



ST/N
Breakthrough & Innovation



Jイノベ
J-Innovation HUB

Feb 7th, 2025

大阪大学ナノ社会人教育プログラム 第3回共通講義

バイオものづくりに資する スマートセル創出プラットフォームの開発

神戸大学 先端バイオ工学研究センター
神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科
理化学研究所 環境資源科学研究センター

蓮沼 誠久

蓮沼誠久



1998.3. 大阪大学 工学部 応用生物工学科 卒業
2004.3. 大阪大学 大学院工学研究科 応用生物学専攻 博士課程 修了

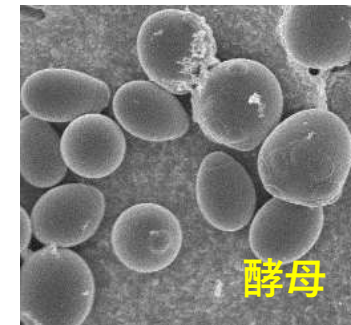
- 植物におけるメタノール生合成経路の解明
- 電気化学的手法によるメタノールセンサーの開発

2004.4.~2008.3. 地球環境産業技術研究機構（RITE） 研究員
2008.4.~2009.7. 神戸大学 大学院工学研究科 ポスドク⇒特命助教
2011.4.~2014.3. 科学技術振興機構（JST） さきがけ研究者（兼任）
2009.8.~2016.2. 神戸大学 自然科学系先端融合研究環 講師⇒准教授⇒教授

- 微生物（微細藻を含む）によるバイオ燃料／バイオ化学品／機能性化合物の生産
- 細胞内の代謝メカニズムを解析する新技術「動的メタボロミクス」の開発

2016.3.~ 神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科 教授
2018.7.~ 神戸大学 先端バイオ工学研究センター センター長
2024.7.~ 神戸大学 DBLR推進機構 バイオものづくり共創研究拠点長

- 高機能な細胞を作り出す研究、微生物や酵素を使った物質生産プロセスの開発
- バイオ技術とデジタル技術（計算科学、ロボット工学）の融合に関する研究



Strive for BIOECONOMY -economic growth with global problem solving-

バイオ燃料、
バイオベース化学品



機能性食品素材



バイオ医薬品



- **バイオエコノミー**に貢献する先端融合領域を基盤に、学術分野の開拓とイノベーションの創出を目指す国内唯一の研究センター
- バイオマスやCO₂からのものづくり「**バイオリファイナー**」で世界的に先駆的な技術開発
- バイオものづくりの核となる**スマートセル**を開発し、バイオ生産を社会実装するため、AIやロボティクスを融合した研究プラットフォーム「**バイオフィアウンドリ**」の開発を先導



ハード（研究スペース、機器）とソフト（研究者、知財）を整備したイノベーションハブ



- **文理融合型の研究センター**として、知的財産化、市場開拓を見通した事業化戦略の導出、イノベーションの創出をサポート
- **産業界との強力なパートナーシップ**に基づき、さまざまな有用物質のバイオ生産を含め、政府や社会の需要を満たす数々のイノベーションを創出することでバイオエコノミーの形成に貢献

MAKE

TAKE

WASTE



人類はこれまで経済の成長と引き換えに多くの課題を抱えてきた
環境汚染、気候変動、食料不足、水不足、人口増加、資源枯渇、・・・

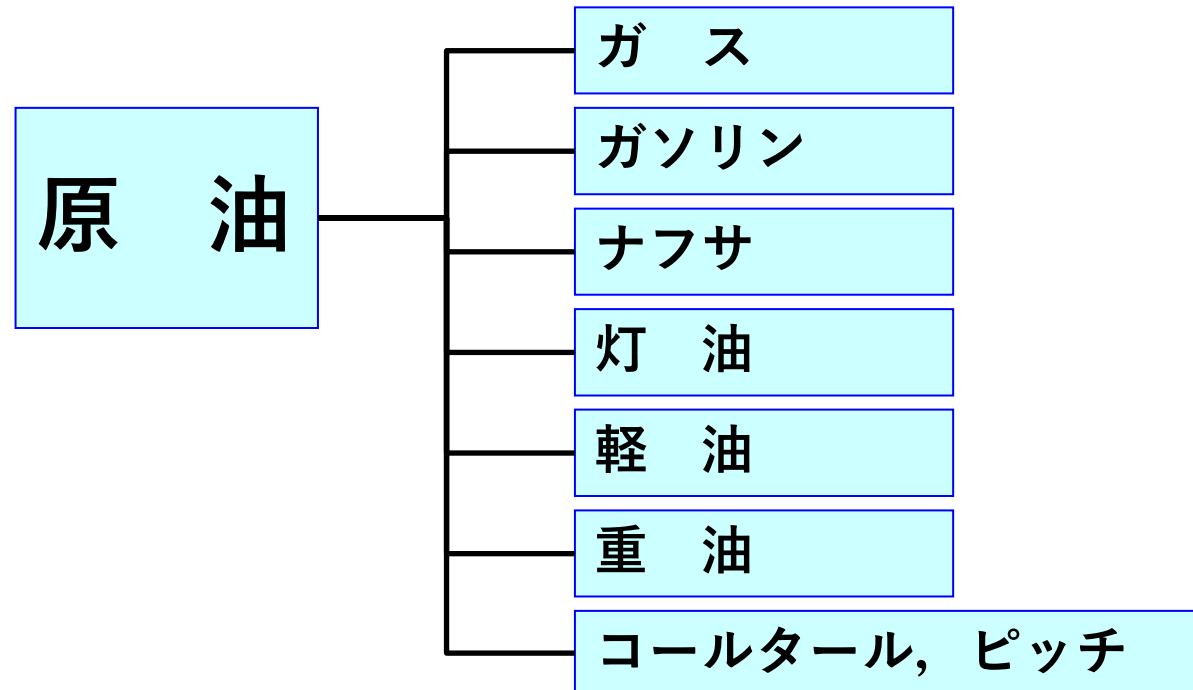
石油資源



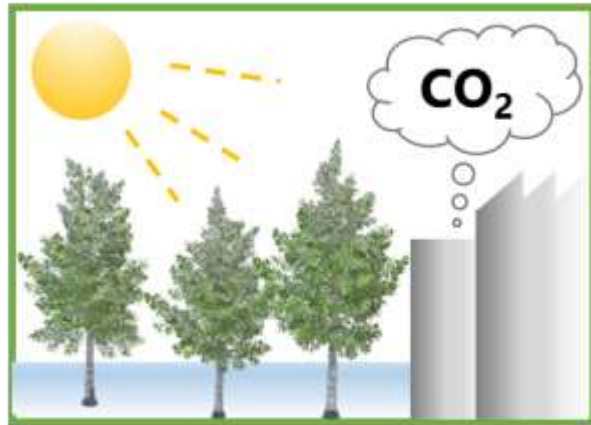
化学工場



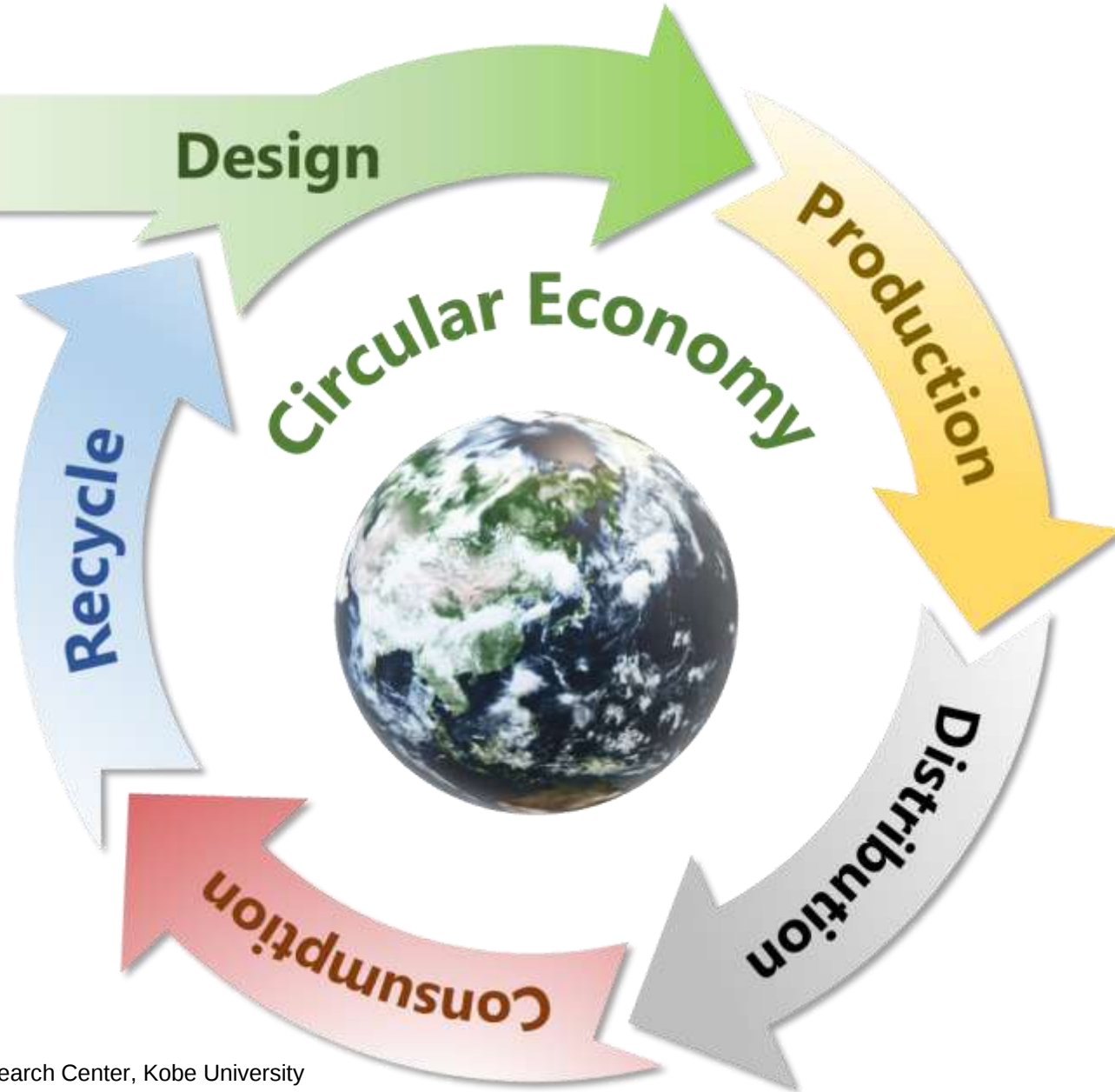
化学品,
プラスチック,
化学繊維



C2	PE, PVC
C3	PP, アクリル
C4,5	ABS
C6	PS, PC
C7,8	ナイロン, PET



Raw materials

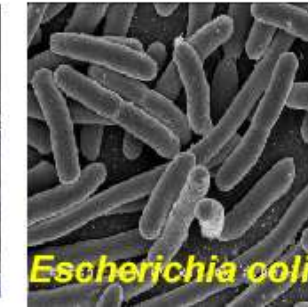
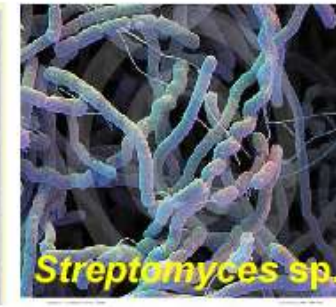
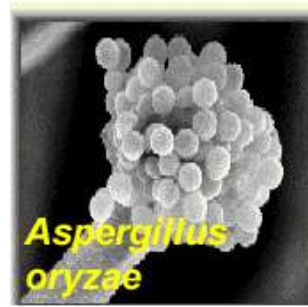
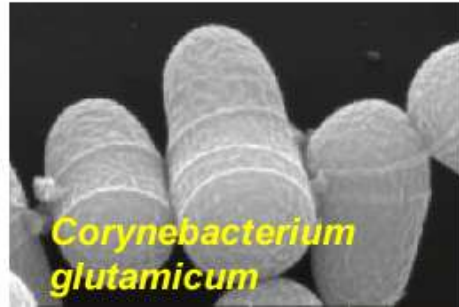


Fuels

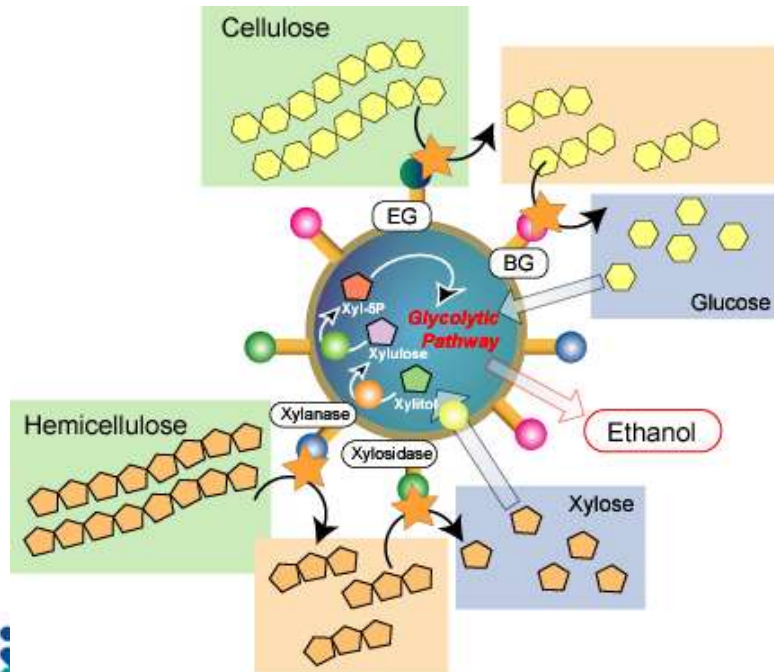


Materials

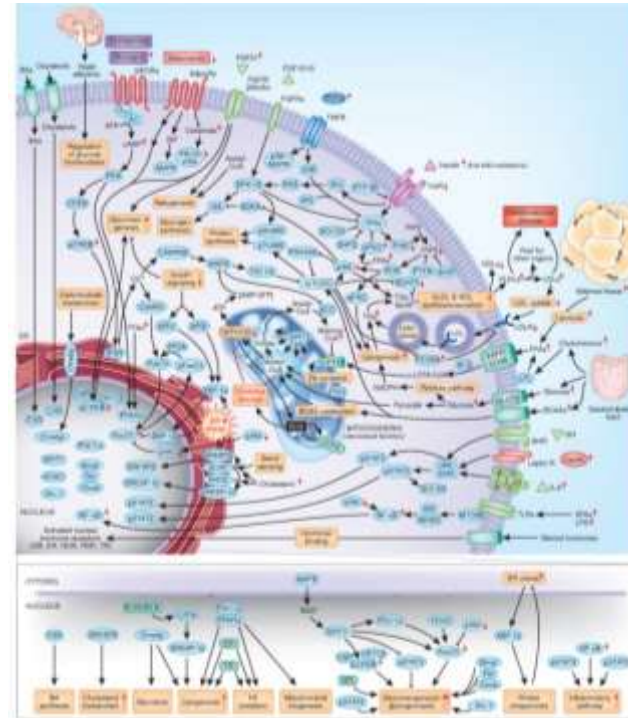




① バイオマス利用能 (セルロース系バイオマス等の安価原料)



② 有用物質の高生産能



Circular Economy

バイオものづくり (バイオプロダクション)、 ご存知ですか？

醗酵 — 伝統的な生産技術 —



*発酵は従来、熟練者・専門家の知識と経験に依存してきた

紀元前4000年頃

メソポタミア流域でビールが偶然見出された

紀元前3000年頃

エジプトでパンとビールが作られた記録がある

紀元前2500年頃

ピラミッドの壁画にワイン醸造の様子が描かれた



☆凄い歴史☆

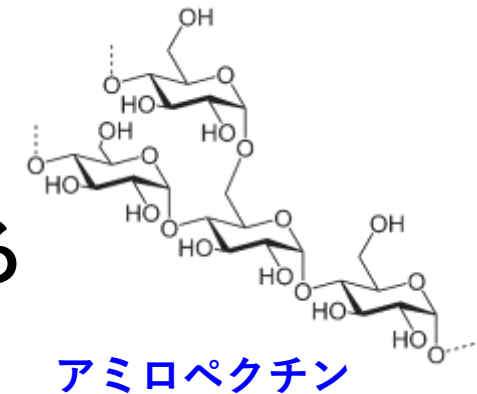


古来のビールの製法

1. 大麦を発芽させる



2. 麦芽に湯を加えデンプンを糖化させる
麦汁の生成

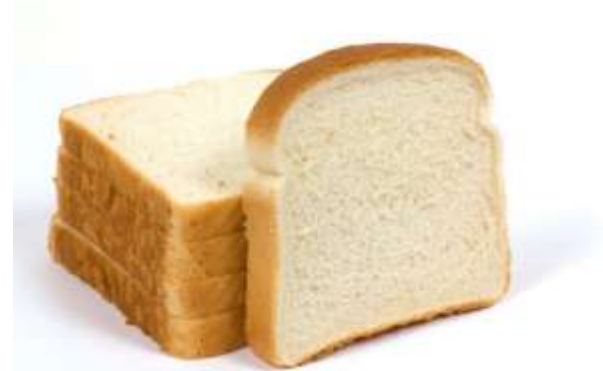


3. (酵母により) 発酵させる



(参照) 応用微生物学第3版

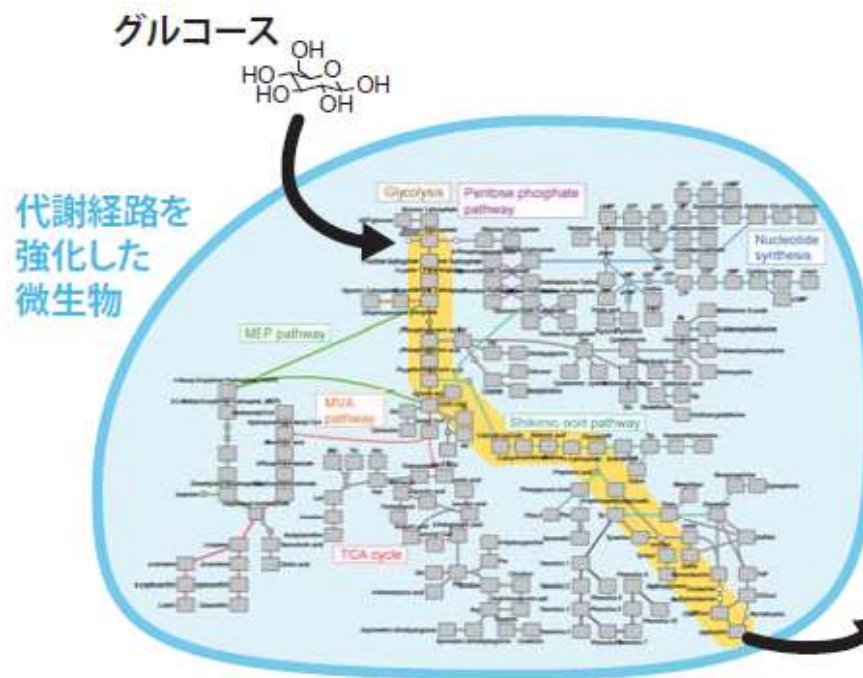
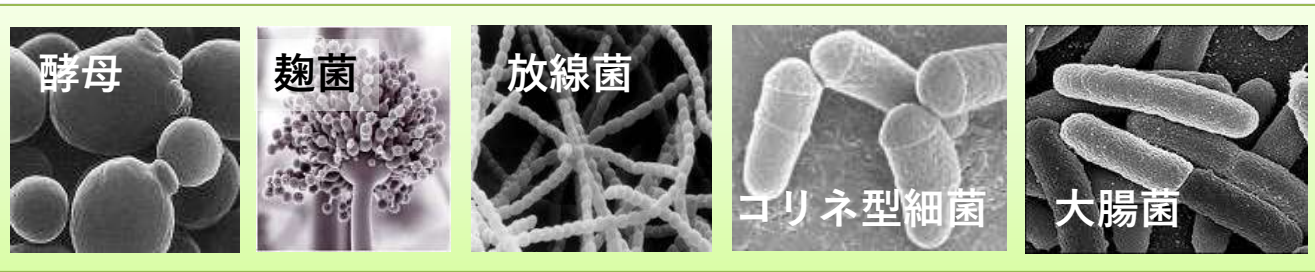
古来のパンの製法



1. 小麦の種子を粉にして水で練る
2. 発酵により炭酸ガス（気泡）を発生させる
（偶然の発見！！）
3. 焼き上げて、香りと食感の良い発酵パンの誕生

エジプトの暑い気候が微生物（酵母）の増殖に適していた

微生物の関りを知るのはだいぶ先のことになります！



プラスチック原料



ゴム原料



バイオ燃料



ナイロン原料



機能性食品素材、
バイオ農薬、
バイオ医薬品

最先端バイオ技術と生物資源の組合せにより、物質生産が自在に！

バイオ燃料？

(バイオマス燃料？)





バイオマス資源

作物

糖質系作物
(サトウキビ・トウモロコシなど)

油糧作物
(菜種油・パーム油など)

未利用バイオマス

稲わら・麦わら・林地残材 など

廃棄物系バイオマス

廃棄紙・家畜排泄物・
食品廃棄物・製材工場
残材・下水汚泥 など

藻類

微細藻類・ラン藻

バイオマス燃料

固形バイオマス燃料

バイオエタノール

バイオディーゼル

触媒反応

バイオマス熱分解ガス

バイオマスメタン発酵

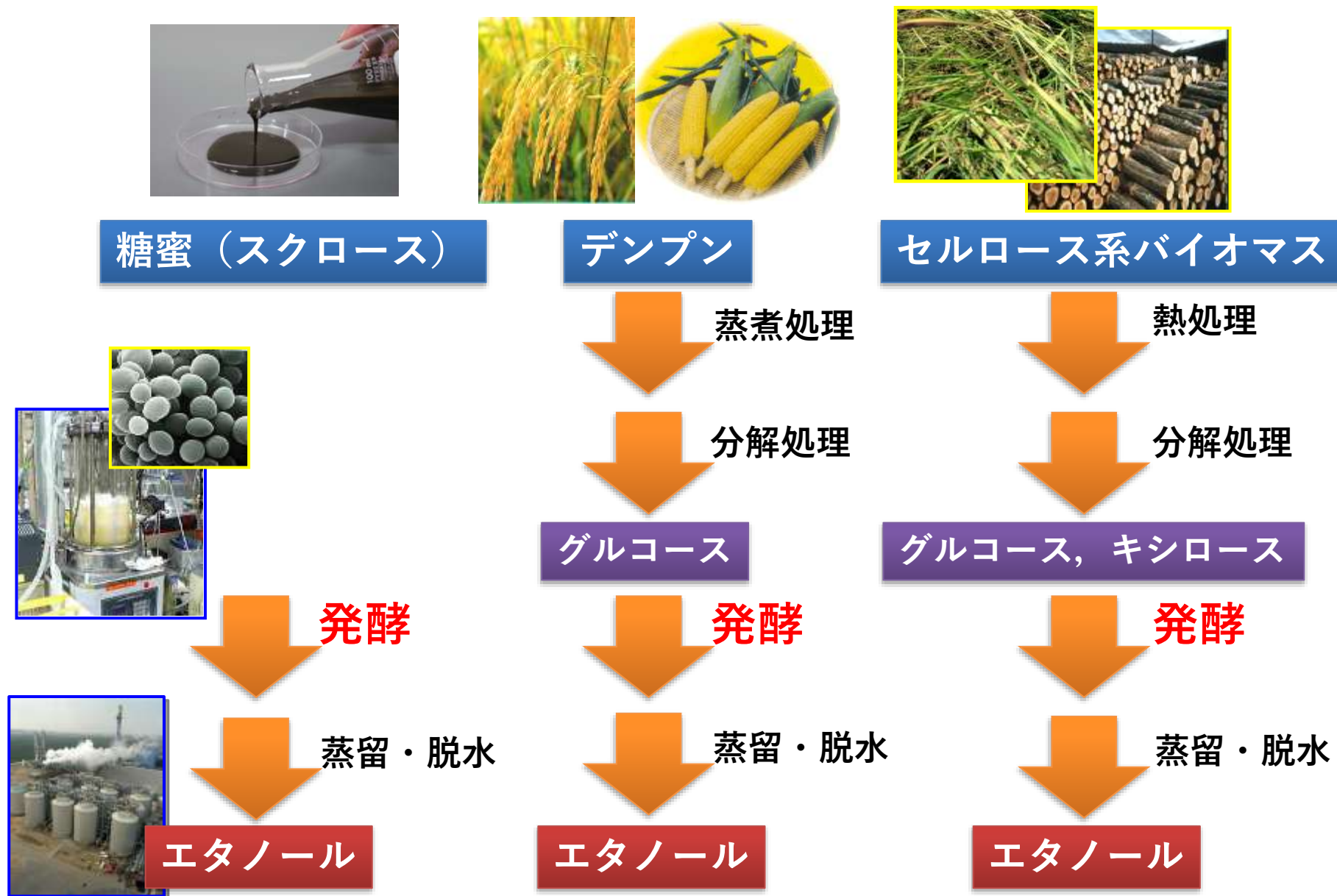
主な利用形態

輸送燃料

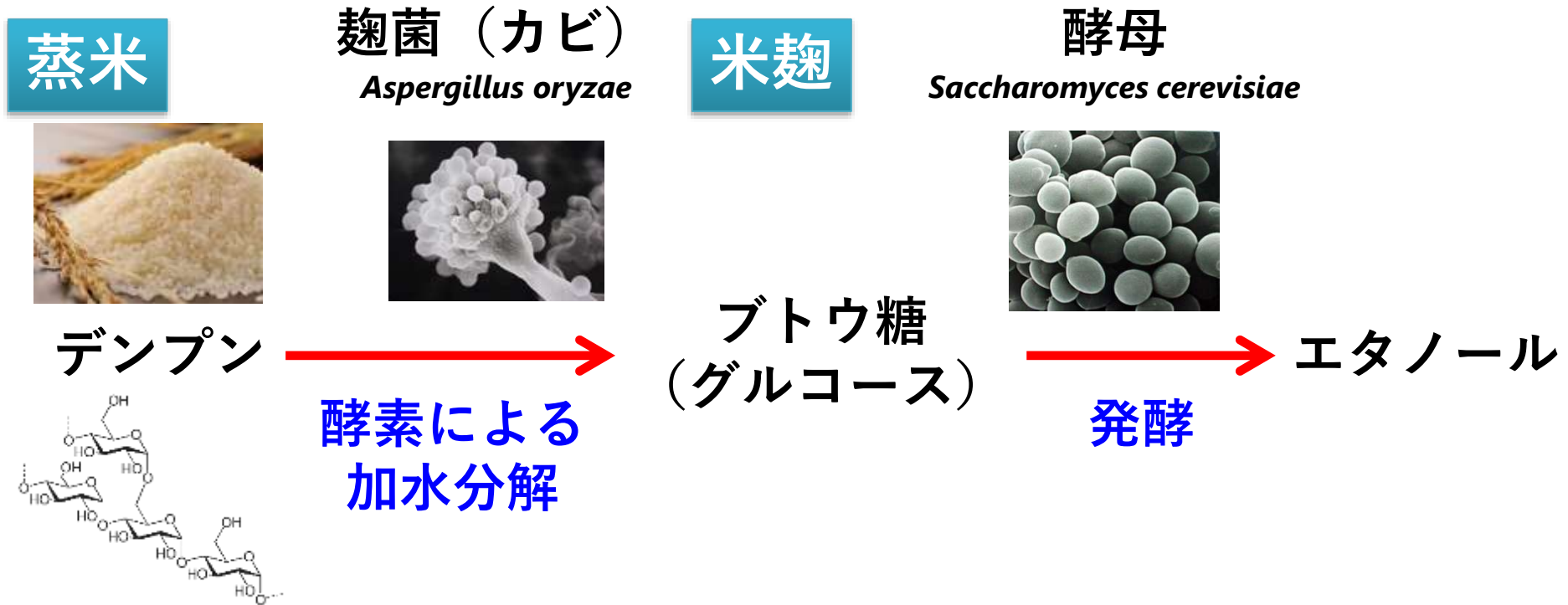
熱

発電

バイオエタノールの製造プロセス



日本酒製造における発酵プロセス



並行複発酵（我が国独自の酒類製造プロセス）
Simultaneous Saccharification and Fermentation

植物



微生物

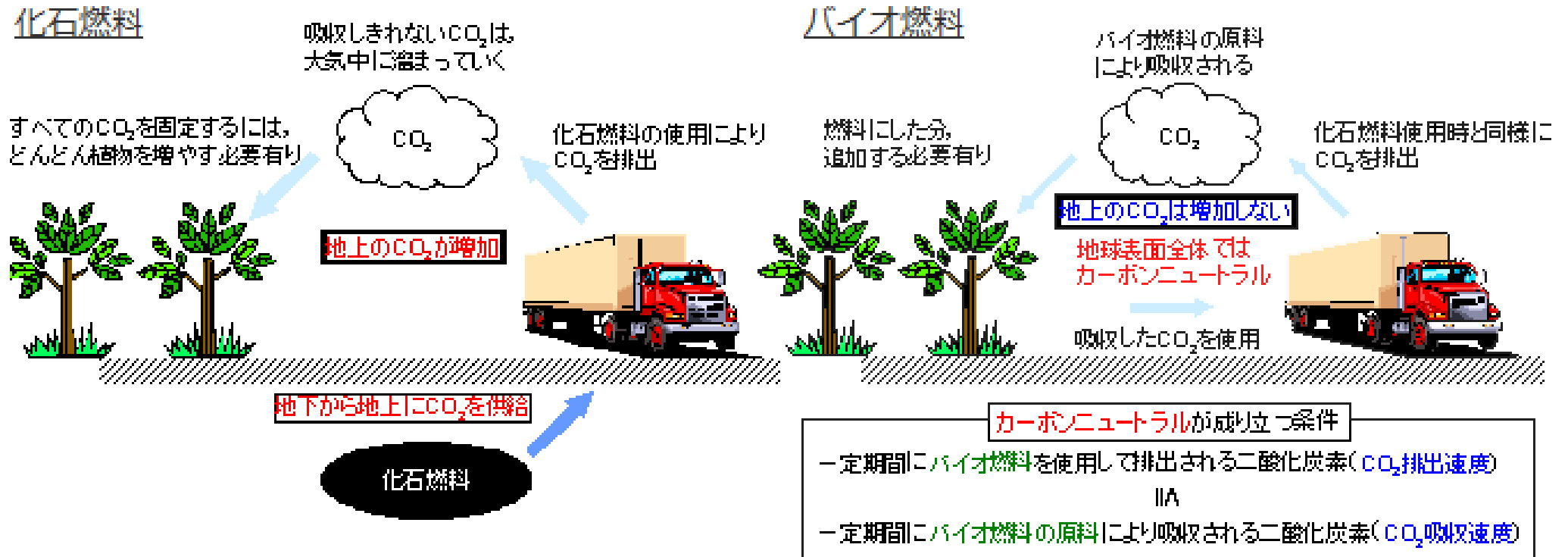


燃料

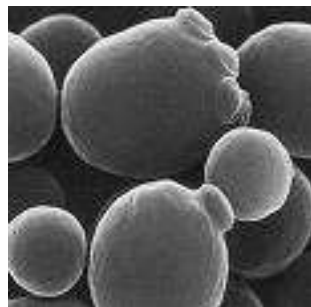


石油と比べて環境にやさしい

- ✓ 植物（再生可能資源）を原料にしている
- ✓ CO_2 （温室効果ガス）を減らせる



酵母



食品, 化学品,
医薬品, 化粧品

麹菌



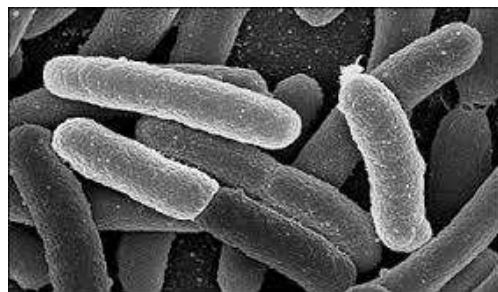
酵素, 化粧品, 化学品

乳酸菌



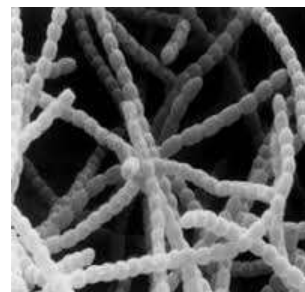
食品, 酵素

大腸菌



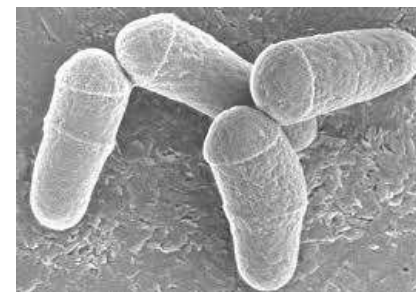
化学品

放線菌



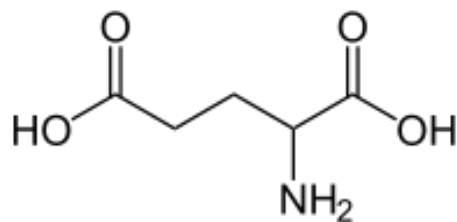
化学品, 酵素, 化粧品

コリネ型細菌

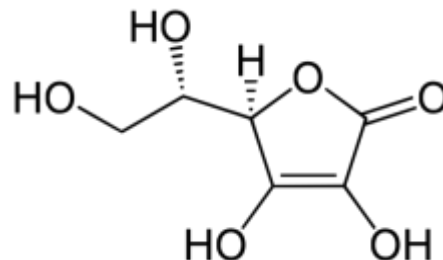


食品, 化学品

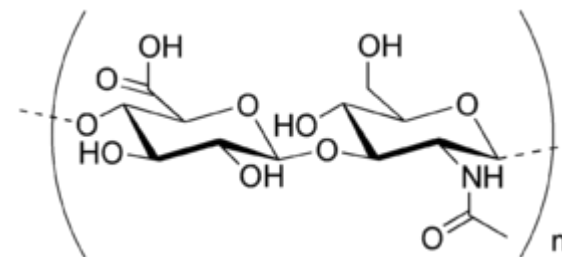
有名な発酵生産物の例



グルタミン酸



アスコルビン酸
(ビタミンC)



ヒアルロン酸

コリネ型細菌



*Erwinia*属細菌



*Bacillus*属細菌
乳酸菌
連鎖球菌



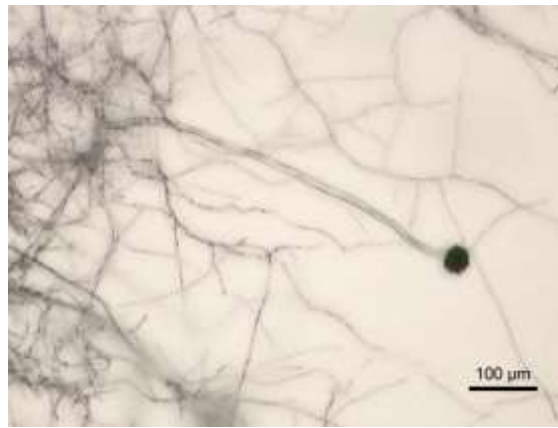
4種類のヒアルロン酸配合

いろんな微生物が
使われている

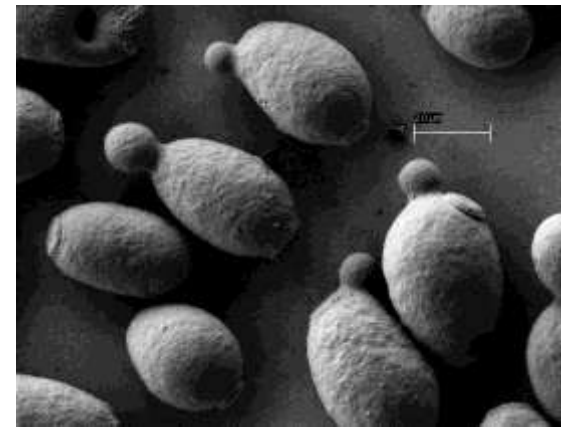
生産物	分類	主な微生物
乳酸	細菌	乳酸菌類（約30種）， <i>Bacillus</i> 属
クエン酸	糸状菌	<i>Aspergillus niger</i> （黒カビ）
グルコン酸	糸状菌	<i>Aspergillus niger</i>
2-ケトグルコン酸	細菌	<i>Gluconobacter</i> 属， <i>Pseudomonas</i> 属
5-ケトグルコン酸	細菌	<i>Gluconobacter</i> 属
フマル酸	糸状菌	<i>Rhizopus</i> 属
コハク酸	細菌	<i>Actinobacillus succinogenes</i> <i>Corynebacterium glutamicum</i>
リンゴ酸	糸状菌	<i>Aspergillus</i> 属， <i>Monascus araneosus</i>
酢酸	細菌	<i>Acetobacter</i> 属
イタコン酸	糸状菌	<i>Aspergillus</i> 属
コウジ酸	糸状菌	<i>Aspergillus</i> 属
酪酸	細菌	<i>Clostridium</i> 属
プロピオン酸	細菌	<i>Propionibacterium</i> 属
2-ケトグルタル酸	細菌	<i>E. coli</i>

事業化にむけては
微生物の選択が重要
（微生物によって
生産能力が異なる）

- ✓ クエン酸は酸味料として様々な食品に含まれるほか、品質改良剤、乳化剤、医薬品、樹脂原料、防錆剤、洗剤保持剤などの用途がある
- ✓ かつては果実類から抽出生産されていたが、現在では発酵法により工業生産されている

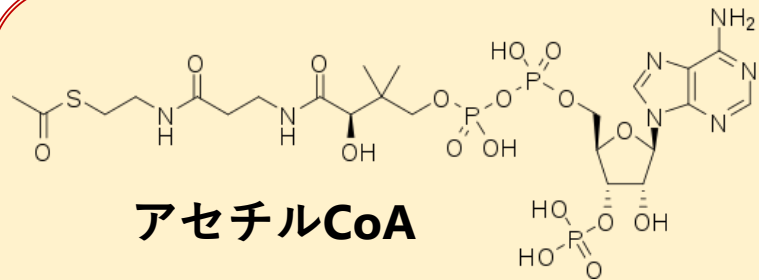


Aspergillus niger

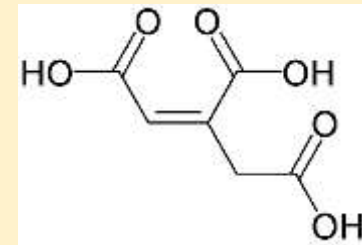
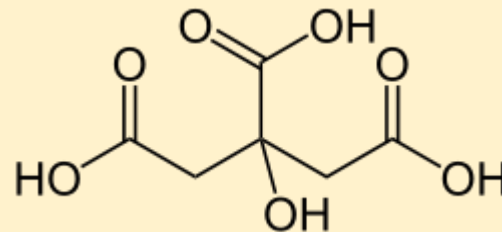
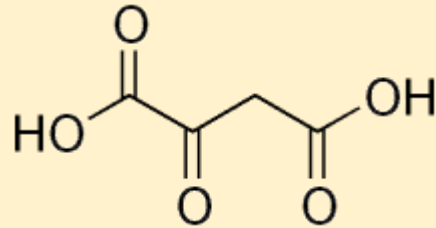


Yarrowia lipolytica

なぜ黒カビを使うか？



+



オキサロ酢酸

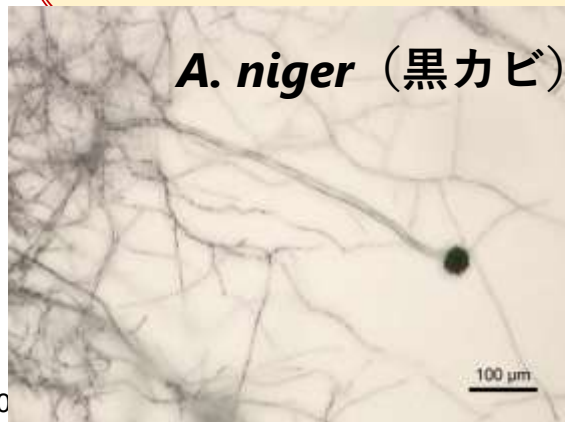
クエン酸

アコニット酸

活性強い
(クエン酸合成酵素)

活性弱い
(アコニット酸ヒドラーゼ)

細胞外へ排出される



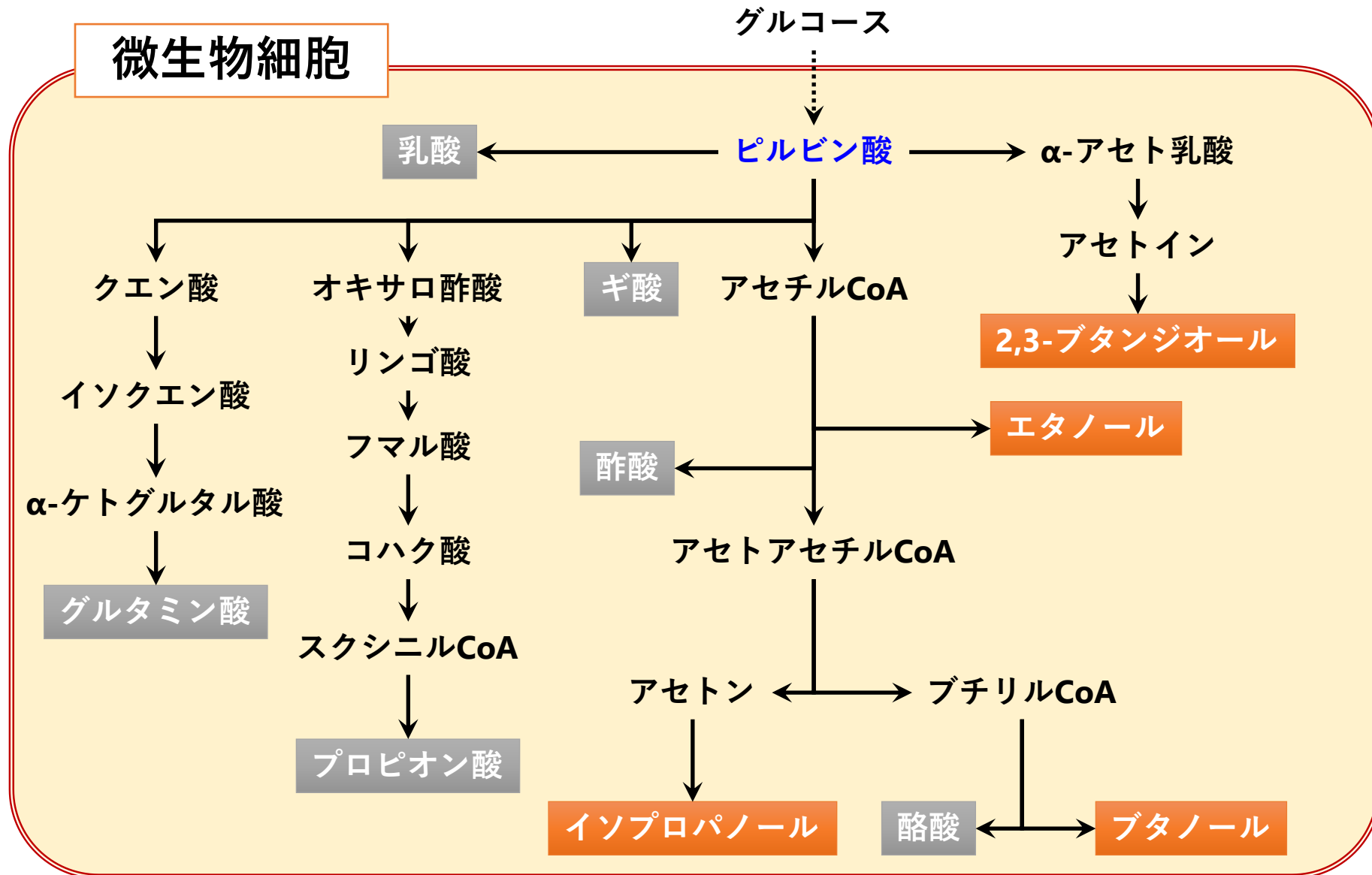
➤ 菌・細菌の特徴を理解することで効率的な物質製造プロセスを構築できる

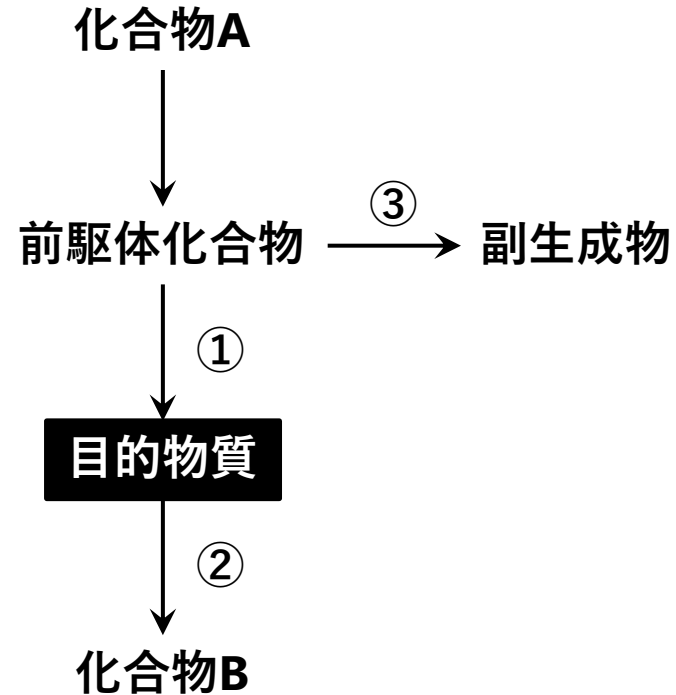
*黒カビがクエン酸を大量に生産する理由は明らかになっていないが、クエン酸回路（後述）における酵素活性の不均衡に起因すると考えられている

アルコール、溶剤のバイオ生産例

生産物	分類	主な微生物
エタノール	酵母	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	細菌	<i>Zymomonas mobilis</i> <i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）
アセトン, 1-ブタノール	細菌	<i>Clostridium</i> 属 <i>C. acetobutylicum</i> , <i>C. beijerinckii</i> , <i>C. saccharoperbutylacetonicum</i> , <i>C. sacchrobutylicum</i> <i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）
2-プロパノール	細菌	<i>Clostridium beijerinckii</i> <i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）
2-ブタノール	細菌	<i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）
2-メチル-1-ブタノール	細菌	<i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）
3-メチル-1-ブタノール	細菌	<i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）
2-フェニルエタノール	細菌	<i>Escherichia coli</i> （組換え微生物）

遺伝子組換え微生物
の開発が進んでいる

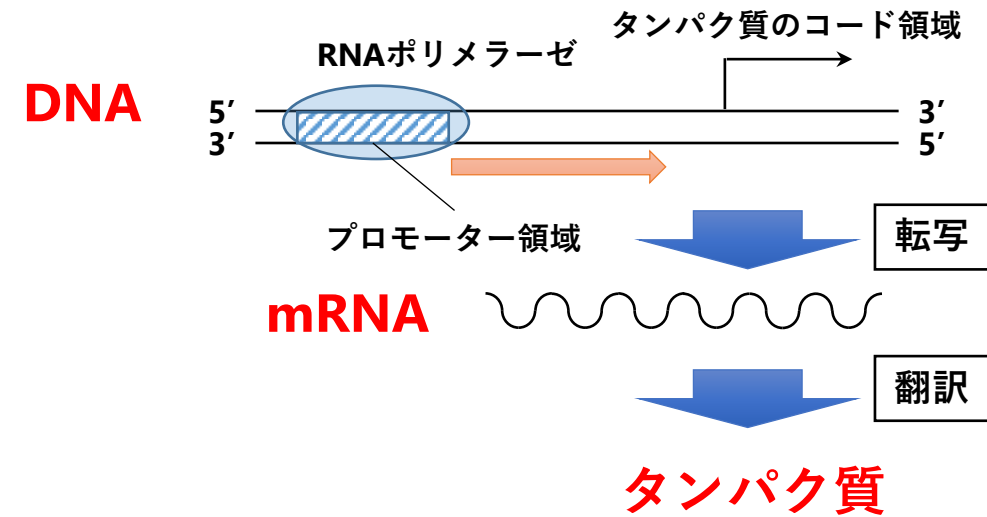




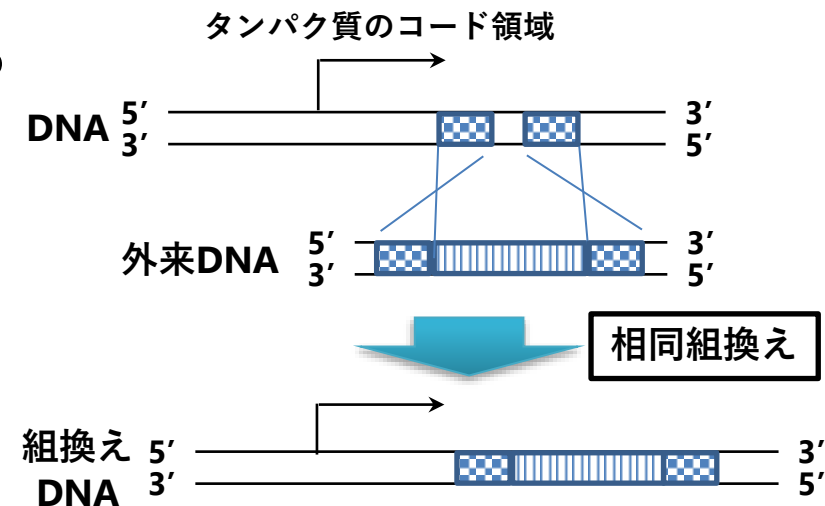
遺伝子工学による代謝改変アプローチ

- ① 目的物質の生合成強化
- ② 下流代謝経路の抑制
- ③ 競合する経路の抑制

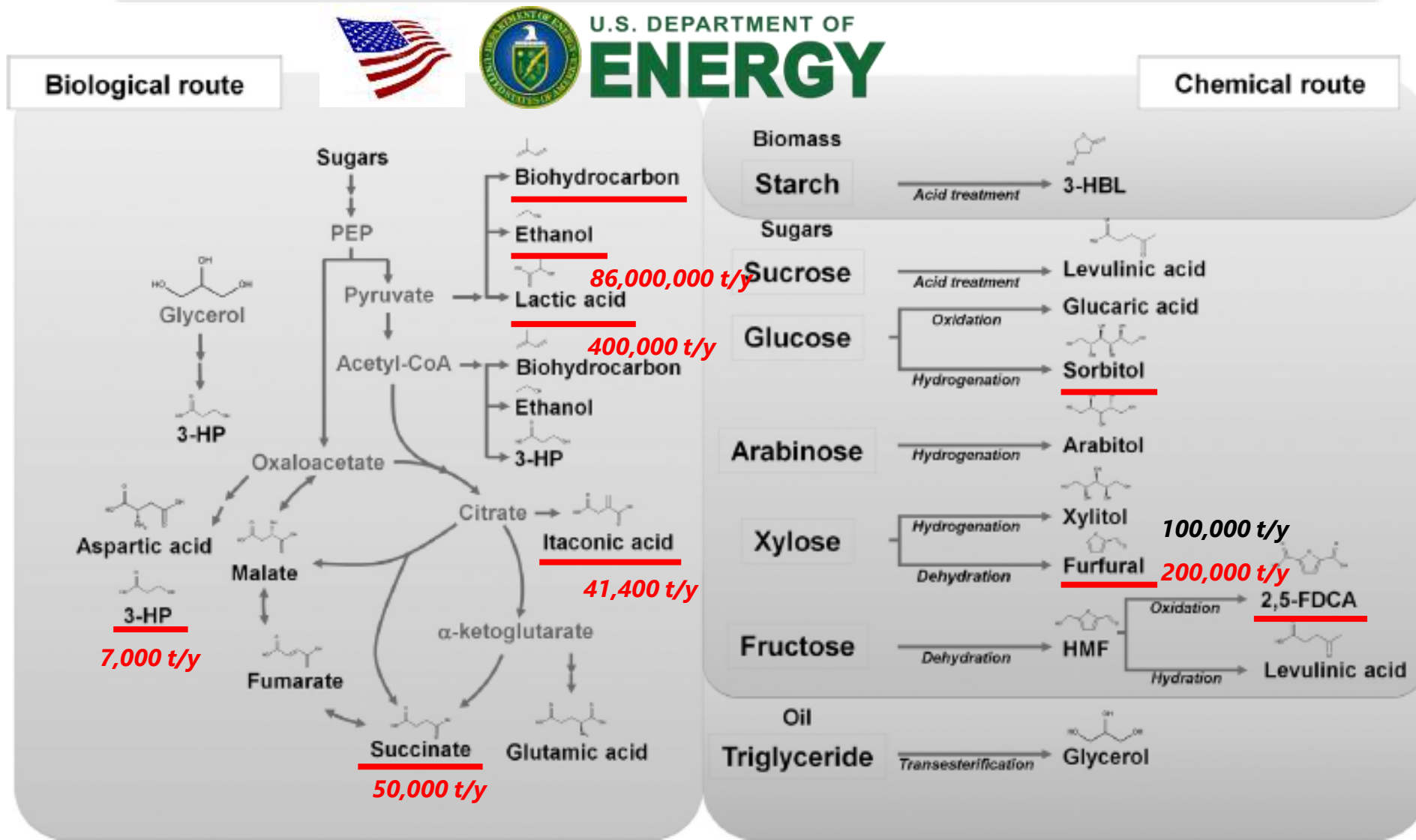
遺伝子の発現；DNAの転写，翻訳によるタンパク質合成



➤ 相同組換えによるDNAの挿入



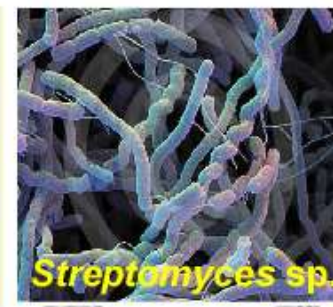
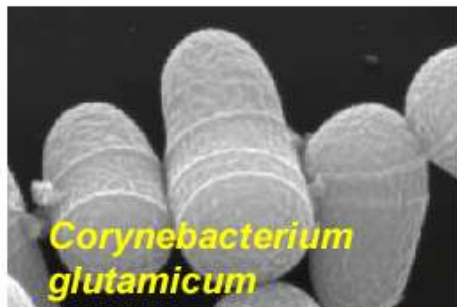
The 2010 DOE's top 10 chemicals from biomass



Choi et al., 2015. *Metab. Eng.* 28, 223-239

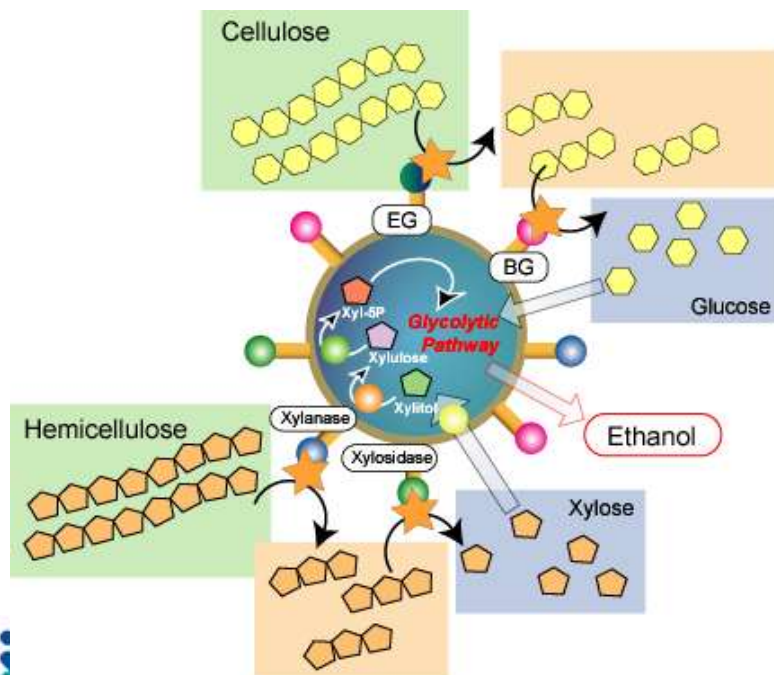
1,3-Propanediol (Dupont社), 1,4-Butanediol (Genomatica社), Farnesene (Amyris社) も商用化している

我々、神戸大学の取り組みを 紹介します

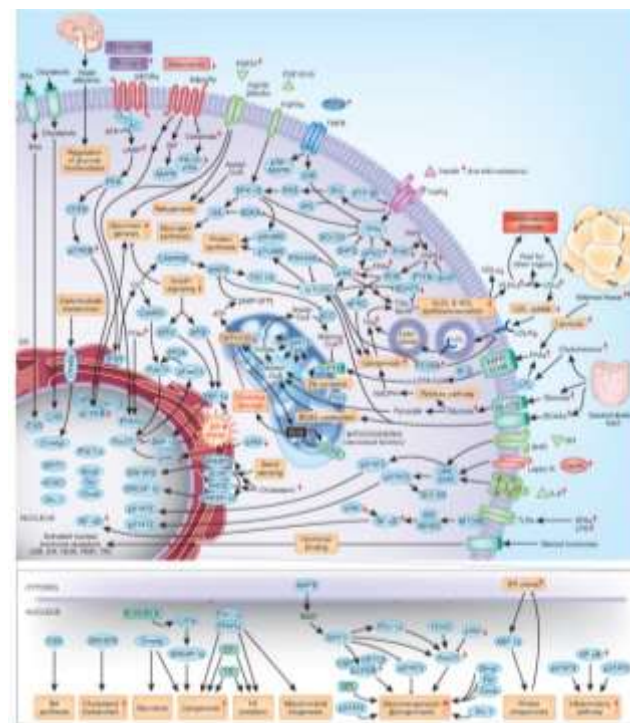


① バイオマス利用能

(セルロース系バイオマス等の安価原料)

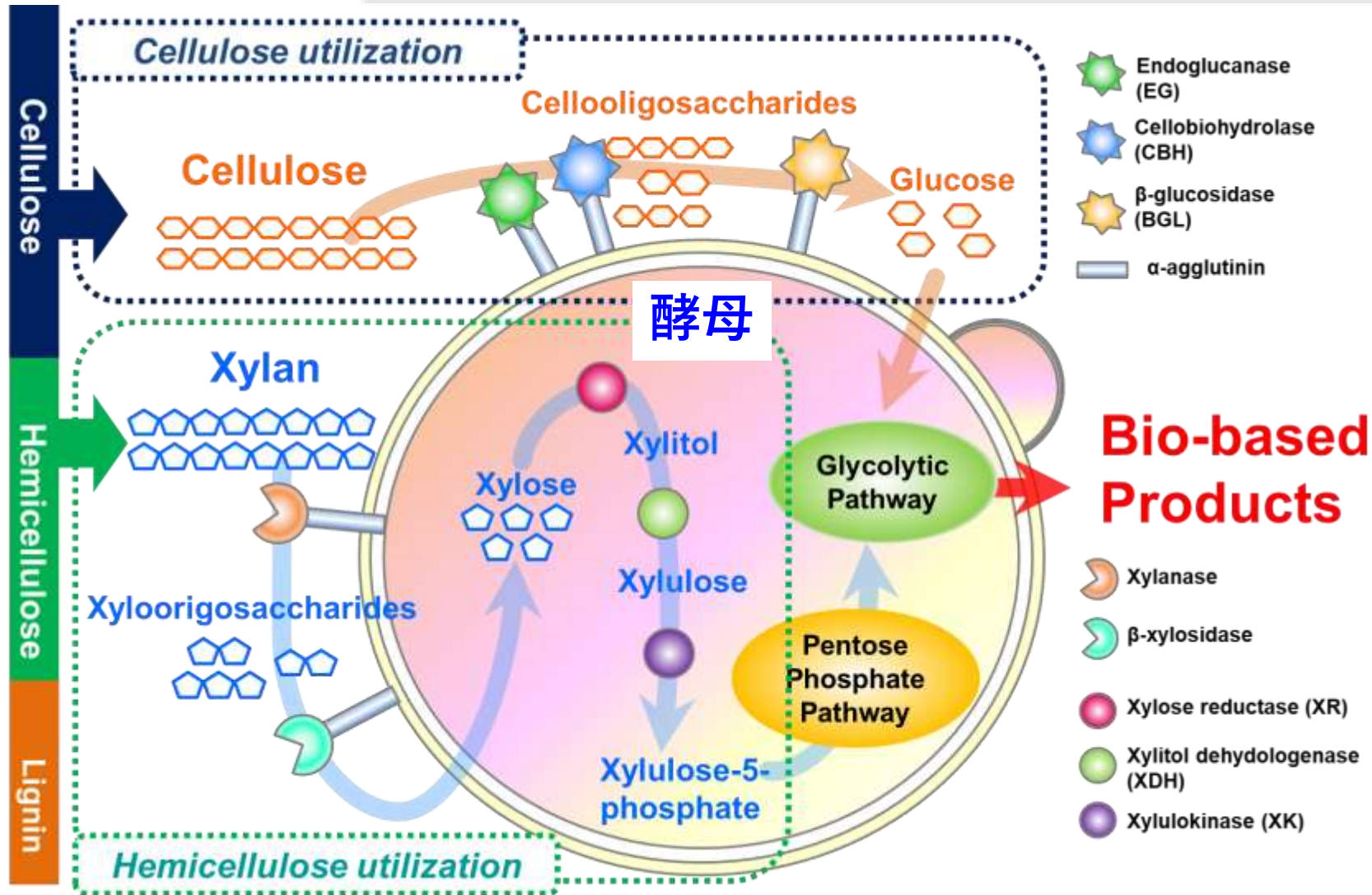


② 有用物質の高生産能



Circular Economy





Cellulose utilization

Yanase et al. 2010, *Biotechnol J*
 Saitoh et al. 2010, *Appl Microbiol Biotechnol*
 Yanase et al. 2010, *Appl Microbiol Biotechnol*
 Matano et al. 2012a, *Bioresour Technol*
 Matano et al. 2012b, *Bioresour Technol*
 Matano et al. 2012, *Appl Microbiol Biotechnol*
 Inokuma et al. 2015, *Biotechnol Biofuels*
 Liu et al. 2015, *Biotechnol Biofuels*
 Liu et al. 2016, *Sci Rep*
 Inokuma et al. 2016, *Biotechnol Bioeng*
 Takenaka et al. 2016, *Colloids Sur B Biointerfaces*
 Liu et al. 2017, *Biotechnol Bioeng*
 Bamba et al. 2018, *J Biosci Bioeng*
 Guirimand et al. 2019, *Biotechnol J*
 Inokuma et al. 2020, *Metab Eng*
 Inokuma et al. 2021, *Appl Microbiol Biotechnol*
 Inokuma et al. 2023, *Biotechnol Bioeng*
 Ismail et al. 2022, *Bioresour Technol*
 Chetty et al. 2023, *Appl Microbiol Biotechnol*

Hemicellulose utilization

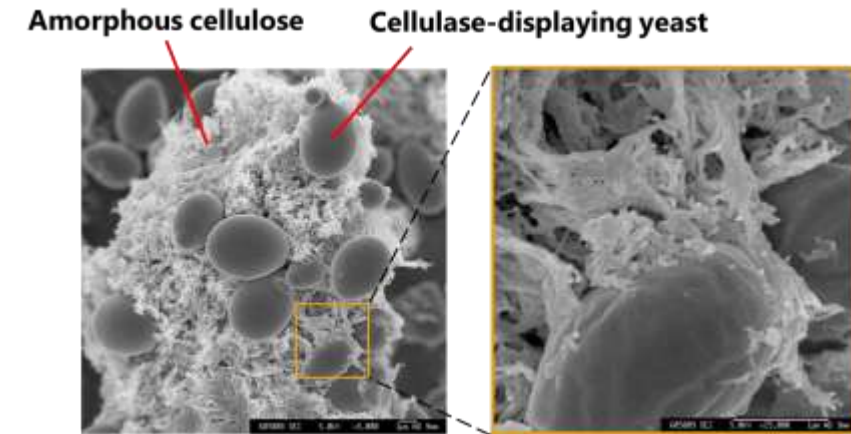
Sakamoto et al. 2012, *J Biotechnol*
 Hasunuma et al. 2014, *Microb Cell Fact*
 Guirimand et al. 2016, *Appl Microbiol Biotechnol*
 Guirimand et al. 2018, *Green Chem*
 Cunha et al. 2020, *Biotechnol Biofuels*

Starch utilization

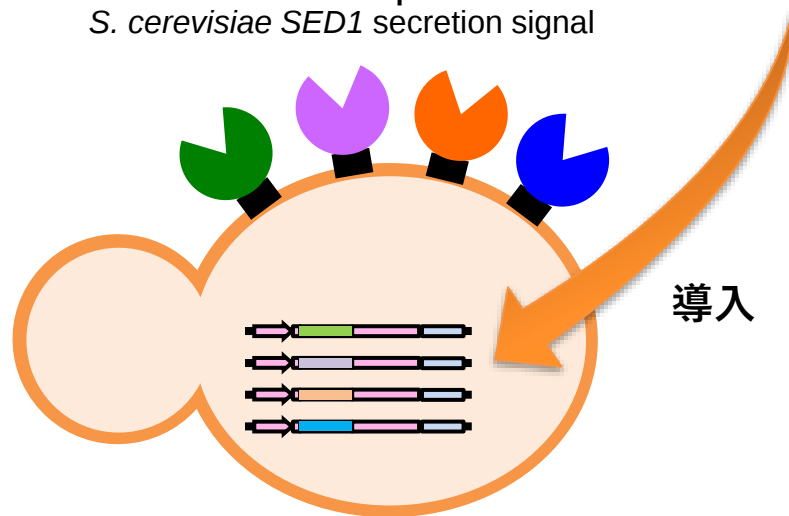
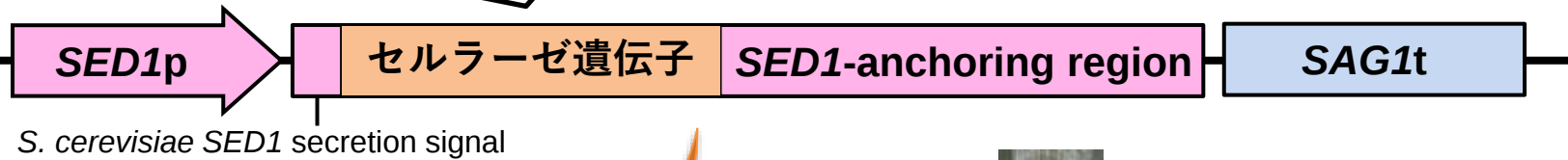
Aikawa et al. 2013, *Energy Environ Sci*
 Aikawa et al. 2014, *Biotechnol Biofuels*
 Inokuma et al. 2015, *Appl Microbiol Biotechnol*

酵素生産，糖化，発酵の一気通貫プロセスを実現

1. β -グルコシダーゼ (BGL) 遺伝子 from *Aspergillus aculeatus*
2. エンドグルカナーゼ (EG) 遺伝子 from *Trichoderma reesei*
3. セロビオヒドロラーゼ 1 (CBH1) 遺伝子 from *Talaromyces emersonii*
4. セロビオヒドロラーゼ 2 (CBH2) 遺伝子 from *Chrysosporium lucknowense*



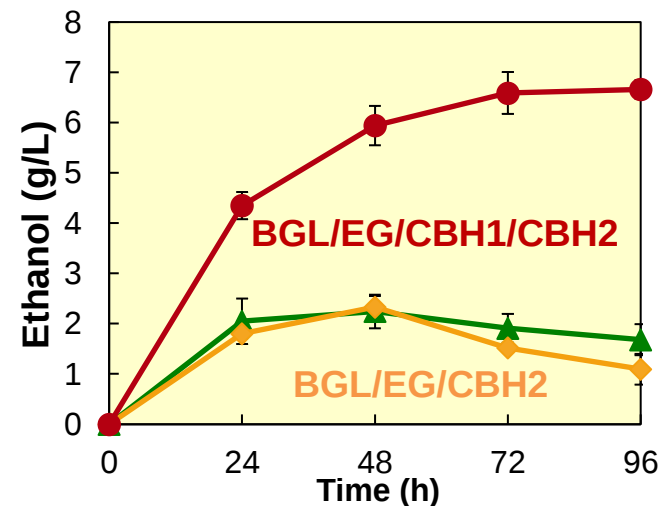
Liu et al., *Sci. Rep.* 2016, 6: 24550



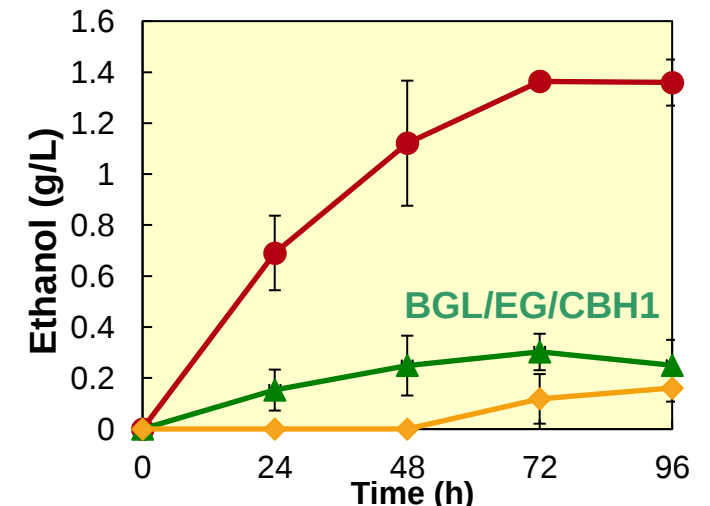
酵母 (*S. cerevisiae* BY4741株)



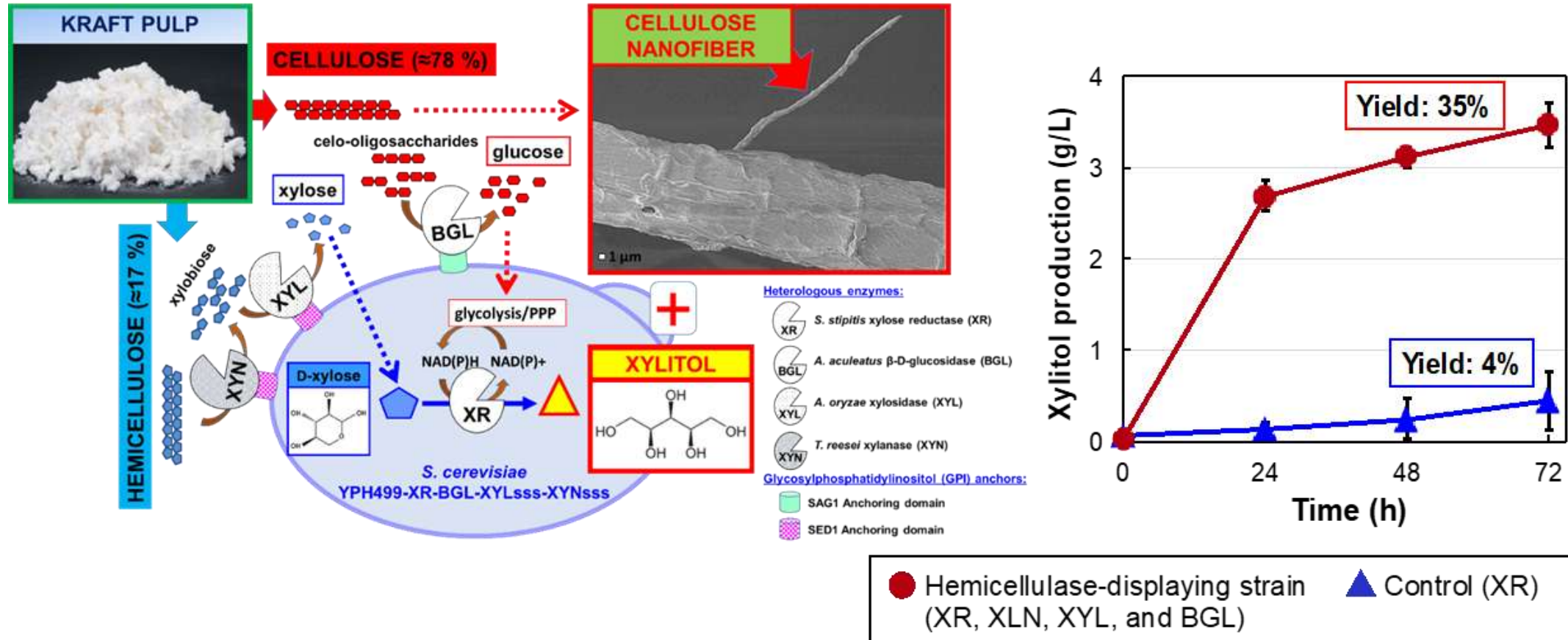
20 g/L PASC
(アモルファスセルロース)



10 g/L Avicell
(結晶性セルロース)



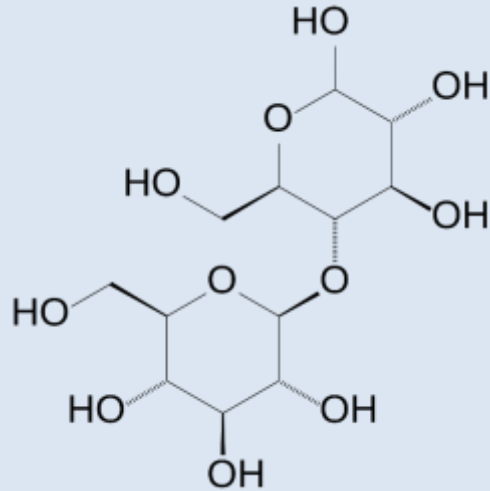
クラフトパルプからのキシリトールとセルロースナノファイバーの併産



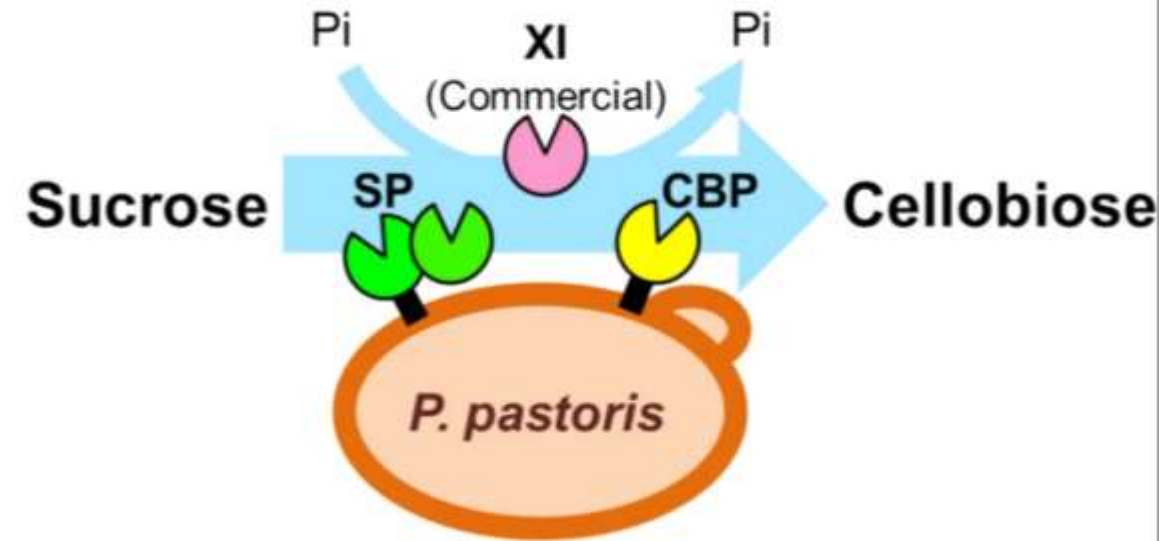
➤ プラスチック原料や機能性素材の生産も可能

Guirimand *et al.* **Trends Biotechnol.**, 2021; Yukawa *et al.* **Biotechnol. Bioeng.**, 2021; Bamba *et al.* **Metab. Eng.**, 2019; Inokuma *et al.*, **Biotechnol. Bioeng.** 2023, 120:1097

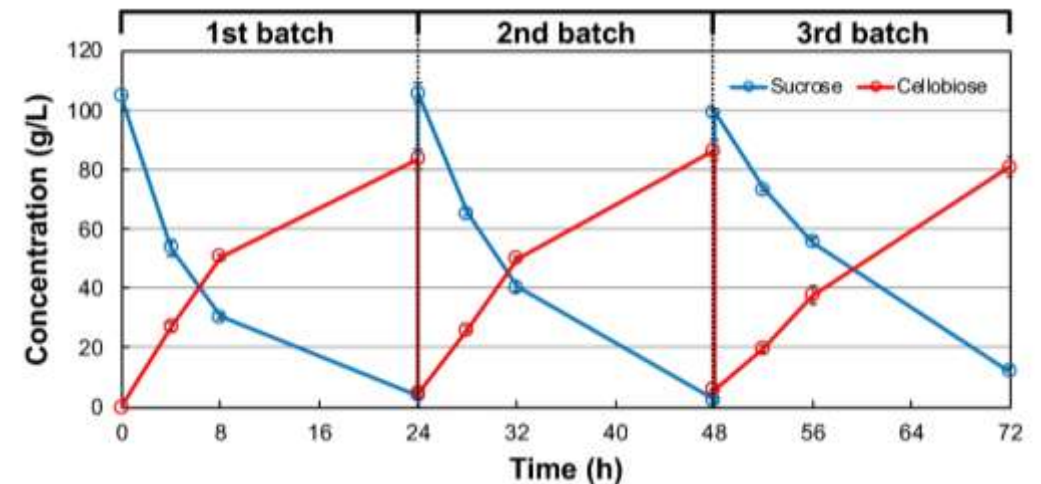
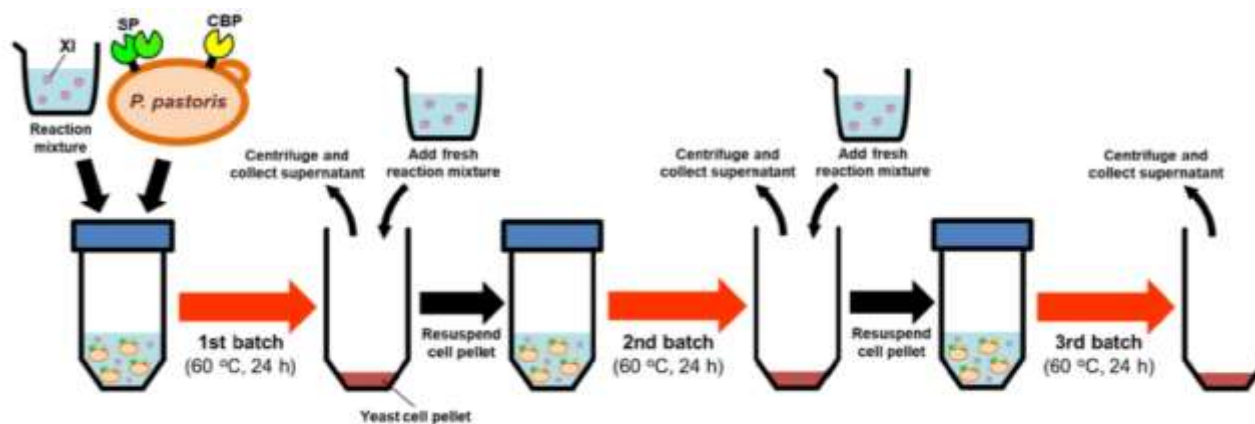
セロビオース

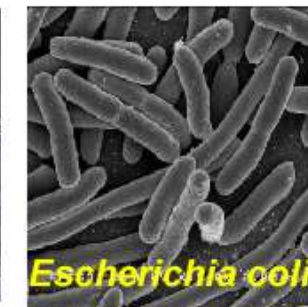
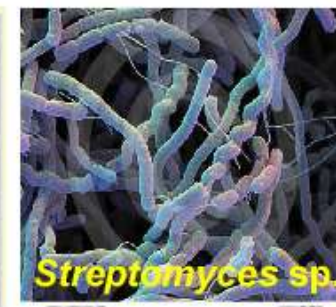
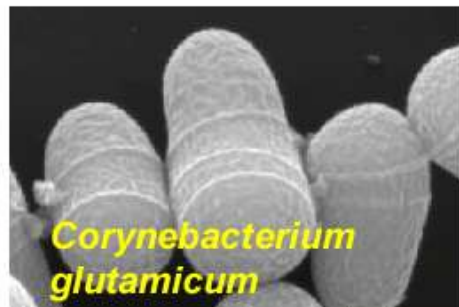


- ✓ 整腸作用
- ✓ コレステロールや中性脂肪の低減
- ✓ 糖代謝の改善

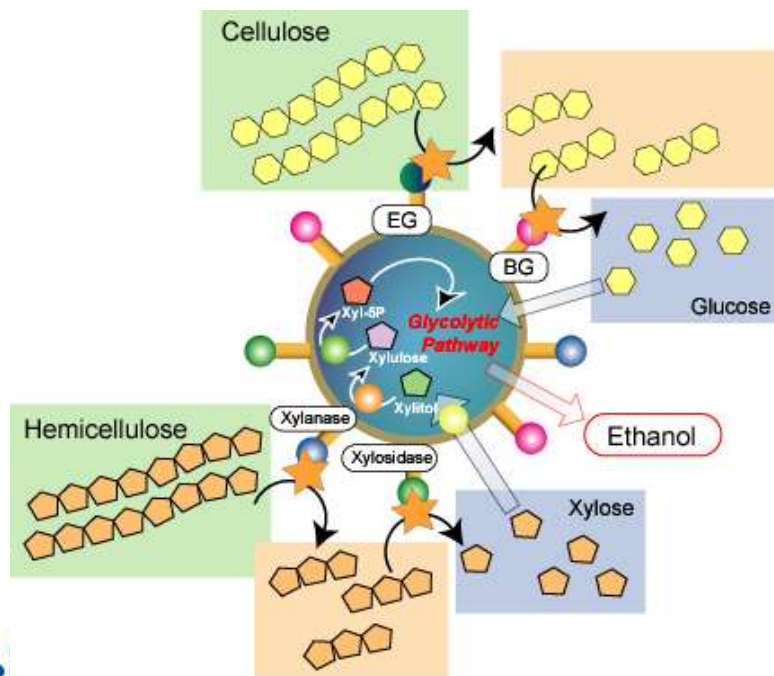


酵母 & 酵素のリサイクル

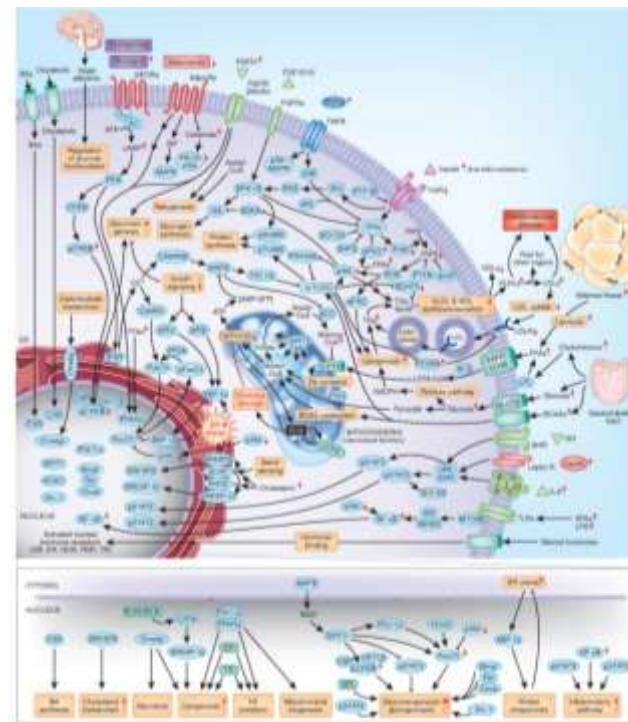




① バイオマス利用能

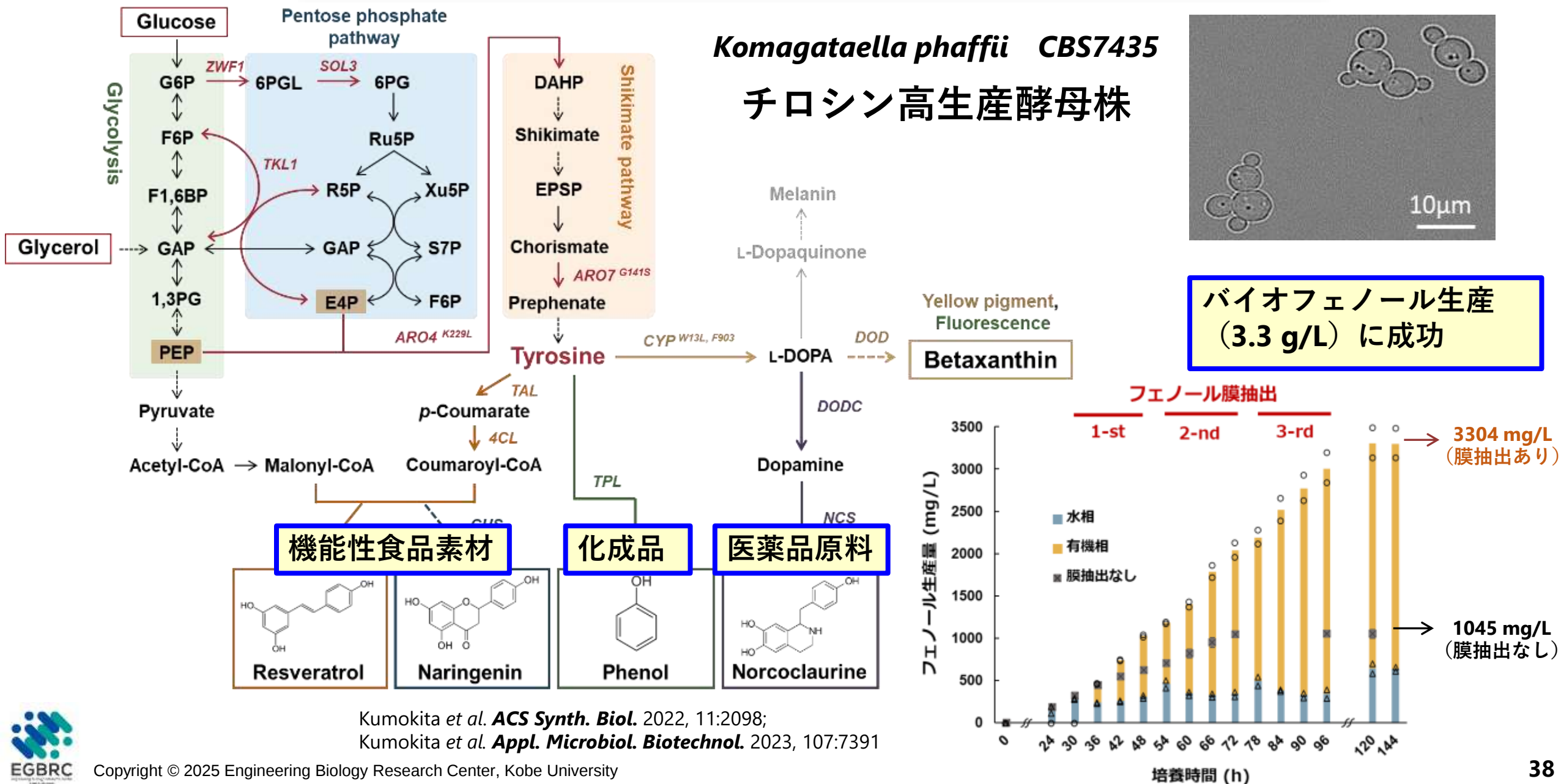


② 有用物質の高生産能



Circular Economy





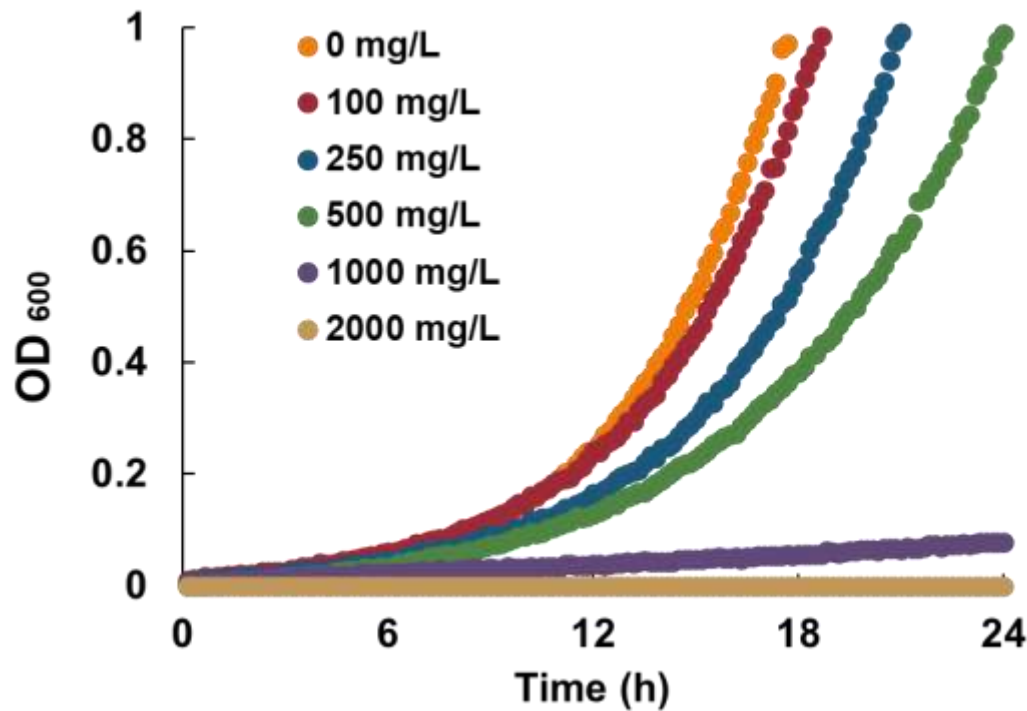


松山教授

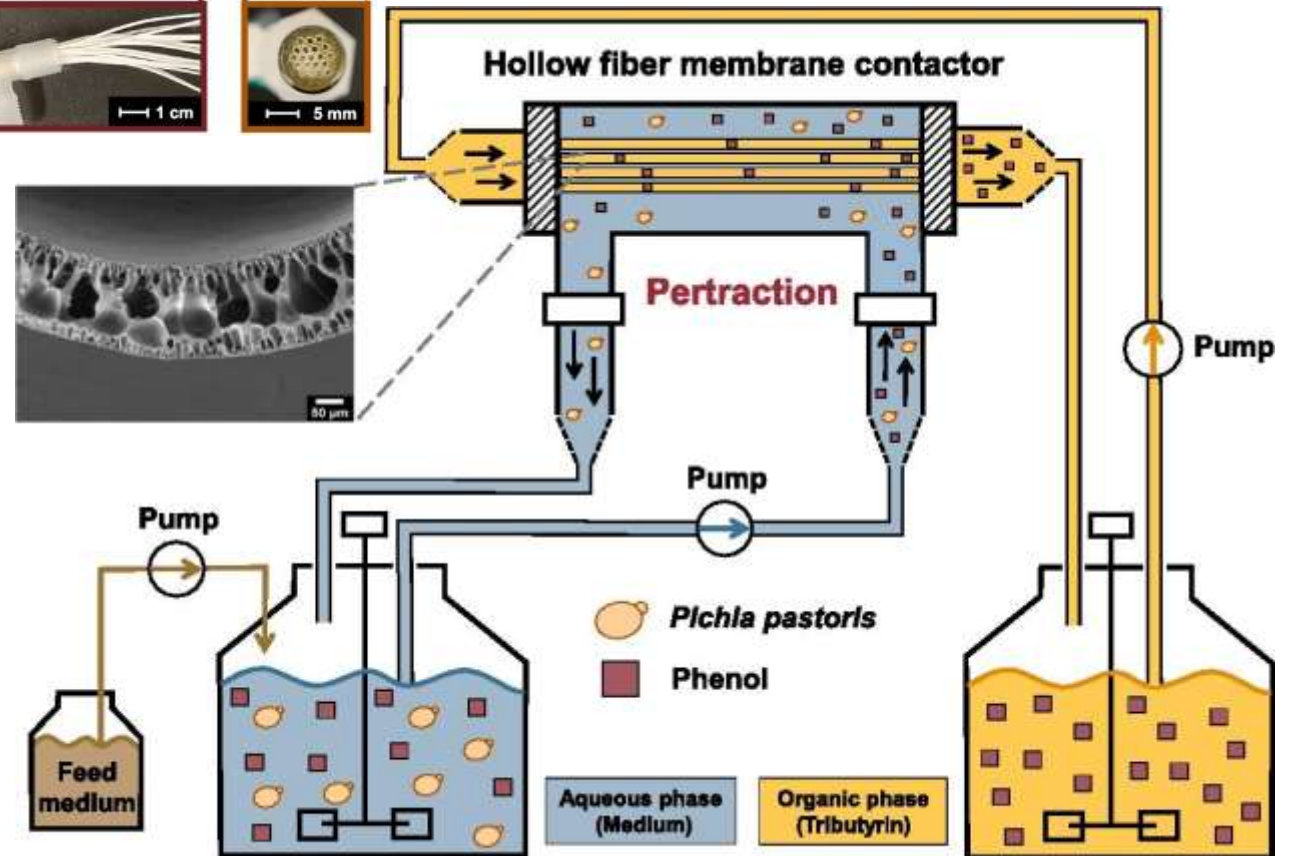
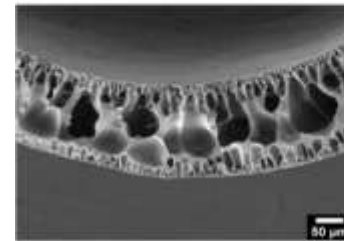


中川准教授

Phenol conc.

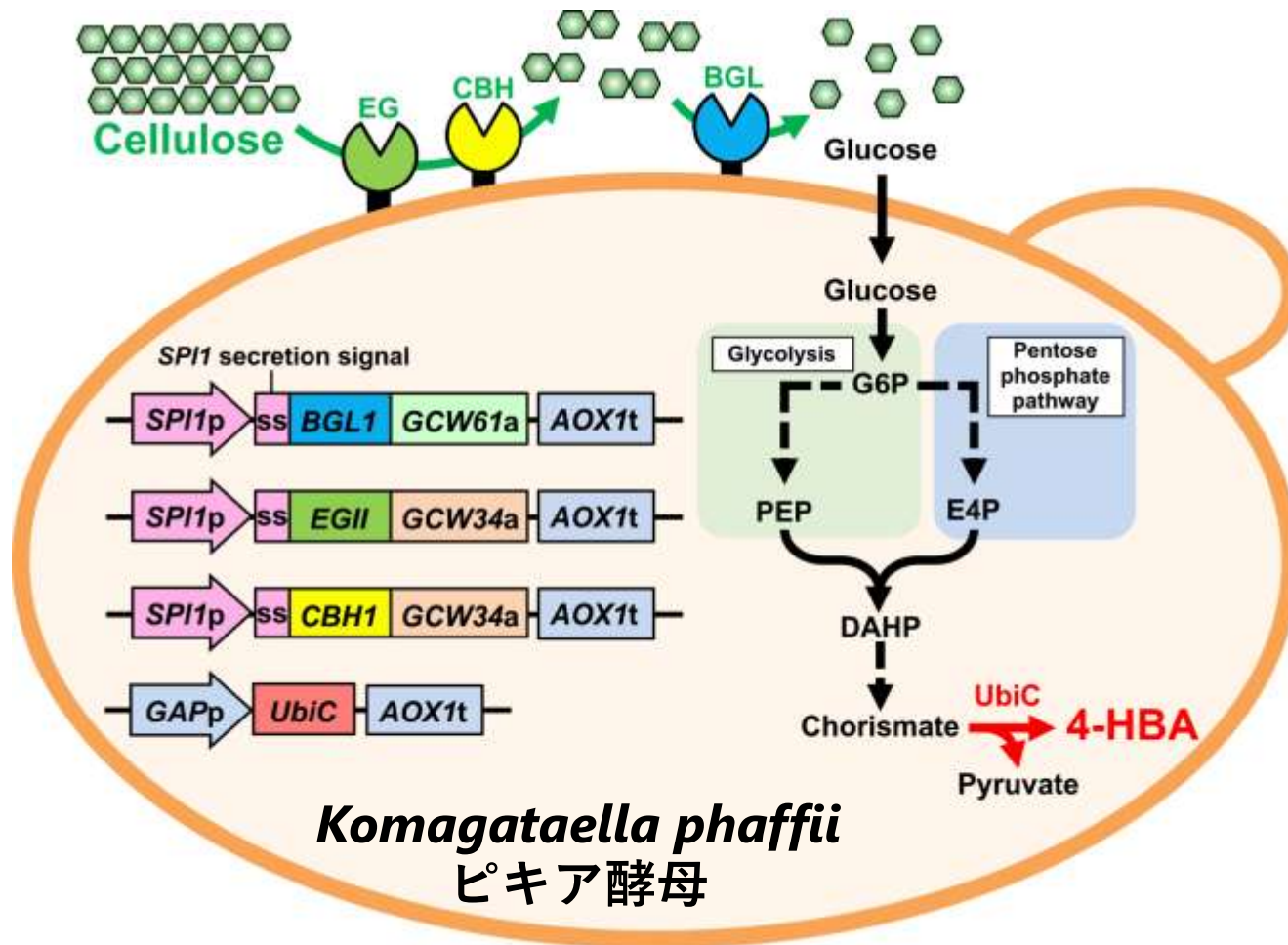


中空糸膜による
回収技術の開発

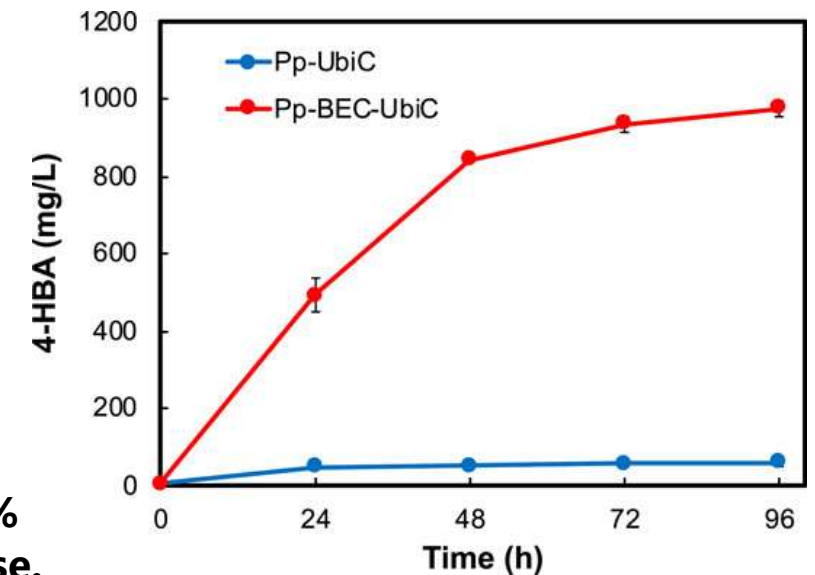
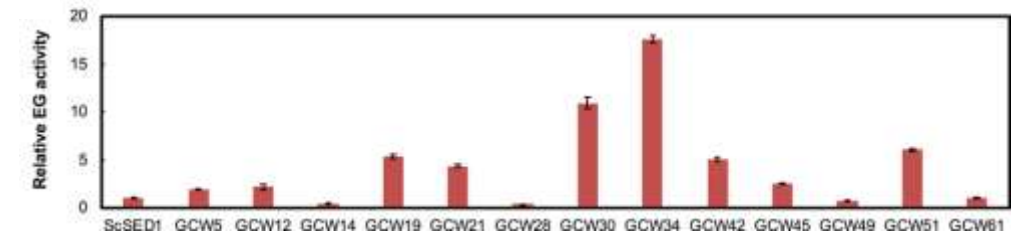
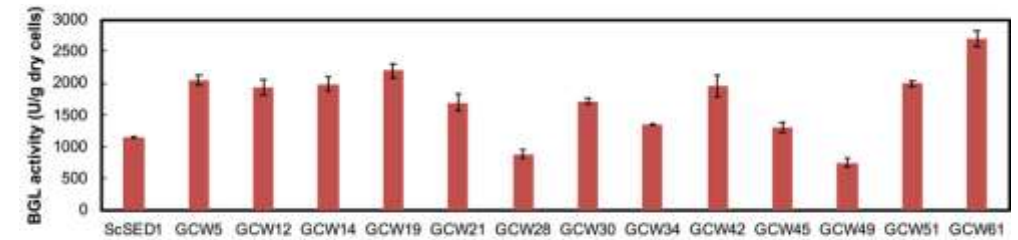


Glycerol fed-batch fermentation

4-ヒドロキシ安息香酸の生産（世界初）



Screening of GPI anchor regions



1.0 g/L of 4-HBA from PASC was produced, which corresponding to 36.8% of the theoretical maximum yield without addition of commercial cellulase.

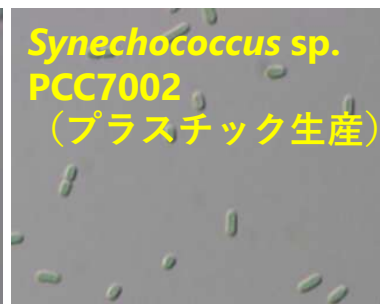
藻類は理想的なバイオマス



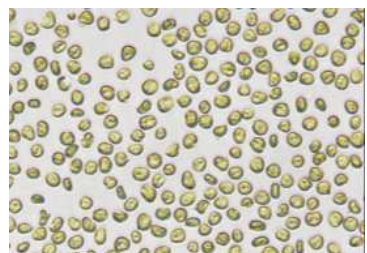
Arthrospira platensis
(タンパク質生産)



Synechocystis sp.
PCC6803
(コハク酸生産、
D-乳酸生産)



Synechococcus sp.
PCC7002
(プラスチック生産)

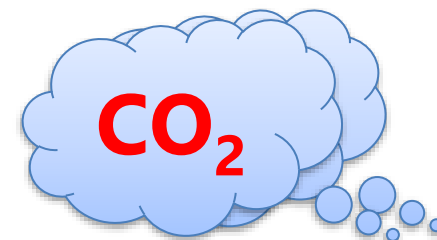


Pavlova sp.
(フコキサンチン生産)



Chlamydomonas sp.
(オイル、デンプン生産)

太陽光エネルギー



生物学的炭酸固定



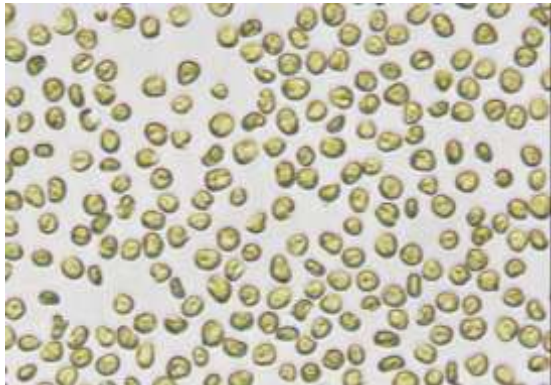
- ✓ 機能性素材（色素など）
- ✓ 化学品
- ✓ バイオ燃料

藻類スマートセル

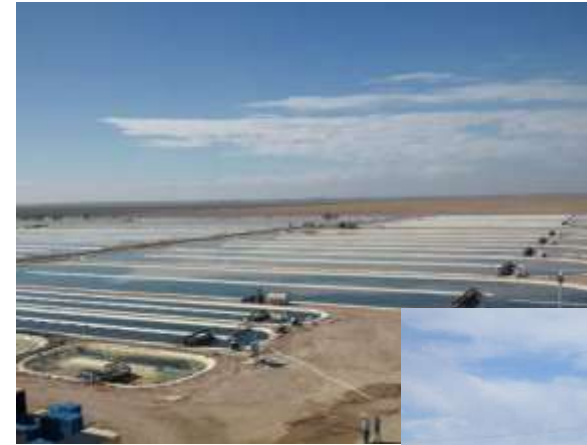
利点 1. CO₂から直接モノづくりができる

- 陸生バイオマスを原料とする問題（発酵前処理の必要性、収穫時期の制約、耕作地との競合）を回避できる

利点 2. 淡水資源が不要



Fucoxanthin



Calipatria, California, USA



Pavlova sp. OPMS30543

Kanamoto *et al.* (2021) *Marine Biotechnol.* 23, 331

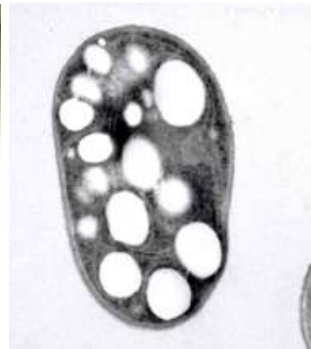
Yoshida *et al.* (2023) *Algal Res.* 72, 103144



Astaxanthin



Biodegradable plastic



Synechococcus sp. PCC7002

Hasunuma *et al.* (2019) *ACS Synth. Biol.* 8, 2701-2709

Oil (TAG)



Chlamydomonas sp. JSC4

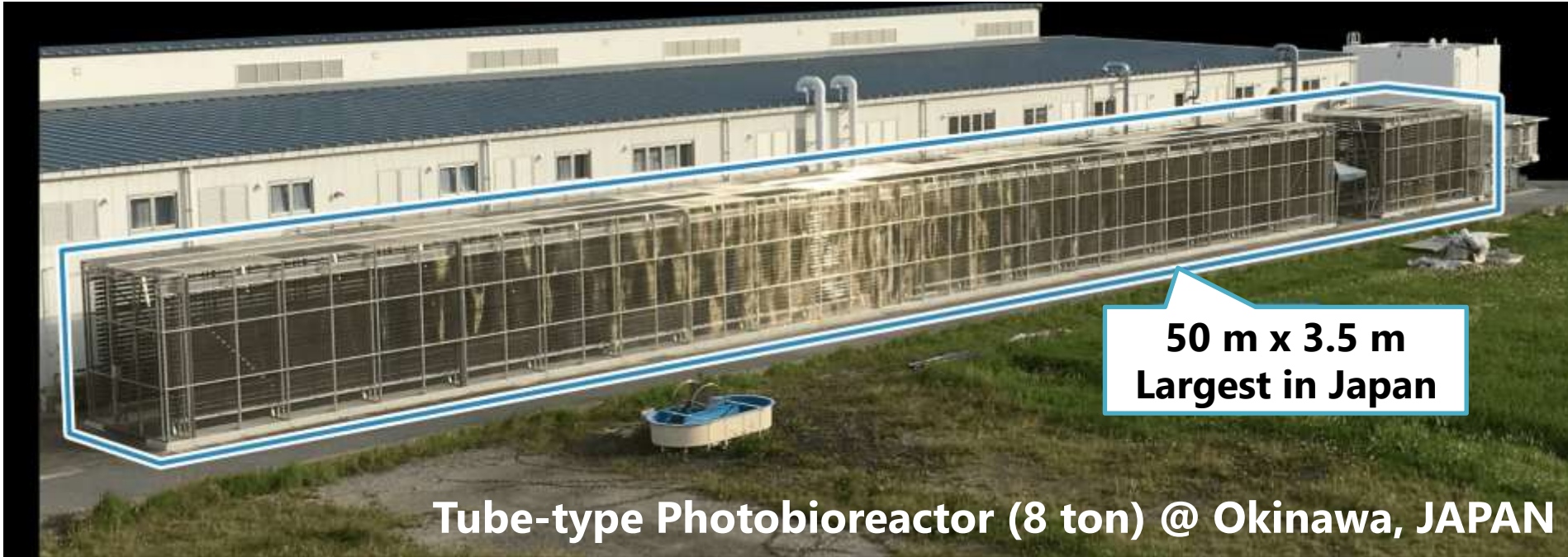


Outdoor cultivation (50 m²)

バイオマスエネルギー技術研究開発／
戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発
事業／海洋性緑藻の**油脂生産技術**の研究開発
受託期間；H24-27
研究代表者；蓮沼誠久（神戸大学）

Kato *et al.* (2021) *Commun. Biol.* 4, 450

パブロバの商用大規模生産設備



藻類を利用してできるもの

藻株育種

大量培養

細胞回収

抽出

TAG

バイオ燃料

カロテノイド

機能性食品

PUFA

食品

有機酸

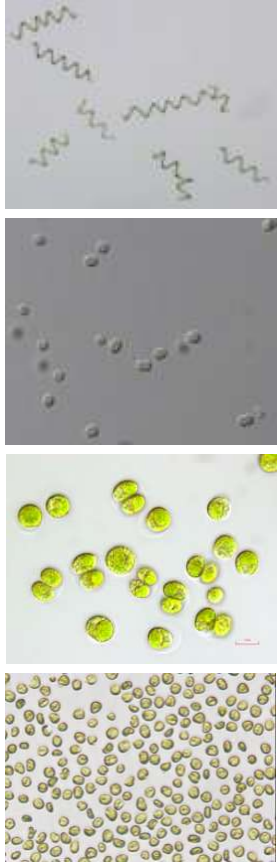
バイオプラ

芳香族

機能性素材

炭化水素

ジェット燃料



機能性食品

機能性素材,
ファインケミカルズ

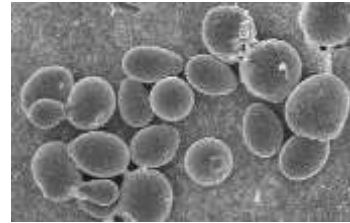
ジェット燃料,
コモディティケミカルズ

付加価値

市場規模

文部科学省先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム（2008～2018年度）

Innovative Bio-production in Kobe (iBioK)



農工 ③ 細胞工場

ターゲット化合物を高効率発酵生産できる
スーパー微生物の開発



バイオ製品群

- ・次世代バイオ燃料
- ・バイオコモディティ
- ・バイオファインケミカル

農 ① バイオマス
リソース

高い糖収率を実現する
バイオマスの開発

農工 ② 前処理
プロセス

環境適合型の
分解プロセスの開発

農工 ④ バイオ
プロセス

高効率な
発酵システムの開発

工 ⑤ 分離化学
プロセス

環境適合型の
化学プロセスの開発

農工 ⑥ 機能性・
安全性評価

機能性・安全性評価法の
開発と新規機能の開拓

14社との協働事業

旭化成ケミカルズ(株)

江崎グリコ(株)

(株)カネカ

月桂冠(株)

コスモ石油(株)

(株)ダイセル

帝人(株)

長瀬産業(株)

日東電工(株)

(株)日本紙パルプ研究所

(株)日本触媒

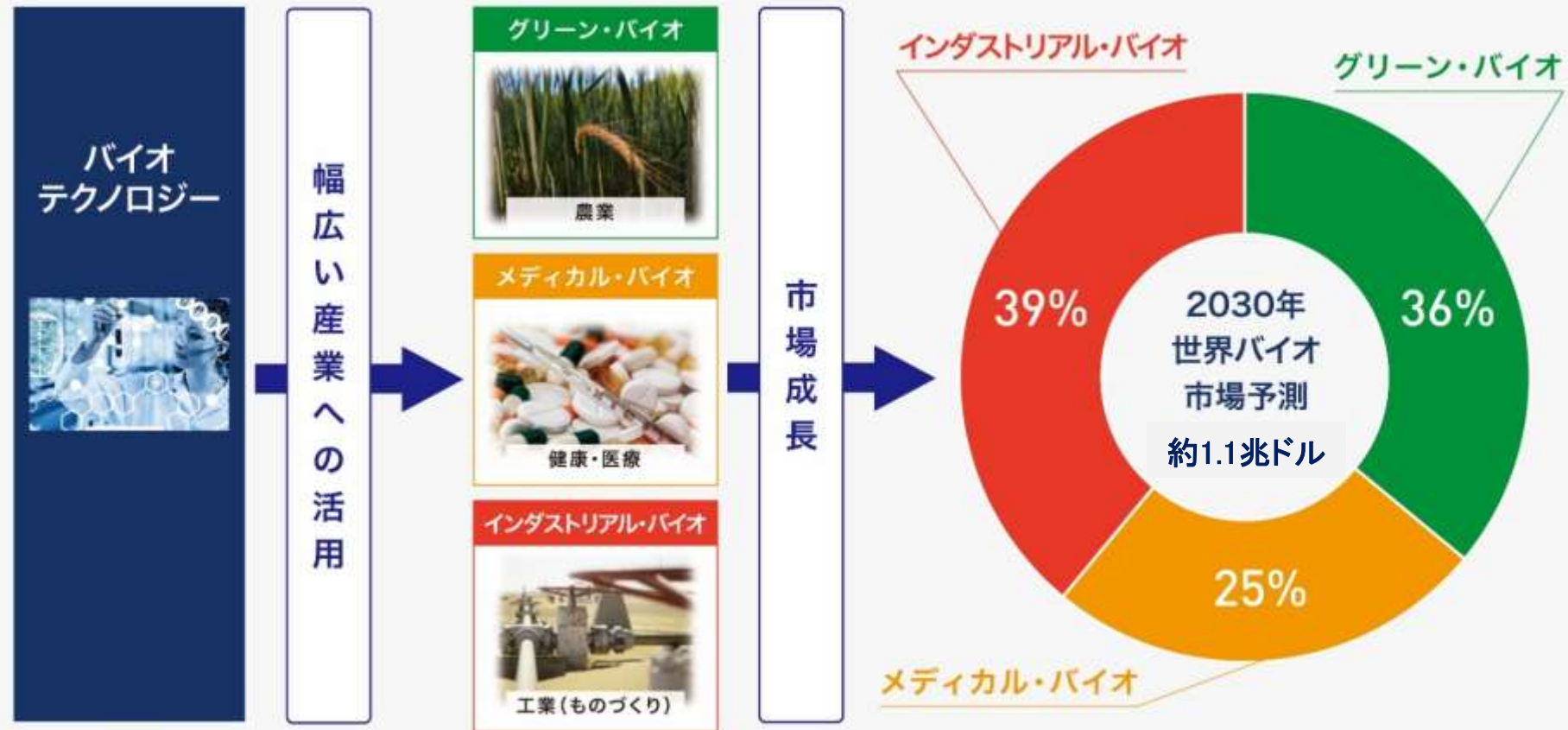
Bio-energy(株)

フジッコ(株)

三井化学(株)

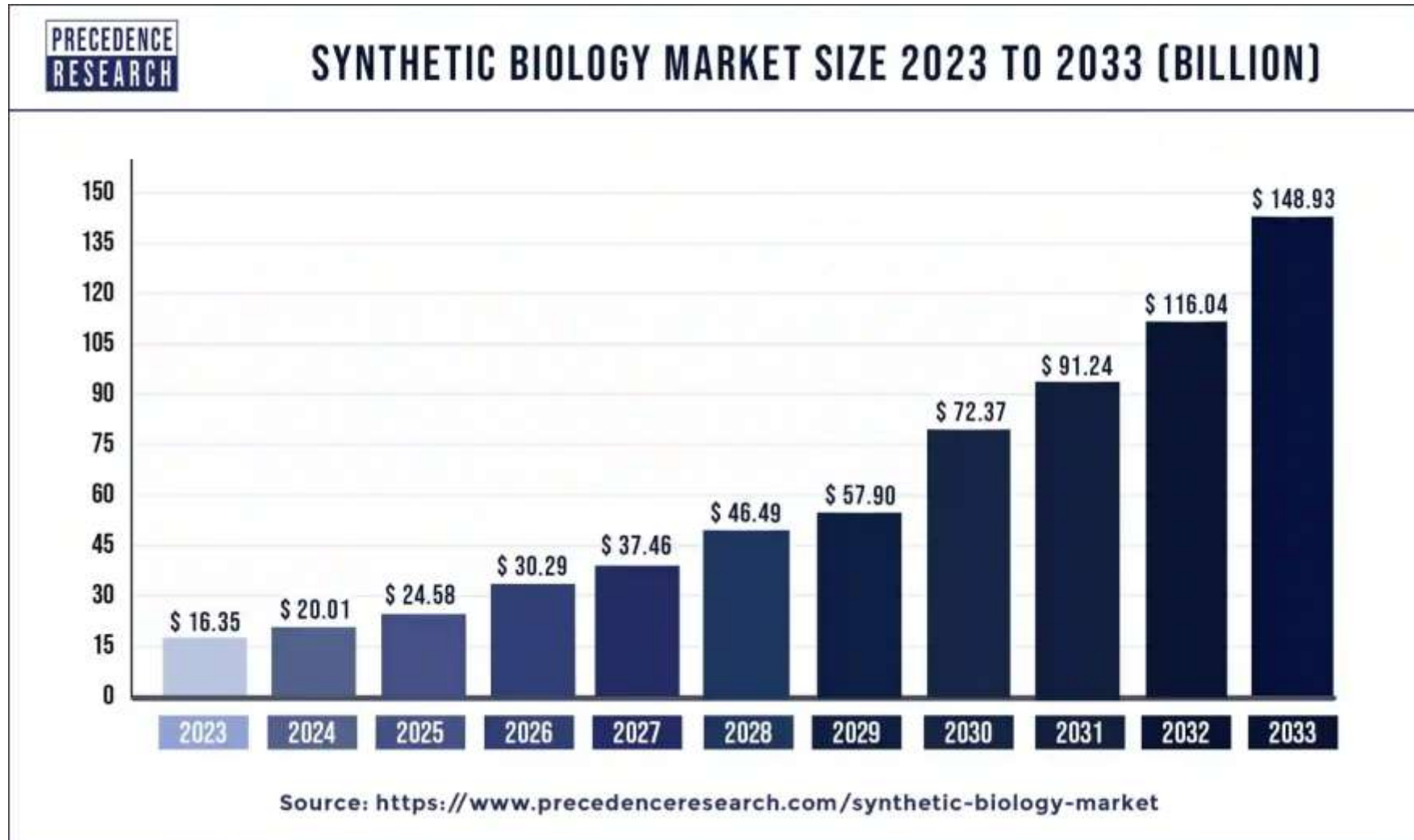
⇒ 革新的な 6つのコア技術を揃え、世界をリードしている

世界のバイオ市場は、健康・医療、工業、農業等、幅広い分野において
約160兆円の規模に成長すると予測されている。



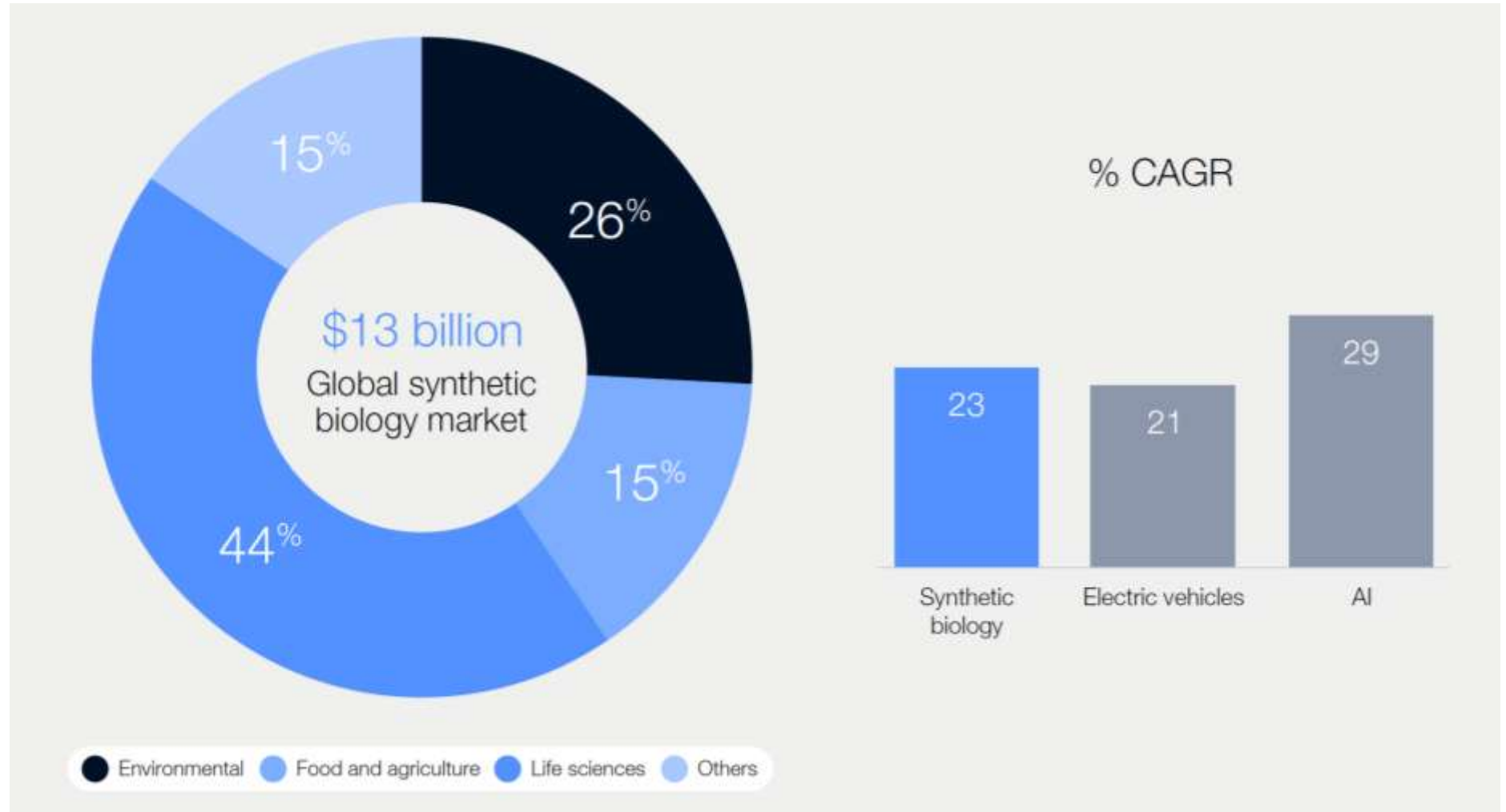
(出所)OECD (2009) The bioeconomy to 2030.

Synthetic biology growth (projection for 2023-2033)



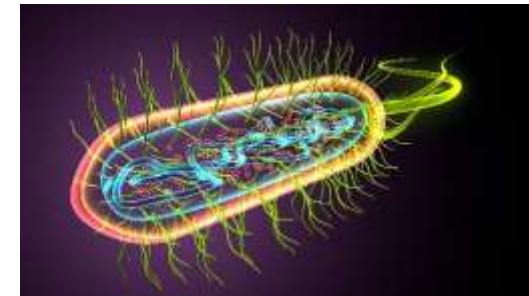
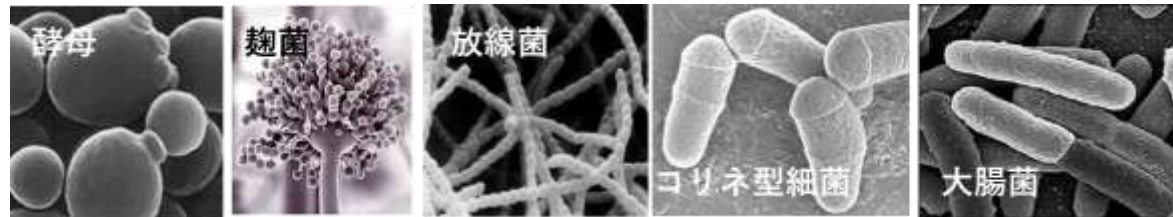
The global synthetic biology market size was estimated at **USD 16.35 billion in 2023** and is expected to hit around **USD 148.93 billion by 2033**, poised to grow at a CAGR of 25% between 2024 and 2033.

Synthetic biology growth (projection for 2023-2030)



Source: Accelerating the tech-driven bioeconomy, Insight report June 2024

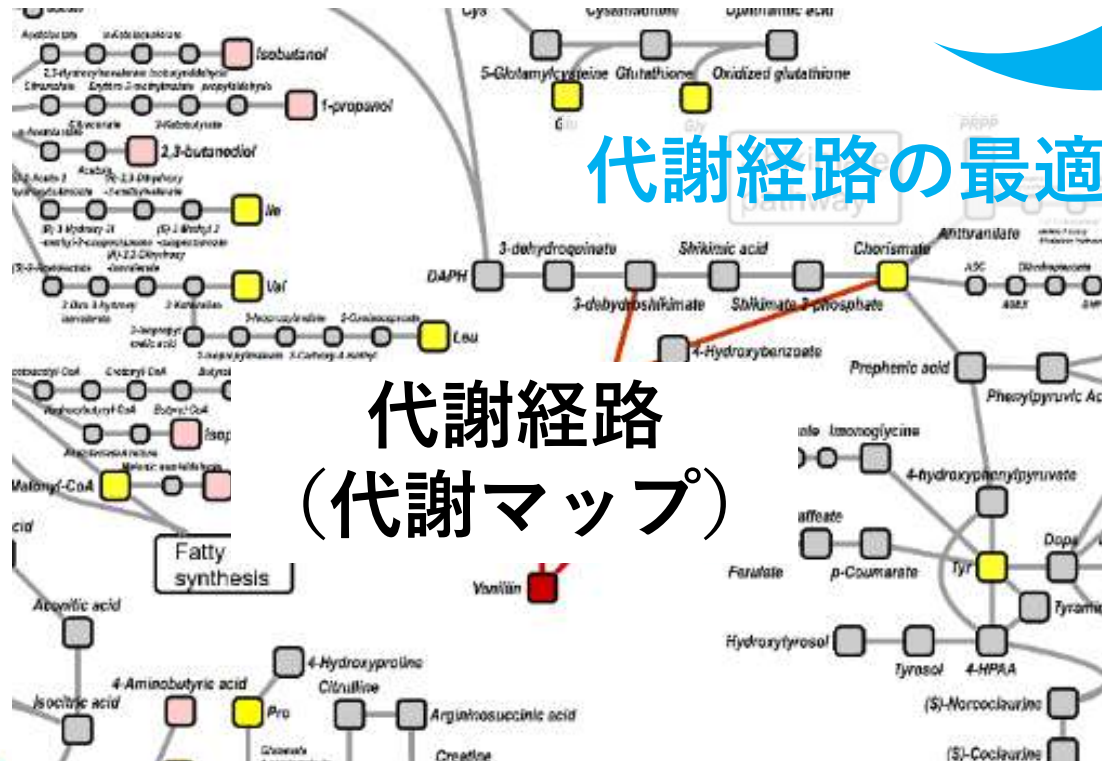
様々な生産菌の開発に取り組んできた



スマートセル (物質生産細胞)

- ✓ バイオ燃料
- ✓ バイオプラ
- ✓ バイオモノマー
- ✓ プラ原料
- ✓ エンプラ原料
- ✓ ゴム原料
- ✓ 繊維原料
- ✓ 香料
- ✓ 染料
- ✓ 機能性素材
- ✓ 医薬品原料
- ✓ 生薬成分
- ✓ ファインケミカル
- ✓ 食品素材
- ✓ サプリメント
- ✓ 農薬
- ✓ スティミュラント

代謝経路の最適化



代謝経路 (代謝マップ)

- アルコール
- 脂肪酸
- カルボン酸
- アミノ酸
- 芳香族類
- ジアミン
- イソプレノイド
- アルカロイド
- フラボノイド
- ポリケタイド
- ペプチド
- タンパク質
- 酵素
- ワクチン

先端バイオ技術



AI

代謝経路の設計



バイオ情報



ロボット

微生物の構築と評価



NEDOスマートセルPJ（2016～2021）

「高生産性微生物創製に資する情報解析システムの開発」



委託先； **神戸大学**、産業技術総合研究所、旭化成ファーマ(株)、味の素(株)、江崎グリコ(株)、神戸天然物化学(株)、JSR(株)、(株)島津製作所、長瀬産業(株)、日本テクノサービス(株)、不二製油(株)、プレシジョン・システム・サイエンス(株)、三菱ケミカル(株)、地球環境産業技術研究機構（RITE）、理化学研究所、石川県立大学、東北大学、長岡技術科学大学、新潟薬科大学、京都大学、九州大学、(株)日立製作所、東京大学、Spiber(株)、筑波大学、(株)ニコンインステック

再委託先； 大阪大学、岡山大学、鹿児島大学、九州大学、慶應義塾大学、信州大学、千葉大学、東京大学、バイオインダストリー協会、花王(株)、バイオジェット(株)、製品評価技術基盤機構（NITE）

16社、4研究機関、16大学

研究開発責任者 神戸大学 先端バイオ工学研究センター長 蓮沼誠久

Design

- 未知の人工代謝経路の設計
- 仮説生成可能な計算機による代謝モデルの設計
- 選定された酵素の設計
- 発現量を最適化する遺伝子の設計

Build

- 正確な超長鎖 DNA ライブラリの合成
- 半自動的な組換え微生物株ライブラリの構築

Test

- 超高速分析
- 高精度解析のためのロボティックメタボロミクス
- 超臨界流体を用いた超高速スクリーニング

デザインアルゴリズムの
アップデート

Learn

- 設計と実験結果の差分解析
- バイオ生産に於ける生産性向上因子(候補)の抽出
- 代謝モデルをアップデートするための制約条件の数式化

ビッグデータの
統合解析

Experiment
Database

バイオプロセス
開発



バイオフィューンダリー実験室
@神戸ポートアイランド
2020年12月15日完成

総合受託型ベンチャーへも展開

Visit by government officials

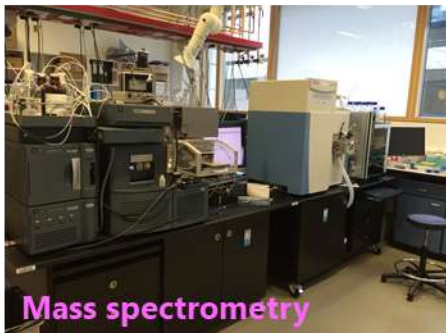
2022.4.9

2022.4.7



合成生物学×バイオフィアウンドリ

- 最先端の自動化技術、計測技術、情報処理技術が集積された「微生物株開発工場」の整備が進んでいる
- 微生物株（生産株）の開発が高速化している



例) バイオ生産に必要な遺伝子が機械学習により設計され、多様な微生物株がロボットにより短時間で構築されている



GBAの第1回公式会議が神戸大学先端バイオ工学研究センターで開催（2019.5）



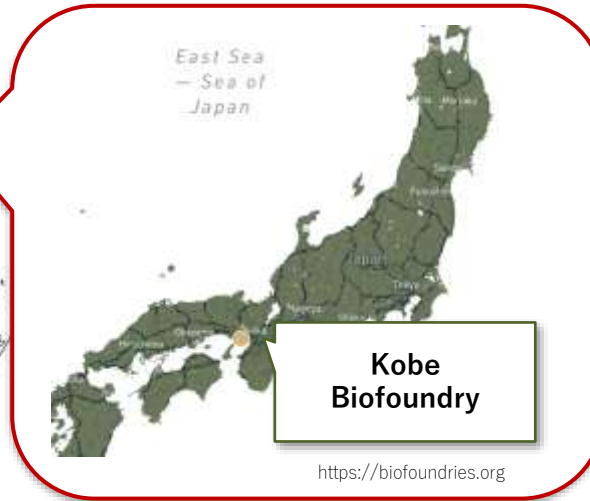
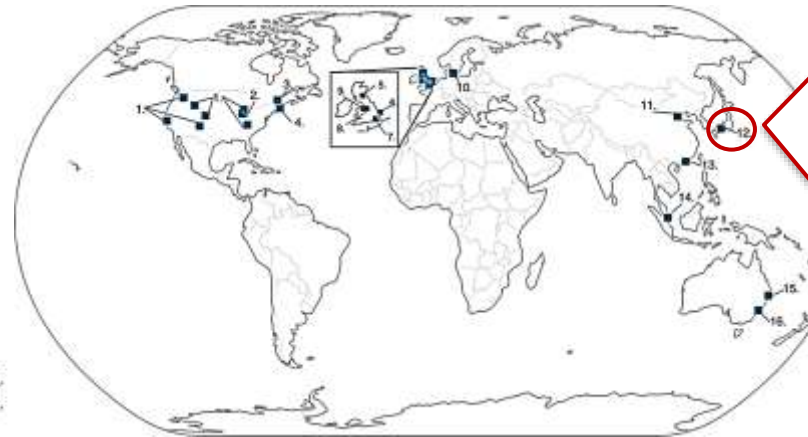
バイオとデジタルの技術融合による微生物育種プラットフォームの開発が世界的な競争となっている

Nat Commun. 2019; 10: 2040.



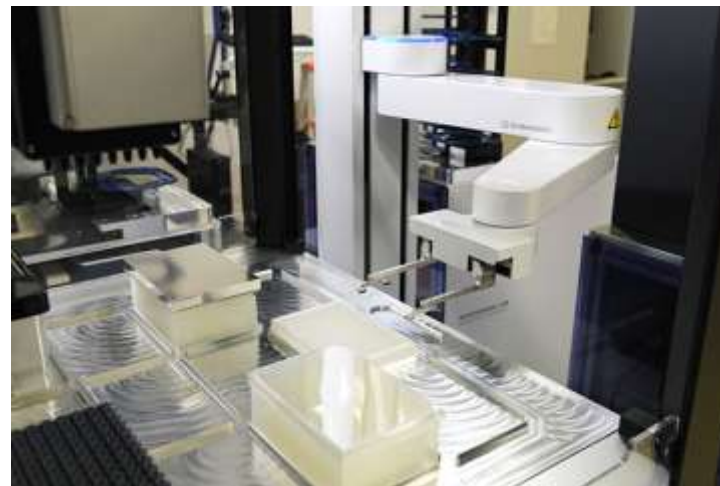
OPEN

Nathan Hillson¹, Mark Caddick², Yizhi Cai³, Jose A. Carrasco⁴,
Matthew Wook Chang⁵, Natalie C. Curach⁶, David J. Bell⁷,
Rosalind Le Feuvre³, Douglas C. Friedman⁸, Xiongfei Fu⁹,
Nicholas D. Gold¹⁰, Markus J. Henggardt¹¹, Maciej B. Holowko^{12,13,14},
James R. Johnson¹⁵, Richard A. Johnson¹⁵, Jay D. Keasling¹,
Richard I. Kitney⁷, Akihiko Kondo¹⁶, Chenli Liu⁹, Vincent J.J. Martin¹⁰,
Filippo Menolascina¹⁷, Chiaki Ogino¹⁶, Nicola J. Patron¹⁴, Marilene Pavan¹⁸,
Chueh Loo Poh³, Isak S. Pretorius¹⁹, Susan J. Rosser¹⁷, Nigel S. Scrutton³,
Markus Storch⁷, Hille Tekotte¹⁷, Evelyn Travník¹¹, Claudia E. Vickers^{12,13},
Wen Shan Yew⁵, Yingjin Yuan²⁰, Huimin Zhao²¹ & Paul S. Freemont⁷



バイオとデジタルを融合する方法論

ラボオートメーション



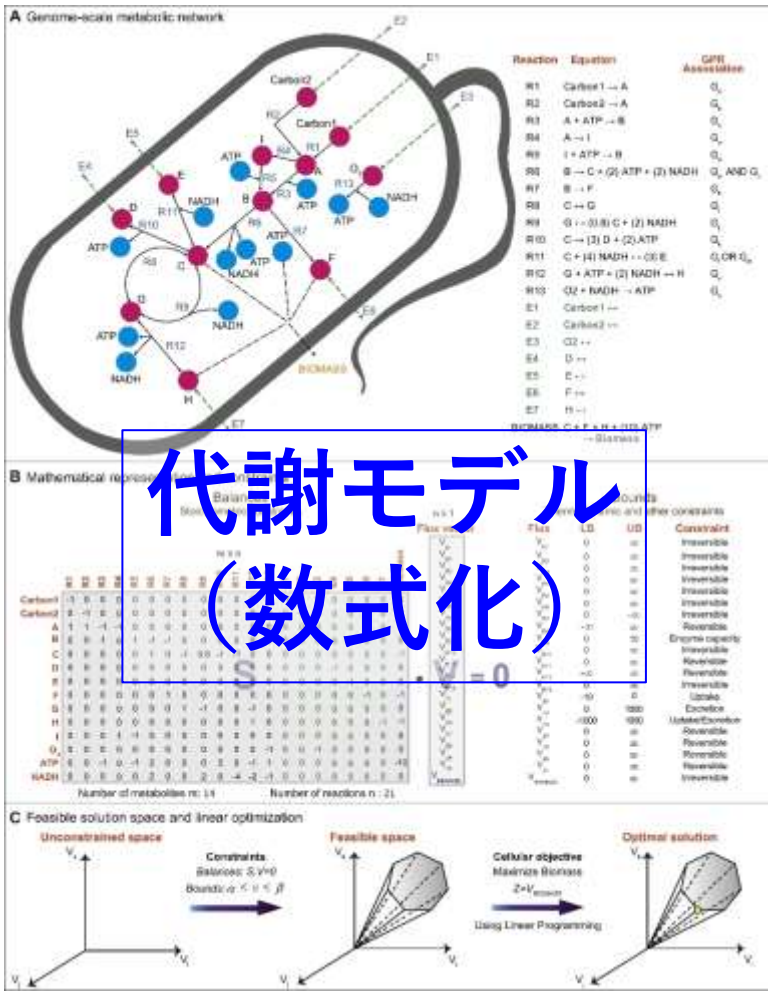
バイオインフォマティクス



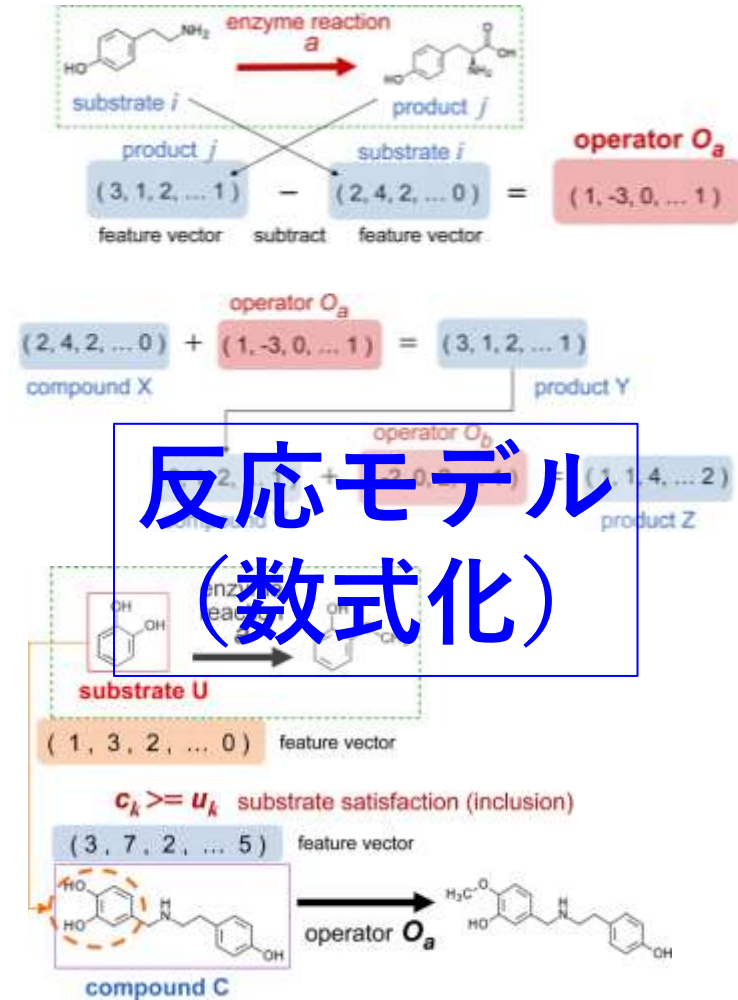
Metabolic model

Enzyme reaction model

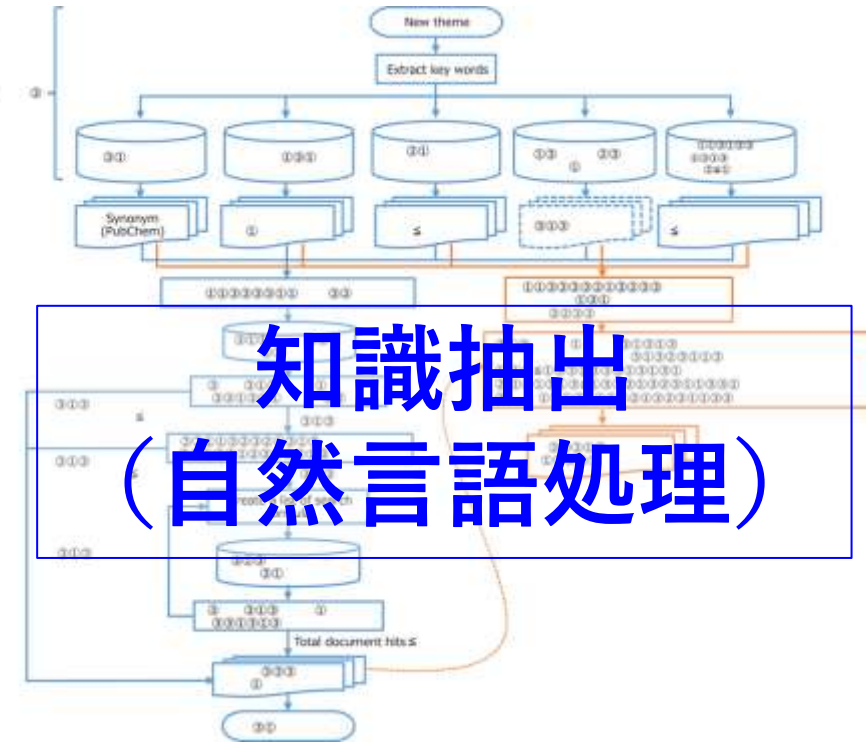
Knowledge extraction



代謝モデル
(数式化)



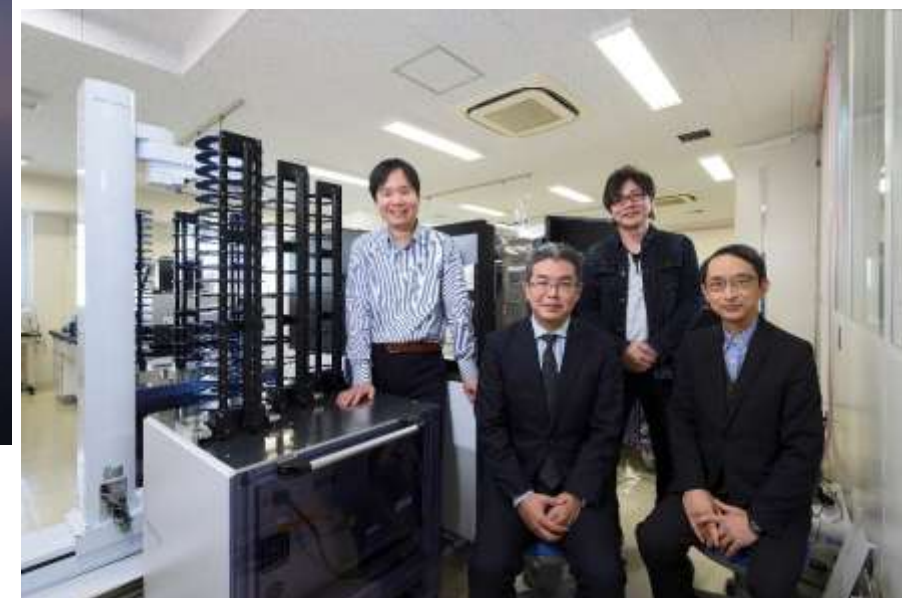
反応モデル
(数式化)



Kuriya et al., *Biotechnol. J.* 2021, 16:e2000443

Vivek-Ananth et al., *Biosystems* 2016, 147:1

Nakamura et al., *BMC Bioinformatics* 2012, 13:S8



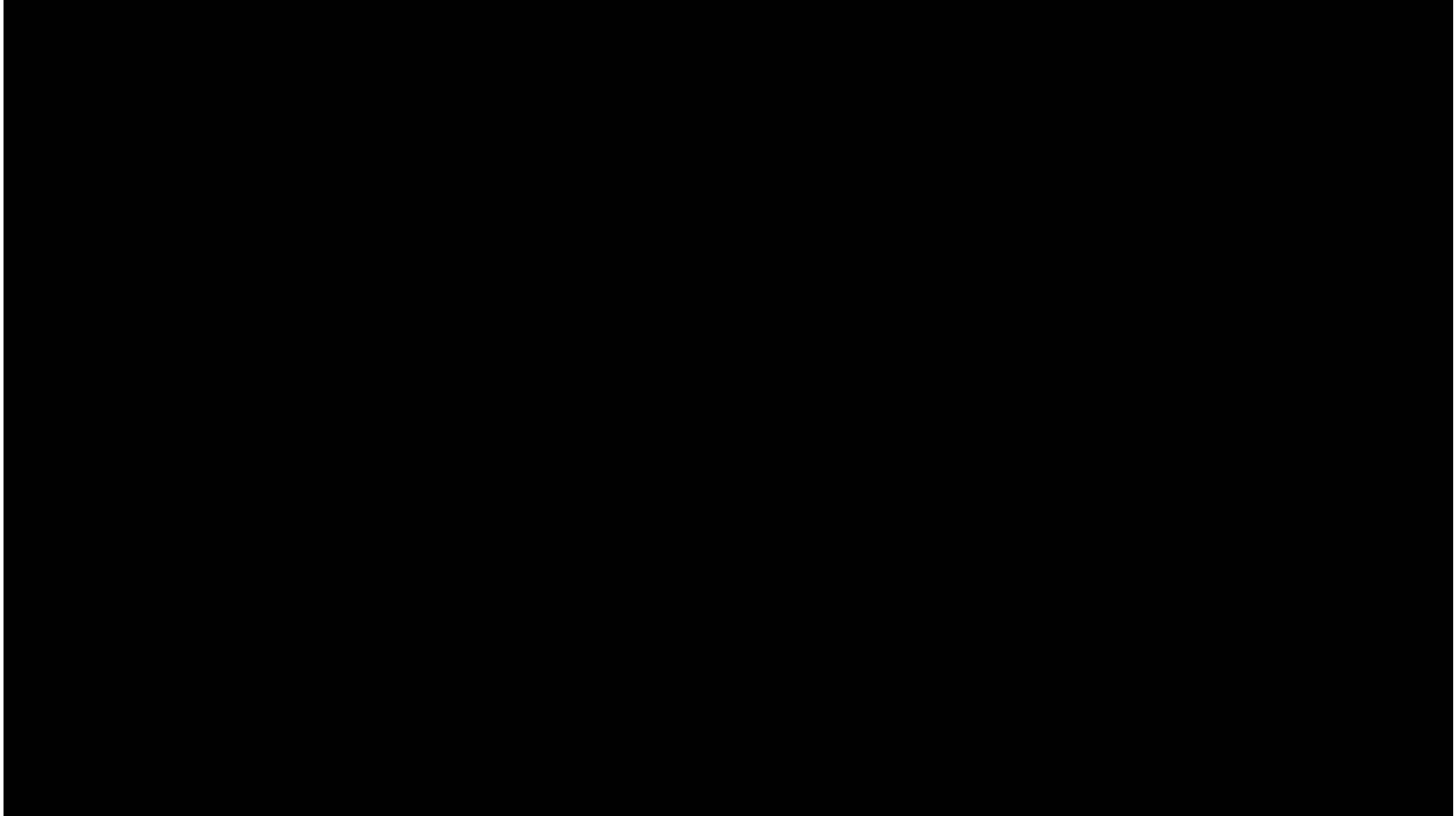
<https://www.shimadzu.co.jp/news/press/7b4ut3plj5emypl8.html>



SHIMADZU



Autonomous Lab





革新的なバイオテクノロジーやバイオプロセスの創成

科学技術イノベーション研究科の理念

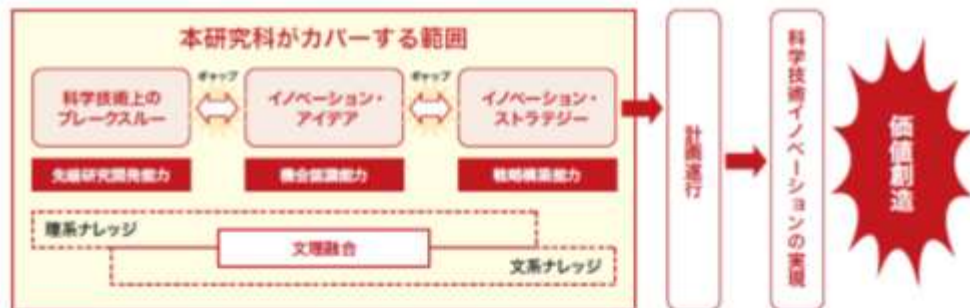
本研究科では、先端科学技術分野における研究開発能力のみならず、そこから生み出される学術的研究成果（科学技術上のブレークスルー）を経済的・社会的な価値創造につながる新しい製品やサービスのコンセプト（イノベーション・アイデア）へとデザインする能力（機会認識能力）、さらには、そのコンセプトを実現するための事業や財源などの具体的な戦略（イノベーション・ストラテジー）を構築する能力（戦略構築能力）までの教育を一貫して推進することで、グローバルに活躍できるアントレプレナーシップを兼ね備えた理系人材の育成・輩出を目指します。

本研究科では、4つの自然科学系分野（バイオプロダクション、先端膜工学、先端IT、先端医療学）と社会科学系分野（アントレプレナーシップ）を教育研究の柱とし、これらが互いに融合することにより新たな科学技術や学問領域を生み出すとともに、人材育成・研究開発・事業化が効率よく進展するイノベーション・エコシステムを構築することで、本研究科が科学技術イノベーション創出を牽引する拠点となることを目指します。

ST/IN
Breakthrough & Innovation



科学技術アントレプレナーの活動段階



教育研究分野

科学技術イノベーション研究科は、神戸大学の自然科学分野と社会科学分野との連携により、2016年4月に新たに設置されたわが国初の文理融合型大学院です。本研究科は、学際領域における先端科学技術の研究開発能力とともに、研究成果の事業化プロセスをデザインできるアントレプレナーシップを兼ね備えた、自然科学系人材を養成することを目指しています。

バイオプロダクション分野



バイオテクノロジーに関する最先端の研究開発を通じて、バイオ化学品やバイオ医薬品、バイオファインケミカルなどのバイオものづくり分野におけるイノベーション創出を推進する。

先端膜工学分野



膜を用いて水浄化やガス分離を行うことで、省エネ・創エネプロセスによる資源循環型社会の実現を目指します。

先端IT分野



IoT（広域ネットワーク化情報通信技術）やAI（人工知能技術）、量子コンピュータの第一線の研究者による技術開発・連携によりIT応用技術分野で世界最先端の研究開発を推進する。イノベーション創出を通じて、Society 5.0の実現に貢献する。

先端医療学分野



コンピュータシミュレーションや新規ワクチン製造基盤技術などの革新的医療開発手法と医療産業特区の活用により新薬治療法および診断法創出を総合的に推進する。

アントレプレナーシップ分野



文理融合型大学院であることのメリットを活かし、先端科学技術分野のシーズを基にして、グローバルな視点で競争力のある事業創出を行える理系人材（理系出身の戦略的企業家）の養成を目指します。

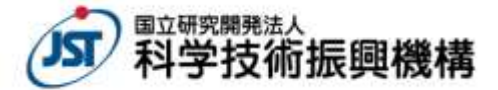
アントレプレナーシップ分野



Acknowledgements



Prof. Akihiko Kondo
Prof. Michihiro Araki
Prof. Tomokazu Shirai
Assoc. Prof. Christopher J. Vavricka Jr.
Assoc. Prof. Ryota Hidese
Assist. Prof. Takahiro Bamba
Assist. Prof. Kenya Tanaka
Assist. Prof. Ryo Nasuno
Dr. Hisashi Kudo
Ms. Yoshimi Hori
Ms. Mami Matsuda
Mr. Takanobu Yoshida



是非ご連絡ください！ 研究者も募集中
hasunuma@port.kobe-u.ac.jp

