

# 先端技術を融合させた研究開発の 現状と有効性研究

——燃料電池分野における特許データのCO-IPCを用いたイノベーション・ポジションの分析から——

坂田 淳一\*, 鈴木 勝博\*  
細矢 淳\*, 松本 充司\*\*

## 要 旨

先端的研究開発分野における技術融合度を定量的に類型化するため、特許データを用いた新たな分析手法を提唱し、石化代替エネルギーとして強い潜在ニーズをもつ燃料電池分野を対象に、企業の研究開発実態・戦略を分析した。特許データにおける国際技術分類（IPC）の連関性に応じて、3タイプの類型化を行い、これに基づいたイノベーション・ポジションの概念を導入する。

たとえ同一の技術分野であっても、業界に応じたアプリケーション用途は異なるため、その研究開発の進捗ステータスは異なり、これがイノベーション・ポジションに反映されることを示す。加えて、同一の業界であっても、企業のもつコアコンピタンスの違いが、イノベーション・ポジションに反映されることがわかった。さらに、Fタームに基づく分析を付加することにより、同一のイノベーション・ポジションをとる企業においても、その重点的な開発技術要素に差異があらわれることを示す。

キーワード：先端技術融合研究，研究開発の効率性，イノベーション・ポジション，特許データ，計量分析

## The Efficiency of R&D Using Cutting-Edge Technology in the Fuel-Battery Field Based on a Quantitative Analysis of Proposed Patent

Junichi SAKATA, Katsuhiko SUZUKI  
Jun HOSOYA, Mitsuji MATSUMOTO

## Abstract

Using patent data, a new quantitative analytical method categorizes the fusion degree of leading edge research and development (R&D) fields in order to examine the current R&D status and strategies of companies focusing on the fuel-battery field, an area showing great potential as an alternative to fossil fuels. Specifically, this paper presents three types of categorization reflecting the International Patent Classification (IPC) of patent data, and introduces the concept of "innovation positions" which is based on this categorization. For example, application purposes can differ between various industrial sectors, even within the same technological field; therefore, the progress status of R&D varies and that fact is reflected in innovation positions. Additionally, this paper makes clear that innovation positions reflect differences in companies' core competences, even in the same industry. Furthermore, by conducting an analysis based on F terms, it has been shown that dissimilarities exist in the focus of companies in the technological development of elements, even for those with identical innovation positions. This analytical method provides an original approach to comprehend technological linkages and innovation.

**Key words:** R&D efficiency, cutting-edge technologies, fusion of technologies, patent application data, innovations, innovation position

投稿受付日 2007年1月31日

採択決定日 2007年5月9日

\*早稲田大学国際情報通信研究センター客員研究員

\*\*早稲田大学国際情報通信研究センター教授

## 1. はじめに

平成18年から向こう5年間の科学技術政策を具体化する指針として、昨年、文部科学省から発表された「第3次科学技術基本計画」には、イノベーションを国際競争力の源泉と捉え、一段と加速させるための仕組み作りを強く押し進める内容が盛り込まれている。また、新たに発足した安倍内閣の重要な政策指針の一つとして、イノベーションを加速させることによって、わが国産業のモノづくりにおける国際競争力を強化することが言及されている。このような環境下において、イノベーションを創出する有力な手法の一つとして、複数の先端技術を融合させ、これまでにない技術を生み出す研究活動の推進が掲げられている。ここでの先端技術領域とは、ナノテク、メムス、ロボテックス、脱石化エネルギー、バイオ、情報通信などを指すものと考えられ、これらの各分野を融合させた研究活動を行うことによって、単一の技術分野研究では乗り越えにくい技術的な障壁を克服し、成果を研究の範囲に留めず市場において広範な活用を促進させる点に狙いがあるものと思われる。現在、このようなタイプのイノベーション創出へ向けた研究開発は、除々にではあるが、公的・民間の研究所や有力大学において実践が始められている。

先端技術の融合研究によって生み出された発明は、特許として権利化され、新技術分野に新たな特許を多く有する企業は、これらを自社で独占実施する、もしくは、有償で他社に利用許諾することにより、その後の事業展開において優位性を確保することが可能となる。歴史的にも、1980年代に日本企業の後塵を拝した米国企業群が、日本企業ももっていたプロセスイノベーションにおける優位性をプロダクトイノベーションで覆すため、特許等の知的財産を重要な戦略資源と位置づけ、その取得を重点的に行った事例が記憶に新しい。このような“プロパテント”への舵取りにより、1990年代半ばから日米の立場が逆転し、多くの日本企業が米国企業に遅れを取ることになったが、国際競争の観点からも、先端技術分野の先行的な発明群を権利化していくことは、企業の競争優位を決定づける上で大変重要だと考えられている (Ernst et al., 1998)。今日では、日本の産業界においても、特許出願、とりわけ海外における出願数を重視した研究開発を進める企業が多くなり (Tsuji 2002)、たとえば、2006年の米国での企業別出願状況では、ベスト10に日本企業が5社入っている (図表1)。

図表1：企業別米国特許取得件数ランキング (2006)

順位	企業名	特許件数	順位	企業名	特許件数
1	米 IBM	3,651	6	INTEL	1,962
2	韓国サムスン電子	2,453	7	ソニー	1,810
3	キヤノン	2,378	8	日立	1,749
4	松下電器産業	2,273	9	東芝	1,717
5	米ヒューレット・パッカード	2,113	10	米マイクロンテクノロジー	1,612

さて、先端技術分野の融合研究が結実し、その成果が製品等の形をもって世にあらわれるまで

には、通常少なくとも、研究開始以降3年から5年程度の期間が必要であると考えられている。一方、そのような期間において、これらの研究がイノベーションの創出に対してどのような成果をもたらしているのかに関し、何らかの定量的な手法を用いた分析によって検証を行うことは、先端領域の技術融合研究を更に効果あるものにする上で大変有効であると考えられる。特に、わが国企業が先端技術融合研究に如何に取り組んでいるのか、その実態を把握することによって、今後国際的に競争優位となる技術分野、技術領域が明らかになるとも思われる。ただし、各企業において、将来の収益を生み出すシーズとなることが期待されている先端技術は、通常、極めて高い機密性のもとで研究・開発されるのが常であり、その実態を第三者が把握するのは容易ではない。そのため、その実態を分析するにあたっては、個々の企業が研究開発に費やしている種々の資本や、特許など、第三者にも入手可能なデータにその基礎をおかざるをえない。本論文では、特許出願データをベースに、先端融合研究の実態を定量化する新たな分析手法を提唱・導入し、その適用結果について報告を行う。

## 2. 特許データに基づく、企業のR&Dに関する先行研究

特許データは、あらゆる技術分野における発明を時系列的かつ統一的な分類に則って網羅しているため、企業の研究開発に対する質・量的分析においては、そのデータソースとして用いられることが一般化している (Comanor and Scherer 1969)。特に大企業においては、特許データが研究開発活動の効果測定の一つの有力な指標とされている (Pavitt 1991)。Kodama (1985) は、企業の出願特許の技術傾向について産業連関表を用いて可視化を行い、出願特許の内容と研究開発費の関係を調べ、日本を代表する企業における研究開発の多角化のメカニズムについて分析した。また、特許データを用いて企業の技術戦略を深く掘り下げる研究も行われており、鈴木と児玉 (2005) は、キヤノン等における特許を中心とした研究開発組織の構築ポリシーや経営戦略との関係性に関する分析を行っている。このように、特許データは、研究開発の質や有効性を計るためだけでなく、企業のR&D戦略を占うための重要な基礎データとして、多くの研究に利用されている。加えて、特定企業の研究開発動向のみではなく、より広い技術分野の開発動向と、その分野内における各企業の研究開発の先進性や方向性を明らかにするための研究も存在する。たとえば、Pilkington and Dyerson (2006) は、電気自動車分野に係る出願データを用い、主要研究開発プレーヤー (企業) による特許の内容や数を分析し、対環境対策のための排ガス規制が当該技術分野の研究開発速度に影響を与え、それを加速させて行ったことを明らかにしている。このように、特許データを用いた分析研究の実施によって、企業の研究開発の有効性、注力分野、技術戦略比較など、研究開発に係る様々な事象を明らかにすることが可能となっている。

### 3. 研究対象分野・データ・分析方法

#### 3.1. 研究対象分野とデータ

本論文では、先端技術領域の「技術融合」による研究の現状を明確化し、その結果を出願者（特に企業）との関係から分析し、研究の方向性や進捗、効率性を明らかにすることを目的としている。前節の先行事例でも示したように、企業における R&D の定量分析研究においては、「特許データ」を用いることが一般化しているが、本研究でもその立場を踏襲する。特許データには、出願済みではあるが審査未完了段階の公開公報データ<sup>(1)</sup>と、通常、出願後 1 年 6 ヶ月以上経過したのちに行われる審査プロセスが完了し、特許として権利化された登録特許データの 2 種類がある。鈴木・児玉 (2005) においては、両データのシェア間の関係が調べられているが、分野によっていささかばらつきがあるものの、軒並み高い相関が得られている。なお、今回研究の対象とする先端技術分野においては、その開発が本格化してからの歴史が浅く、できるだけ新しいデータを用いて分析を行うことが好ましい。そこで、本研究では、出願からの時間経過が少ない公開公報データを利用する。なお、公開公報データには、国際的に規格化された特許分類記号である IPC に加え、F タームという日本独自の技術分類記号が付与されている点も分析上のメリットである。

公開公報データならびに特許公報データは、社団法人発明協会より、ほぼ毎月 DVD-ROM が発行されている。この DVD-ROM 中、発明に関する書誌の情報は、イメージファイル (PDF 等) のみではなく、体系的に変換された XML データとして格納されている。そこで、本研究では、独自に開発した Java プログラムによって DVD 中の XML データを自動抽出し、データベース (PostgreSQL) に蓄積した。このデータベースを利用することにより、複雑な検索条件下での網羅的なデータ抽出が可能となっている。

なお、本研究の対象分野を選考するにあたっては、特許庁が編集している「技術動向調査」中の「重要特許」、ならびに、NEDO (新エネルギー開発機構) が提唱する「注力研究開発分野」の二つの資料を参考にし、「燃料電池」分野を選択した。燃料電池は、石化代替エネルギーとして、産業用から一般家庭用まで幅広い用途が期待され、実用化ニーズが強い技術分野である。同分野における 2004、2005 両年の公開公報データを用い、研究開発のメインプレーヤー企業における研究の方向性や、狙いとする技術領域を検証し、それぞれの先端技術融合研究の度合いや特徴を明示化する。

#### 3.2. 技術分類について

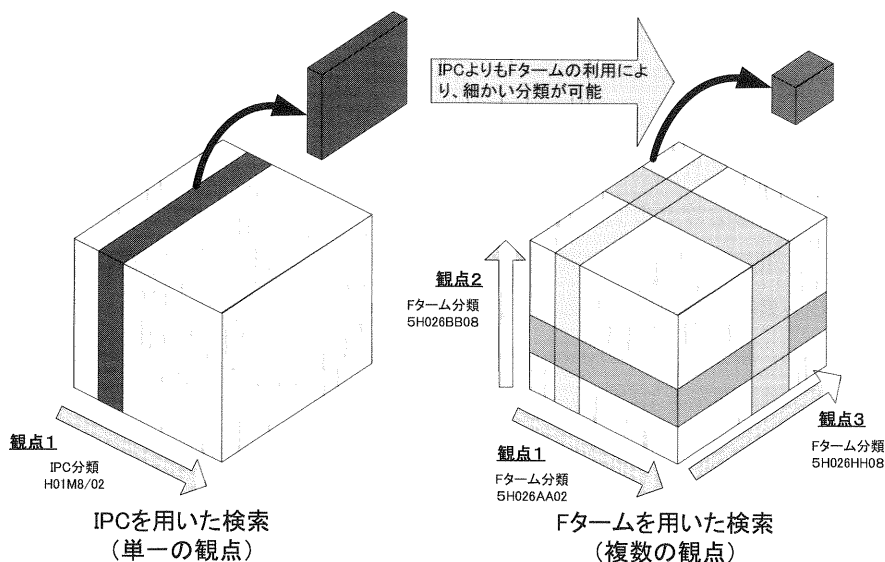
本研究では、特許の各書誌に付与されている IPC (International Patent Classification) に着眼し、これをベースに、当該発明の技術分野や技術融合タイプの判断を行う。IPC は国際特許分類と訳され、出願された個々の書誌に対し、技術種別を特定するために与えられた世界共通の技

術分類コードである。日本においては、出願書誌に対してIPCを付与するのは、特許庁の当該技術分野の専門審査官であり、個々の出願特許の技術分野を特定する上で、IPCは高い信頼性を持っているものと考えられる。

IPCは、技術分野を5段階の階層的体系によって分類しており、その階層は、上位から順に「セクション」・「クラス」・「サブクラス」・「メイングループ」・「サブグループ」と呼ばれている。たとえば、燃料電池分野は「H01M8」という記号で表現されるメイングループに相当するが、この記号は上記階層構造を反映しており、「H」がセクション（電気）、「H01」がクラス（電気素子）、「H01M」がサブクラス（化学的エネルギーを電気的エネルギーに直接変換するための方法または手段）をあらわしている。また、サブグループは、メイングループの記号にスラッシュと2桁の数値を付加して表現される。

これに加え、公開公報データにはFターム（ファイル・フォーミング・ターム）が付与されている。Fタームは、種々の技術的観点（目的・用途・構造・材料・製法・処理操作方法・制御手段など）から、IPCを所定技術分野ごとに再区分したものである。Fタームは日本特有の出願書誌分類体系であり、IPCとは異なる観点から、書誌の特徴を捉え直すことが可能である。

図表2：Fターム分類概念図



出所：特許庁 パテントマップガイダンス

なお、上記の「所定技術分野」はテーマコードと呼ばれ、5桁の英数記号で表される。たとえば、テーマコード「5H026」は「燃料電池（本体）」、「5H027」は「燃料電池（システム）」である。Fタームは、テーマコードに「観点」と呼ばれる2桁の英数字、ならびに、数字2桁を付加した構成をとっており、たとえば、「5H026AA06」は、「両方の活物質が気体である水素-酸素型燃

料電池のうち、固体電解質を用いるもの」をあらわしている。

### 3.3. 技術融合に関する定量分析の手法

IPC（国際特許分類）は、一つの発明書誌に対し、一つのみではなく複数個付与される場合がある。今回の分析では、これを利用して、技術融合のタイプを類型化する。IPCには「筆頭IPC」と「CO-IPC」の2種類があり、筆頭IPCはすべての書誌に対して必ず一つずつ付与されているのに対し、CO-IPCは複数個付与される場合もあれば、全く付与されない場合もある。筆頭IPCは文字通り出願された発明データの技術分野を象徴するものであり、またCO-IPCは、当該データが筆頭IPCとはまた別の技術特性を同時に有していることを示すものである。換言すれば、筆頭IPCとCO-IPCが同時に付与されている発明は、対応する複数の技術特性を同時に有しているものであると言える。さて、ある書誌に複数のIPCが付与され、なおかつ、それらが異なる技術分野に属するものであった場合、これを「IPC Co-Occurrence」と呼び（Suzuki and Kodama 2004）、異なるセクタ間のナレッジのスピルオーバーや、企業内の異なるコア技術間の融合分析に利用されてきた（Verspagen 1994, 鈴木・兎玉 2005）。これに対し、技術融合や技術ナレッジのスピルオーバーに関する別の分析アプローチとしては、たとえば、研究開発資本（コスト・人員）と筆頭IPCを組み合わせた手法（Jaffe 1989）などが存在するが、IPC Co-Occurrenceに立脚した手法は、他の手法よりもより純粋な技術的リンケージを抽出できることが指摘されている（Verspagen 1994）。

さて、IPC Co-Occurrenceは、一つの発明書誌の中に、異なる分野の技術が同居するという意味において、技術融合分析のベースと利用されてきたが、発明やイノベーションにはさまざまなタイプがあり、異なる分野とまではいかない類似分野の技術を融合するケースや、より狭い範囲の要素技術に集中的に磨きをかけ、ブレークスルーを起こすようなケースが存在する。そこで、本研究では、異分野間の技術融合にとどまらない、様々なタイプのイノベーションの源泉を併行的にとらえるため、IPC Co-Occurrenceの概念を拡張する。すなわち、ある一つの特許データが、(1) 複数個の異分野に属するIPCをもつケース、(2) 複数個の同分野に属するIPCをもつケース、(3) ただ一つのIPCをもつケース、に切り分け、それぞれを(1) Mix型（異分野技術融合型）、(2) Only型（同分野技術融合型）、(3) Mono IPC型（単一技術要素型）と定義する。「Mix型」はIPC Co-Occurrenceと同じ概念であり、「異分野技術融合型」の技術発明であると解釈できる。また、「Only型」は、同一技術分野内において複数の技術が融合した「同分野技術融合型」の技術発明であると考えられる。一方、一つのIPCのみを持つ「Mono IPC型」では、限定された技術分野に集中して深く掘り下げた、言わば「単一技術要素・一点集中型」とも呼べる発明である。次節以降では、このような分類概念を特許データに適用し、業種間、あるいは、企業間の研究開発戦略の違いを明示化し、分析を行う。

## 4. 出願データの分析による先端技術融合研究の現状と動向

### 4.1. 2004年ならびに2005年における出願データの概観

2004年及び2005年の特許出願総数は、それぞれ364,259件と354,869件（図表3参照）である。そのうち、今回注視する燃料電池分野は、最も大きな技術種別であるセクションにおいて「H」の「電気」に属する。Hセクションのデータ数は、2004年83,784件、2005年82,995件であり、両年とも大よそ各年の特許総数の1/4強に及んでいる。（図表3参照）

図表3：2004年・2005年特許出願データ数（セクション別）

セクション	A	B	C	D	E	F	G	H	総計
説明	生活必需品	処理操作； 運輸	化学；冶金	繊維；紙	固定構造物	機械工学；照 明；加熱；武 器；爆破	物理学	電気	
2004年	39,530	64,362	34,196	4,152	14,524	32,089	91,822	83,784	364,459
2005年	38,773	62,701	31,674	3,905	13,551	31,927	89,343	82,995	354,869

Hセクションの電気は更に「クラス」と呼ばれる下位技術カテゴリに分類される。燃料電池分野は、H01の「基本的電気素子」に属し、2004年36,824件、2005年36,371件となっており、両年ともHセクションの4割強の件数となっている。（図表4参照）

図表4：2004年・2005年特許出願データ数（Hセクション）

クラス	H01	H02	H03	H04	H05	総計
説明	基本的電気素子	電力の発電、変 換、配電	基本電子回路	電気通信技術	他に分類されな い電気技術	
2004年	36,824	7,662	3,317	28,759	7,222	83,784
2005年	36,371	7,725	3,474	28,324	7,101	82,995

更に、クラスより細かい分類として、サブクラス分類があり、燃料電池分野はH01Mの「化学的エネルギーを電気的エネルギーに直接変換するための方法または手段」に分類される。同クラスの2004年、2005年の各出願データ数は、それぞれ5,366件、5,990件である。（図表5参照）

図表5：2004年・2005年特許出願データ数（H01クラス）

サブ クラス	H01B	H01C	H01F	H01G	H01H	H01J	H01K	H01L	H01M	H01P	H01Q	H01R	H01S	H01T
説明	ケーブル；導 体；絶 縁体；	抵抗器	磁石；イ ンダクタ ンス；変 成器	コンデン サ；電解 型のコン デンサ； 整流器	電気的ス イッチ； 継電器； セレク タ；非常 保護装置	電子管ま たは放電 ランプ	白熱ラ ンプ	半導体装 置、他に 属さない 電気的個 体装置	科学的エネ ルギーを電気 的エネルギーに 直接変換する ための方法ま たは手法	導波管； 導波管型 の共振 器、線路 または他 の装置	空中線	導電接続； 互いに絶縁 された多数 の電気接続 要素の構造 的な集合体	誘導放 出を用 いた装 置	スパークギャ ップ；スパーク ギャップを用 いる過電圧避 電器；スパーク プラグ
2004年	1,015	324	1,210	1,050	1,477	2,452	35	18,502	5,366	522	1,025	2,213	1,457	176
2005年	886	277	1,395	1,161	1,464	2,226	37	17,871	5,990	433	1,112	2,053	1,272	194

IPCの「メイングループ」階層におけるH01M8、すなわち、「燃料電池：その製造」が、今回の分析対象である。2004年、2005年両年の同メイングループの出願データ数は、それぞれ、2,164件、2,874件となる（図表6参照）。これは、Hセクション（電気）における出願総数のそれぞれ2.6%、3.5%を占め、両年の出願特許全体の0.6%、0.8%に及んでいる。本研究では、筆頭IPCがH01M8の出願特許データ群において、筆頭IPCとCO-IPCの関係を基に分析を行う。

図表6：2004年・2005年特許出願データ数（H01Mサブクラス）

メイングループ	H01M2	H01M4	H01M6	H01M8	H01M10	H01M12	H01M14	H01M16
説明	発電要素以外の部分の構造の細部またはその製造方法	電極	一次電池；その製造	燃料電池；その製造	二次電池；その製造	混成電池；その製造	H01M6～12に分類されない電気化学的な電流または電圧の発生装置；その製造	異なる型式の電気化学的発電装置の構造的組み合わせ
2004年	994	111	59	2,164	885	16	136	1
2005年	938	1,084	62	2,874	773	17	241	1

さて、ここで、前節で導入した技術融合分類を適用すると、以下のようになる。「Mix型」（異分野技術融合型）は、H01M8とは異なる技術分野のCO-IPCが、少なくとも一つ以上付与されている書誌データ群である。また、「Only型」（同分野技術融合型）は、すべてのCO-IPCがH01M8に含まれるデータ群である。また、「Mono IPC型」（単一技術要素型）は、筆頭IPCのみで、CO-IPCが付与されていない書誌群である。次節以降、この分類に基づき、H01M8における技術開発動向を種々の観点から探る。

#### 4.2. 燃料電池分野の技術開発実態

上述のとおり、全般的には出願数減少の傾向の中、燃料電池分野H01M8における出願件数は増加している。2004年は出願人数280、出願件数2,188件であったが、2005年は出願人数327、出願件数3,206件であった。

図表7：2004年・2005年燃料電池分野H01M8の出願データ

タイプ	2004年（出願人数280）		2005年（出願人数327）	
	出願件数	比率	出願件数	比率
Mix型	614	28%	761	24%
Only型	1,035	47%	1,360	42%
Mono型	539	25%	1,085	34%
合計	2,188	100%	3,206	100%

この2カ年を比較すると、出願人は17%の増加であったのに対し、出願件数は47%という大きな増加率を示しているが、その原因としては、大手企業の出願数増加が考えられる。実際、出願



件数順の出願人別ランキングにおいては、2004年は上位29社で全出願件数の7割（69.8%）にあたる1,527件を占めていたのに対し、2005年はこれより少ない上位26社で全体の7割（69.6%）にあたる2,232件を担っている。かような上位企業1社あたりの平均出願数は、2004年の53件/社から2005年の86件/社へと実に63%もの増加を示しており、これが上表のような出願件数の大きな伸びを支えていることになる。

さて、出願書誌タイプ別の分布を見ると、2004年も2005年も、Only型（同一技術分野内での技術融合）が最も多く、次に多いのがMono型（単一技術要素に関するイノベーション）、最後がMix型（異なる技術分野間での技術融合）となっている。また、2004年から2005年における、それらの増減傾向については、技術融合タイプ2種が、共にその比率を減らしているのに対し（Mix型：マイナス4%、Only型：マイナス5%）、Mono型の比率が9%も増加しているのがわかる。この傾向は、技術融合タイプのイノベーションと比べ、技術要素一点集中型のイノベーションが増えていることを示唆しているが、本点については、今後より多くの年度のデータを集積した上での分析検討が必要となろう。

さて、上述のように、2004年は全出願人中わずか11%の企業による出願件数が全出願件数の7割を占め、2005年には更に少ない、8.6%の企業が同比率を占めているが、かような「メインプレイヤー」の業種は、図表8のような内訳となっている。（なお、本研究における業種分類は、証券コード分類に基づく。）2004年・2005年共に、出願件数が多い業種は「輸送用機器」ならびに「電気機器」であり、両者に属する企業からの出願のみで、全出願件数の60%強を占める。特に多いのは「輸送用機器」であり、2004年には全出願件数の40%、2005年は更に増加して44%を占めるマジョリティ業種である。なお、本業種における一社あたりの出願件数は、2004年は124件、2005年は176件であり、他業界の軒並み一社あたり50件以下という数値を大きく上回っている。

図表8：出願件数上位企業の業種内訳

2004年				2005年			
業種	企業数	出願件数	出願比率	業種	企業数	出願件数	出願比率
輸送用機器	7	871	40%	輸送用機器	8	1,404	44%
電気機器	14	451	21%	電気機器	11	602	19%
電気・ガス業	3	69	3%	電気・ガス業	2	73	2%
機械	2	60	3%	機械	2	55	2%
非鉄金属	1	34	2%	非鉄金属	1	47	1%
化学	1	21	1%	化学	1	21	1%
ガラス・土石製品	1	21	1%	その他製品	1	30	1%
上位出願人合計	29	1,527	70%	上位出願人合計	26	2,232	70%
年次総計	280	2,188	100%	年次総計	327	3,206	100%

H01M8分野の出願件数上位を占めるこれら2業種における、タイプ別の出願件数は図表9の

とおりである。全ての出願書誌を対象とした図表7においては、同分野技術融合型である「Only型」が2004年・2005年共に最も多かったが、2005年の「輸送機器」業種においては、これとは異なる分布になっていることは特徴的であろう。即ち、「Mono型」が「Only型」を追い抜き、もっとも大きな比率を占めるようになってきている。なお、同業種のタイプ別シェアにおいては、この2年間に於いて「Only型」が8%減少、「Mix型」が3%減少したのに対し、「Mono型」は11%増加という構造変化が起きている。

図表9：H01M8分野出願件数上位を占める2業種における、特許タイプ別出願件数分布

輸送用機器					電気機器				
タイプ	2004年		2005年		タイプ	2004年		2005年	
	件数	比率	件数	比率		件数	比率	件数	比率
Mix型	185	21%	246	18%	Mix型	90	20%	124	21%
Only型	404	46%	522	37%	Only型	261	58%	326	54%
Mono型	282	32%	636	45%	Mono型	100	22%	152	25%
合計	871	100%	1,404	100%	合計	451	100%	602	100%

これに対し、「電気機器」業種においては、それほどドラステックな変化は起きてはいない。同業種の特徴的な点は「Only型」が非常に多く、2004・2005両年において50%を超えていることである。ただし、経年変化においては、やはりOnly型の減少（マイナス4%）とMono型の増加（プラス3%）という傾向は見られている。なお、異分野技術融合タイプの「Mix型」は、両年共にほぼ変わらず20%程度であった。これらの主な原因については、輸送用機器と電気機器において燃料電池の活用が想定される、アプリケーションの特性を考察することにより明らかにできると思われる。輸送用機器においては、自動車の新たなエネルギー源として燃料電池に大きな期待がかかる。一方、電気機器では家庭用コジェネエネルギーと市場が巨大なパソコンや携帯電話などのポータブル機器への活用が想定されている。車や家庭用コジェネにおいては、燃料電池を使った発電機器のサイズを考慮する必要は少ないが、一方、ポータブルAV機器では、その縮小化が大変重要な課題である。特に輸送機器業界では、既に試作車が完成されており、研究技術開発のステージは後半の段階にきていると考えられる。一方、ポータブルAV機器については、微細化、縮小化の技術的な壁が存在し、そのため燃料電池分野における研究開発は、未だ収束の段階までには至っていないと想定される。つまり、Mono型の増加は、同分野の研究開発の収束を意味していると考えられる。このように、今回導入した特許データの類型化により、各業界の研究開発実態をかような形で定量的に捉えることが可能となる。

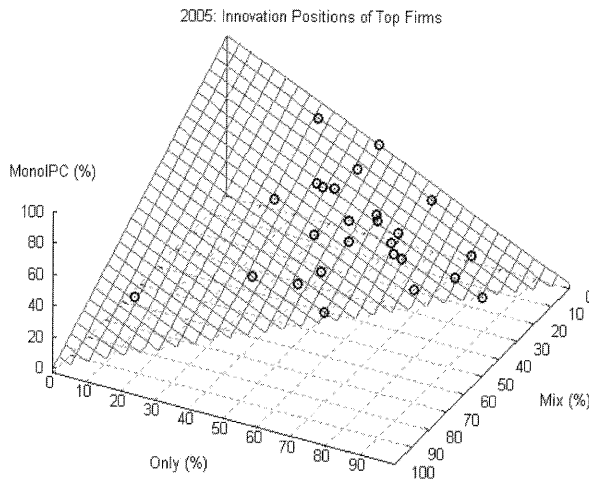
#### 4.3. イノベーション・ポジション

このように、われわれが今回提唱している書誌タイプをベースにすれば、従来研究とはまた

違った観点での特許出願傾向の分類が可能となるが、この類型化手法は、企業／出願人別の出願傾向の分析にも適用可能である。実際、個々の企業ごとに、Mix型・Only型・Mono型の出願比率を算出し、その数値のトリプレットを3次元空間内の「座標」とみなせばよい。言い換えれば、出願書誌中における「異分野技術融合型」・「同分野技術融合型」・「単一技術要素一点集中型」という三つのイノベーション・タイプの相対比率によって、3次元の「イノベーション・タイプ空間」内における、各企業のポジションが決定されることになる。これを、今後、その企業の「イノベーション・ポジション」と呼ぶことにする。

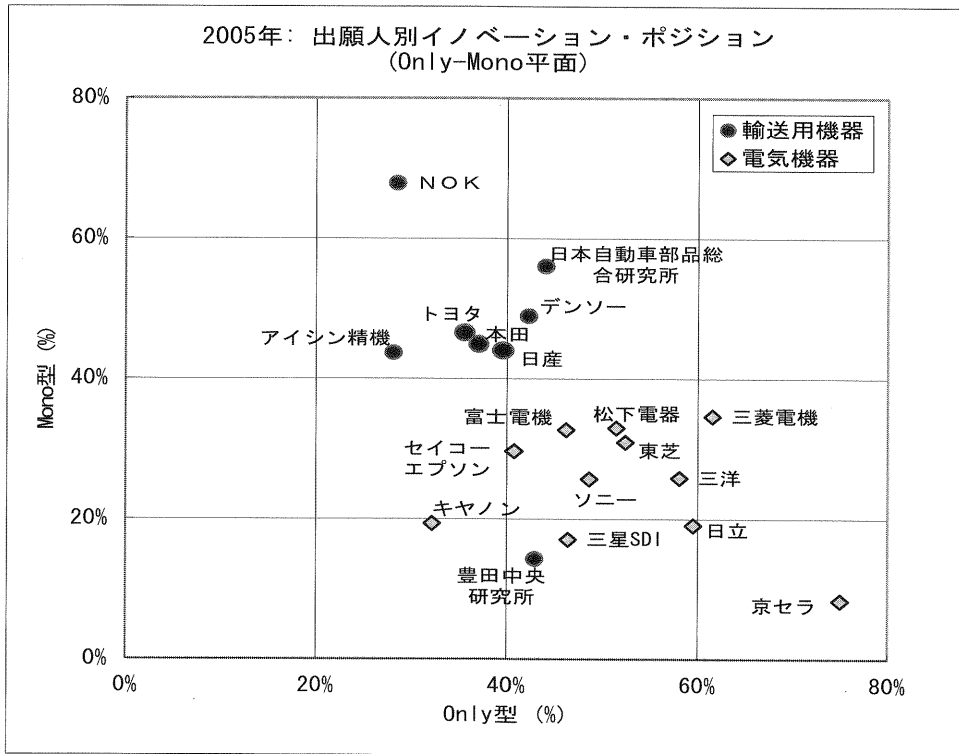
かような「イノベーション・ポジション」を可視化するにあたっては、必ずしも三つの次元をそのまま使う必要はなく、そのうちの二つを含む平面上への射影を利用すれば十分である。実際、Mix型比率、Only型比率、Mono型比率をすべて足し合わせると、恒等的に100%となるため、該当する座標を  $(x_{MIX}, x_{ONLY}, x_{MONO})$  と書いた場合、各企業のイノベーション・ポジションは、常に  $x_{MIX} + x_{ONLY} + x_{MONO} = 100$  (%) という平面上に分布するからである（図表10）。

図表10：2005年：出願上位26企業のイノベーション・ポジション



言い換えれば、拘束条件が一つ存在するため、イノベーション・ポジションを決める三つの数値のうち、二つを決めれば他の一つは常に定まり、自由度は2である。よって、二つの座標で決まる平面上への射影が、ポジションに関する必要十分な情報を与えることになる。この性質を利用し、2005年における「輸送用機器」・「電気機器」の2大業種の企業別ポジションを、Only-Mono平面へ射影したものが図表11である。それぞれの業種に所属する企業のイノベーション・ポジションが、きれいに分離していることがわかる。前節のように、「業界」という大きなくりのみでなく、かような個々の「企業」レベルにおいても、それぞれの所属業界の特性はイノベーション・ポジションに反映されていると考えることができる。

図表11：2005年：主要2業種におけるイノベーション・ポジションの違い



さて、出願人別の分布については、その上位を占めているのは、2カ年とも、トヨタ自動車、本田技研工業、日産自動車の3社である。3社合計で兩年とも全出願件数の35%程度を占め、3社間の順位に変動はあるものの、安定して燃料電池分野におけるドミナント勢力となっている。

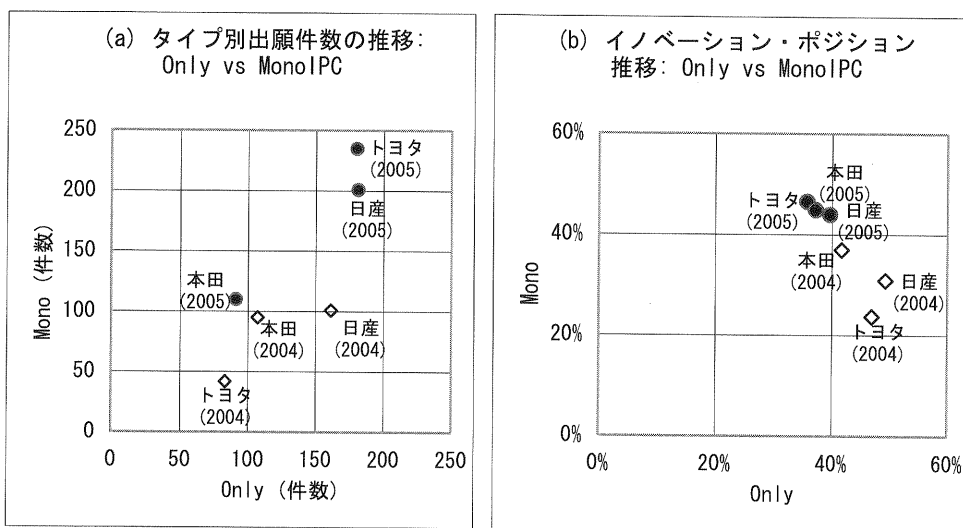
図表12：上位3社の出願状況

2004	2004				2005	2005			
	MIX	Only	Mono	計		MIX	Only	Mono	計
日産自動車株式会社	65	161	101	327	トヨタ自動車株式会社	90	180	235	505
本田技研工業株式会社	55	107	95	257	日産自動車株式会社	75	181	201	457
トヨタ自動車株式会社	52	83	42	177	本田技研工業株式会社	44	91	110	245

これらの企業に関するタイプ別出願件数ならびにイノベーション・ポジションの推移を図表13に示す。

これらは共に、Only-MonoIPC平面上での推移であるが、図表13(a)においては、トヨタの出願数増加がもっとも大きく、日産がそれに続き、本田は微減であることがわかる。出願数においては、2004年から2005年への経過に伴い、本田とその他2社の差は広がったが、これをイノベーション・ポジションに焼直すと図表13(b)のようになる。イノベーション・ポジションは、その企業の出願の質的側面に関わる指標であるため、年次経過に伴い、実は、3社のポジションはむ

図表13：上位3社タイプ別出願件数ならびにイノベーション・ポジション



しろ、非常に近接していることがわかる。これに対し、図表11におけるその他の「輸送用機器」メーカーを見ると、上記3社とは異なり、さまざまなポジションをとっている。これは部品メーカーである各社が、それぞれのドメインに基づいた強みを活かし部品等について基礎研究を行っていることが要因であると思われる。また、注視すべきは、2005年度の「豊田中央研究所」と「日本自動車部品総合研究所」のイノベーション・ポジションの差異である。両組織とも、トヨタ系の研究開発専門組織であるが、豊田中央研究所の出願データの内訳が、Mix型が約43%、Only型43%、Mono型14%であるのに対し、日本自動車部品総合研究所のそれは、Mix型が約0%、Only型45%、Mono型55%と、異分野技術融合型の発明において、著しく異なった結果となっており、この差が両社のイノベーション・ポジションの差異に現れている。換言すれば、豊田中央研究所の行う研究開発が、多様な技術を交えたものであるのに対し、日本自動車部品総合研究所は、より狭い技術範囲の開発に特化していることの現れであり、個々の企業のコアコンピタンス特性の一つの定量化指標としてのイノベーション・ポジションの有効性を示唆している。

さて、ここで、上記のような出願数の上位企業のみではなく、年間出願数の非常に少ないグループについても、本手法による分類結果を簡潔にまとめておこう。図表14は、年間出願件数が、

図表14：出願件数下位グループ（年間3件以下）

タイプ	2004年（下位グループ出願人数：193）		2005年（下位グループ出願人数：216）	
	下位グループ総出願件数	下位グループにおける比率	下位グループ総出願件数	下位グループにおける比率
Mix	142	49%	111	36%
Only	95	33%	107	35%
Mono	52	18%	92	30%
合計件数	289	100%	310	100%

3件以下の出願人をひとまとめにした「下位グループ」の出願状況である。

このグループに属する出願人の数は、2004年は193（全出願人の69%）、2005年は216（全出願人の66%）である。このグループにおいては、企業のみならず、個人出願者も見受けられるが、出願人個々のイノベーション・ポジションを導出するにはあまりにも出願数が少ないため、グループ全体をひとまとめにした上で、書誌タイプ比率を算出した。この表を一瞥して気づくのは、Mix型の比率の多さである。2004年においては、下位グループの総出願件数における実に半数近くがMix型であり、上位出願者の分布とは全く様相が異なっている。この点は下位グループ特有の傾向であり、その理由についてであるが、現在の燃料電池分野の応用フェイズとの関係が考えられる。すでに、出願上位の自動車メーカー各社は、燃料電池を利用した試作車を作りはじめ、2010年ごろの市場化に向けた収束段階にあるものと考えられるが、これを実現するため、各技術要素に関し技術的に深く掘り下げたMono型出願の比率が多くなっているものと思われる。一方、下位出願者においては、先行開発企業が強化している技術分野をサポートする付随的な種類の発明か、もしくは、既存の発明に拘束されない自由な発想によって、異分野横断型の発明を行っている可能性が高いと思われる。

なお、2005年の下位グループにおいては、Mix型が減少し、Only型とほぼ同等の比率に落ち着いているが、3タイプのうちで最も数が多いことには違いがない。また、年次の変化傾向としては、① Mix型は減少、② Only型は微増、③ Mono型は大幅増加、となっており、③については上位企業群と同等な変化傾向を示している。

#### 4.4. Fターム併用による技術分野の深堀分析

さて、最後に、IPCによる分類に加え、Fタームを併用した分析の結果についてまとめておこう。Fタームは、IPCとはまた異なる観点の技術分類ゆえ、イノベーション・ポジションが似通った企業間の特徴・差異を抽出することが可能である。図表15は、出願上位3社（トヨタ、日産、本田）における、書誌タイプ別のFターム出現状況である。各年度のタイプ別に、テーマコードの種類と、個々のFタームの出現件数を記しているが、Fタームは「技術観点」がベースとなるため、Mix型には60種類を超える多くのテーマコードがあらわれているのに対し、Only型やMono型はせいぜい数種類であり、これらのタイプの違いが顕著にあらわれている。

図表15：出願上位3社（トヨタ、日産、本田）におけるタイプ別Fターム出現件数

2004			2005		
タイプ	Fターム		タイプ	Fターム	
	テーマコードの種類	出現件数		テーマコードの種類	出現件数
Mix	62種	3,006	Mix	75種	3,200
Only	5種	2,111	Only	5種	2,954
Mono	4種	1,315	Mono	6種	3,029

なお、Mix型と、Only型・Mono型の違いは、そこにあらわれるテーマコードの内容によっても明らかである。例として、図表16に、トヨタ自動車における、タイプ別書誌中の、出現数上位テーマコードを示す。

図表16：トヨタ自動車の出願書誌中における、出現数上位テーマコード

タイプ	2004						2005					
	Mix		Only		Mono		Mix		Only		Mono	
順位	テーマコード	出現数	テーマコード	出現数	テーマコード	出現数	テーマコード	出現数	テーマコード	出現数	テーマコード	出現数
1	5H115	407	5H027	256	5H027	131	5H018	277	5H026	565	5H027	635
2	5H027	186	5H026	225	5H026	63	5H027	275	5H027	564	5H026	577
3	5H026	114	4H017	7	—	—	5H026	257	4G140	5	5H115	24
計	27種	1,050	3種	488	2種	194	39種	1,442	3種	1,134	5種	1,249

Mono型やOnly型では、「5H026」と「5H027」の2種を合わせると、全出現件数の98%～100%を占めているのに対し、Mix型においては40%以下の占有率となる。また、Mix型においては、この2種とは別のテーマコード（2004年は「5H115」、2005年は「5H018」）が出現順位トップとなっているのも特徴的である。このような傾向は、日産や本田においても同様であったが、これに加え、Mix型書誌には、その企業特有のテーマコードが含まれていることが明らかになった。

図表17：Mix型書誌における、企業別テーマコード出現件数分布

MIX型書誌におけるFタームの テーマコード別出現数		2004				2005				計
		トヨタ	日産	本田	04計	トヨタ	日産	本田	05計	
5H115	車両の電氣的な推進・制動	407	309	253	969	219	210	59	488	1,457
5H027	燃料電池（システム）	186	266	166	618	275	273	99	647	1,265
5H026	燃料電池（本体）	114	94	169	377	257	148	160	565	942
5H018	無消耗性電極	63	37	144	244	277	81	68	426	670
4G140	水素、水、水素化物	56	59	45	160	66	90	47	203	363
4G069	触媒	0	78	9	87	8	36	0	44	131
4D006	半透膜を用いた分離	24	8	0	32	8	46	9	63	95
3J040	ガスケットシール	0	0	0	0	21	0	41	62	62
3G091	排気の後処理	17	0	0	17	36	0	0	36	53
3H106	磁気駆動弁	0	0	26	26	9	0	18	27	53
上位10種の小計		867	851	812	2,530	1,176	884	501	2,561	5,091
その他テーマコード（183種）		183	204	89	476	266	246	127	639	1,115
総計		1,050	1,055	901	3,006	1,442	1,130	628	3,200	6,206

図表17は、Mix型書誌中に多く含まれるテーマコードの、企業別分布を示したものである。テーマコードは、2004・2005の2か年中、上記3社のMix型書誌中の出現件数において、上位から

10種類を明示してある。また、表中の太文字は、個別企業別での最大値を示している。

2004年においては、3社とも、「5H115」（車両の電氣的な推進・制動）が最も多かったのに対し、2005年は各社各様になっていることがわかる。トヨタにおいては「5H018」（無消耗性電極）、日産においては「5H027」（燃料電池（システム））、本田においては「5H026」（燃料電池（本体））の出現数が最も多くなっている。後者2社については、Only型・Mono型に頻出するテーマコードと一致してしまっているが、図表17を詳細に眺めると、その他のテーマコードには、各社の特徴が反映されていることがわかる。たとえば、「4G069」（触媒）に関しては、2カ年合計全131件中、日産の件数が87%にあたる114件を占めているのに対し、「3H106」（磁気駆動弁）に関しては、全53件中、本田が83%の44件を占めており、技術観点からみた各社の開発重点の違いが表出している。このように、イノベーション・ポジションが似通った企業群に対しては、Fターム情報を加えることにより、各企業のR&Dにおける戦略傾向を多層的に分析することが可能となる。

## 5. 結語

本研究では、先端的な技術融合研究の分析手法として、特許データ中の筆頭IPCとCO-IPCに基づくIPC Co-Occurrenceの概念を拡張し、三つのタイプ、即ち、Mix型・Only型・Mono型への類型化を提唱した。また、この分類に基づいた、「イノベーション・ポジション」を導入し、2004年と2005年の燃料電池分野における開発動向の分析を行った。

燃料電池分野においては、「輸送用機器」・「電気機器」の2業種からの出願がドミナントであったが、各企業別のイノベーション・ポジションは、業界ごとに明確に分離していることがわかった。この事実は、業種による燃料電池分野におけるアプリケーション用途、ならびに、開発フェイズの違いを反映しているものと思われる。加えて、他社とは異なる特徴的なイノベーション・ポジションをもつ企業を例に、企業ごとのコアコンピタンスの特性の違いが、イノベーション・ポジションにも反映されることを示した。また、「ドミナント企業」群と「下位出願者グループ」群によってもイノベーション・ポジションに違いはあらわれ、発明に対する付加制約が少ない「下位出願者」においては、Mix型比率が「上位出願者」より多くなることを示した。最後に、イノベーション・ポジションに、Fターム情報を付加した分析方法を提案し、輸送用機器業界のトップ3企業に関する分析を行った。この手法により、イノベーション・ポジションが似通った企業群に対しても、各社の開発動向詳細の違いが明確化できることを示した。

今回提唱した種々の分析手法は、これまでの手法よりも統一かつ定量的な新しい視座を与えるものであり、技術融合分析を行う上で非常に有効だと思われる。今後は、更に多くの業界・データセットについて分析を行い、特定の先端技術における先端技術融合研究の進捗や、ひいては有効性の明示化に発展させていきたいと考えている。



注

- (1) 公開広報に記載されている発明は、「審査未請求のもの」、「審査請求を待つもの」、「出願され1年6ヶ月が経過し、審査中であるもの」であり、出願日から掲載までの経過時間は、概ね登録特許よりも短いと考えられる。

参考文献

- Balconi, M. and A. Laboranti. (2006). University-industry interactions in applied research: The case of micro-electronics. *Research Policy* 35: 1616-1630.
- Comanor, W. S. and F. M. Scherer. (1969). Patent statistics as a measure of technical change, *The Journal of Political Economy* 77: 392-398.
- Ernst, H., Ch. Leptien and J. Vitt. (2000). Inventors are not alike: the distribution of patenting output among industrial R&D presonel. *IEEE Transactions on Engineering Management* 47: 184-199.
- Furukawa, R. and A. Goto. (2006). The role of corporate scientists in innovation. *Research Policy* 35: 24-36.
- 後藤晃, 玄場公規, 鈴木潤, 玉田俊平太. (2006). 「重要特許の判別指標」, 『RIETI Discussion Paper』 06-J-018.
- Greenhalgh, C. and M. Rogers. (2006). The value of innovation: The interaction of competition, R&D and IP. *Research Policy* 35: 562-580.
- Jaffe, A. B. (1989). Characterizing the technological position of firms, with application to quantifying technological opportunity and research spillovers. *Research Policy* 18: 87-97.
- Kodama, F. (1995). *Emerging Patterns of Innovation: Sources of Japan's Technological Edge*, Harvard Business School Press.
- McMillan, G. S., A. Mauri and R. D. Halmilton III. (2003). The impact of publishing and patenting activities on new product development and firm performance: The Case of the US Pharmaceutical Industry. *International Journal of Innovation Management* 7: 213-221.
- Miyagiwa, K and Y. Ohnob. (1997). Strategic R&D policy and appropriability. *Journal of International Economics* 42: 125-148.
- Moser, P. (2006). *What do inventors patent?* MIT and NBER.
- Nagaoka, S and H. U. Kwon. (2006). The incidence of cross-licensing: A theory and new evidence on the firm and contract level determinants. *Research Policy* 35: 1347-1361.
- Pavitt, K. (1991). R&D, patenting and innovative activities. *Research Policy* 11: 33-51.
- Pikington, A. and R. Dyerson. (2006). Innovation in disruptive regulatory environments; A patent study of electric vehicle technology development. *European Journal of Innovation Management* 9: 77-91.
- Reitzig, M. (2003). What determines patent value?: Insights from the semiconductor industry. *Research Policy* 32: 13-26.
- Reitzig, M. (2004). Improving patent valuations for management purposes - validating new indicators by analyzing application rationales. *Research Policy* 33: 939-957.
- Suzuki, J. and F. Kodama. (2004). Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms. *Research Policy* 33: 531-549.
- 鈴木潤, 児玉文雄. (2005). 「STI ネットワークの研究」, 『RIETI Discussion Paper』 05-J-010.
- Verspagen, B., T. van Moergastel and M. Slabbers. (1994). MERIT concordance table: IPC-ISIC (rev. 2). *MERIT Research Memorandum* 94-004.
- Verspagen, B. (1996). Measuring intersectoral technology spillovers: estimates from the European and US Patent Office Databases. *Economic Systems Research* 9: 47-65.
- Tsuiji, Y. (2002). Organizational behavior in the R&D process based on patent analysis: Strategic R&D management in a Japanese electronics firm. *Technovation* 22: 417-425.