

日本 MOT 学会による査読論文 (2006-2)

## 研究開発の多角化と知識近接性に関する研究

—日本の産業における研究開発多角化の決定要因の解析—

Knowledge Proximity in R&D Diversification:  
An analysis of the determinants of R&D diversification dynamics of the Japanese industry佐藤 一弘/鈴木 潤/児玉 文雄  
Kazuhiro SATO, Jun SUZUKI and Fumio KODAMA

## ABSTRACT

The dynamics and profile of technological diversification has been studied by specific detailed cases. However, no analysis has yet examined at the empirical level why R&D activities diversify in certain technological fields. This paper explores the main factors affecting the extent and direction of R&D diversification and the main patterns of R&D diversification in each industrial sector. R&D diversification is firstly measured at the empirical level in terms of knowledge proximity and industrial input-output relations. Knowledge proximity is estimated by using co-occurrence of different technological codes contained in patent documents. Japanese Patent Office data from 1970 to 1999 and Japanese input-out tables of 1990 and 1995 are used. The result of the empirical analysis indicates that the R&D diversification is driven by knowledge proximity and industrial input-output relations. And the empirical analysis also points out that industrial input-output relations and knowledge proximity characterizes R&D diversification patterns of industrial sectors. When the degree of R&D diversification based on knowledge proximity is high, the degree of R&D diversification based on industrial input-output relations is low and vice versa. For example, R&D diversification of food and iron/steel industry has been affected by knowledge proximity rather than input-output relations. On the other hand, rubber and ceramic industry has been affected by input-output relations rather than knowledge proximity.

キーワード：研究開発、多角化、知識近接性

## 1. はじめに

イノベーションの重要な要因である技術の変化および、その変化の過程を理解するには、技術の多角化の解析が重要である。そのため、企業における技術の多角化について、多くの研究がなされており、例えば、Pavitt (1984,1989,1997), Grandstrand (1990,1998), Cantwell (1996) などがある。彼らは、主に事例研究により、技術の多角化の特性の解明を試みている。また、Henderson and Cockburn (1996) は、技術の多角化と範囲の経済に関する実証的研究を行い、技術の多角化の重要性を指摘している。しかし、なぜ、ある分野へ多角化するのか、その決定要因に関する実証的

研究は、ほとんど成されていない。そのような中で、Breschi (2003) は、イノベーションにおける知識の類似性の重要性を指摘しているが、知識の類似性と研究開発の多角化の関係までは、議論が及んでいない。

Kodama (1985) は、日本の企業における研究開発の多角化に関して、研究開発費と産業連関表を用い、産業連関表の投入関係を川上方向、産出関係を川下方向、産業連関ではない方向を水平方向として多角化を定量分析した。しかし、水平方向の多角化に関して、どのような要因によるものなのかは、明らかになっていない。

一方、研究開発の方向に関して、ニーズ指向とシーズ指向で議論されることが多い。ニーズ指向の主なも

佐藤一弘 芝浦工業大学 大学院工学研究科博士(後期)課程  
鈴木潤 芝浦工業大学 専門職大学院 工学マネジメント研究科 教授  
児玉文雄 芝浦工業大学 専門職大学院 工学マネジメント研究科 教授

(受領：2006年6月16日，修正稿受領：2006年7月13日，受理：2006年7月18日)

のは、取引関係からの情報によるものであり、また、シーズ指向は、現在もっている技術のつながりによるものが主と言える。研究開発の方向について、シーズ指向とニーズ指向の分類で考えた場合、ニーズ指向が産業連関に対応し、シーズ指向は、技術の知識近接性によると想定される。

そこで、研究開発の水平方向の多角化を知識近接性による多角化と考え、研究開発多角化の方向性の定量分析を行った。

本研究の目的は、持続的な成長を図るための新規事業の創出に不可欠な研究開発の多角化を主に知識近接性の観点から定量的に分析し、研究開発の多角化の決定要因および多角化パターンを明らかにすることにある。

## 2. データソース

研究開発の多角化には、総務省統計局「科学技術研究調査報告」を用いた。この統計は、1970年から各企業の製品分野別研究開発費を調査し、それを産業別にまとめたものである。知識近接性に関しては、1970年から1999年出願の公開特許を用いた。また、産業連関に関しては、1990年および1995年の産業連関表の99分野取引基本表を用いた。これらデータ間の対応を図るため、各データとも科学技術研究調査報告の産業分類、製品分類をもとに、表1に示す15業種および20製品分野に分類し、産業ごとの多角化分析を行った。

## 3. 知識近接性による研究開発多角化測定

特許は、その技術の特徴に基づいて、IPC (International Patent Classification) コードがつけられている。1つの特許出願には、その技術的特徴を、より詳しく表すため、通常、複数のIPCコードがつけられる。技術分野間の知識近接性として、同じ特許についたIPCコード対の共出現頻度が高いほど、それらのIPCで示された技術分野間の距離が近いと解釈し (Hinze, 1997)、知識近接性としてIPCコード対の出現頻度 (IPCのCo-occurrence) を用いた。このIPCのCo-occurrenceと研究開発の多角化データの対応を計ることにより、知識近接性による研究開発多角化度を計測した。

まず、表1に示した20製品分野とIPCの対応表をSchmoch (2003) による技術分野とIPCの対応表をもとに作成した。この対応表は、IPCの第7版まで対応している。

作成した製品分野とIPCの対応表を基に、特許デー

タベースPATOLISを用いて、製品分野に含まれるIPC間のCo-occurrenceを5年毎にプールして計測した。

次に、表1に示した産業分類と主力製品の対応から、産業分類と製品分野のCo-occurrenceのマトリックスを作成した。ここでの分析単位は産業であることから、産業の平均像を表す代表値として5年プールしたものをを用いた。プールしたデータの分散の影響などに関しては、本報での議論の範囲を超えるため扱っていない。

知識近接性による研究開発多角化度の測定は、Kodama (1985) による考えを改良したGemba (2001) の手法を応用した。本研究では、各産業分野を製品分野ごとのCo-occurrenceおよび研究開発費を成分とするベクトルと捕らえ、ベクトル間の内積により、各ベクトルの方向が、どの程度、一致しているかを見ることで、研究開発の知識近接性による多角化を評価した。具体的には、Co-occurrenceと同様、5年毎にプールした研究開発費の構成比を要素とする研究開発ベクトルとIPCのCo-occurrenceの構成比を要素とするIPCのCo-occurrenceベクトルの内積により、ベクトル間の角度 $\theta$ を求め、下記式により、知識近接性による研究開発多角化度を計算した。ここで、多角化を検討することから、本業への研究開発費は除いている。

$$\text{知識近接性による研究開発多角化度} = (90 - \theta) / 90$$

研究開発の方向と知識近接性の方向が完全に一致していれば、研究開発ベクトルとIPCのCo-occurrenceベクトルの角度は0になり、知識近接性による研究開発多角化度は1になる。また、研究開発の方向と知識近接性の方向が、全く一致しない場合は、知識近接性による研究開発多角化は0となる。

例えば、1990年から1994年の食品業界について、

表1 業種と主力製品分類

業種名	主力製品分野
食品工業	食料品
繊維工業	繊維
パルプ・紙工業	パルプ・紙
化学製品工業	化学肥料・無機・有機工業製品、化学繊維、油脂・塗料 その他の化学工業製品
医薬品工業	医薬品
石油製品工業	石油製品
ゴム製品工業	ゴム製品
窯業	窯業製品
鉄鋼業	鉄鋼
非鉄金属工業	非鉄金属
金属製品工業	金属製品
機械工業	一般機械器具
電気機械工業	家庭電気製品、その他の電気機械器具、 通信・電子・電気計測器
自動車工業	自動車
精密機械工業	精密工業製品

主力製品分野である食品を除いた19製品分野について、IPCのCo-occurrenceベクトルと研究開発ベクトルのプロファイルを示したのが図1である。これらの内積からベクトル間の角度を求めると40.3度となる。この角度から、上記式より、食品業界における知識近接性による研究開発多角化度は0.55と計算される。

主な産業における知識近接性による研究開発多角化度の測定結果を、図2に示した。鉄鋼業や窯業は知識近接性による研究開発多角化度は高く、パルプ・紙、ゴム製品業界では、知識近接性による多角化度は低い結果となった。また、食品業は、急速に知識近接性による研究開発多角化度が高くなってきている。食品業界では、IPCのCo-occurrenceと研究開発のベクトルを示した図1からわかるように、医薬品において要素間の一致が見られ、医薬品への研究開発の多角化が示唆される。実際、食品業界では、1970年以降、多くの企業で医薬・バイオ系の研究所が設立され、麒麟麦酒の腎性貧血治療薬「エスポー」や、ヤクルト本社の免疫療法抗がん剤LC9018「レモナル注」、がん化学療法剤CPT-11「カンプト注」、サントリーの抗不整脈薬「サンリズム」などが開発されており、食品業界の技術を医薬品へ多角化していることが伺える。

#### 4. 知識近接性と産業連関による研究開発多角化の関係

1990年と1995年の産業連関表と研究開発費データを用い、Kodama (1985) の分析結果を踏まえて、川上、川下方向への産業連関による研究開発多角化の要因を定量的に計測した。

その結果を、図3および4に示した。破線は、川下および川上への研究開発多角化度の平均値を示している。川上方向の多角化度の平均以上で川下方向の多角化

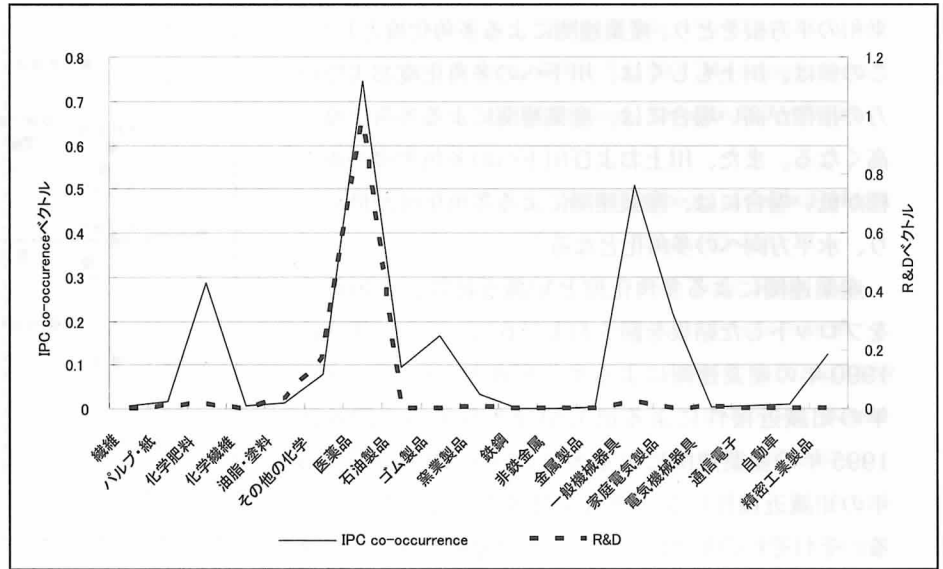


図1 食品業界のIPC co-occurrenceベクトルとR&Dベクトルのプロファイル比較 (1990～1994年)

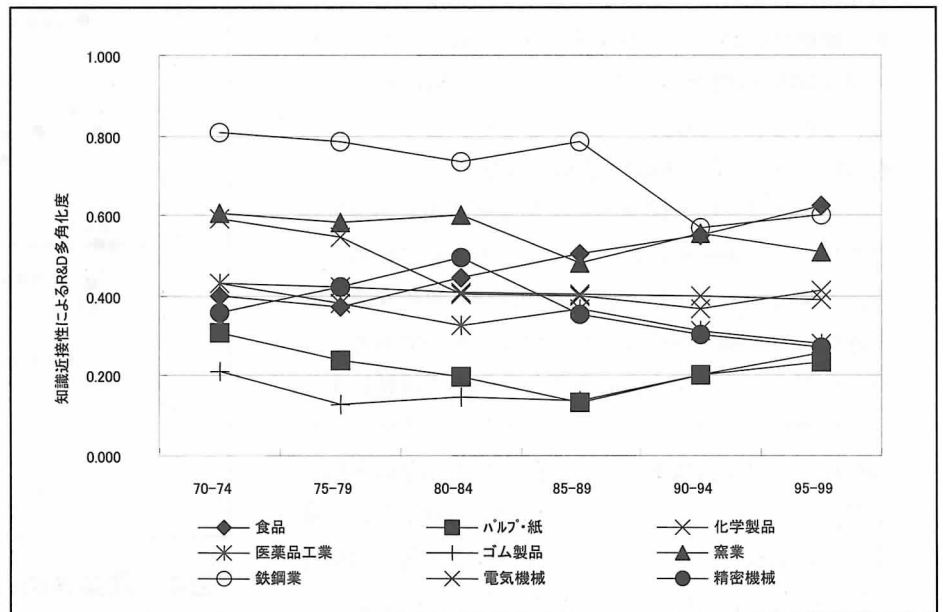


図2 知識近接性による研究開発多角化推移

度の平均値以下を川上方向多角化、川上方向の多角化度の平均以下で川下方向の多角化度の平均値以上を川下方向多角化、両方向とも平均値以上を垂直方向多角化、両方向とも平均値以下を水平方向多角化と分類すると、1990年と1995年では、精密機械業界が垂直方向から川上方向へ、金属製品業界が川上から水平へ移動している以外は、あまり大きな変化は認められない。

更に、産業連関による研究開発多角化と知識近接性による研究開発多角化の関係をみるため、産業連関による多角化度を川上方向の多角化度と川下方向の多角化度を成分とする距離として集約した。つまり、川上方向の多角化度と川下方向の多角化度のそれぞれの2

乗和の平方根をとり、産業連関による多角化度とした。この値は、川上もしくは、川下への多角化度および両方の指標が高い場合には、産業連関による多角化度は高くなる。また、川上および川下への多角化度の両指標が低い場合には、産業連関による多角化度が低くなり、水平方向への多角化となる。

産業連関による多角化度と知識近接性に多角化度をプロットした結果を図5および6に示した。図5は1990年の産業連関による多角化度と1990～1994年の知識近接性による研究開発多角化度、図6は1995年の産業連関による多角化度と1995～1999年の知識近接性による研究開発多角化度のものである。それぞれの年代について、相関分析を行った。今回の分析では、サンプル数（業界数）が15と限られていること、また、カイ二乗適合度に基づく正規性の検定の結果、1995年から1999年の知識近接性多角化度には正規分布を仮定することが困難であったため、頑健性の高いノンパラメトリック検定であるスピアマン順位相関を用いた。スピアマン順位相関係数は、それぞれ-0.62、-0.55となり、どちらの年代も5%有意で、負の相関が認められた。

このことは、研究開発多角化が産業連関と知識近接性を軸とし、網羅的に表されることを示している。一方、水平方向の多角化とは、研究開発多角化を表す産業連関以外の軸があることを示唆するものである。これらの対応から水平方向の多角化は知識近接性による多角化と想定される。研究開発多角化を示す他の指標の存在する可能性はあるが、実際の研究開発の多角化を考えた場合、ニーズやシーズ指向との対応など、産業連関による多角化と知識近接性による多角化の指標で研究開発が表されることは妥当であると言える。

具体的には、産業連関による多角化と知識近接性による多角化は、どちらかが高いと、もう一方は低くなる関係にある。例えば、食品産業や鉄鋼業では、知識近接性により多角化しており、産業連関に依っていない。また、ゴム工業や窯業では、逆の関係になっている。

### 5. おわりに

研究開発の多角化の方向性を決定する要因および研究開発の多角化パターンを明らかにするため、日本のデータを用い研究開発多角化の方向性の定量分析を試みた。その結果、Kodama(1985)が示した産業連関ではない水平方向の多角化は、知識近接性による多角化であると考えられた。また、研究開発の多角化に関して、産業連関における川上、川下への多角化に加え、

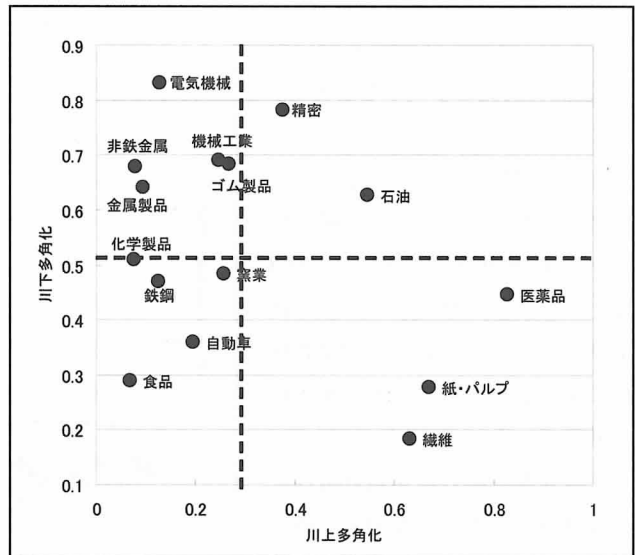


図3 産業連関による研究開発多角化 (1990)

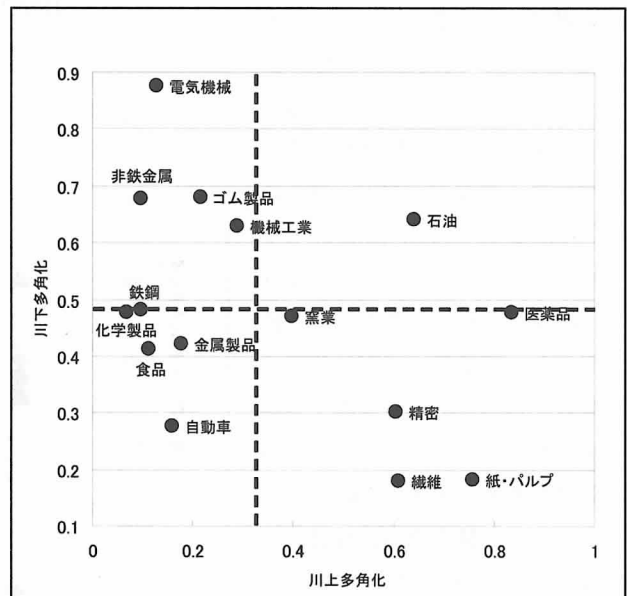


図4 産業連関による研究開発多角化 (1995)

知識近接性も主要な決定要因であることが解った。さらに、各産業の研究開発の多角化パターンは、産業連関に加え、知識近接性を用いることで、網羅的に表されることが示唆された。

日本において、社会の成熟化や人口減少、技術革新の進展により、市場の飽和が加速しているなか、企業の成長には、新規事業創出が、ますます必要になってきている。研究開発の多角化は Kodama(1985)と本論文の結果から、産業連関と知識近接性に拠ると考えられ、これらの要因より研究開発の多角化をマネジメントし、新規事業の創出に繋げていくことが、技術経営上、重要な課題であるといえる。

(さとう かずひろ/すずき じゅん/こだま ふみお)

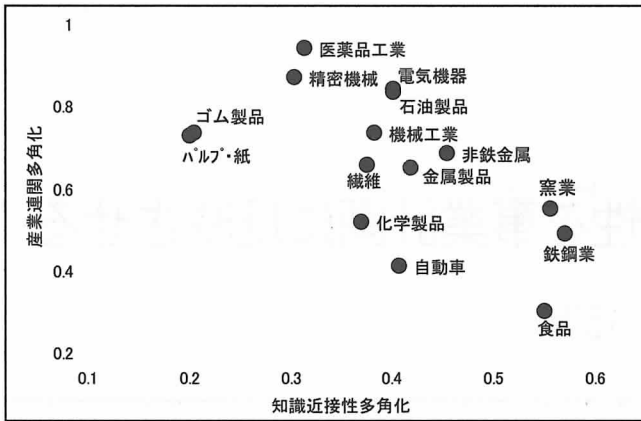


図5 知識近接性多角化（1990～1994）と産業連関多角化（1990）の関係

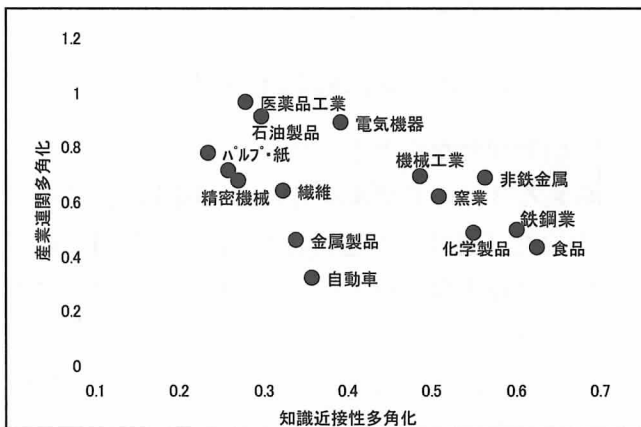


図6 知識近接性多角化（1995～1999）と産業連関多角化（1995）の関係

the Japanese industry," Research Policy, No.30, pp.1165-1184.

4) Grandstrand, O. and Sjolander, S. (1990) "Managing innovation in multi-technology corporations," Research Policy, No.19, pp.35-60.

5) Grandstrand, O. (1998) "Towards a theory of the technology-based firm," Research Policy, No.27, pp.465-489.

6) Henderson, R. and Cockburn, I. (1996) "Scale, Scope, and Spillovers: The Determinants of Research Productivity in Drug Discovery," RAND Journal of Economics, No.27, pp.32-59

7) Hinze, S., Reiss, T. and Schmoch, U. (2003) "Statistical Analysis on the Distance Between Fields of Technology," FhG-ISI (Karlsruhe): ISE Working Paper.

8) Kodama, F. (1985) "Technological diversification of Japanese industry," Science, No.233, pp.291-296.

9) Patel, P. and Pavitt, K. (1997) "The technological competencies of the world's largest firms: complex and path-dependent, but not much variety," Research Policy, No.26, pp.141-156

10) Pavitt, K. (1984) "Sectoral patterns of technical change towards a taxonomy and a theory," Research Policy, No.13, pp.243-373.

11) Pavitt, K. (1989) "Technological accumulation, diversification and organization in UK companies 1945-1983," Management Science, No.35, pp.81-99.

12) Schmoch, U., Laville, F., Patel, P., Frietsch, R. (2003) "Linking technology Areas to Industrial Sectors," Final Report to the European Commission, DG Research.

〔参考文献〕

1) Breschi, S., Lissoni, F. and Malerba, F. (2003) "Knowledge relatedness in firm technological diversification," Research Policy, No.32, pp.69-87.

2) Cantwell, J. and Andersen, B. (1996) "A statistical analysis of corporate technological leadership historically," Economics of Innovation and New Technologies, No.4, pp.211-234.

3) Gemba, K. and Kodama, F. (2001) "Diversification dynamics of

本誌掲載の、日本 MOT 学会の論文、及び日本 MOT 学会への論文投稿などについてのお問い合わせ先：  
〒108-0014 東京都港区芝 5-37-8 住友三田ビル 11 階  
芝浦工業大学専門職大学院 工学マネジメント研究科  
技術経営研究センター内 堀内研究室気付  
日本 MOT 学会 学会誌編集委員会事務局  
Fax: (03) 5730-6029  
Email: horiuchi@sic.shibaura-it.ac.jp

\*\*\*日本MOT（技術経営）学会入会のご案内\*\*\*

日本 MOT（技術経営）学会（通称：日本 MOT 学会）は、日本における MOT 教育・研究の集積と日本型 MOT の普及・啓蒙を目指し、MOT に関する学術的な真理の探究にとどまらず、MOT が抱えるさまざまな課題の解決に向けて会員各位が広く有機的に交流を深め、相互に連携・啓発と情報交換を図る場として 2006 年 6 月 20 日に発足いたしました。つきましては、学会の資料などをご高覧のうえ、ご入会くださいますようお願い申し上げます。皆様のご入会を心よりお待ちしております。

◎学会入会手続きの資料、入会申込書は、下記の日本 MOT 学会事務局までお申し付け下さい。

〒108-0014 東京都港区芝 5-37-8 住友三田ビル 11 階

芝浦工業大学専門職大学院 工学マネジメント研究科

技術経営研究センター内 堀内研究室気付

日本 MOT 学会 事務局 FAX:(03)5730-6029 Email: horiuchi@sic.shibaura-it.ac.jp