

Title	異分野連携における新価値創造のための「知識アップサイクル」研究
Author(s)	杉木, 正之; 日戸, 浩之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 55-60
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	https://hdl.handle.net/10119/20219
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

異分野連携における新価値創造のための「知識アップサイクル」研究

○杉木正之（東京理科大学），日戸浩之（東京理科大学）

1. はじめに：研究の背景と問題意識

イノベーションにおける異分野連携の重要性

現代社会が直面する課題は、その複雑性と不確実性を増しており、単一の専門分野に閉じたアプローチでは本質的な解決が困難になっている。地球環境問題やパンデミック、少子高齢化に伴う社会構造の変化といった「正解のない問い」に対しては、工学、医学、社会科学、人文学といった既存の学問領域の垣根を越えた知の結集が不可欠である。この現実には産業界においても同様であり、デジタル・トランスフォーメーション（DX）やグリーン・トランスフォーメーション（GX）といった非連続的な変化への対応は、特定の部門だけでは達成出来ず、知識の垣根を越えた連携が企業の生存と成長を左右する時代となっている。

こうした状況を打破する鍵として、異分野連携によるイノベーション創出の重要性が一層高まっている。革新的な製品やサービス、新たな事業領域の多くは、技術や知識の単純な深化の先ではなく、異なる知識体系・価値観・アプローチが交わる部分において生まれている。これまで常識とされてきた前提が異分野の視点から問い直され、当該分野では意味や価値がないと見なされていた知識や技術が、別の文脈と交わることによって、想定外の化学反応が起こる。このような異分野の交差によって生まれる新たな視点や価値こそが、従来の漸進的な改善を超えた変革をもたらし、新たなイノベーションの源泉となり得る。

実際に、近年の画期的なイノベーション事例の多くは、異分野の知の融合から誕生している。例えば、医療分野と情報技術の融合によって生まれた遠隔診断システムは、地理的な制約を克服する新しい診療スタイルを実現しているし、企業経営においても、オープンイノベーションを通じて外部の多様な知を取り込むことは、必須戦略となっている。しかし、その重要性が広く認識される一方で、多くの連携プロジェクトが期待された成果を出すに至っていないのもまた事実である。さらに、企業間のオープンイノベーションのみならず、企業内の内部オープンイノベーションにおいても同様と考えられる。異分野の「知」を単に足し合わせるだけでは新たな価値は生まれず、そこには特有の障壁と、それを乗り越えるためのメカニズムが存在すると考えられる。

異分野連携の理想と現実

異分野連携は、参画する組織や個人に飛躍的な成長をもたらす「シナジー効果」の創出を理想として掲げられることが多い。多様な専門性を持つ人材が集まることで、単独では到達し得ない斬新なアイデアが生まれ、技術的なブレークスルーが加速し、これまでにない新しい価値が創造される。こうした大きな期待感が、産学連携やオープンイノベーション等の取り組みを強力に推進する原動力となっている。しかし、この理想的なビジョンとは裏腹に、多くの現場では想定されたシナジー効果は得られていないことも現実である。

その根源は、分野や組織の間に存在する障壁と考えられる。第一に、専門用語や思考の前提が異なることから生じる「コミュニケーションの壁」が挙げられる。同じ言葉でも分野が違えば意味が異なり、各々が暗黙の前提としている知識が共有されないため、議論が噛み合わず、本質的な対話に至らない。第二に、意思決定のスピード、リスク許容度、成功尺度の違いといった「文化の衝突」も挙げられる。大学の研究文化と企業の事業文化、あるいはデザイナーの発想プロセスとエンジニアの論理的思考プロセスなど、異質な文化が互いの進め方を非効率・非現実的だと感じさせ、プロジェクトに摩擦を生じさせる。

これらの壁や衝突が複合的に絡み合うことで、単なる意見の相違を超えた「知識のコンフリクト」へと発展する。これは、自らの知識体系の正当性を主張し、相手の専門知を無意識に軽視・排除しようとする対立状態を指す。このような状況に陥った連携は、革新的なアイデアを生み出すどころか、相互不信と疲弊感が発生し、プロジェクトは停滞・頓挫することになる。また、コンフリクトの経験は、関与

した個人や組織に長期的な負の影響を及ぼす。一度深刻な対立を経験した担当者は、「どうせ分かり合えない」といった学習性無力感から、将来の同様の機会に対して消極的・防衛的になる傾向がある(Jehn, 1995)。さらに組織レベルでは、失敗事例が悪しき前例として記憶され、新たな連携プロジェクトに対する心理的・制度的なブレーキとなる。一度の失敗が組織の挑戦意欲を削ぎ、イノベーションの源泉である多様な知の交流を自ら閉ざしてしまう、負のスパイラルに陥る危険性もある。この理想と現実のギャップこそ、異分野連携を成功に導くための方法論が喫緊の課題であることを示唆している。

本研究の問題意識

これまでの知識経営やイノベーション研究は、知識の移転や変換、あるいは組み合わせといったプロセスに焦点を当ててきた。しかし、専門性が大きく異なる異分野連携の現場では、一方の分野の知識を単純に他方へ付加することは容易ではないし、むしろ単純に付加することは軋轢を生じさせる要因となりうる。むしろ、異分野という新たな文脈への接続を目的とし、全く新しい意味と価値を付与する「アップサイクル」^aという動的なプロセスこそが異分野連携の核なのではないか。本研究は、既存のモデルでは「価値の再文脈化」という動的なプロセスを十分に捉えきれていないのではないかと、という問題意識から出発する。さらに動的なプロセスを捉えていたとしても、現実的にどうすればいいかわからないのではないかとという問題もあると認識している。

2. 先行研究レビューと本研究の位置づけ

関連する先行研究

異分野間の知識創造を論じる際、基盤となるのは野中・竹内らの知識経営論、特に SECI モデルである。これは暗黙知と形式知が「共同化」「表出化」「連結化」「内面化」の4つのモードを通じて組織的に変換・上昇する仕組みを示している(Nonaka & Takeuchi, 1995)。しかし、SECI モデルは主に同質的な文脈での知識創造を前提としており、専門性や文化が異なる異分野連携においては、前提知識の断絶や価値観の対立などの障壁をどう乗り越え、知を融合するかについては十分に議論されていない。

また、企業や組織の境界を越えて知識を探索・結合するオープンイノベーション論(Chesbrough, 2003)は、外部の多様な知見の活用的重要性を示している。Chesbrough によるこの理論は、イノベーションの源泉を外部に求めるパラダイムシフトを提唱し、産学連携やスタートアップ協業の理論的支柱となっている。しかし、外部知識の取り込みという戦略的議論が中心で、現場で生じる認知的ギャップや文化的摩擦を乗り越え、異質な知識を深く統合するプロセスの解明は十分ではない。

さらに、バウンダリー・スパンニングに関する研究(Marrone ほか, 2007)は、異なる専門性や文化を持つ集団間を橋渡しする人材や、共通理解を形成する「バウンダリー・オブジェクト」の重要性を明らかにしてきた。これは異分野連携のコミュニケーション障壁克服に具体的な示唆を与えるが、知識の「翻訳」や「仲介」に焦点が当たり、知識が新しい価値へと変容するプロセスの深い理解は発展途上と言える。

先行研究の限界と本研究の独自性

これらの先行研究は、異分野連携における知識創造の重要な側面を明らかにしてきたが、その多くは知識を「静的な資産」として捉え、効率的に「移転」し、「組み合わせる」という視点に立脚している。このパラダイムでは、知識の価値は固定的・普遍的なものと見なされがちであり、連携プロセスは既存の価値の足し算や掛け算として理解される傾向がある。しかし、真に革新的な連携の現場では、単なる知識の取引や結合を超え、ある文脈では価値を失っていた知識の意味そのものが変容し、その価値が劇的に転換する現象が見られる。先行研究は、この知識の価値がダイナミックに再定義されるプロセスを十分に説明する理論的枠組みを提供しきれていないと考える。

本研究の独自性は、この課題に対し「知識アップサイクル」という新たな分析視点を導入する点にある。これは、ファッションやインテリアの分野で「廃棄物や不要とされるものに、デザインやアイデアといった新たな付加価値を持たせることで、価値が付加された別の製品に生まれ変わらせる」というアップサイクルの概念を、知識創造プロセスに援用する試みである。すなわち、ある専門分野では陳腐化した、あるいは応用先がないと埋もれていた知識が、異分野の文脈により全く新しい価値へと昇華する

^a 一般的にアップサイクルとは、廃棄されるもの・忘れ去られたものにデザインやアイデアといった新たな付加価値を与え、元の製品とは別の価値へと転換させる創造的な再利用を指す

プロセスを捉える。知識を静的な資産ではなく、文脈に応じて価値が変動する動的な資産と捉え直す点に本研究の最大の貢献があると考える。

3. 研究目的

本研究の目的は、異分野連携における新価値創造のプロセスを「知識アップサイクル」という新たな概念フレームワークを用いてモデル化し、そのメカニズムと促進・阻害要因を明らかにし、さらに現実的な取り組みに落とし込めるようにする事を目的とする。

4. 知識アップサイクルの定義

「知識の移転の際に再利用・再構築を通じて知識の提供者が、知識の受容者が望む価値を付加・転換することで、受容者が新たな価値できる様にする事で、組織間で新価値を創出する持続可能なプロセス」と定義する。定義に従い、図1の様に知識の移転と再利用との区別を行った。



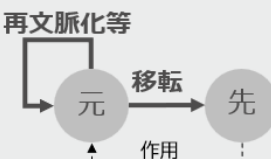
	知識の移転(transfer)	知識の再利用(reuse/recycle)	知識のアップサイクル(upcycle)
定義	ソースからターゲットへの知識の移動	新しい状況で既存の知識を活用	既存の知識をより高い価値/有用性を持つ形式または応用へと再構築や変換し移転するプロセス
目標	知識の共有と応用	効率性、車輪の再発明回避、冗長性の回避、過去の作業の活用	価値の向上、イノベーション、新しい課題への対応
プロセス	送信、コミュニケーション、受信	アクセス、適応、応用	再文脈化、組み合わせ、付加+移転
価値の焦点	応用、普及	効率性、学習	拡張された有用性、イノベーション、持続可能性
関係性	アップサイクルのメカニズムとなり得るアップサイクルは移転を強化する	アップサイクルの基礎効果的な移転の結果	再利用に基づいて構築移転/再利用の変革的で付加価値のある形態
模式化			

図1. 移転、再利用、アップサイクルの違い

出所) 筆者

知識アップサイクルの事例

解釈を容易にするために知識のアップサイクルと考えられる事例を2つ紹介する。

一つ目はコーニング社のゴリラガラス®である。1960年代、コーニング社は化学強化ガラス「ケムコア」を開発したが、市場ニーズに合わず、その技術は40年近く社内で「休眠資産」となっていた。2006年、アップル社が初代iPhone向けに薄く傷つきにくいガラスを求めたことに転機を迎え、この新たな薄くて強いガラスの必要性という文脈を得て、ケムコアの休眠知識は、新時代のデバイスに不可欠な「ゴリラガラス」へとアップサイクルされた。

二つ目は、医薬品開発における「ドラッグリポジショニング（既存薬再開発）」が挙げられる。これは、臨床試験で有効性を確認出来ないなどの理由で承認に至らなかった、あるいは販売中止となった化合物を、別の疾患の治療薬として価値を見出す手法を指す。代表例がバイアグラ（シルデナフィル）である。当初は狭心症治療薬として開発されたが効果が薄く、「失敗した知識」となる寸前であった。しかし、臨床試験で報告された副作用（勃起促進）という新たな情報に着目し、勃起不全治療という全く異なる文脈で再評価した結果、画期的な新薬として生まれ変わったのである。同様に、降圧剤から脱毛症治療薬となったミノキシジルや、睡眠薬から多発性骨髄腫治療薬へ転用されたサリドマイドの例も存在する。これらは「失敗」とされた研究データを資産として捉え直し、新たな視点で再利用することで開発コストと期間を大幅に短縮する、知識アップサイクルの好事例と言える。

これらの事例は、組織内の休眠知識が予期せぬ外部需要と結びつき、革新的な製品を生み出す「知識アップサイクル」の重要性を示している。

知識アップサイクルの精緻化

知識のアップサイクルを促進または阻害する要因を解釈するため、既存のモデルを精緻化した。具体的には、DIKW（Data, Information, Knowledge, Wisdom）モデルを基盤とし、知識が移転される

過程で提供側と受容側の双方に存在するバリアに着目した。これらのバリアは、実務的能力、心理的動機、および制度的構造の三つの側面から構成される。知識の円滑な移転とアップサイクルの実現には、これらのバリアを的確に認識し、文脈に応じた知識の再構成・再文脈化や信頼関係の構築といった介入が不可欠となる。本研究では、この中でも特に知識の「再文脈化」を、提供側・受容側双方のバリアを乗り越え、異分野の知見を新たな価値へと昇華させる上で中核的な役割を果たすプロセスだと位置づける。

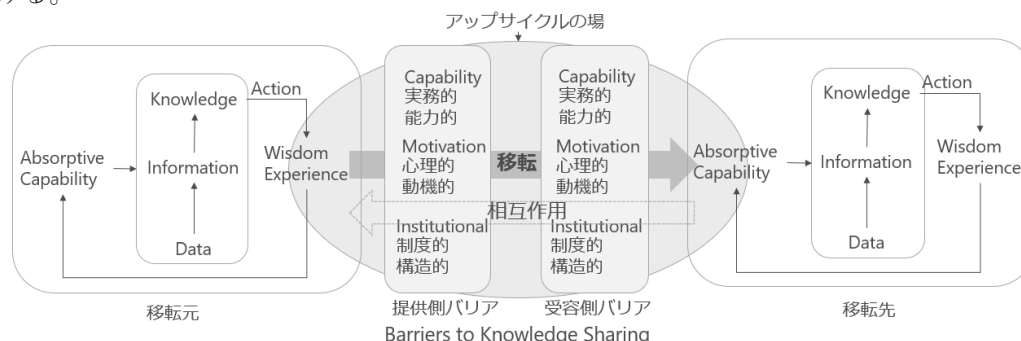


図2 精緻化したアップサイクルモデル

出所) 筆者

本研究では、この「再文脈化」を、特定の技術分野における知識の応用と捉え直し、その実態が特許の出願動向に反映されるとの仮説を立てた。この仮説を検証し、知識の再文脈化プロセスを定量的に把握する手段として、出願特許の解析を行う。具体的には、異なる技術分類を示す IPC（国際特許分類）サブクラスの共起ペアに着目する。特定の IPC サブクラスの組み合わせが新たに出現・増加するパターンを分析することで、これまで関連性の低かった技術分野間で知識が移転・結合され、新たな価値（すなわちアップサイクル）が創出される過程を実証的に解明することを目指す。

5. 研究方法

調査アプローチ：国際出願特許解析

調査対象：2010-2024 年に国際知的所有権機構(WIPO)に出願された出願特許

出願特許解析による、実務的に知識のアップサイクルが進んでいるかに関して調査と解析を行った。具体的には、2010 年から 2024 年に世界知的所有権機構(WIPO)を経由して出願された国際出願特許を対象に解析を行った。解析の際に、知識距離を定量的に測定するための指標として、特許情報に含まれる国際特許分類 (IPC) コードを利用した。IPC コードを採用する理由は、そのデータの網羅性、体系的、そして信頼性がある為である。特許は技術的知識の成果物として公的に記録されており、グローバルなデータベースを通じて長期にわたる大量のデータにアクセス可能であることや、IPC コードは共通の統一された分類体系であり、異なる国や時期の技術を客観的に比較するための強固な基盤を提供していること、IPC コードは専門知識を持つ特許審査官によって付与されるため、個別の企業による自己申告データなどと比較して客観性と信頼性が極めて高いことがあげられる。これらの利点から、IPC コードの重複度や分布の差異を分析することは、企業が保有する技術知識ベース間の距離を測定する上で、非常に有効なアプローチと考えられる。

具体的には知識のアップサイクルの状況が出願特許に現れるという仮定の下に、出願特許の解析を実施した。解析を実行するに当たり、企業間の比較を容易にするため、下記の作業を行った。

- 1) IPC コードはサブクラスを用いた
- 2) IPC サブクラスの共起ペアから IPC 知識距離を”1-IPC コードペア Cosine 類似度”と定義した
- 3) 企業の技術戦略の経時的変化を分析するため、特許の IPC サブクラスの共起ペアから成る時系列行列に主成分分析(PCA)を適用した

6. 事例分析と結果

出願特許解析

先に記載した方法に従い IPC サブコードの共起ペアの時系列による推移を知識アップサイクルとした。その推移を 3 年毎(例：2010-2012 年)のバケットとして集計し、解析した。図 3 中、●印は対象となる年次の重心を示し、赤矢印は重心の推移を示している。★印はその年度における重心推移に影響する IPC サブコードの共起ペアを示す。図 3 には異なる重心推移を示した代表的な例を 2 例示した。

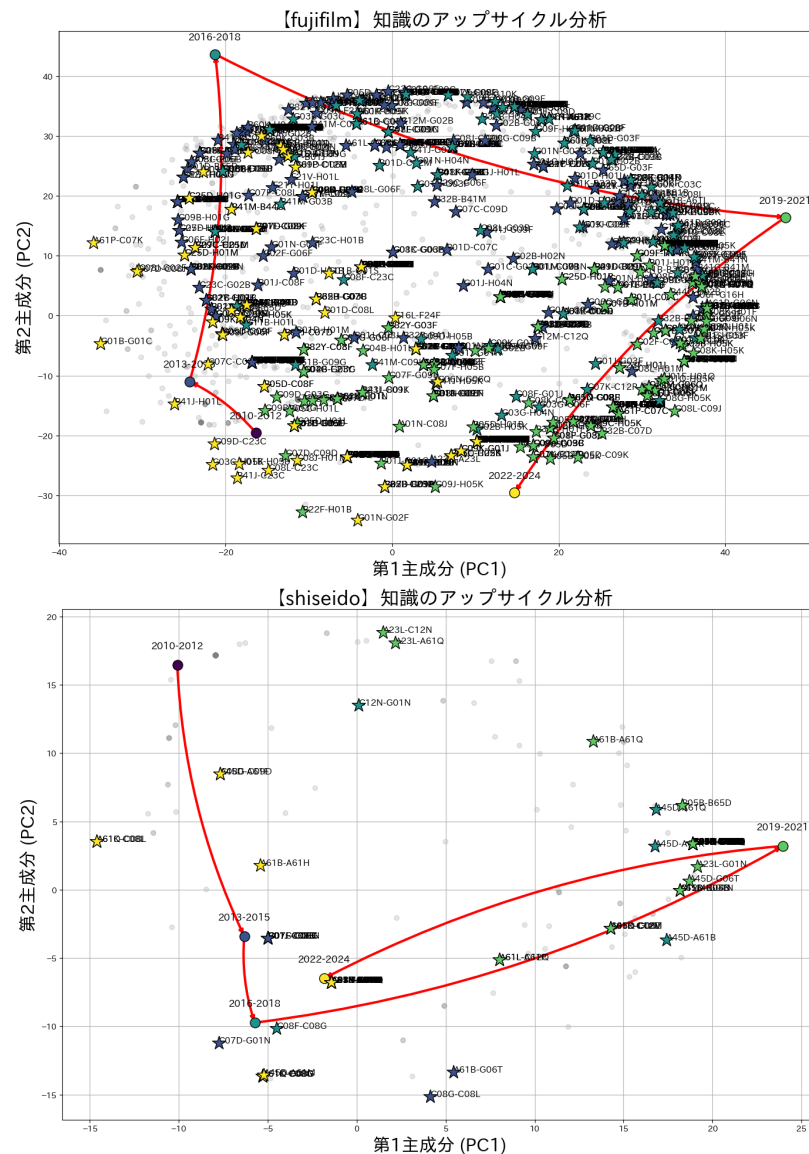


図3 IPC サブコード共起ペアを用いたアップサイクル分析例

出所) 筆者

図3上は富士フィルム株式会社の解析事例である。2010年から2024年にかけて、同社の技術開発の重心がダイナミックに変化している様子が見て取れる。特に2013-2015年の期間から2016-2018年の期間にかけて、重心は第2主成分(PC2)軸に沿って大きく正の方向へシフトしており、これは同社が既存の技術基盤を応用し、新たな事業領域へ大きく舵を切ったことを示唆している。その後の期間も重心は大きく移動し続けており、継続的な知識のアップサイクル、すなわち事業構造の転換が活発に行われていることがわかる。

図3下は株式会社資生堂の解析事例である。資生堂の場合、2010-2012年の重心は第1主成分(PC1)が負、第2主成分(PC2)が正の位置にあったが、2016-2018年にかけてPC2軸の負の方向へ大きくシフトした。これは、同社がこの期間に特定の技術領域への深耕や、研究開発の方向性の見直しを行った可能性を示唆している。

その後、2019-2021年にかけては、PC1軸の正の方向へ重心が移動しており、これは先の期間で深耕した技術を基盤として、新たな応用分野や異分野技術との融合を積極的に進めた、大きな知識のアップサイクルが行われたことを表している。富士フィルムの事例で見られたような絶え間ない大変革とは異なり、特定の期間に研究開発の方向性を定め、その後大きく展開させるという特徴的な動きが見て取れる。

7. 考察、結論、今後の展望

本稿で提案した IPC サブクラスの共起ペア分析は、企業の技術開発戦略の変遷、すなわち「知識のアップサイクル」の様相を可視化する上で有効な可能性が示された。事例として取り上げた富士フィルムと資生堂では、知識ポートフォリオの重心推移に明確な違いが見られた。富士フィルムが見せた絶え間ないダイナミックな重心移動は、写真フィルム事業で培ったコア技術をヘルスケアや高機能材料といった全く新しい分野へ展開した、同社の継続的かつラディカルな事業転換を反映していると考えられる。

一方、資生堂の事例では、特定の技術領域を深耕するような動きの後に、大きく応用展開へシフトする段階的な戦略が示唆された。これは、既存事業の基盤を強化しつつ、新たな価値創出へと繋げる計画的な研究開発プロセスを反映している可能性がある。

これらの結果は、本分析手法が単なる技術動向の把握に留まらず、企業のイノベーション戦略の「質」の違いを捉え得ることを示唆している。ただし、本稿で行ったのはあくまでマクロな重心の動きの解釈に過ぎない。今後は、各重心移動を駆動した具体的な IPC 共起ペア（★印）の内容を精査し、各社の事業戦略や研究開発投資の動向といった定性情報と突き合わせることで、解釈の妥当性をさらに高めていく必要がある。

本研究は、異分野連携による価値創造プロセスを「知識アップサイクル」として新たに定義し、そのメカニズムをモデル化した。さらに、その定量的評価手法として、特許の IPC 情報を利用した分析アプローチを提案し、その有効性を事例分析によって示した。事例では異なる特徴を持つ企業の事例分析から、本手法が企業のイノベーション戦略の変遷を客観的に可視化し得ることを確認した。

本研究は、知識の再文脈化という抽象的な概念を、特許データを用いて実証的に捉えようとする試みの第一歩である。今後の課題として、分析対象企業を増やすことによるパターンの類型化、アップサイクルを阻害する要因（バリア）と実際のイノベーション活動との関係性を明らかにすることが挙げられる。この課題に対しては、組織における知識共有に対するアンケート調査を計画している。これにより、企業が「知識のアップサイクル」を実践する上での具体的な示唆を提供できるものと期待される。

参考文献

- Chesbrough, H. W. (2003 年). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.
- Jehn, K. A. (1995 年). A Multimethod Examination of the Benefits and Detriments of Intragroup Conflict. *Administrative Science Quarterly*, 40(2), 256. <https://doi.org/10.2307/2393638>
- Marrone, J. A., Tesluk, P. E., & Carson, J. B. (2007 年). A Multilevel Investigation of Antecedents and Consequences of Team Member Boundary-Spanning Behavior. *The Academy of Management Journal*, 50(6), 1423–1439. JSTOR.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995 年). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.