

地球温暖化抑制のためのバイオマス資源からの テレフタル酸の製造

神奈川工科大学 工学部 応用化学生物学科
教授 仲亀 誠司
2024年10月15日

本日の内容

背景

- 地球温暖化
- シェール革命について
- 日本の農村地域における課題（過疎化, 高齢化）

研究内容について

- 取り組みの概要
- 他の技術との比較

背景

地球温暖化

CO₂濃度の増加

産業革命以降、大気中のCO₂濃度は増加し続けている。

278 ppm（産業革命（1750年）以前） → 418 ppm（2022年）
150%に増加

地球温暖化がもたらす悪影響

- 海面上昇（最大0.82mの上昇，2100年）
- 気候の変化
- 植生の変化
- 熱帯地方の病気の蔓延 等

地球温暖化の原因

- 人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な要因であった可能性が極めて高い（可能性95%以上）

IPCC（国連気候変動に関する政府間パネル）
第5次評価報告書

地球温暖化抑制に向けた取組み

パリ協定（2016年11月発効）

目標

- ・ 平均気温上昇を 2°C より十分低く保ち、 1.5°C に抑える努力をする。
- ・ できるかぎり早く世界の温室効果ガス排出量をピークアウトし、21世紀後半に、温室効果ガス排出量と森林などによる吸収量のバランスをとる。

日本：2030年度までに、温暖化ガスを2013年度に比べ26%削減

温暖化ガス削減目標を合わせても 3°C 以上の上昇が避けられない見通し。

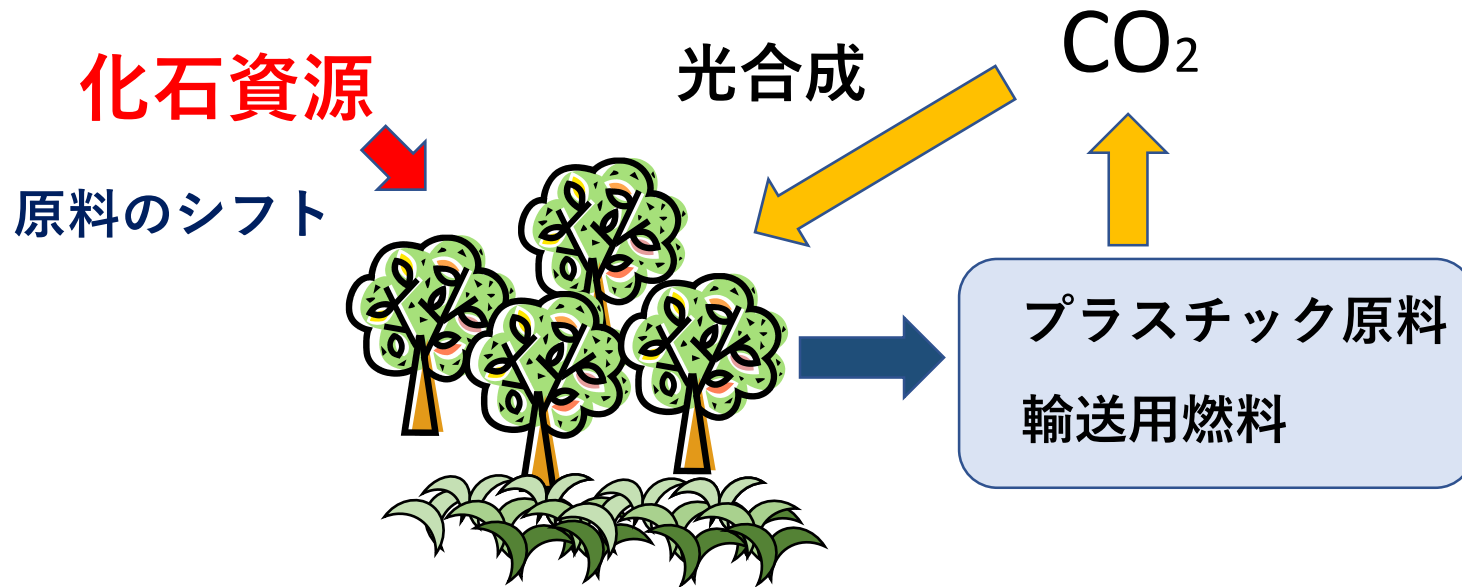
日本（2021年）

2030年度において、温室効果ガス46%削減（2013年度比）を目指すこと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続ける。

まとめ（地球温暖化）

- 地球温暖化ガスの排出により、平均気温は更に増加する見込み
- 地球温暖化を抑制するために、更なるCO₂排出量削減が必要

バイオマス資源の利活用によるCO₂削減



バイオマス資源（樹木, 草など）

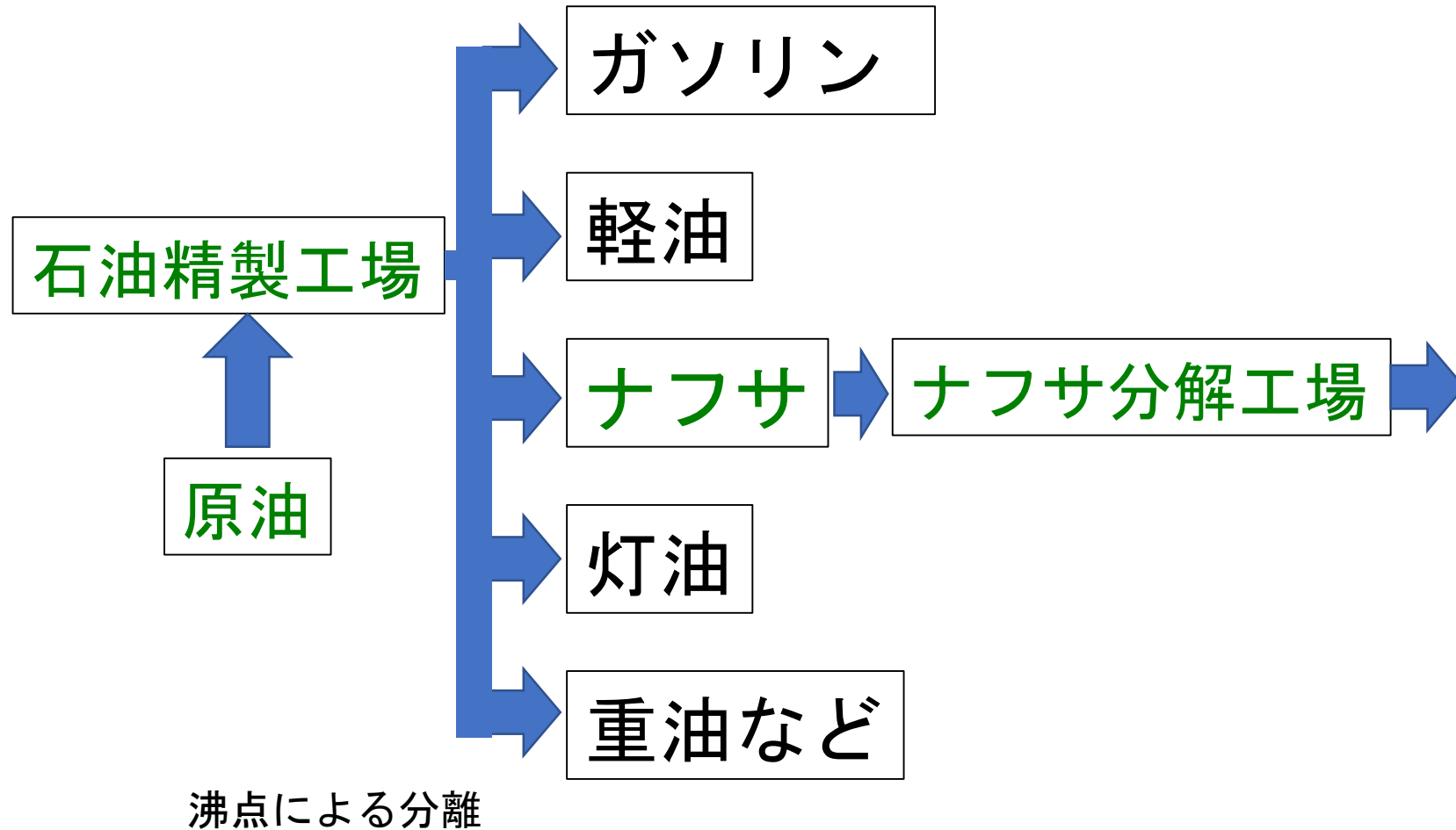
背景 シェール革命

シェールガスの特徴

- 頁岩（シェール）の微細なすきまに閉じ込められた天然ガス等を取り出したもの。
- 安価（ウクライナ情勢により価格は上昇傾向）
- 低分子化合物の割合が多い。
〔メタン（C1）80～90%、エタン（C2）5～15%、プロパン（C3）5%前後〕

今後、生産量の増加が見込まれている。

石油化学品ができるまで (1)



石油化学品ができるまで (2)

ナフサ分解工場



エチレン (C2化合物; 30%)
プロピレン (C3化合物; 20%)
ブタジエン (C4化合物)
イソプレン (C5化合物)
ベンゼン (芳香族化合物)
トルエン (芳香族化合物)
キシレン (芳香族化合物)

副産物



プラスチック
合成繊維原料
合成ゴム
塗料原料、溶剤
洗剤原料など
その他

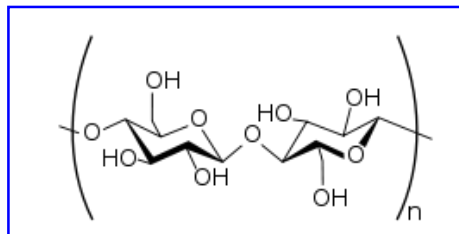
まとめ（シェール革命）

- ナフサ分解工場（ナフサクラッキング）の衰退
→ プラスチック原料（C4, C5, 芳香族化合物）の不足

バイオマスを原料とすることにより、シェール革命による原料不足を解決できる

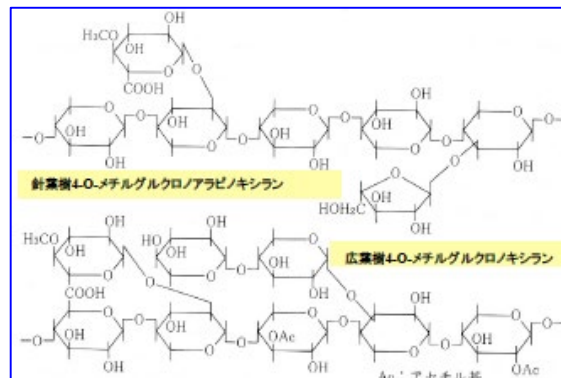
セルロース

構成糖：グルコース (C6)



ヘミセルロース

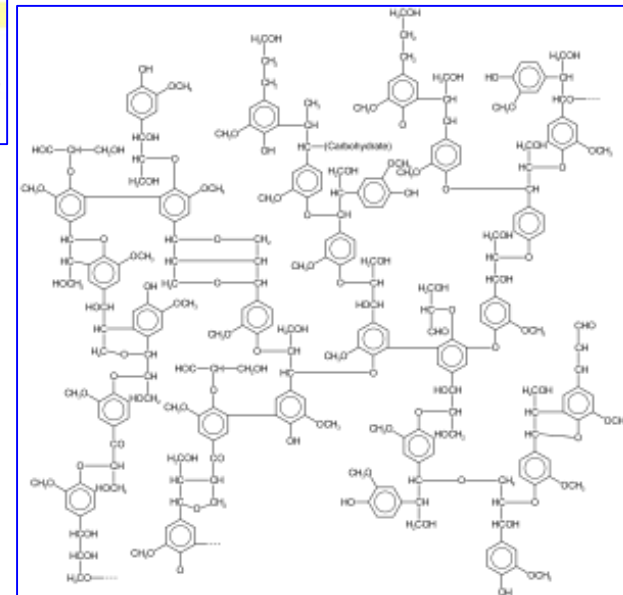
構成糖：キシロース (C5)



リグニン

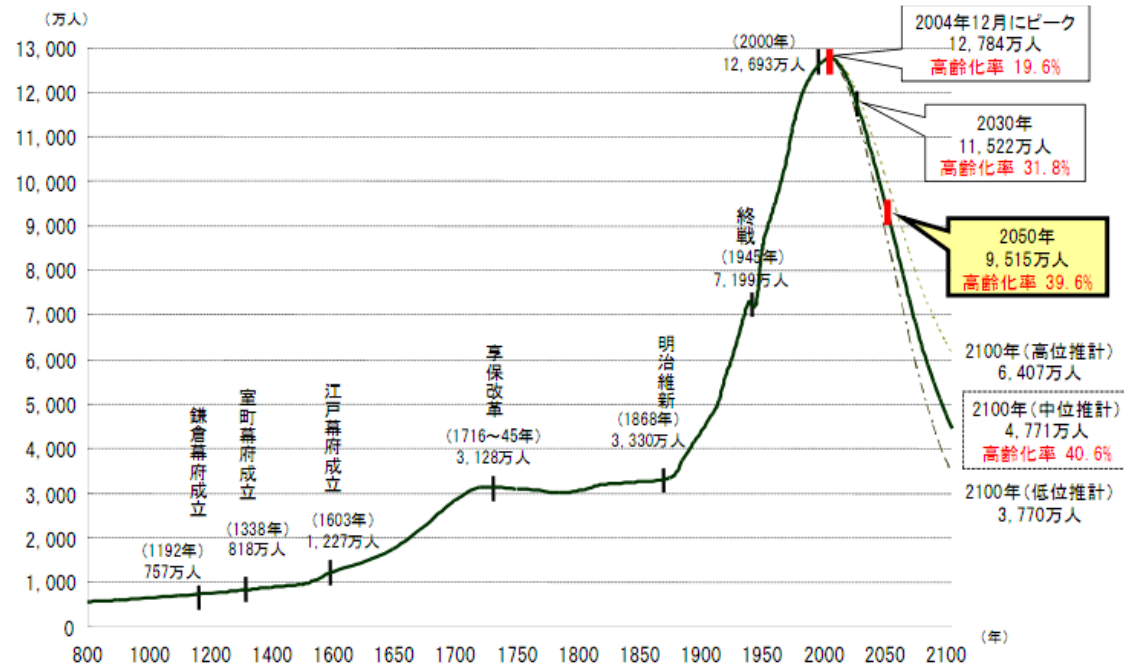
フェニルプロパン構造 (芳香族化合物)

をもつ化合物のラジカル重合により生成される



背景 日本の農村地域における課題

日本における人口の推移 人口減少、高齢化の進行

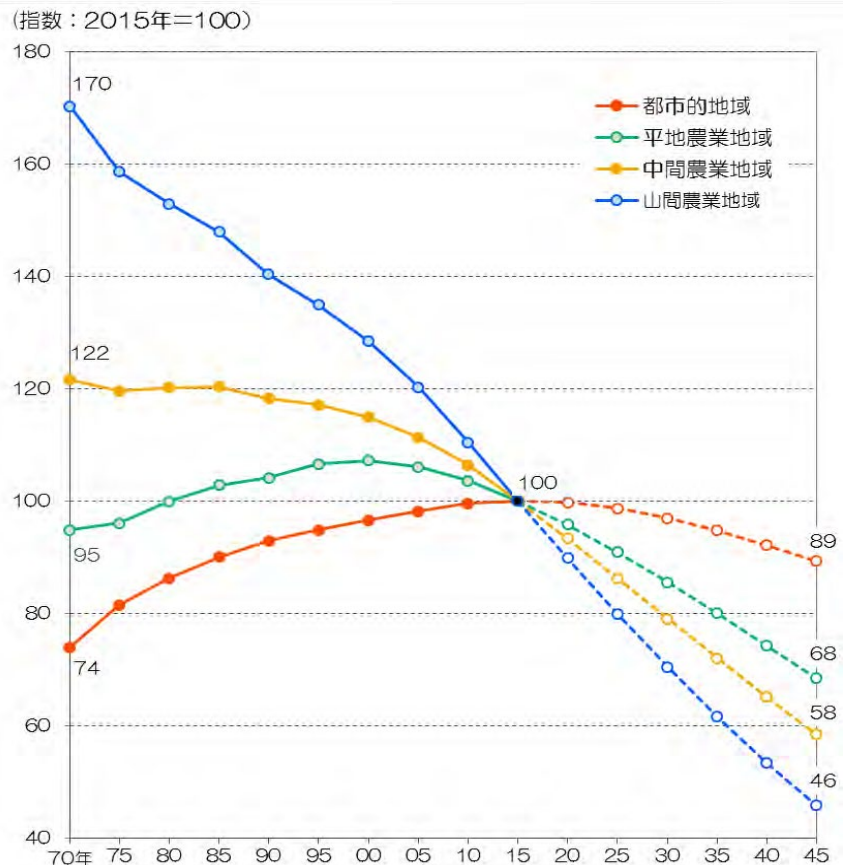


(出典)総務省「国勢調査報告」、同「人口推計年報」、同「平成12年及び17年国勢調査結果による補間推計人口」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析」(1974年)をもとに、国土交通省国土計画局作成

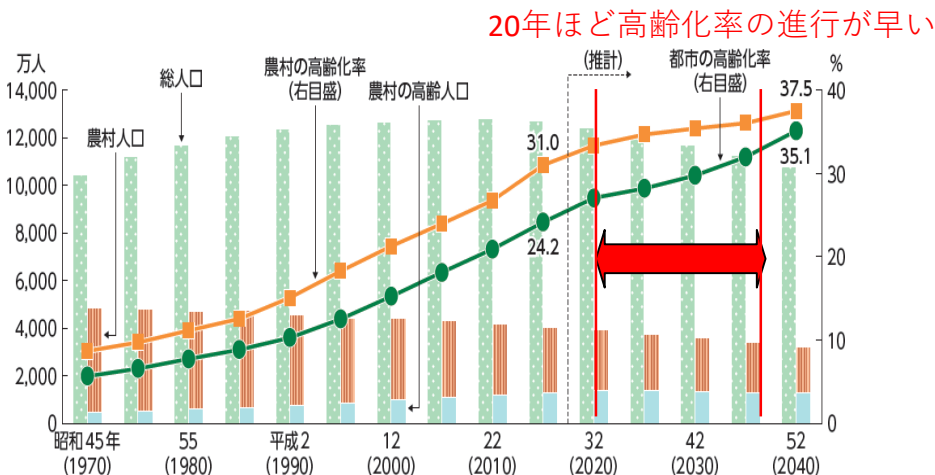
人口の急激な低下が見込まれている。
2050年には人口9,500万人、高齢化率39.6%

日本の農村地域 過疎化、高齢化の進行

農業地域類型別の人口推移と将来予測



農村・都市部の人口と高齢化率



- 農村における高齢化・人口減少は都市に先駆けて進行
- 山間地域においては、2045年には2015年から人口は半減すると見込まれる。

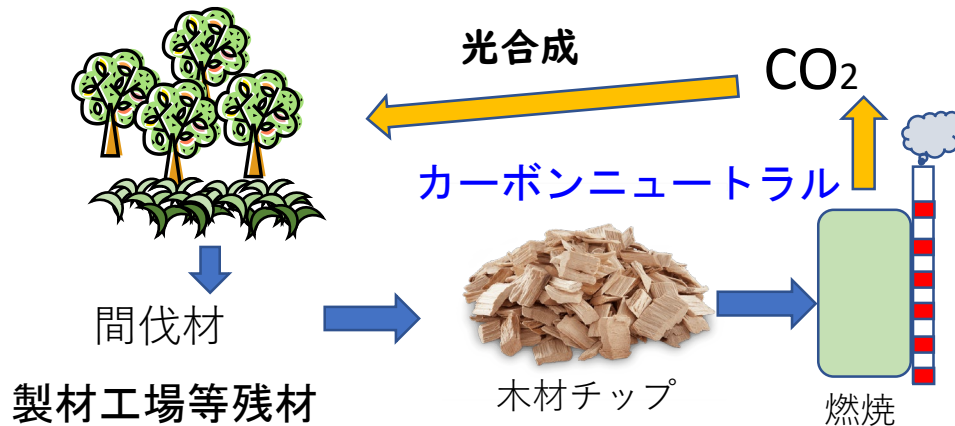
出典：農村を取り巻く環境について（農林水産省）

地球温暖化と農村地域における過疎化・高齢化を
解決するために、現在の日本で行われている方法

バイオマス資源の利活用

①農村地域活性化、②地球温暖化の抑制、③循環型社会の形成

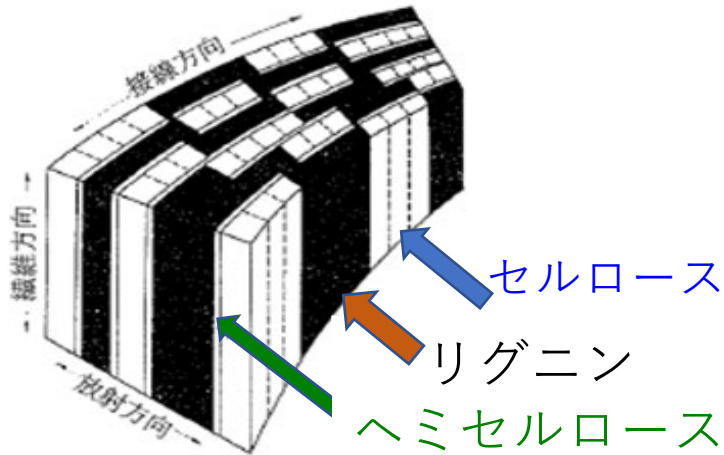
現在のバイオマス資源の利用法（例）



マテリアル利用より、直接燃焼による熱・発電利用が多い。

バイオマス（木材）の構造

分解されにくい構造



鉄筋コンクリートに例えると

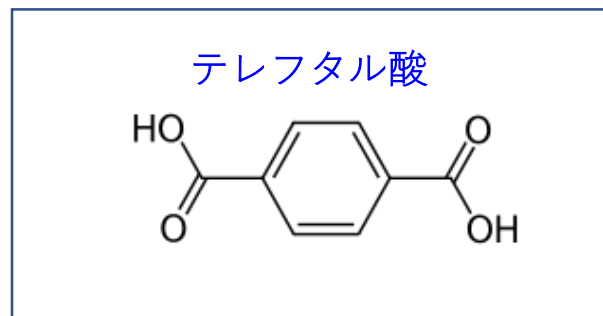
- セルロース
鉄筋
- ヘミセルロース
鉄筋とコンクリートを混ざりやすくする
- リグニン
コンクリート

物理的に強固であり、多成分で構成されるため製造費用が高くなる。

- 需要増が見込まれる付加価値の高い製品の製造が必要
- 未利用系バイオマス資源の利活用が必要

本プロジェクトの概要

未利用系バイオマス資源(カーボンニュートラル)からのテレフタル酸とバイオPETの社会実装を通じて、CO₂排出量の削減と農林業の活性化に貢献する。



用途：飲料用ボトル（PETボトル）、衣類、フィルム等の原料

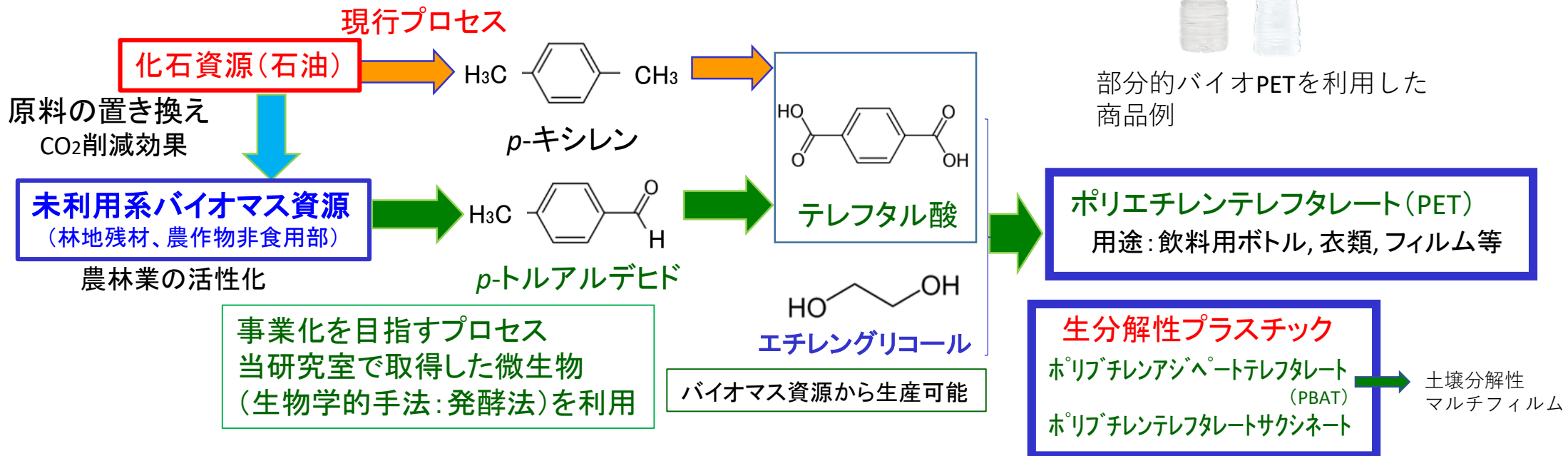
世界需要：6,200万トン/年（2017年、市場規模：5.2兆円）

4.5%の伸び ↓

8,000万トン/年（2023年、6.7兆円）

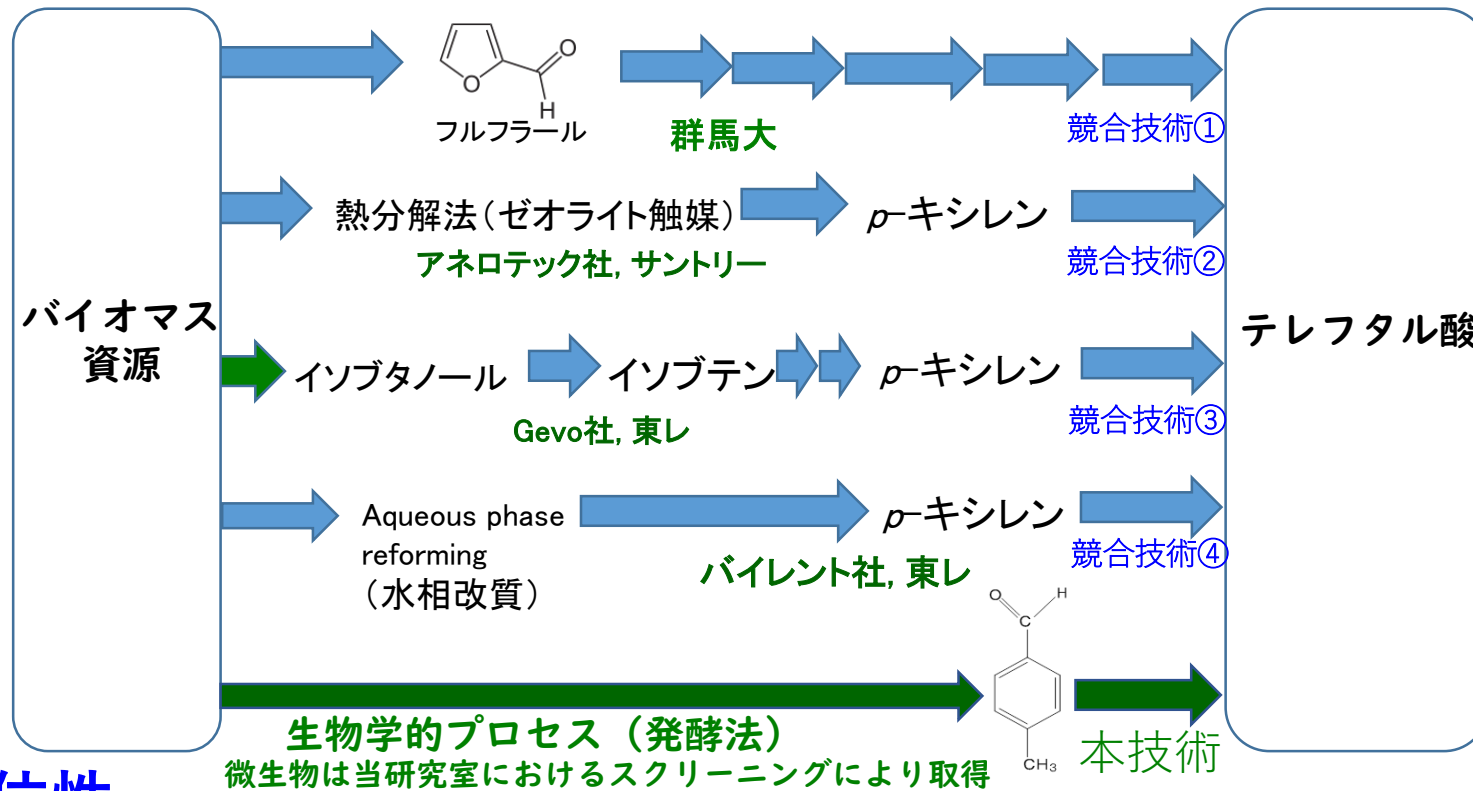
新技術の特徴・従来技術との比較

本プロジェクトの概略図



新技術の特徴・従来技術との比較

競合技術：製造工程数が多いため設備費が高い。
化学プロセスであるためエネルギー使用量（CO₂排出量）が多い。



本技術の優位性

- 製造工程数が少ないため、設備費を抑制できる。
- 生物学的プロセスを用いるためにエネルギー使用量（CO₂排出量）が少ない。

実用化に向けた課題

1. 低コスト化

石油由来テレフタル酸と同等の価格を目指す。

- ・未利用系バイオマス資源（価格, 入手可能量, 原料適性）



稲ワラ



モミ殻



タケ



廃菌床



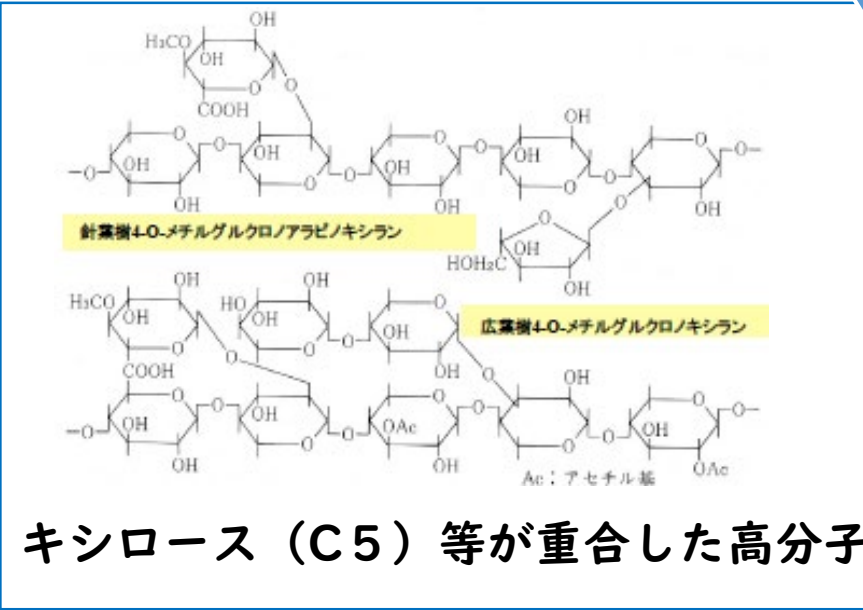
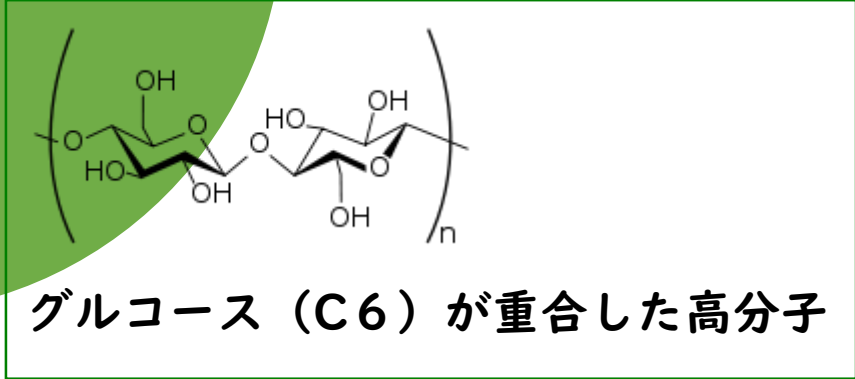
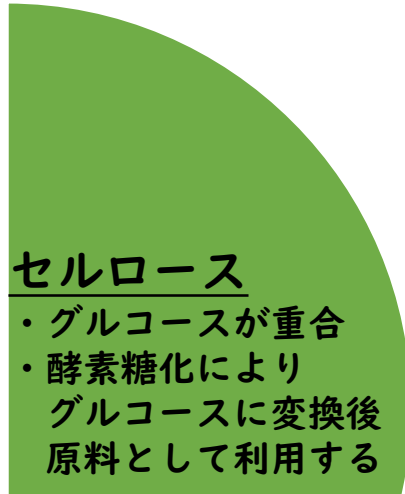
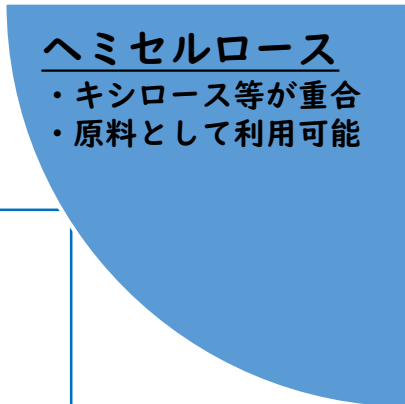
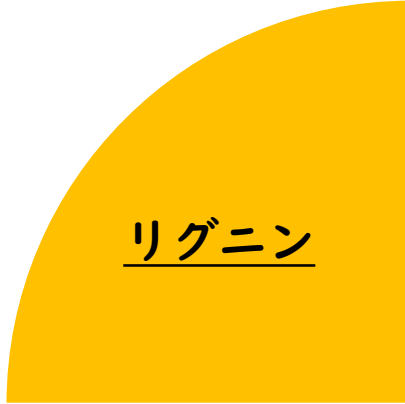
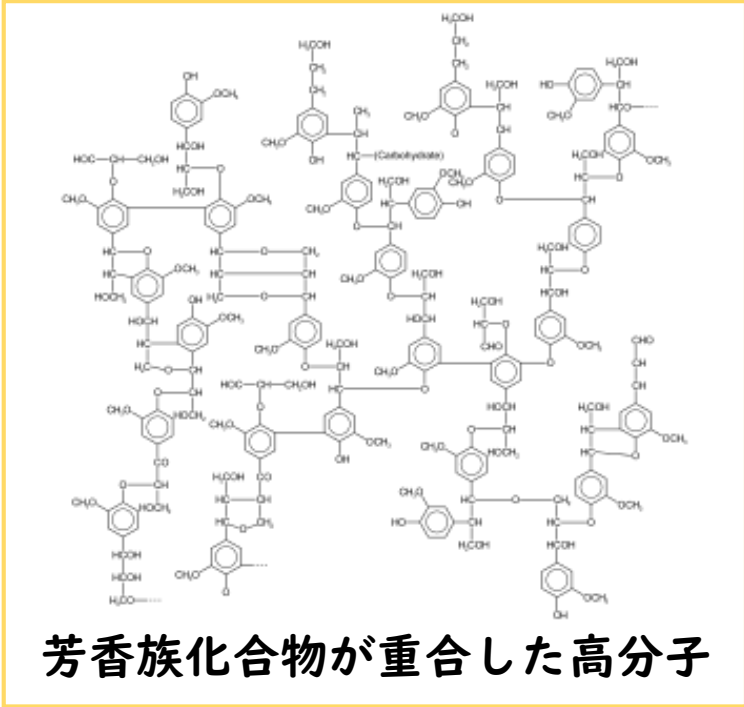
間伐材

- ・前処理法（糖類を取り出す方法）の選定
- ・発酵収率の向上（微生物の改良）

2. 大量生産技術の確立

- ・ラボレベルと同等の発酵収率、製品性能が得られるかの確認
- ・製造フローの決定

原料の選定

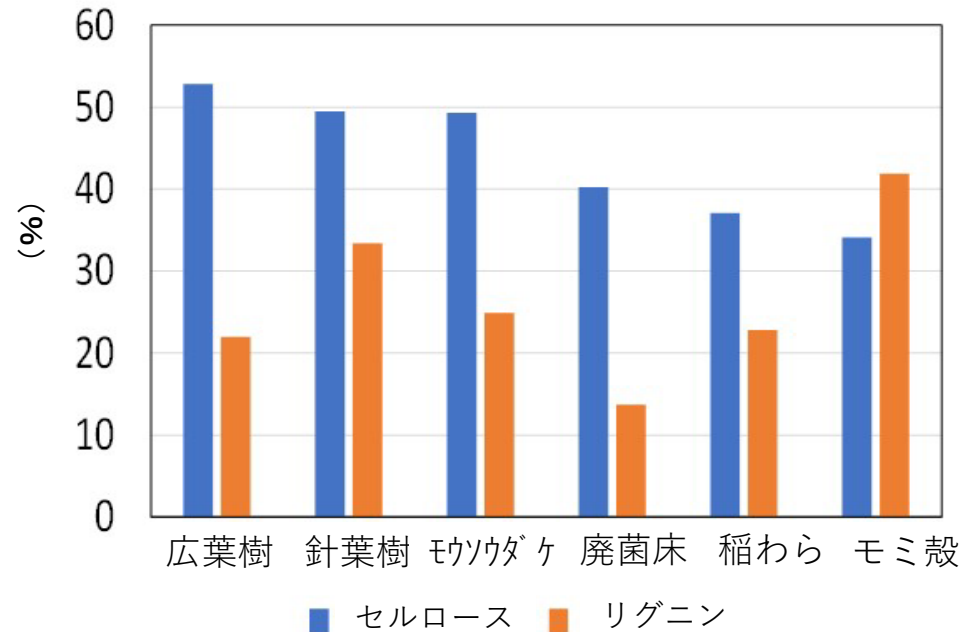


バイオマスの主な化学組成

木材の樹幹では、およそセルロース50%、ヘミセルロース25%、リグニン25%

バイオマス資源の選定

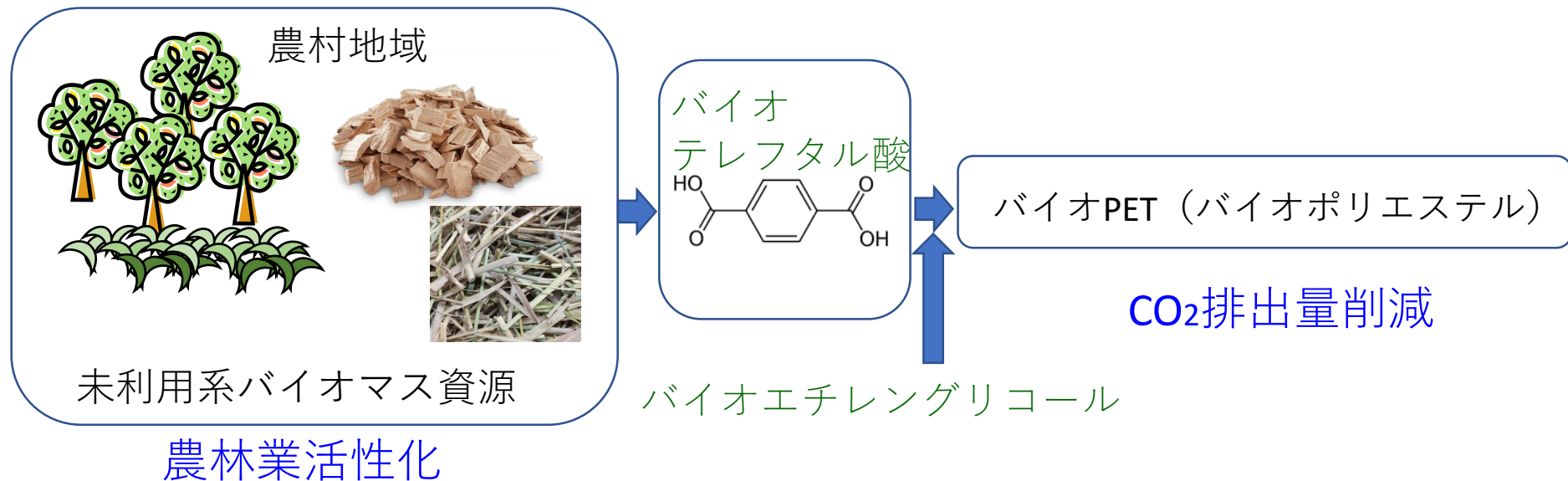
未利用系バイオマス資源のセルロース
リグニン含有率の比較



広葉樹のセルロース含量が最も高く、リグニン含有量が少ないため原料として適していると考えられた。

まとめ

未利用系バイオマス資源からのテレフタル酸とバイオPETの社会実装を通じて、CO₂排出量の削減と農林業の活性化に貢献する。



企業への貢献、PRポイント

- 低炭素社会への実現に向けた新規製造プロセスを構築できる。
- 未利用系バイオマス資源の利活用により、廃棄物に付加価値を与えることができる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：バイオマス資源からのテレフタル酸の製造方法およびバイオマス資源からのポリエステル^oの製造方法
- 出願番号：PCT/JP2022/005192
- 出願国：日本、米国、欧州、中国、ブラジル
- 出願人：学校法人幾徳学園
- 発明者：仲亀 誠司

お問い合わせ先

神奈川工科大学

研究推進機構 研究支援部門

T E L 0 4 6 - 2 9 1 - 3 2 7 7

e-mail ken-shien@ccml.kanagawa-it.ac.jp

謝辞

本プロジェクトは、生物系特定産業技術研究支援センター（生研支援センター;BRAIN）のスタートアップ総合支援プログラム（SBIR支援）の助成を受けて実施しています。

