

Title	産学共同研究におけるオープンイノベーションとデジタルイノベーションを両立させる知的財産戦略
Author(s)	阿多, 誠介; 立本, 博文
Citation	年次学術大会講演要旨集, 37: 940-943
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18662
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

産学共同研究におけるオープンイノベーションと デジタルイノベーションを両立させる知的財産戦略

○阿多誠介（筑波大学），立本博文（筑波大学）

tatsumoto@gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp

1. 緒言：DX時代のオープンイノベーションの役割と本研究の目的

製造業におけるデジタルイノベーションの役割

デジタルトランスフォーメーション（DX）は2000年代初頭にサービス業、特にメディア領域において始まった。DXの定義は様々あるが、経済産業省によるDX推進ガイドラインでは、“企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること。”と定義されている[1]。このDXはこれまでのビジネスの形態を大きく変えている。製造業に於いても2010年代以降、DXの波が押し寄せており、製造業各社に於いてもこれに対する対応を余儀なくされている。

DXが製造業にもたらした影響として、ビジネス形態の変化と、ビジネスの成熟の高速化が挙げられる。これまで、製造業におけるビジネス形態はパイプライン型ビジネスと言われる、付加価値が一方向に付加されていくビジネス形態であった。DXの進展により、プラットフォームを利用したプラットフォームビジネスへの変化が起こっている。パイプラインビジネスに於いては、生産技術の改善が逐次的に起こるためビジネス自体の習熟にかかる時間が非常に長く、数十年というスパンが一般的であった。一方で、プラットフォームビジネスにおいては市場成熟にかかる時間が数年という短いタイムスパンで進むという特徴がある。例えば、パイプラインビジネスに分類されるものとしてアンモニア合成や半導体の微細化、炭素繊維の合成などは100年から50年というスパンで成熟が進んでいる。一方、プラットフォームビジネスでは製造業分野における事例は少ないが、モバイルアプリケーションやシェアライドなどでは数年で市場成熟がなされている。このような急激な市場成熟速度に対応するためには、オープンイノベーションが重要な役割を担うと考えられる。クローズドイノベーションにおいては、各社がコア技術を開発・保有し、それを社内で垂

直統合することによって新しい技術を構築し製品開発を行ってきた。しかし、今日、市場の成熟速度が早いという社会状況においては、次々に必要となる全ての技術を高いレベルで個社が保有するという事は、タイムスパンの面からも研究開発投資の効率の面からも不可能に近い。必要に応じて、社外の技術をオープンイノベーション（もしくはM&A）によって取り込み統合することにより、市場の要求に対して的確にかつ迅速に対応することが求められる。

製造業におけるDXとオープンイノベーション

製造業におけるDXの流れは、2011年のMaterial Genome Initiative（マテリアルゲノム計画、アメリカ）によって大きく注目を集めた。同時期に、EUにおけるIndustry4.0や中国の中国製造2025など国家規模の大規模なプロジェクトが発表され、DXは製造業において急速に浸透し始めた。このような中で、日本のGDPの約20%を占める製造業が、DXをどのように進めていくのかは、製造業が国際競争力を保持するために日本全体で取り組むべき課題である。その意味では、製造業におけるDXのフロンティアの開拓に向けて、リスクを回避しながら、かつ迅速に進めるためには産学連携より取り組むということが一つの解として考えられる。

日本におけるフロンティア開拓に向けた産学連携の代表的なものとして、一般的に国プロと呼ばれる大型プロジェクトがある。これは、統合イノベーション戦略などの指針を受けて、経済産業省などの所轄省庁が予算確保と政策のブレークダウンを行い、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）や国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）などを通じて行う大型プロジェクトである。民間企業、大学、国立研究開発法人などがコンソーシアムもしくは技術研究組合を組織することで組織の垣根を超えた連携を促すものである。

2015年以降、NEDOやJSTにおいてもDXを重視したプロジェクトが行われている。前述したように、DXの定義は現状においては曖昧であるが、DXはDigitization（デジタル化、離散値化）、Digitalization（デジタルイノベーション、デジタル

技術による変革)の先にあると考えられている。現状では、製造業領域で取り組まれているのは、厳密にはDXではなくデジタル化であり、これを進めた後にDXのフロンティアが開けてくると考えられる。

本研究の目的

そこで本報告では、現在製造業におけるデジタル化を志向して行われている産学連携プロジェクト、特に国プロにおける研究成果のアウトプットに対して、デジタル化(もしくはDX)がどのように寄与しているのかについて明らかにし、製造業領域におけるデジタル化、ひいてはDXを加速するための知的財産戦略において何を重視すべきなのかについて議論を行う。また、その前段階として、デジタル化における技術開発の動向についても知的財産の分析を踏まえて議論を行う。

2. 分析手法

本研究では、以下の4つのデータベースから、知的財産の出願傾向に対してDXがどのように影響したのかについて分析を行う。

産学共同研究における成果については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構データベースに於いて、中間報告書、および最終報告書に記載のデータをもとに、成果発表の傾向を分析した。

知的財産の分析については、NRI SyberpatentDeskおよび特許情報プラットフォーム(J-PlatPat)を用いて特許情報の検索を行った。

その他、プログラミング言語の分析については、PYPL index (Popularity of Programming Language)およびGoogle Trendsを用いて行った。Google trendsは各国における期間内の最大値を100として、指数化するものである。

3. 結果と考察

製造業におけるデジタル化の2つの大きな流れ

製造業領域におけるデジタル化には、実は2つの潮流がある。一つは、オバマ大統領が2011年に発表したMaterials Genome Initiative(MGI)に端を発するマテリアルインフォマティクス(Materials informatics, MI)の流れである。これは、計算科学に依拠した材料開発の潮流であり、ビッグデータ、AI、各種シミュレーションがキーワードとして挙げられる。プラットフォーム企業を多く抱えるアメリカが強みを発揮できる領域である。中国のChina MGIや日本の情報統合型・材料開発イニシアティブはこの流れを組んでお

り、端的に言えば何を作るのかに対して取り組むデジタル化である。

一方、ドイツのACATECHなどが中心提唱機関となって2011年に発表されたIndustry4.0は、製造プロセス領域の高度化、オートメーション化を志向するものであり、Internet of Things (IoT)、Cyber Physical System (CPS)、digital twinなどがキーワードであり、端的に言えばモノをどう作るのか、という課題に取り組むものである。Industry4.0の全体像を掴むのは難しいが、例えば職人の暗黙知の形式知化なども含まれるため、就業人口が今後減少する日本においても注目を集めた。Industry4.0の流れとしては、中国製造2025や日本のSociety5.0、アメリカのThe smart manufacturing (CESMII)などが挙げられる。Industry4.0についてはドイツの製造業を支える中堅企業、いわゆるミッテルシュタットがアメリカのEC企業に対抗するためのファイアウォールとして設計されたとの見方もあり[2]、各国間での綱引きが行われている。ここで注目したいのは、Industry4.0は標準化戦略をとっているため、オープン戦略であるのに対して、MIはどちらかといえばクローズ戦略であり知的財産戦略を取る傾向にあるという点である。

MIと特許出願傾向

前述したように、MIにおける代表的なキーワードとして、機械学習、深層学習がある。このうち、機械学習という言葉を含む特許が、各マテリアルワードとともにどの程度出願されているかを見れば、国内におけるMIの浸透について可視化することが可能である。そこで、図1にセラミックス、高分子、ゴムもしくはエラストマー、製薬という各ワードに対して機械学習という言葉を含む特許の出願数を示す。

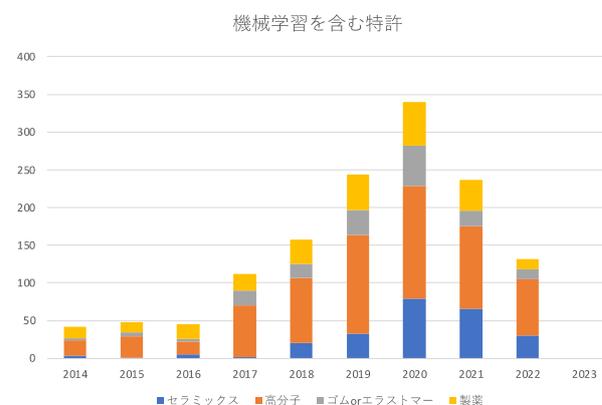


図1 機械学習を含む、各材料分野における特許の出願傾向の年度変化。

これによると、2014年ころから機械学習という言

業を含む特許の出願が現れ、2017年を境に大きく増加傾向を示していることが見て取れる。また、特に高分子という言葉を含むものに対して出願数が多いことも確認できる。なお2021年以降低下しているのは、自動で出願公開される18ヶ月に達していないためである。図1は2022年7月のデータであるため、2021年の出願数は最終的には2倍程度まで増える可能性がある。また、2022年度については自動公開時期を迎えているものは無いはずであるため、早期出願公開制度による出願であることが考えられ、早期出願公開制度の使用が多いことも本分野における特許出願の傾向であると考えられる。早期出願公開の目的としては、補償金請求権に関する事項が考えられる。

Pythonの普及と機械学習

2017年から始まる機械学習ワードの増加は何が原因であるのか。この要因の一つには、Pythonの普及が考えられる。Pythonは1989年に公開されたデータサイエンス用のopen-source-languageである。PYPLの2022年9月の統計には主要言語のうち27%のシェアを誇り2位につけるJavaにほぼダブルスコアをつけている。このPythonが各国においていつから使用率が上がったのかをGoogle Trendsを用いて調べてみると、各国で異なる傾向が見て取れる(図2)。アメリカでは2011年ころから徐々に増えているのに対して、中国は2013年ころから爆発的な増加を示している。日本では2016年ころから指数が上昇している。またPythonは汎用型であるため、ライブラリの使用率を見ると、Python利用者の使用目的をある程度調べることができる。機械学習ライブラリであるXGboostやPytorchは2014年~2016年ころに急激な増加を示しており、2000年代前半から比較的使われていた画像分析用ライブラリであるOpenCVや統計処理用ライブラリであるScipyとは全く異なる傾向を示している。つまり、Python-機械学習という組み合わせが2014-2016年頃に急激に普及を遂げたということである。

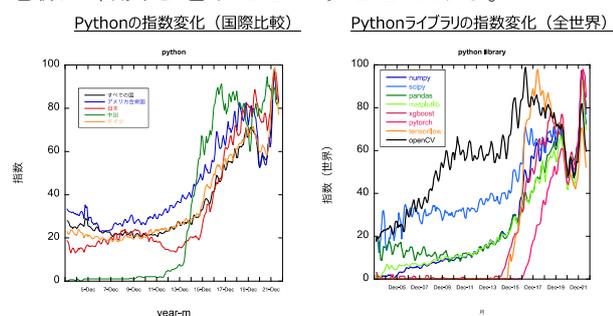
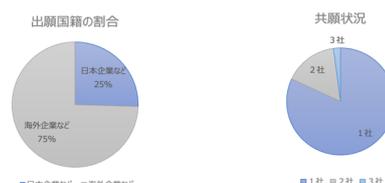


図2 (左)各国のPythonの指数変化、(右)Pythonライブラリの全世界における指数変化

実はMGIの各種プロジェクトにはPythonによる解析ツールを紐付けたものが多い。例えば、MGIにおいて構築されたプロジェクトの一つであるMaterials Projectは第一原理計算ベースのデータベースを具えるが、解析ツールとしてPythonのライブラリであるpymatgenの使用が可能となっている。ユーザーはMaterials Projectが公開する高精度のデータにアクセスできるだけでなく、Pythonによって自己の目的に合わせた解釈検討が可能であるということである。また、高分子材料系において機械学習の利用が多いことは、データベースの整理が比較的早期に進んでいた点に原因があると考えられる。高分子の基礎的な特性については、例えば日本国内においても国立研究開発法人物質・材料研究機構NIMSがPolyInfo[4]を整備しており、2022年3月段階で約50万件の物性ポイント数を格納している。このようなデータベースが他の領域に比較して整備されていることが、機械学習関係の出願が多いことに関係していると考えられる。

さて、このような中で、知的財産の出願傾向はどのようなものだろうか。図3に機械学習を製造業において活用した事例について抽出し、その出願傾向を分析した結果を示す。(高分子+ポリマー+ゴム+エラストマー)*製造*機械学習を検索式として検索を行うと、1628件の特許が該当する。このうち、実に75%に相当する1228件の特許が日本国外からの出願である。特許等の統計では、2020年度の外国籍出願割合は20.2%であるため、この割合は非常に大きいことがわかる。一方、日本国籍特許の中で、どの程度オープンイノベーションが行われていたかを調べるため、共同出願率を調べたところ、425件の特許のうち348件が単願であり、つまり共同出願率は約18%という結果となった。共同出願率については特許庁はデータを公開していないため、2022年8月に公開された特許から共同出願率を求めたところ約20%であった。共同出願が多いほど、オープンイノベーションが進んでいると仮定するならば、DX化はオープンイノベーションに対して影響していないように見える。

検索式：(高分子+ポリマー+ゴム+エラストマー)*製造*機械学習



全数	1628	出願人	数
日本企業など	420	1社	348
海外企業など	1228	2社	68
		3社	9

図3 機械学習に関する特許の出願人国籍比較と、日本企業の特許における共同出願の状況

そこで、つぎに本研究の本題における主題である産学連携分野における知的財産出願傾向に対して、オープンイノベーションに対してDXがどのように影響したかを検討した。産業技術総合研究所の材料・化学領域が中心的な役割を担った複数の大型の国プロにおいて、特許出願数、学会発表数、特許出願数をまとめたものを表1に示す。

表1 国プロにおける知的財産出願傾向および他の成果の出願傾向

既存orDX	低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト/ナノ炭素材料の応用基盤技術開発	次世代材料評価基盤技術開発 研究開発項目 (1)	次世代材料評価基盤技術開発 研究開発項目 (2):有機薄膜太陽電池	超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト
年度	3(2014-2016)	3(2010-2012)	3(2013-2015)	5(2016-2020)
論文発表①	29	7	7	134
講演	215	91	39	
特許(含PTC)②	54	6	10	28
特許数/論文発表数 ②/①	1.86	0.85	1.42	0.20
委託費(100万円)	2788			6838

一般的に産学連携において研究成果のアウトプットが行われる場合、アカデミア(学)は論文発表を希望し、企業(産)は論文発表を容認する代わりに、論文発表前に知的財産の取得を求めことが多い。これはどの研究成果に対してインセンティブや評価が与えられるかということが組織の性格によって異なるためである。そのため、産学連携においては、論文発表数と知的財産、とくに特許の出願数に大きな違いは生じない。表1に示す4つのプロジェクトのうち、左側に記載した3つのプロジェクトにおいては、ばらつきはあるものの特許数/論文発表数は0.85~1.86という結果となった。しかし、材料に関するDXプロジェクトである超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクトにおいては特許数/論文発表数は0.20という非常に低い値をとり、これは論文5報に対して1件の知的財産しか出願されていないことになる。すなわち、DX、デジタル化は製造業におけるオープンイノベーションにおいて、少なくとも知的財産の出願傾向に対しては負の効果を持つことになる。

この点について考察すると、機械学習などの手法は、Pythonなどのオープンソースの言語において開発されたものでありこの点において知的財産権を求めることは困難である。つまり、機械学習という手法について知的財産権を得たとしても、それはあくまでも製造特許であるため、権利としては弱いものとなる。機械学習などのデジタル化のプログラムに関しては、あくまでも開

発者はきちんと権利を押さえる必要があるが、製造特許としてのデジタル化については秘密情報やノウハウとして秘匿した方が良い場合も多いと思われる。つまり、DXやデジタル化と、既存の知的財産権の相性があまり良くないということが、DXを志向した国プロにおいて知的財産の出願数が少なくなった原因である可能性が示唆される。重要なのは機械学習などの手法の普及によって特許出願が増えたかどうかを調べる必要があるが、COVID-19の影響も考慮する必要があるため、詳細な検討には今後ある程度の時間が経過した段階で実施する必要がある。

4. 結論

本研究では、DX時代において必要不可欠となるオープンイノベーションに対して、DXがどのような効果を及ぼしているかについて、知的財産の出願傾向を分析することのより、検討を行った。DXにおける二つの潮流のうち、マテリアルインフォマティクスの隆盛により、DXを用いた製造業の知的財産の出願傾向は2017年以降急激に増えていることが明らかになり、かつその3/4が外国籍出願であることが明らかになった。

一方、先導的な役割を担う産学連携プロジェクトにおいてオープンイノベーションにおいては、特許の出願傾向は鈍化しており、日本の企業、国益を守るためにはDX分野における適切な知的財産戦略が必要である。

欧州に比べて材料開発に強く、アメリカに比べて製造業の強い日本においては、マテリアルインフォマティクスとIndustry4.0の要素をバランスよく取り入れることが重要である。企業が自由に使える大型のデータを国家レベルの戦略において整備し、それを活用するマテリアルインフォマティクスを担う人材を育成し、製造分野において産学連携を進め、優れた材料を開発し、物質特許により強固な競争基盤を構築することが、必要である。

参考文献

- [1] デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン (DX 推進ガイドライン) Ver. 1.0
- [2] 藤本隆宏、現場から見上げる企業戦略論、角川新書
- [3] 2020年度外国籍出願割合: 20.2%(国内外の出願・登録状況と審査・審判の現状 - 特許庁)
- [4] 池端 久貴、PoLyInfo を活用した高分子インフォマティクス、日本化学会情報化学部会誌, 27, 4, 94- (2019).