

Title	抽象化に基づく類推とコア技術の用途開発
Author(s)	廣瀬, 正幸
Citation	年次学術大会講演要旨集, 30: 931-936
Issue Date	2015-10-10
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13427
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

抽象化に基づく類推とコア技術の用途開発

○廣瀬正幸（一橋大学イノベーションマネジメント政策プログラム）

1. はじめに

8年前、富士フィルムが化粧品を販売するとの情報に驚きつつも、同社が化粧品業界へ参入するに至る経緯を知り、産業という縦割り構造に縛られている自らの狭い認識をあらためて感じさせられたことを覚えている。それは、まさにコア技術の鍛錬（注1）の結果であり、コア技術とその機能の抽象化に基づく類推（analogy）により新たな価値が創出されたものであった。

抽象化に基づく類推の研究は古くから行なわれており（注2）、探索空間を適切に絞り込む手法として、主に計算機科学、人口知能、認知科学の分野で発展している。近年、製品開発における類推の研究が盛んに行なわれているが、ソース領域からターゲット領域に直接的に写像される類推を想定したものが多く、抽象化による類推に言及したものをあまり見かけないことを不思議に感じている。

一方、日本の特にエレクトロニクス産業が競争力を低下させている昨今の状況を鑑み、従来の主流であったプロダクト・プル型からデバイス・プッシュ型の産業構造への転換の必要性が指摘されている（注3）。デバイス・プッシュ型のイノベーションでは、用途開発が不可欠であり、それはコア技術（又はその機能）の抽象化と類推による探索空間を適切に絞りこむことによって可能になると考える。本研究は、特にデバイス・プッシュ型のイノベーションに注目して、新製品開発における類推の有効性について検証するものである。

本稿は以下のように構成される。まず、2. で抽象化による類推とデバイス・プッシュ型イノベーションの関係について概説し、3. ではこれを冒頭の富士フィルムの事例に適用することで類推との関係を説明する。そして、4. では研究課題と調査仮説を提起し、5. で検証の方法を説明し、6. で検証と分析を行ない、7. で本研究のまとめを行う。

2. 抽象化による類推とデバイス・プッシュ型イノベーションの関係

新製品開発における類推の活用については、特に2000年以降、多くの研究が報告されている。たとえば、新製品の初期段階で如何に類推が利用されるか、革新的な企業で如何に類推的な思考が行われているかに焦点をあて、類推の使い方を説明するもの（注4）や、新製品の開発における類推活用の有効性を20社近い設計技術会社にインタビューし、類推の距離と類推の内容（機能的原理や形状）から、遠い類推を用いることが、より創造的なアイデアの創出に寄与することを指摘するものがある（注5）。

しかしながら、既存の研究では、ソース領域からターゲット領域に直接的に写像する類推を想定したと思われるものが多く、抽象化に基づく類推を想定した研究は製品開発の分野ではまだ多くはないように思われる（注6）。これを反映して、プロダクト・プル型のイノベーションを想定したと思われる事例が多く、デバイス・プッシュ型のイノベーションの有効性を類推の観点から検討したものは多くない。

2-1 抽象化に基づく類推

類推は未知のターゲット領域に既知のベース領域に含まれる関係構造を移転することであり、ベース領域からターゲット領域に直接的に写像される類推と、抽象的な領域を介して間接的に写像される類推に大別することができる（注7）。

後者の手法では、ベースとターゲットの共通の抽象的知識、すなわち抽象化を仮定することが、前者の手法と異なっており、後者の手法ではこれによって、ベースからターゲットへ写像される対応づけの候補を絞り込むことが可能になると説明されている。また、この後者の共通属性の抽出による抽象化を進展させ、目的的、機能的な観点からのプラグマティックな抽象化を「準抽象化」と呼び、その一般性と有効性を提唱する研究（注8）や、抽象化を用いることで、より遠くの領域からアイデアを借りてくることが可能となる指摘が報告されている（注9）。

本研究でも抽象化に基づく類推に着目する理由を、ベースからターゲットへの効率的な用途探索に置いているが、また同時に、用途開発を進める過程でコア技術の抽象化が、それを意識するか否かに拘わらず、既に開発手法のひとつとして多くの企業で行われているとの推測的な仮定に基づいている。

2-2 プロダクト・プル型イノベーションとデバイス・プッシュ型イノベーション

一方、最終製品を起点として製品を最適化することで強い競争力を示してきた日本の特にエレクトロニクス産業が競争力を低下させている状況の分析に基づき、「プロダクト・プル型」から「デバイス（機能モジュール）プッシュ型」への産業の構造転換が求められていることが指摘されている（注10）。デジタル化やグローバル化の進展によって、製品の開発や生産において企業が扱うべき複雑性が急速に増大する一方で、個別製品の枠を超えて普遍的な機能を担うデバイス（機能モジュール）が主導権を握っていくことが可能になっている状況を踏まえ、製品の機能を「抽象化」して捉えることにより、機能と境界の再定義を臨機応変に行う必要があると述べる（注11）。

そうであるならば、製品開発において、今注目しなければならないのは、既存の製品の課題を解決すべくその解決手段を異なる技術分野に求めるプロダクト・プル型のイノベーションではなく、既存の技術を異なる技術分野に適用するデバイス・プッシュ型のイノベーションのほうである。前者はたとえば、靴メーカーのナイキ社の開発者が人気商品となった Nike SHOX を開発するにあたり、Formula 1 のレーシングカーに使われている衝撃緩衝器を手本にした話が知られている（注12）。後者は、冒頭に述べた富士フィルムの化粧品業界への進出があげられよう。

3. 富士フィルムの事例への類推の適用

富士フィルムは2007年に化粧品の販売を始めた。写真フィルムと人の肌は一見すると異なる対象のように見えるが、写真フィルムの主成分はコラーゲンであり、このコラーゲンはまた人間の皮膚の約70%を構成するタンパク質のひとつである。富士フィルムは写真フィルムで培った写真の色あせ防止と、撮影当時の色を長期間保つ独自のコラーゲン技術、すなわち抗酸化の知見とナノテクノロジーを、肌の弾力維持と色素沈着の予防が求められる化粧品に適用した（注13）。

これを類推の観点から見ると、写真フィルムの主成分であるコラーゲンの機能を抽象化することによって用途探索を行い、同じくコラーゲンを主成分とする人の肌への適用を検討し、同社のコア技術である抗酸化技術とナノテクノロジーを化粧品に応用したものと同じと見ることができる（注14）。

このように、既存製品からコア技術の機能を抽出して新製品を開発する、いわゆる「デバイス（機能モジュール）プッシュ型」のイノベーションは、ベース領域の知識を抽象化してターゲット領域へ写像する類推的な思考の過程として説明できる。

4. 研究課題と調査仮説

以上の説明と一連の先行研究から以下の課題を指摘できる。

まず、新製品開発における類推の活用については、2000年以降、既に多くの研究が報告されており、類推によるイノベーションの創造性が高いことが示唆されているが、類推の有効性を数値的な目に見える形で実証した研究は少ない。

次に、既存の研究では、プロダクト・プル型のイノベーションを想定したと思われるものが多く、デバイス・プッシュ型のイノベーションの有効性を類推の観点から検討したものは多くない。それを反映してか、企業の製品開発においても、デバイス・プッシュ型の開発手法より、いまだプロダクト・プル型の開発手法が多いように見受けられるが、それを数値的に見える化したものはいまだ見当たらない。

このため、冒頭の富士フィルムの事例が、単発的に起きた類推事例なのか、同社の企業風土として根ざした活動の成果なのかを判断することができない。

以上のことから、次の調査仮説を設定した。

仮説1：類推に基づき創出されたアイデアの創造性はそうでないものと比較し高い。

特に、デバイス・プッシュ型のイノベーションの方がアイデアの創造性は高い。

仮説2：デバイス・プッシュ型のイノベーションの方がプロダクト・プル型より活用が少ない。

仮説3：富士フィルムはデバイス・プッシュ型の開発手法が他社より高い。

5. 検証の方法

本調査仮説を検証するにあたり、一般財団法人知的財産研究所のホームページにて公開されている「IIP パテントデータベース」を使用した（注 15）。発明とは「自然法則を利用した技術的思想の創作のうち高度のもの」（特許法第 2 条）であり、知識の新たな結合による社会の変革（狭義では技術革新）と定義されるイノベーションと軌を一にすると考えたからである。

発明においても置換・転用と呼ばれる古典的な審査の類型があり、既存の製品の課題を解決すべくその解決手段を異なる技術分野に求めるプロダクト・プル型のイノベーションや、既存の技術を異なる技術分野に適用するデバイス・プッシュ型のイノベーションとその思考のプロセスが類似している。

そこで、「IIP パテントデータベース」で提供される 5 つのファイルのうち、「引用情報ファイル」と「特許出願ファイル」を合成して、1990 年以降に出願された特許出願（引用特許出願）のうち、引用特許出願の統合技術分類（注 16）と、被引用特許出願の統合技術分類が“異なる”ものを抽出した。本研究では、これを便宜上「類推的出願」と呼ぶ。この類推的出願（図で赤で示す）を審査請求された出願（図で青と赤の和で示す）とともに出願年別に示す棒グラフを第 1 図に示す。第 1 図から明らかなように、審査請求済出願に対する類推的出願の割合は 2000 年から 2008 年の間、約 20% でほぼ一定の割合で推移している（注 17）。なお、2009 年以降（破線枠で示す）、審査請求済の出願および類推的出願の数が減少しているが、これは、出願後の審査請求期間と審査に要する時間に起因するもので、対象件数が必ずしも減っているわけではない。しかし、審査が進んでいない 2009 以降の出願データを調査の対象として用いることはできないので、仮説の検証にあたっては、既に審査請求され一定の審査結果が得られる 2008 年の出願データを用いることにした。

次に、抽出された類推的出願を、プロダクト・プル型の発明と、デバイス・プッシュ型の発明の 2 つに分けて比較検証するため以下の方法を用いた。すなわち、前述の 2-2 の説明から出願人の主要な製品（又は製品の機能）が統合技術分類 X で表されると仮定すれば、既存の製品の課題を解決すべくその解決手段を異なる技術分野に求めるプロダクト・プル型の発明では、技術分類 X は本願の技術分類と一致し、引用例の技術分類には一致しないと考えられる（以下、これを「パターン A」と呼ぶ）。一方、既存の技術を異なる技術分野に適用するデバイス・プッシュ型の発明では、技術分類 X は引用例の技術分類とは一致するが、本願の技術分類には一致しないと考えられる（以下、これを「パターン B」と呼ぶ）。

しかし、ここで問題となるのは、年間 4 万件にも及ぶ大量の出願に対して、各社の主要な製品（又は製品の機能）を統合技術分類にまとめた既存の表が存在しないことであった。そこで、2004 年から 2011 年の 8 年間に提出された大量のデータを出願人別に並び替え、各出願人ごとに統合技術分類の多い順で第 1 位から第 3 位までを抽出することで、個数で 103,530 に及ぶ出願人毎の主要製品（又は主要製品の機能）を技術分類別にまとめた「出願人の技術分類表」を作成しこれを代用することにした。

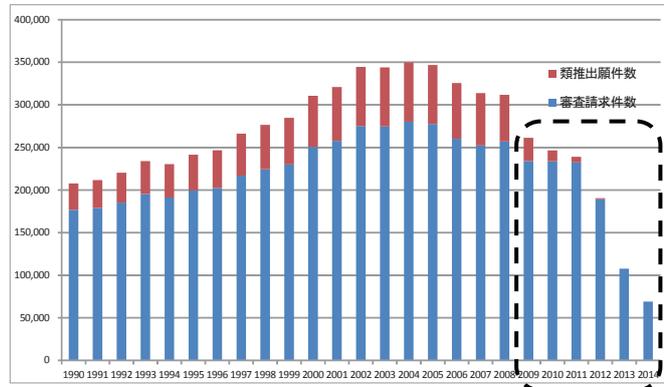
実際、冒頭に述べた富士フイルムについてみれば、第 1 位は技術分類 27（写真関係）で 3,273 件、第 2 位は分類 4（医療関係）で 1,442 件、第 3 位は分類 31（電気・電子部品関係）で 1,403 件となり、同社の主要な製品群を表していると考えられる。

6. 検証と分析

【検証 1】類推に基づき創出されたアイデアの創造性の高さ

前述の 5. で述べた検証方法に基づき、2008 年の出願から抽出された類推的出願 54,646 件をパターン A とパターン B に分類し、それぞれの登録率を求めた結果を第 2 図に示す。なお、表中「その他」と記載している欄は、類推的出願ではあるものの各出願人別の

第 1 図



第 2 図

	出願件数	登録件数	登録率 (%)
パターンA	29,008	19,807	68
パターンB	15,083	10,585	70
その他	10,555	7,139	68
計	54,646	37,531	69

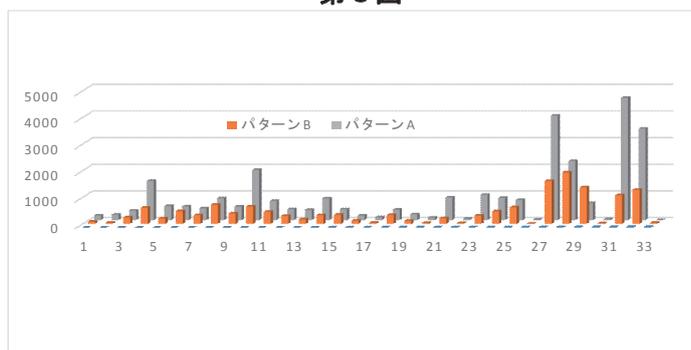
第1位から第3位まで統合技術分類には該当しなかった出願を示す。

この表から明らかとなり、類推的出願の登録率は69%で、特許庁が発表した2008年出願の審査請求済出願に対する登録率67.7%(注18)より僅かながら高いものの際立って高くはなかった。一方、パターンBの登録率は70%であり、全体の登録率67.7%と比較しても高い数値を表している。数パーセントの差は一見すると少ないように見えるが、母数である54,646件の1%は546件である。2%高めるには1,092件の登録する必要があることを考えれば、決して小さな差ではないと考える。

【検証2】パターンAの発明とパターンBの発明との件数比較

第1図に示すように、パターンAの出願(29,008件)は、パターンBの出願(15,083件)より約2倍多く、この傾向は他の出願年でも見られた。この出願件数の差を統合技術分類別に比較した結果を第3図に示す。

第3図



この図から明らかのように、ほぼ全技術分類に亘ってパターンAの出願がパターンBの出願を凌いでいる。パターンAにおいて特に出願が多いのは、技術分類31、27と32であり電気や測定・光学に関する出願が多いのに対し、パターンBは技術分類28、27と29となっており、パターンAと多くは重複するものの制御・計算機、表示・音響・情報記録が特に多いことがわかる。

また、2008年における両パターンの出願件数が最も多い出願人のベスト15社を調べると、第4図に示すようになる。この図から明らかのように、いずれのパターンにおいても共通の大手企業が首位を占めており、出願件数の量がそのまま類推出願の多さに表れているようにも思われる。

【検証3】富士フィルムはパターンAよりパターンBの出願の比率が他社より高い。

富士フィルムは第4図においてJ社で示されており、両パターンにおいて既に高い位置を占めているが、パターンAの出願件数に対するパターンBの出願件数を比率で表すと、第5図に示すように、同社は82%となりトップに僅かに届かないものの上位5社に入る。

なお、同社が最も多く出願している技術分類27(測定・光学・写真・複写機)の出願に対するパターンAの引例の技術分類と、同じく技術分類27の引用例に対するパターンBの出願の技術分類の各分布状況をそれぞれ第6図と第7図に示す。まず、第6図から技術分類27の出願に対して、引用例として、特に14(高分子)、31(電気・電子部品、半導体、印刷回路、発電)と32(電子回路・通信技術)が引かれていることが理解される。一方、第7図から、技術分類27の引用例が、技術分類4(医療機器・娯楽)、14(高分子)と32(電子回路・通信技術)の出願に適用されており、化粧品(A61K7/00)が技術分類4に属することから、前述の3.で述べたように、ベース領域にある写真フィルムの知識が抽象化されてターゲット領域にある化粧品へ適用される思考の過程が示されていることがわかる。

第4図

パターンA			パターンB		
順位	出願人	出願件数	順位	出願人	出願件数
1	A社	551	1	A社	360
2	B社	477	2	F社	322
3	C社	409	3	C社	317
4	D社	406	4	B社	309
5	E社	393	5	L社	289
6	F社	361	6	E社	280
7	G社	352	7	H社	276
8	H社	328	8	G社	270
9	I社	319	9	J社	261
10	J社	300	10	N社	234
11	K社	275	11	D社	227
12	L社	250	12	I社	209
13	M社	250	13	K社	208
14	N社	243	14	O社	173
15	O社	227	15	M社	160

第5図

	出願人	パターンA 出願件数	パターンB 出願件数	B/A比率
1	I社	250	209	84
2	K社	250	208	83
3	D社	275	227	83
4	G社	328	270	82
5	J社	319	261	82
6	H社	352	276	78
7	N社	300	234	78
8	E社	361	280	78
9	C社	409	317	78
10	P社	185	141	76
11	B社	406	309	76
12	Q社	192	142	74
13	L社	393	289	74
14	R社	201	144	72
15	O社	243	173	71

第6図



第7図



7. まとめ

本調査結果により、先行研究では必ずしも明らかにされていなかった類推による製品開発の有効性に関する3つの仮説を確認することができた。すなわち、特許が対象とする発明の創造とイノベーションが相関関係を有することを前提として、以下のことを確認した。

検証1：類推に基づき創出されたアイデアの創造性はそうでないものと比較し高いとは必ずしも言えないが、デバイス・プッシュ型のイノベーションについては他と比較しアイデアの創造性が高い。

検証2：デバイス・プッシュ型のイノベーションの方がプロダクト・プル型より活用が少ない。

検証3：富士フィルムはデバイス・プッシュ型の開発手法が他社より高い。

以上の検証結果から、プロダクト・プル型からデバイス・プッシュ型の産業構造への転換を図るため、既存の技術を異なる技術分野に適用するデバイス・プッシュ型のイノベーションを奨励することが、創造的なアイデア創出を増大する上で望ましいものとする。

注記

- 1) 延岡健太郎「MO T [技術経営] 入門」日本経済新聞出版社（2006年）102～134頁。
- 2) Russell Greiner “Learning by Understanding Analogies” Artificial Intelligence, Vol. 35 (1988) pp. 81-125
- 3) 青島矢一, 武石彰, マイケル・A・クスマノ「メイド・イン・ジャパンは終わるのか」東洋経済新聞社（2010年）294～342頁。
- 4) Katharina Schild, Cornelius Herstatt, Christian Luethje “How to use analogies for breakthrough innovations” (2004) pp. 2-11
- 5) Katharina Kalogerakis, Christian Luethje & Cornelius Herstatt “Developing Innovations Based on Analogies: Experience from Design and Engineering Consultants” The Journal of Product Innovation Management, 27 (2010) pp. 418-436
- 6) 製品開発に関連して、抽象化に基づく類推に言及または示唆する邦文の先行研究として以下のものがある。細谷功「アナロジー思考」東洋経済新報社（2011年）122～126頁、澤口学「VEの価値を高める『TRIZ』」VALUE COMPETENCY No. 37（2013年）22～25頁。
- 7) 桜井成一郎, 脇園竜次, 原尾政輝「4. 抽象化に基づく類推」情報処理34巻5号（1993年）558～565頁。
- 8) 鈴木宏昭「類似に基づく思考と学習に関する認知科学的研究」博士論文（東京大学）（2000年）全250頁。
- 9) 前掲注6、細谷文献122頁参照。
- 10) 前掲注3参照。
- 11) たとえば、創業当初から印刷向けのインキを作っているDIC（旧_大日本インキ化学工業）が、1990年代の後半から、液晶で表示される色を鮮やかに映し出す顔料の開発に着手し、現在では液晶テレビなどのディスプレイが色を出すために必要な顔料で世界シェアの8割を占めている事例が考えられる（2015年5月14日のNHKのTVニュースにて一橋大学の楠木教授の説明より引用）。

- 12) 前掲注4、P3 参照。
- 13) 説明にあたり以下の URL を参照した。
日経 CNBC「テクノサミット_ものづくりの超人たち_アスタリフト (ASTALIFT) シリーズ: 富士フィルム」
<http://choujin.jp/corp/documentary.aspx?item=255> (2015年8月30日現在)
- 14) もっとも、天然高分子コラーゲンを、化粧品や医療分野等の用途に用いる(株)高研のような企業は既に存在していた。
- 15) 本データベースの使用にあたって、以下の資料を参照した。なお、各ファイルは2015年7月21日にデータベースから抽出したが、特許出願ファイルについては2015年8月14日に再抽出した。
後藤晃・元橋一之「特許データベースの開発とイノベーション研究」知財研フォーラム63号P43(2005)
<http://www.iip.or.jp/patentdb/pdf/bunken.pdf> (2015年8月28日現在)
株式会社人口生命研究所_IIPデータベース運営委員会「IIPデータベース_簡易マニュアル」(平成26年5月30日版)
<http://www.iip.or.jp/patentdb/pdf/manual.pdf> (2015年7月20日現在)
- 16) I P Cコードは詳細な技術分野を示すものとして有益であるが、マクロで技術分野別出願状況を見るためには細かすぎるという問題がある。そこで本調査では、W I P Oの公式統計で用いられている統合技術分類を用いた。統合技術分類については下記「付録1」(前掲15より引用)を参照されたい。
- 17) 実用新案が先行文献として引用されているものはかなりの件数に上るが、整理標準化データに収録されている引用情報は、国内特許文献に限られることから、実際には20%より大きな比率になると考えられる。
- 18) 特許庁「特許行政年次報告書2015年度版」(2015年)5頁 1-1-7 図を参照。
https://www.jpo.go.jp/shiryou/toushin/nenji/nenpou2015_index.htm (2015年8月28日現在)

付録1. 統合技術分類 (WIPO 統計をベースとした特許技術分類)

技術分類	米国対応大分類	内 容	対応IPC
1	6	農水産	A01 (但しA01Nを除く)
2	6	食料品	A21~A24
3	6	個人・家庭用品	A41~A47
4	3	医療機器・娯楽	A61~A63 (但しA61Kを除く)
5	3	医薬品	A61K
6	1	処理、分離、混合	B01~B09
7	5	金属加工、工作機械	B21~B23
8	5	切断、材料加工、積層体	B24~B32 (但しB31を除く)
9	6	印刷、筆記具、装飾	B41~B44
10	5	車両、鉄道、船舶、飛行機	B60~B64
11	5	包装、容器、貯蔵、重機	B65~B68
12	1	無機化学、肥料	C01~C05
13	1	有機化学、農薬	C07~A01N
14	1	高分子	C08
15	1	洗剤、応用組成物、塗料、石油化学	C09~C11
16	3	バイオ、ビール、酒類、糖工業	C12~C14
17	3	遺伝子工学	C12N15/
18	5	冶金、金属処理、電気化学	C21~C30
19	6	繊維、繊維処理、洗濯	D01~D07
20	6	紙	D21~B31
21	6	土木、建設、建築、住宅	E01~E06
22	6	鉱業、地中削孔	E21
23	5	エンジン・ポンプ・工学一般	F01~F04 F15
24	5	機械要素	F16~F17
25	6	照明、加熱	F21~F28
26	6	武器、火薬	F41~F42 C06
27	4	測定・光学・写真・複写機	G01~G03
28	2	時計・制御・計算機	G04~G08
29	2	表示・音響・情報記録	G09~G12
30	4	原子核工学	G21
31	4	電気・電子部品、半導体、印刷回路、発電	H01~H02 H05
32	2	電子回路・通信技術	H03~H04
33	6	その他	B81~B82