

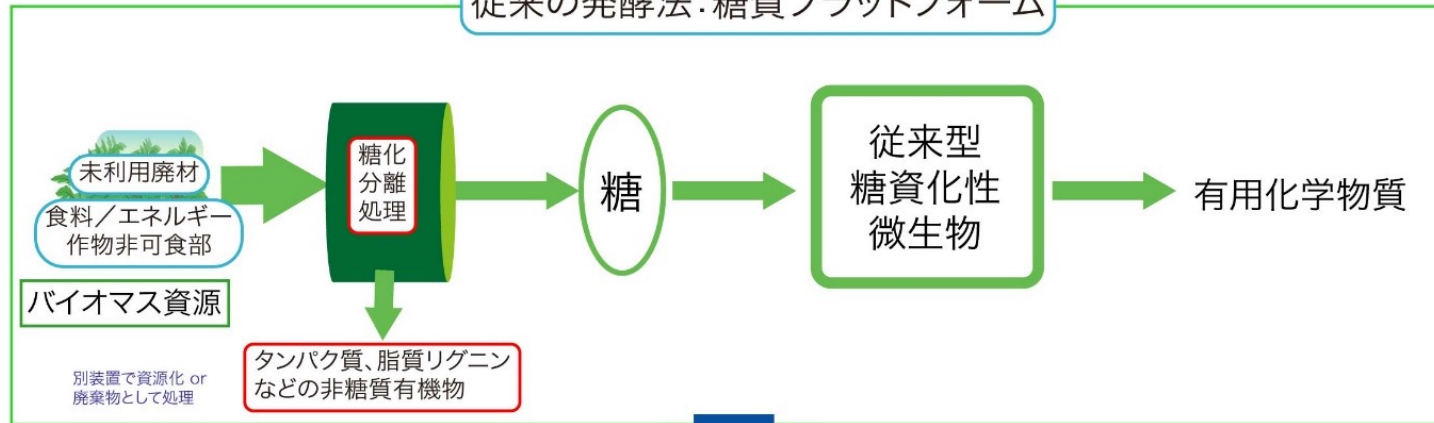
微生物ガス発酵を用いたアセトン製造 によるカーボンリサイクル技術

広島大学 大学院統合生命科学研究科
生物・生命科学分野 生物工学ユニット
教授 中島田 豊

2022年5月20日

合成ガス発酵技術の特徴・従来発酵技術との比較

従来の発酵法：糖質プラットフォーム

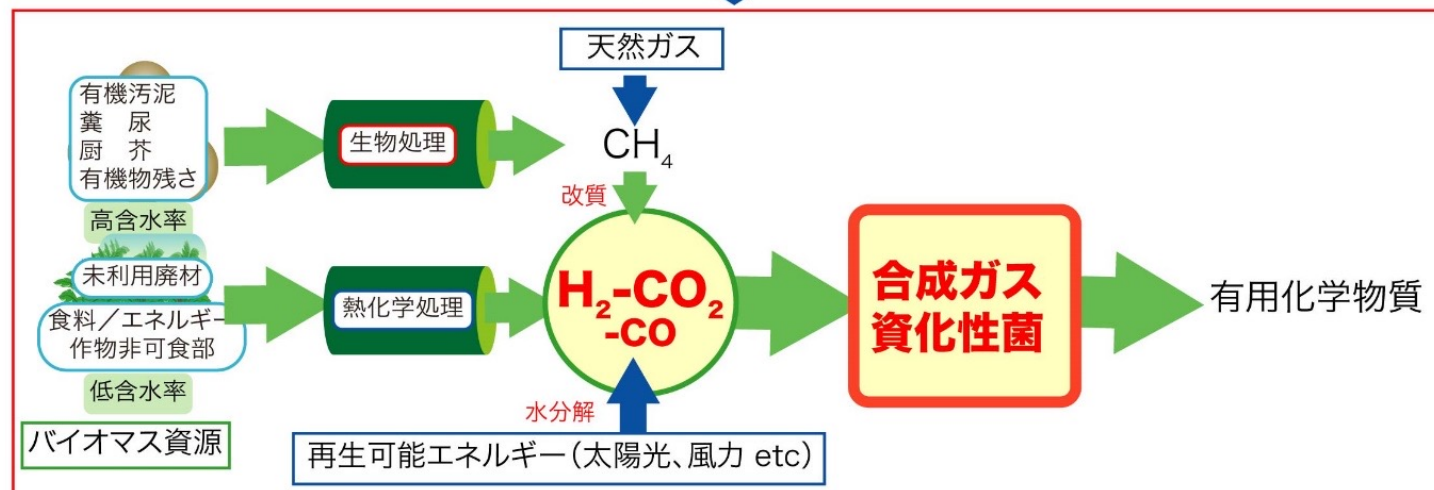


【従来発酵法の問題点】

- ・原料が食料と競合
- ・リグノセルロース系では高コストの糖化処理が必要
- ・原料が糖に限定されており、糖以外の有機物利用困難
- ・技術がバイオマスに限定され大規模化が困難

限られた微生物だけが持つ H_2 、 CO をエネルギー源とした CO_2 固定能を使い、バイオマスを含む全ての再生可能資源・エネルギーから有用な化学物質を製造する技術を開発する

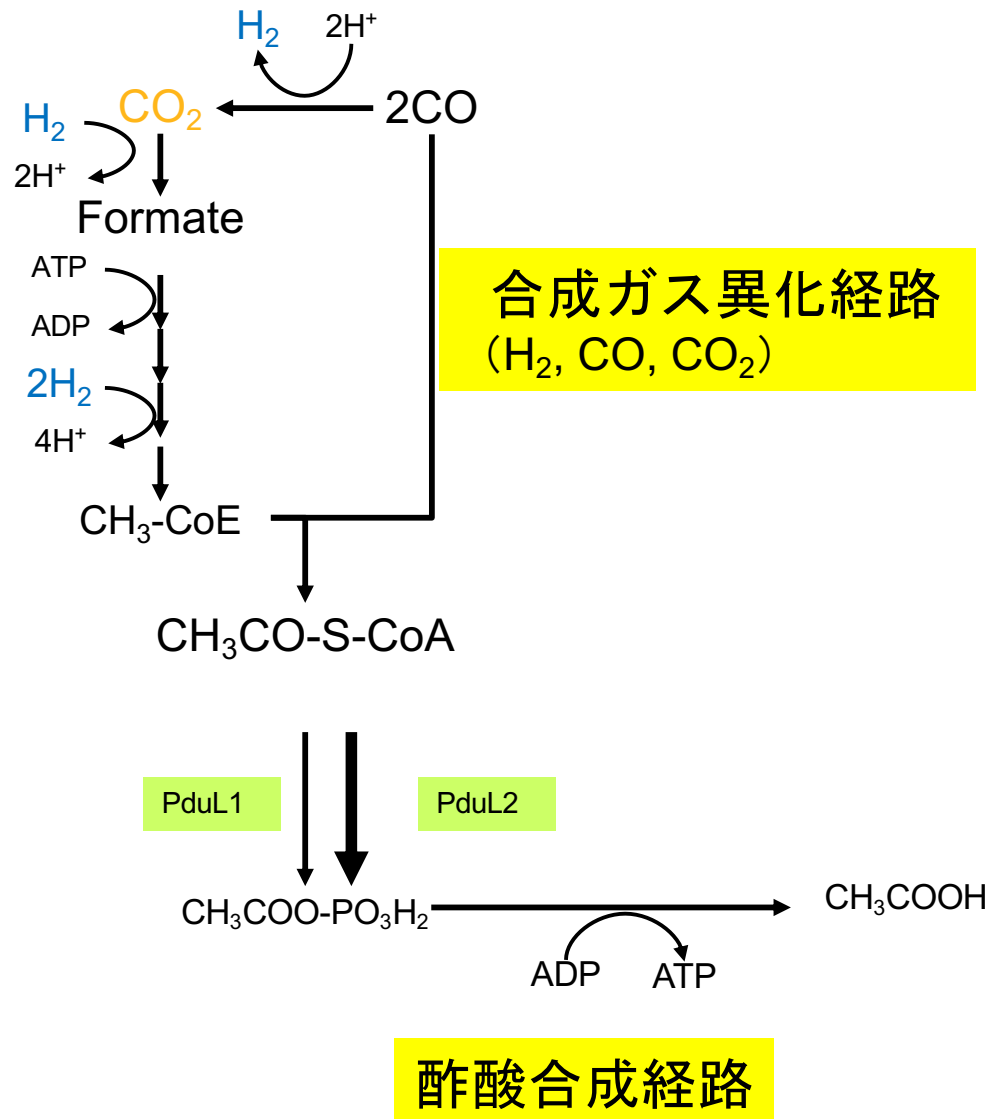
ゲームチェンジング



【本プロセスが実現すると】

- ・食料と競合しない
- ・糖に限定されず有機物であれば何でもよし
- ・リグニンも原料として使える
- ・他の再生エネルギーも水素経由で利用可能
- ・移行期は天然ガスも利用可能

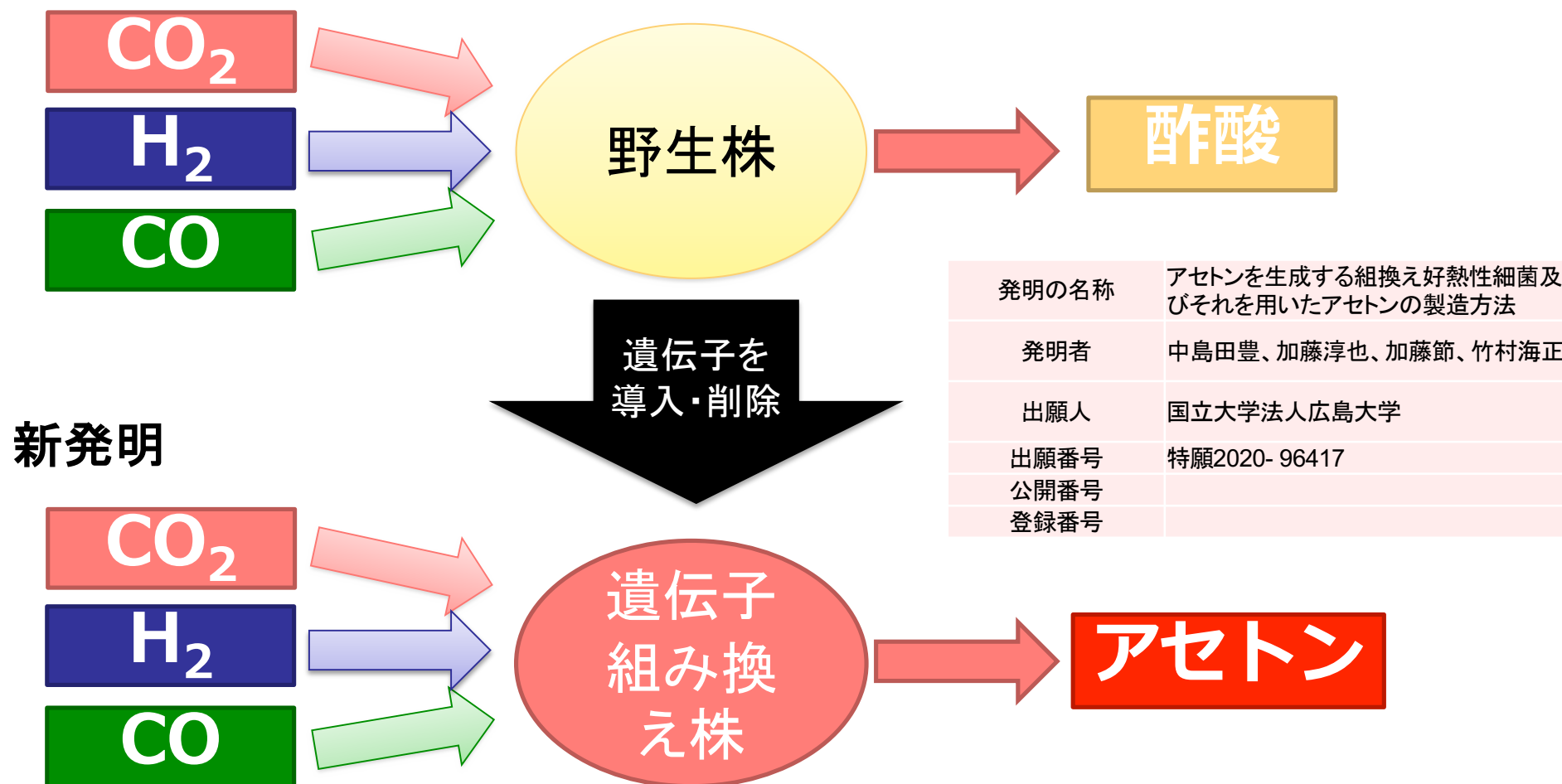
既存微生物：高温ホモ酢酸菌（微生物）



Moorella thermoacetica

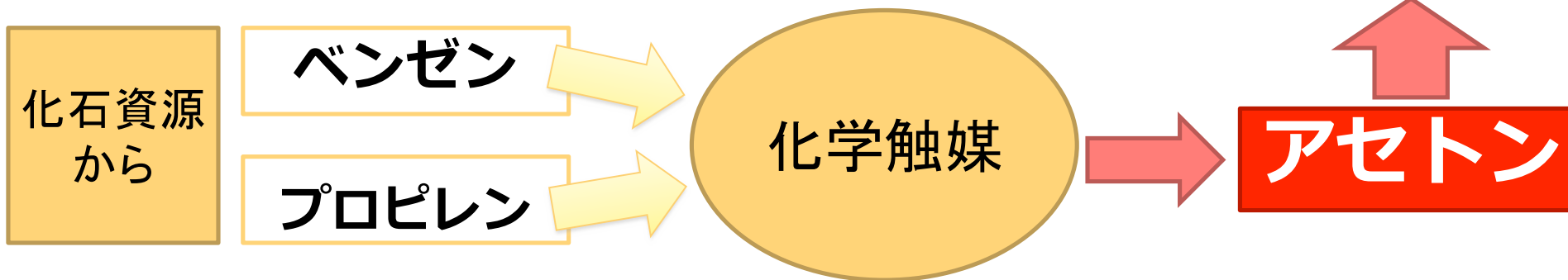
好熱性 (50-65°Cで増殖)
 増殖基質: 糖、 H_2+CO_2 、 CO
 主要生産物: 酢酸
 偏性嫌気性菌

酢酸のかわりにアセトンを作らせることに成功

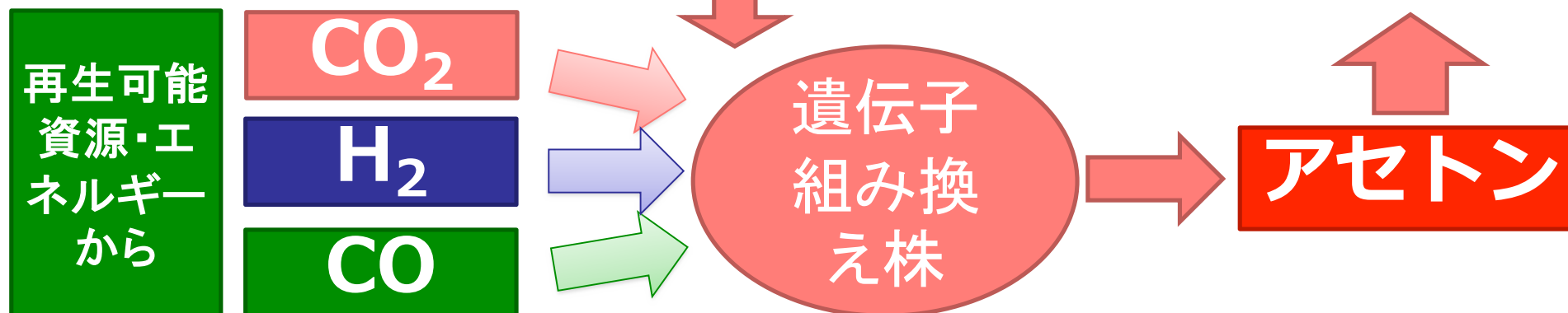


アセトン製造がグリーン化できる

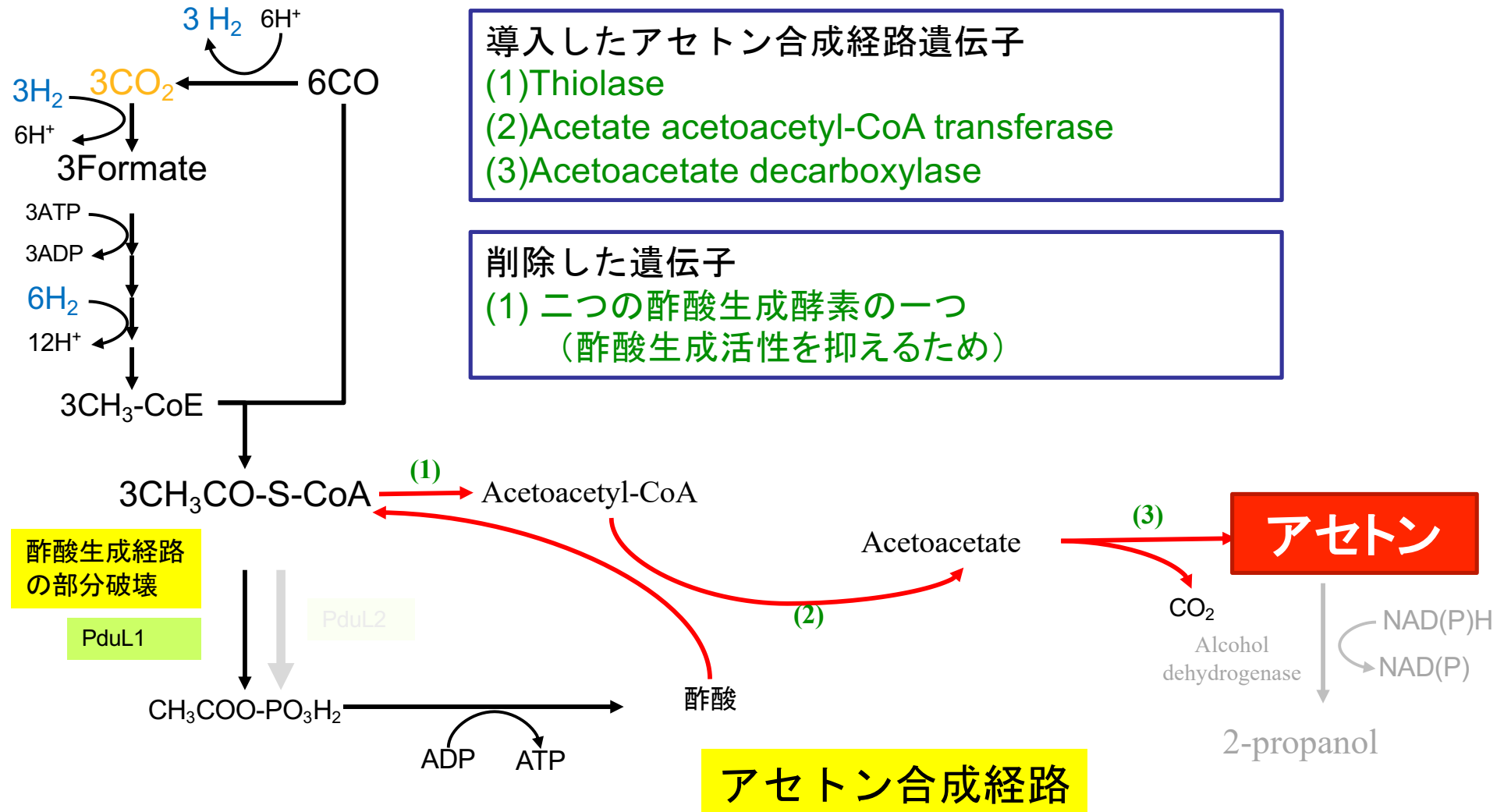
従来技術では



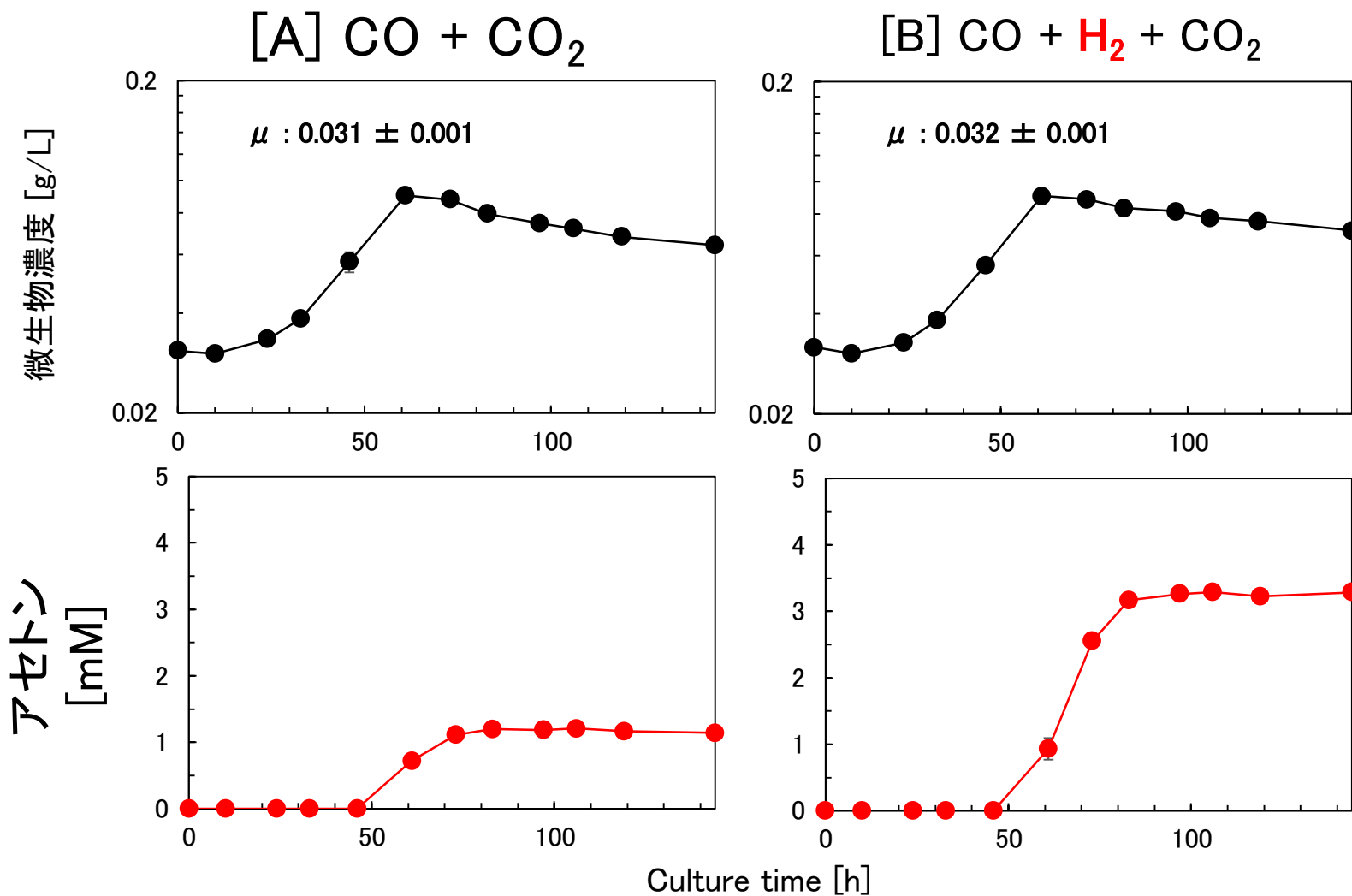
発明技術をつかうと



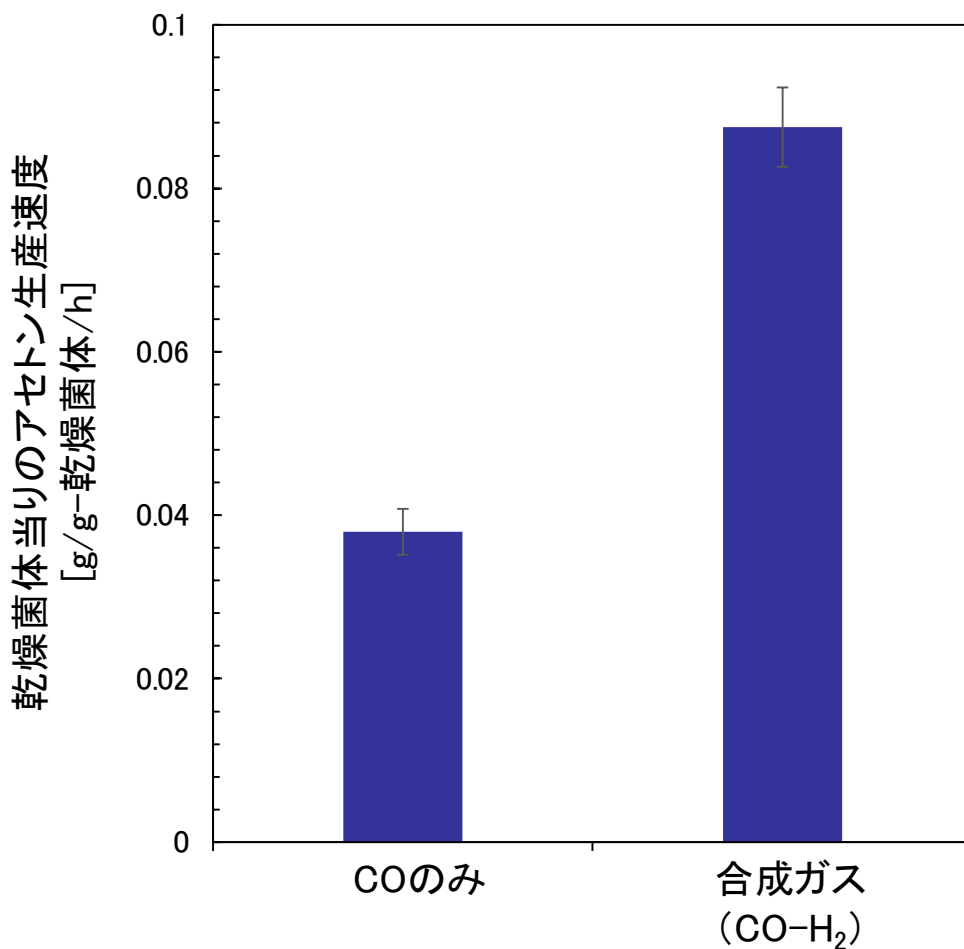
好熱性アセトン生産菌の育種詳細



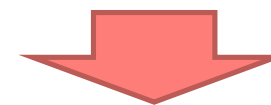
CO、H₂、CO₂からアセトンを生産する



開発微生物のアセトン生産性能

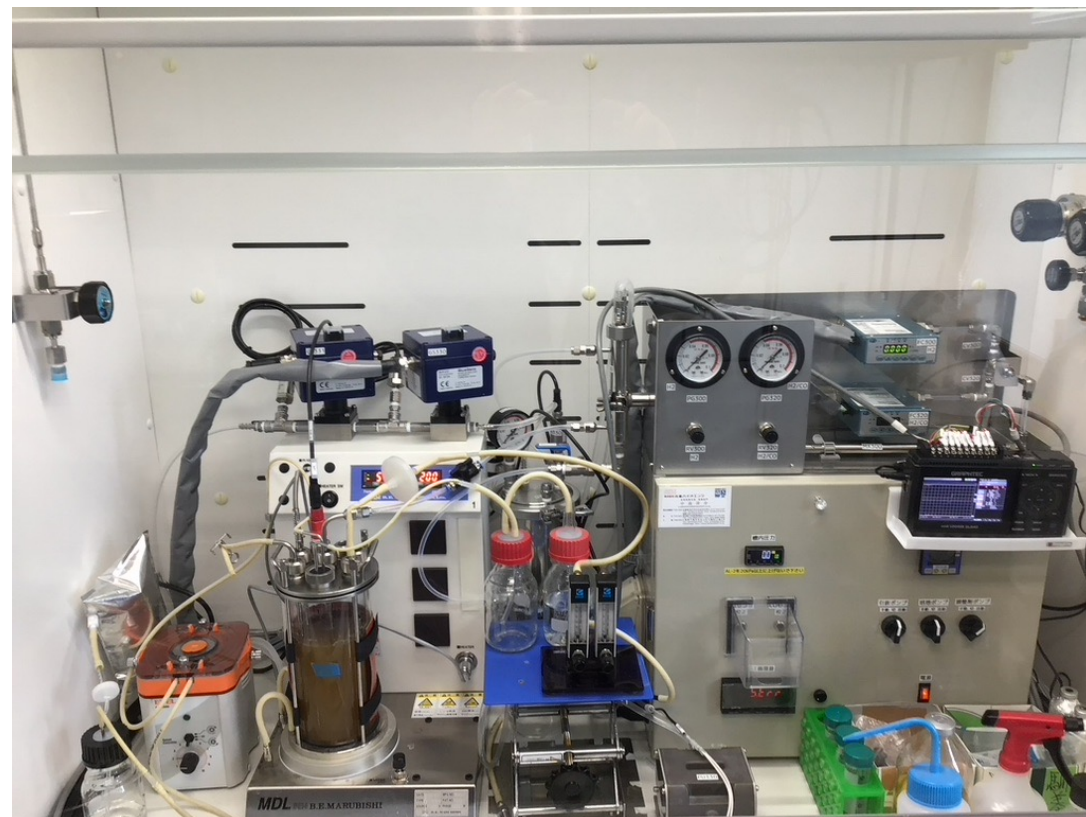


約0.1g/g-乾燥菌体/hでアセトンを生産できる



10g/Lの菌体があれば、約1g/L/hの高速アセトン生産が可能

合成ガス発酵装置

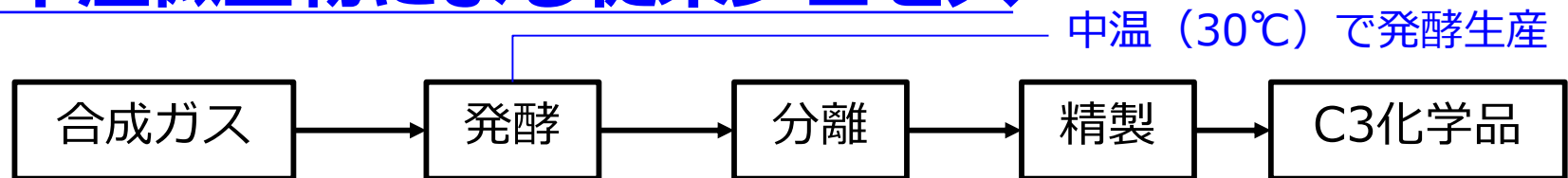


2021 NEDO 先導研究において設計・製作

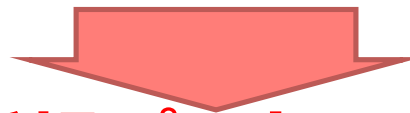
本発明のポイント: 好熱性微生物活用によるプロセス革新

50～65℃で増殖する好熱性アセトン(C3)生産微生物を用いることにより、発酵工程と生産物分離工程を一体化した高温合成ガス発酵プロセスが実現可能

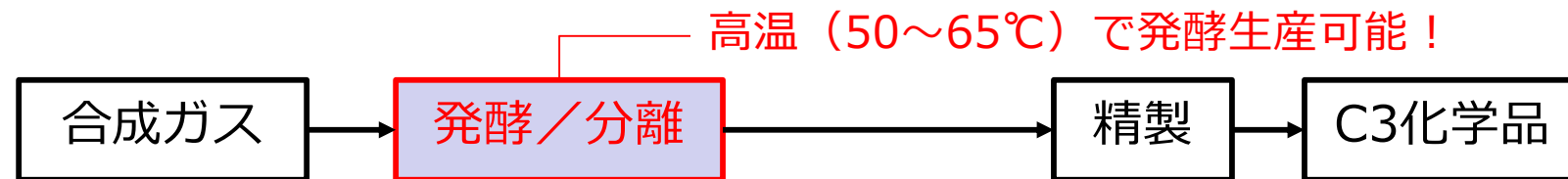
既存中温微生物による従来プロセス



- 課題① : 生産物阻害により生成物濃度が低く、**分離 (蒸留) ・精製コストが増大**
 課題② : 発酵槽外で生産物を分離するために**排水処理コストが増大**



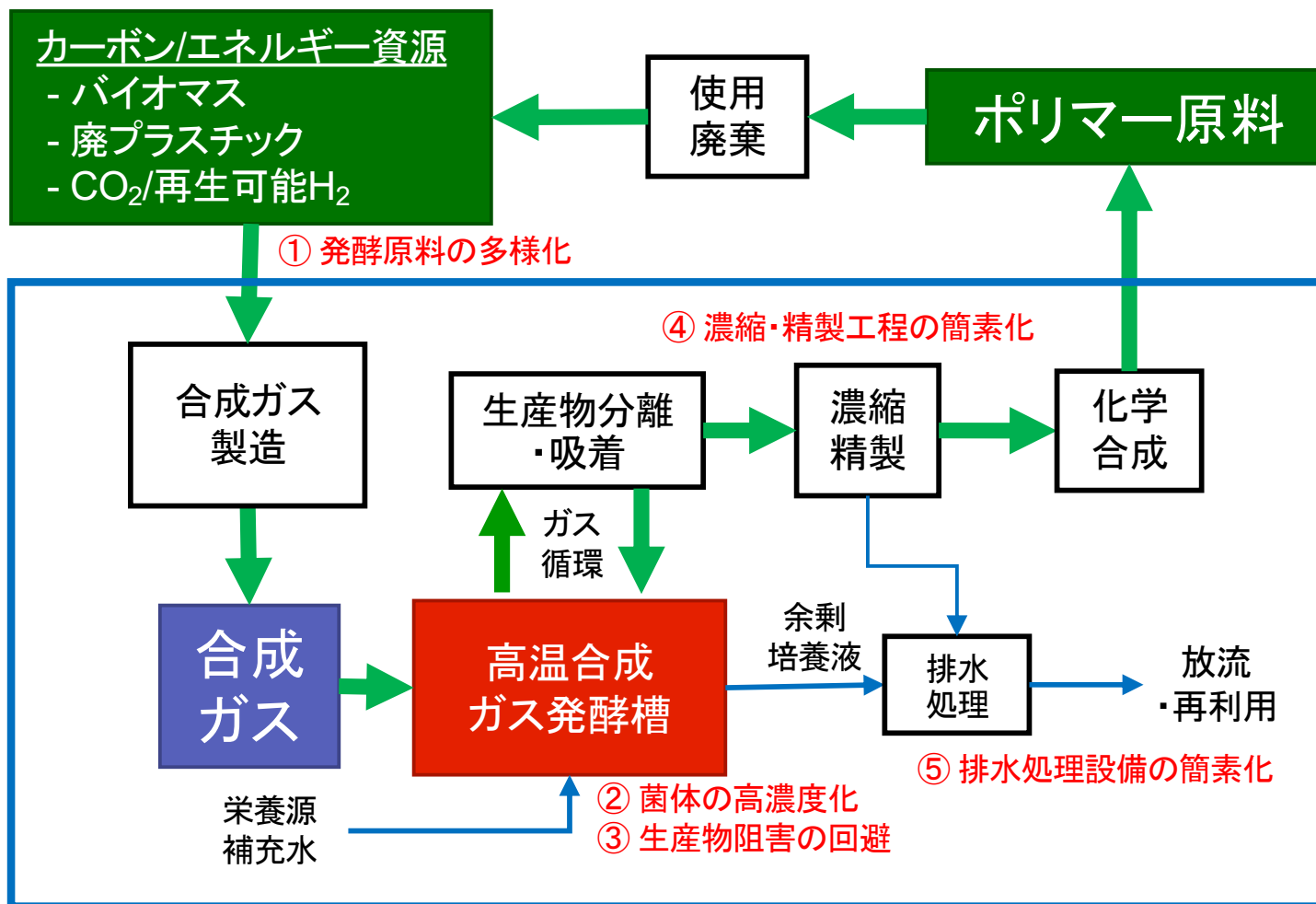
開発微生物による新規プロセス



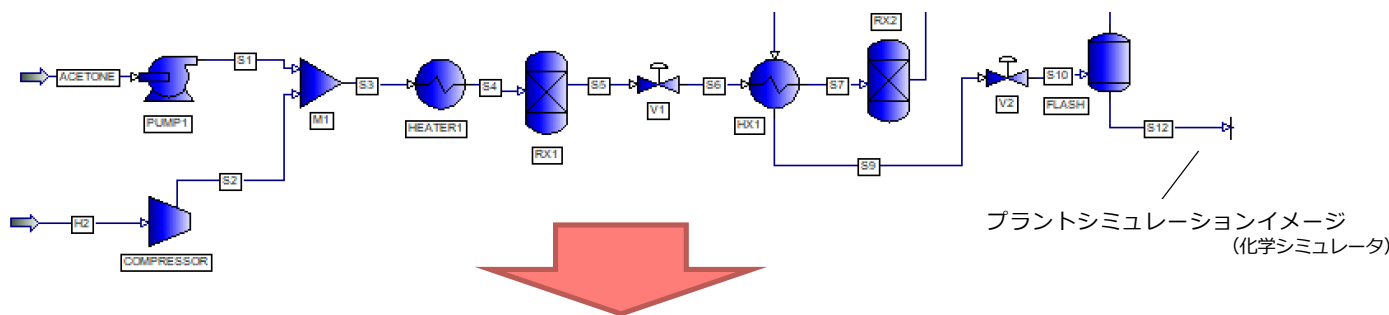
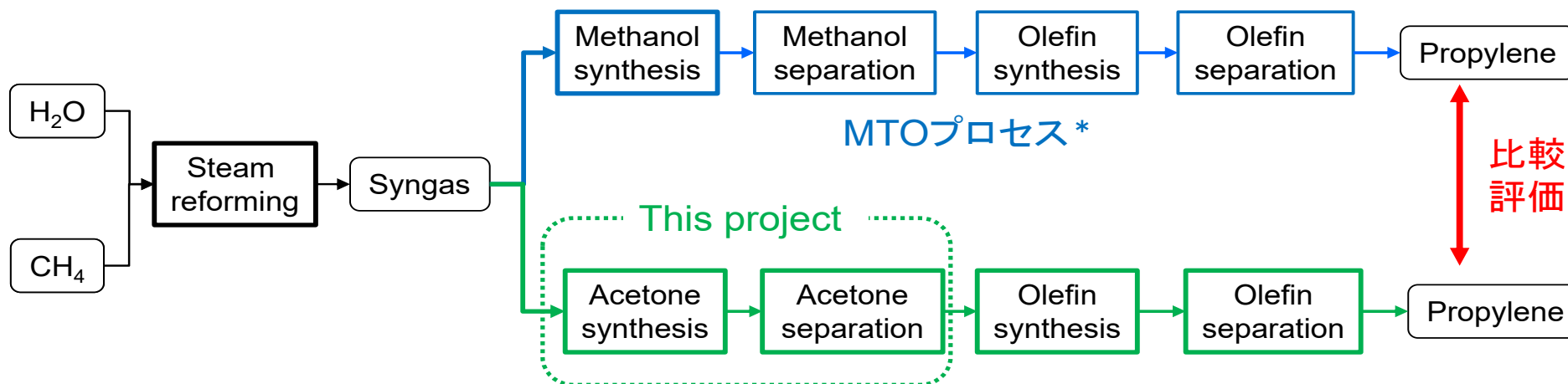
- 利点① : 阻害が無いように発酵しながら分離 (蒸留) するので、**分離 ・ 精製工程の負荷を軽減**
 利点② : 発酵槽内で分離するので、**排水処理コストが軽減**

発酵/分離を統合した合成ガス高温発酵プロセス

アセトンの沸点: 56°C = 50~65°C: アセトン生産菌の増殖温度



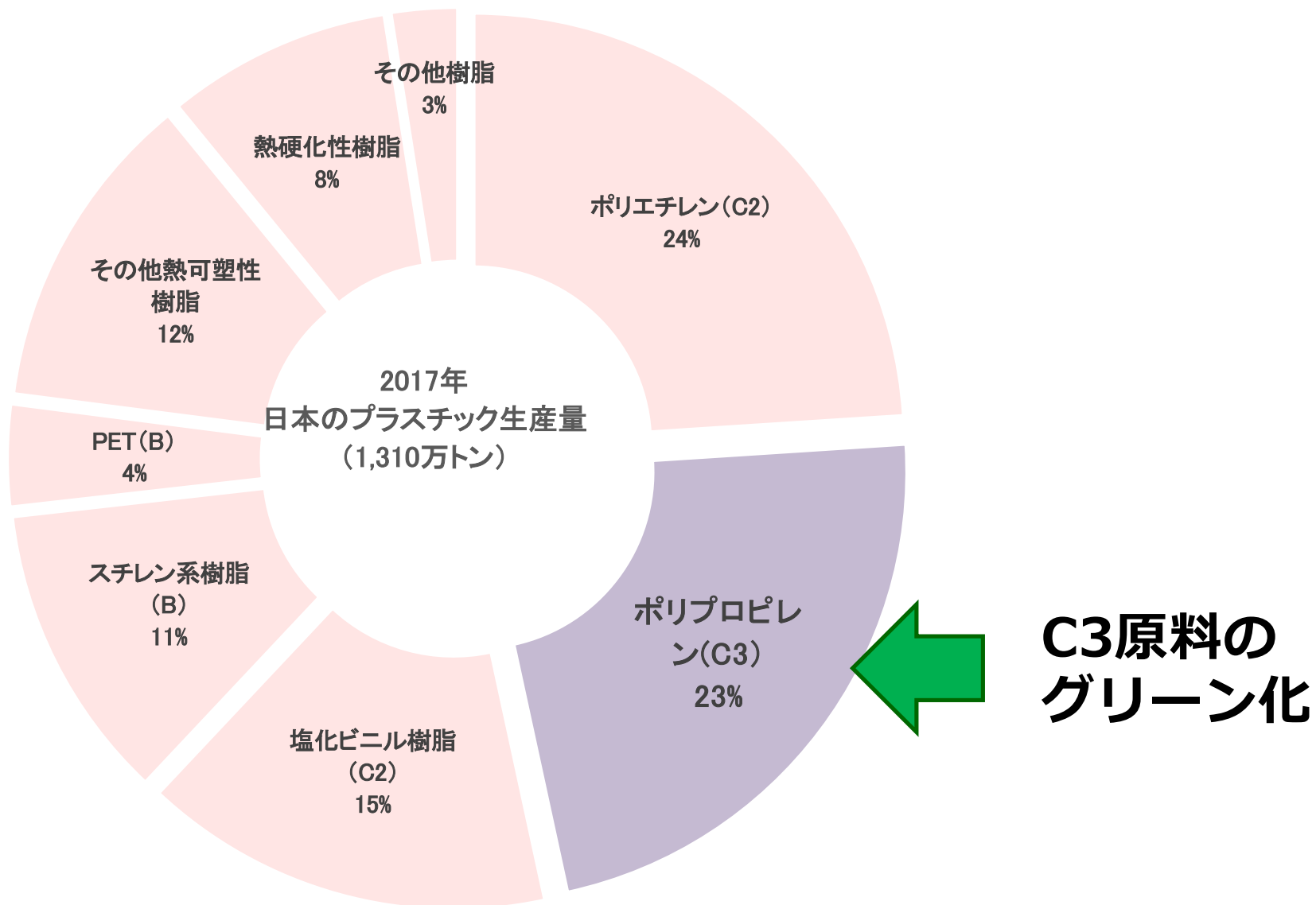
合成ガス発酵技術の特徴・化学プロセスとの比較



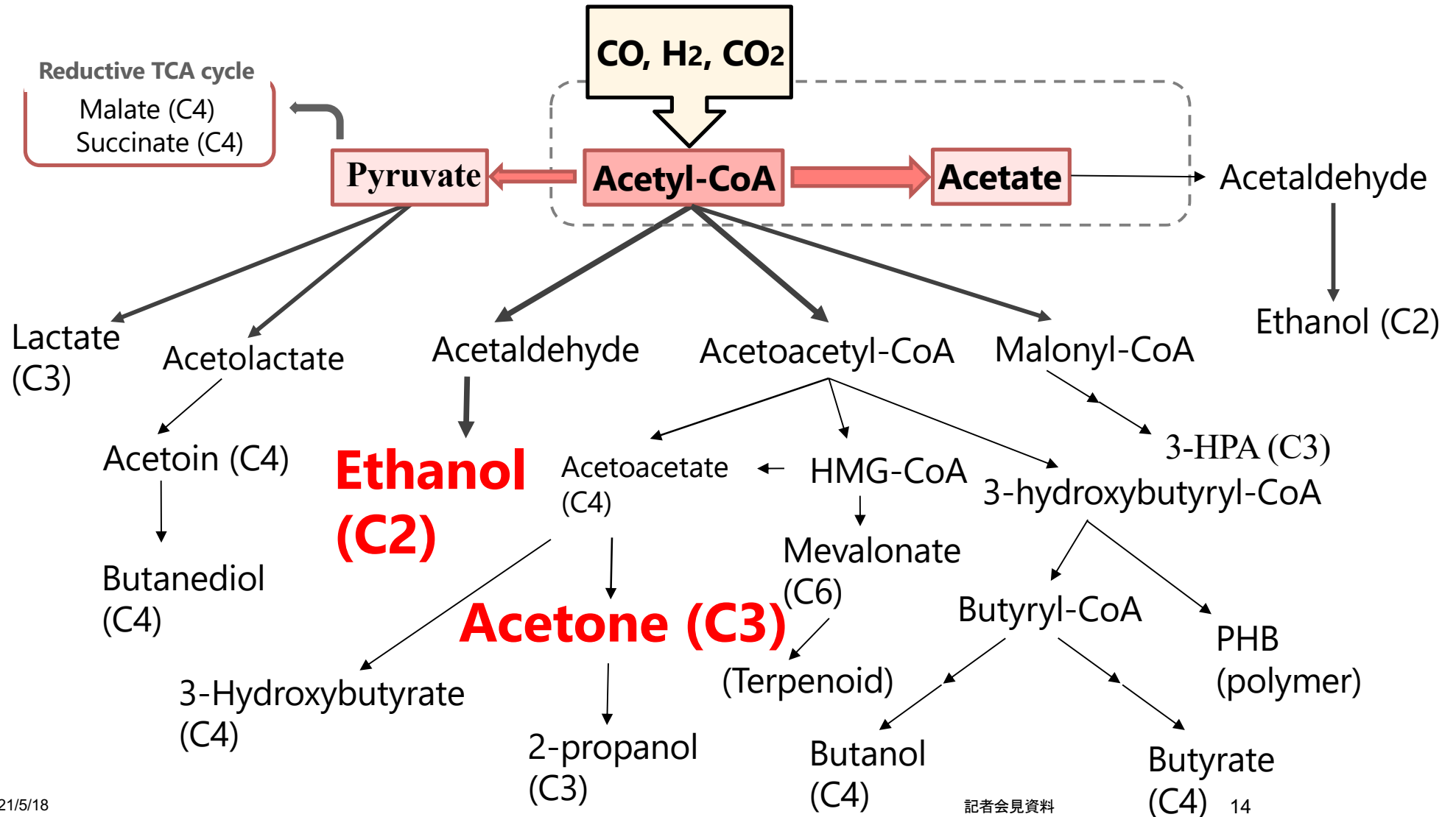
全体プロセスの最適化により
同じ原料を使っても、LCAおよび経済的に化学プロセスと遜色の無いプロセス

産総研 産総研 Thuy Nguyen 博士、片岡祥 博士による試算 (NEDO 先導研究成果報告書)

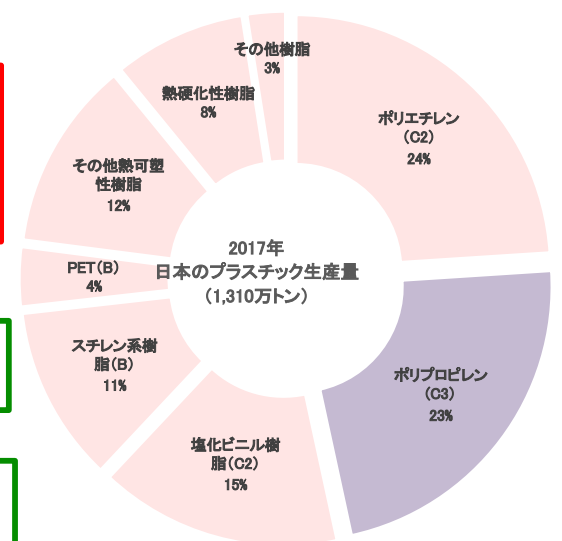
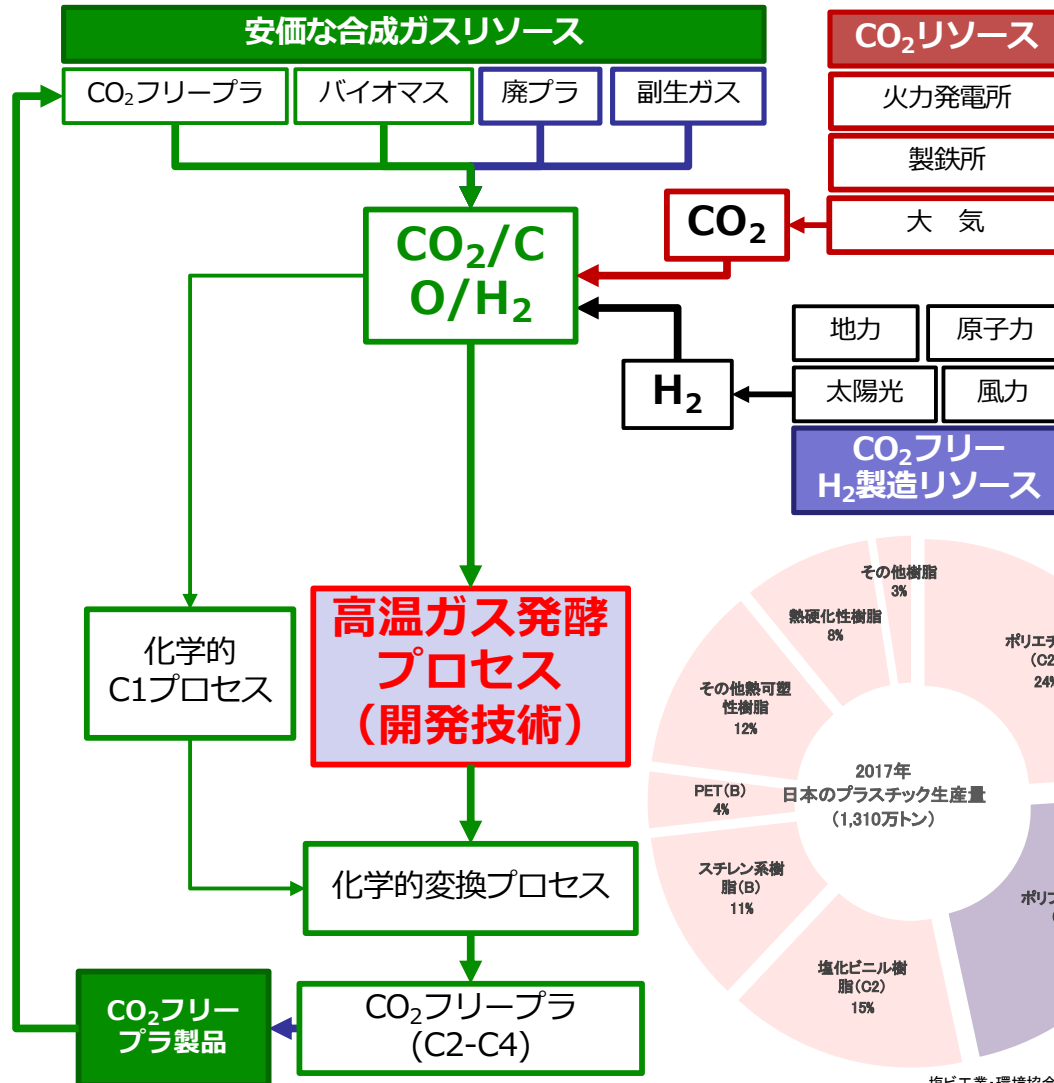
想定される用途: バイオアセトンからポリプロピレンをつくれると



想定される用途:ガス基質からの多様な物質生産

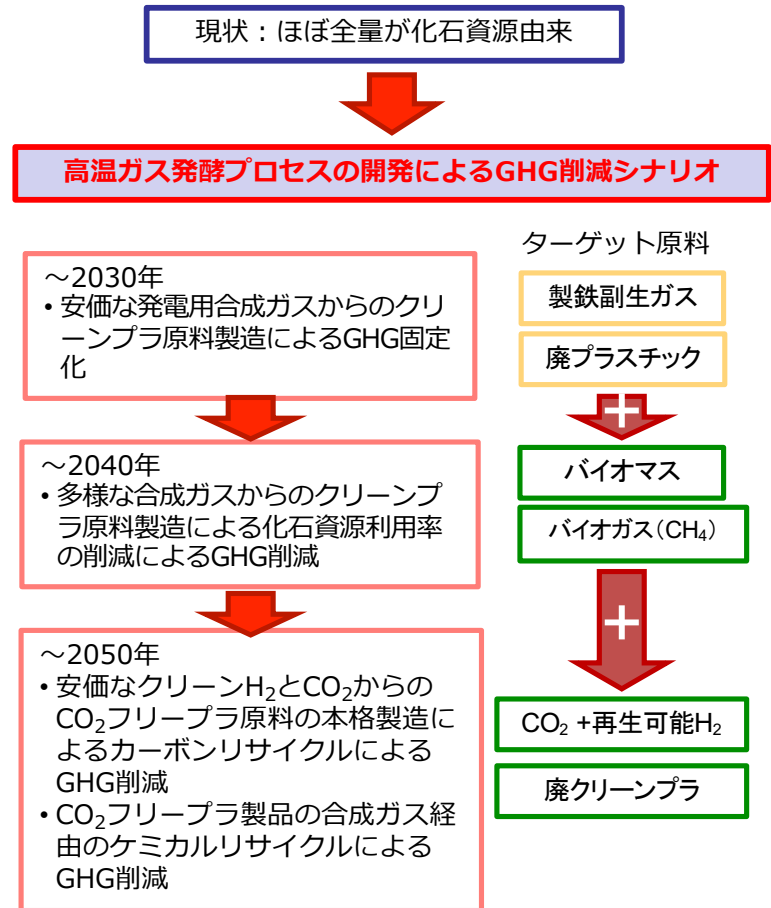


想定される用途



塩ビ工業・環境協会より
元出典：日本プラスチック工業連盟(2011)

2050年頃の実現を想定したマテリアルカーボンリサイクルフロー



実用化に向けた課題

- **菌株育種**: 現在、合成ガスからのアセトン生産速度は、0.1g/g/h程度であることを確認済み。しかし、酢酸が副生する点が未解決である。
- **プロセス開発**: 合成ガス、およびCO₂/H₂を原料とした発酵装置を開発した。しかし、開発アセトン発酵プロセスと、安価な合成ガス原料および製造プロセス、および各種化成品製造プロセスとのインターフェース技術は未確立
- **LCA**: 実用化に向けて、高精度なプロセス設計に基づく、LCAおよび経済性評価も必要。

企業への期待

- **プロセス開発**: 開発アセトン発酵プロセスと、安価な合成ガス原料および製造プロセス、および各種化成品製造プロセスとの親和性検討とインターフェース技術の共同開発、および詳細プロセス設計に関わる共同研究
- **LCA**: 高精度なプロセス設計に基づく、LCAおよび経済性評価に関わる共同研究
- **菌株育種**: 合成ガス発酵微生物のハイスループット育種技術の共同開発、

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : アセトンを生成する組換え好熱性細菌及びそれを用いたアセトンの製造方法
- 出願番号 : 特願2020- 96417
- 出願人 : 国立大学法人広島大学
- 発明者 : 中島田豊、加藤淳也、加藤節、竹村海正

お問い合わせ先

国立大学法人 広島大学
広島大学 産学連携推進部

TEL 082-424-4302

FAX 082-424-6189

URL <https://www.hiroshima-u.ac.jp/iagcc/contact>