

Title	大阪発バイオベンチャー：“バイオものづくり”への挑戦
Author(s)	清水, 雅士
Citation	年次学術大会講演要旨集, 38: 1087-1090
Issue Date	2023-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19167
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

大阪発バイオベンチャー～”バイオものづくり”への挑戦～

○清水雅士（マイクロバイオファクトリー株式会社）

shimizu@microbiofactory.com

1. はじめに

2050年脱炭素社会の実現に向けて、化石資源に依存しない産業の構築が求められている。当社は裾野が広い化学産業において、脱炭素実現に貢献するために化石資源に依存せずバイオマス資源を原料に活用して微生物発酵で化学品を生産する“バイオものづくり”事業を行う（図1）。“バイオものづくり”は世界でも注目され、日本においても政府が掲げる重点政策領域の一つとされる分野である。当社は政府が重点領域として掲げる以前の2018年に大阪で設立した”バイオものづくり”の産業化を目指す大阪発のベンチャー企業である。国内でも数が少ない”バイオものづくり”ベンチャーの1社として、脱炭素社会の実現に資する当社の技術開発やビジネスについて紹介する。

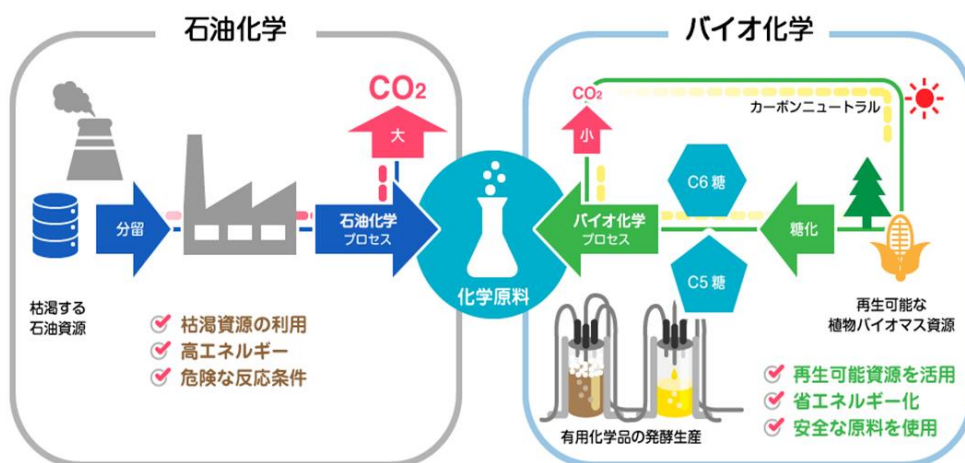


図1. 当社が取り組むバイオものづくり事業

2. バイオものづくりの背景

2.1 バイオものづくりに関する政策

バイオものづくりは世界でも注目されている。以下にアメリカ、日本のバイオものづくりにおける主な政策を示す。

(1) アメリカの政策

2022年9月12日の米国大統領令^{*1}では、バイオものづくりが今後10年以内に世界の製造業の3分の1を置き換え、その市場規模は約30兆ドルに達すると分析されている。同大統領令では、米国の今後の具体的な取り組みとして(1)国内バイオ製造能力の拡大、(2)バイオ製品の市場機会拡大、(3)研究開発の推進、(4)専門人材育成、(5)バイオ産業製品に対する規制合理化などを掲げており、国を挙げてバイオものづくりに注力していく様子が伺える。

(2) 日本の政策

我が国において、経済産業省が中心となりバイオものづくりに関する政策が進められている。2022年度には経済産業省所管の独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（略称：NEDO（New Energy and Industrial Technology Development Organization））においてグリーンイノベーション基金事業で「バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進」が公募され、2023～2030年度まで総額1,767億円の助成事業が実施される^{*2}。また、2023年度にはNEDOで「バイオものづくり革命推進事業」が公募され、2023年～2032年度まで総額3,000億円の予算が技術開発に投じられる^{*3}。多額の予算が投じられるほど、バイオものづくりは国も注力する産業分野になっている。

2.2 合成バイオ技術を活用したバイオものづくり

日本は、古来より微生物を用いた発酵によるバイオものづくりを得意としてきた。味噌や醤油、納豆、酒は微生物の力を利用して作られる。これら従来のバイオものづくりは、微生物の持つ自然の力を利用してきたが、脱炭素社会の実現のために世界で注目される現代のバイオものづくりは、生物の遺伝情報であるDNAを「編集」、「合成」することで微生物の力を人工的に高めて行う合成バイオ技術を活用するものづくりである。合成バイオ技術を活用することで、自然界では少量しか生産されない物質や自然界では生産しない物質を人工的に微生物発酵生産することが可能となる。これまで数多くの物質が微生物生産することが報告されてきたが^{*4}、商用化のためには化石資源を利用した従来の化学合成等の既存製法と比較して同等の経済性が成り立つ生産するプロセス開発が必要とされる。

3. バイオものづくりへの挑戦

当社は2018年に大阪で設立したバイオベンチャーである。創業時より、地方独立行政法人大阪産業技術研究所と共同研究を行い、微生物発酵によるバイオものづくり技術の実用化を目指した技術開発を実施している。大阪産業技術研究所が開発した芳香族化合物を高生産する微生物技術を活用し、共同で「ヒドロキシチロソール」、「インジゴ」、「cis,cis-ムコン酸」を生産する微生物の開発及び同技術の社会実装に取り組んでいる。当社の微生物発酵技術、各化合物に用途及び市場性、ビジネスモデルについて以下に紹介する。

3.1 微生物発酵技術

遺伝子組み換え大腸菌を用いて、バイオマス資源から得られる糖を原料に発酵で各種化学品を生産する技術である。当社が生産を目指すヒドロキシチロソール、インジゴ、cis,cis-ムコン酸はシキミ酸経路と呼ばれる芳香族化合物を生産する代謝経路から派生する物質である。大腸菌のシキミ酸経路を改変することで各目的物質を生産する微生物を開発する(図2)。開発した微生物は、培養装置の中で栄養素と糖を与えながら培養し、目的物質を生産させる。大量培養では、培養装置内の温度やpH、通気量を制御することで効率的に目的物質を作らせる。

3.2 各化合物の用途及び市場性

(1) ヒドロキシチロソール (CAS 10597-60-1)

オリーブに含まれる抗酸化、抗菌機能を有することが知られるポリフェノールの一種である。その高機能性から健康食品や化粧品の原材料として利用が期待される物質である。

(2) インジゴ (CAS 482-89-3)

主にジーンズの染料として利用される青色色素である。インジゴは植物の藍から抽出されていたが、19世紀後半にドイツ人科学者である Adolf von Baeyer 氏によりコールタールから得られるアニリンを原料にインジゴを化学合成する技術が開発され、藍抽出から大量かつ安価に製造できる化学合成による製造が主流となった。同氏は本成果により、1905年にノーベル化学賞を受賞している*5。近年ではアニリンの発がん性が懸念されており、アニリンを使用しないインジゴの製造が求められている。当社の微生物発酵によるインジゴ製造は、アニリンを全く含まずに製造できるメリットがある。

(3) *cis, cis*-ムコン酸 (CAS 1119-72-8)

cis, cis-ムコン酸を化学変換することでナイロンの原料であるアジピン酸やヘキサメチレンジアミン、ポリウレタン原料となる1,6-ヘキサンジオール、ペットボトル樹脂原料となるテレフタル酸になることが知られている*6。これら原料は、現在は化石資源から製造されており、脱化石資源化が求められている。当社はバイオマス資源から得られる糖を原料に製造することで、脱化石資源化に貢献していく。

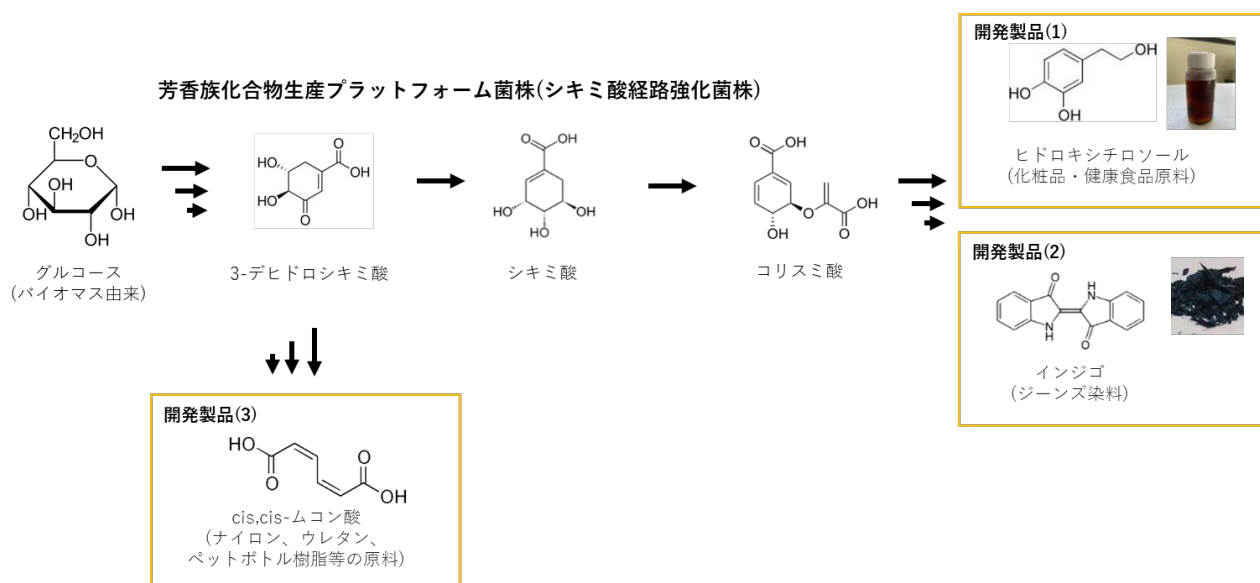


図 2. シキミ酸経路を強化した菌株による目的物質の生産

3.3 ビジネスモデル

当社が掲げるビジネスモデルは、技術ライセンスモデルである。各化合物を生産する微生物を開発し、化学会社等に生産技術をライセンスし、ライセンシーの売上に乗じて収益を上げる。バイオものづくりはプラント建設で多額の資金が必要になる。ベンチャー企業が多額のプラント建設費用を調達することは難しく、調達できたとしても設備投資を上回る収益を上げることはハードルが高い。また、微生物発酵による化学品生産の場合、カルタヘナ法や化審法等の法律対応が必要になるが、ベンチャーがすべて取り組むには負担が高い。ベンチャーは「製品」を作ることはできても、顧客に購入していただける「商品」を作る技術やノウハウは不足しており、「商品化」の経験がある既存企業と組むことで成功確率が

高まると考えている。そこで当社は、ビジネスとしての成功確率を上げるために、自社で取り組む部分と他社に任せる部分を切り分けたビジネスモデルを構築することで、バイオものづくり事業で成功を目指していく。

4. まとめ

バイオものづくりは、脱炭素社会の実現に向けて期待が高い技術である。バイオものづくりにはベンチャー企業のみならず大手企業も参入してきている。また、これまでバイオと関係が無いような企業も、自社技術の活用先として有望視されるバイオものづくりへの新規参入がみられる。バイオものづくりは、微生物の菌体開発から発酵槽を用いた大量培養、培養時のモニタリング、培養後に培養液から目的物質を回収・精製して最終製品にするために多くの技術が必要になるが、各社独自でそれぞれ技術開発をするのではなく、企業の枠を超えてオープンイノベーションで技術を開発することが必要になると考えられる。企業の枠を超えて連携するためには、連携企業同士で目的を共有し、それぞれが対等な立場で共通課題の解決に向けて取り組む必要がある。

参考文献

- [1] 2022年9月12日米国大統領令
<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/09/12/fact-sheet-president-biden-to-launch-a-national-biotechnology-and-biomanufacturing-initiative/>
- [2] NEDO グリーンイノベーション基金事業「バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進」
<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/bio-manufacturing-technology/>
- [3] NEDO バイオものづくり革命推進事業
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100246.html
- [4] *Front Bioeng Biotechnol.*, 2020, 8:96
- [5] ノーベル化学賞 (1905年)
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1905/baeyer/facts/>
- [6] *Green Chem.*, 2020, 22, 6444-6454