

生物模倣技術分野の特許出願と学術研究の 動向と注目技術分野との比較：日米欧間の 地域での統計から

藤平祥孝 (室蘭工業大学大学院工学研究科助教)

内山愉太 (東北大学大学院環境科学研究科研究員)

香坂 玲 (東北大学大学院環境科学研究科教授)

Relationships of Patent Application and Academic Research in Biomimetics and Other Emerging Technology: Comparative Analysis of Trends in Japan, US and Europe

Yosbinori Fujibira

Assistant Professor, Graduate School of Engineering, Muroran Institute of Technology

Yuta Uchiyama

Researcher, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Ryo Kobsaka

Professor, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

【要旨】 バイオミメティクス（生物模倣）技術の研究開発から社会実装への移行は世界的な課題である。社会実装の状況を正確に理解し、的確な戦略が求められている。本稿では、知財管理の観点を考慮し、社会実装に向けた動向のベンチマークとして論文発表件数と特許出願件数に着目し、バイオミメティクスとその他の注目分野を対象として分析を行なった。具体的には、平成26年度に特許庁が実施した特許出願技術動向調査を基に国際比較分析を行なった。生物模倣技術とその年の注目分野に関する各国の研究開発、社会実装の動向を把握することを通して、日本のバイオミメティクス技術の世界に対する影響力やこれから日本や世界が技術開発に注力していく分野である注目分野に対する国内での位置づけを明らかにした。特に、論文発表件数が特許出願件数に対して比較的多いバイオミメティクスを含む分野での日本の課題は、特許の出願と連動した論文発表、研究開発の促進である。

【キーワード】 特許 学術研究 バイオミメティクス 注目技術 社会実装

【Abstract】 Transforming the phase of biomimetics technology from R&D to implementation in society is a global challenge. Understanding accurate trends of the social implementation and developing appropriate strategies are urgent tasks for the implementation phase. In this paper, we analyzed trends of relevant academic paper publications and patent applications from intellectual properties management perspectives. We compared trends in biomimetics and other emerging technologies to highlight the characteristics of biomimetics. Specifically, trends of academic paper publications and patent applications are analyzed based on the dataset from the annual report of the Japan Patent Office (2015) for Japan, US and Europe. Through the analysis, shares of papers and patent applications of Japan in the global context are clarified, and trends of emerging technologies including biomimetics in individual countries are identified. One of the issues to be tackled with in Japan is facilitating R&D and paper publication in the fields including biomimetics, which have certain number of paper publications compared with number of patent applications.

【Keywords】 Patent Academic Research Biomimetics Emerging technology Social Implementation

1. はじめに

本稿では知財管理と経営の観点から、バイオミメティクス（生物模倣）技術と、その他の社会的に注目を集めている注目分野とを比較する。具体的なベンチマークとして、国際的な社会実装と研究開発の動向を示す特許出願件数と関連論文発表件数の二指標の動向に着目する。現在、化学だけではなく、材料科学など様々な分野で新たに隆盛しつつあるバイオミメティクス分野の動向について、他分野と比較しながら国際的な動向について概観し、知財関連の専門家への参考情報として供することを目的としている。

具体的には、平成 26 年度に特許庁が行なった特許出願技術動向調査結果を基に、国際比較を行なった。これらに基づいて、生物模倣技術とその年の注目分野に関する各国の研究開発と社会実装に向けた動向を把握することで、日本のバイオミメティクス技術の世界に対する影響力やこれから日本や世界が技術開発に注力をしていく分野である注目分野に対する国内での位置づけを明らかにする。特許活動と施策の分析からバイオミメティクスの技術動向について考察した研究 (Bonser, 2007) やバイオミメティクス材料の特許例を取り上げその製品化における権

利化手法について調査した研究 (速水, 2015) がある。特許と研究戦略について国際比較した研究としては、特許データの計量分析手法を提案し日本と欧州での企業の研究開発戦略を比較した研究 (細矢ら, 2009) がある。しかし、それらはバイオミメティクスの動向や特許化、特許と研究戦略の国際比較についての研究であり、バイオミメティクス技術の特許出願と学術研究の動向について国際比較を行ない、日本のバイオミメティクス技術の世界での影響力や他の注目技術に対する国内での位置づけを明らかにした研究は見当たらない。

2. 調査方法

大枠として、特許出願件数と論文発表件数をそれぞれ社会実装と研究開発の大まかな指標とし、範囲をバイオミメティクスと他の注目分野に着目して分析している。具体的に本稿では、特許庁が平成 26 年度に実施した特許出願技術動向調査報告書 (特許庁 2015) で集計された注目分野に関する特許出願件数・論文発表件数のデータを用いた。同調査では毎年社会的に注目を集めている技術分野を取り上げ調査している。平成 26 年度のテーマにバイオミメティクスが取り上げられており、この年度の他の技術分野とバイオミメティクス技術分野の動向を国

表 1 比較に用いた平成 26 年度調査分野と対象期間
(論文調査データがなかった分野は除外)

分野番号	技術分野	特許調査の対象期間 (~2012 年)	論文調査の対象期間 (~2013 年)	対象出願先
1	内視鏡	1992	2005	米欧中韓台伯露印 A 以
2	トレーニングマシン	1996	1996	日米欧中韓豪台加
3	農業関連技術 (栽培技術)	1993	1993	日米欧中韓
4	農業関連技術 (育種技術)	1993	1993	日米欧中韓
5	次世代海洋産業	1998	1998	日米欧中韓
6	低侵襲医療機器	2003	2003	日米欧中韓伯印 A 以中東豪
7	自動車エンジンの燃焼技術	2001	2001	日米欧中韓
8	抗体医薬	1971	1971	日米欧中韓
9	高吸水性樹脂	1980	1980	日米欧中韓
10	バイオミメティクス	2001	2001	日米欧中韓
11	次世代無線 LAN 伝送技術	2007	2007	日米欧中韓印台
12	非接触給電関連技術	1995	2000	日米欧中韓
13	人工知能技術	2008	2008	日米欧中韓

注：A は ASEAN 諸国

際比較する。ここで、特許庁のバイオメティクスの調査では、ISO/TC266における定義に従い生物から着想を得ていると考えられる特許・論文が集計されている。表1に本論文で比較に用いた分野とそれらの対象期間と対象出願先を示す。

特許出願技術動向調査では通常型テーマと中国特化型テーマがあり、本論文では通常型テーマから分野を選んだ。各分野とも対象出願先は基本的には、日本、米国、欧州、中国、韓国である。同報告書には出願人国籍と論文著者の所属機関国籍ごとに集計したデータの推移が記載されている。分野間と国籍間での比較をするために、まず比較する期間を設定しその期間内の各分野の国別の特許出願件数と論文発表件数の合計を算出した。次に設定した期間内で分野ごとに各国が占める割合(%)に変換をして比較を行なった。比較するために設定した期間は、バイオメティクスの調査の対象期間である2001年からとした。調査期間が2001年より後の分野(人工知能等)は、その分野の調査期間をそのまま用いた。内視鏡のように特許と論文で対象期間の開始年が異なる場合は、遅い開始年を対象期間の開始年とした(内視鏡の場合2005年からのデータ)。

この比較から、どの分野がどの国において、特許化(社会実装)・研究が盛んか、または学術的研究と社会実装とのギャップについて明らかにし、注目

技術の中でのバイオメティクス技術の位置付けを示す。本論文では、特に日本、米国、欧州の3つの国籍に着目をして各分野の比較を行なう。

なお、本来であれば、(日本の場合のように)特許出願を重視する民間と論文発表を優先する研究機関を分けた分析、英文以外の文献の検索等も必要であるが、地域別の動向を大まかにとらえることを目的にしており、本稿では詳細な分析は割愛する。詳細な分析については、将来的な課題とする。

3. 日米欧の動向

日米欧の動向を見る前に、まず各分野の2001年以降の特許出願件数と論文発表件数を表2に、各分野の特許出願件数に対する論文発表件数の比率を図1に示す。特許出願件数は低侵襲医療機器、次世代無線LAN伝送技術、内視鏡(2005年～)の順に多い。論文発表件数については人工知能技術、低侵襲医療機器、バイオメティクスの順で多い。表2と図1で示すようにバイオメティクス(分野番号10)、農業関連技術(分野番号3, 4)、人工知能技術は特許出願件数に対する論文発表件数の比率が非常に高い分野である。特に人工知能技術に関しては、他の分野の特許出願件数に対する論文発表件数の比率が1より小さいのに対してその比率が10程度である。

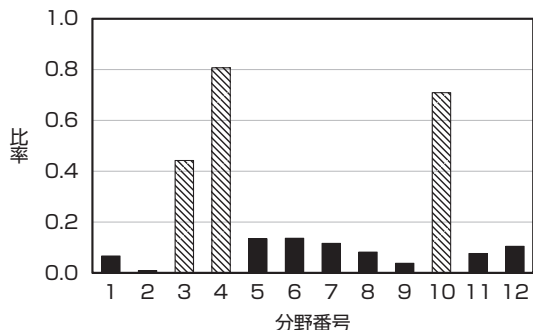
表2 バイオメティクスの対象期間を基準として集計した各分野の特許出願件数(2001-2012年)と論文発表件数(2001-2013年)

分野番号	技術分野	特許出願件数	論文発表件数	件数の比率**
1	内視鏡*	31530	2094	0.066
2	トレーニングマシン	21019	184	0.009
3	農業関連技術(栽培技術)	1591	704	0.442
4	農業関連技術(育種技術)	2143	1730	0.807
5	次世代海洋産業	14965	2010	0.134
6	低侵襲医療機器*	37434	5099	0.136
7	自動車エンジンの燃焼技術	19787	2301	0.116
8	抗体医薬	22909	1870	0.082
9	高吸水性樹脂	10705	403	0.038
10	バイオメティクス	5711	4051	0.709
11	次世代無線LAN伝送技術*	37096	2834	0.076
12	非接触給電関連技術	17935	1875	0.105
13	人工知能技術*	588	5744	9.769

注: *バイオメティクスの対象期間より短い対象期間の分野。

**特許出願件数に対する論文発表件数の比率。

図1 各分野の特許出願件数に対する論文発表件数の比率



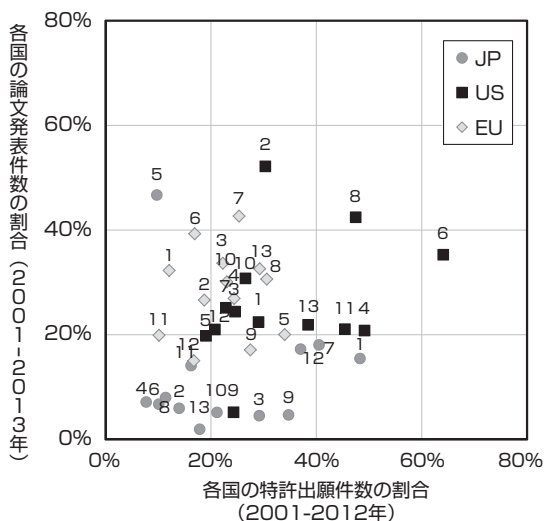
注：分野番号13「人口知能技術」は他に比べ非常に大きかったため除外。斜線は比較が高い分野。

今回取り上げた分野の中で人工知能技術は主にソフトウェア関連の技術であるため、特許出願件数が論文発表件数に比べ非常に少なかったと考えられる。他の分野に比べこの比率が高いということは、社会実装よりも研究開発の方が盛んな段階の分野であると考えられる。

次に、各分野で各国が占める特許出願件数と論文発表件数の割合の関係（図2）から日米欧の動向を比較してみる。全体的に各分野で米国は特許出願件数と論文発表件数ともに高い割合を占めており、一方で日本は論文発表件数の割合が低いことが分かる。欧州は全体的に論文発表件数の割合が高い傾向にある。特に、トレーニングマシン（分野番号2、以下数字のみ記載）、低侵襲医療機器（6）、抗体医薬（8）等の医薬健康関連の分野は米国の割合が非常に高い。欧州では、自動車エンジンの燃焼技術（7）、人工知能技術（13）、抗体医薬（8）等の分野が特許と論文ともに比較的高い分野である。日本は、次世代海洋産業（5）のみ論文発表件数の割合が4割を超えている（他の分野は2割以下）。日本の内視鏡（1）、自動車エンジンの燃焼技術（7）、非接触給電関連技術（12）の特許出願件数の割合は高い。

バイオミメティクス（10）に着目すると、日米欧ともに特許出願件数の割合は20～25%程度の範囲で大きな差はないが、論文発表件数の割合については米欧が30%程度に対して日本は5%程度と非常に大きな差がある。前述したようにバイオミメティクスは特許出願件数に対する論文発表件数の比率が0.709と高い分野であるが、日本の比率は0.174

図2 各技術分野における日米欧での特許出願件数の割合と論文発表件数の割合の関係



注：図中の番号は表1の技術分野の番号に対応。

と低い（米：0.823，欧：0.928）。バイオミメティクスに限らず特許出願件数に対する論文発表件数の比率が高い分野（農業関連技術、人工知能技術）での日本の論文発表件数の割合は非常に低い傾向である。つまり、米欧が研究開発に注力している分野での日本の研究開発の影響力は低下しているといえる。

日本の論文発表件数が低い要因として企業の論文発表件数の減少の影響が考えられる。日本企業は2000年代に入り論文発表件数が減少しているという報告（佐藤ら，2012）がある。この報告は電気・化学系の分野で中韓の企業と比較しており、中韓の企業に比べ日本企業の減少が顕著であることを示し景気動向との関連を示唆している。加えて言語の問題もある。今回の論文発表件数の対象となっている雑誌は欧文誌であり、日本人は欧米人に比べ投稿・採択までの障壁が高いため低い傾向となっていると考えられる。

4. おわりに

特許出願と論文発表の件数に注目し、バイオミメティクス（生物模倣）技術とその他の社会的に注目を集めている注目分野との比較を実施するため、本

稿では、特許庁の平成26年度の特許出願技術動向調査報告書を基に、日米欧の動向の分析を行なった。

バイオミメティクス、農業関連技術や人工知能技術は、論文発表件数が特許出願件数に対して比較的多い分野であるが、全体的に日本は論文発表件数が少ない傾向にあった。そのため、バイオミメティクスのように論文発表件数が多い分野においては米欧との溝が大きく開いており研究開発における影響力の低下が懸念される。他方、特許については米欧と同程度である。この日本の傾向は、生物模倣技術の応用産業等にもみられ(香坂ら, 2016a), その背景には、特許は企業が出願し、論文は大学等の研究機関が発表するという住み分けが進んでいる状況がある(香坂ら, 2016b)。

技術の社会実装の観点からは、学術的な基礎研究から、応用研究、製品化等の各段階をバランスよく進める必要がある。社会実装の進捗状況を評価し、的確な研究開発の戦略を立案するには、客観的なベンチマークが必要であり、特許出願件数と論文発表件数はその指標として一定の有用性があると考えられる。本稿の分析の結果から、バイオミメティクス等の分野においては論文発表に反映される研究開発を促進させる必要があるといえる。加えて、社会実装に関わる各段階のバランスを整え、製品化に関わる技術者、最終的な技術ユーザー等を包含した社会実装を進めるためには、単に論文発表、特許出願を進めるのではなく、工学と生物学を架橋するデータベースの開発・活用等による社会実装に関わる多様な関係者をつなぐプラットフォームの構築が同時に求められる。具体的には、本特集号の山内・小林論文で詳述される、生物模倣技術を応用した製品開発・研究を支援するバイオTRIZデータウェアハウスや、生物の情報を蓄積した画像データベース(Haseyama, 2016)、製品開発から教育での利用も視野に入れた包括的なデータベース等が構築されており(Biomimicry Institute, 2016; ネイチャーテック研究会・東北大学2016)、生物模倣のコンセプトをベースとした大学教育(Bruck et al. 2007)の普及も期待される。

謝辞

本研究は、文部科学省科研の新学術領域研究「生物多様性を規範とする革新的材料技術」(代表: 下村政嗣)の枠組みでの研究、「社会的インプリケーションによる生物規範工学体系化」(24120008 代表: 石田秀輝)「生物規範工学に関する消費者への価値提示型対話による社会実装のための調査」(15H01597 代表: 香坂玲)の一部として実施された。資料を提供頂いた特許庁やご協力頂いた皆様に対し感謝の意を表す。

参考文献

- Bonser, R. H. C. and Vincent, J. F. V. (2007) "Technology Trajectories, Innovation, and the Growth of Biomimetics," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 221(10), pp. 1177-1180.
- Bruck, H. A., Gershon, A. L., Golden, I., Gupta, S. K., Gyger Jr, L. S., Magrab, E. B. and Spranklin, B. W. (2007) "Training Mechanical Engineering Students to Utilize Biological Inspiration during Product Development," *Bioinspiration & biomimetics*, 2(4), S198.
- Haseyama, M. (2016, May) Realization of Associative Image Search: Development of Image Retrieval Platform for Enhancing Serendipity. In *2016 IEEE 46th International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL)* (pp. 56-59). IEEE.
- 速水進治 (2015) 「バイオミメティクス材料の特許例と製品化段階における権利化手法 (特集 本格化するバイオミメティクス材料の開発)」『工業材料』63(8), pp.51-55.
- 細矢淳・坂田淳一・鈴木勝博 (2009) 「イノベーション・ポジションを用いた新たな特許データ計量分析手法の提案と日本・欧州企業の研究開発戦略比較研究」『日本知財学会誌』5(3), pp.69-71.
- 香坂玲・藤平祥孝・古川柳蔵・山内健・小林秀敏・石井大佑・内山倫太 (2016a) 「生物模倣技術の最新動向と関連特許・イノベーションの分析: サステナビリティのための生物規範工学の構築と環境経営学との対話に向けて」『サステイナブルマネジメント』15, pp.98-112.
- 香坂玲・藤平祥孝・内山倫太 (2016b) 「生物模倣技術に関する特許出願件数の変化および論文発表件数の一考察: 日本、中国、米国、欧州を対象として」『久留米大学商学研究』21(2), pp.1-16.
- ネイチャーテック研究会、東北大学大学院環境科学研究科 (2016) 「すごい自然のショールーム」, <http://nature-sr.com/index.php?Page=1> (参照: 2016年8月17日).
- 佐藤正樹・加藤治・堀江隆・川村剛・真銅解子・高橋昭公・芳賀みのり (2012) 「日本及び海外企業 (電機系・化学系) の論文発表状況の調査及び比較検討」『情報プロフェッショナルシンポジウム予稿集』, pp.25-30.
- The Biomimicry Institute (2016) Biomimicry Taxonomy, <http://www.asknature.org/aof/browse> (参照: 2016年8月17日)
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 内視鏡」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 トレーニングマシン」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 農業関連技術」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 次世代海洋産業」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 低侵襲医療機器」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 自動車エンジンの燃焼技術」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 抗体医薬」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 高吸水性樹脂」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 バイオミメティクス」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 次世代無線 LAN 伝送技術」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 非接触給電関連技術」.
- 特許庁 (2015) 「特許出願技術動向調査報告書 人工知能技術」.