

特集 《バイオ・ライフサイエンス》

農業系及び環境系バイオベンチャーの 知財・ビジネス戦略の例

令和6年度バイオ・ライフサイエンス委員会第5部会

南野 研人、山口 修、小林 由佳、池田 直俊、宮尾 武孝、
神谷 雪恵、辻 淳子、末盛 崇明、手島 豊志

要 約

日本のバイオベンチャー企業の参考となる特許・事業戦略事例を抽出するため、農業系および環境系の国内外バイオベンチャー計9社を対象に調査を実施した。

農業系ベンチャーは、食糧問題や環境問題といった社会課題の解決を事業の中核に据え、持続可能なビジネスモデルの構築を目指している点で共通している。コア技術については積極的な特許出願により知財ポートフォリオを形成し、技術の独占性と競争優位性を確保していた。また、民間資金に加えて公的資金も活用し、大学や企業との連携を通じて技術開発と市場展開を推進している。さらに、創業初期からグローバル市場を視野に入れた事業戦略が採られていた。

環境系ベンチャーは、循環型社会の実現や脱化石資源を事業目的とし、社会的ニーズへの適応性の高さが特徴である。微生物や藻類の活用においては、物質特許が困難なため、用途限定特許や装置特許、製造方法特許、ノウハウ管理などを組み合わせた知財戦略がとられていた。これら環境系ベンチャーもまた、国際的な特許出願を通じてグローバル市場を意識した展開を行っていた。

目次

- はじめに
- 事例
 - 農業系バイオベンチャーの事例 (Solar Foods Oy / プラチナバイオ株式会社 / Evogene Ltd / Indigo Agriculture)
 - 環境系バイオベンチャーの事例 (株式会社 TBM / Polymateria Ltd / ちとせグループ / AZUL Energy 株式会社 / Spiber 株式会社)
- まとめ

1. はじめに

日本のベンチャー企業の参考となる特許・事業戦略事例を抽出するために、国内外のバイオベンチャー企業について具体的な数社の企業に着目し、その事業戦略、ビジネスの現状と特許出願について調査を行った。バイオベンチャーの中では医療系のバイオベンチャーが数としては圧倒的に多いものの、近年、世界的な食糧問題の解決、循環型社会の実現、化石資源からの脱却という各種社会問題に対応するために、農業系および環境系バイオベンチャーへの注目が高まっている。本稿では、主に農業系、主に環境系の大まかに二つの技術分野に便宜上分類し、①創業後、順調に開発を進めている主に農業系バイオベンチャーと、②創業後、順調に開発を進めている主に環境系バイオベンチャーと、について個別の調査研究事例を紹介し、最後に各バイオベンチャーの知財戦略およびビジネス戦略を簡単に紹介する。

2. 事例

2. 1 農業系バイオベンチャーの事例

(1) Solar Foods Oy

1) 企業概要

Solar Foods は、「世界の食料生産に革命を起こす」とのミッションを掲げる、2017年12月に創業されたフィンランドのフードテックスタートアップである。空気中の二酸化炭素と再生可能エネルギーを用いて水を電気分解して得た水素を原料として、単一の水素酸化細菌の微生物発酵により代替タンパク質「Solein®」(SOLEINで、欧州連合に加え、日本を含む14国で商標登録)を生産する。二酸化炭素排出削減に寄与し、農地や気候に依存しないこの生産技術は、環境負荷の削減や気候変動対策、食糧安全保障の観点からも注目されている。

2024年9月の Nasdaq First North Growth Market Finland 上場時点において、従業員数は約45名、CEO、CTO は、いずれも共同創始者のパシ・ヴァイニッカ博士、ヨハ・ペッカ・ピッカネン博士だった。2025年4月には、収益性に向けたグローバル展開フェーズに対応すべく、グローバルビジネス経験を有するラミ・ジョケラ氏が新CEOとなっている。

2022年にシンガポールの食品販売許可を得て、フィンランドの大手食品企業である Fazer 社や味の素との提携による商品開発や試験的販売を重ね、2024年には年間160トンの生産能力を有する Factory 01 の稼働を開始、米国 GRAS の自己認証を得て同年11月には米国市場で Solein® 商品の販売開始、と事業を進めている。

Solar Foods のビジネスモデルは、① Solein® を自社生産して食品会社へ原料供給 (BtoB)、②自社の微生物と水素発酵技術を食品会社にライセンス供与、の2軸であると公表している。さらに、将来の宇宙空間での食糧生産も視野に入れた研究も進めており、2024年には NASA の Deep Space Food Challengeにおいても国際部門で優勝と、その技術を評価されている。

2) コア技術・知財

Solein® は、9種の必須アミノ酸をすべて含む高タンパク黄色粉末で、肉、パスタ、乳製品等に加工可能なタンパク資源となる。自社で発見した天然の水素酸化細菌に、空気中の二酸化炭素、水の電気分解による水素、少量のミネラル、アンモニア等を供給して、バイオリアクター内で発酵培養し、タンパク質を生産する技術に基づく。光合成の20倍の効率で成長し、既存のタンパク源（牛）と比較した場合、その生産に要する水量は1/600、土地面積は1/200とされる。

この技術に加え、Solar Foods は、水素酸化細菌の遺伝子改変によるタンパク質分泌機能の開発も目指している（精密発酵）。乳タンパク質（ β -ラクトグロブリン）を生産する Hydrocow プロジェクトが2023年に開始している。欧州イノベーション評議会の資金提供を受け、ドイツ、オランダの大学やスイスの企業も参加する産官学プロジェクトである。

知財については、2024年9月時点で12ファミリー、160件以上の特許を出願しており、28件の登録特許、22件の登録商標を保有する。事業の核となる特許は、新規に単離された VTT-E-193585 菌株と、水素ガスをエネルギー源、二酸化炭素を唯一の炭素源として成長する能力を保持したその変異体とをクレームするもので、欧州、米国、日本、韓国、中国、カナダ、オーストラリア、ブラジル等を含め広く23地域・国に出願、欧州単一効特許も取得している。加えて、電力変換装置、バイオリアクター、培養方法、食品への加工技術等の多面的な出願を行い、ライセンス展開も視野に入れた特許ポートフォリオを整えつつあるように見受けられる。

表1 Solar Foods Oy の特許出願の調査結果（登録数は J-PlatPat 情報による）

ファミリー 番号	出願年	公開公報	内容	発明の名称	出願数	登録数
1	2019	WO2019 /202202	バイオ リアクター	A POWER CONVERTER FOR A BIOELECTROCHEMICAL SYSTEM	17	5
2	2019	WO2021 /084159	微生物 製造プロセス	STRAINS AND PROCESSES FOR SINGLE CELL PROTEIN OR BIOMASS PRODUCTION	25	5
3	2019	WO2020 /148480	バイオ リアクター	BIOREACTORS FOR GROWING MICRO-ORGANISMS	13	3
4	2020	WO2021 /013698	バイオ リアクター	BIOREACTORS FOR GROWING MICRO-ORGANISMS	11	2
5	2022	WO2022 /207963	培養方法	METHODS AND SYSTEMS FOR GROWING MICROBIAL MASS	9	1
6	2022	WO2022 /229500	加工 (代替肉)	METHODS OF PRODUCING MEAT ANALOGUE FOOD INGREDIENTS	10	1
7	2022	WO2022 /229501	加工 (代替肉)	MEAT ANALOGUE FOOD PRODUCT AND METHOD OF PRODUCING THEREOF	10	2
8	2022	WO2022 /229502	加工 (代替卵)	EGG REPLACEMENT FOOD PRODUCT AND METHOD OF PRODUCING THEREOF COMPRISING MICROBIAL PROTEIN BIOMASS	10	1
9	2022	WO2022 /229503	培養方法	METHODS AND SYSTEMS OF PRODUCING NUTRITIONAL SUPPLEMENT FROM MICROBIAL CELLS	10	1
10	2022	WO2022 /229504	微生物 製造プロセス	VARIANT BACTERIAL STRAINS AND PROCESSES FOR PROTEIN OR BIOMASS PRODUCTION	10	2
11	2022	WO2022 /229507	培養方法	METHOD FOR PRODUCING CELL GROWTH MEDIUM	10	
12	2022	WO2022 /229508	培養方法	METHODS AND SYSTEM OF ADDING FEED MEDIUM INTO BIOPROCESS	9	2

3) 資金調達

Solar Foods は、2018 年以降、Fazer、Lifeline Ventures、Agronomics 等の民間投資や、Business Finland、フィンランド気候基金などの公的機関の支援を受け、2024 年 9 月までに貸付を含めて合計約 1 億 590 万ユーロを調達している。EU の戦略水素経済コアとして欧州委員会の水素 IPCEI プロジェクトに指定され、最大 1.1 億ユーロの支援枠を確保している。

Factory 01 の建設に 4000 万ユーロ以上を投じており、今後建設が予定されている Factory 02（現工場の 50～100 倍の規模）には、1.5～4.2 億ユーロの追加投資が必要と見込まれている状況である。

4) 創業の経緯

Solar Foods は、フィンランド国営の技術研究所 VTT と国立の LUT 大学による科学研究プログラムから生まれた二酸化炭素を回収してカロリーに変換する研究成果の商業化を目的に設立された。創業メンバーには、LUT 大学教授や研究機関関係者が名を連ねており、研究シーズをベースにした典型的なディープテックスタートアップといえる。

5) 考察

Solar Foods の発展は、(1) 気候変動や食糧問題に応える事業コンセプト、(2) 独自微生物と製造技術に基づく高い技術力、(3) 食品規制対応や製品展開のスピード、(4) 研究機関発の高度な科学知見と経営リーダーシップ、(5) 明確な知財戦略の構築、が相互に作用した成果であると考えられる。

知財戦略としては、Solein® 製造における基幹菌株の特許をコアに据え、電気分解、水素供給、微生物設計、発酵装置、培養方法、最終製品加工に至る多層的な特許群を形成しており、自社生産・ライセンスビジネスの両立を

支える知財体制が構築されつつある。食品用途の商標「Solein®」についても早期に登録し、ブランドの確立と差別化にも注力している。

今後の課題としては、各国食品規制への適応、消費者の受容性（味・価格・素材への心理的障壁）、および商業スケールでの価格競争力の実現が挙げられる。特に、Factory 02 の建設に伴う大型資金調達とその早期回収が事業継続の鍵を握る。

水素酸化細菌を用いた CO₂ 資源化という先駆的アプローチは、フードテックだけでなく環境・エネルギー政策にも関与する可能性を秘めており、Solar Foods の今後の展開は知財・政策両面からも注視に値する事例である。

(2) プラチナバイオ株式会社

1) 企業概要

プラチナバイオ株式会社は、広島大学発のスタートアップとして2019年に設立された。国産ゲノム編集技術「Platinum TALEN」を核に、医療・食品分野を中心にゲノム編集技術の社会実装を目指すとともに、「ゲノム編集 × デジタル」によるバイオ DX を掲げ、データ駆動型育種やプロダクト開発も推進している。広島大学との連携を基盤に、学術成果の社会実装を担う「橋渡し企業」として、多様な事業パートナーとの「共創事業」を展開。2024年にはマレーシアに拠点を開設し、海外展開も本格化している。

2) コア技術・知財

同社のコア技術は、「Platinum TALEN」と、独自のヌクレアーゼ「FirmCut nuclease ND1」に基づく国産ゲノム編集技術である。従来のゲノム編集ツール（CRISPR-Cas9など）と比べて、オフターゲットリスクが低く、知財面やライセンス面でのハードルが低い点が特徴である。また、2023年には「FirmCut nuclease ND1」を Zinc Finger 技術と融合させた「ZF-ND1」を発表し、医療応用も視野に入れている。

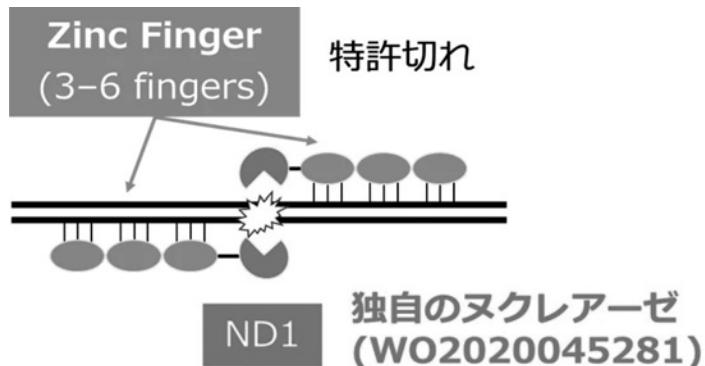


図1 独自のZF-ND1の概要図

（プラチナバイオ株式会社プレスリリース（PR TIMES 2023年4月19日10時00分）より引用）

	ライセンス障壁	オフターゲット リスク	治療効果（切断活性）	製造上の簡便性
CRISPR -Cas9	× ライセンス問題有 ライセンスフィが高額	✗ / ✓ 標的サイト長が短く、 ダイマー化の必要性も なく、比較的高い	✓✓ 高い	✓✓ sgRNAの設計が容易 で簡便
TALEN	× / ✓ ライセンスフィが高額	✓✓ 標的サイト長が長く、 ダイマー化時の活性化し、低い	✓✓ / ✓ 比較的高い	✓✓ / ✓ 製造体制が整備され ていれば適度
Zinc Finger -ND1	✓✓ ライセンス問題が整理 されている ライセンスフィが安価 (PtBioが設定)	✓✓ / ✓ 標的サイト長が比較的 長く、ダイマー化時の 活性化し、比較的低い	✓✓ / ✓ 比較的高い	✓ 他よりも難しいものの、 PtBioは製造体制を整 えつつある

図2 創薬領域におけるゲノム編集ツールの比較

(プラチナバイオ株式会社プレスリリース (PR TIMES 2023年4月19日10時00分) より引用)

知財面では、「Platinum TALEN」(特許第5931022号)と「FirmCut ND1」(特許第6892721号)はいずれも広島大学が保有し、同社が独占的ライセンスを取得。FirmCut ND1については日本を含む11か国への出願の移行が完了しており、グローバル展開を前提とした知財戦略がとられている。

もう一つの柱である「バイオDX」は、ゲノムデータの解析・DB構築・高速育種を可能にし、ゲノム編集導入の前段階としての活用が期待されている。

3) 資金調達

創業後の資金調達は段階的に進められており、2023年10月にはシリーズAを完了、累計で5億円を調達している。出資者には、SMBCベンチャーキャピタル、FOOD & LIFE COMPANIES、ヤンマーベンチャーズ、ツネイシキャピタルパートナーズ等の戦略的パートナーが名を連ねており、資本関係を通じた「共創」が強調されている。

また、事業パートナーとの共同研究・開発も多岐にわたり、食品企業や地方自治体、大学・研究機関とのプロジェクトが複数進行している。2024年には、マレーシア・サイバージャヤ市に海外拠点を設置し、Sunwayグループやマラヤ大学とのMOUを締結するなど、東南アジアにおける事業展開を加速させている。

4) 創業の経緯

同社は、JSTのOPERAプログラムへの採択(2016年)を契機に、広島大学の山本卓教授(ゲノム編集イノベーションセンター長)の技術シーズをもとに設立された。代表取締役の奥原啓輔氏は、JSTや内閣官房知財戦略推進事務局での実務経験、大学発ベンチャー支援、NBDCプロジェクトなどを経て、大学と社会をつなぐ「橋渡し」の重要性を強く意識した事業構想のもと、現在の共同創業者・取締役CTOである山本教授とともに創業に至る。

5) ヒアリング結果

同社の知財戦略の強みは、大学が保有する基本特許の独占ライセンスにある。共同研究の段階では他ツールの利用も視野に入れつつ、製品化フェーズで「ZF-ND1」を適用する戦略を採用。将来的にはTALEN特許の満了を見据え、「Platinum TALEN」の活用範囲拡大も想定している。

一方で、大学発明における国際出願の困難さ、資金調達においては「出願件数の多さ」ではなく、「事業に即し

た知財戦略」の重要性を指摘。日本ではこの点を評価する投資家がまだ少ないとの課題認識も示す。

バイオ DX については、顧客企業がゲノム編集導入に慎重な中でも、ゲノム解析や育種の導入フェーズとしての活用にニーズがある。坊農秀雅教授（広島大学）のデータ解析技術を軸とした包括的な研究支援体制が、他社との差別化要因である。

海外展開においては、東南アジアを重要市場と位置づけし、マレーシアに拠点を置く。同地はバイオ資源が豊富で、TALEN の特許障壁がないことも事業環境として有利である。

6) 考察

プラチナバイオ社は、国産ゲノム編集技術の社会実装に特化した产学連携型スタートアップであり、CRISPR/Cas9 が主流となる中で、知財制約やライセンス負担の少ない代替技術を提供する点に大きな特色がある。また、大学との共同研究を「基盤」とし、製品開発を企業と行うという「产学共創」の新モデルを構築しており、研究機関と企業の橋渡しに特化した役割を果たしている。

知財面では、広島大学との密接な関係による強力な特許ライセンス網を有しており、製品化フェーズでの優位性を確保している。また、ゲノム編集導入の前段階である「バイオ DX」という支援事業を併走させることで、顧客企業の技術導入を段階的に促進するモデルが成立している。

今後は、TALEN 基本特許の満了を見据えた戦略的転換や、グローバル出願戦略の再設計、さらには東南アジアにおける技術展開がカギとなる。同社は、技術・知財・組織・ネットワークの各面で、大学発スタートアップの一つの成功モデルとして注目に値する。

（3） Evogene Ltd

1) 企業概要

Evogene Ltd.（以下、Evogene）は、2002 年にイスラエルの Compugen Ltd.（以下、Compugen）の農業科学部門がスピンオフして設立された会社である。計算予測生物学（CPB：Computational Predictive Biology）の AI を活用して、人間の健康、農業、工業用途などのバイオ・ライフサイエンス産業向けの製品を設計し、事業化可能性を探るところに特徴がある。

生物学への深い理解に加え、ビッグデータと人工知能を活用した AI を使って、生命科学製品の中核となる微生物、低分子、遺伝子を、計算機上で設計する CPB プラットフォームを確立していることが強みである。

今まで事業化されたのは、ヒトマイクロバイオームベースの治療薬、医療用大麻、農業生物学的製品、農業化学製品、種子形質、ひまし油生産のための農業ソリューションなど、多岐に渡っており、事業計画に適合する各子会社によって運営されている。

2) コア技術・知財

Compugen は有望な遺伝子を計算科学で探索する会社として出発したが、医薬品メーカーに転じたため、それ以外の分野の研究開発者が Evogene を立ち上げた。つまり Evogene は Compugen と技術的にはほぼ同等のコンセプトで誕生した会社であり、AI を使って目的と成りうる候補を抽出し、バイオ系研究の成果から有望なシーズが発見されたら事業化して子会社を設立する。

Evogene が使っている AI は、MicroBoost AI（微生物）、ChemPass AI（小分子）、GeneRator AI（遺伝子要素）、の 3 つである。

Evogene は子会社の特許のほぼ全てを所有し、パテントファミリーベースでも 800 件近くあった。Evogene の特許は、主に US 出願を基礎とし、PCT 出願後に US、AU、CA、それに中南米への移行が中心で、日本への出願は見当たらなかった。

今回は代表的な事例として、既に事業化済みの Canonic Ltd.（以下、Canonic）の特許を紐解くことで Evogene の事業・技術・知財戦略を考察する。なお、Canonic のみで出願した特許もあったが（「痛みや炎症関連疾患の治

療のための大麻組成物」など)、これらは Canonic のみが必要な特許のため、今回の考察から除いた。

3) 資金調達

Evogene および子会社は、国内外から積極的な資金調達を行っており、2023 年には Evogene 本体が約 14 億円、Lavie Bio Ltd. (以下、Lavie Bio) が Corteva, Inc. とのライセンス契約で約 7 億円相当、Biomica Ltd. (以下、Biomica) が約 30 億円、Casterra Ag Ltd. (以下、Casterra) が約 17 億円、Canonic および Finally Foods Ltd. (以下、Finally Foods) も新規契約やライセンス供与を通じて資金を得ている。2024 年には Bayer AG との新規ライセンス契約も成立しており、持続可能な農業やバイオ燃料開発分野での実用化を進めている。

4) 創業の経緯

CompuGen は、イスラエルに本社を置く臨床段階の予測的医薬品発見および開発の上場企業であり、計算医薬品発見サービスプロバイダーとして設立された。最初の製品は「バイオアクセラレーター」と呼ばれ、当時使用されていた他のプラットフォームよりも最大 1000 倍の速度を実現した。

当初は、製薬会社向けのサービスプロバイダーとして、さまざまな種類の生物学的現象を予測するためのソフトウェアと計算サービスを提供しており、Novartis AG、Abbot Laboratories、Pfizer Inc. などの大企業と契約していたが、その後、独自の内部パイプラインを持つ医薬品開発会社になることを決定し、2010 年に腫瘍学と免疫学に重点を置くことが決定されて、完全に統合されたバイオ医薬品企業となった。その過程で、2002 年に農業科学部門が、子会社 Evogene としてスピンオフされた。

Evogene で事業化見込み有りと判断されて設立された子会社は、確認できた範囲では、Lavie Bio、Biomica、Casterra、AgPlenus、Canonic、Finally Foods、であった。

Evogene は予測技術を活用しながら農業や工業用途への展開に舵を切っており、研究成果に基づいて商業的可能性が見えた段階で子会社設立が実行されている。

5) 考察

Evogene の特許戦略は、まず米国に出願し、その後 PCT ルートを経由して、必要な国へ移行するというオーソドックスな手法である。

重要なのは、事業ごとに出願国・地域を戦略的に選定しており、その国の内情や企業の情報から事業化可能な候補国をピックアップし、その国で事業をするときに必要な特許を予め検討し、パテントポートフォリオを形成することにある。

Canonic を例に取ると、イスラエルの大麻規制緩和の流れに乗って品種開発を行い、国内需要に応えるとともに、イスラエル国内企業の Plantis Agro Ltd. (以下、Plantis) へのライセンス供与により事業収益化を実現した。

イスラエルでは医療用大麻のアクセスを大幅に改善して自殺を防止する「Enabling Reform」という大麻規制緩和を実施している。そして 2024 年には、従来の個別許可モデルから処方箋モデルに移行し、特定の疾患（癌、クローネ病、エイズ、多発性硬化症、パーキンソン病など）の患者が、処方箋だけで大麻を入手できるようになった。この改革により、患者の登録数が大幅に増加している。

2024 年に、Canonic は事業を停止したが、これは撤退ではなく、提携先である Plantis 社との役割分担を明確化する戦略的決定とみられる。

Evogene 全体として、日本への出願が見られない背景には、

- ①日本の気候・農業環境がイスラエルのそれと大きく異なること、
 - ②日本の医療用大麻を含む規制の厳しさ、そして
 - ③日本には遺伝子組換作物に対する抵抗感がある、
- からだと考える。

①については、イスラエルの沿岸部は地中海性気候で内陸部は砂漠気候である。そのため、乾燥や塩害に対処す

る農業技術が発展しており、厳しい環境条件に耐える植物の育成や品種の開発に注力してきた。逆に、日本は温暖湿潤気候で、治水・旱魃に関するインフラが十分に整備されている。つまり、日本の気候・農業環境とイスラエルのそれとが大きく異なっている。

②については、日本では大麻を含めた麻薬輸出入を禁止する方針があった。医療用麻薬についても、日本を除く先進10カ国は、カンナビノイドの医療利用について1996年から徐々に合法化されていたが、日本では医療用大麻に関しても、2023年12月に「大麻取締法及び麻薬及び向精神薬取締法の一部を改正する法律」が成立して公布されるまでは輸入出来なかった。つまり、日本では一般向けの大麻規制のみならず、医療用大麻についても他国より規制が厳しいといえる。

③については、Canonicは大麻の品種改良には遺伝子組換えを使用しておらず、GeneRator AIを用いた解析を使っているものの伝統的な育種を背景とした技術なので③に該当せず、①、②を考慮して移行国から外したと思われる。Canonicのアプローチは、AIで遺伝子マーカーを特定し、株の交配・選抜を繰り返して、その遺伝子マーカーを持つ特性を固定化する伝統的な育種法である。ただ、遺伝子マーカーを用いることで育種プロセスを加速し、開発期間を大幅に短縮している。

一方、Canonic以外のEvogeneの研究や子会社の事業には、遺伝子組換えした製品もある。日本は、遺伝子組み換え食品に対する消費者の忌避感が依然として強い傾向にある。これは、安全性への漠然とした不安や、表示制度に関する理解不足などが要因として挙げられる。一方、ゲノム編集食品は、外来遺伝子を導入しないため、遺伝子組換え食品よりも安全性が高いとされているが、それでも未知の影響や表示の不透明さに対する懸念から、忌避感が残っている。実際、日本に流通しているゲノム編集食品はかなり少なく、海外企業製品のゲノム編集食品で、厚生労働省が受理したのは2023年のワキシーコーン(Corteva Agriscience)が初となる。

以上から、Canonicの事業は、水資源の乏しい地域や、CBD（カンナビジオール）を含む医療大麻市場の拡大が進む国々との親和性が高く、日本には親和性が低いことが分かる。また、Evogeneの事業全体を見ても、気候・農業環境がイスラエルと近い地域や、国の政策や国民の考え方などの背景から、日本とは親和性が低いことが分かる。つまり、Evogeneの事業展開は、地理的・政策的特性に応じたグローバルな事業・技術・知財戦略を象徴する好例であると思われる。

(4) Indigo Agriculture

1) 企業概要

Indigo Agriculture社（以下、インディゴ社）は、2013年に米国マサチューセッツ州で創業されたアグリテック企業である。創業当初はSymbiota社と称し、2016年に現社名へ変更された。植物のマイクロバイオーム（微生物叢）を活用した微生物コーティング技術を中心とし、作物の収量向上や環境負荷低減を実現する革新的な農業ソリューションを提供している。現在は、トウモロコシ、小麦、大豆、綿花などの微生物処理済種子や、微生物農薬「biottrinsic」の提供に加え、炭素固定量を活用したカーボンクレジット事業（Carbon by Indigo）や、生産物流通支援プラットフォーム（Market+ by Indigo）など多角的な事業を展開している。アグリテック系スタートアップとして初のユニコーン（時価総額1000億円以上）となったが、2023年時点での時価総額は約2億ドルにとどまっている。

2) コア技術

インディゴ社の技術の中核は、(i)微生物コーティング種子、(ii)微生物農薬、及び(iii)画像解析技術の3本柱である。

(i) 微生物コーティング種子

AIによって選定された植物と相性の良い微生物を種子にコーティングすることで、成長促進や収量向上を図る。特に乾燥耐性が低い微生物を生きたままコーティングする技術は他社にない強みであり、小麦では13%、綿花では17%の収量増加を実証している。

(ii) 微生物農薬

微生物の特性を AI で予測し、病害虫に対応した微生物農薬として応用している。これらの微生物農薬は、化学農薬の代替品として期待されている。

(iii) 画像解析技術

農地の衛星画像を AI で解析し、収量予測や炭素吸収量の推定を行う。この解析結果をカーボンクレジットの算定に活用する。

3) 知財

知財面では、2024 年時点で 127 件・35 ファミリーの特許を出願しており、特に創業初期の微生物コーティング種子関連技術は特許群（14 ファミリー）により重点保護されている。自社技術に加えて、オーストリアの AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY GMBH から製造技術及び特許を導入し、製品保護を物質・生産方法の両面から強化している。また、事業拡大にあわせて、画像処理やカーボンクレジット関連の出願も進めており、事業戦略と連動した知財戦略を徹底している。

4) 資金調達

インディゴ社はこれまでに計 7 回の資金調達（シリーズ A～G）を実施しており、累計で約 12 億ドル（約 1800 億円）を調達している。創業初期の主な出資者は Flagship Pioneering 社で、その後、Alaska Permanent Fund や Activant Capital 等も参加している。直近の 2024 年には、新 CEO 就任と共にシリーズ G として 2.7 億ドルの追加資金調達を発表しており、今後の事業拡張に向けた財務基盤の安定化に努めている。

5) 創業の経緯

インディゴ社は、Flagship Ventures（現 Flagship Pioneering）内の起業支援プログラムから生まれた。創業者 Geoffrey von Maltzahn 氏は、植物の根圏に存在する微生物叢が植物の生育に重大な影響を与えるという仮説のもと、微生物の機能性に注目し、Symbiota 社を立ち上げた。世界中の微生物を収集・解析してデータベース化し、AI によって植物との最適な組み合わせを導出するという先進的な技術開発を進め、わずか数年で世界初のアグリテック・ユニコーンへと成長した。

6) 考察

インディゴ社は、農業のデジタルトランスフォーメーション（DX）を牽引する企業として注目されている。その最大の強みは、①品種開発に依存せず、既存種子への微生物加工により新市場を創出している点、②農家の収益向上分をレベニューシェアで還元し、導入障壁を下げている点、③販売・栽培・環境価値までを一気通貫で支援し、収益多重化を実現している点である。

知財戦略も事業の進展にあわせて進化しており、「微生物種子→微生物農薬→画像解析・カーボンクレジット」と段階的に重点分野を拡大し、技術と収益構造の両輪を保護する特許網を築いている。AI 技術等の IT 系技術については、競合他社による実施の検出が困難であるため、特許出願を抑制しノウハウ管理に徹する柔軟さも併せ持つ。

資金面では、豊富な投資を背景に、大規模な R&D と世界展開を可能にしており、出願件数も日本のスタートアップと比較して圧倒的に多い。特に、微生物コーティング種子に関する技術の出願数と権利化方針は、製品優位性を支える知財のモデルケースといえる。

今後はカーボンファーミングの需要拡大に伴い、同社のカーボンクレジット事業や AI 技術の重要性がさらに高まると予想される。インディゴ社は、農業・環境・テクノロジーを統合した次世代型ビジネスと知財戦略の成功事例として、日本のスタートアップにも示唆に富む存在である。

2. 2 環境系バイオベンチャーの事例

(1) 株式会社 TBM

1) 企業概要

株式会社 TBM は、環境配慮型の新素材を開発、製造、販売する会社であり、石灰石や CO₂ を原料とした新素材「LIMEX（ライメックス）、CR LIMEX（シーアール ライメックス）」と、再生材料を 50% 以上含んだ素材「CirculeX（サーキュレックス）」といった環境配慮型の素材および製品の普及や、資源循環に関する事業に取り組んでいる。

2) コア技術

株式会社 TBM のコア技術は、熱可塑性樹脂に炭酸カルシウムなどの無機物を 50 重量 % 以上配合させた「LIMEX」である。プラスチック・紙代替品として使用することができる。

LIMEX でポリプロピレンを置き換えると、約 30% プラスチックの使用量を削減できる。また、既存のプラスチック製造と同様の成形機などを使用することができ、専用の機器は不要である。

また、LIMEX は、製造時に水をほぼ使う必要がない。そのため、LIMEX は紙と比較し、シート 1 トンあたりの工場における水利用量を約 94% 削減することが可能であり、紙に比べて、優れた耐水性、耐久性を有している。

プラスチック使用量や CO₂ 排出量、水・森林資源の使用量を削減することができます。

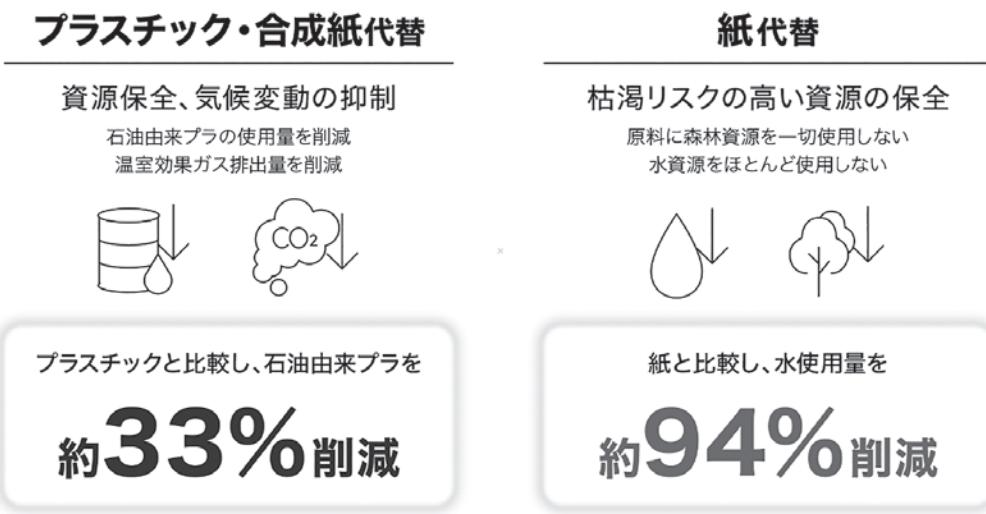


図 3 LIMEX のプラスチック、紙との環境負荷の比較⁽¹⁾

3) 特許出願

株式会社 TBM は創業当初から知財の重要性を認識し、意欲的に出願をしている。

現在、日本における特許権数 114 件、出願継続件数 40 件、海外における特許権数 145 件、出願継続件数 32 件である（いずれも分割出願を含む。）。コア技術は、会社設立と同時（2011 年）に出願され、登録となっている（特許 5461614 号）。

創業当初は、知財活動の大部分を特許事務所に頼っていたが、2018 年に企業の知財部長の中村氏を招き、社内外で協力し、知財活動を推進させている。

4) 沿革・資金調達

株式会社 TBM は、設立以来、順調に成長し、約 400 億円の資金調達を達成している。

直近で大きな資金調達は、2021 年に韓国の SK グループと 135 億円の資本業務提携を締結した。

5) ヒアリング結果

■事業について

・成長戦略について

世の中のニーズに乗ること（マーケティング）が重要；市場のニーズが、環境配慮に傾いており、この流れに乗ることで、成長軌道への移行がスムーズであった。また、世の中に製品が広く知られることは重要であり、創業当初から広報活動を大事にしている。

・グローバルな製品展開

国ごとにリサイクル、環境配慮への意識は大きく異なっており、その国に適した製品を揃えることがグローバル展開には重要である。

日本では、プラスチックの回収、リサイクルの意識が高く、上記のリサイクルが可能な LIMEX や CirculeX がマッチする。その一方で、海外では、回収が難しい国や、投棄されることが多い国も存在する。このことを考慮し、LIMEX に生分解性を付与した新しい製品を他社と共同で開発している。また、2018 年には、プラスチックに生分解性を付与する添加剤を開発するベンチャー企業を買収している。

・資金調達における特許の役割

出資を募るために、ビジョンを語ることは重要だが、これを達成する根拠として、特許の出願、取得がなされており、参入障壁が築かれていることを説明することは非常に重要と考えている。国内の案件では早期審査を活用し、権利化を加速させている。また、海外における PPH も見越している。ただ、海外については、より広い権利化を模索するため、事情がない限り、早期審査はしないことが多い（JP での審査結果を参照しない国も多いことも考慮している）。

・共同開発企業、パートナーなどについて

・・海外では、現時点において自社で工場を構えず、ファブレスの生産体制でパートナーを探すことになるが慎重に精査している。

・・ノウハウは、自社でしっかりと守る。ノウハウをすべて渡してしまうと、継続性がなくなるため、提供する場合であっても、タイミング、量は調整する。

・・相手方にすこしずつノウハウが蓄積していった結果、独自に改良品を開発してしまった場合であっても、契約の中で、改良品についての利益を享受できるような契約内容にしている。

■知財について

・特許出願について

・・他社の参入を防ぐために、積極的に特許出願を行い、参入障壁を築いてきた。粗悪な模倣品を排除して、しっかりとした市場を構築することが重要と考え、世界 50 か国以上に出願している。

・・事業と照らし合わせ、出願継続の必要性を社内で判断する。市場規模、将来性、侵害の顕現性、その国での特許権の活用性（法整備がきちんとされているか）について考慮し、出願を継続するか放棄するかの検討を定期的に行っている。

・ノウハウについて

・・特許権と、ノウハウとの両側面から発明を保護することが重要と考えている。

・・ノウハウが退職者によって、持ち出されることはある程度想定し、ノウハウであることを可視化している。例えば、電子公証システムを導入し、退職者によるノウハウ持ち出しの抑止力として機能させている。また、先使用を立証できるよう対策をとっている。

・社外弁理士への期待

創業当初から顧問弁理士がおり、知財戦略を相談し、社内の知財チームと協力して知財活動を推進させている。外部の弁理士には、主に社内で生まれた発明を出願形式に整えてくれることを期待している。

・知財部員がいない企業へのアドバイス

資金調達などの事業活動を円滑に進めるためには、知財がしっかりとしている必要がある。それには、まず信頼できる弁理士を見つける必要がある。様々な方面から紹介してもらうのがよいのではないか。

但し、外部の弁理士に頼りすぎるのではなく、社内できちんと判断できるよう知財の知識のある社員を配置したほうが好ましい。

内部、外部の知財専門家が協力し、知財、事業を推し進めていくのが理想的である。

6) 考察

株式会社 TBM は、環境負荷を低減できるプラスチック、紙代替品を製造販売し、かつ資金調達を好調に達成している点から調査の対象とした。

創業当初から知財に力を入れていたが、2018 年からは社内に知財の専門家を置き、質の高い出願を増やすとともに、ノウハウ保護の活動の強化を進めている。

また、上記の沿革にも記載されるように様々な賞の受賞、補助金の対象となり、それを自社のオウンドメディアや外部の取材により広く発信をしている。

製品が世の中のニーズに合致しているだけではなく、知財というバックボーンがしっかりとし、かつ製品の良さをきちんと発信できているからこそ、海外企業とのパートナーシップ、資金調達が成功し、順調に成長し続けていくのだと考える。

今回のヒアリングを通して、市場ニーズを捉える力、知財力、製品を伝える力のバランスが非常に取れている企業という印象を強く受けた。

(2) Polymateria Ltd

1) 企業概要

ポリマテリア社は 2016 年創業のインペリアル・カレッジ・ロンドン発のスタートアップ企業である。創業者兼 CEO のナイル・ダン (Niall Dunne) は、ブリティッシュテレコムやアクセンチュアでの経験を持ち、持続可能性とイノベーションに関する深い知識と経験を有しているとの評判である。

2) コア技術・知財

コア技術は、分解性ポリマー組成物を形成するための添加物であり、既存のポリマー組成物に 2 質量% 程度添加することにより、プラスチック製品 (ポリエチレン、ポリプロピレン等) のリサイクル性を維持しつつ、なお且つ適当な時期までには風化して、更に自然環境下では生分解され得ることを可能にする技術である (以下の画像は、ポリマテリア社ホームページ⁽²⁾からの引用である。)。

仕組み



図4 バイオトランスフォーメーション技術を採用したプラスチック製品の生分解の仕組み

同社は、国際出願（PCT）を経て、日本を含む多数の国・地域において2件の発明で特許を取得している。主な特許には以下の2件がある：

- WO 2018095905：ポリオレフィン主体の分解性ポリマー組成物（添加剤）
JP, EP, US, KR, AU, CA, IL で登録済。
- WO 2018134071：炭酸カルシウムを高含有に含む分解性シート材
JP, EP, US, KR, CN, AU, CA で登録済。

基本特許であるポリオレフィン主体の分解性ポリマー組成物（添加剤）に関し、その特徴は、分解促進を担う遷移金属化合物（鉄、マンガン、銅等）、不飽和カルボン酸、合成ゴムなどの含有比率が詳細に規定されており、分解性と材料特性のバランスを最適化している点にある。ただし、特許請求の範囲は比較的狭く、他社製品の排除可能性は限定的との見方もある。

3) 資金調達

2020年時点で、シリーズBまでに約30億円規模の資金調達が行われており、出資者には化学大手クラリアント（現アビエント）、トップグループ、Sky Ocean Ventures（海洋プラスチック問題への投資ファンド）、Impact Venture Capitalなどが名を連ねている。加えて、政府や産業界からの助成・補助金の導入も推測されており、同社の革新的な技術と環境保護への取り組みは、多くの投資家やパートナーからの関心を引き付けているようであった。

4) 創業の経緯

公にされた情報から、創業の経緯の詳細を調べるには至らなかった。拠点は、創業時から現在もインペリアル・カレッジ・ロンドンのインキュベーションセンターであるようである。

5) ビジネスについて

日本経済新聞電子版の特集記事⁽³⁾によれば、インドは2019年に水路が汚染され海洋生物の生態が脅かされるプラスチック廃棄物を管理する取り組みの一環として、使い捨ての薄いビニール袋を禁止した。ポリマテリア社は、産業界とインド政府の支援を受けながら生分解性プラスチックを製造・供給している。この生分解性プラスチックは、薄型ビニールやプラスチックとは異なり、使用禁止の対象外になる。

さらに、通常のプラスチックと添加剤を組み合わせて、プラスチックを確実に分解するポリマテリア社のバイオトランスフォーメーション技術は、英国の生分解性技術における新たなスタンダードづくりに貢献した。インド政

府の中央プラスチック工学技術研究所と協力して、インドにも同じ基準を適用しており、その結果、インドのフィルム製造大手、マックス・スペシャリティ・フィルムズ (Max Specialty Films) をはじめ、カップ麺の容器、アイスクリーム用のカップ、ラッピング用包装フィルムなどにポリマテリア製のプラスチックを使用するインド企業が増えている。

6) 考察

特許は、比較的狭い範囲でクレームして権利化が図られていた。よって、他社が同じ訴求ポイントの製品で追従しようとしたとき、排除できるかは疑問に思われた。

メディアに多数取り上げられており、例えば、本技術を用いた製品の評価については、英国規格協会の新規格 BSI PAS 9017 (開放環境下での生分解性に関する規格) により適切に検証できるなどの宣伝がみられた。

特許で技術を囲い込むというよりは、先行して市場を獲得する事業戦略ではないかと考えられた。

(3) ちとせグループ

1) 企業概要⁽⁴⁾

ちとせグループは、2002年に古澤満氏により設立された株ネオ・モルガン研究所を前身とし、育種に関する技術を強みとする。2011年、統括会社「CHITOSE BIO EVOLUTION PTE LTD.」をシンガポールに設立し、グループの中核をなす株式会社ちとせ研究所に加えて、Chitose Agriculture Initiative Pte. Ltd. (シンガポール)、Chitose Agri Laboratory Sdn. Bhd. (マレーシア)、Chitose Agriculture Co., Ltd. (タイ)、Chitose Algae Farm Sdn Bhd (ブルネイ) により「ちとせグループ」が形成されている。ちとせグループは、現在では育種とメトリクスを基盤技術に、発酵、藻類、細胞、資源循環・農業、ヘルスケアの5つの領域にてバイオエコノミーの発展に寄与する事業を展開している。

ちとせグループは、「千年 (ちとせ)」、すなわち、1000年先まで人類が豊かに過ごすことを目指し、化石燃料を頼らず、現時点で產生した資源を用いて産業を構築する循環型社会の構築を企業理念としている。

2) 藻類を起点とする産業構造の構築

ちとせグループは、2021年に藻類産業の構築を目指し「MATSURI プロジェクト」(現名称は「MATSURI イニシアチブ」)をスタートさせ、このプロジェクトは2025年7月23日時点で100社を超えるパートナー企業⁽⁵⁾が参加する巨大プロジェクトに成長している。「MATSURI イニシアチブ」は、パートナー企業と定期的に勉強会を開催し、製品化に必要となる藻類の成分や機能について議論する一方で、パートナー企業は、ちとせグループが培養した藻を購入するなどして研究開発や商業化を加速させることからスタートした⁽⁶⁾。2025大阪・関西万博の日本政府館で藻類を活用した循環型ものづくり展示「『藻』のもの by MATSURI」⁽⁷⁾が公開されたことからも、このプロジェクトが非常に高い関心を集めていることが分かる。

藻類について、ちとせグループは、ボツリオコッカスなどの油採取用藻類およびスピルリナなどの食品用藻類を2つの柱として、事業化を進めている⁽⁸⁾。藻類は、光合成による物質生産効率が最も高いだけでなく(例えばパームヤシと比べてオイル収量が2倍)、既に排出された二酸化炭素を固定することができる。また将来的には淡水不足が懸念される中、少量の水で生産可能(タンパク質1kgの生産に必要な水分量がダイズの0.2倍)であるという利点も有している⁽⁹⁾。そのため、化石燃料由来の原料の代替品として藻類由来原料を用いることは、植物由来原料を利用するより、はるかに効率よく循環型社会の実現に貢献することができる。

ちとせグループはマレーシア サラワク州に世界最大規模である5haの微細藻類生産施設「CHITOSE Carbon Capture Central」(以下、「C4」)⁽¹⁰⁾を保有しているため、C4から藻類由来原料を製造することができる。C4に関する説明によると、2000ha規模で藻類を生産する場合、300円/kg以下の生産コストで14万t/年(乾燥重量)の藻類バイオマスを供給できる。将来的には世界のとうもろこしの生産面積の1/20に値する1000万ha規模にて、60円/kg以下の生産コストで7億t/年(乾燥重量)の藻類生産を実現し、カーボンニュートラルで真に持続可能

な社会づくりに貢献していくことである。

3) 設立の経緯とベンチャー企業としての戦略

ちとせ研究所の前身である(株)ネオ・モルガン研究所は、2000年当時のバイオベンチャーブームの中、投資会社(VC)の誘いにより2002年に進化学者である古澤満博士によって設立された⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。

大きな転換点として、2008年のリーマンショックによりVCから資金が引き揚げられることになり、ちとせグループの創始者となる藤田朋宏氏が、(株)ネオ・モルガン研究所のMBO(経営陣が参加する買収)を1億4000万円で実施し、VCの投資からの脱却を行った。そして、ネオ・モルガン研究所は資金を得るために、大企業との協業に着目し、自社の技術を生かした研究開発アイデアを提案し「相手方は資金と実績を、自らは技術と汗を提供する」という戦略をとり、黒子として食品や医薬品、化学品など多分野の企業を支援して収益を上げ、自らは微生物や細胞の培養・品種改良技術を磨いた⁽¹²⁾⁽¹³⁾。

大企業とベンチャー企業との協業は、ベンチャー企業にとっては資金の獲得源となるメリットがあり、大企業にとっては「出島ビジネス」を行うメリットがある。「出島ビジネス」により、数百億円規模の事業が求められる企業本体から切り離して、数億円レベルで成功という価値観で評価することが可能となり、大企業の新規事業に対するハードルを下げることができる。一方で、「出島ビジネス」はベンチャー企業にとっては、社会との接点が大企業に抑えられるというデメリットも存在していた⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。

その後、ちとせグループは国内外の拠点で構築された技術開発力を基に、自社の主導により上述したような各種事業展開に成功した。例えば、ちとせ研究所は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業として資金を獲得することに成功しており、上述したC4はNEDOの委託事業として2023年に建設された⁽¹⁵⁾。さらに、ちとせ研究所ではNEDOのグリーンイノベーション基金事業で総額580億円規模のテーマが採択されており、100haの生産規模にて経済合理性と環境持続性の双方を見据えた藻類生産技術開発と、CO₂を直接原料として生産する藻類バイオマスを原料にした化成品や化粧品、燃料、飼料、食品などの幅広い用途開発を目指している⁽¹⁶⁾。

4) 特許出願の動向

ちとせグループ(株式会社ネオ・モルガン研究所も含む)の日本の特許出願の動向(出願日による)を下のグラフに示す。

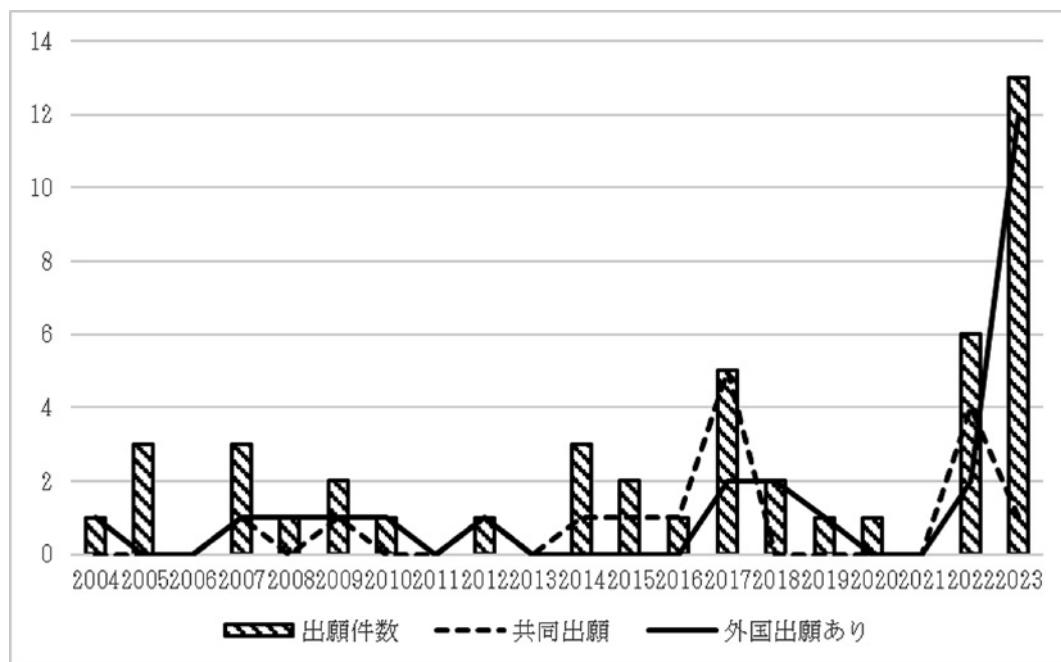


図5 ちとせグループ(株式会社ネオ・モルガン研究所も含む)の日本の特許出願動向のグラフ

第1期を設立時2002年から2010年とすると、第1期の出願は、主として育種事業に関する出願がほとんどを占めていた。2005年に出願件数が多い理由は、VCからの豊富な資金を基に出願を積極的に行っていったためであると考えられる。

第2期を2011年から2020年とすると、第2期では、食用藻類、有機農業関連、細胞株事業について出願が行われており、分野毎に他の企業との共同出願の割合が高くなっていた。

第3期を2021年から2023年とすると、第3期では、ちとせグループ関連会社であるちとせ研究所が単独出願人である藻類を培養する技術に関する出願が急増している。また、2023年に出願されたほとんどの日本出願に対応PCT出願が存在する。

5) 考察

ちとせグループのMATSURIイニシアチブは、藻類を化石燃料代替品として利用する産業を創生する上で大変説得力がある。化石燃料を自国で生産することができない日本にとって、藻類由来原料を化石燃料代替品として利用することは、非常に大きな利点であり、「MATSURIイニシアチブ」が多くの日本企業を引き付ける理由の一つであると考えられる。

石油資源に代えて、藻類バイオマスから得られる有機物を利用した産業を構築することができれば、最も環境に対する負荷なく太陽光を活用してエネルギー源として利用できるだけでなく、藻類を生産する際に現在問題となっているCO₂そのものを固定することができる。

また、藻類を生産する上で効率的な「培養装置」や「培養システム」が確立された第3期で、「培養装置」および「培養システム」について積極的にPCT出願が行われている。これらの出願が権利化できれば、グローバルな観点で後続する他社を牽制する上で果たす役割は大きいといえる。

(4) AZUL Energy 株式会社

1) 企業の概要

AZUL Energy株式会社は、2019年に東北大学発のディープテックスタートアップとして設立され、宮城県仙台市に本社を置く。代表取締役の伊藤晃寿氏は、富士フィルム出身の実務派であり、研究開発と产学連携、契約・知財業務の経験を有する。最高科学責任者(CSO)は東北大学材料科学高等研究所の藪浩教授、取締役には同大学の阿部博弥准教授が就任している。

同社は、レアメタルを使用しない高性能触媒「AZUL」を軸に、燃料電池や金属空気電池といったクリーンエネルギーデバイスの開発を進めており、脱炭素社会および循環型社会の構築に向けた革新的技術の実用化を目指している。

2) コア技術・知財

AZUL Energyの中核技術は、鉄を中心金属とする青色顔料(鉄フタロシアニン等)をベースとした有機金属錯体「AZUL触媒」である。これは、自然界のヘム構造に類似し、酸素還元反応において白金を超える触媒活性を示す。AZUL触媒は、炭素材料の表面に単分子レベルで修飾され、焼成を要さないウェットプロセスにより製造可能で、低コスト・高耐久・高性能という特長を併せ持つ。すでに金属空気電池や水電解など、次世代デバイスへの応用が進められている。

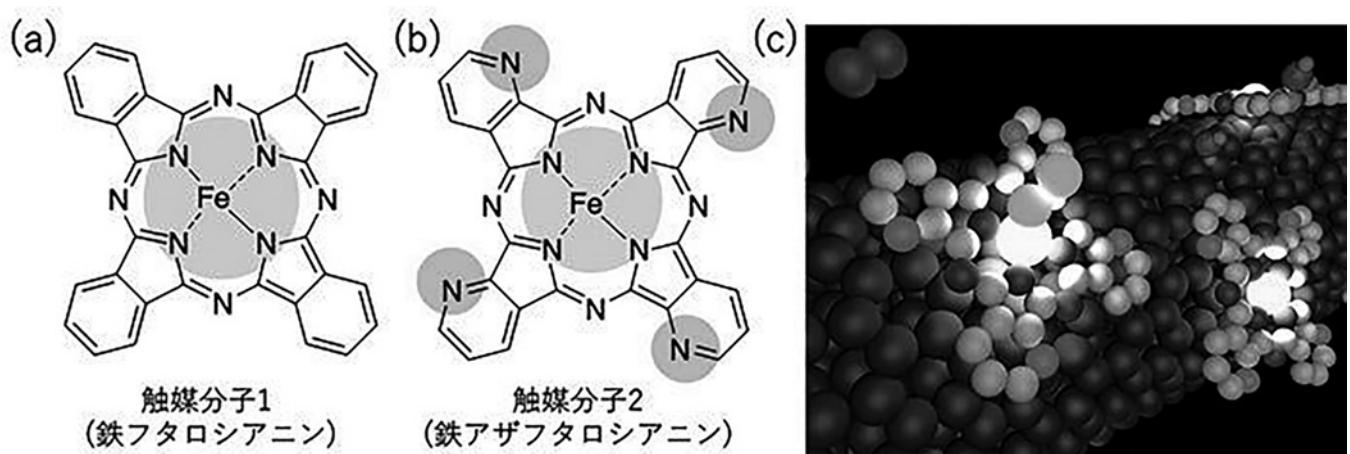


図6 鉄系有機金属錯体 (a) 鉄フタロシアニン、(b) 鉄アザフタロシアニン、(c) 炭素材料表面に分子レベルで修飾された触媒の模式図

知財面では、創業前に東北大学によるPCT出願を経て、AZUL Energyに権利が有償譲渡されており、現在さらなる特許出願が行われている。出願国は日本に加え、米国・欧州・中国・韓国などで、グローバル展開を前提とした知財戦略が明確である。触媒構造、製造方法、用途（燃料電池、空気電池、水電解）に関する出願が多く、製法については一部をノウハウ管理とする「特許と秘匿のハイブリッド戦略」が採用されている。

3) 資金調達

創業初期にはフューチャーベンチャーキャピタルやMAKOTOキャピタルなどからシード資金6,000万円を調達。以後、イタリアのデノラ社や日本化薬との資本業務提携を経て、シリーズAラウンドにてSpiral Capital、東北大学ベンチャーパートナーズ、JMTCキャピタル、三菱UFJキャピタル等から資金を調達している。

また、2024年にはカナダのABOUND Energy社と戦略的協定を締結し、海外展開を本格化。さらに、日米のスタートアップコンテスト（TOKYO CHALLENGE100、MassChallenge US）でも採択を受け、研究開発・事業拡大に向けた基盤を着実に構築している。

4) 創業の経緯

AZUL Energyは、藪教授らが発見したAZUL触媒の技術を事業化するために、東北大学のビジネス・インキュベーション・プログラム（BIP）やセンター・オブ・イノベーション（COI）東北拠点の支援のもとに設立された。藪教授自身は社長就任が難しかったため、共同研究の経験があった伊藤氏が社長候補として招聘された。

伊藤氏は、経営スキルの強化を図るため、会社設立と並行してMBA取得にも取り組んでおり、技術シーズを社会実装へとつなげる実行力を持つ創業経営者として事業を牽引している。

5) ヒアリング結果

ヒアリングでは、以下のような知財戦略と経営姿勢が明らかになった。

- ・知財戦略の重視：伊藤社長は「特許出願は新規事業の前提」と明言。特許がなければ投資家や業務提携先からの信頼は得られないという認識のもと、特許の出願と管理を重視している。
- ・製法の保護方針：特許出願とノウハウ管理の二重構造で保護。業務提携交渉では製法が権利化されていることで安心感を与える一方、特に重要なプロセスは秘匿を徹底。
- ・契約管理の徹底：ライセンス契約や共同研究契約では社長自らが契約書を精査し、基礎発明との関係を明確にする条項を追加。譲れない条件を交渉の初期段階で提示し、理解が得られない場合は提携を見送る姿勢を貫いている。
- ・大学特有の課題：大学との共同出願が提携先に不安を与えることから、有償譲渡によりAZUL社単独の出願とする方針を探る。

- ・事業形態と収益：現時点ではファブレス形態で有償サンプル、技術ライセンス、受託研究・共同開発費が主な収益源。量産・製品供給はPoC後の展開を見据えている。
- また、スタートアップにおける弁理士の活用については、「気軽に相談できるシェアリング型知財体制」が望ましいとする提言もあった。

6) 考察

AZUL Energyは、白金に代わる低コスト・高性能な非貴金属触媒の実用化に成功し、次世代エネルギー・バイオの技術革新をリードしている。特に、既存設備を流用できる製造プロセス、ファブレスによる軽快な経営体制、そして学術発の知財を軸とした明確な成長戦略が、同社の強みである。

知財戦略については、典型的なディープテック企業として、グローバル出願、特許・ノウハウの使い分け、契約交渉での主導権確保など、成熟した手法が採用されている。これらは、社長の企業出身というバックグラウンドと、スタートアップ経営の実践知が融合した結果である。

今後、AZUL触媒を実装した電池製品の量産化が進めば、収益構造も拡大・安定化が期待される。さらに、大学やグローバル企業との連携が一層進むことで、技術ライセンスモデルによる収益性の向上が見込まれる。

総じて、AZUL Energyは、知財・契約・資金調達の三位一体の戦略により、次世代のエネルギー産業で確かな足跡を刻む存在となっている。

(5) Spiber 株式会社

1) 企業概要

Spiber株式会社は、2007年に関山和秀氏ら慶應義塾大学在学中の学生を中心に創業された大学発スタートアップである。同社は、石油資源に依存しない次世代素材の開発を目指し、当初はクモの糸の主要成分であるフィブロインを人工合成して纖維化した「QMONOS」を開発したが、水に濡れると収縮するという課題から実用化は断念した。その後、植物由来のバイオマスから微生物発酵により人工タンパク質を製造する「Brewed Protein™」を開発し、衣料・化粧品メーカー等に供給するBtoB事業を展開している。2024年現在、同社は284名の従業員を擁し、山形県鶴岡市を拠点としている。

2) コア技術・知財

Spiberの中核技術は、微生物発酵による人工タンパク質「Brewed Protein™」の設計・製造技術にある。これは、DNAおよびアミノ酸配列を情報科学的に設計・合成し、植物由来原料を用いた微生物発酵で生産するもので、環境負荷の低減（温室効果ガス排出量低減、水使用量の削減、土地使用量の最小化）や生分解性素材としての特徴を持つ。

知財戦略面では、2024年10月時点で国内公開特許出願260件のうち176件に出願審査請求がなされ、図7に示すように、特許網は人工タンパク質の設計から応用製品まで、いわば川上から川下に至る技術全般をカバーしている。変形フィブロインに関しては、物質、製法、用途、製品展開に至る周辺特許を取得しており、ライフサイクルマネジメントによる保護期間延長を図っている。衣料用途に留まらず、車両内装材、合成樹脂、食肉代替品など多分野に対応した出願も多く、用途展開型の特許戦略を採っている。

また、日本弁理士会のインタビュー記事⁽¹⁷⁾によれば、ここ数年は、他社との共同開発時には、Spiberが独自に開発した纖維素材を提供し、テキスタイル（織物）等の加工品については共同で開発・特許出願し、素材の二次加工以降の工程で他社と共同で創出された技術特許をプールしていくようなパテントコンソーシアムを構築し、会員企業間で知的財産をシェアできる枠組みを作っているようである。

さらに、海外における知財戦略に関し、製造技術については製造国になりうる国（例：タイ、米国）で、最終製品の技術についてはマーケットになりうる国（例：北米、ヨーロッパ、中国、日本をはじめとする先進国、且つ北半球の国）で出願する方針を採用している。

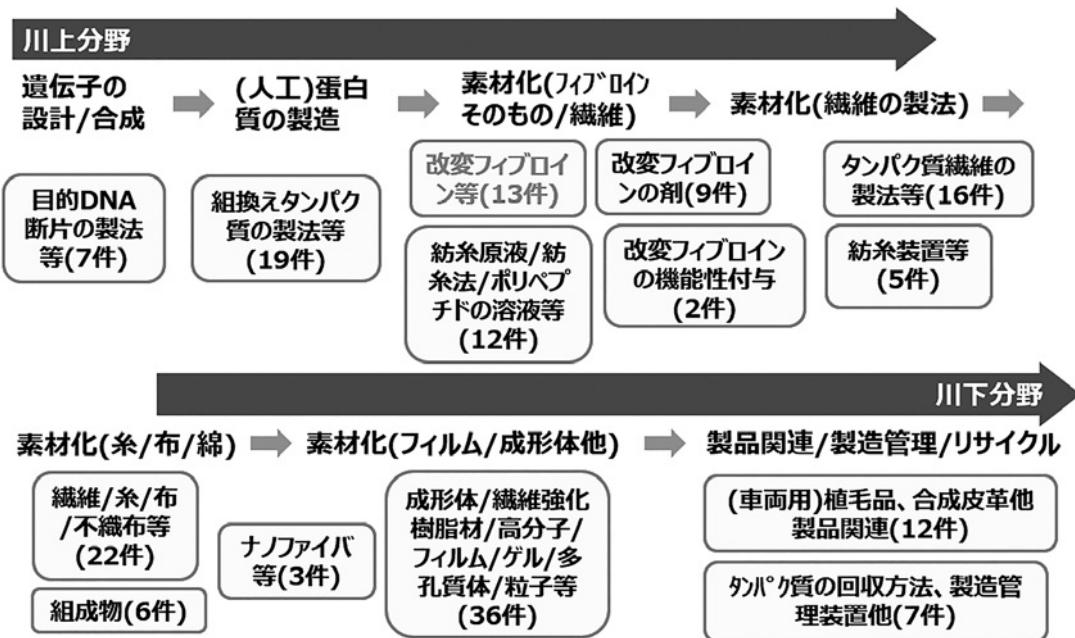


図7 Spiberの特許出願の分析

また、Spiberは2014年11月から5年間、内閣府の革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）に参画し、「超機能構造タンパク質による素材産業革命」においてコア研究組織として活動した。国内外の企業・学術機関と連携し、タンパク質材料を供給しつつ製品開発・改良を繰り返すことでオープンイノベーションが加速し、特許出願も急増した。ImPACT終了後は一般社団法人構造タンパク質素材産業推進協会（SPIA）⁽¹⁸⁾が設立され、特許管理やライセンス展開を通じ人工構造タンパク質素材の普及が促進される。

さらに、ImPACT参画機関の働きかけにより、2021年に纖維の一般名称に係る国際規格（ISO2076）が改訂され、人工的に製造されたタンパク質も新たに「タンパク質纖維」の対象に含まれることとなり、且つ、纖維中のタンパク質成分の含有量の規定が盛り込まれた。これによりごく少量しかタンパク質を含まないような粗悪品に対してBrewed ProteinTM纖維の差別化が可能となった。

3) 資金調達

Spiberは、2009年に「第9回バイオビジネスコンペJAPAN」で最優秀賞を受賞したことを契機に技術的に注目され、投資を受けることができるようになった。その後、2014年からの革新的研究開発推進プログラム（ImPACT、内閣府管轄）にコア研究組織として指定選定されることによりさらに投資額を大きく増やした。同時に、オープンイノベーションが加速し、特許出願件数もImPACT終了年の2018年から2019年にかけて急増した。投資総額は、2024年11月の確認可能な範囲で累計約1,417億円を調達している。

また、spiberのHP⁽¹⁹⁾によれば、ビジネスについては、2019年12月にゴールドウインが初めてBrewed ProteinTM採用製品（MOON PARKA）を数量限定で発売した。その後、タイにおける量産プラントが稼働し（2022年）、Brewed ProteinTM纖維の供給体制が整えられた。さらに、米穀物メジャーADM社とBrewed ProteinTMの米国での量産に関し提携し（2020年）、Brewed ProteinTMの供給量の拡大を目指している。

一方で、売上規模は増加傾向にあるものの、2023年度決算では営業収益約7.5億円に対し営業損失が約71億円と赤字幅が拡大しており、量産体制確立後の収益化が課題となっている。

4) 考察

Spiberの資金調達の経緯から、ベンチャー企業が投資を受けるためには、その技術／ビジネスが認められることが重要である。

技術・知財面ではImPACT参画を通じてオープンイノベーションと製品開発が加速し、終了後には知財コン

ソーシアムが設立され、人工構造タンパク質素材の普及・産業展開が促進されている。環境系の技術分野では、循環型社会の実現や化石資源からの脱却といった社会的課題の解決のため、様々な補助金や産官学連携のプロジェクトが立ち上げられており、Spiber はこれらを利用し技術／製品の開発、特許出願等による実施の確保を進めることが出来た例といえる。

研究開発においては、他社が微生物種や培養条件に注目する中、Spiber は遺伝子やアミノ酸配列の人工設計に踏み込み、生産性や機能を用途に応じて自在に変える戦略を探ったことが、人工合成クモ糸素材「QMONOS」の迅速な改良につながった。

ビジネス面では黒字化に至っていないが、2022年末にタイ工場で Brewed Protein™ 繊維素材の量産・供給が開始され、素材メーカーとして成長を遂げている。さらに2020年には米国法人を設立し現地企業と提携することで、供給拡大とコスト削減が図られることとなる。

3. おわりに

最後に、本稿において紹介した農業系／環境系バイオベンチャーの知財戦略およびビジネス戦略をまとめた。これらの情報が、会員による我が国の医療系以外の、特に、農業系／環境系バイオベンチャーの支援の一助になれば幸いである。

(1) 農業系バイオベンチャーの知財戦略及びビジネス戦略

1) Solar Foods Oy

知財戦略：水素発酵技術に関する特許を多数出願し、技術の独占性を確保。特に、微生物特許やバイオリアクター技術に重点を置いている。

ビジネス戦略：自社製造とライセンス供与の二本柱で収益を多様化。特に、食品企業との戦略的提携を通じて市場拡大を図っている。

2) プラチナバイオ

知財戦略：国産ゲノム編集技術「Platinum TALEN」に関する特許の独占ライセンスを受け、技術の独占性を確保。また、枯れた技術（ZFN）に新規要素（ND1）を組み合わせた知財を確保することで、安価に使いやすい技術の知財を確保。ゲノム編集に関する知財については、広島大学との連携で強化している。

ビジネス戦略：产学連携を通じた研究開発と事業展開が主眼。ゲノム編集技術だけでなく、その標的を適切に探索するためのバイオ DX を組み合わせることで、ゲノム編集技術の成果物の社会実装を目指す。

3) Evogene

知財戦略：計算予測生物学（AI）に基づく特許を多数出願し、技術の独占性を確保。特に、微生物や遺伝子に関する特許に重点を置いている。

ビジネス戦略：有望なシーズについては、自社又は他社と共同で子会社を設立し、各分野での専門的な事業展開を行う。これにより、Evogene の事業範囲が特定領域に集中するのを防ぎ、技術の応用範囲を広げることが可能となる。

4) Indigo Agriculture

知財戦略：微生物コーティング種子や画像解析技術に関する特許を多数出願し、技術の独占性を確保。特に、微生物コーティング種子に関する特許に重点を置いている。

ビジネス戦略：微生物コーティング種子の販売に加え、カーボンクレジットの売買やオンライン販売システムの提供など、収益源の多様化を図る。

(2) 環境系バイオベンチャーの知財戦略及びビジネス戦略

1) 株式会社 TBM

知財戦略：他社の参入を防ぐために、積極的に特許出願を行い、参入障壁を築いている。また、ビジネス戦略と

も関係するが、LIMEXへの生分解性付与技術に関し、一から自社開発するのではなく、技術を有する他社の買収・提携により当該他社発明の実施を可能とし、迅速な開発を行っている。

ビジネス戦略：環境配慮の市場ニーズに合わせて製品を開発（例えば、国内向けに循環型 LIMEX を開発し、海外向けには LIMEX の生分解性付与品を開発中）。これによりスムーズな成長軌道への移行を可能とした。

2) Polymateria Ltd

知財戦略：特徴的な分解性ポリマー組成物について特許を複数出願しているが、その後は特許で技術を囲い込むよりも、先行して市場を獲得する戦略を採用していると考えられる。

ビジネス戦略：プラスチック廃棄物が社会問題となっている市場（インド）に、当該インドのプラスチック廃棄物管理規則を満たす生分解性ポリマー技術を適用した製品を投入し、上記問題の解決と共にシェアを獲得している。

3) ちとせグループ

知財戦略：各種事業に関する特許を取得し、技術の保護と市場展開を進めている。特に、オープンイノベーションにより事業創出する事業領域（食用藻類、有機農業関連、細胞株事業）については共同出願を行い、藻類の大量生産を支える藻類培養技術については自社出願とし、技術により使い分けがある。

ビジネス戦略：ニーズ⇒ニーズに応える事業⇒技術という明確な方向性があり、これが黒字経営実現の背景にあると考える。また、化石燃料から脱却した循環型社会の構築を目指し、各種事業委託／助成金を利用して藻類バイオマスの大量生産を成功させた。この実績が循環型社会の実現に目を向ける多くの企業を惹きつけ、さらなる投資を獲得している。

4) AZUL Energy 株式会社

知財戦略：海外展開を視野に入れた国内外の特許出願、および製法のノウハウ管理の二重構造による保護：触媒のコア技術は単独の権利として確保する；業務提携の際には譲れない部分を事前に相手に伝え、理解が得られない場合は提携を見送る方針を貫いている。これにより、着実な事業成長目指す。

ビジネス戦略：コア技術はレアメタルを使用しない青色顔料ベースの「AZUL 触媒」。現時点では有償サンプルの提供、技術ライセンス料、および受託研究・共同開発費が主要な売上源である。将来的には、青色塗料を購入して自社でクローズドな形で処理を行い、触媒の供給を行って収益を得るビジネスを行うことが推定される。

5) Spiber 株式会社

知財戦略：i) 人工タンパク質の製造・応用に係る川上から川下に亘る技術についての特許を出願し、その実施を確保している。特に「革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）」への参画によりオープンイノベーションを加速させ、上記特許出願のペースも加速させた。ii) 人工タンパク質を用いた加工品（織物等）などについて、他社と共同で創出された技術特許をプールするパテントコンソーシアムを構築し、会員企業間で知的財産をシェアできる枠組みを設けた。iii) 上記 ImPACT に参画した産業・学術機関が中心となり、「タンパク質織維」の国際規格を改訂させた。

ビジネス戦略：コア技術は植物由来のバイオマスを原料とし、微生物発酵により作られる人工タンパク質「Brewed Protein™」。これを現状は国内外の衣料・化粧品等のメーカーに供給するが、特許出願済みの車両内装、織維強化樹脂、人工毛髪等、さらなる用途への展開も視野に入れている。

（注）

- (1) 株式会社 TBM のウェブサイト <https://tb-m.com/>
- (2) ポリマテリア社のホームページ：<https://www.polymateria.com/about-us/what-is-biotransformation/>
- (3) 日本経済新聞電子版特集記事「英国のクリーンテクノロジーが実を結ぶ」：<https://ps.nikkei.com/dit2202/1.html>
- (4) ちとせグループ ホームページ <https://chitose-bio.com/jp/about/>
- (5) MATSURI パートナー <https://matsuri-partners.chitose-bio.com/partner>
- (6) Bloomberg 横山恵利香 2022年1月25日 ニュース 「藻で産業構築へ日本企業タッグ、培養設備は売り上げ年1000億円見込む」 <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-01-25/R5WFNxDWX2PT01>
- (7) ちとせグループ プレスリリース 2025年3月27日 <https://chitose-bio.com/jp/news/8333/>

- (8) CHITOSE JOURNAL 出口悠 2018年4月27日 ちとせの藻デカラ [後編] https://journal.chitose-bio.com/algae_expertise-3/
- (9) なぜ藻類なのか Why MicroAlgae <https://matsuri-partners.chitose-bio.com/algae/>
- (10) ちとせグループ プレスリリース 2023年3月20日 <https://chitose-bio.com/jp/news/5124/>
- (11) ちとせグループ プレスリリース 2015年4月1日 <https://chitose-bio.com/jp/news/190/>
- (12) 経営ハッカー インタビュー・コラム 経営ハッカー編集部 <https://keiei.freee.co.jp/articles/i0101918>
- (13) 日本経済新聞 2025年7月2日 ニュース <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD202SJ0Q5A220C2000000>
- (14) 公益財団法人日本生産性本部 イノベーション会議 2020年1月20日 インタビュー Case22. ちとせグループ
<https://www.jpc-net.jp/movement/committee/assets/pdf/b34547c635fef724a0aef27bb3937e96.pdf>
- (15) NEDO 2022年度成果報告会 <https://www.nedo.go.jp/content/100957720.pdf>
- (16) ちとせグループ プレスリリース 2023年3月27日 <https://chitose-bio.com/jp/news/5188/>
- (17) 日本弁理士会 関東会 HP >>かつやくする知財（知財の活用事例）> Spiber 株式会社
<https://www.jpaa-kanto.jp/intellectual-property/case/spiber/>
- (18) 一般社団法人構造タンパク質素材産業推進協会（SPIA）ホームページ <https://caspi.org/>
- (19) spiber ホームページ <https://spiber.inc/>

(原稿受領 2025.8.22)