

氏名	中村達生
生年月日	
本籍	埼玉県
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第637号
学位授与の日付	平成16年3月25日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	海外投資プロジェクトの経営環境評価と技術波及効果の分析手法に関する研究～東アジア諸国の対象として～
論文審査委員(主査)	白田 松男(工学部・教授)
論文審査委員(副査)	田中 一郎(工学部・教授) 梶川 康男(自然科学研究科・教授) 山越 憲一(自然科学研究科・教授) 児玉 昭雄(工学部・助教授)

## 学位論文要旨

When manufacturing industries invest huge amount of overseas project, accurate initial evaluation for investment efficiency must be required. Then, subject matter of this evaluation should be not only direct results like products yielded from the project, but also indirect effects arise from the technology spreading effect or technology transfer. So, this study aimed at proving availability of both method for management environment valuation (MEV) and method for inter-technology analysis (ITA). MEV is the method including many factors needed for production activity on the overseas plant, which are market factor, human resources, infrastructure and politics and social system. Considering these factors and making unitary index, MEV adopts the decision-making tool called as Analytical Hierarchy Process (AHP). On the other hand, ITA is the original method brainchild of this study, which involving application of text-mining and statistical analysis. The feature of ITA enables to search crosscutting issues of relevance to all technology documents like patents and to extract remote effective products. Carrying this study through to its fulfillment using MEV and ITA, some profitable results are obtained, which are elucidating the mechanism of overseas direct investment, showing management environment index (MEI), correlation between MEI and business scale of overseas affiliated company, and usefulness of ITA for case example project.

### 1 本研究の目的

製造業が一定規模以上の投資を伴うプロジェクトを実行する場合には、その投資効果を正確に把握する必要がある。その場合、プロジェクトが生み出す直接的な成果(製品)を評価するだけでなく、技術移転や技術連関による波及効果についても評価を行わなければならない。そこで、本研究では、わが国製造業が海外に直接投資を行う際の事前評価として、市場要因、生産活動に必要な人材やインフラストラクチャー要因、政治・規制要因などの操業に必要となる条件を計るための評価方法

と、投入される技術の波及を計る技術連関分析の手法を提案し、それら手法の有効性を事例を交えて示すことを目的としている。

## 2 主要結果

本研究では、直接投資により設立された現地法人が生産活動を行うに際して必要となる条件を経営環境<sup>ii</sup>とし、その評価指標を経営環境指数と呼ぶことにする。経営環境評価は、定性的な要因を含めて一元的に評価することができる階層的意志決定法<sup>iii</sup>を応用し、経営環境を示す多くの評価要素を取り入れて、90年代の東アジアに日系企業が直接投資を行う場合の事例について、この手法の有効性を示した。また、技術連関分析法では、過去に実施されたプロジェクトのファクトデータについてデータマイニング手法を応用した独自の手法を用いて分析を行い、間接的な波及効果が存在することを示した。

本研究を遂行するにあたっては、つぎに示す6つの視点による分析と検証を行った。(1)わが国製造業の東アジア投資のメカニズム解明：わが国製造業の東アジア投資傾向のモデル分析を実施し、投資メカニズムを明かにした。(2)製造業の経営環境を測る指数の提示：直接投資を行う上で必要となるインフラ設備の整備状況や人材の教育レベル、政策などからなる総合指標を提示した。その指標の作成には階層的意志決定法(Analytical Hierarchy Process：以下AHP)を適用した。(3)国情の異なる諸国の経営環境の評価：東アジア地域では、経済力、インフラ、人種構成、文化などの社会システムが国毎に異なっており、これらの諸要因も含めた経営環境を評価した。(4)経営環境と現地法人規模との関係のモデル化：製造業の経営環境と現地法人規模との関係を産業毎にモデル化し、このモデルを用いて対象各国の将来における経営環境と現地法人の規模を明らかにした。(5)現地法人の拡大可能な規模を推計：過去のトレンドを考慮して求めた直接投資額と経営環境指標を用いて、東アジア諸国における現地法人規模を推計した。(6)プロジェクトの技術波及についての分析方法の提示：生産プロセスの移管にともなう技術移転および技術波及の効果を予測するための技術連関分析手法を提示した。

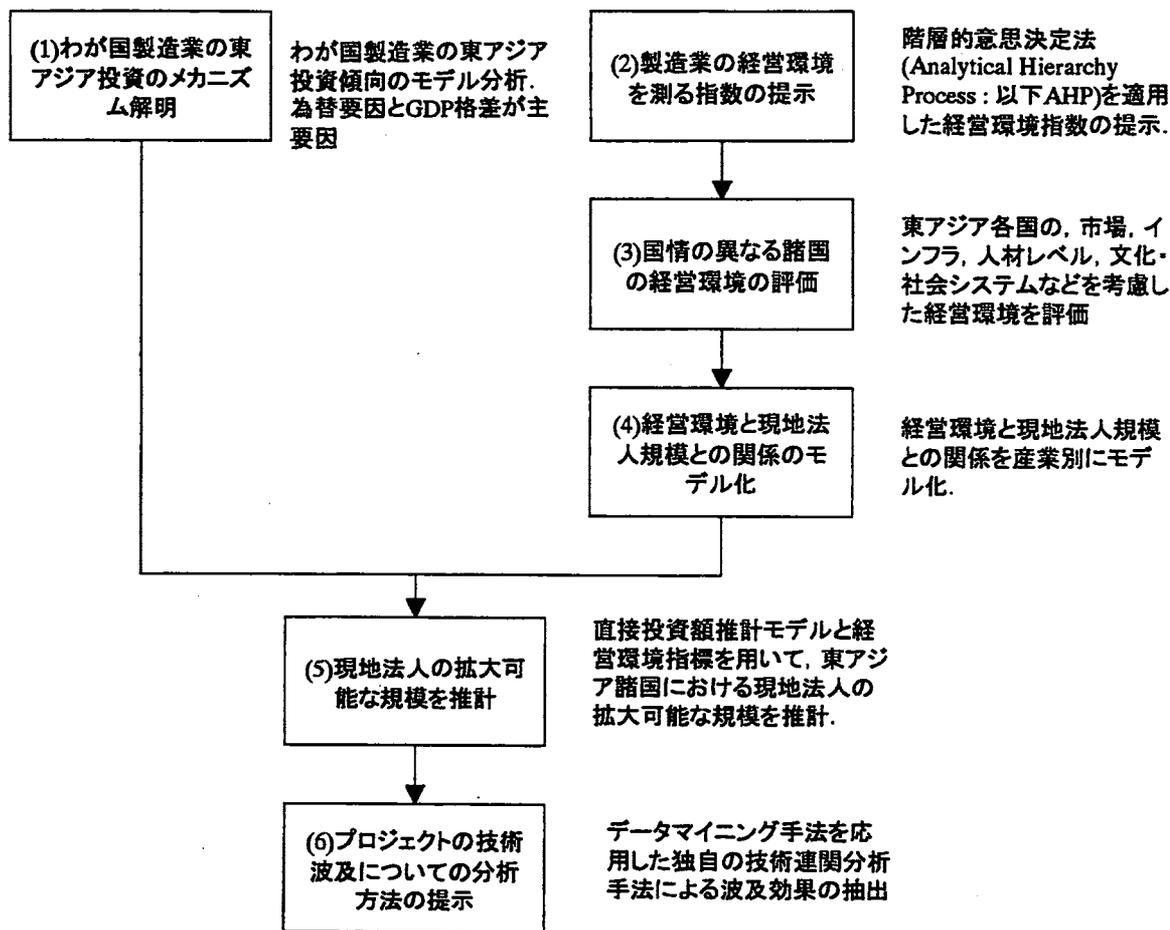


図 1 本研究の分析・検証フロー

以下, それぞれの主要結果について概説を行う。

## 2. 1 わが国製造業の東アジア投資のメカニズムについて

東アジア諸国における日系企業の直接投資活動を対象として、経営環境の分析を行った結果、わが国製造業の対アジア展開は GDP 格差と為替変動を要因として説明できることが示された(式 1)。鉄鋼業の 2005 年における直接投資額はアジア地域全体で 1,406 百万ドル、現地法人資本金総計は 2,997 億円に増加するものと推計された。鉄鋼業の海外市場依存度は直接輸出が 11.4%、間接輸出を含めると 16.8%であるが、自動車産業などの輸送機械産業はさらに大きく 35.8%である。

$$\text{Log}_e(Y) = \alpha \ln(X_1) + \beta \ln(X_2) + \gamma \quad (\text{式 1})$$

Y: 直接投資額

X<sub>1</sub>: 金銭的要因(為替, 現地輸入関税)

X<sub>2</sub>: 経済的格差要因(GDP 格差, GDP 成長率)

## 2. 2 製造業の経営環境を計る評価指数について

直接投資を実施し、現地法人が生産活動を行う上で必要となる条件を経営環境と呼び、インフラ設備の整備状況や人材の教育レベル、政策などから構成される総合指標として経営環境指数を提示した(図 2)。経営環境指数の作成には階層的意決定法 (Analytical Hierarchy Process: AHP) を適用した。この方法では統計データのような定量値だけでなく、定性的な要因を取り入れることもできるため、一元指標で表すことが可能である。

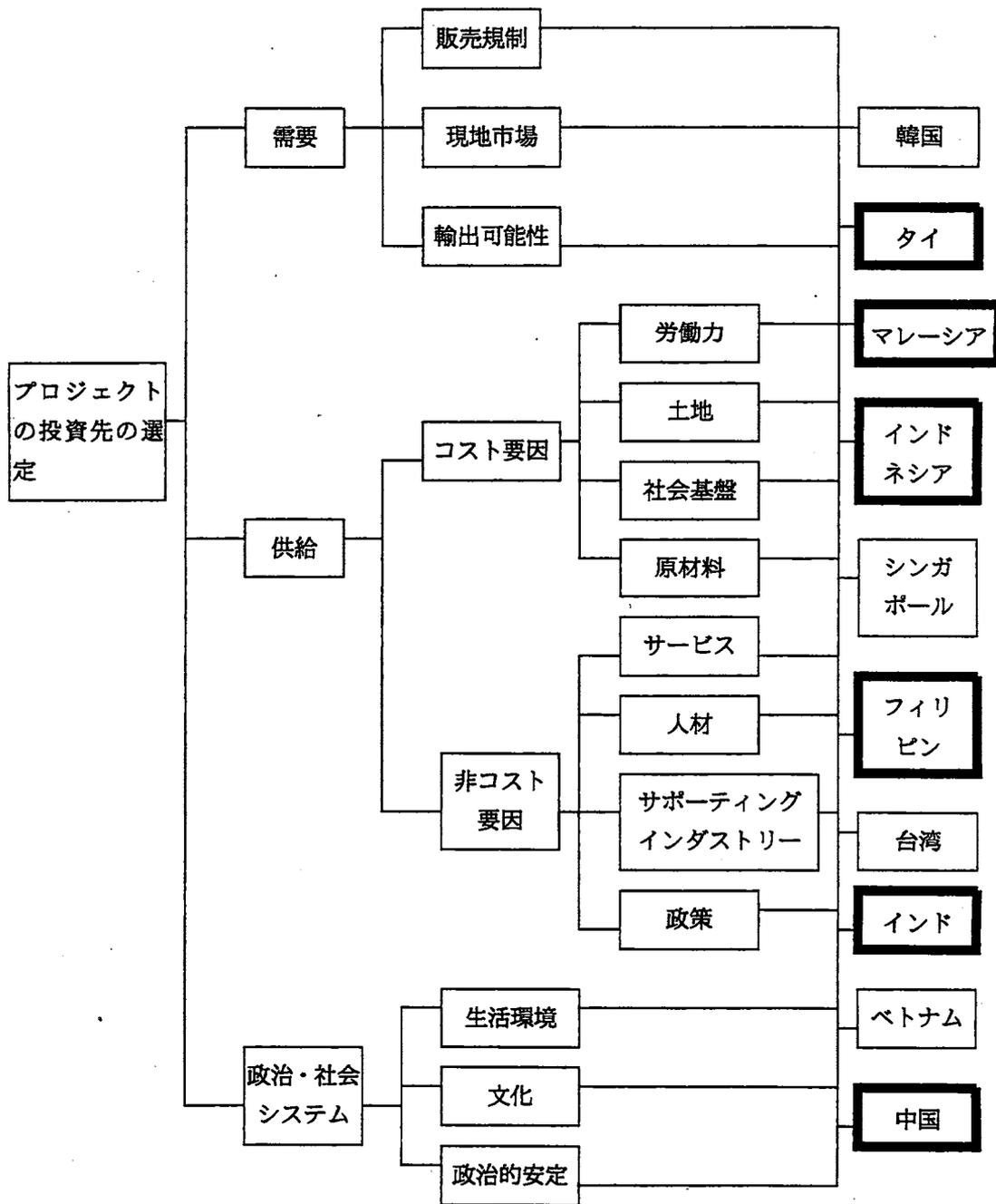


図 2 経営環境要因のストラクチャー

### 2. 3 国情の異なる諸国の経営環境の評価について

東アジア地域では、経済力、インフラ、人種構成、文化などの社会システムが国単位で大きく異なっているため、これらの要因を含めた経営環境指数を求めた。鉄鋼業の経営環境指数は、タイが最も高く、続いて、マレーシア、インド、フィリピン、中国、インドネシアの順である。2005年にかけての東アジア諸国の鉄鋼需要要

因の変化に伴い、中国、インド、インドネシアといった巨大な人口を抱える国の経営環境が大幅に向上するが、これに対応してタイやマレーシアでは相対的に経営環境指数が低くなる。このように経営環境指数は、投資対象としての魅力を表している、この場合には、投資対象国がタイから中国へとシフトすることを示唆している。

## 2. 4 経営環境と現地法人規模との関係の定式化について

製造業の経営環境指数と現地法人規模との関係を産業別に定式化した(式 2 に自動車産業の例を示す)。将来、対象国の経営環境が変化した場合を想定し、この産業別の式を用いて現地法人の規模の変遷を明らかにした。

$$Y = 21143e^{3.24x} \quad \text{相関係数 } 0.987 \quad \dots(\text{式 } 2)$$

Y : 日系法人資本金総計

X : 自動車産業の経営環境指数

## 2. 5 現地法人の拡大可能な規模の推計について

東アジア諸国における経営環境の変化と今後予測される累積直接投資額から、現地法人の資本金規模を推計すると、フィリピンの現地法人は分析の基準年である 1997 年のマレーシアと同等のレベルまで増大可能である。また、マレーシアの現地法人規模は、タイ並の規模にまで成長可能であると考えられる(図 3)。一方、生産プロセス設備については、見かけ消費量の拡大と共に投資対象が製造プロセスの下流工程から上流工程にシフトしていることから、わが国が保有している先端的生産プロセス技術の適用が戦略上の重要な鍵となるものと考えられる。

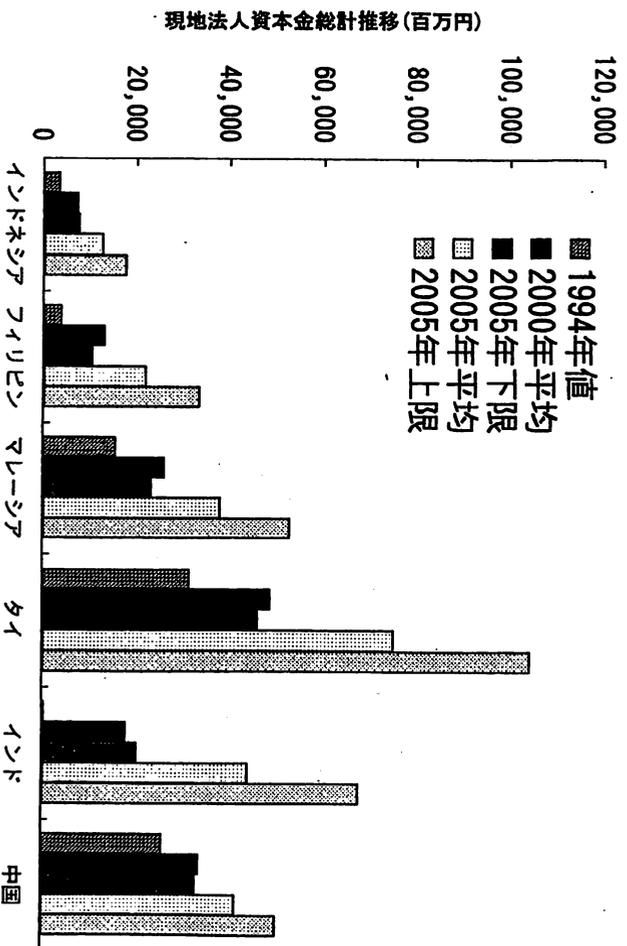


図 3 東アジア諸国における鉄鋼現地法人の資本金総計とその予測推移

## 2. 6 プロジェクトの技術波及の分析方法について

生産プロセスの移管に伴って生ずる技術移転や技術波及の効果を予測するには、直接的な波及効果の他に、間接的な波及効果をもとらえて、定量的に示す必要がある。本研究では、データマイニング手法の一種である概念検索手法を用いた技術連関分析手法を提示し、過去に実施された国家プロジェクトを事例として、手法の有効性を示した。概念検索では、あらかじめ用意された技術のデータベース(特許など)の中から、分析しようとしている技術の概要に類似した複数件の文書を抽出し、それぞれの文書の内容の近さを内積値で表現して序列化する方法である。抽出された文書の発行年月日(または出願年)、タイトル、技術分類、所在地などから、技術波及の推移や波及先を分析することができる。直接関係のある技術のみならず、間接的に関係のある技術も含めて抽出されるため、潜在的な応用範囲を見つけることもある。

本研究で適用している分析手法は、データベース中の文書をあらかじめベクトルの形に数値化し、入力した文章のベクトルと方向が近いものほど類似しているとして文書の検索を行っている。検索時においては、入力文とデータベース(以下、DB)中の文書の内積を計算するだけとなり、大量の文書検索においても、従来のテキスト

検索と比較して高速である。文章をベクトル化するには、形態素解析と呼ばれる方法を用いて複数の単語に分割し、各単語の重要性は、文章と DB 中に現れる頻度から決定する。ベクトルの近さは類似度と呼ばれる指標であらわされ、この数値の大きい文章ほど、概念的に近いとされている。このように検索自体が高速であり、従来のキーワードを拠り所とした検索ではなく、文献の内容をそのまま分析に供する全文検索であるため、精度が比較的正確である。このことは、類似技術を分野横断的な観点で抽出し、分析することに役立っている。

## 2. 7 事例プロジェクトの技術波及効果と手法の有効性について

前節で述べた技術連関分析手法の有効性を示すために、過去に実施された巨大プロジェクトの技術的成果がどのように波及したかを第五世代コンピュータープロジェクト<sup>1</sup>を対象に分析し、潜在的かつ間接的な効果を調べた。このプロジェクトは当初の目的を果たせなかったとされているが、実施過程において開発された要素技術は、我々の身の回りにある家電製品、エレベーター、エスカレーターから、医療分野の診断装置、また近年急速に重要性が高まりつつあるセキュリティー用の個人識別技術へとつながっており、幅広い分野への波及が存在することが推察された。基礎的な研究であるほど、応用範囲は広く、しかし、そのつながりは水面下に潜行しがちであるため、本章で適用したような技術連関分析手法で、そのつながりを定量的に抽出することは有効であると言える。この手法を海外直接投資プロジェクトに適用することにより、生産プロセスの移管や技術移転に伴う、技術波及効果を分析することができると思われる。

## 2. 8 総評

以上の対象事例の分析と検証を通じて、本研究で示した経営環境評価手法および技術連関分析手法の有効性を示した。これらの評価・分析手法は、東アジア諸国以外の地域への直接投資プロジェクトへの適用が可能であり、手法の応用による発展性が見込まれる。

---

<sup>1</sup> 過去の巨大プロジェクトであり、直接的な成果に関する資料が豊富であり、一般的に失敗したといわれているため、分析対象として適していると判断した。本研究とは対象分野が異なるが、方法論的にはそのまま適用できる。

- i 研究開発の成果である技術が、実用化され製品として市場に出現したり、あらたな技術開発テーマへと発展する、技術のつながり、技術波及の様を、本報では技術連関と呼ぶことにする。
- ii 市場性などの需要要因、インフラストラクチャーなどの供給要因、そのほか、文化や社会システム要因を対象としている。
- iii 階層的意識決定法の基礎と簡単な事例は、刀根薫、「ゲーム感覚意思決定法」日科技連、東京に簡潔にまとめられている。

## 学位論文審査結果の要旨

平成 16 年 1 月 27 日に第 1 回学位論文審査委員会を開催し、平成 16 年 2 月 4 日に口頭発表ならびに第 2 回審査委員会を開催して審議した結果、以下のように判定した。

製造業が海外投資の前に行う経営環境評価と投入技術の波及を予測する技術連関分析の手法を提案しその有効性を示した。投資設立された現地法人が生産活動を行うのに必要な条件を表す経営環境指数が階層的意識決定法の応用により得られ、これにより定性的・定量的評価要素を取り入れた一元的評価が可能となった。この手法を 90 年代に日系企業が行った東アジアへの投資事例に適用した結果、経営環境を市場、生産、政治、規制の各要因に分けて階層構造化し算出した各国の経営環境指数と現地法人規模とは対応し、将来の法人規模の推計に有効であることが示された。また東アジアへの投資について多変量解析を行い GDP 格差と為替の 2 要因で投資行動のメカニズムを説明できることを明かにした。技術連関分析についてはデータマイニング法を応用して技術と技術の繋がりを示す手法を考案し、過去に実施されたプロジェクトの事例において潜在的な技術連関を含めた技術の波及効果が存在することを示した。

以上のように本論文は海外プロジェクトの経営環境を事前評価する手法に関する優れた経営工学的成果を生み出すとともに、製造業の海外投資先の選定という工業的成果を上げている。したがって、その内容は博士（工学）論文に値するものと判定する。