

Title	外適応(exaptation)主導のイノベーションに関する事例分析
Author(s)	廣瀬, 正幸
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 752-755
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	https://hdl.handle.net/10119/20252
Rights	本著作物は研究・イノベーション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 Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

2 C 2 2 外適応（exaptation）主導のイノベーションに関する事例分析

廣瀬正幸

1. はじめに

外適応主導のイノベーションが最近注目を集めている。その理由の一つは、外適応が従前に獲得した機能を異なる領域に移行させるプロセスを強調する点にある。これが、ラディカルなイノベーションの起源に関心を持つ研究者の関心を引きつけている。外適応の特徴はそのプロセスにある。イノベーションに関する既存研究の多くは、特定の課題に対する解決手段を探すのに対し、外適応はこれを逆転させ、解決手段から課題を探すアプローチをとる。したがって、外適応に関する研究の目下の焦点の一つは、「既存の人工物に新たな機能性（functionality）や用途がどのように現れるか」にある。本研究では、日本の繊維メーカーに着目し、その特徴を事例から分析する。

2. 先行研究

2-1 外適応の起源

外適応は、Gould and Vrba (1982)により進化生物学のコンテキストで開発され、特性の起源を説明するために適応以外の方法を検討するよう促すために導入された[1]。現在では、外適応の役割は、生物医学や、物理学、材料科学、経済学、社会科学、コンピューターサイエンス、そして心理学や建築学等のさまざまな分野で認識されている。しかし、2012年頃までは、社会科学の分野では、外適応という用語は広く使用されてなく、その可能性は潜在的なままであった。

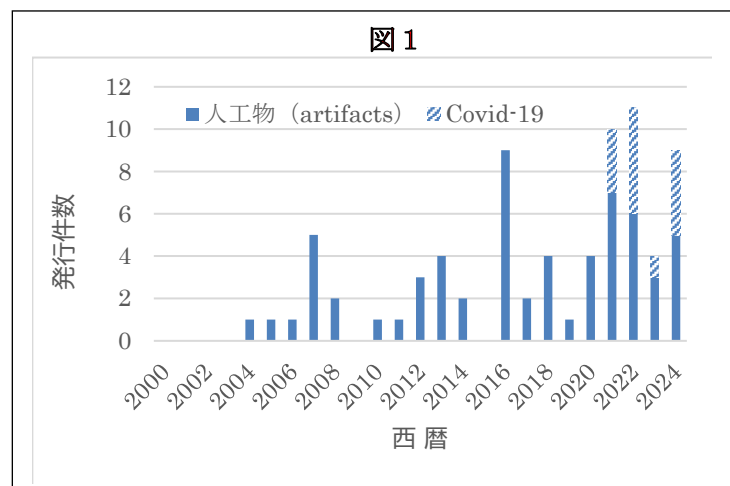
2-2 イノベーションマネジメント研究にかかる先行研究

このような「外適応」という生態学的概念が、イノベーションの研究分野に導入されたのは比較的最近である。2019年に公開されたレビュー論文では、対象となる論文は12件しかないことが報告されている[2]。著者が、Web of Science Core Collectionを用いて、技術や製品等の人工物（artifacts）を対象とする外適応の研究を調べたところ、2024年まで約75件（このうち、Covid-19関係は13件）の論文があった。図1に示すように、その多くは2020年以降に増えている。Covid-19を扱った外適応の論文の増加も一因と考えられる。

イノベーション研究における外適応の適用例には、数多くの事例が報告されている。例えば、軍用レーダー用に開発されたマグネトロンを電子レンジに転用した例や、廃棄物の悪臭を防ぐ石炭酸を、手術後の消毒に外適応した事例、自動車のエアバックに使用された加速度計をWii®ゲームのコントローラに採用した事例、3Mの粘着力の弱い接着剤を再利用可能な付箋紙（ポストイット®）に用いた事例等である。

外適応主導のイノベーションとは、既存の成果物の潜在機能を新しいコンテキストに用いることであり[3]、個人の偶然の発見から生じることもあるが、意図的なサーチにより顕在化する可能性が指摘されている[4][5]。外適応は、特定の機能の性能を向上させる為の技術変更を指す適応（adaptation）を補完する関係にある[6]。外適応の特徴はそのプロセスにある。イノベーションの既存研究の多くは、特定の課題（problem）に対する解決手段（solution）を見つけることに重点を置く傾向にあるが[7]、外適応はこれを逆転させ、解決手段から課題を探すアプローチをとる。具体的には、企業は、既存のリソースの新しい用途をサーチする、つまり機能的サーチを行うことで、新規性を生み出すことを主眼とする[8]。

このような外適応に関する研究の主要な焦点の一つは、「既存の人工物に新たな機能や用途がどのように現れるか」[5]、または「人工物の特徴が、もともと適応または選択されていなかった機能を獲得するプロセス」にある[9]。



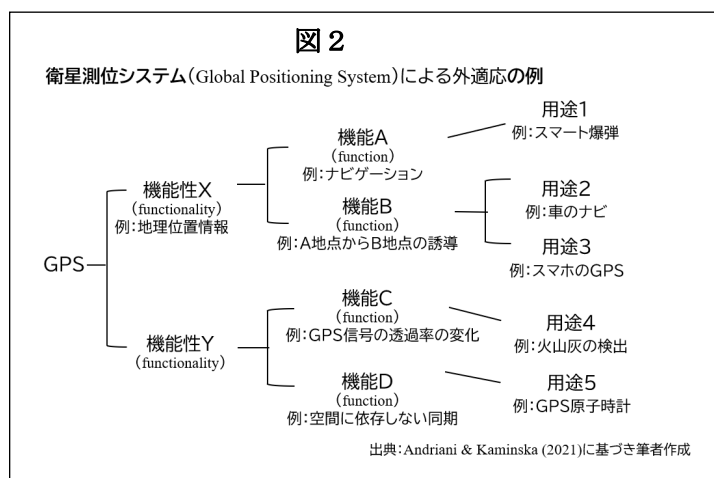
3. 分析枠組み

Andriani (2022)は、「機能 (function)」と「機能性 (functionality)」の違いに着目することの重要性を説く。具体的には、外適応とは、同じ又は異なる機能性に基づく異なる機能の出現を指す[10]。機能とは機能性の目的のある使用であり、したがって機能はニーズを満たし、具体的な複数の「用途」を誘導する。

たとえば、図2に示すように、衛星測位システム (“GPS”) による外適応の例を考えてみる。GPS システムは、もともとスマート爆弾 (用途1) をある地点から別の地点に誘導するために開発された。この用途を外適応によって抽象化し、GPS の機能性Xである地理位置情報に上位概念化すれば、その機能は車のある地点から別の地点に誘導するためのカーナビ (用途2) への利用が類推される。あるいは、人のある地点から別の地点に誘導するためのスマホのGPS (用途3) に展開することも可能である。このように、一部の外適応では、共利用 (co-option) は同じ機能性に基づいている。換言すれば、スマート爆弾 (用途1) は車 (用途2) や人 (用途3) への用途を誘導するために共利用されている。

一方、GPS システムは、空の火山灰の存在を測定 (用途4) するために使用され、また、超高速金融取引の高精度クロック (用途5) としても使用される。これらの用途が派生する外適応は、機能性Xとは異なる機能性Yに基づいている。火山灰検出 (用途4) の場合、新しい機能性Yに基づく機能Cは火山灰によって引き起こされる GPS 信号の透過率の変化であり、GPS の原子時計 (用途5) の場合、新しい機能性Yに基づく機能Dは空間に依存しない同期である。このような新しい機能性に依拠する外適応は、よりラディカルとなる可能性が示唆されている[10] [11]。

したがって、本稿の目的は、新しい機能性に依拠する外適応がどのように出現するか、そのような外適応を生み出す源泉とは何かを事例分析を通して探ることにある。次節では、日本の繊維メーカーに着目し、特許の出願内容から、その特徴を分析する。



4. 事例分析

本稿において、繊維メーカーに着目した理由は、第一次石油危機 (1973 年) の煽りを受けた 1970 年代に、日本の繊維メーカー各社が合成繊維への切り替えに向け、技術 (研究開発) の多角化を推進した点が背景にある。これは、Gould and Vrba (1982) が外適応を提唱する前に、既に日本において、解決手段から課題を探すアプローチが実践されていたことを示す。東レとクラレの2社も、事業展開の基礎を高分子化学技術に置き、脱成熟化に向けた取り組みを行うが、両社とも 1970 年代のほぼ同じ時期に2つの画期的な技術を発明する。東レの極細繊維「エクセーヌ®」とクラレのバリア材料「エバール®」である。本稿ではこの2つの技術に着目する。

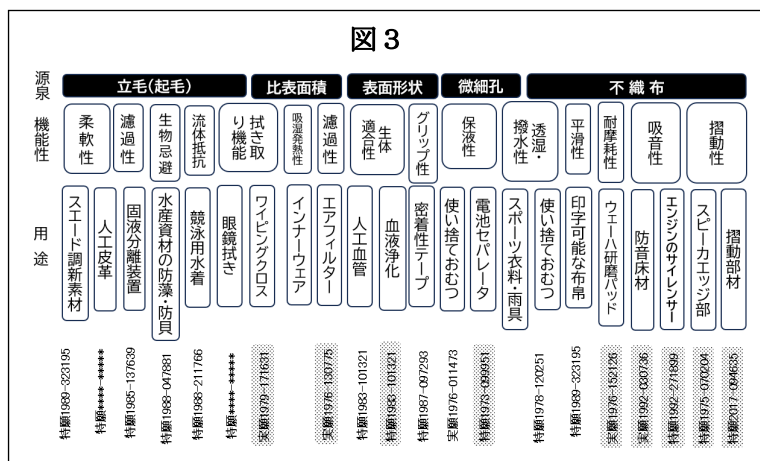
なお、分析にあたっては、特許情報プラットフォーム (J-PlatPat) を用いて分析を行った。同じ機能性に基づく同じ用途を示す特許出願は多数あるが、そのうち、最初にその用途に言及した最も早い出願を把握するように努めた。このため、他社の出願を引用する場合は、番号をドット模様で示している。

4-1 東レの極細繊維「エクセーヌ®」の事例

極細繊維は、東レが極細繊維の立毛を持つスエード (鹿革) 調の人工皮革として、1971 年に「エクセーヌ®」の商標で操業化したものである。柔らかなタッチと優美さが海外で人気を博し、欧米でもほぼ同時期に市場化している。極細繊維とは、一般に約 0.7 デニール未満の径を指し、特に 0.2~0.1 デニール程度のものを超極細繊維と呼称している。髪の毛の太さは 50~60 デニールであり、天然素材の中で最も細い絹でさえ 1.3 デニールであるから、極細繊維が如何に細い繊維であるかが理解される。

図3に、東レがスエード (鹿革) 調新素材を、衣料から、生活用品、産業用、そして医療へと用途展開した事例を示す。縦軸に、「用途」とその一例を示す「特許出願の番号」を記載し、その用途を導く「機能性」と、その機能性を生み出すと考える「機能性の源泉」を示している。

トレーシー®の商標で著名なメガネ拭きのワイピング機能や、エアフィルターの濾過機能は、極細繊維の“比表面積の大きさ”を源泉とする機能性に着目した用途の例である。これに対し、極細繊維の



可撓性を利用して固液分離する用途は、極細繊維の“立毛”を源泉とする機能性を活かした例であり、同じ機能性から派生する用途の例として、水産資材に藻や貝が付着するのを防止する生物忌避機能や、競泳用の水着の流体抵抗を下げる機能が示されている。また、電池用セパレータや使い捨ておむつに活用した例は、微細孔を有する極細繊維の保水機能に着目している。

更に、極細繊維は人工血管や血液浄化への応用開発が進められているが、これは極細繊維が生体適合性を有し、その内面が均一な抗血栓性の生体疑内

膜で覆われることを活用している。更にまた、極細繊維からなる不織布をスピーカエッジ部に用いると摩耗を抑制する摺動機能があることや、床下の防振材に用いると特に低周波音域で吸音機能があることが報告されているが、このような機能は極細繊維の不織布としての形態に起因するものと考えられる。

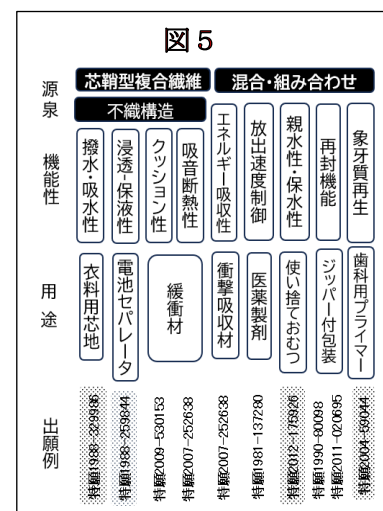
これらの複数の用途は、一つの機能性により派生したものではなく、拭き取り機能や、濾過機能、生物忌避機能や生体適合性等、数多くの機能性に基づくものである。そして、これらの機能性の源泉は、立毛、比表面積、表面形状、細孔、不織布等の異なる“繊維形態”に起因するものと考えられる。極細繊維を開発した岡本三宜によれば、東レでは極細繊維の用途展開を行うにあたり、“繊維形態”に着目しつつ衣料以外の新用途の開発に向け機能（性）の発掘を行ってきたことが述べられている[12]。立毛、比表面積、表面形状、細孔、不織布等の異なる“繊維形態”はまさに、異なる機能性の源泉となるものであったと考えられる。

東レの極細繊維はその形状に特徴があったが、材質そのものに特徴がある場合、その機能性の違いも同じように“繊維形態”から派生するのであろうか？ これをクラレの事例を通して次節で検討する。

4-2 クラレのEVOH「エバール®」の事例

EVOH はクラレにより 1972 年に「エバール®」の商標で操業化されたバリア材料であり、正式名称を「エチレン-酢酸ビニルランダム共重合体けん化物」というプラスチックの一種である。ガスや香り、有機溶剤や熱等に対するバリア特性に優れており、かかる特性を生かして、食品包装用途（マヨネーズや、かつお削りぶしの包装材）から工業薬品包装材料、農業包装材料、医薬品包装材料等に用途を拡げてきた。この背景には、プラスチックの多層押出と二次加工技術の飛躍的な発展も見逃せないが、本稿では技術が適用された用途に焦点を当てる。

図 4 は、このような EVOH の用途展開を図 3 と同様に、機能性と機能の源泉に紐づけて示している。図 3 との違いは「用途」の上に、「被遮断媒体」の情報を追加している点である（図 4 の作成にあたっては、猪狩（2013）の表 5 を参考にした[13]）。産業用途への展開として図 4 の左から、自動車の燃料タ



ンク、燃料パイプ、冷蔵庫用の真空断熱板、床暖房用温水パイプ、樹脂製壁紙、靴用クッション材等の用途が示されているが、これらの用途は、いずれも EVOH のバリア機能性を共利用するものである。一つの機能性から、これだけ多くの用途が生み出されることは驚くべきことであるが、本稿の目的は“異なる機能性”に基づく用途を調べることにあるので、バリア機能性とは異なる EVOH の機能性に基づき派生した用途を調べた。その結果、以下の特許出願の事例が検出された。

まず、中空糸膜を用いた人工臓器や多孔膜を用いた血漿分離など、メディカル用途への展開である（図4右側）。EVOH は親水性を有し、生体適合性にも優れているため、通常の透析器に必要な血液凝固用の添加物が不要となるメリットが評価されている。次に、芯部が保水性材料、鞘部が疎水性の EVOH からなる“芯鞘型複合繊維”を用いた用途展開が注目される（図5左側）。これは EVOH に欠けている保水性を補う構成であるが、更に不織構造とすることで、クッション性や吸音・断熱等の新たな特性が生まれている。更に、EVOH 独自の新たな特性に気づき、他の材料と混合または組み合わせた出願（図5右側）が公開されている。例えば、生体との親和性のよい EVOH の成形物に医薬を埋設することで、体内での薬の効き目を制御するものや、EVOH の表面にコラーゲンを固定化することで歯の象牙質を再生する機能に着目した事例等である。

これらの複数の用途は、バリア機能性により派生したものではなく、生体との親和性や、吸音・断熱性等の異なる機能性に基づくものであった。そして、これらの異なる機能性の源泉は、中空糸膜、多孔膜、芯鞘型複合繊維、不織構造、材料の組み合わせ等の異なる“繊維形態”に起因するものであった。

5. まとめ

前節で検討した2つの事例では、特許出願データを用いて、一つの技術から派生した一連の用途を共利用する他の用途から共通する機能性を特定し、その機能性を生み出す機能性の源泉を調べることを試みた。その結果、検出された一連の用途は一つの機能性から派生したものだけではなく、異なる機能性から派生したものが含まれていることが確認された。そして、この2つの事例における機能性の源泉は、異なる“繊維形態”に起因するものであるとの結論に至った。

本稿で用いた極細繊維とバリア材料の2つの事例が他の事例にも等しく適用されるかは、なお検討の余地はあるが、新しい機能性に依拠する外適応がどのように出現するか、外適応を生み出す源泉とは何かを探る上で一つの可能性を示したものと考ええる。

参考文献

- [1] Gould, S. J., & Vrba, E. S. (1982). Exaptation—a missing term in the science of form. *Paleobiology*, 8(1), 4-15.
- [2] De Sordi, J. O., Nelson, R. E., Meireles, M., Hashimoto, M., & Rigato, C. (2019). Exaptation in management: beyond technological innovations. *European Business Review*, 31(1), 64-91.
- [3] Dew, N., Sarasvathy, S. D., & Venkataraman, S. (2004). The economic implications of exaptation. *Journal of Evolutionary Economics*, 14(1), 69-84.
- [4] Andriani, P., & Cattani, G. (2024). Toward an evolutionary theory of shadow options: Emergent functions of Corning's glass-based innovations. *Organization Science*, 35(6), 2249-2271.
- [5] Andriani, P., & Cattani, G. (2022). Functional diversification and exaptation: the emergence of new drug uses in the pharma industry. *Industrial and Corporate Change*, 31(5), 1177-1201.
- [6] Andriani, P., Cattani, G., Dang, R. J., & Kaminska, R. (2025). From perfume to spirits: Exaptation of a bundle of local resources by an outsider entrepreneur. *Research Policy*, 54(1), 105137.
- [7] Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology: What it is and how it evolves*. Simon and Schuster.
- [8] Andriani, P., & Cattani, G. (2016). Exaptation as source of creativity, innovation, and diversity: Introduction to the special section. *Industrial and Corporate Change*, 25(1), 115-131.
- [9] Felin, T., & Kauffman, S. (2023). Disruptive evolution: Harnessing functional excess, experimentation, and science as tool. *Industrial and Corporate Change*, 32(6), 1372-1392.
- [10] Andriani, P., & Kaminska, R. (2021). Exploring the dynamics of novelty production through exaptation: a historical analysis of coal tar-based innovations. *Research Policy*, 50(2), 104171.
- [11] Andriani, P., Ali, A., & Mastrogiorgio, M. (2017). Measuring exaptation and its impact on innovation, search, and problem solving. *Organization Science*, 28(2), 320-338.
- [12] 岡本三宜・今井史朗「マイクロファイバーの創出と応用展開戦略」研究技術計画, 6, 2/3 (1991)
- [13] 猪狩恭一郎「バリア材料 EVOH (エバル TM) の誕生と発展の物語」日本包装学会誌 Vol.22 No.1 (2013) pp.91-96