

【事業名】国内製糖工場廃棄物からの有価物製造によるGHG削減技術実証

【代表者】東レ株式会社 山田勝成

【実施予定年度】平成26～28年度

(1)技術開発概要

①【技術開発の概要・目的】

国内未利用バイオマスの利活用によるGHG削減を目的とし、技術普及の端緒となることが期待される製糖工場廃棄物（バガス、廃糖蜜）からの自立・低炭素型有価物製造事業の確立に向けて以下の技術開発を行う。

(i) バガス水熱処理後のC6画分からの糖化、固形分除去、エタノール連続発酵技術の実証

(ii) C5画分からのオリゴ糖、ポリフェノール製造技術の実証

本技術実証により、高いCO₂削減率が達成できるとともに経済的に自立可能なエタノール製造事業を創出することができ、国内に賦存する各種バイオマスに技術転用可能であるため、国内のCO₂排出量削減に多大に貢献できる。

②【技術開発の詳細】

(1)要素技術1：C6画分の酵素糖化技術

糖化工程で最も製造コストに影響を及ぼすものは、糖化酵素コストである。このため、本糖化酵素を使い捨てにするのではなく、UF膜を利用することで糖化酵素を回収し再利用することで糖化酵素コストの削減を図る技術。

糖化液の製造の段階で固形物（糖化残渣）を除去することで、次工程の連続発酵中の膜ファウリングを防止し、糖化残渣をボイラー原料とすることで、本技術実証工程で必要な電力・蒸気を賄いGHG排出量削減に貢献するための技術。

(2)要素技術2：エタノール連続発酵技術

小規模生産においては設備投資額を削減することが重要である。バッチ発酵もしくはフェドバッチ発酵よりも高い生産速度かつ高い設備稼働率でエタノールを製造するために、分離膜（MF膜）を利用し、微生物と培養液を連続的に分離し、微生物を繰り返し利用しながら高濃度化し、高い生産速度を得る技術。

(3)要素技術3：C5画分からのオリゴ糖・ポリフェノールの製造技術

バガス水熱処理によるC5画分から分離膜を利用し、オリゴ糖、ポリフェノールを回収する技術。

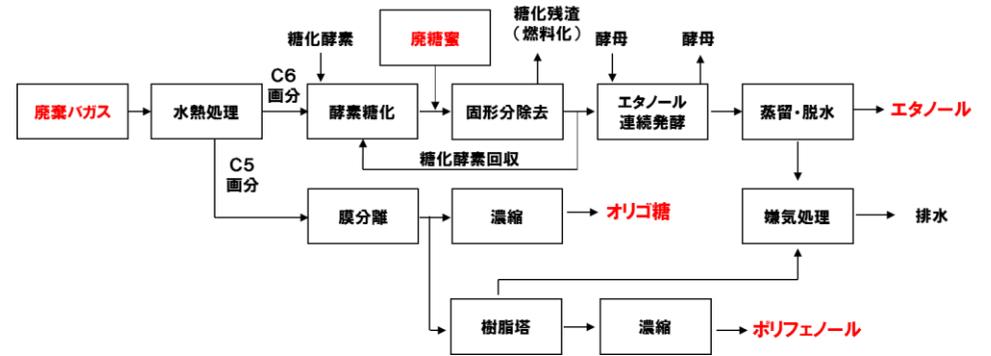
また、本技術開発で得られるオリゴ糖およびポリフェノールは、従来の製糖工程から得られるものと同等の有用性（商品価値）を持つと想定されるが、構造解析、動物試験を実施し、その有用性を検証する技術。

(4)要素技術4：本技術実証データに基づくエタノール製造コストおよび有価物のLCA評価を通じたGHG排出量削減効果の評価

本技術開発は、国内製糖工場廃棄物からオリゴ糖・ポリフェノール・エタノールを併産し、離島地域という小規模生産においても事業性を改善し成立させつつGHG排出量を削減することを技術実証するという、従来実施されたことのないプロセス構成となることから、本技術開発の実証データをベースに、エタノール製造コスト、LCA評価を通じてGHG排出量削減効果の評価を行う技術。

③【システム構成】

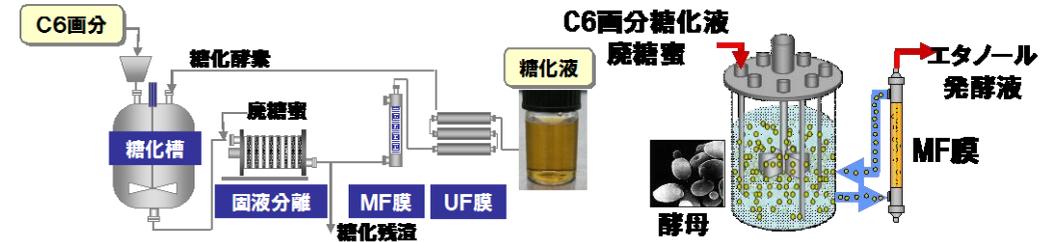
本技術開発のブロックフロー



核となる技術：膜分離技術による廃棄バイオマスからの有価物製造プロセス

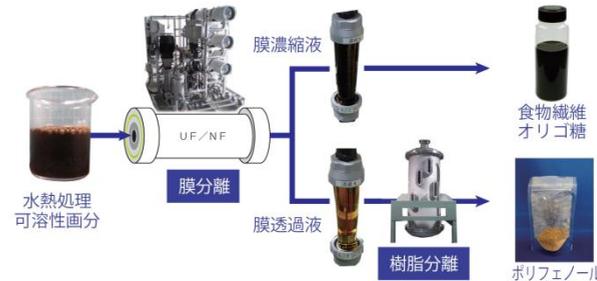
要素技術1：
C6画分の酵素糖化技術

要素技術2：
エタノール連続発酵技術



要素技術3：
C5画分からのオリゴ糖・ポリフェノールの製造技術

要素技術4：
本技術実証データに基づくエタノール製造コストおよび有価物のLCA評価を通じたGHG排出量削減効果の評価



(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

要素技術1: 酵素添加量20mg/g-Dry C6画分で、糖化率80%以上を達成したが、酵素回収率は30%(5回繰り返し)を達成した。
 要素技術2: ラボ・パイロット・セミワークススケールにて対糖収率51%、エタノール蓄積濃度6.2wt%、生産速度10.3g/(L・h)で600時間以上の連続発酵を達成した。
 要素技術3: テストプラントにて、C5画分の前処理法の確立、連続100時間運転実施。オリゴ糖・食物繊維回収率70%以上、生産量75kg/日を達成した。
 ・ポリフェノール抽出率20%、生産量1.5kg/日を達成した。
 ・オリゴ糖、ポリフェノールを食品及び飼料の用途利用に必要な安全性を確認した。
 ・In vivoの評価でオリゴ糖のプレバイオティクス効果を確認した。ポリフェノールは製品価格当りの抗酸化力が高いことを確認した。
 要素技術4: 本事業モデルで、CO2削減率64.1%あることを確認した。バガスを全量発電に利用する場合よりも経済性が各段に良いことを確認した。

②【CO2削減効果】

○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン C,Ⅲ-i)

・2,800tの廃棄バガスおよび2,800tの廃糖蜜から製造されるエタノール1,027kLのガソリン代替によるCO2排出削減が可能となる。(2,485-CO2/年)
 ・2020年度に期待される最大普及量: 製糖工場1箇所への導入
 ・年間CO2削減量: 2,485t-CO2

○2025年時点の削減効果 (試算方法パターン C,Ⅲ-i)

・2025年度に鹿児島県の製糖工場4箇所(新光糖業、生和糖業、南西糖業2工場)に本技術開発成果が普及したと仮定した場合、4工場合わせた廃棄バガスおよび廃糖蜜から製造されるエタノール5,116kLのガソリン代替によるCO2排出削減が可能となる。(8,866t-CO2/年)
 ・2025年度に期待される最大普及量: 製糖工場4箇所への導入
 ・年間CO2削減量: 8,659t-CO2

○2030年時点の削減効果 (試算方法パターン C,Ⅲ-i)

・2030年度にタイ国の製糖工場(クンパワピーシュガー)に本技術成果が普及したと仮定した場合、鹿児島県の製糖工場と合わせて製造されるエタノール約25,400kLのガソリン代替によるCO2排出削減が可能となる。(約43,000t-CO2/年)

③【成果発表状況】

・2016年11月28日東レ株式会社よりプレスリリース「膜利用発酵プロセスのスケールアップ実証について - 製糖工場で発生するバイオマスを原料にしたエタノール生産 -」
 掲載新聞: 2016/11/29 日経産業新聞 朝刊 15面、化学工業日報 朝刊 12面
 日刊工業新聞、石油化学新聞、日刊ケミカルニュース
 ・29th International Society of Sugar Cane Technologists Congress (ISSCT) (Dec 5-8, 2016) 東レ株式会社 技術出展
 ・2017年5月11日 第115回精糖技術研究会年次大会にて口頭発表「国内製糖工場廃棄物からの有価物製造におけるGHG削減技術実証」(糖業会館・東京)

④【技術開発終了後の事業展開】

○量産化・販売計画

- ・各要素技術単独での事業化可能性を検討し、いち早く事業化できるシナリオを検討する。
- ・サトウキビ生産量の大きな海外への技術展開を進める。
- ・国内へ展開するために、エタノールをガソリン代替以外にボイラー燃料などへの転用活用に関する技術開発を推進する。
- ・国内・海外でのオリゴ糖・ポリフェノールの製品化・マーケット拡大を推進。
- ・2030年を目処として、本事業モデルをタイへ展開を推進

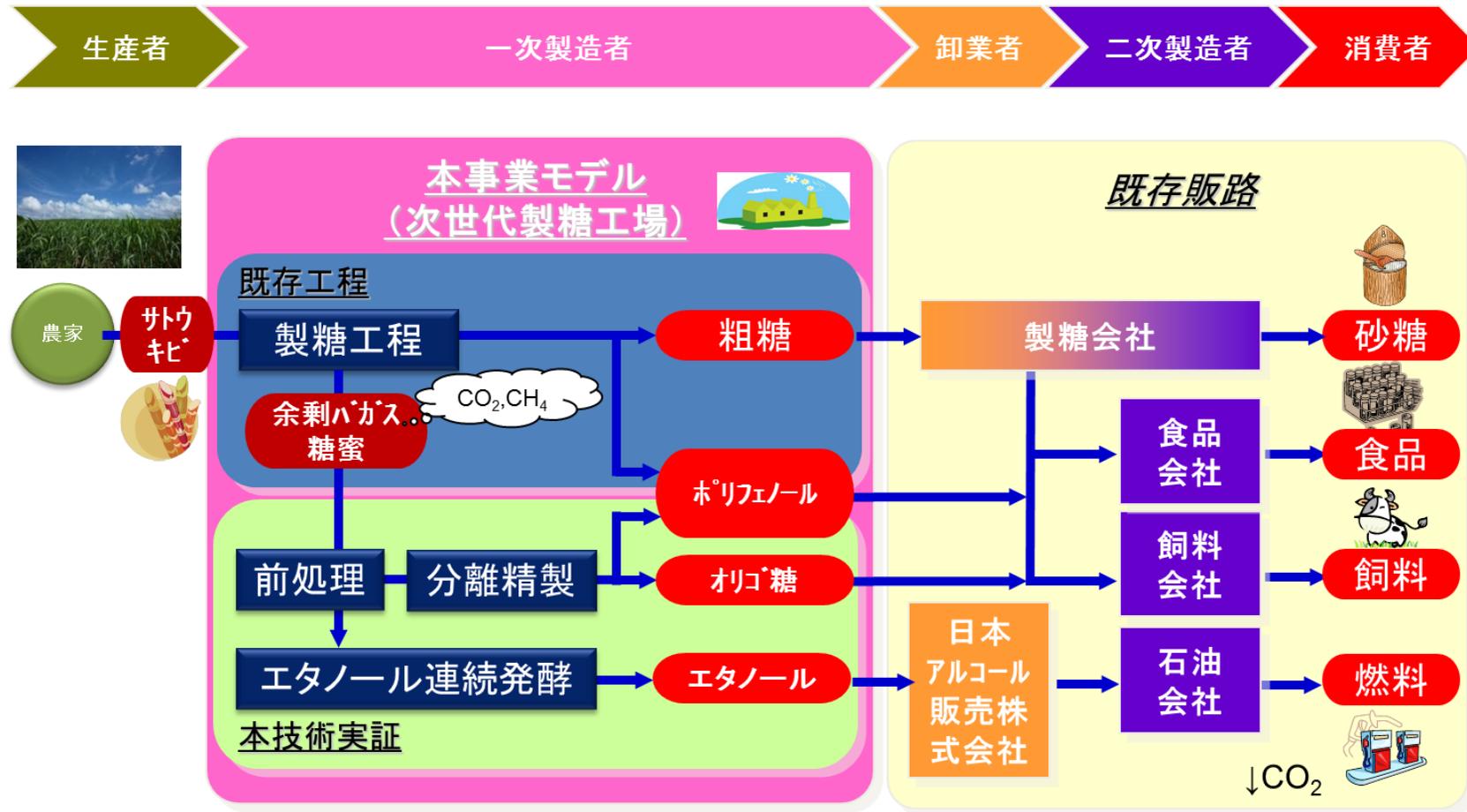
○事業拡大シナリオ

年度	2018	2020	2025	2030 (最終目標)
各要素技術単独での事業化検討		→		
各要素技術単独での海外普及のための国際技術実証			→	
各要素技術の単独海外普及				→
国内エタノール、オリゴ糖、ポリフェノールのマーケット開拓		→		
本事業モデルの国内への展開			→	
本事業モデルのタイへの展開				→

○シナリオ実現上の課題

- ・海外への事業展開に向けた海外動向調査
- ・各要素技術単独での事業化シナリオの策定
 例: 要素技術2の糖蜜を原料にしたエタノール連続発酵事業化
- ・各要素技術単独での海外技術実証
- ・国内エタノールのガソリン代替用途の開拓(ボイラー燃料などへの転用)
- ・オリゴ糖・ポリフェノールの製品化・マーケット拡大

○参考資料



- ・未利用バイオマスから燃料用エタノールを製造しGHG排出量削減に貢献する。
- ・オリゴ糖・ポリフェノールを併産することで次世代製糖工場の事業性を改善する。
- ・エタノール連続発酵技術を導入しエタノール製造コストを低減する。

○参考資料

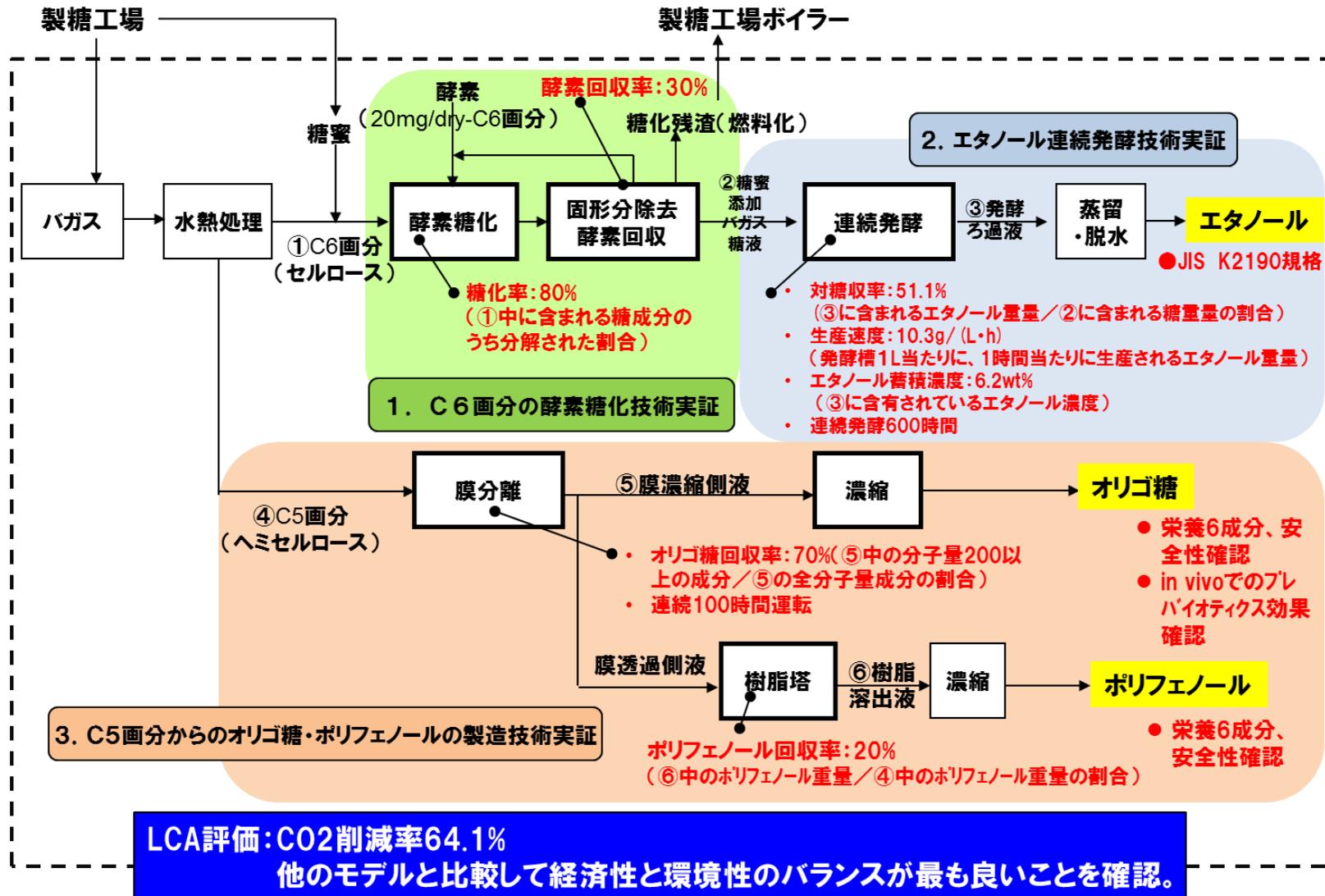


図 本事業成果のまとめ

CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.8点 (10点満点中)

- 評価コメント

- 糖化酵素回収、エタノール発酵微生物回収、オリゴ糖とポリフェノールの分離に膜分離を効果的に利用しており、各要素技術の開発目標を概ね達成し、技術的に優れたプロセスとして評価する。
- 国内でのバイオエタノールのガソリン代替用途の見込みが乏しく、普及見通しが困難な中、ボイラ一燃料への転用等、他目的での利活用も並行して検討することを期待する。
- 本事業の実施内容について積極的に成果を広く公表し、その際は環境省「CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」である旨を周知することを求める。