

| | |
|--------------|---|
| Title | 技術知識の多様化と統合化の排他的特性(技術経営(4),一般講演,第22回年次学術大会) |
| Author(s) | 伊藤, 善夫 |
| Citation | 年次学術大会講演要旨集, 22: 510-513 |
| Issue Date | 2007-10-27 |
| Type | Conference Paper |
| Text version | publisher |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/7323 |
| Rights | 本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management. |
| Description | 一般講演要旨 |

技術知識の多様化と統合化の排他的特性

○伊藤善夫（亜細亜大学）

1. 本報告の目的

技術革新が創出される過程では、従来関係付けられてこなかった複数の技術の新結合が不可欠であるとされる（沼上[1], 67 頁）。したがって、ある企業における技術革新の創出可能性は、当該企業が保有する技術の多様性に依存することになる（Metcalf and Boden[2], 49-50, 68 頁）。一方でこれらの多様な技術は既存の技術体系では関係づけられていないがために、意識的に統合されなければ新結合する可能性は大きくはない。したがって、技術革新の創出を指向する企業においては、利用可能な技術の多様化と、それらの統合化を同時に推し進めることが求められることになるだろう。しかし、技術の多様化を求めた行動と統合化を促す行動との間には、コミュニケーション構造上の問題が原因となる排他的特性が想定されるため、それらの同時極大化は困難であるとも言える。そこで本報告では、技術の多様化と統合化を推進する行動の間の排他的特性を考察し、それを克服するマネジメントのあり方を検討していく。

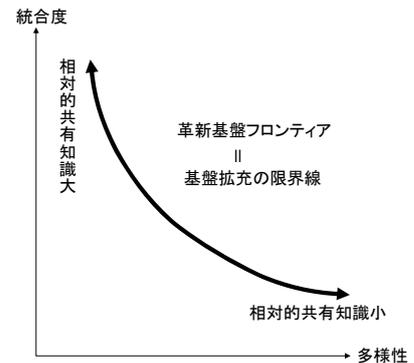


図1:革新基盤フロンティア

2. 技術の多様化と統合化—排他的特性と革新基盤フロンティア—

技術革新に不可欠となる新結合すべき異質な技術は、それらが異質であるが故に、複数の個人の知識の一部として分散的に保有されていると考えられる（Drucker[3], 111, 114 頁）。したがって、この新結合過程は、これらの異質な技術知識を保有する複数個人間のコミュニケーションの過程として捉えることができるだろう（狩俣[4], 228-231 頁）。Cohen and Levinthal[5] (131-133 頁) は、組織の革新能力におけるコミュニケーションの重要性を指摘すると共に、このコミュニケーションを行う個人間での共有された知識がコミュニケーションの有効性を左右すると述べている。Daghfous[6] (23 頁) が注意を喚起しているように、多様化が行き過ぎれば、組織成員間の知識の共有は、特定の個人間では変化ないとしても、組織全体としては相対的に不十分な水準に止まり、統合化を妨げることにもなるだろう。一方で、コミュニケーションを行う個人間の十分な知識の共有を背景とする統合化を推し進めようとするれば、個々人の知識蓄積の限界が存在するため組織外部の多様な知識源泉への接近を妨げ、組織成員の均質化が保有技術多様化の障害ともなる（Cohen and Levinthal[5], 133 頁）。結果として、多様性の大きさと統合度の大きさによって決まる各企業の技術革新の基盤（革新基盤）の水準には一定な限界（フロンティア）が形成されることになる。個々の企業は、この革新基盤のフロンティア上の特定の位置に、共有知識の多寡によって布置されるのである。

3. 革新基盤フロンティアの発生メカニズム

我々の関心は、技術革新を指向し技術の多様化を図る企業において如何に統合度を維持・向上するかという、多様化と統合化のマネジメントを探求することにある。ここでは、多様化の進行が統合化を阻害するメカニズムを検討しよう。

異質な技術の新結合過程は、新結合されるべき異質な技術を保有する複数の個人間のコミュニケーションの過程として理解され得る。組織におけるコミュニケーションは、既に Barnard[7] (89 頁) が示しているように、組織の共通目的を伝達し、貢献意欲を引き出す過程であり、組織を動的にする過程として定義される。したがって、新結合されるべき異質な技術を保有する複数の個人間では、その異質性故に、少なくとも当該技術に関連した共通目的を有していないものと思われる。したがって我々は、これらの複数個人間に直接的なコミュニケーションが存在していないことを、想定せざるを得ない。こうした状況でもなお、異質な技術を保有する複数個人間にコミュニケーションが発生するとすれば、これらの個人に共通して介在する第三の個人が存在が必要になる¹⁾。異質な技術を保有する複数の個人に介在する第三者の存在が、技術革新の過程におけるコミュニケーション構造に要求されるならば、我々はそうした構造を図 2 のように想定することができる。

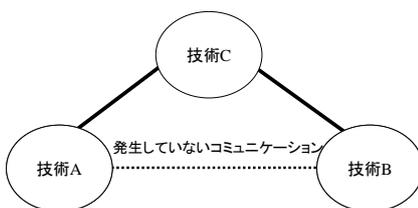


図2:技術革新におけるコミュニケーション構造

図 2 において、技術 C を保有する個人が、技術 A と技術 B とを結びつけて思考することが可能であれば、異質な技術 A と B との新奇な関係付けが実現し、技術の新結合が生ずると思われるのである。技術革新の創出過程において、このようなコミュニケーション構造が必要となるならば、異質な技術の新結合の可能性は、それらを保有する個人に介在する第三者、図 2 では技術 C を保有する個人のコミュニケーションの範囲に限定されることになる（三浦[8], 328 頁）。この場合、技術 A を保有する個人と技術 B を保有する個人との共有知識は技術 C ということになる。技術 A と技術 B の既存の科学技術体系での異質性が小

さい場合には、技術 C 以外の技術知識を両者は共有することになり、異質性が大きければ唯一技術 C のみが共有可能な技術知識ということになるだろう。Drucker[3] (111, 114 頁) の指摘に見られるように、技術が個人によって蓄積される知識の一つであるとするれば、一人の人間の蓄積可能な知識の量に制約されるため、図 2 における技術 C を保有する個人のコミュニケーションの範囲には限界が存在する。したがって、多様化の推進は必然的に、図 2 における技術 C のような介在する技術の存在しない技術の組合せを生じさせることになる。技術の多様化の進行に伴い生ずる統合できない技術の組合せが、企業全体の技術的多様性に比較して相対的に統合度を押し下げ、革新基盤のフロンティアを形成するのである。

4. 革新基盤フロンティアの超越

こうしたメカニズムが妥当な範囲で、如何なる企業もこのフロンティアを越えて革新基盤を拡充することは不可能なようにも思われる。しかし、現実には、同程度の資源を研究開発活動に投入し、同様な研究開発テーマに取り組んでいると思われる競合企業の間でも、研究開発活動の成果に対する評価が大きく異なる現象も生じている。こうした事実は、同程度の多様性 (d) にも関わらずより大きな統合度 (i3 > i2 > i1) を実現している、言い換えれば革新基盤フロンティアを超越した企業 (企業 I に対する企業 II や企業 III) が存在し得ることを示唆している。

ところで、上で述べたように、異質な技術を保有する個人間の共有知識の多寡を決める要素は、既存の科学技術体系とすることができる。科学技術体系をここでは、技術間の科学的な介在変数関係としてとらえているが (榊原 [9], 374 頁; 楠木 [10], 789 頁; 沼上 [11], 52 頁), この体系は企業によって異なるものと考えられる。自然科学的な知識の体系は恐らくいずれの企業においても共通であろうが、個々の技術の組合せ方には企業独特の志向性があるだろう。そこに企業の技術的な個性が生ずるのである。そして科学技術体系が企業によって異なるということは、新たな組合せを発見することで、すなわち技術革新につながる異質な技術の新結合によって、その体系が変革され得ることを示唆する。この変革により、革新基盤フロンティアの超越が可能になるのである。しかしながら、個々の技術者は、それぞれが保有する技術に介在する変数を操作し、当該技術を精緻化する活動に従事しているため (沼上 [11], 51-52 頁), 自発的に既存の科学技術体系を変革することは困難であると予想される。したがって、技術者という職域とは異なるところに、革新基盤フロンティアをシフトさせる力は存在していることになる。清水 [12] (177 頁) は、「科学・技術の変化の激しい時代には、意識的な学習によって、特に科学・技術についての評価能力を向上させることが不可欠である」ことをトップマネジメントに求められる行動としてあげており、そうした評価に基づくトップマネジメントの強力なリーダーシップが当該企業の研究開発成果に結びついていることを指摘している (池島 [13], 99-103 頁)²⁾。トップマネジメントが自社の技術開発を、既存の自社の科学技術体系からは離れた観点で評価することができれば、革新基盤フロンティアを超越し得る新たな体系へ変革することが可能になると思われるのである。したがって我々は、次の如き作業仮説を定立することができるだろう。

「ある企業の革新基盤フロンティアは、当該企業のトップマネジメントの技術評価能力が高いとき、増大する。」

5. 実証的分析

前節で定立した作業仮説を分析するため、2001 年 4 月に、東京証券取引所 (1 部, 2 部, マザーズ) に上場する企業のうち、製造企業および技術開発が当該企業の競争力に強く影響すると思われる一部産業を含めた 1280 社の研究開発担当役員に対して質問紙を郵送し、123 社から回答を得た。調査対象企業と回答企業を素材型産業 (食品, 繊維, パルプ・紙, 化学, 医薬品, 石油, ゴム, 窯業, 鉄鋼, 非鉄金属製品), 加工組立型産業 (機械, 電気機器, 造船, 自動車, 輸送用機器, 精密機器), その他産業 (水産, 鉱業, 建設, 通信, その他製造) に分類すると、表 1 の通りとなる。調査対象企業と回答企業の産業分野別分布には有意差はなく ($\chi^2=0.49$), 今回の回答が東京証券取引所上場企業の産業分野別分布からは逸脱していないことを確認できる (個別産業分野の名称は日経業種分類による。)。なお、調査にご協力いただいた企業の方々には、紙面を借りて御礼申し上げます。

表 1: 調査対象企業と回答企業の産業別企業数分布

| 産業分野 | 対象企業数 | 回答企業数 |
|--------|-------|-------|
| 素材産業 | 560 | 52 |
| 加工組立産業 | 472 | 49 |
| その他産業 | 248 | 22 |
| 合計 | 1280 | 123 |

5-1. 作業仮説の定式化

技術は、伊丹 [14] (194 頁) が指摘しているように、それを構成するもの、それを取り巻くもの、それらの一つ一つが互いに論理的に噛み合ってこそ初めて機能するものである。したがって、如何に単純な技術で構成されていると思われる製品であっても、複数の技術が関与していると考えられ、統合度が極めて大きい企業であっても、多様性が皆無である企業は存在し得ない。一方、多様化が高度に進行した企業であっても、多様化した技術の幾つかを統合しないことには、それらの技術を機能させることは叶わず、製品を開発することもできない。多様性が如何に大きくとも、統合をまったく必要としない企業も存在し得ないのである。そして、企業の保有する技術に関する多様性と統合度の排他的特性によって形成される革新基盤フロンティア上にある複数の企業間で、革新能力に差がないとすれば、我々は革新基盤フロンティアの

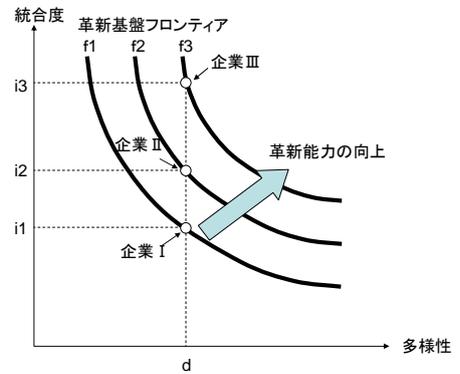


図3: 革新基盤フロンティアの超越

形状を、多様性と統合度の反比例関係の一部としてモデル化することができるだろう。革新基盤フロンティアは多様性と統合度の積で算出される定数(これをフロンティア定数と呼ぶ)によって表現されることになる。したがって作業仮説は、フロンティア定数が当該企業トップマネジメントの技術評価能力と比例関係にあることと読み替えることができるので、以下の定式化により作業仮説の分析を試みることにしよう。なお、次式では第*i*企業のフロンティア定数(FC_i)と当該企業トップマネジメントの技術評価能力(EV_i)との間に、直線関係のあることを想定している。また、同企業のフロンティア定数(FC_i)はその技術的な多様性(DT_i)と統合度(IT_i)の積で算出している。

$$FC_i = a_0 + a_1 EV_i \quad (\text{ただし, } FC_i = DT_i IT_i) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

5-2. 変数の測定

各企業の DT_i , IT_i , EV_i は直接測定することのできない潜在的な変数と考え、潜在変数を幾つかの事前に想定した測定可能な変数による確認的因子分析を用いて推定した。各潜在変数に対する測定変数と設問内容を示せば以下のとおりとなる(分析はAMOS6を用いた。また、表中「*」は11段階尺度を6段階に換算したことを示す)。

表 2: 潜在変数・測定変数と設問内容・測定尺度

| 潜在変数記号 | 測定変数記号 | 変数名 | 設問内容 | 測定尺度 |
|--------|--------|-------|--|------------------------------------|
| DT_i | DT1 | テーマ数 | 過去5年間の全社研究の研究所の研究テーマ数変化 ³⁾ | 1: 半分以下に集約 6: 1.5倍以上に増加 |
| | DT2 | 研究者数 | 過去5年間の全社研究の研究所の研究者数変化 | 1: 半分以下に削減 6: 1.5倍以上に増加 |
| | DT3 | 新規割合 | 全社研究の研究所が過去5年間に着手した新たな研究分野のテーマ数の全テーマ数に占める割合 | 1: まったくない 6: 全体の半分以上 |
| | DT4 | 外部資源 | 将来事業展開構想の実現に必要な技術の獲得方法 | 1: すべて独自開発 6: 他社からの技術供与 |
| IT_i | IT1 | 事業部門間 | 異なる事業部門に属する事業部門研究所間での共同研究開発 | 1: まったく行っていない 6: すべて共同* |
| | IT2 | 全社研究所 | 全社研究の研究所内での異なる研究分野間の共同研究開発 | 1: まったく行っていない 6: すべて共同* |
| | IT3 | 事業一全社 | 全社研究の研究所と事業部門研究所との間での共同研究開発 | 1: まったく行っていない 6: すべて共同* |
| | IT4 | 横断的Pj | 新製品や新サービスの開発のための3つ以上の異なる事業部門研究所および全社研究の研究所が参加する横断的プロジェクトチームの編成 | 1: 常に単独事業部門 6: すべて横断的 |
| | IT5 | 配置転換 | 全社研究の研究所内での異なる研究分野への研究者の配置転換 | 1: 行わない 6: 積極的に配置転換する |
| | IT6 | 事業展開 | 将来的にも継続していく現有事業の展開方向 | 1: 現状延長線上に個々に発展 6: シナジー効果を活かし統合 |
| EV_i | EV1 | 内部動向 | 社長の自社研究開発部門からの研究開発動向関連情報の収集 | 1: 報告書による収集 6: 研究開発部門直接情報提供 |
| | EV2 | 内部進捗 | 社長の自社事業部門研究所における個々の研究開発進捗状況についての把握 | 1: 年に1度の公式報告書のみ 6: 現場研究者に直接問合せ |
| | EV3 | 外部情報 | 社長の社外学会や有識者などを通じた技術情報入手 | 1: 社外のコンタクトはない 6: 関連学会等には必ず参加 |
| | EV4 | 顧客情報 | 社長の一般顧客からのクレーム情報や製品使用評価に関する情報の収集 | 1: 公式報告書のみ 6: 原データを要求 |

5-3. 推定結果

図4, 図5, 図6には各測定モデルにおけるパス係数の推定結果を示す。いずれの測定モデルにおいても、適合度指標は慣例的な基準を充足する値を示しており(豊田[15], 170-177頁), モデルは一定の妥当性を有していると判断できる。そこで、各測定モデルにおける因子得点ウェイトを算出し、企業毎の潜在変数の値を推定した。推定された潜在変数を用い、上記①式で表現される回帰方程式を推定したところ、以下のとおりとなった⁴⁾。

$$FC_i = 1.16^{**} + 0.51^{***} EV_i \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

また、回帰に関する分散分析結果は以下のとおりである。

表 3: FC の EV による回帰に関する分散分析

| | 平方和 | 自由度 | 平均平方 | F 値 | 有意確率 |
|----|--------|-----|--------|--------|---------|
| 回帰 | 12.219 | 1 | 12.219 | 12.016 | .001*** |
| 残差 | 76.269 | 75 | 1.017 | | |
| 全体 | 88.488 | 76 | | | |

これらの結果より、革新基盤についてのフロンティア定数は、当該企業のトップマネジメントが有する技術評価能力に比例して、増大していくことが示された。なお、技術評価能力とフロンティア定数との関係を図7に示す。

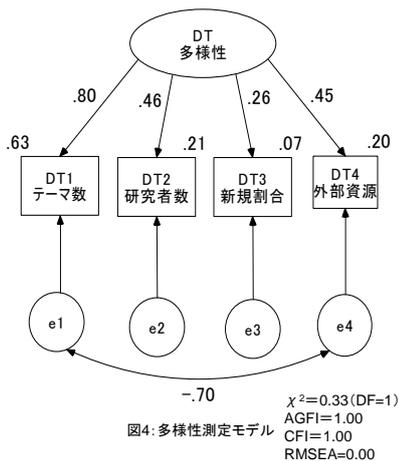


図4: 多様性測定モデル

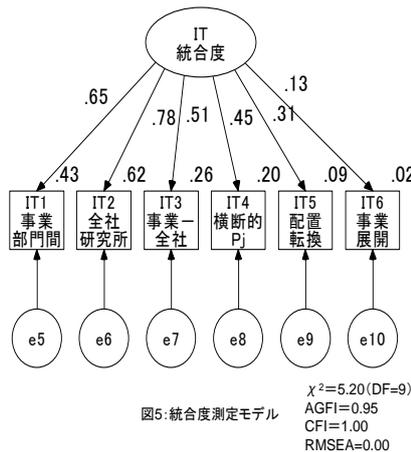


図5: 統合度測定モデル

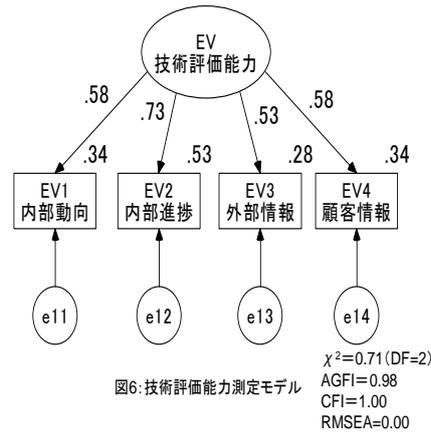


図6: 技術評価能力測定モデル

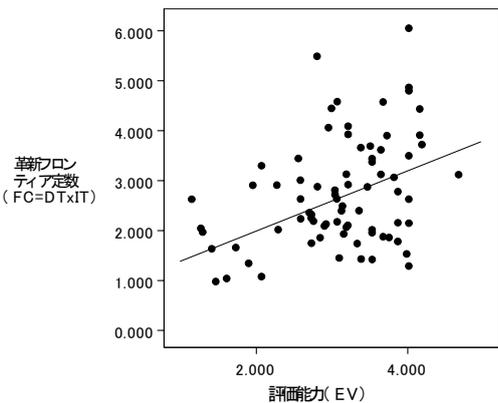


図7: 評価能力とフロンティア定数

6. おわりに

本報告では、技術革新の創出を目指した企業での、技術的な多様化と統合化の間の排他的特性を考察し、それを克服するマネジメントのあり方を検討してきた。検討の結果、既存の科学技術体系の中で研究開発活動に従事する研究者とは職域の異なるトップマネジメントの技術評価能力の向上が技術の多様化と統合化を同時に推進するために鍵となることが示された。従来からその重要性が強調されてきたにも関わらず具体的な効果が明示されてこなかった企業のトップマネジメントと研究開発成果との関係に、直接的な関係が存在していることを示唆する結果は、トップマネジメントが自社研究開発活動に主体的に関わる意義と責務を示したものと言えるだろう。ただし、ここで測定されている幾つかの潜在変数については、その測定方法が確立されておらず、今後とも精度向上のための研究が必要になるだろう。

- 1) こうした前提無しに技術 A を保有する個人と技術 B を保有する個人が偶然遭遇し、あるいは他の共有された目的のためにコミュニケーションを開始することは否定できない。ただしこの場合、これらの個人間で技術 A と技術 B の新結合を示唆する内容のコミュニケーションは、両者が異質であるという既成概念により阻害されるだろう。
- 2) 技術革新を巡ってはしばしばマーケティング機能との接合が論じられてきたが (例えば, Gupta and Wilemon[16]), マーケティング活動においても、革新以前の製品を規定する平均的な顧客ニーズを前提に活動しており、技術開発における科学技術体系の革新が困難であると同様の問題に直面するだろう。
- 3) ここで各企業が手掛ける研究開発テーマの絶対数を用いないのは、企業によって研究開発テーマの捉え方に大きな違いが存在しているためである。一つの研究開発テーマを単一の技術開発と捉える場合から、製品開発のレベルでテーマを設定する場合など様々あり、テーマ数での評価は難しい。そこで多様化を推進する企業では、追加的な研究開発活動が大きいものと考え、テーマ数の増減率を測定変数として設定した。ただし、増加率の大きい場合でも、一定の技術領域を細分化している場合には必ずしも多様化は促進されず、また技術知識の保有者が分割されることから実効的には多様性の減少にもつながる。そのため、本報告では、これを確認する意味で、新規な研究開発テーマの割合を別途測定している。
- 4) 推定された潜在変数を用いることについては、問題も指摘されている (豊田[17], 175 頁)。

【参考文献】

[1] 沼上幹, 市場と技術と構想, 組織科学, 23(1), 59(1989).

[2] Metcalfe, J. S., and M. Boden, Evolutionary epistemology and nature of technology strategy, R. Coombs, P. Saviotti, and V. Walsh eds., Technological change and company strategy, Academic Press, chapter 3(1992).

[3] Drucker, P. F., Managing for Results, Harper Business, (1993).

[4] 狩俣正雄, 組織のコミュニケーション論, 中央経済社, (1992).

[5] Cohen, W. M., D. A. Levinthal, Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, Administrative Science Quarterly, 35(1), 128(1990).

[6] Daghfous, A., Absorptive capacity and the implementation of knowledge-intensive best practices, SAM Advanced Management Journal, 69(2), 21(2004).

[7] Barnard, C. I., The Functions of the Executive, Harvard University Press, (1968).

[8] 三浦賢一, ノーベル賞の発想, 朝日新聞社, (1985).

[9] 榊原清則, メタテクノロジー, 一橋論叢, 87(3), 363(1981).

[10] 楠木建, 分解-統合プロセスとしての製品イノベーション, 一橋論叢, 108(5), 782(1992).

[11] 沼上幹, 認知モデルとしての技術, ビジネスレビュー, 40(2), 50(1992).

[12] 清水龍瑩, 大企業の活性化と経営者の役割, 千倉書房, (1990).

[13] 池島政広, 戦略と研究開発の統合メカニズム, 白桃書房, (1999).

[14] 伊丹敬之, 新・経営戦略の論理, 日本経済新聞社, (1984).

[15] 豊田秀樹, 共分散構造分析[入門編], 朝倉書店 (1998).

[16] Gupta, A. K. and D. Wilemon, "Improving R&D/Marketing relations: R&D's perspective," R&D Management, 20(4), 277(1990).

[17] 豊田秀樹, 共分散構造分析[疑問編], 朝倉書店 (2003).