



<第2回革新的GX技術開発小委員会>

日時：2023年1月23日（月） 17:30～

会場：オンライン(Zoom)

「バイオものづくりに関わる革新的GX技術創出 についての論点整理と期待」

2023年1月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

技術戦略研究センター

バイオエコノミーユニット ユニット長 水無 渉

1. バイオものづくり技術の特徴

【参考】バイオものづくりに関連する産業界における声明

2. 素材ものづくりに関する現状と課題に対する論点整理

3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと

【参考】バイオ分野の発明とイノベーション

【参考】成功事例に学ぶ

【参考】バイオ分野における競争力の源泉の転換

【参考】バイオものづくりの産業構造の変革（水平分業化）

【参考】背景となる海外動向

【参考】バイオエコノミー概観：“バイオ”を産業（工業）活用する時の視点

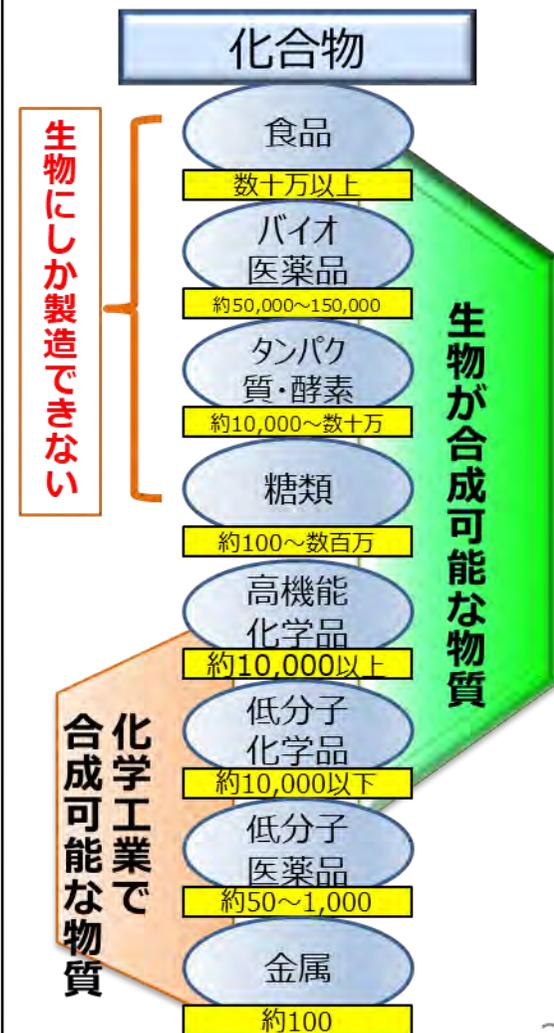
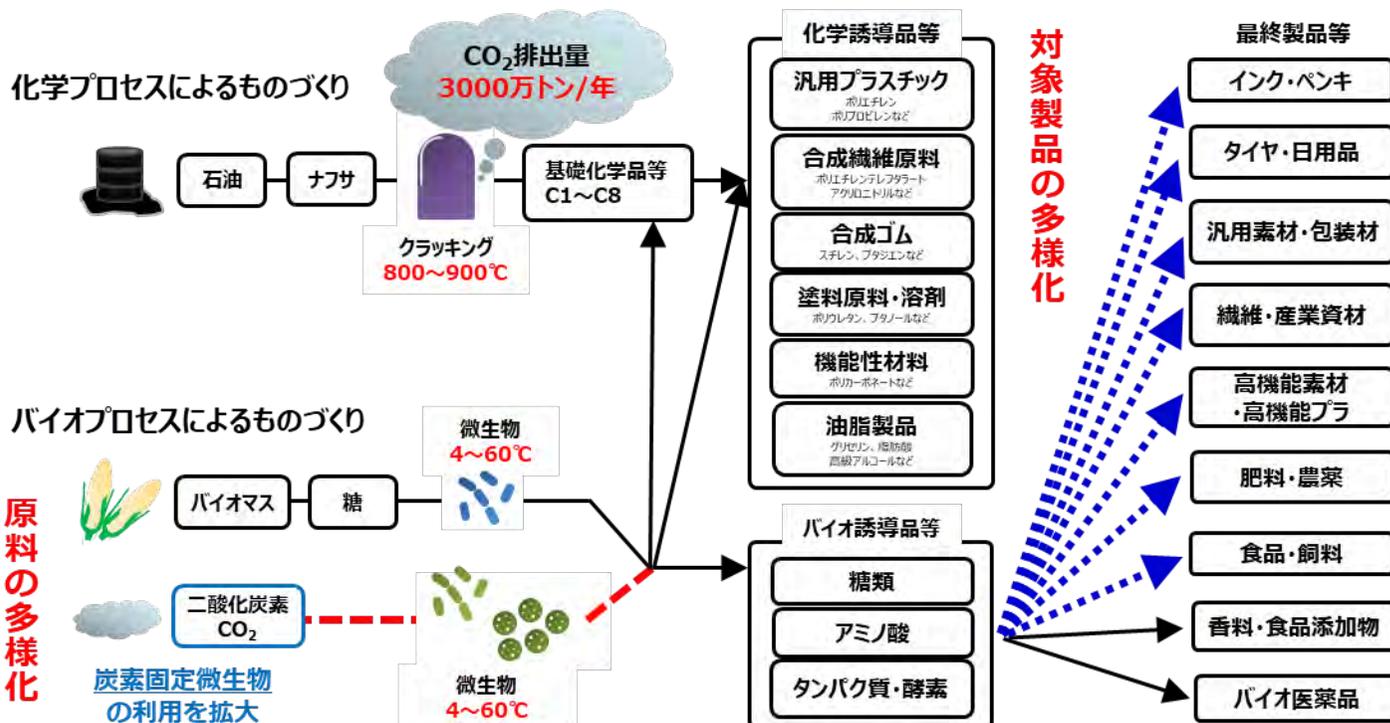


1. バイオものづくり技術の特徴

- 生物は高分子化合物、高機能品を製造することが得意で、**未知の可能性**が眠っている領域
- 常温常圧でものづくりが可能であり**省エネルギー型生産プロセス**を組むことができる（省エネ、CO₂削減など）
- 高選択性の多段反応も、生物細胞内で行うことも可能であり、**省資源型生産プロセス**を組むことができる

化学プロセスとバイオプロセスによるものづくりの違い

- 化学プロセスは、800℃以上の高温高压条件下でものづくりが行われるが、**バイオプロセスでは、自然条件下（常温常圧下）**でものづくりが進行し、**CO₂排出量の削減が期待できる**。
- **バイオものづくりでは、化学プロセスとは違い一般的に多段階の反応を重ねる必要がない**ので、**炭素数の多い複雑な物質生産ほど競争力が高い**。一方、バイオで作れる物質数を増やすためには、**目的物質ごとに最適化された微生物の生産株・生産技術を開発する必要がある**。



【参考】バイオものづくりに関連する産業界における声明（日化協）

■ 日本化学工業協会：「カーボンニュートラルへの化学産業としてのスタンス」（2021年5月発表）

2. 化学産業のカーボンニュートラル（CN）に対する取り組みの基本骨子

(1) 化学産業における GHG 排出の発生メカニズムと削減の取り組み

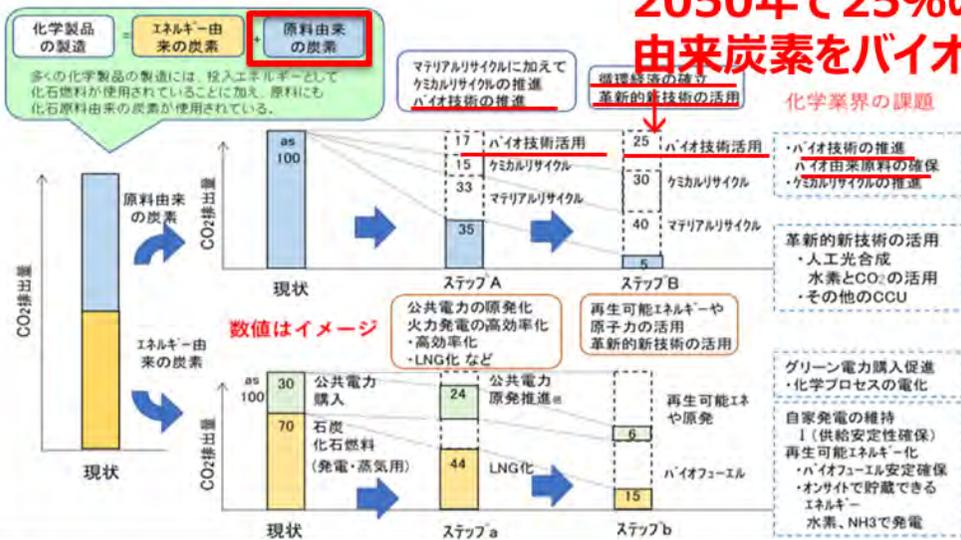
- ① 生産活動における GHG 排出の発生源
 - ・ **化石資源の原料使用に伴うGHG 排出** ・ 自家発電設備等の化石燃料使用に伴うGHG排出 ・ 購入電力・蒸気等の使用に伴うGHG の間接排出
- ② 生産活動における GHG 排出削減の取り組み
 - ・ **プロセスの合理化（収率向上、廃棄物削減含む）** ・ 革新技術の導入（省エネルギー、BAT（Best Available Technology）、DX、電化等）
 - ・ 自家発電設備の燃料切り替え：燃料の低・循環・脱炭素化
 - （ア）低炭素化：石炭・石油 → LNG 等 （イ）循環炭素化：バイオ燃料・合成燃料（メタネーション等） （ウ）脱炭素化：水素・アンモニア
 - ・ 購入電力への切り替え（ゼロエミッション電力化への進展） ・ 再生可能エネルギー利用 ・ **カーボンリサイクル技術の開発**
 - ・ CO2の分離回収・利用（CCU・人工光合成等） ・ **クレジット利用**

(2) 製品・サービスを通じた GHG 排出削減貢献の考え方

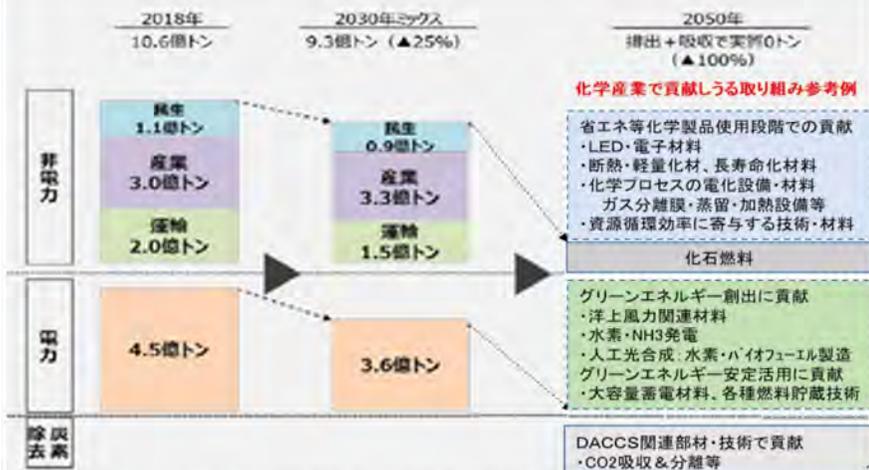
化学産業として、製品・サービスを通して顧客、社会へ価値創出することは使命であり、ソリューションプロバイダーとして**バリューチェーンパートナーと共に製品の使用・廃棄段階を含めた社会全体での GHG 排出削減貢献に積極的に取り組む**。CN 達成のためには、社会全体でその負担を担っていくことが必要であり、その仕組みを構築する基盤として**バリューチェーンパートナーとの協働のもとで、その評価方法を定めることも必要**である。社会全体での GHG 削減貢献例は、以下のものがある。

- グリーンエネルギーの創出（発電素子や風力活用の軽量高強度部材、水素製造技術等）に必要な素材、安定活用に必要な技術（電池用部材など）の提供
- **軽量化、長寿命化、高効率化**を実現する製品の提供
- **製品原料の炭素循環の推進（新たな化石資源由来の投入炭素量を削減）**
 - ・ 廃プラスチックの原料利用：ケミカルリサイクル及びマテリアルリサイクルを拡大し、エネルギーリカバリーの最小化（燃焼廃棄時のGHG 排出削減）
 - ・ **バイオマスの原料利用**

<化学製品カーボンニュートラルへの取り組み（イメージ図）>



<バリューチェーン全体のCO2排出抑制効果（イメージ図）>



*出典：経産省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」参照

【参考】 バイオものづくりに関連する産業界における声明（石油連盟）

■ 石油連盟：「石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン（目指す姿）」（2021年3月発表）

石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン（目指す姿） ①

石油業界は、サプライチェーンや製品の脱炭素化の取り組みの加速化や、既存インフラが活用できる革新的な脱炭素技術（①CO2フリー水素、②合成燃料、③CCS・CCU（カーボンリサイクル）など）の研究開発と社会実装に積極的にチャレンジすることで、事業活動に伴うCO2排出の実質ゼロ（カーボンニュートラル）を目指すとともに、供給する製品の低炭素化等を通じて、社会全体のカーボンニュートラルの実現に貢献します。



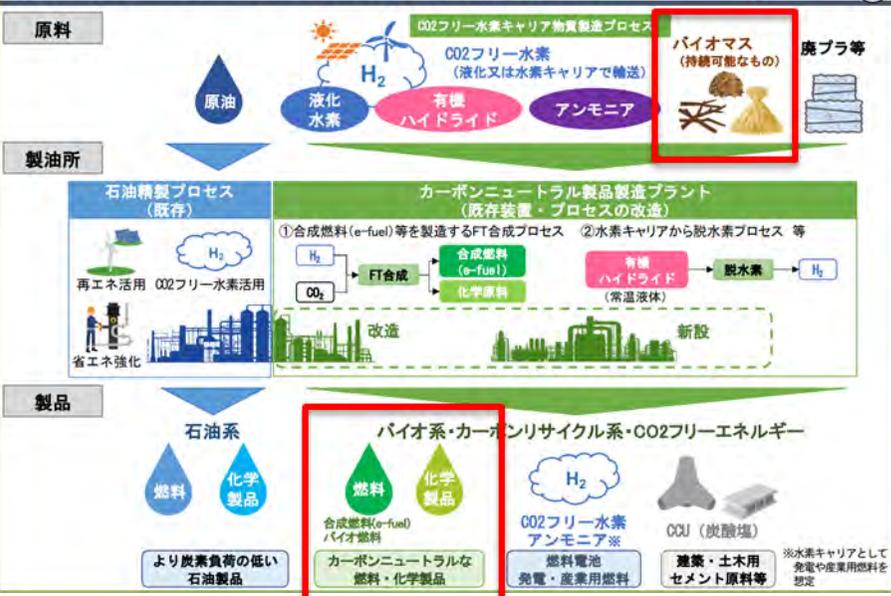
革新的技術開発のアクションプラン ②

石油業界は、カーボンニュートラルの実現に向け、これまで培ったアセット・人材・産業界のネットワークを生かして、CO2フリー水素、合成燃料、CCU（カーボンリサイクル）などの「革新的技術開発」に挑戦します。

対策No.	技術開発	年度												
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2050	
(2)②	内燃機関（エンジン）の燃費向上に資する燃料開発	研究開発	実証事業											
(2)③	次世代バイオ燃料の導入・技術開発													
(1)③	CO2フリー水素の技術開発													
(2)④	合成燃料e-fuel（カーボンリサイクル）の技術開発													
(3)④	廃プラリサイクルの技術開発													
(3)⑥	石化製品の原料転換（バイオマス・カーボンリサイクル）													
(1)④	CCS・CCU（カーボンリサイクル）の技術開発													
(3)⑦	具体的には、CCU（炭酸塩プロセス）等													

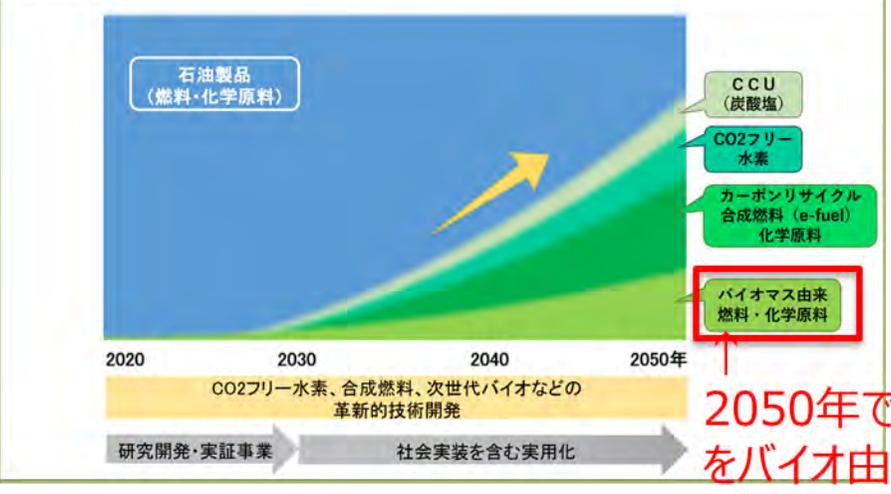
（注）1. こうした取組みは、事業化までに多額の費用を要する案件も含まれるため、政府に強力な支援措置をお願いして参ります。
2. 表中の対策No.は、ビジョンの3つの分野（1）～（3）で取り上げている技術に割り振られた番号に相当します。

【参考1】 カーボンニュートラルを実現する製油所の将来像 ③

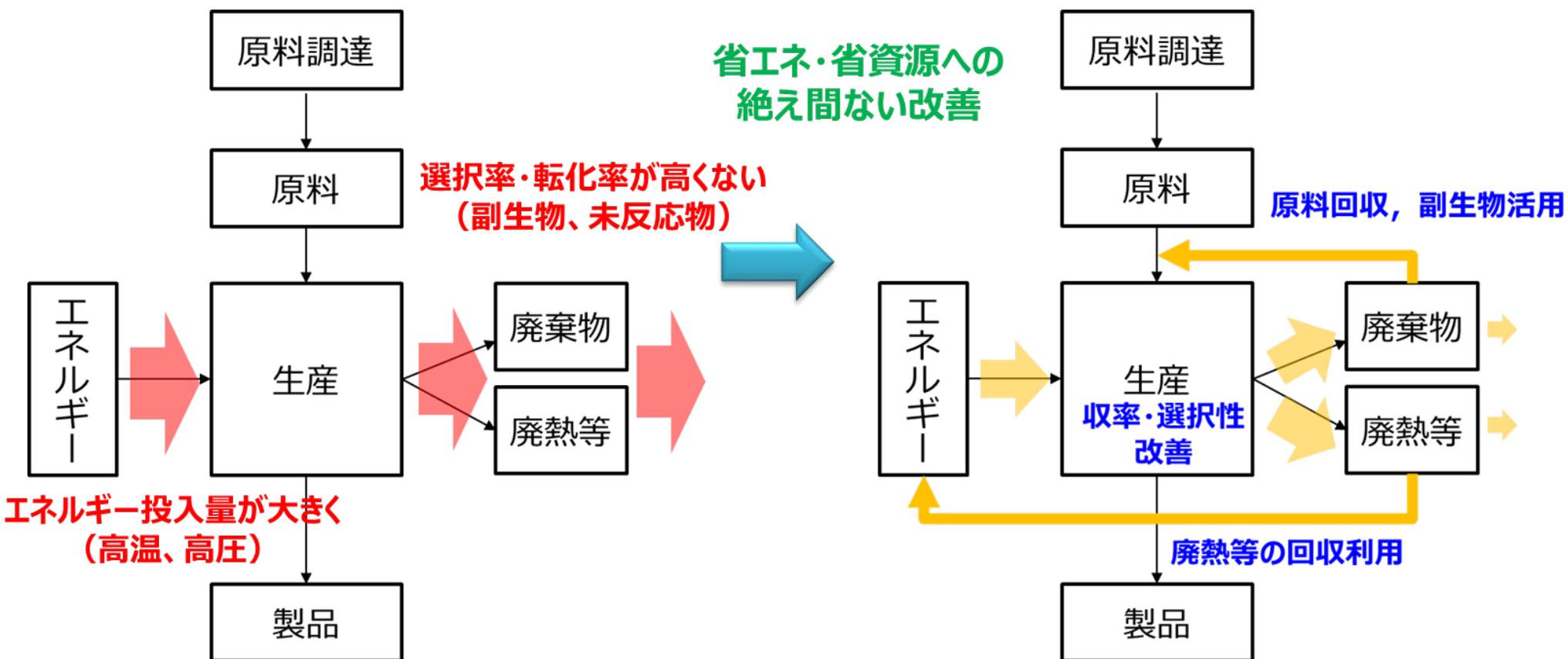


【参考2】 カーボンニュートラルに向けた製品の脱炭素化（イメージ） ④

2050年カーボンニュートラル実現に向け、CO2フリー水素、バイオマス（持続可能なもの）、回収CO2などを活用する「革新的技術開発」に取組み、生産する製品を、カーボンニュートラルなものにシフトしていきます。



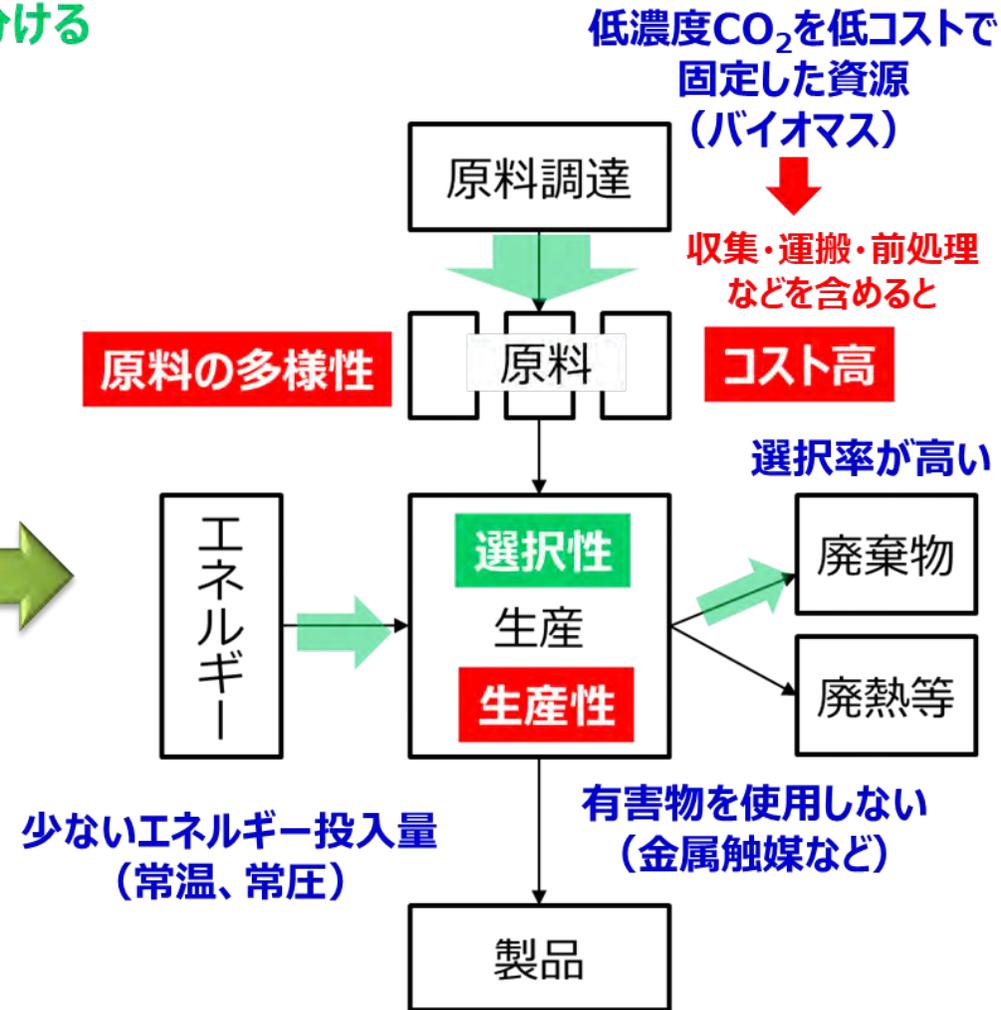
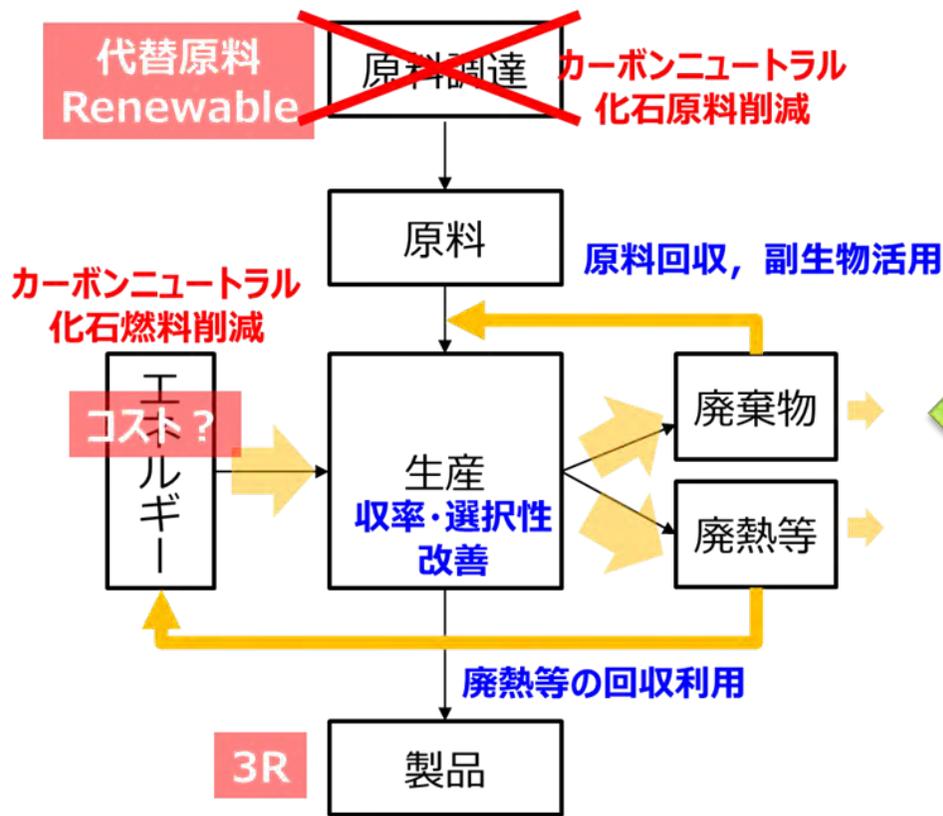
2. 素材ものづくりにおける現状と課題に対する論点整理



【従来の化石原燃料を用いた素材ものづくり】

2. 素材ものづくりにおける現状と課題に対する論点整理

有効な再生資源を使いこなし、
使い分ける



3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと

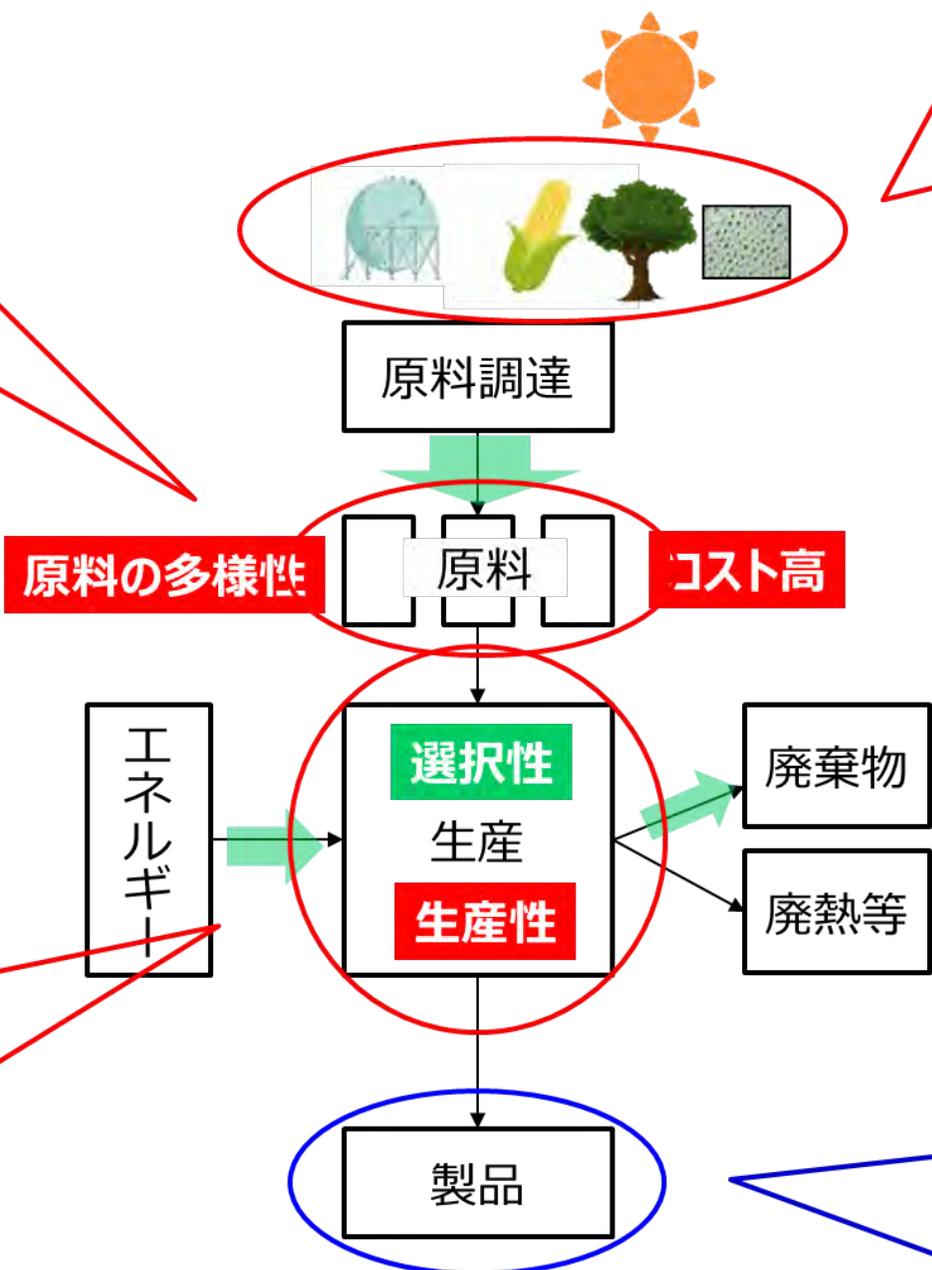
例示)

- * 多様なバイオマス系原料の利活用技術 (前処理、運搬のための減容化、保存性向上)

例示)

- * 光合成の効率化 (草木、藻類など)
- * 未活用資源 (ガス、廃棄物など) 利活用技術開発

②



例示)

- DBTLサイクルを
- * さらに高速に
- * さらに正確に
- * さらに使いやすく

革新的要素技術 ①

例示)

- CNに有望な分子選択・設計や新用途につながる機能/物性開発

③

③

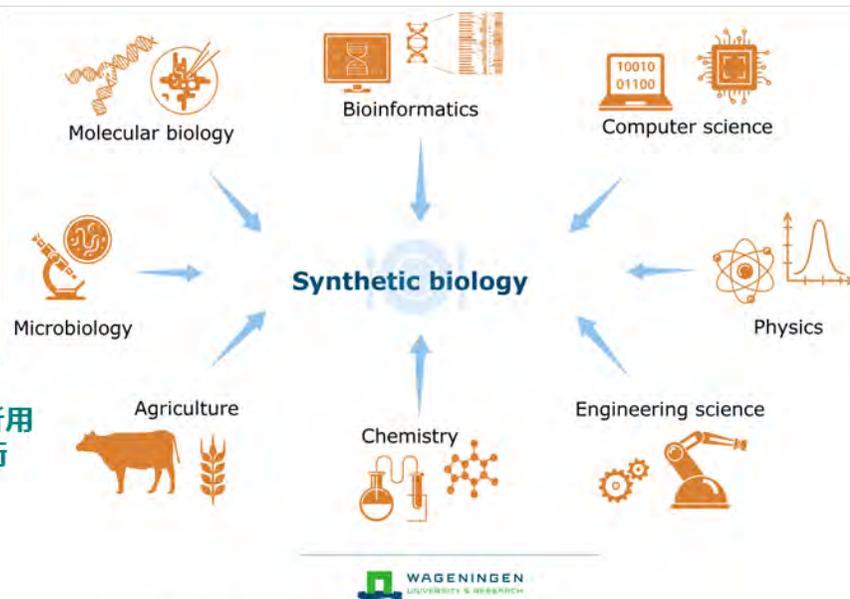
(産業界)
適した製品ターゲットの選定

3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと

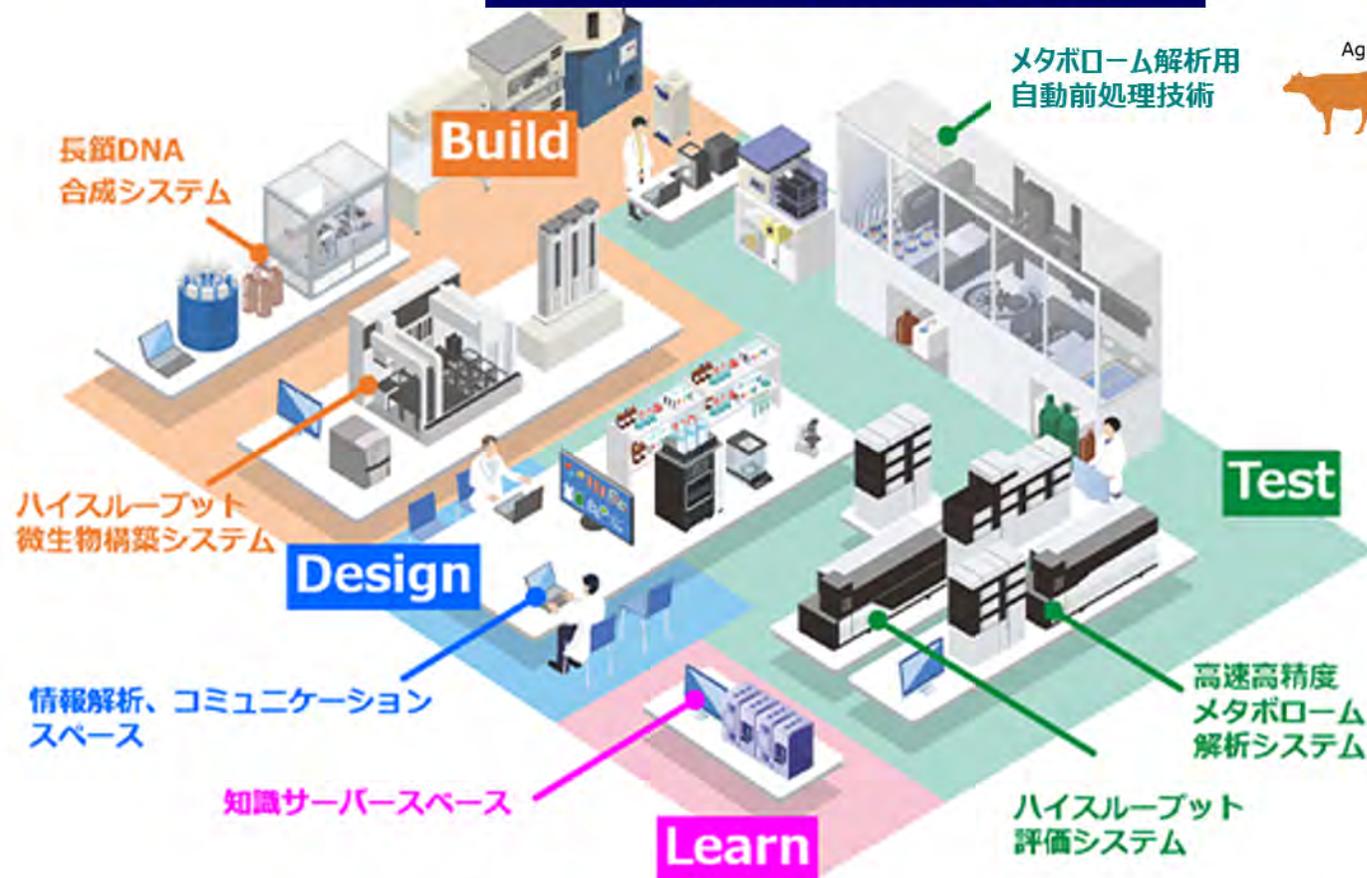
①

DBTLサイクルを
* さらに高速に
* さらに正確に
* さらに使いやすく

DBTLサイクルの構成要素高度化
* 育種技術/分子生物学技術
* 分析/解析/イメージング技術
* ロボティクス技術
* シミュレーション/モデリング技術
などに関する革新的要素技術



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



さまざまな科学的アプローチが必要



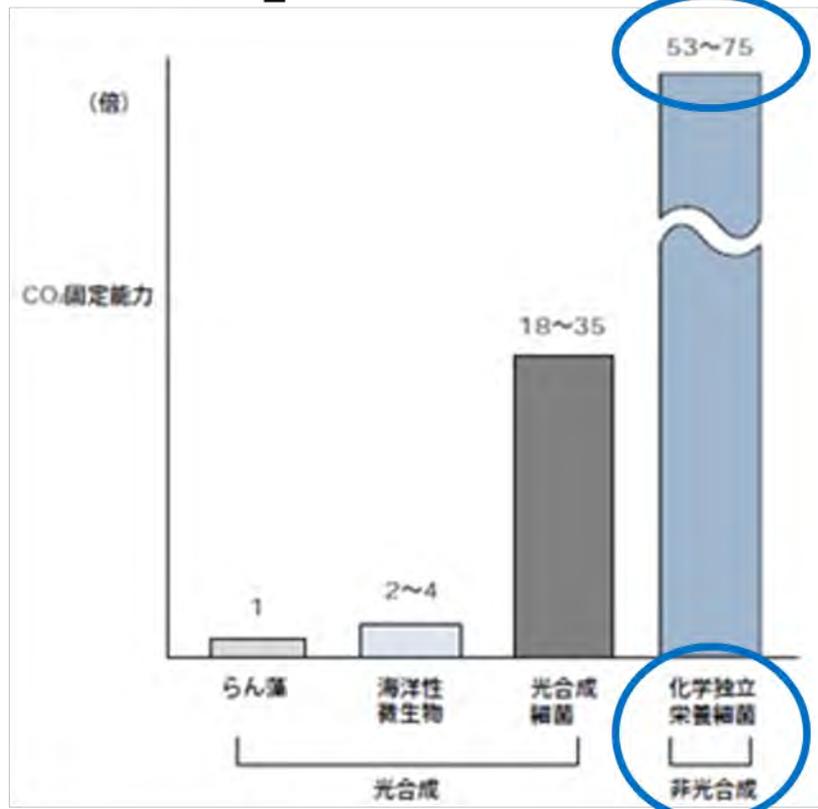
バイオ系だけでなく、さまざまな分野の研究者が横断的に研究開発を行っていただきたい

高速に開発する基盤 (DBTLサイクル)

3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと ②

- **バイオ技術による新たな原料の活用：例としてCO₂直接原料化**（還元力：H₂、COなど）
 - 独立栄養細菌（C1資化微生物）によるCO₂固定化能力は光合成生物よりも高い
 - 水素細菌（*C. necator*）のバイオマス生産性の高さも示唆されている

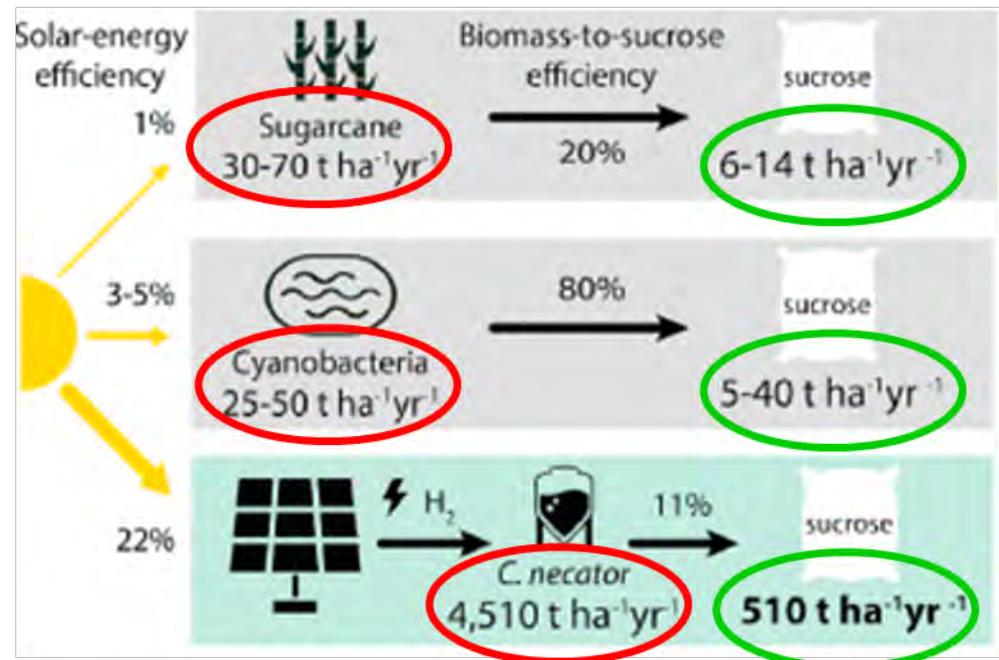
CO₂固定化能の比較



光合成生物よりも高値

三菱研究所 / 所報 No.34, 1999
 科学技術庁資源調査会編「環境と微生物」、大蔵省印刷局 (1992)

バイオマス生産性の比較



水素製造は太陽光エネルギーを活用

水素細菌のバイオマス生産量は4510t/ha/y
 糖変換もサトウキビや藍藻よりも高値

Metabolic Engineering 62 (2020) 207-220 :
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1096717620301361?via%3Dihub>

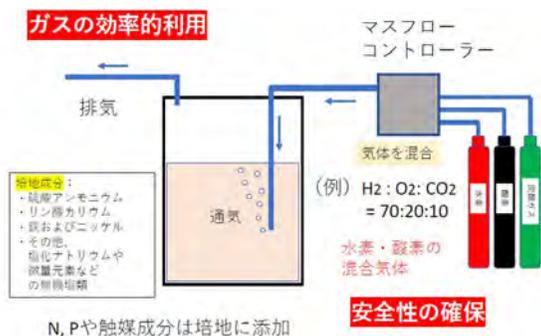
【参考】水素細菌を用いた物質生産例（タンパク質）

栄養源・エネルギー	産業化状況	キー・プレイヤー	課題
水素、CO ₂ 、アンモニア、酸素	欧米で商業化に向けた検討が進行中だが、最も進んでいるのはフィンランドのSolar Foodと推測。欧州でのNovel Foods認可の申請済み 実験室レベルの技術としてメタン資化細菌との共培養システムが報告されている	東ソー、カネカ、近畿大学、神戸大学、茨城大学、名古屋大学、CO2資源化研究所、東京大学、東京工業大学、電中研、Solar Foods、NovoNutrients、Air Protein、Deep Branch	再エネ活用をコンセプトに検討中だが、2023年度の上市目標以外の状況は不明 各社ファーストペンギンを目指してPJ推進中

日本

茨城大学

水素細菌による魚粉代替タンパク質製造を検討中
(水産庁PJ)



東ソー

水素酸化細菌Ralstonia eutropha H16の組換え菌による乳酸製造特許を出願

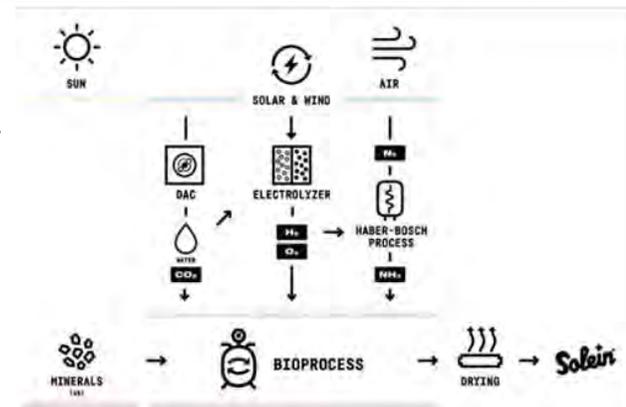
カネカ

脂肪酸を原料に水素細菌で物質生産の技術を保有。NEDOプロにも参画

海外

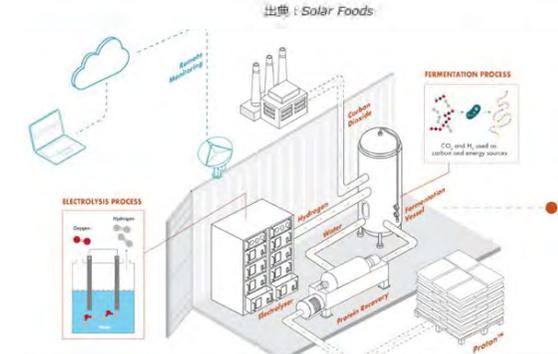
Solar Food

再生可能エネルギーも組み合わせた食品タンパク質製造システム構築中。
2023年の上市を計画。
EUでNovel Food申請済



Deep Branch

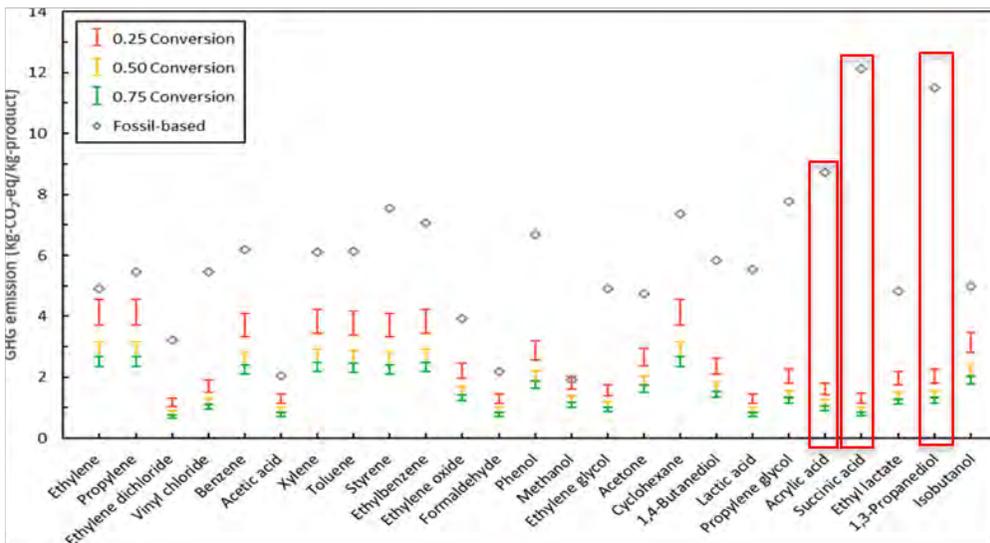
工場からCO₂供給されるシステム



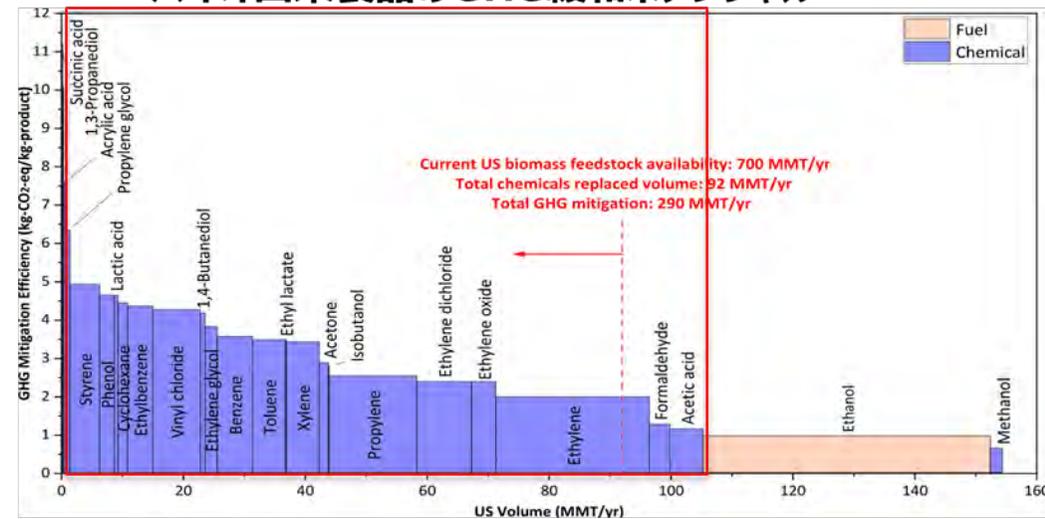
3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと ③

- シミュレーションやマテリアルインフォマティクスによる、適切な分子選択や機能発揮の分子設計
- ◆ 米化学会の論文で、25物質の化石由来とバイオ由来のGHG比較がなされ、エタノール以外は削減効果が見られ、コハク酸、1,3-プロパンジオール、アクリル酸の順に削減量が大きい
- ◆ また、構成比率で酸素を含む化合物（コハク酸、乳酸、アクリル酸等）はGHG排出量が小さい

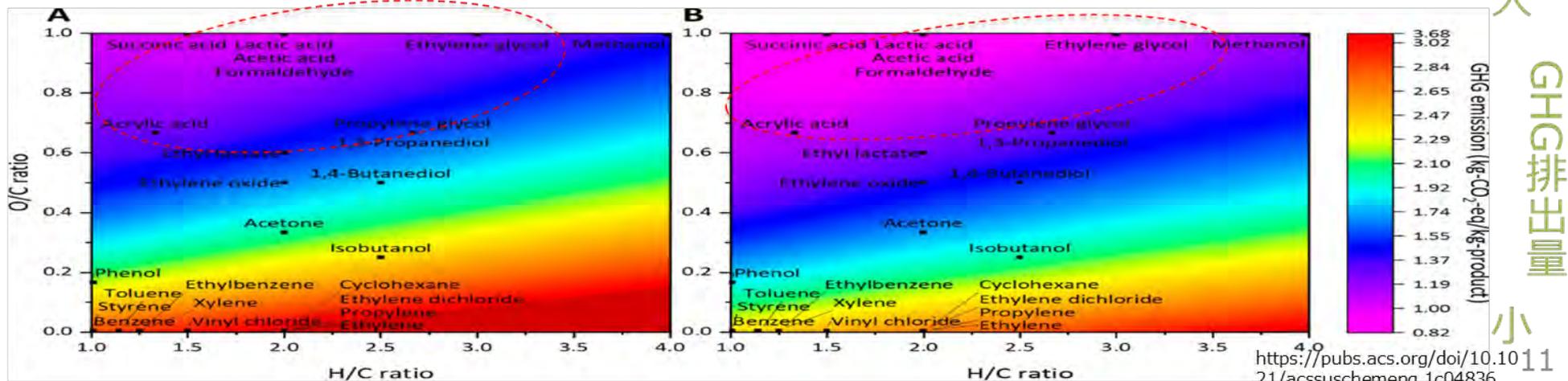
化石由来とバイオ化学品のGHG比較



バイオ由来製品のGHG緩和ポテンシャル

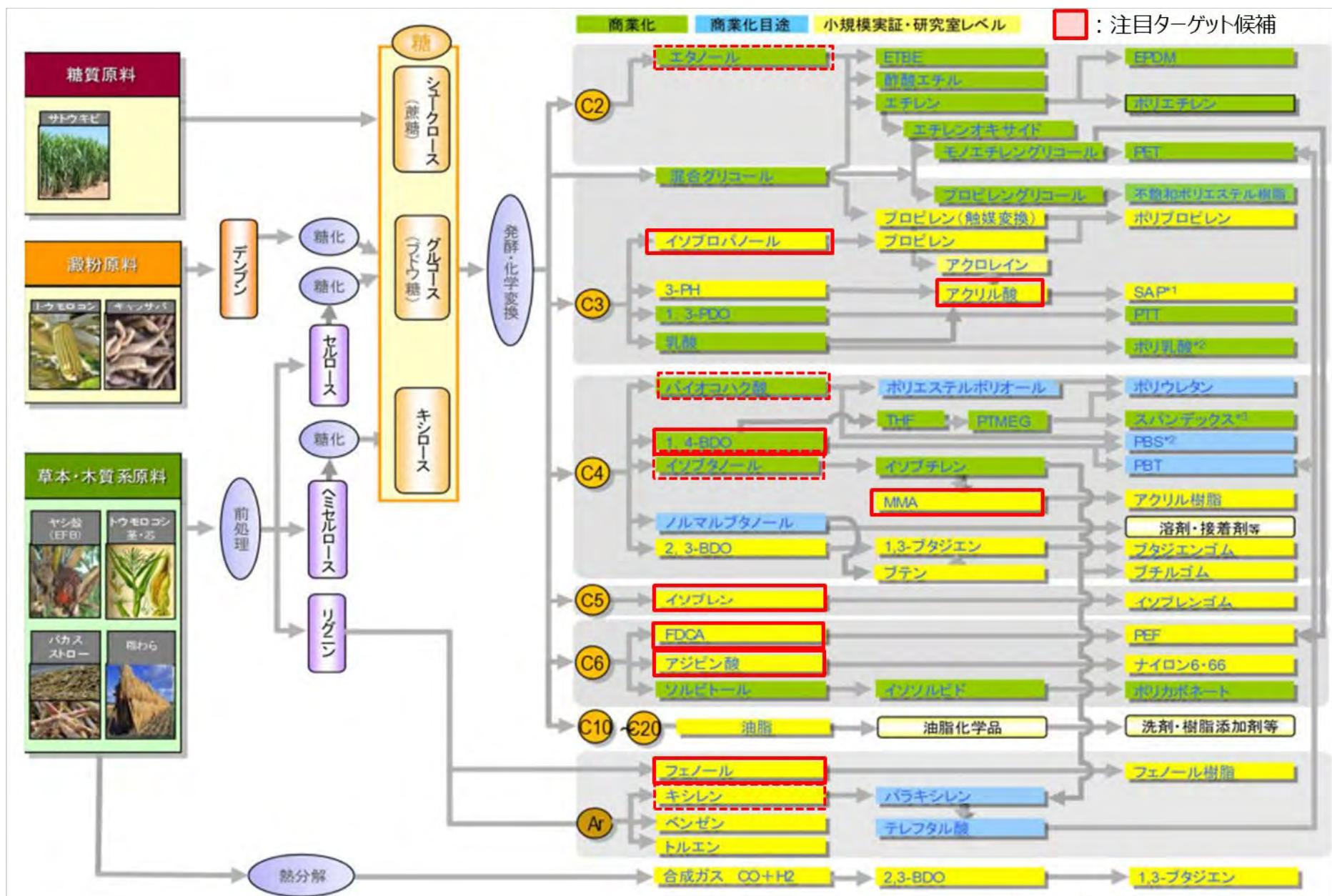


各物質の酸素含有構成比率で見た場合のGHG排出量の比較



大
GHG排出量
小

3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと（産業化との連携）



SAP*1...ポリアクリル酸
 ポリ乳酸、PBS*2...生分解性樹脂
 スパンデックス*3...ポリウレタン弾性繊維

3. バイオものづくり分野からアカデミアに期待したいこと (産業化との連携) ③ NEDO

TSC Bio-economy Unit

■ 再生可能原料からのプラスチック生産やリサイクルも良好なターゲット

- 米国：Bottle プラスチックの廃棄物のケミカルリサイクルとリサイクルが永久に可能なバイオマスプラスチックの開発, 欧州：UPLIFTバイオマテリアルを用いた食品包装用のプラスチック(主にPEF)の製造とそのリサイクルによる資源循環。

Bottle(米国)

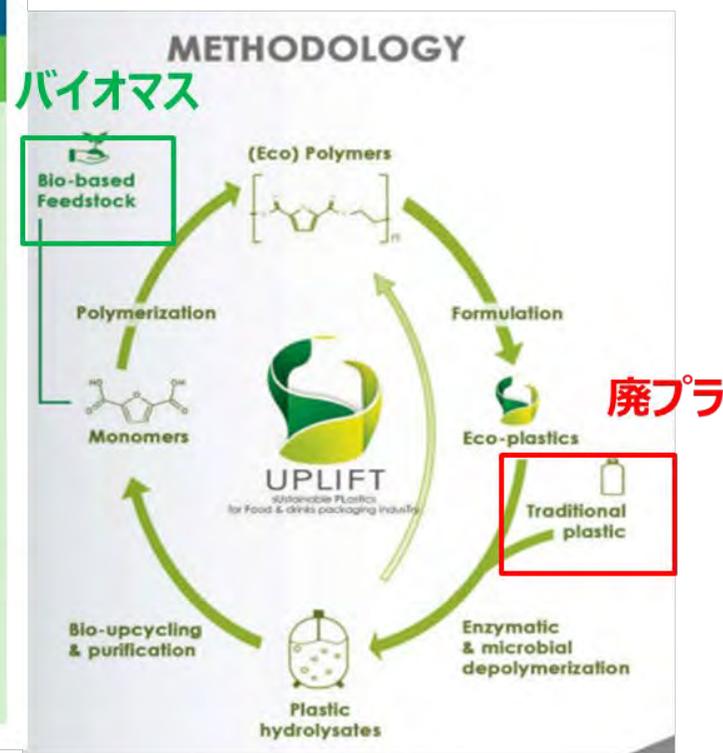
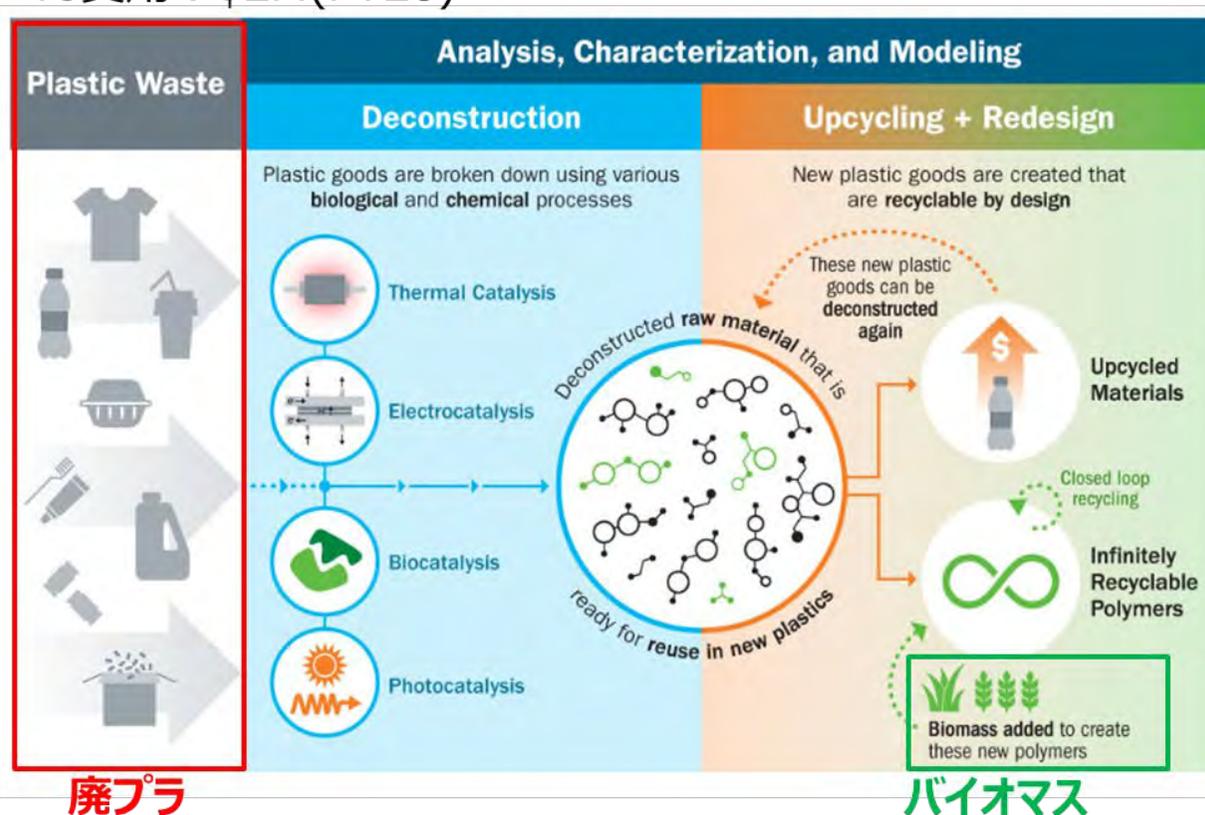
PJ期間：2019年～ 2023年

PJ費用：\$2M(FY20)

UPLIFT(欧州)

PJ期間：2021年～2025年

PJ費用：€7,640,653



出典：

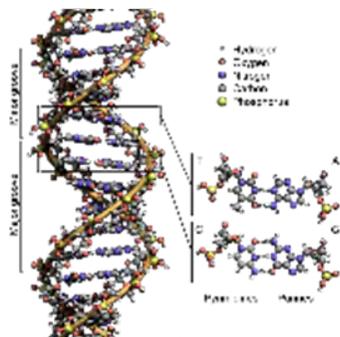
<https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-04/beto-01-peer-review-2021-bioprodukt-beckham.pdf>

出典：

<https://www.preserve-h2020.eu/sites/default/files/training-materials/3-Workshop-UPLIFT.pdf>

【参考】バイオ分野の発明とイノベーション

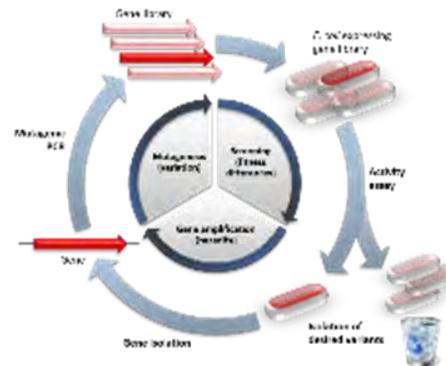
- 生命現象に関する多くの基礎科学研究・発明がイノベーションにつながり、産業化へ結びついている。
- 未解明の生命現象は多く、これからも多くの発見、発明が期待される。
- 基盤的技術インフラの充実化により、発見、発明から産業化への時間が短縮化され続けている。



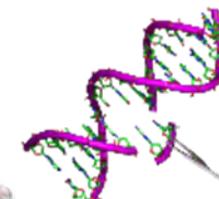
DNA構造解明



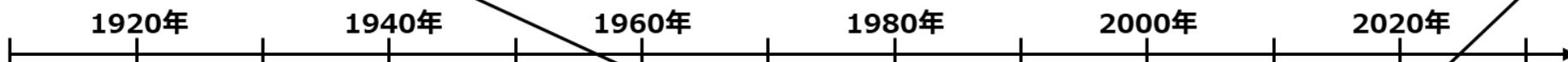
次世代シーケンサー
(遺伝情報の高速低コスト解析)



進化学 合成生物学
(生物機能の徹底活用)



ゲノム編集
(新たな革新ツール)



○ 無細胞発酵 (ブフナー)

○ タンパク質結晶化 (サムナー・ノーズ
ロップ・スタンリー)

○ 電気泳動 (ティリウス)

● 遺伝暗号・タンパク合成
ホリー・コラナ・ニールンバーグ
● **核酸の分子構造**
ワトソン・クリック・ウィルキンス

○ X線回折法 (ホジキン)

● 制限酵素・分子遺伝学
ギルバート・サンガー
ネーサンズ・スミス・アーパー

○ 立体構造 (クルーグ
○ 結晶構造 (ハウ
プトマン・カール

○ PCR法 / マリス, 変異導入 (スミス)

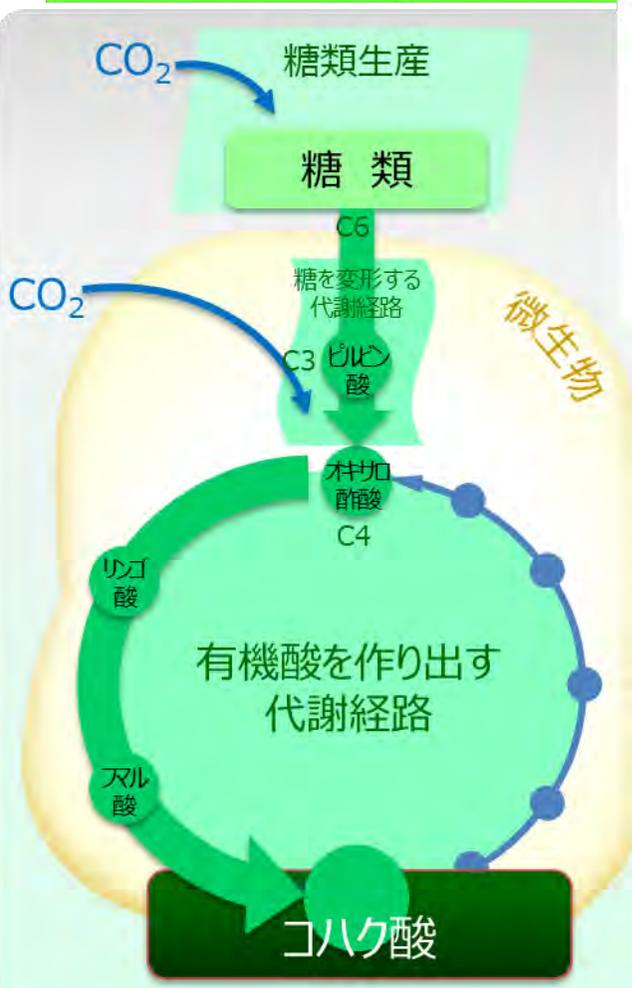
○ クライオ電顕 (デュボシエ・フラン
ク・ヘンダーソン)

○ 進化工学
アーノルド・ウインター・スミス

○ ゲノム編集 (シャルパンティエ・ダウドナ)

- 反応時にCO₂を取り込む生産経路を設計することにより原料理論収率が優位になることで設備コスト高が吸収され、トータルコストは化学法を凌駕。

バイオ合成法

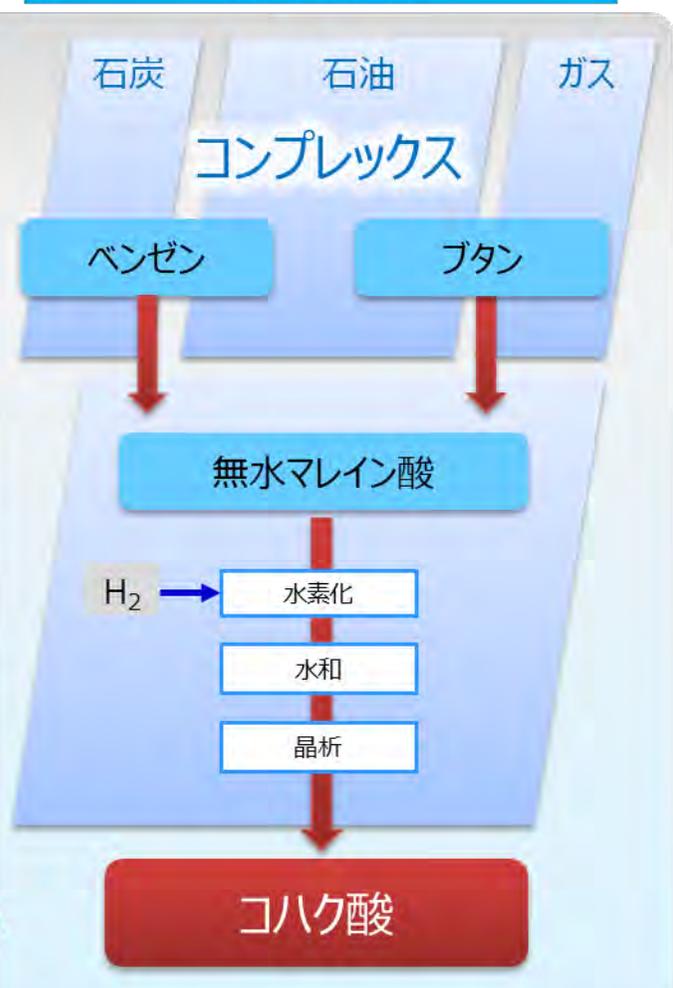


- ✓ 生体分子で比較的作りやすい
 - ✓ 途中でCを1つ取込むため糖の**原料原単位**が良い
 - ✓ 設備投資額は若干高い
 - ✓ 冷却のための用役費高い
- が、**比例費優位のインパクトが高く、化学法（石化原料）に比べて安価**

キャパシティ：10,000T/Y (¥/kg)

バイオ合成法		化学合成法
131.6	変動費	165.2
104.4	原料	158.8
27.3	用役	6.4
-0.1	副生物控除	0
148.3	固定費	134.8
59.8	通常運転	59.8
13.8	メンテナンス	13.8
49.2	一般管理費	48.5
25.5	減価償却	21.8
279.9	合計	309.0

化学合成法



出所：NEDO成果報告書：「スマートセルによる物質生産分野に係る環境・経済への波及効果分析及び関連技術動向調査」

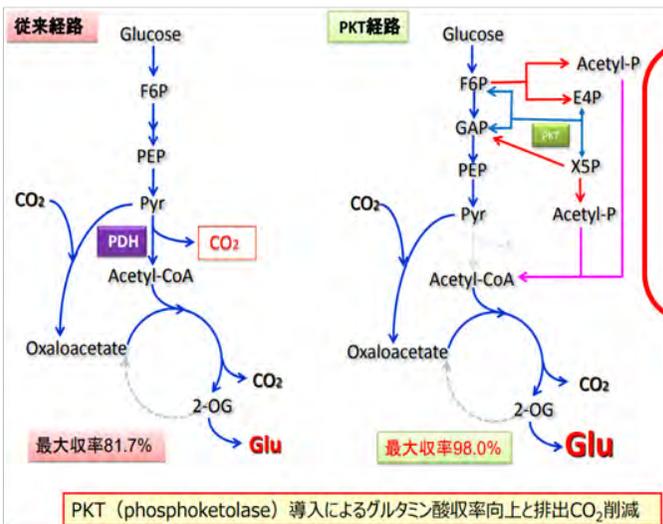
- 味の素やCargillは、代謝設計技術を活用して、新規ルートによる差異化で事業化を達成。
- スパイバーは、世界初のタンパク質ベースの素材をテキスタイルや自動車等の構造材へ展開。

事例①：味の素（日本）

アミノ酸発酵生産プロセス



新規代謝経路利用による収率向上



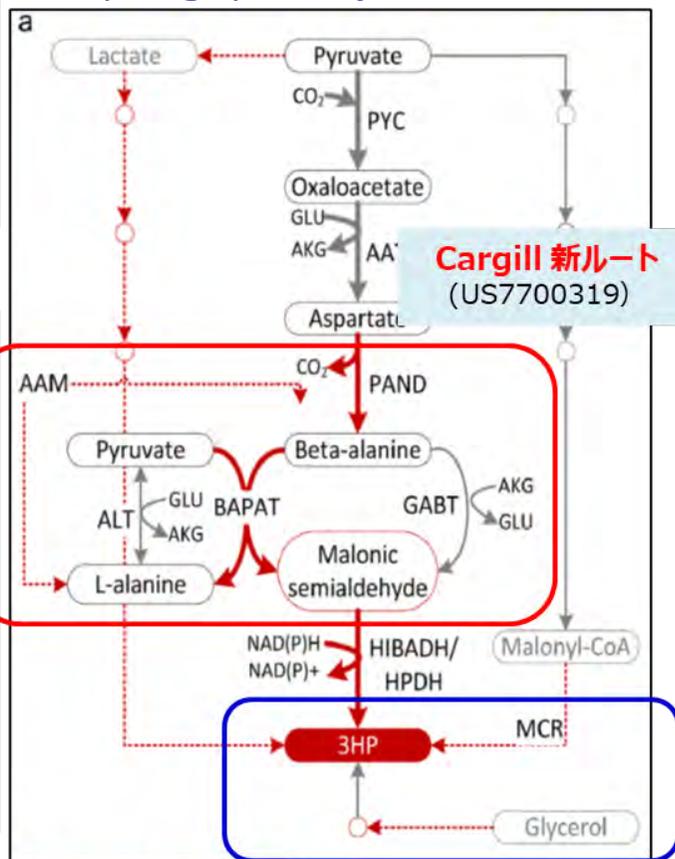
Innovative metabolic pathway design for efficient L-glutamate production by suppressing CO2 emission. J. Biosci. Bioeng. (2007)

https://www.nedo.go.jp/news/kaiken/AA5_101403.html

事例②：Cargill（米国）

バイオベースアクリル酸

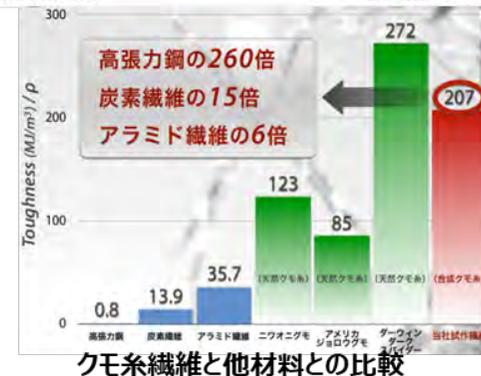
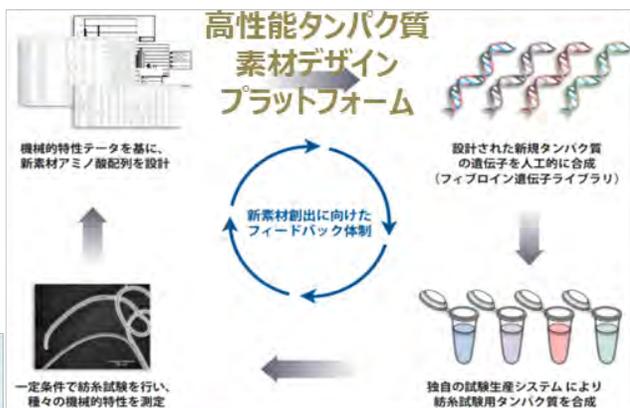
BASF, Cargill, Novozymes 連携にて事業化



DuPont 旧ルート (US6,852,517)

出所：各種参考資料 基にNEDO技術戦略研究センター作成 (2020)

事例③：スパイバー（日本）



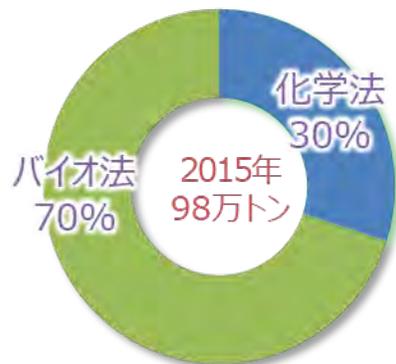
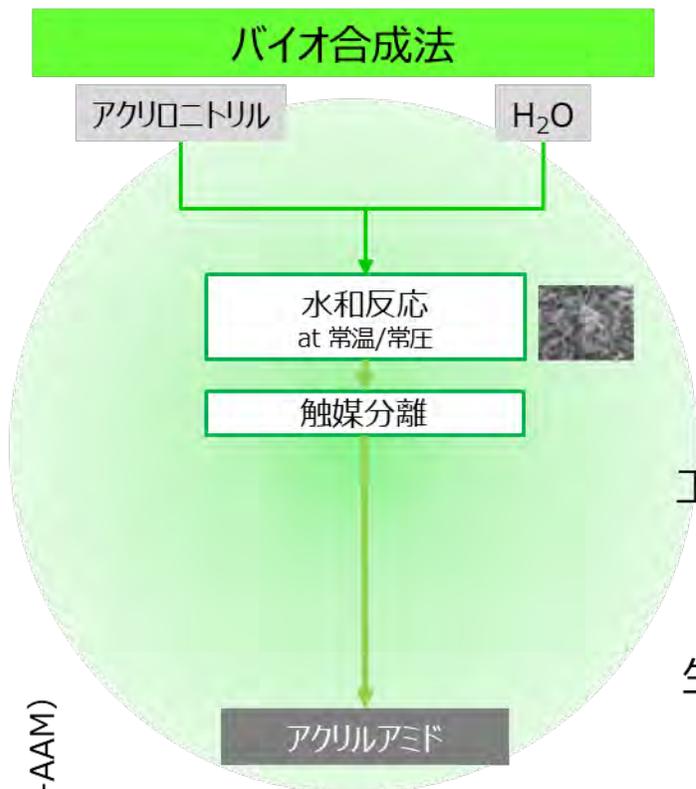
構造タンパク質素材を用いたアウトドアジャケット



発酵量産プラントをタイに建設 (米国でも現地ADM社との合併プラントを建設予定)

スパイバー社ホームページ

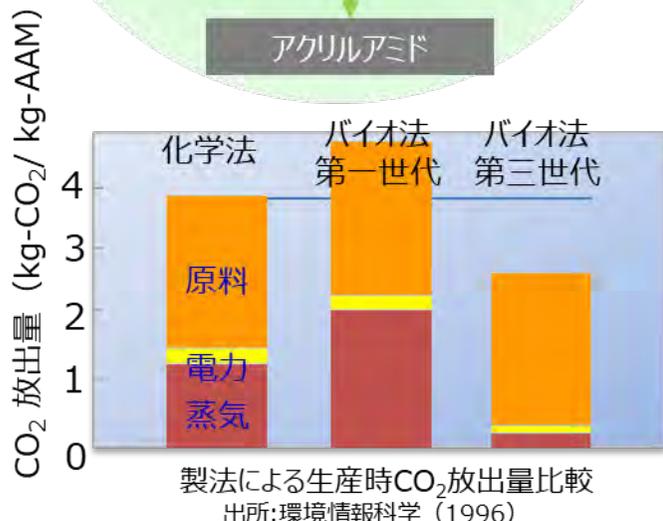
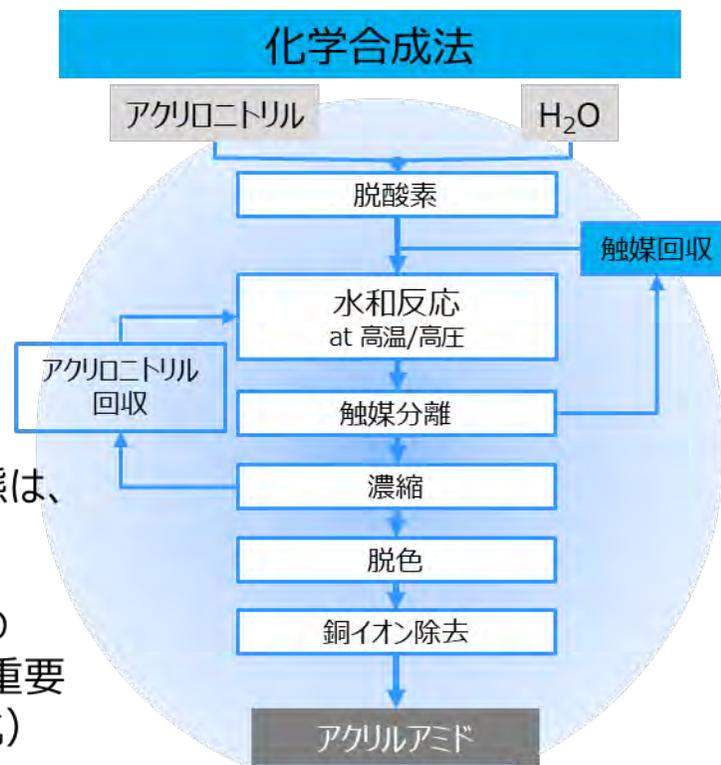
- 高性能触媒（選択性、転化率、生成物耐性）と生体触媒を有効に活用した製造プロセスエンジニアリングにより、化学法を凌駕するプロセスイノベーションを達成。



工業用アクリルアミドの流通形態は、**50%水溶液が主流**

バイオ合成法で50%以上の生成物濃度を達成できた点が重要
→濃縮不要（省エネルギー化）

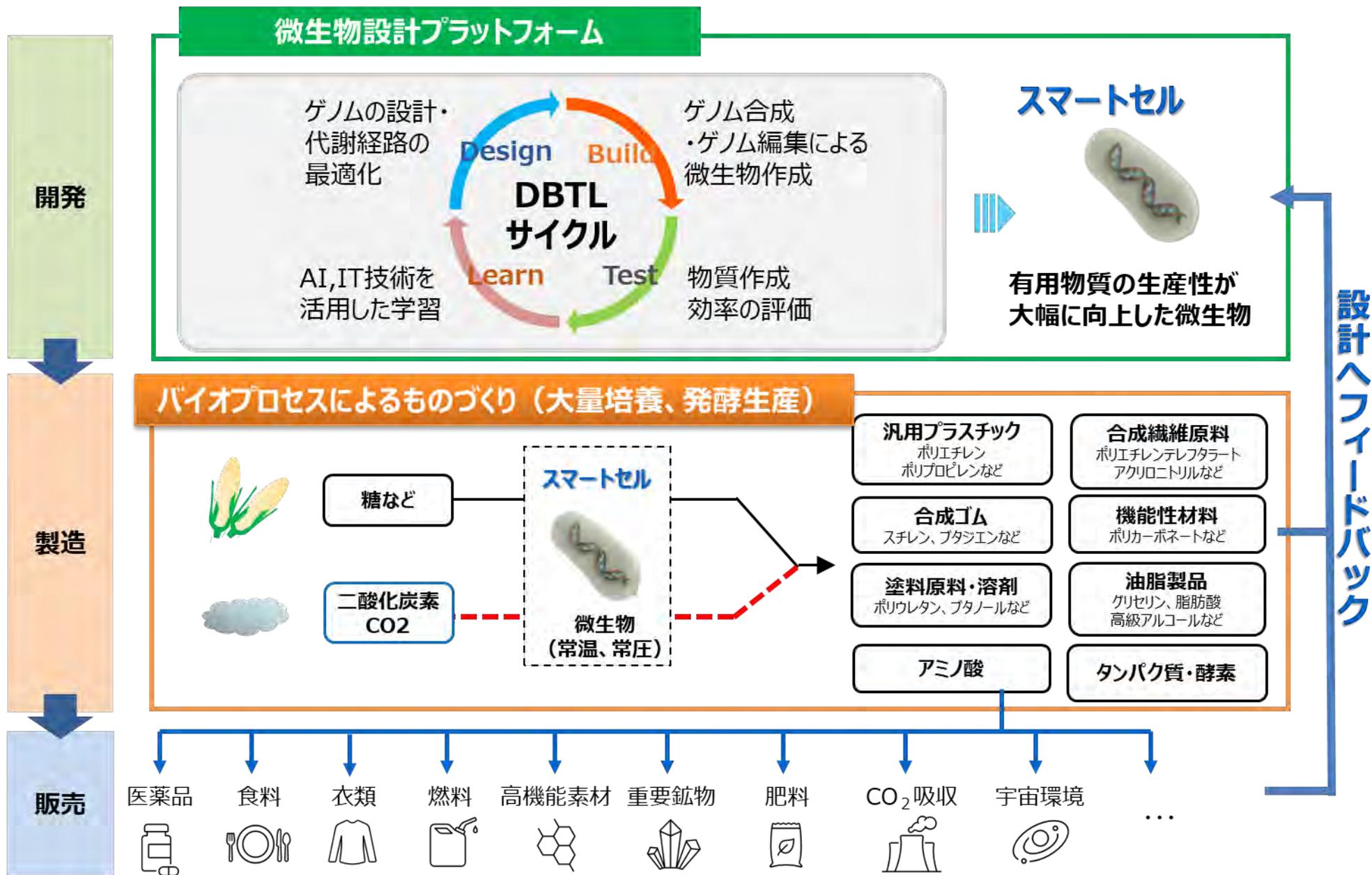
* 化学法大規模プラントでは、廃熱利用など効率的に設計、低コスト化が可能だが、水溶液流通形態は、輸送コストが問題となり、オンサイト化ニーズが増加



https://www.nedo.go.jp/news/kai ken/AA5_101403.html

出所：第3回 産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員会 資料

【参考】バイオ分野における競争力の源泉の転換



出所) BioJapan2022 NEDOセミナー (スポンサーセミナー)
「バイオものづくり革命」の実現に向けて
下田 裕和 経済産業省 商務・サービスグループ 生物化学産業課 課長

【参考】バイオものづくりの産業構造の変革（水平分業化）

- バイオものづくりでは、上流の微生物開発では、AI・ロボットを用いた効率的な微生物構築技術、下流の発酵生産では、培養・精製技術の高度化といった、バリューチェーンの段階に応じて全く異なる高度な技術・設備が必要となる。
- このため、今後のバイオものづくり産業は、水平分業化が進展し、それぞれの基盤技術を確保したプレイヤーが付加価値の源泉を握ることが予測される。

半導体の産業構造

過去



現在



電機・半導体
メーカー

バイオものづくりの産業構造

現在



今後



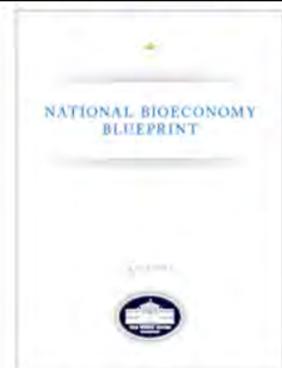
素材・化学系
・食品系
メーカー

出所) BioJapan2022 NEDOセミナー (スポンサーセミナー)

「バイオものづくり革命」の実現に向けて

下田 裕和 経済産業省 商務・サービスグループ 生物化学産業課 課長

- 米国は、2012年にバイオエコノミーに関する戦略「National Bioeconomy Blueprint」を発表。2019年10月には、「The Summit of America's Bioeconomy」が開催され、具体的な施策について議論された。2020年4月には、全米アカデミーズが、「Safeguarding the Bioeconomy」により具体的な政策提言としてまとめた（バイオエコノミーに関する規制・評価・促進等を一元的に担当する行政組織の設置などを含む）。
全米アカデミーズ：United States National Academies；National Academy Complex
- 2021年8月には、米国議会調査局（CRS）が、「The Bioeconomy: A Primer」を公表し、**バイオエコノミーの定義を明確化**するとともに**定点観測の重要性**を提起。
- さらに、2021年11月に、保健医療セクターサイバーセキュリティ調整センター（HC3）は、「バイオISAC Tardigrade増幅アラート」を公表するなど、**経済安全保障の観点からバイオサイバーセキュリティ**や**バイオディフェンス**に対する議論も進んできている。



幅広い分野を包含（ライフサイエンス、環境エネルギー、バイオ製造プロセス、食糧・農業分野）

5つの戦略的目標を設定（①バイオエコノミー構築に必要な研究開発投資の推進、②研究成果の社会実装のためのトランスレーショナル・リサーチやレギュラトリー・サイエンスの推進、③規制改革、④産業界が必要とする人材育成環境の整備、⑤非競争領域における官民パートナーシップの促進

https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf

議論のポイント

①バイオエコノミー人材の育成、②バイオエコノミーに必要なインフラやデータの整備、③産学官・分野横断的な連携、④バイオエコノミー実現のための規制環境の整備

<https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2019/10/Summary-of-White-House-Summit-on-Americas-Bioeconomy-October-2019.pdf>

https://science.osti.gov/-/media/ber/berac/pdf/202004/McCann_Bioeconomy_briefing.pdf?la=en&hash=35DAB95E906ACF2287920E526E9A87AD37267D99

各国のバイオエコノミーの定義を比較

米国の定義として、「生物資源（例：植物、微生物）から派生した製品やサービス、プロセスに基づく経済の共有」と定義

バイオテロなどの安全保障やエネルギー・バイオプロダクトなどの経済安全保障についての注意喚起

<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46881>

<https://www.hhs.gov/sites/default/files/bio-isac-tardigrade-malware-alert.pdf>

参考) バイオ分野についての大統領令 (2022年9月12日)

- バイデン大統領、国内バイオ産業振興の大統領令に署名
- 外国産の材料やバイオプロダクションに過度に依存しているとされるバイオテクノロジー関連産業の国内回帰を促し、国内サプライチェーンの強化などを目的としている。
- 同時に公表されたFACT SHEETにおいて、生物工学は、2020年代末までに、世界の製造業の生産高の3分の1以上、価値で約30兆ドルを占める可能性があるとしている。



SEPTEMBER 12, 2022

Executive Order on Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation for a Sustainable, Safe, and Secure American Bioeconomy

THE WHITE HOUSE BRIEFING ROOM PRESIDENTIAL ACTIONS

By the authority vested in me as President by the Constitution and the laws of the United States of America, it is hereby ordered as follows:

Section 1. Policy. It is the policy of my Administration to coordinate a whole-of-government approach to advance biotechnology and biomanufacturing towards innovative solutions in health, climate change, energy, food security, agriculture, supply chain resilience, and national and economic security.

Central to this policy and its outcomes are principles of equity, ethics, safety, and security that enable access to technologies, processes, and products in a manner that benefits all Americans and the global community and that maintains United States technological leadership and economic

大統領令: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/09/12/executive-order-on-advancing-biotechnology-and-biomanufacturing-innovation-for-a-sustainable-safe-and-secure-american-bioeconomy/>

Fact Sheet: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/09/12/fact-sheet-president-biden-to-launch-a-national-biotechnology-and-biomanufacturing-initiative/>

- Eric Emerson Schmidt (Googleの元CEO, Alphabetの元取締役会長) が、合成生物学・バイオエコノミーに関するタスクフォースを作り (21年夏)、**バイオものづくりによる国家先進製造戦略に関するRFI**を政府に提出 (22年4月)。
- 骨子自体は、日本のバイオ戦略でも強調されているものも多く、新鮮味はないが、レポートの中身では、**日本や中国のタダ乗りに対する批判**もあり、自国主義的な内容が多く見られる。
 (“innovate here, produce **there**” から “innovate here, produce **here**” へ)
- タスクフォースのメンバーには、著名な科学者や産業人、コンサルタントなどが集まり、密度の濃い内容となっている。今後政策化の動きがあると考えられるためウオッチングを継続する。

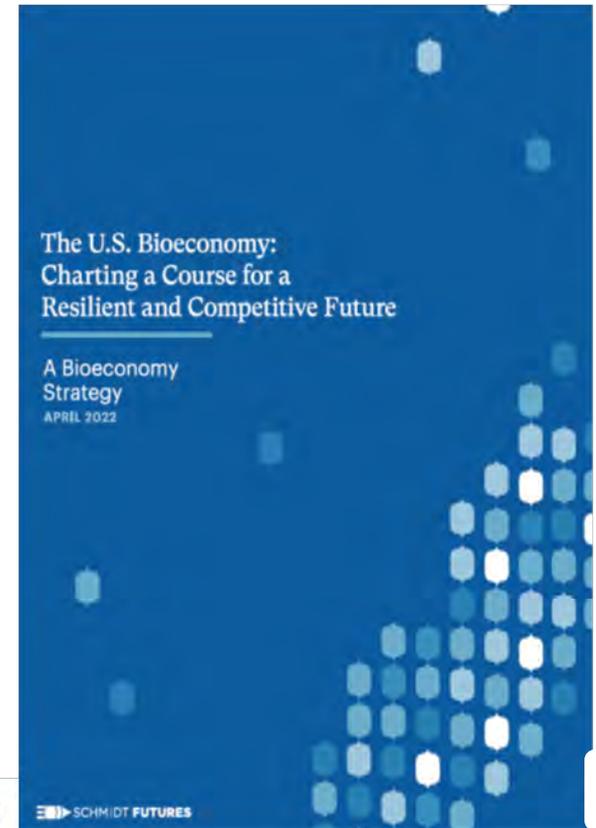
提言骨子

- 米国バイオエコノミーについて戦略の明示と全体調整が必要
- 新たな市場を切り開くためには基礎的研究の強化が必要
- 分散型バイオプロダクションのテストサイトがさらに必要
- 人材育成/提供が必要 (十分に訓練され、多様な人材)
- 規制/ファンディング当局のリソース強化が必要
- 投資に対するインセンティブと測定ツールが必要
- データ共有の仕組みが必要

米国バイオものづくり強化 (Manufacturing USA) をさらに強化させよとの提言か



Eric Emerson Schmidt



- 欧州委員会は、2012年に「[Innovation for Sustainable Growth : A Bioeconomy for Europe](#)」を策定。持続可能なバイオエコノミーの構築や革新的なアイデアを製品やプロセスに転換し、成長と雇用を創造することを実現するためにHorizon 2020 による研究開発支援を実施。
- さらに、2018年バイオ戦略の更新として「[A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment](#)」を策定した。バイオ資源やバイオプロセスを活用する幅広いセクターを包含し、欧州型バイオエコノミーの核心として、持続可能性と循環性を持つことが強調された。
- また、「[欧州グリーン・ディール](#)」の中でもバイオ燃料や食糧・農業への取組（[Nature-based Solutions](#)）の重要性が位置付けられている。（JETRO:『欧州グリーン・ディール』の最新動向（全4回報告）（2021年12月）など参照：<https://www.jetro.go.jp/world/reports/2021/01/862f1a922a2742b1.html>



革新的なアイデアを製品やプロセスに転換し、成長と雇用を創造

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f0d8515-8dc0-4435-ba53-9570e47dbd51>



バイオ資源やバイオプロセスを活用する幅広いセクターを包含し、欧州型バイオエコノミーの核心として、持続可能性と循環性を持つことを強調

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en>

A sustainable bioeconomy for Europe
重点活動領域

- ① [バイオ由来産業を強化・拡大し、投資と市場を開放](#)する（Horizon 2020 などの研究開発プログラムによる支援の継続等）
- ② [地域のバイオエコノミーをヨーロッパ全域に展開](#)する（持続可能な農林業の支援等）
- ③ [バイオエコノミーの生態学的な限度を理解](#)すること（生態系のモニタリング、データ収集等）

■ 生物機能活用, 生物素材活用, 生物システム活用の視点での技術開発が重要

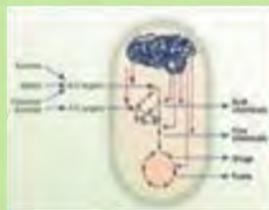
活用の視点

技術の視点

アウトプット

生物機能

酵素触媒・人工酵素
合成生物学
バイオミメティクス
(生体模倣)



生物素材

バイオリソース
サステイナブルリソース



生物システム

バイオメトリックス
(バイオシステム)

機能化学品



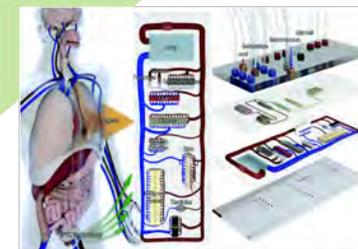
汎用化学品



高機能製品



アルゴリズム
活用



医薬
ヘルスケア



アグリ
フードテク



環境イノベーションにおいては、サステイナブルリソースとしての生物素材の使いこなしが重要



ご静聴ありがとうございました

<http://www.nedo.go.jp/>