析の立場からの研究は僅少である。米岡氏による本研究は、まさに企業の外部者による技術の分析・評価に取り組んだものである。

審査委員会で確認した本研究での貢献は、大きく分けて2つある。

第1は分析手法である。米岡氏が用いた分析は、テキストマイニングとネットワーク分析の2つである。この2つの分析手法は、決して目新しいものではなく、社会科学において比較的目にするものである。しかし、企業における技術の評価において、テキストマイニングにてデータのセットを行い、それをネットワーク分析によって技術の関係性を推し量ろうとする試みはユニークである。技術の重要性における1つの判定方法として引用分析が存在するが、本研究の結果と引用分析の結果が異なっていることを勘案すると、本研究での分析手法は企業の技術を評価する新たな1つの方法といえるであろう。これが第1の貢献といえる。

第2は企業における技術の評価を絶対的なものではなく相対的なものとして捉えた着眼点である。われわれは、ともすれば何かを客観的に評価する場合、貨幣価値換算ができるもののように、絶対的な指標を目指そうとする。しかし、企業の有する技術の重要性は、製品市場の動向や市場を取り巻く環境変化、あるいは革新的な技術によって常に変動する。一度は陳腐化したと思われた技術が、ある1つの追加的な技術の登場によって結びつき、再び重要性を帯びるようになることもある。すなわち、大切なことは技術の絶対的な評価ではなく、その時点で重要と思われる技術を明示することであり、その技術を自社で有しているか否かを製品開発の担当者が理解することである。米岡氏は技術を相対的に評価するとともに、それを可視化する手段を提示している。可視化された情報の説明力は文字情報よりも高いことは言うまでもない。その手法の提示が第2の貢献である。

一方で、審査委員会は米岡氏の研究に対する課題も認識している。1点目は分析対象である。同氏が提示した分析手法を3つの製品市場に当てはめて検討がなされている。一見すると情報化社会やデジタル化という共通のキーワードで括れるよう

にも思えるが、それぞれの製品における発展過程は同一ではない。その過程への言及が十分とは言いがたい。また、本研究で設けた仮説の検証を家電製品のみに当てはめて行ったことによる結果の制約についても、更なる検討・考察が必要であろう。3つの事例検証を行うならば、むしろ製品を1つに絞り込み、製品の発展過程を十分に考慮した上で深く掘り下げた研究も、有効であったのではないかと考えられる。

第2は、米岡氏自身も指摘しているが、個々の特許情報にまで落とし込んだ観察の実施である。3つの事例では、いずれも初期の技術はやがて重要度を失い、代わって別の技術が重要度の上位を占めるようになっていく。果たしてその技術とはどのようなものか、なぜ、サンプル期間の半ばから終盤にかけて、重要性で上位を保っているのか。是非個票データにも目を通してほしかった。米岡氏自身が掲げた今後の研究課題とともに、これら問題についても検討・研究の継続を期待する。

最後に、審査委員会では論文の作成手法についても高い評価を与えていることにも言及しておく。第5章から第7章にかけての実証分析には多大なる時間を要したことは想像に難くない。多くの先行研究のレビューに接しているが、その範囲は経営学に限らず、会計学や社会学、統計学にも及んでいく。学際的な研究であることに加え、本研究では問題点の発掘、問題点の解決に至る論理の展開、実証分析に用いるデータの取得と加工、分析方法の提示と実証結果の解釈等、結論を導出するプロセスを踏襲しており、米岡氏は学術論文の執筆手法を修得したものと認識している。

以上のように、審査委員会はいくつかの課題を残すものの、博士学位論文の研究として評価できるとの判断に至った。