

バイオミメティクス製品発想を誘発する弱い紐帯の力

The Strength of Weak Ties that lead to Ideas for Biomimetic Products

機械振興協会経済研究所 所長代理

北嶋 守 (Mamoru Kitajima)

1. 問題の所在

今日、脱炭素社会の実現に向けて環境、資源、エネルギーによって発生するトリレンマを解決できる製品や部材の開発が機械産業においてもこれまで以上に必要となっている。こうした中、環境負荷が少なく、小さなエネルギーで優れた能力を作り出せる生物の特徴に注目し、新たな工学技術を生み出す取り組みであるバイオミメティクス (Biomimetics) への期待が高まってきている。このバイオミメティクスの可能性については、日本国内では既以下村 (2014)、細田 (2015)、平坂 (2016) など理系研究者らによって多くの論文が発表されている。また、増田 (2015) や舟橋 (2019) など社会科学系研究者からもバイオミメティクスの動向や製造業に与える可能性などに関する論文が発表されている。さらに海外でも多くの論文が発表されているが、バイオミメティクスの概要を理解するのに役立つものとしては、Bar-Cohen (2006) や Bhushan (2009) などを挙げる事ができる。

一方、これらの先行研究が指摘しているように、バイオミメティクスを活用した製品 (以下、バイオミメティクス製品と表記) の研究開発では、工学領域と生物学領域の“出会い”が重要とされるが、そうした“出会い”は常に偶然性を伴っており、そうした偶然性がどのような条件下においてバイオミメティクス製品発想につながるかといった仕組みについては未解決のままである。

そこで本稿では、はじめに先行研究を参考にバイオミメティクスの考え方と種類を提示し、次に国立情報学研究所のデータベースから機械産業におけるバイオミメティクス製品の研究動向を概観した上で、具体的な開発事例としてシャープ(株)及び西日本旅客鉄道(株)におけるバイオミメティクス製品を取り上げ、中心的開発者の行動からバイオミメティクス製品発想を誘発する仕組みについて、社会関係資本 (social capital) 及びネットワーク社会研究の視点から考察を試みる。

2. バイオミメティクスの定義と種類

(1) バイオミメティクスの定義

バイオミメティクスとは、「生物の優れた構造や機能などを解析して、そこに潜む理論を解明し、そこから新たな工学技術を生み出す取り組み」と定義され、「生物模倣技術」ある

いは「生物規範工学」などと訳されることが多い¹。この生物模倣の考え方は古くからあり、1957年にギリシャ語の $\beta\iota\omicron\varsigma$ (生命) と $\mu\iota\mu\eta\sigma\iota\varsigma$ (模倣) から **Biomimetics** という造語を生み出した **Otto Schmitt**²は神経システムにおける信号処理を模倣して入力信号からノイズを除去した矩形波 (Square wave) に変換する電気回路として知られる「シュミット・トリガー」を発明した。一方、材料への応用はさらに古く、わが国ではマジックテープ[®] (Magic Tape)³として知られる面状ファスナー (VELCRO[®]) は、1941年にスイスの電気技師 **George de Mestral** が犬と一緒に森の中を歩いている時にゴボウの種がコートと犬の毛に付着しているのに気づき、その付着のメカニズムから発想を得て開発された製品である⁴。

(2) バイオミメティクスの種類

バイオミメティクスは、分子系バイオミメティクス、機械系バイオミメティクス、材料系バイオミメティクスの3つに大別される。分子系バイオミメティクスはナイロンに始まり、1970年代に化学の分野で酵素や生体膜を分子レベルで模倣しようとする **Biomimetic Chemistry** として世界的な潮流を迎えるが、この背景には生体反応を分子論的に解明することを可能にした X線構造解析の普及があった。その後、1980年代後半からは **Biomimetic Chemistry** の主流は「分子集合体の化学」や「超分子化学」に向かい、分子ナノテクノロジーの基礎を形成した。これに対して機械系バイオミメティクスは機械工学や流体力学の分野における生物模倣研究であり、昆虫の飛翔や魚の泳ぐ動きを真似たロボット、カワセミのくちばしの形状やフクロウの羽を模倣してトンネル突入時の衝撃音やパンタグラフの風切り音の低減を実現した 500系新幹線などが知られている。また船舶、航空機、マイクロマシン、微小電気機械システム (MEMS: Micro Electro Mechanical Systems) などの先端技術分野のみならず、エコ家電製品にも影響を与えている。一方、材料系バイオミメティクスは材料研究の分野における生物模倣の潮流で、21世紀に入って欧米を中心に台頭している領域である。蓮の葉の超撥水性、ヤモリや昆虫の足の接着性、サメ肌の流体抵抗低減化、蛾の眼の持つ無反射性、モルフォ蝶の鱗粉が放つ構造色など、生物表面に形成されるナノ・マイクロ構造に起因する特異な機能を模倣して多様な製品が開発されている⁵。そして、こうした材料系バイオミメティクス製品の開発の背景には、1990年代の中頃からナノメートル (100万分の1ミリ) 領域からマイクロメートル (1000分の1ミリ) 領域といった生物の持つ微細構造 (ultrastructure) の観察を可能にする走査電子顕微鏡 (SEM: Scanning

¹ 増田 (2015) pp.4-5 による。

² Bhushan (2009) p.1445 による。

³ 日本では 1960 年に㈱クラレが最初に生産・販売を開始し、「マジックテープ」は、㈱クラレの登録商標である。以上については、㈱クラレのホームページ <https://www.kuraray.co.jp/products/magic> (2023 年 10 月 26 日閲覧) を参照。

⁴ 下村 (2014) p.192 及び Young (2018) を参照。

⁵ 増田 (2015) p.6 及び下村 (2014) pp.192-193 による。

Electron Microscope) の普及といった電子顕微鏡分野における技術革新があったことを指摘することができる⁶。

(3) 機械産業に関連するバイオメテイクス製品の動向

図表 1 は機械産業と関連するバイオメテイクス製品の動向について、国立情報学研究所「CiNii Research」の検索結果を示したものである。この図表が示すように、機械産業ではロボットにおけるバイオメテイクスのヒット数が多くなっているが、これはロボットが元々生き物の動きを模倣した機械であることを考えると当然の結果と言えよう。また加工、金属、航空、家電等もある程度の数値を示していることから機械産業においてもバイオメテイクス製品への取り組みや関心が高いことを窺い知ることができる⁷。

図表 1 バイオメテイクス×機械産業の用語の検索結果

機械産業の主な分野	ヒット数 (件)
ロボット	167
自動車	6
造船	2
航空	11
家電※	9
塗装	4
金属	31
メッキ	4
加工	60
金型	6
铸造	1
鍛造	0
切削	3

補足) 件数はバイオメテイクス×「機械分野の用語」を and 条件で検索した結果である。但し、「家電※」のみ「生物模倣×家電」で検索。「バイオメテイクス×家電」での検索は 0 件。検索件数の設定は「すべて」(研究データ、論文、本、博士論文、プロジェクト) を選択。検索結果は 2023 年 10 月 17 日時点のものである。

出所) 国立情報学研究所「CiNii Research」の検索結果に基づいて作成。

⁶ Bhushan (2009) p.1450 による。

⁷ この検索結果の数値には掲載誌名に機械分野の用語がある場合もカウントされているため、厳密には具体的な研究だけでなくバイオメテイクスに関心を抱いている機械分野も含んだ数値である点を留意すべきである。

3. バイオミメティクス製品の開発事例

(1) シャープ(株)と西日本旅客鉄道(株)の取り組み

上記のように機械産業ではバイオミメティクスがロボットで多く取り入れられている傾向が窺えるが、既に日本企業によって社会実装されている代表的なバイオミメティクス製品を示すと図表2のようになる⁸。そこで、以下ではシャープ(株)及び西日本旅客鉄道(株)の2つの企業におけるバイオミメティクス製品の開発において中心的役割を果たした開発者の述懐からバイオミメティクス製品発想が誘発された状況について概説する。

図表2 機械分野におけるバイオミメティクス製品の主な事例

模倣対象	製品	開発企業
イルカの尾びれ・表皮のしわ	縦型洗濯機のパルセータ	シャープ(株)
トンボの翅	エアコン室内機・加湿空気清浄機など	シャープ(株)
アホウドリ・イヌワシ	エアコンなど	シャープ(株)
カワセミのくちばし	500系新幹線先頭構体	西日本旅客鉄道(株)
フクロウの翼	500系新幹線翼型パンタグラフ	西日本旅客鉄道(株)

出所) 大塚・公文 (2013) p.31、平坂 (2016) p.15、増田 (2015) p.9 を参考に作成。

(2) ケース①：シャープ(株)の開発者

図表2で紹介している開発企業のシャープ(株)では、同社独自の生物形態模倣技術⁹「ネイチャーテクノロジー」によって優れた家電製品の製品化を実現している。2023年10月17日から20日まで幕張メッセで開催された「CEATEC2023」においても、同社が蝶の羽根を応用した開発した扇風機ファン、燕の翼形状を応用して開発したドライヤーファン、蛾の目の構造を模した「モスアイ技術」で加工したフィルムを張ったフェイスシールドなどが展示された¹⁰。そして、このような同社の「ネイチャーテクノロジー」による優れた家電製品の開発の端緒をつくった人物がO氏である。O氏は大学院で航空工学を学び博士号を取得した後、民生用電子機器に航空工学を応用できるのではないかと考えて1997年に同社に入社している。数年度、O氏は航空工学の知識を活かし省エネ型エアコンの製品化に成功するが、次の開発のネタが見つからない中、藁をも掴む思いで偶然出席した生物学会でのやりとりが彼のバイオミメティクス製品開発の突破口、そして同社の「ネイチャーテクノロジー」への道を拓くことになったのである¹¹。初めて生物学会に参加した際の驚きについてO氏

⁸ シャープ(株)では、図表2に示した以外にも生物模倣に加え自然模倣を含むネイチャーテクノロジー応用製品が多く開発され製品化されている。詳細については、大塚・公文 (2013) を参照。

⁹ 「生物形態模倣技術」は「生物模倣技術」「バイオミメティクス」と同義と考えられる。

¹⁰ 詳細については、『MONOist』2023年10月20日掲載記事「さまざまな家電の性能アップに貢献しているシャープの生物形態模倣技術」を参照。

¹¹ 詳細については、「生物模倣を家電に 風の神と呼ばれた男 (第1回)」『日経エレクトロニクス』2012年7月9日号及び滝田 (2014) を参照。

は次のように語っている。

「それまで航空工学で学んだ常識を覆されるような学説が、さまざまな学者から仮設として語られていたんです。例えば、イルカの表面のしわは水との摩擦抵抗を下げるために、水の流れに垂直に入っているとか。どう考えても水の流れと平行に入っているほうがいいって考えるのが普通じゃないですか。さらに、イルカは水のなかで瞬間的に時速 50 キロで泳げるのに、そこに必要なはずの筋力量の 1/7 しか持ってないこととか。この仕組みは未だに解明されておらず、『グレイのパラドックス』と呼ばれています」¹²。

(3) ケース②：西日本旅客鉄道㈱の開発者

同様に図表 2 で紹介している西日本旅客鉄道㈱の 500 系新幹線の開発経緯については、日本野鳥の会の会員でもある開発者の N 氏の果たした役割が大きい。バイオミメティクス製品の開発につながる出会いについて、N 氏は次のように語っている。

「(新幹線開発における)¹³より大きなテーマは、『いかに静かに走るか』ということです。速く走ると、騒音が増大し、中でも列車と架線を結ぶ集電装置のパンタグラフが、空気とぶつかり大きな音を立てます。日本の新幹線への騒音規制は世界でも最も厳しく、この騒音の問題を解決しなければ走らせることはできませんでした。私たちは開発の技術者として頭を悩ませていました。そんなとき、新聞に掲載された講演会に参加したことがきっかけで、航空の専門家であり野鳥の会の会員でもある Y さんに出会い、鳥の機能や構造がいかに飛行機に活かされているか、また、自然界の中で最も静かに飛ぶのはフクロウだということを教わりました。鳥の中でも、鷹類では獲物を襲うときに大きな音を出すものがあるそうですが、フクロウの羽からは音がほとんど出ないのです。野鼠など獲物に気づかれないように静穏飛行の機能を身につけたようです」¹⁴。

4. 分析概念

(1) 二人の中心的開発者の共通点

上述のように、ケース①及びケース②の二人の開発者には、生物学会や日本野鳥の会への参加を通じて本来の専門分野である工学領域とは異なる生物学領域と出会い、さらに、そこに蓄積されている知識を工学領域に応用するといった共通点を確認することができる。そこで、このような異なる知識との出会いを可能する仕組みを解明するため、以下では社会関係資本及びネットワーク社会研究から生み出された諸概念について概説する。

¹² 以上については、滝田 (2014) による。

¹³ 筆者追記。

¹⁴ 以上については、ジャパン・フォー・サステナビリティ (2006) 「第 6 回インタビュー・フクロウに学んだ新幹線? 仲津英治氏」による。

https://www.japanfs.org/ja/projects/biomimicry/biomimicry_id033307.html (2023 年 10 月 31 日閲覧)。

(2) 弱い紐帯の力

Granovetter (1973,1974) は弱い紐帯の力をいち早く主張してことで知られるが、Lin (2000) は、この Granovetter の考え方について次のように説明している。「ある交際圏 (social circle) に埋め込まれた個人は、交際圏内の他のメンバーと同質的な特徴を持つことが多い。この類似性は情報面にまでおよんでいる。それに加えて、交際圏の外より広い社会構造についての知識も、この交際圏のメンバーの中では同じようなものになる。もしそれとは別の情報が必要なら、自分のいる交際圏ではなく、他の交際圏の中でのほうがみつけやすくなるかもしれない。自分とは別の交際圏へ到達するためには、行為者本人とその二つの交際圏をつなぐ紐帯を見つけることが必要になる。異なる交際圏を結ぶ紐帯のうち、特にその紐帯がなければ二つの交際圏に接点がなくなってしまうような紐帯をブリッジと呼ぶ。(中略) したがって、紐帯からよりよい情報を得ようとするならば、他の交際圏とのブリッジを探す手段となる弱い紐帯のほうが、強い紐帯よりも有力であろう。Granovetter はこのような戦略と便益を『弱い紐帯の強み』と呼んだわけである」。

(3) ボンディングとブリッジング

ボンディング (bonding : 結束型) は社会関係資本の基本概念の一つであるが、それは同質な者同士を結びつける社会関係資本とされる。これまでの研究によれば、ボンディングな社会関係資本は結束を強化する傾向がある一方で、情報源の同質性ゆえに新しい情報を得たり流したりするには不向きであるとされる。また、Coleman (1998) は、社会的ネットワークの閉鎖性 (Closure of Social Networks) について閉じたネットワーク (閉鎖性のある構造) と開いたネットワーク (閉鎖性のない構造) を比較し、閉じたネットワーク (閉鎖性のある構造) では規範が維持し易いとしているが、この閉じたネットワーク (閉鎖性のある構造) はボンディング型の社会関係資本の典型例とされる¹⁵。これに対して、ブリッジング (bridging : 橋渡し型) も社会関係資本の基本概念の一つであるが、ブリッジングはボンディングとは逆に異質な者同士を結びつける社会関係資本とされる。つまり、ブリッジングな社会関係資本は、情報の伝播や評判の流布において強い外部性を持つとされ、新しい情報を得たり、逆に情報を流したりするためには、バックグラウンドが異なる人々とのネットワークの方が適しているとされる¹⁶。

(4) 各概念とイノベーションの関係

ここで、上記の強い紐帯、弱い紐帯が製品のイノベーションに与える影響の度合いを整理すると図表3のようになる。さらにボンディング及びブリッジングとの親和性の度合いを整理すると図表4のようになる。これらの図表に示したように、強い紐帯は製品の改善や製

¹⁵ この指摘については、稲葉・藤原 (2010) による。

¹⁶ ボンディング及びブリッジングの概念については、稲葉 (2011) による。

品の普及といった漸進的イノベーション（プロセスのバージョン）に与える影響の度合いが高いが、新製品開発といった急進的イノベーション（プロダクトイノベーション）に与える影響の度合いは低いと考えられる。これに対して、弱い紐帯は製品の改良や普及といった漸進的イノベーション（プロセスイノベーション）への影響の度合いは低いものの、新製品開発といった急進的イノベーション（プロダクトイノベーション）への影響の度合いは高いと考えられる。また、強い紐帯はボンディング（閉じたネットワーク・結束型）と親和性が高いのに対して、弱い紐帯はブリッジング（開いたネットワーク・橋渡し型）との親和性が高いと考えられる。

図表3 強い紐帯、弱い紐帯のイノベーションに与える影響の度合い

紐帯の種類	影響の度合い	
	漸進的イノベーション (プロセスバージョン)	急進的イノベーション (プロダクトイノベーション)
強い紐帯 (strong ties)	高	低
弱い紐帯 (weak ties)	低	高

出所) 筆者作成。

図表4 強い紐帯、弱い紐帯とボンディング、ブリッジングの親和性の度合い

紐帯の種類	親和性の度合い	
	ボンディング (閉じたネットワーク・結束型)	急進的イノベーション (開いたネットワーク・橋渡し型)
強い紐帯 (strong ties)	高	低
弱い紐帯 (weak ties)	低	高

出所) 前掲図表と同じ。

5. 考察

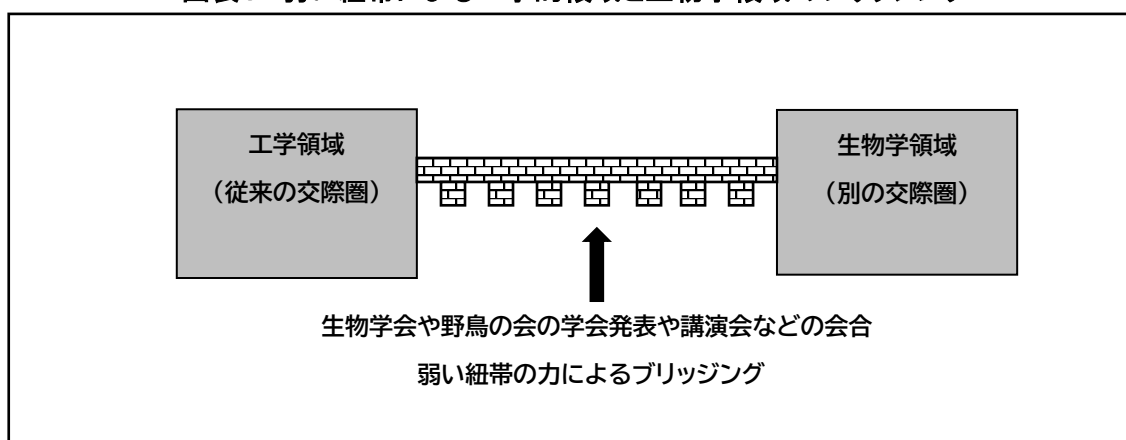
(1) バイオミメティクス製品発想を誘発する弱い紐帯の力

ここで、上記の諸概念の関係性を用いて、ケース①及びケース②からバイオミメティクス製品発想が誘発される仕組みを図化すると図表5のようになる。すなわち、工学領域の開発者が生物学領域と出会うきっかけは、生物学会や日本野鳥の会が主催する学会発表や講演会といった会合への参加であった。具体的には、ケース①の中心的開発者であるO氏の場合は、大学院で航空工学を修め、その知識を家電分野に応用したいと考えて入社した経緯などから、元々、領域横断的なセンスを持ち合わせていたが、生物学会関連の人々が集う場に偶然参加したことが工学領域や航空工学領域とは異なる生物学領域（動物学、昆虫学等）に蓄積されている知識や情報を得ることにつながり、その結果、省エネ型家電製品等の開発に際しバイオミメティクス製品発想が誘発されたものと推察される。

一方、ケース②の中心的開発者であるN氏の場合は、N氏自身が以前から日本野鳥の会の会員であり熱心なバードウォッチャーであったことが工学領域とは異なる鳥類学領域の知識や情報に触れる機会を促し、その結果、新幹線の課題解決に際しバイオミメティクス製品発想が誘発されたものと推察される。

このように、二人の開発者は工学領域の中で製品開発を志向している強い紐帯によって維持されている企業組織（従来の交際圏）の外側に存在している学会や会合と弱い紐帯でつながることによって生物学領域という全く別の交際圏に辿り着き、その結果、彼らは生物学領域に蓄積されている知識や情報を獲得することが可能になったものと考えられる。つまり、弱い紐帯の力が彼らにバイオミメティクス製品発想を誘発させてくれたのである。換言すると、生物関係の学会や会合への参加は、工学領域と生物学領域をつなぐブリッジングの役割を果たし、それによって工学領域に生物学領域の知識や情報が流入されバイオミメティクス製品発想が誘発されたのである。

図表5 弱い紐帯による工学的領域と生物学領域のブリッジング



出所) 筆者作成。

(2) 製品の社会実装における強い紐帯の力

ところで、バイオメテックス製品ではないが、中小企業の医療機器開発の各段階における強い紐帯と弱い紐帯の密度 (density) の変化に関する北嶋 (2020) の研究では、企画構想段階及び試作品開発段階では弱い紐帯の密度が強い紐帯の密度よりも高いが、製品普及段階では逆に強い紐帯の密度が弱い紐帯の密度よりも高まる傾向が示されている。つまり、この研究結果は製品が社会実装されるためには強い紐帯が重要な役割を果たしていることを示唆しており、それはバイオメテックス製品の社会実装においても例外ではないと考えられる¹⁷。

6. 結論にかえて—残された謎—

以上、本稿ではバイオメテックス製品発想が弱い紐帯の力によって誘発されていることを二人の開発者の体験を参考に示したが、依然として謎は残る。それは、何故、彼らが「偶然」をバイオメテックス製品の開発に活かすことができたのかという謎である。そこで、最後にこの謎について仮説的に考えてみると、おそらく二人の開発者にはセレンディピティ (serendipity) の能力が備わっていたものと推察される。このセレンディピティの能力とは、偶発性が創り出す所与条件の中でどれだけ有効な関係性に気づくことができるかといった能力を意味する¹⁸。

また「偶然」には「やってくる偶然」と「迎えに行く偶然」があるとされ、「やってくる偶然」とは自然の成り行きにまかせて所与条件への積極的な関与をしない場合の「図らずも生じる偶然」であるのに対して、「迎えに行く偶然」とは所与条件に行為者が積極的に関与する場合で、どのような内容の偶然になるかは意図した本人にも不明だが、何らかの期待を持って行動した結果として出会う偶然を意味する¹⁹。

この偶然の分類に従うならば、二人の開発者の「偶然」とは後者の「迎えに行く偶然」であったと考えられる。彼らは生物学会や日本野鳥の会、あるいは講演会などに自らの意志で出向くことで「迎えに行く偶然」と遭遇し、彼らの持つセレンディピティの能力によってその「偶然」、すなわち偶発性が創り出す所与条件の中から工学領域と生物学領域の有効な関係性に気づいたのではないだろうか。

これまでのセレンディピティの研究によれば、偶発的な出会いを活かすには固定的な観点を頑なに保持するのではなく、柔軟に観点を変化させたり、情報や経験の集積から自然に浮き上がってくる観点を見いだしたりする力が必要とされ、そのためには異なる集団との出会いが重要とされる²⁰。その意味では、弱い紐帯の力はセレンディピティの能力と通底し

¹⁷ この研究は中小企業を対象にしたものであるが、大企業における製品の社会実装では協力企業も含め強い紐帯の力によるボンダリング機能がより一層発揮されているものと推察される。

¹⁸ 澤泉・片井 (2007) p.28 による。

¹⁹ 同書 p.68 による。

²⁰ 同書 p.228 による。

ていると言えよう²¹。いずれにしても脱炭素社会の実現に向けて日本企業が革新的な製品や部材を生み出すためには、バイオミメティクス製品発想を誘発する弱い紐帯の力を活用して自分たちが無意識に有している固有の見方（固定観念）からの脱却が必要であろう。

参考文献

- 稲葉陽二・藤原佳典 (2010) : 「少子高齢化時代におけるソーシャル・キャピタルの政策的意義」『行動計量学』 37 (1) : 39-52。
- 稲葉陽二 (2011) : 『ソーシャル・キャピタル入門－孤立から絆へ－』中央公論新社。
- 大塚雅生・公文ゆい (2013) 「生物模倣応用による家電製品の価値創造」『シャープ技報』 105 : 31-36。
- 北嶋 守 (2022) : 「医療・介護福祉機器開発における強い紐帯と弱い紐帯のカーヘルスケア産業クラスターとソーシャル・キャピタルの親和性－」『産業学会研究年報』 35 : 21-43。
- 澤泉重一・片井 修 (2007) : 『セレンディピティの探求』角川学芸出版。
- 下村政嗣 (2014) 「バイオミメティクスが拓く技術革新と産業展開」『日本機械学会誌』 (1143) : 2-5。
- 滝田勝紀 (2014) : 「白物家電、スゴイ技術 家電が驚くべき進化を遂げる！シャープの『生物模倣技術』とは？」『ITmedia NEWS』 2014 年 2 月 19 日掲載記事。
- 平坂雅男 (2016) : 「バイオミメティクスを取り巻く課題」『日本知財学会誌』 13 (2) : 11-17。
- 舟橋龍之介 (2019) : 「バイオミメティクスの活用が製造業にもたらす新たな変革」『三菱総合研究所技術レポート』 : 1-7。
- 細田奈麻絵 (2015) : 「バイオミメティクス製品の開発プロセス」『精密工学会誌』 81 (5) : 389-392。
- 増田貴司 (2015) : 「バイオミメティクスの新展開－生物に学ぶものづくりイノベーションの現状と課題」『経営センサー』 2015 年 11 月号 : 4-12。
- Bar-Cohen, Y. (2006): “Biomimetics – Using Nature to Inspire Human Innovation,” *Bioinspiration & Biomimetics*, 1:1-12.
- Bhushan, B. (2009): “Biomimetics : Lessons from Nature – An Overview,” *Philosophical Transactions of The Royal Society* 367 : 1445-1486.
- Coleman, J. (1998): “Social Capital in the Creation of Human Capital,” *American Journal of Sociology, Vol.94, Supplement: Organizations and Institutions: Sociological and Economic Approaches to Analysis of Social Structure.*: 95-120.

²¹ この弱い紐帯とセレンディピティの関係性については、澤泉・片井 (2007) pp.110-112 でも指摘されている。

Granovetter, M. (1973): “The Strength of Weak Ties,” *American Journal of Sociology*, Vol.78,: 1360–1380.

Granovetter, M. (1974): *Getting a Job: A Study of Contacts and Careers*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lin, Nan(2001): *Social Capital : A Theory of Social Structure and Action*, Cambridge, University Press. (筒井淳也・石田光規・桜井政成・三輪哲・土岐智佳子訳『ソーシャル・キャピタル —社会構造と行為の理論—』ミネルヴァ書房, 2008)。