

**「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／
余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業
(国名：タイ) 」個別テーマ／終了時評価報告書**

2024年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業総合技術開発機構

国際部

目 次

はじめに

審議経過

終了時評価分科会名簿

第1章 評価

1. 総合評価

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・マネジメント

2. 2 事業成果

2. 3 事業成果のアウトカム

3. 評点結果

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 終了時評価分科会公開資料（資料5）

参考資料 評価の実施方法

はじめに

本書は、「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業（国名：タイ）」個別テーマの終了時評価に係る報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第29条に基づき「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業（国名：タイ）」終了時評価分科会を設置し、事業評価実施規程に基づき、評価を実施し、確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

2024年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
国際部

「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／
余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業（国名：タイ）」
個別テーマ／終了時評価分科会

審議経過

○ 終了時評価分科会：2024年1月10日（水）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 終了時評価分科会の設置について
3. 終了時評価分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明

非公開セッション

6. 事業の詳細説明
7. 意見交換

公開セッション

8. まとめ
9. 今後の予定、その他、閉会

終了時評価分科会の設置について

脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／
余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業（国名：タイ）／
個別テーマ 終了時評価分科会

表1 終了時評価分科会委員名簿

職位	氏名	所属	役職
委員長	いもう けんじ 芋生 憲司	東京大学	教授
委員長代理	こんどう あきひこ 近藤 昭彦	神戸大学	教授
委員	なかむら よしとし 中村 嘉利	徳島大学	教授
委員	ふくだ かつら 福田 桂	三菱総合研究所	主任研究員
委員	ゆき まさお 湯木 将生	三菱 UFJ キャピタル	執行役員

敬称略、委員のみ五十音順

第 1 章 評価

**「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／
余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業（国名：タイ）」
個別テーマ／終了時評価分科会**

評価委員会コメント及び評点の集約結果

1. 総合評価

＜肯定的意見＞

- ・ 主にコストの問題で第二世代バイオエタノールが普及していない中、本事業では副産物の生産と糖化酵素の回収・再利用により、コストを低減する実証を行った。感染症の影響で、当初の計画通りに実証事業を進めることが出来なかったが、適切な計画変更がなされ、目標を達成したことは高く評価できる。
- ・ コロナ禍の真只中であつたが、創意工夫ですべての目標を達成している点は、高く評価できる。
- ・ 経済性のあるプロセスとして COP プロセスに加えて、CP プロセスを構築し、セルロース糖に加えてポリフェノールを製造販売することの有効性を示すとともに、GHG 排出削減効果も大きいことを示した点は素晴らしい成果と考える。世界でバイオものづくりを進める上で、リグノセルロース原料の利用に道を開いたという点で、大きな波及効果が期待される。
- ・ 事業の目標値がすべて達成されていることから、本事業は十分成功したと評価される。
- ・ タイやその他普及の可能性がある国・地域での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが提案されたことは大変良いといえる。
- ・ 当日の説明・回答ぶりから判断するに、非常によく検討された上での技術実証が行われたという印象を受けた。開発目標も全て達成しており、高く評価できる。
- ・ 現地事業会社の設立・増資や生産物販売先の開拓等が行われており、今後の事業化に向けた展開も大いに期待される。
- ・ 全体的にみて、細かい部分までよく検討されており、目標も全ての項目で十分に達成出来ており評価できる。更に、事業化に向け、当初予定以上のプロセスの複数検討や生成物の用途探索も出来た点は非常に評価が高い。
- ・ 全てのプロセスで自製酵素を利用できることもわかり、プロセスも顧客ニーズや今後の市場動向を詰めていくことで、展開可能性があることを考えると、ビジネス化の可能性を十分に秘めており、どのプロセスで勝負するかを早期に絞り込むことができれば、事業化の期待も広がってくる案件であり評価が高い。

＜今後に対する提言＞

- ・ 普及に向けて、実規模の設備で生産を行う場合のプロセスを設定し、コストと化石燃料に対する温室効果ガス排出削減量の試算を行っていただきたい。また相手国側企業の積極的な参画を期待する。
- ・ 現地事業会社（CBT 社）を中心にまずタイにおいて、セルロース糖を活用したバイオエタノールやバイオプラスチック、バイオ繊維などの生産を進め、事業化を推進してほしい。さらにそれを近隣諸国に展開して強力なサプライチェーンを構築して日本にも還元してほしい。

- ・ より経済的と思われる CP プロセスについて、より詳細なマテリアル収支、エネルギー収支、二酸化炭素削減効果などを明示してほしい。
- ・ 糖化残渣の有効利用法（燃焼以外）についても考えてほしい。
- ・ GHG 削減効果については当日説明資料でも一部言及があったが、詳細は試算中と認識している。エタノールを燃料利用（自動車用燃料、SAF）する場合は GHG 削減効果が付加価値に直結するため、国際ルールに則った試算・今後のさらなる改善に期待する。
- ・ 全プロセスについて、まずはマテリアルバランス、エネルギー収支、GHG 排出量等を明確にしていくことが重要。特に、セルロース糖の性状や固形ポリフェノールの売り方、販売価格をどの様に挙げていくかについては、詳細を詰めていってほしい。
- ・ また、原料の保管方法と更に効率的な運転の仕方を詰めていくことで、生成物の収率アップも検討してほしい。また、糖化残渣をもう少し少なくする、あるいは効率的な利用方法等ができる可能性は更に検討いただけると有難い。
- ・ 今後、膜技術の運転や自製酵素の制御方法のノウハウ確保と、ビジネスとしての特許取得との中で、何を公開し、何をノウハウとして秘匿していくのかは十分に考えて、ビジネス展開を図ってほしい。

各論

2.1. 事業の位置付け・マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 化石エネルギー資源の保全と地球温暖化抑制のため、世界的に脱炭素化が求められており、バイオマスは再生可能エネルギーの一つとして、また持続可能な工業原料として期待されている。本事業はバイオマスの中でも産出量の多いバガスから、燃料用エタノールの原料となる糖、および副産物としてポリフェノールとオリゴ糖を生産するものであり、政策的必要性が高い。燃料用エタノールは現在、第一世代が主流であるが、食料競合の観点から第二世代の普及が求められている。しかし、長きにわたる研究開発にもかかわらず、ほとんど普及していないのが現状であり、本事業の成果の普及が期待される。相手国のタイは世界第五位のサトウキビ生産国であり、バガスの供給ポテンシャルが多く、また燃料用エタノールの導入目標量が多いことから相手国の要望に合致している。
- ・ 第二世代の燃料用エタノールは内外で活発に研究されているが、コストが高く、技術的な課題が多く残っており、未だほとんど普及していないことから、民間企業が取り組むには事業のリスクが高い。また、本事業は公共性が高く、成果が普及すれば地球環境の保全に寄与することから、NEDO が関与し、公的資金が使われることは妥当である。
- ・ 本事業はタイ国の複数の政府機関と大学の協力のもとに実施された。また実証サイトの企業の協力も得ており、成果の普及に資する良好な関係が構築されたと判断する。
- ・ 国内の実施企業が適切な役割分担のもとに研究開発を行い、普及体制を構築した。実証サイト KMP 社とも良好な関係を構築し、バガスの提供を受けた。これにより当初の目標が達成されたことから、実施体制は妥当であったと判断される。
- ・ 第二世代の燃料用エタノールは主として、化石燃料と比較しての温室効果ガス削減量と、生産コストの観点で評価される。本事業は副産物を生産することで、主産物であるエタノールの生産コストと環境負荷を副産物に割り振るようしており、事業内容が合理的である。感染症の影響で、当初の計画通りに実証事業を進めることが出来なかったが、適切な計画変更がなされ、目標を達成したことは高く評価で

きる。

- ・ 本事業の目指すセルロース糖の生産は、燃料用バイオエタノール、化学品やプラスチック生産など多方面に利用が期待され、日本、タイ両国にとって重要な内容であり、両国の政策とも合致している。したがって、事業実施に当たってはタイ政府からの協力も得られ、円滑に事業が推進されている。
- ・ 日本もセルロース糖のニーズが高く、サプライチェーンの構築の観点から、日本への還元も大きいと期待される。
- ・ 事業計画や規模は妥当であったと言える。コロナ禍の影響や、CPプロセスの検証など、プロジェクトで得られた新たな知見から、期間を延長して実証を深めたのも適切であったと考える。
- ・ 制度的に先行している海外のエネルギー市場（タイ）での実証をまず初めに行うことは大変妥当と評価される。
- ・ 新規実証プラントの製造等が必要であり民間企業だけではリスクが高いため、NEDO の関与がぜひ必要である。
- ・ タイの各種機関と適切な実施体制を確立している。
- ・ 近年、バイオマスについては持続可能性が強く要求される状況にあり、セルロース等の非可食バイオマス由来の糖・エタノールやポリフェノールはその要件を満たすものとして、高く期待される。エタノールについては航空用燃料（SAF）としての需要拡大も見込まれる。その観点から、本事業の意義は十分に高かったと考える。
- ・ 現地国政府、企業、大学などとの連携も十分に行われた印象を受けた。
- ・ 委託企業の中で、途中で主要企業が抜ける等の突発的事象もある中で、上手く課題を引継ぎ、体制を立て直し、実証事業をきちんと進めてきた点は評価できる。
- ・ 公共関与があったことも大きいようで、実証サイト提供企業とのバガスや用役提供、その他関係機関との交流もうまく進んでいる。運転指導等もあってタイ人中心の運転を実施しながら、数十回にわたる実証運転でサンプル抽出を行い、生成物の分析を出来ている点は評価できる。

<改善すべき点>

- ・ 相手国の経費負担と相手国への技術供与の内容が発表資料からは不明確である。
- ・ 基本的に製糖工場を実証の場として行われているが、製糖産業内にシステムを組み込んだ場合の事業化や、サトウキビからエタノールを製造する企業に、バガスを活用した本システムを組み込んだ場合の事業化についての利点も総合的に評価できる取組も行えば、さらによかったと考える。統合的な利点を明確化できれば、普及が促進されると期待される。
- ・ 今後は日本国内での実証（制度設計を含めて）も考えてほしい。
- ・ セルロース系エタノールについてはブラジル、米国において商用化が始まりつつある状況であるが、それらとの技術競合（本事業開発技術の優位性）について、当日の説明が必ずしも十分でなかった印象である。
- ・ バガスの長期安定性、セルロース糖、オリゴ糖、ポリフェノールの売り先探索と性状要求、価格に対し、具体的に詰めるところまでは実証事業の中で、やった方が良かったかもしれない。
- ・ 膜分離における連続分離は、バガス性状や糖化の状況等に大きな影響があると思われること、また、糖化残渣についても、そのままボイラー投入等は難しく、乾燥工程等が必要と思われるため、この点についてもある程度、詰めることができれば事業化の目途が立ちやすくなると思料。

2.2. 事業成果

<肯定的意見>

- ・ 主産物と副産物の製造量および品質の目標が達成され、マテリアルバランスが示された。また、生産物の成分等が詳細に分析され、利用に関わる試験も実施されたことは評価できる。
- ・ 事業開始時に設定した目標値をすべて達成している点は、高く評価できる。
- ・ 初期に計画した COP プロセスに加えて、CP プロセスや他原料としてのキャッサバパルプの事業化可能性も明らかにした点は評価できる。
- ・ スケールアップ可能なアルカリ前処理法や、酵素培養生産技術、膜分離技術を活用した酵素回収技術を組み合わせ、競争力のあるセルロース糖製造技術、精製ポリフェノール製造技術、粗/固形ポリフェノール製造技術を確立している点は高く評価できる。
- ・ 幾つかのプロセスや原料を検討する中で、ノウハウが集積しており、多様な展開が期待できる。
- ・ GHG 排出削減率も、米国目標に比べても高く、CO₂ 削減効果は良好な水準である。
- ・ 自製酵素の製造を行い、実証研究に使用したことは今後の商業化に対する貴重な知見を与えたといえる。
- ・ 目標値をすべて達成していることは大変良いと評価される。
- ・ 流通に備えてオリゴ糖のスプレー化をしたことは商業化のために適切である。
- ・ コロナ禍の制約下においても所定の実証（72 時間連続運転、異なるアウトプットの生産）を遂行し、当初の研究開発目標を基本的に全て達成している。
- ・ 非製糖期での収率低下など、当初想定されていなかったと思われる事項についても対応方針を検討し、適切な改善策が確立されている。
- ・ 実証期間中に委員からの指摘もあって精製ポリフェノール等が予定通りに売れない場合として、CP プロセスを新たに検討した点や、固形ポリフェノールの販売先を見つけ出した点は、評価が高い。
- ・ コロナの影響もあって多少、目標見直しがあったようだが、目標に対して全て達成している点も評価できる。

<改善すべき点>

- ・ 発表資料に、実証実験の回数などの基本的な情報が記載されていない。
- ・ バイオ燃料において最も重要な情報である化石燃料に対する温室効果ガスの排出削減量が現時点では明らかにされていない。計算中とのことなので結果を期待する。
- ・ コロナの影響等もあり、プラントの運転に制約があったのは残念である。特に有望と考えられる CP プロセスのデータやキャッサバパルプ利用時のデータが十分とれなかった点は残念である。今後、CBT 社によるさらなるデータ集積を期待したい。
- ・ CP プロセスが COP プロセスと比較して良いと判断される理由をもう少し詳細に説明してほしい。
- ・ 既存技術や競合技術との優位性をもう少し定量的に検証してほしい。
- ・ COP プロセス、CP プロセス、他原料・キャッサバパルプ原料プロセスと、複数のプロセスの実証が行われたことは評価できるが、今後の事業展開が最も期待できる CP プロセスではなく COP プロセスを基本実証プロセスと位置付け、他のプロセスは延長期間での実証であった。事業計画時に、将来の事業化を見据えたプロセス検討がどこまで行われていたか承知していないが、計画策定において改善の余地があったと思われる。

- ・ 今回のセルロース糖生産の肝は、各生産物の収率アップと共に販売先の確保、販売単価アップができるかということ。この点について、まだ、セルロース、ヘミセルロース、リグニンともに、更に分解が進める事ができないか、収率アップの可能性を検討したり、顧客の要求性状と販売価格についても、もう少しヒアリングで、詰めたりすることができれば、尚、良かったかもしれない。
- ・ 連続運転も 3 日間運転することで、連続運転の可能性があることが分かったが、性状安定等を考えると、もう少し長期運転をすることで、生産物の性状変化や酵素の耐久性についても明らかにできれば尚、良かったと考えられる。ただし、コロナの影響等もあり難しかったことはよく理解できる。

2.3. 事業成果のアウトカム

<肯定的意見>

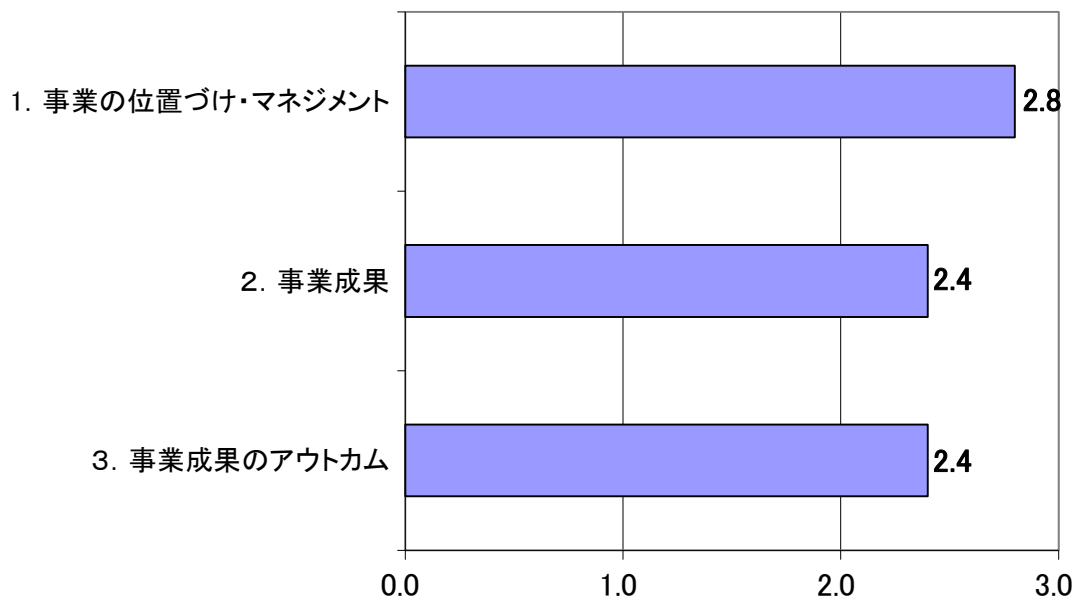
- ・ 相手国、また他のサトウキビ生産国において利用可能量の多いバガスを原料とすること、副産物を生産すること、および糖化酵素の一部を回収・再利用することで、これまで実施されてきた事業に比べて優位性がある。
- ・ 本事業の実施者である東レグループと DM 三井製糖の出資により、相手国内に CBT 社が設立され、早期事業化を目指すことは評価できる。
- ・ 副産物の利用について、評価試験が実施されており、有用性が見いだされている。
- ・ 技術的には他のサトウキビ生産国にも普及できる可能性があるが、日本では製糖工場の規模が小さく、余剰バガスが少ないので、導入の可能性は低いと思われる。
- ・ COP プロセスに加えて、CP プロセスや他原料としてのキャッサバパルプを活用したプロセスなど、状況に応じて併産物を製造してプロセスの経済性を高めることができることを示しており、実現可能性の高いビジネスプランが示されている。
- ・ 事業終了後、プラントを買い取り、事業化を進めている点は高く評価できる。タイ企業や、現地に進出している日本企業との事業検討も進んでおり、大きな波及効果が期待される。
- ・ バガスが大量に排出される他の国や地域において普及可能と思われる。
- ・ 現地でビジネスを行うための体制が適切に確立されている。
- ・ CBT 社の設立や増資等、タイにおける今後の事業展開において本気の姿勢が見られた。
- ・ 生産物の販売について、多くの企業との LoI 締結や一部生産物の有償販売開始等、事業化に向けた具体的な取組が開始されている。
- ・ ある程度、生産物ごとに興味を持ってくれる顧客が出てきている点は非常に良い。特にセルロース糖の利用もバイオエタノールを中心に他の化学品用途にも複数検討しようとしている点は評価が高い。

<改善すべき点>

- ・ 実規模の事業を実施する際の、詳細なマテリアルバランス、エネルギー収支、およびコスト試算が必要である。
- ・ CBT 社の事業は当面は実証事業規模である。今後の普及に向けて実規模の事業を展開する際の計画が立案されることを期待する。
- ・ CBT 社の将来の事業化の展開や、技術普及の道筋をより明確にしてほしい。必要に応じて、さらなる増資を行って大きく展開することを期待する。
- ・ 現実証装置での詳細なマテリアル・エネルギー収支を提出してほしい。

- 生産物の販売については十分な検討がされていたが、本システムの納入先候補（製糖事業者が有力候補となるか）についての言及が、当日の説明では弱かった印象を受けた。
- 改善ではないが、事業化を急ぐには、顧客ニーズや市場動向、更に酵素の耐久性や膜モジュールのメンテをどうするかといった点を早急に詳細検討していく必要があるだろう。
- 固形ポリフェノールの飼料添加物として販売していく可能性はあるので、更に高付加価値な販売先がないか等を探索するとともに、まだ、未反応のまま糖化残渣としてボイラー燃料に投入されることになっていると思われるため、糖化残渣の減容化（リグニンのポリフェノール化の促進）や燃料用途以外の販売先について検討し、収率アップや収益改善を検討していくべきと思料。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	A	A	A	B
1. 事業の位置付け・マネジメント	2.8	A	A	A	A	B
2. 事業成果	2.4	B	A	B	A	B
3. 事業成果のアウトカム	2.4	A	A	B	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

注) 基本計画におけるアウトプット目標

【終了時評価に関する目標】

終了時評価実施規程に基づく事業評価の対象期間中に実施する個別テーマの終了時評価の評価項目のうち、「事業の位置付け・マネジメント」について、4段階のうち最上位又は上位の評点を得る個別テーマの比率を、全体の7割以上とする。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・マネジメント

- ・評価基準に適合し、非常に優れている →A
- ・評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある →B
- ・評価基準に一部適合しておらず、改善すべき点がある →C
- ・評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である →D

2. 実証事業成果

- ・評価基準に適合し、非常に優れている →A
- ・評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある →B
- ・評価基準に一部適合しておらず、改善すべき点がある →C
- ・評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である →D

3. 事業成果のアウトカム

- ・評価基準に適合し、非常に優れている →A
- ・評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある →B
- ・評価基準に一部適合しておらず、改善すべき点がある →C
- ・評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である →D

第2章 評価対象事業に係る資料

「余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム 実証事業（国名：タイ）」（終了時評価）

（2016年度～2022年度 7年間）

実証テーマ概要（公開）

事業者名

NEDOプロジェクトチーム(材料・ナノテクノロジー部・国際部)

2024年1月10日

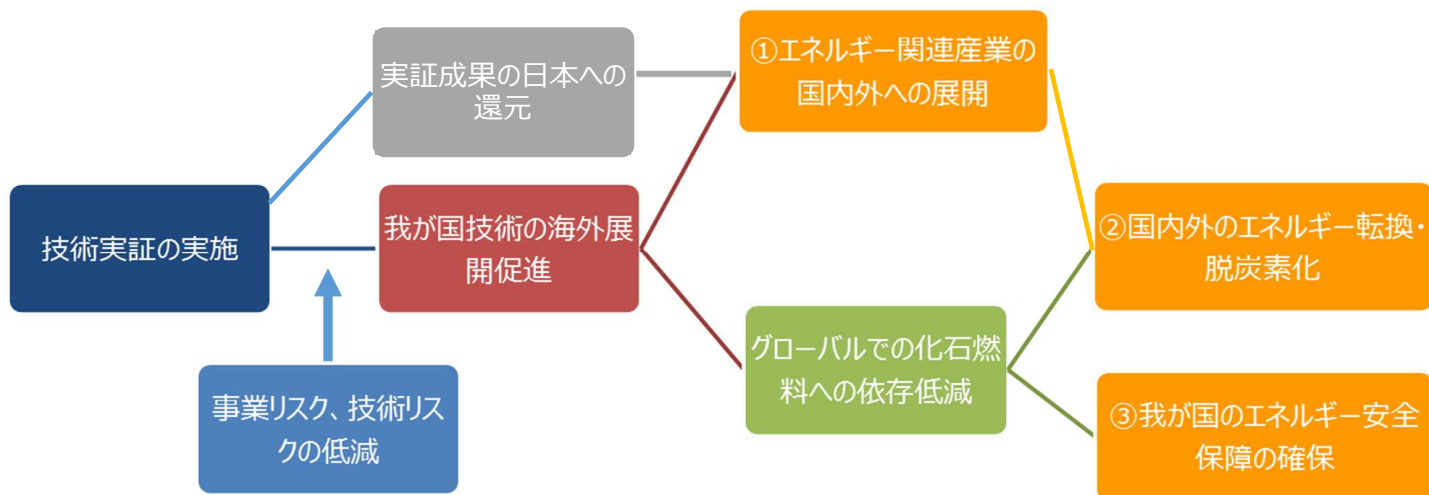
目次



1. 事業の位置付け・マネジメント
(参考) 目的
 - (1) 政策的必要性
 - (2) NEDO関与の必要性
 - (3) 相手国との関係構築の妥当性
 - (4) 実施体制の妥当性
 - (5) 事業内容・計画の妥当性
2. 事業成果
 - (1) 目標の達成状況と成果の意義
3. 事業成果のアウトカム
 - (1) 事業成果の競争力
 - (2) 普及体制
 - (3) ビジネスモデル
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業

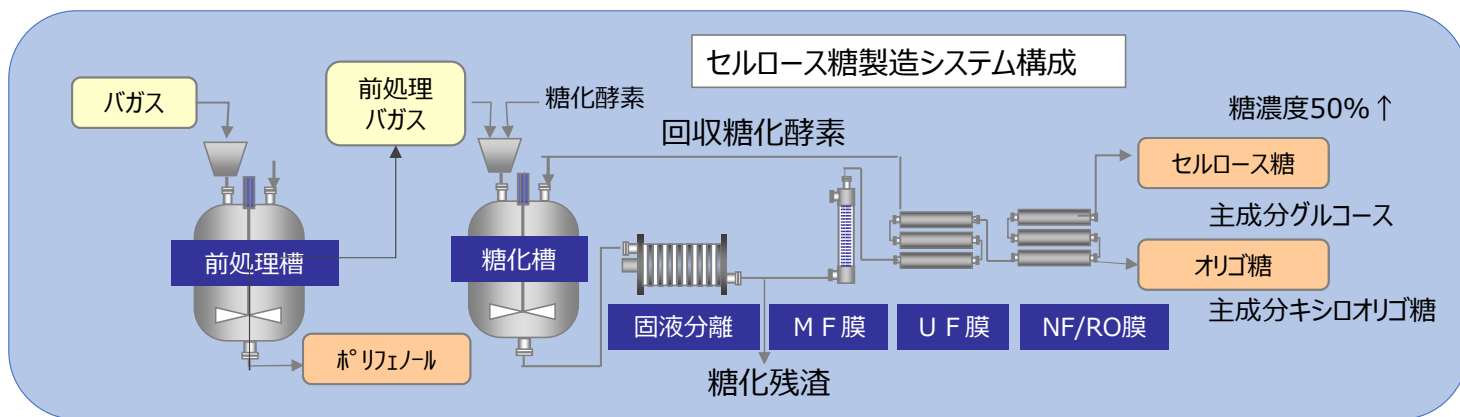
S + 3 Eの実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて、実証技術の普及に結び付ける。さらに、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証を通じて、日本への成果の還元を目指す。これらの取組を通じて、我が国のエネルギー関連産業の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、我が国のエネルギーセキュリティに貢献する。（出所：基本計画）



3

1. 事業の位置づけ・マネジメント
(参考)目的

実証システムの技術と実証の目的



技術の特徴	効果
水処理膜を用いた高度な成分分離	<ul style="list-style-type: none"> セルロース糖（非可食糖） + 高付加価値製品の併産が可能 糖化残渣（リグニン画分）によるエネルギー回収
UF膜による糖化酵素回収・再利用	<ul style="list-style-type: none"> 糖製造コスト（酵素費）の大幅削減
NF/RO膜による糖の濃縮・精製	<ul style="list-style-type: none"> 分離膜技術による糖の精製・濃縮で、高品質な糖を省エネで製造

1. 本実証システムは日本の分離膜技術を利用した新しい省エネ型の糖製造技術。
2. 非食糧バイオマスからのセルロース糖は化学品製造の共通原料であり、持続可能な社会の実現に貢献可能。
3. 脱炭素化に貢献可能な本実証システムの普及を目的とする。

AEDP2018 (2018-2037年)
(再生可能・代替エネルギー開発計画)

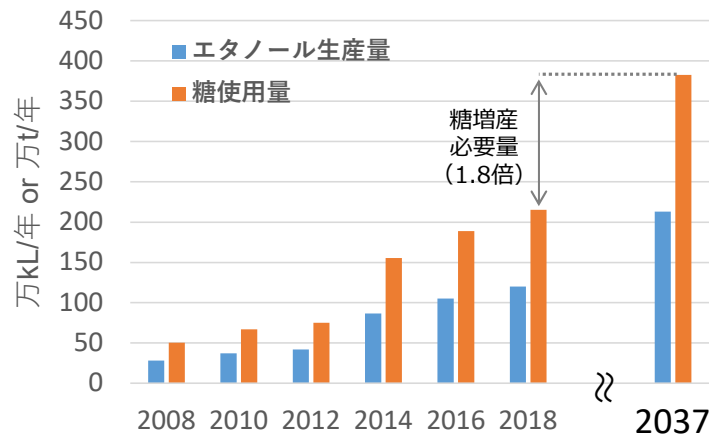
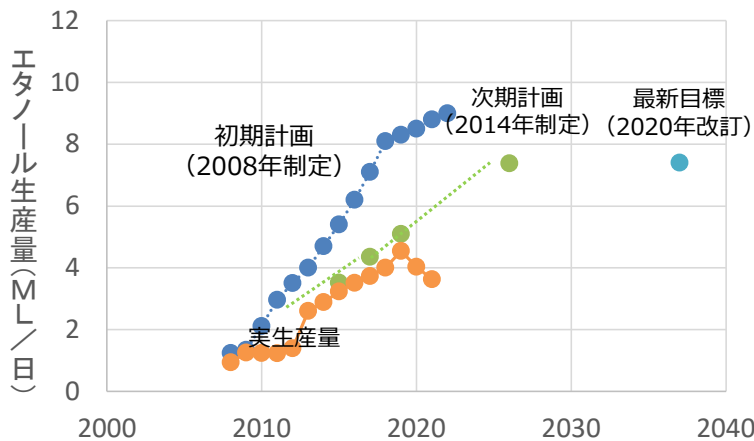
- 目的：再生可能エネルギーの導入
- 再生可能エネルギー比率目標：30% (2037年)

Unit:MW	AEDP2018	
	2018年	2037年
Biomass	3,373	5,790
Biogas	505	1,565
Waste	636	1,950
Solar + Wind	5,882	15,059

出典：AEDP2018

タイバイオエタノール導入目標

バイオマスは依然として発電、バイオ燃料原料として重要な位置づけ一方で、粉塵問題等により新規バガス発電事業に制限



1. バイオエタノール導入目標達成には、未利用バガスからの原料糖製造技術が重要な位置づけ。
2. 環境問題に起因してバガス発電に制限がかかり、バガス有効活用の重要性が高まっている。

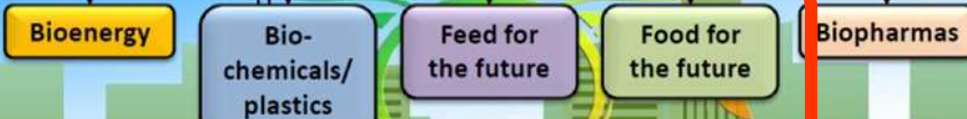
5

タイのバイオエコノミー政策

Bioeconomy as Execution Model for Thailand 4.0



Initiatives that contributes to Thailand's Bioeconomy



29 November 2016

https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/doclip_seminar/

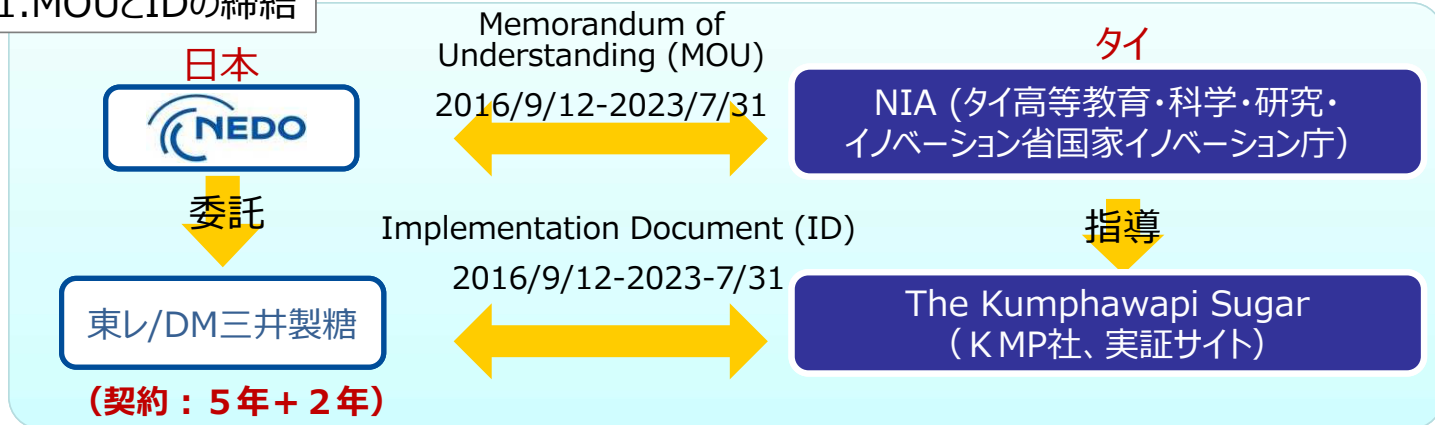
本実証事業の
関連分野

燃料用途バイオエタノールへの展開に加えて、化学品やプラスチックへのバイオマス利用が重要であることがタイ政府BCG(バイオ、サーキュラー、グリーン)政策で示されている。

本実証事業は、NEDOが日本の省エネ技術の海外普及を目的に進めている「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」を通じて、タイ政府が推進しているバイオエコノミーに貢献することが可能。

6

1. MOUとIDの締結



NEDO-NIAとのMOUの下、NEDO、NIAから実証事業に対する強力なサポートを得た。

2. 実証事業進捗のフォロー

実施事項	内容	頻度
NEDO-NIA 進捗フォロー会議	1. NIA、NEDO (川崎、バンコク)、KMP、実施者間で進捗の共有 2. NEDO (川崎、バンコク) による実証サイトの査察	1回/3ヶ月
実証事業月報	1. 実施計画書記載の課題の進捗状況を報告	1回/月

セルロース糖製造技術は世の中にまだない技術であり、民間企業のみで取り組むにはリスクが高い。かつ社会的意義（実証技術が普及することで、タイにおけるエネルギー問題、二酸化炭素排出、インフラ整備、雇用、人材育成等、各種課題の解決への貢献）があることにより公的資金を投入する意義があった。NEDOからは、実証事業の進捗、課題に合わせて、適切な助言、指導を戴いており、また、政府許認可に対するNIAのサポートも本実証事業遂行に必須であった。

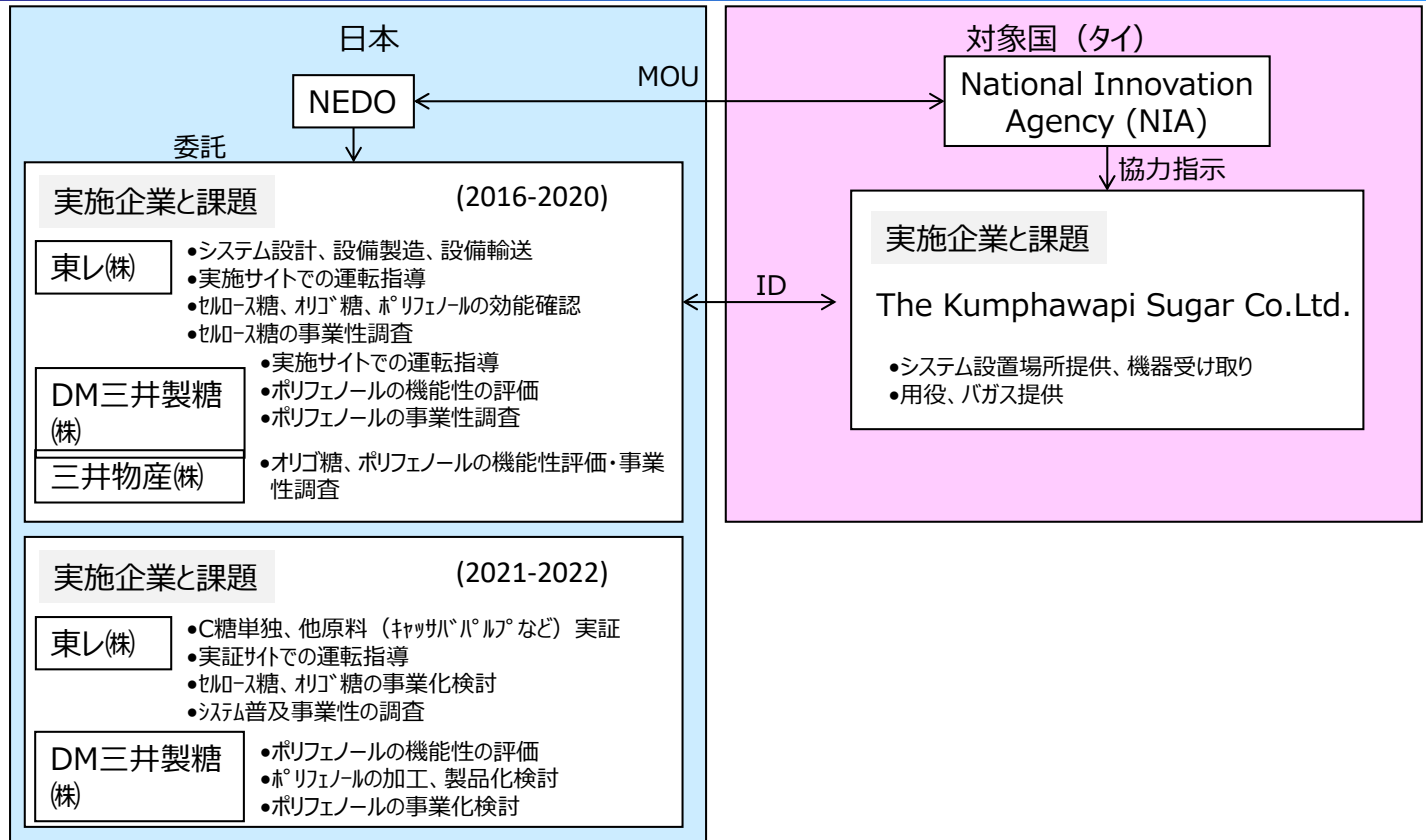
1. タイ国政府機関や大学との関係構築

機関	内容
BOI (タイ投資委員会)	・実証設備VAT免除 ・研究開発事業特典付与 (A1最高ランク)
DIW (工業省)	・工場操業の認可 ・工場ライセンス移転認可(KMP→CBT) ・糖化残渣ペレット登録の追加許可 ・廃棄物処理関連の相談や登録方法助言
DLD (畜産局)	・オリゴ糖、ポリフェノールの家畜飼料認可
FDA (食品医薬品局)	・食品用途、化粧品用途の必要許認可の確認と申請準備サポート
MOST (タイ高等教育・科学技術省)	・NIAを管轄するMOST大臣 (前Suvit大臣) のCBT社訪問 ・NIA依頼の展示会や講演会への参加
カセサート大学	・オリゴ糖やポリフェノールの飼料用途評価 ・オリゴ糖粉体化検討、シバイオティクス評価
コンケン大学	・セルロース糖の発酵評価 ・糖化残渣のボイラー燃焼用基礎評価

2. NIAからの事業継続の要望書(2020年)



1. NIAから本事業への理解と強力なサポートを得ており、BOIの取得、関係省庁への説明、各省庁手続きルートの指導など実務の具体的な指導を得ている。
2. タイ政府機関や大学から高い関心を得ており、MOST前大臣、工業省やBOI幹部、チュロンコン大、カセサート大やコンケン大学など有力機関が実証サイトを訪問見学している。



- 2021年度以降、三井物産株式会社が、社内事業方針見直しにより契約を更新せず。
- 東レ(株)とDM三井製糖(株)が課題引き継ぐことで、事業実施に影響は無かった。
三井物産(株)は2021年以降もPJ外で生産物の商流をサポート。
- 実証サイトKMP社とも良好な関係を構築。実証事業に必要な用役、バガス提供を受けた。

9



1)実証試験の外注を目的とする、東レ、DM三井製糖合弁会社

1. 事業の位置付け・マネジメント

(参考) 目的

- (1) 政策的必要性
- (2) NEDO関与の必要性
- (3) 相手国との関係構築の妥当性
- (4) 実施体制の妥当性
- (5) 事業内容・計画の妥当性

2. 事業成果

- (1) 目標の達成状況と成果の意義

3. 事業成果のアウトカム

- (1) 事業成果の競争力
- (2) 普及体制
- (3) ビジネスモデル
- (4) 政策形成・支援措置
- (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

1. 事業の位置づけ・マネジメント (5) 事業内容・計画の妥当性

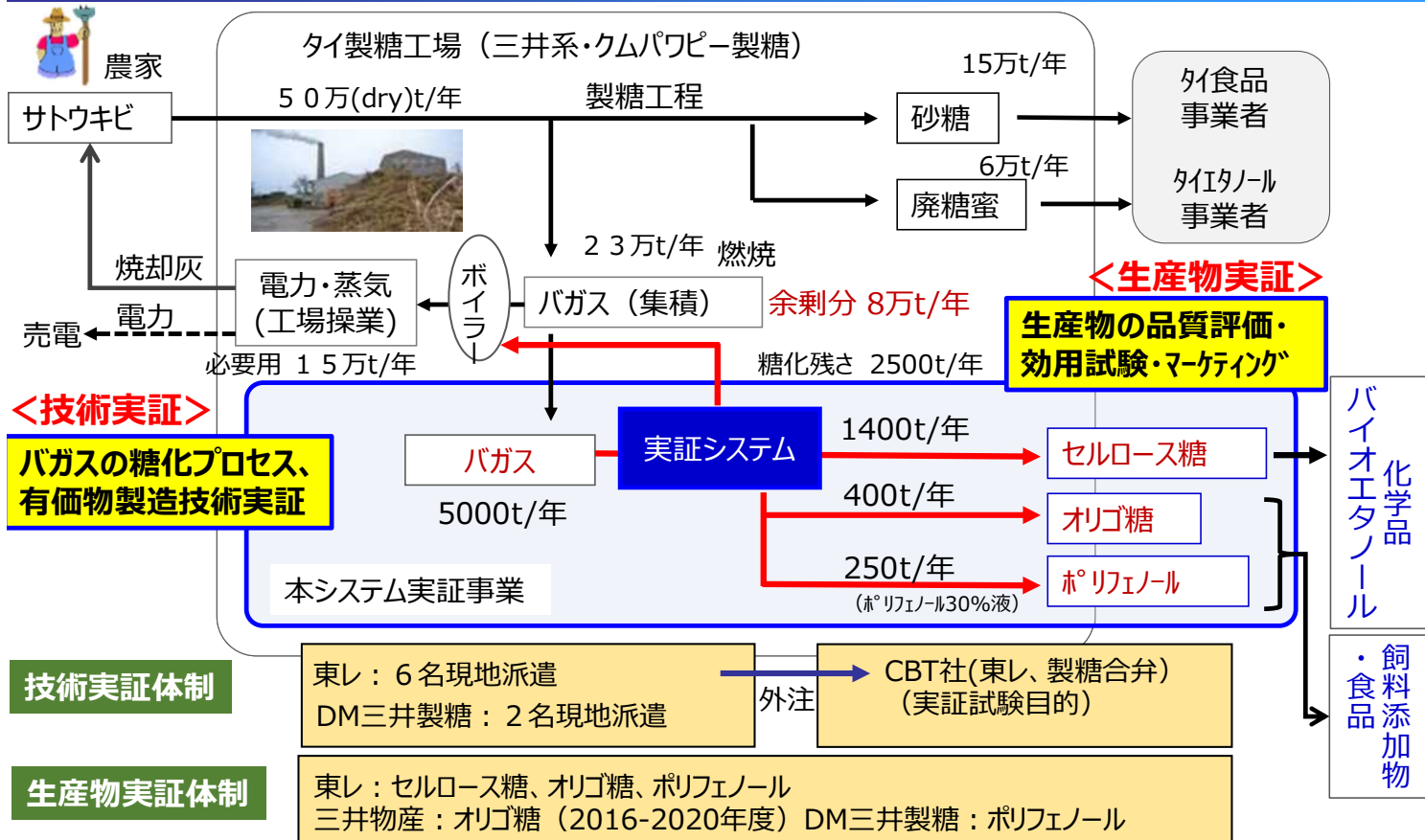
実証研究スケジュール

年度	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020	FY2021	FY2022	FY2023
当初計画	実証前調査	★ MOU締結	輸出準備	輸送	組み立て・試運転	基本実証 (24h×5日)	★ 実証延長審査	応用実証、普及セミナー	フォローアップ
改訂計画						基本実証(24h×3日)		応用実証、普及セミナー	フォローアップ
実行	実証前調査	★ MOU締結	輸出準備	輸送	組み立て・試運転	基本実証(24h×3日)	★ 実証延長審査	応用実証、普及セミナー	フォローアップ 現在
費用* (千円)		84,000	1,676,559	195,440	190,798	257,839	330,627	202871	20,000

*消費税及び地方税込み

1. 当初計画はコロナの影響により、当初計画していた基本実証が遅れ、実証延長審査において計画を改定。
2. 改定計画に則って、24h×3日の基本実証を完了した。応用実証は計画通りに実施した。
3. 課題と計画のフォローはNEDOと協議の上で実施。延長審査は外部評価委員によって審議のうえ実施した。
4. 2023年現在、本事業の普及促進に向けたフォローアップ事業を実施中。

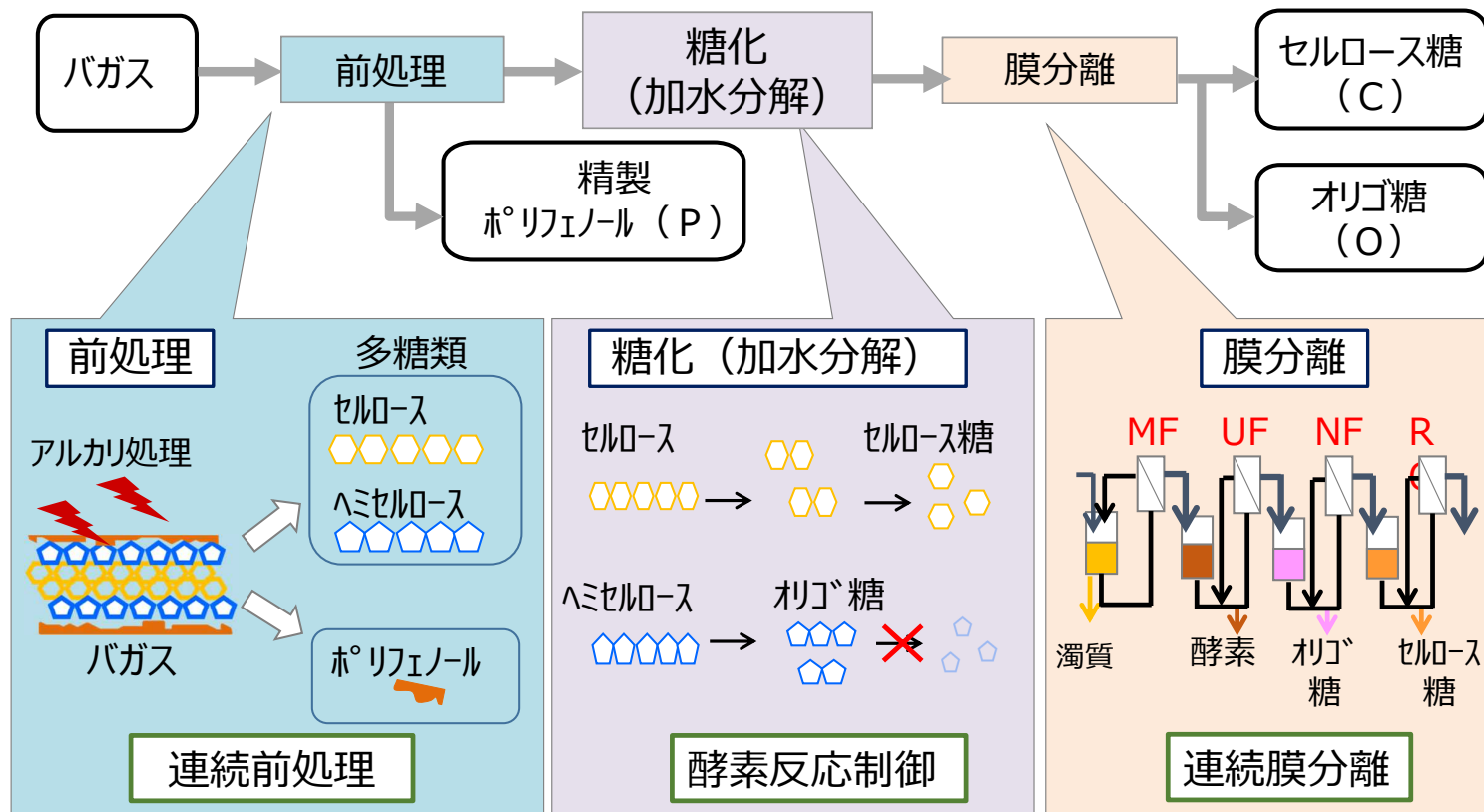
本事業の内容



- 国内で入手困難なパイロット実証規模のバガスを用いた実証事業を実施。
- タイでのバイオエタノール、化学品製造に貢献することで、食糧と競合しない非可食バイオマスからの再生可能なエネルギー、素材創出に貢献し、本実証システムを広く普及。

実証プロセスの概要

プロセスフロー



連続前処理、反応制御、連続膜分離から構成され、省エネに優れ、有価物の併産が可能であり、小スケールでの経済性に優位性がある。

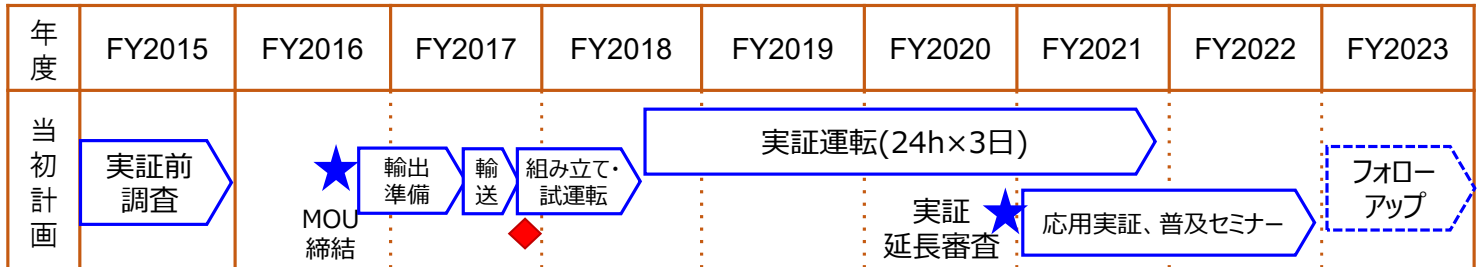
1. 事業の位置付け・マネジメント
 - (参考) 目的
 - (1) 政策的必要性
 - (2) NEDO関与の必要性
 - (3) 相手国との関係構築の妥当性
 - (4) 実施体制の妥当性
 - (5) 事業内容・計画の妥当性

2. 事業成果
 - (1) 目標の達成状況と成果の意義

3. 事業成果のアウトカム
 - (1) 事業成果の競争力
 - (2) 普及体制
 - (3) ビジネスモデル
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

2. 事業成果
(1) 目標の達成状況と成果の意義

技術実証：設備建設



装置導入、試運転



設備安全診断の実施 (全160項目の修正点を摘出)



2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

技術実証：水運転



水運転を通して修正した主項目（全367項目からの抜粋）

New Problems(Excerpt)		Contents/Cause	Countermeasure	Finish Date
PT	Upswing in steam from Extractor (Leak from the conveyer)	Insufficient performance of the exhaust fan (Large pressure loss in piping)	①Test of the temporary exhaust fan ②Piping size up and position change	July 30 th
SC-SL	Confirmation and Correction of control sequence	Bugs of sequence software (Daily occurrence)	①Checking in detail for each step ②Correcting immediately	June 28 th
MEM	Insufficient flow rate of MF filtration side	Small piping size	①Test of using the temporary hose ②Change of piping size	July 3 th
	Insufficient rotation of the shower ball in tank	Malfunction by contamination	①Flushing of piping and set of the temporary mesh strainer ②Checking in detail for each piping	July 30 th
PF	Safety of facility of using EtOH	Risk of firing by flammable liquid	①Additional N2 seal in the low EtOH tanks	August 20 th
EV	Operation improvement at the startup	Many valve handling and adjustment	①Changed of the valve type (Ball valve → Grove valve)	July 25 th
UT-RM	Insufficient performance of the waste water pump	Insufficient capacity of the pump head (Large pressure loss in piping)	①Additional the booster pump in the waste water line	June 25 th



水運転を通して設備改善を実施。当初計画通り2018年7月に竣工式を開催。

17





2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

技術実証：工程毎稼働確認



工程毎検証で修正した主要課題

N.O.	工程	装置	目標	結果	対策	状態
1	バガス投入	バガス原料 	含水55%以下	Run 4の含水60%	原料基準の設定(色度 L値、pH)	完了
2	前処理	抽出機 	抽出液温度 上段：90℃～ 下段：85℃～	上段：97℃～ 下段：87℃～	排出蒸気を抽出機下段に戻すラインを増設	完了
3	固液分離	スクリーポンプ 	流速4.6m3/h	流速4.6m3/h (石による閉塞なし)	タンク底弁を自動弁へ変更し、一次停止時に配管へ石が貯まるのを防止	完了
4	ポリフェノール精製	蒸発濃縮装置(ポリフェノール廃液濃縮) 	pH 6～8	pH4～6 (回収水に多量の酢酸が混入)	ラインミキサー導入により中和、膜処理することで酢酸を除去	完了

バガス原料を用いて工程毎に運転管理基準値を確認し課題を改善。

18

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

技術実証：全工程一貫連続稼働



各種生産物収量

主要項目	実証結果		
	目標値 (at FS)	製糖期	非製糖期
セルロース糖* (mg/g-BM)	280	307	307
オリゴ糖 (mg/g-BM)	90	100	61
精製ポリフェ (mg/g-BM)	50	50	50
酵素回収率 (%)	50	50	40

各種生産物品質

項目	目標	実証	
セルロース糖	Brix(%)	45-65	51-63
	グルコース(g/L)	420以上	433-618
	グルコース比率(%)	50以上	65-73
オリゴ糖	Brix(%)	55以上	59-75
	オリゴ糖(g/L)	400以上	416-560
	オリゴ糖比率(%)	50以上	72-79
ポリフェノール	ポリフェノール (%-カテキン換算)	10-30	13-17

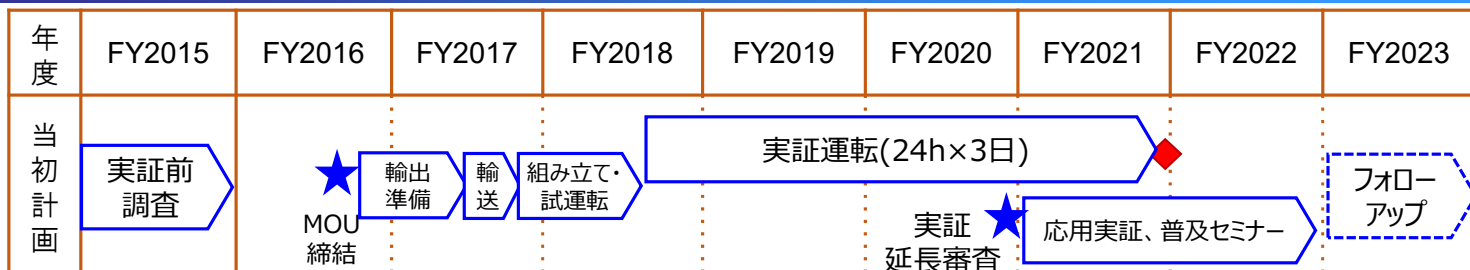
■ : バガス保管による構成成分変化の影響 *グルコース、キシロース、キシロビオース

1. 全工程一貫連続稼働24h×3日連続運転を完了(コロナ禍による負荷増大のため3日実証に変更)。
2. 製糖期は目標収率を達成。非製糖期はバガス中のオリゴ糖原料成分が微生物分解するため収量が低下。そこで酵素糖化条件、バガス保管条件を最適化することで目標収量にまで改善することを実証。
3. 各生産物の品質は、設定値にスペックイン。

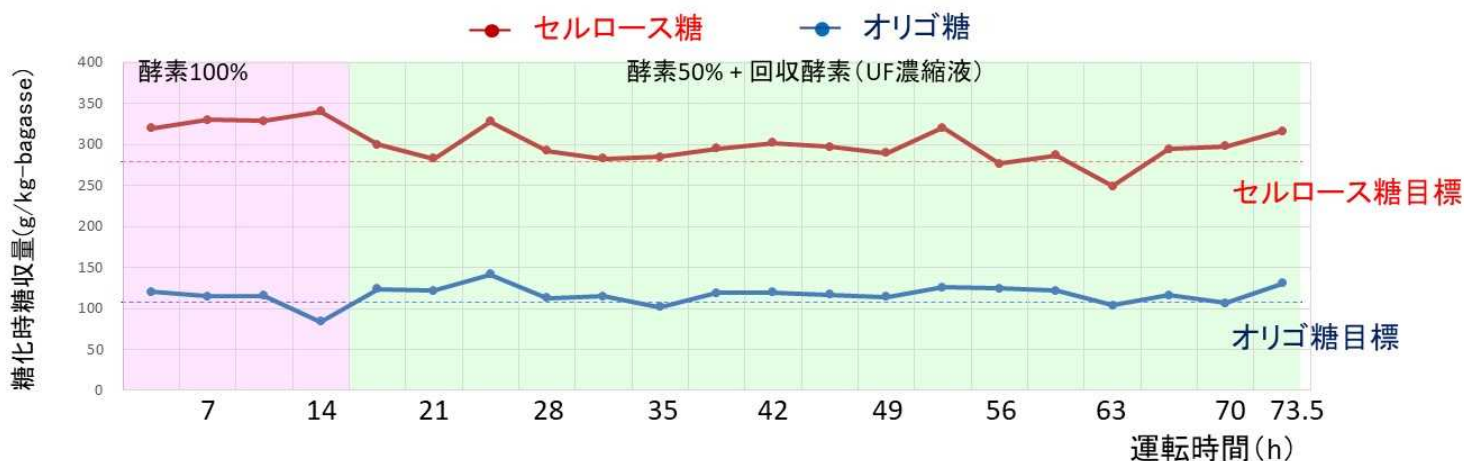
2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

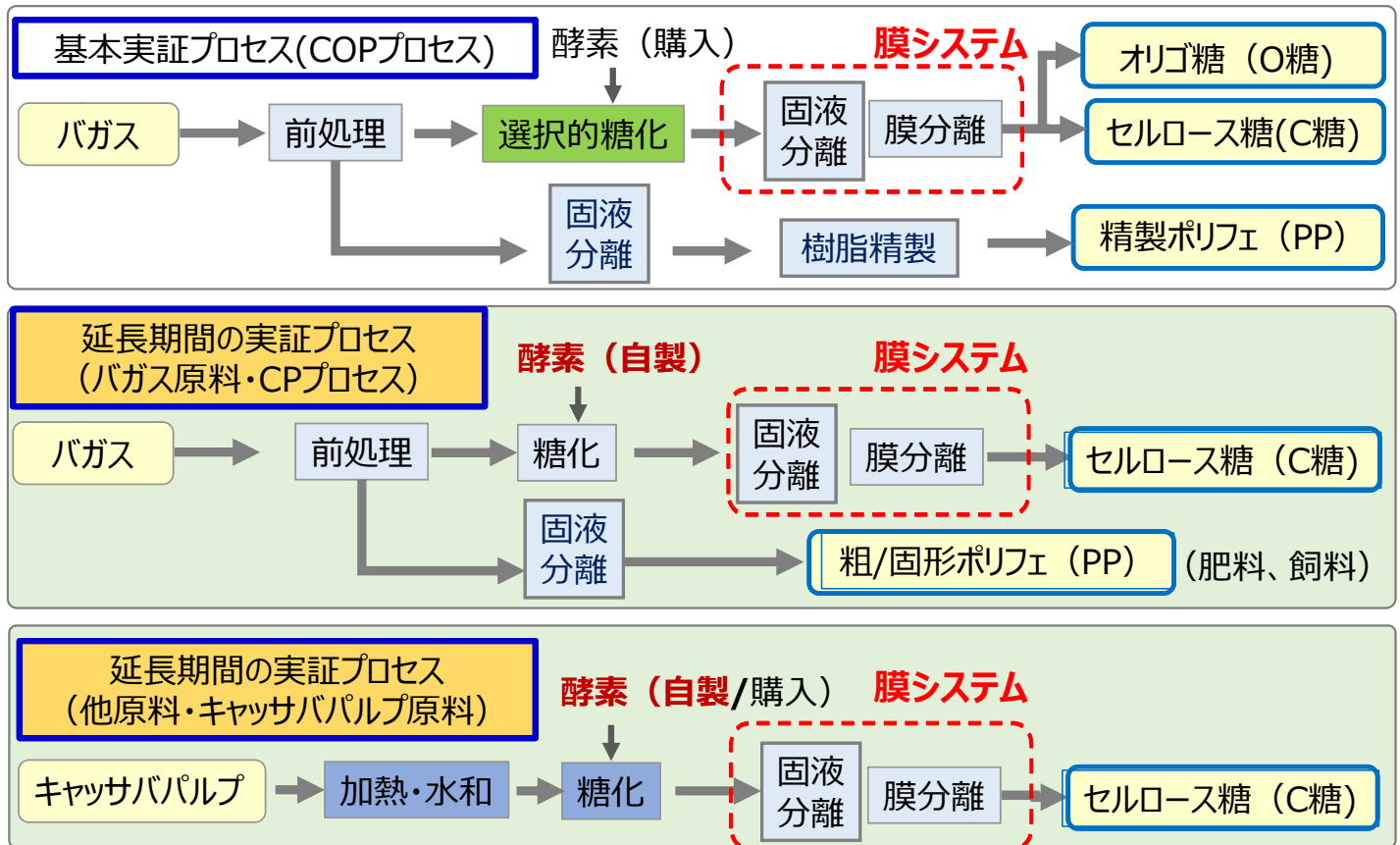
技術実証：全工程一貫連続稼働



回収酵素を用いた酵素50%削減時の糖収量結果(24h×3日 連続運転)



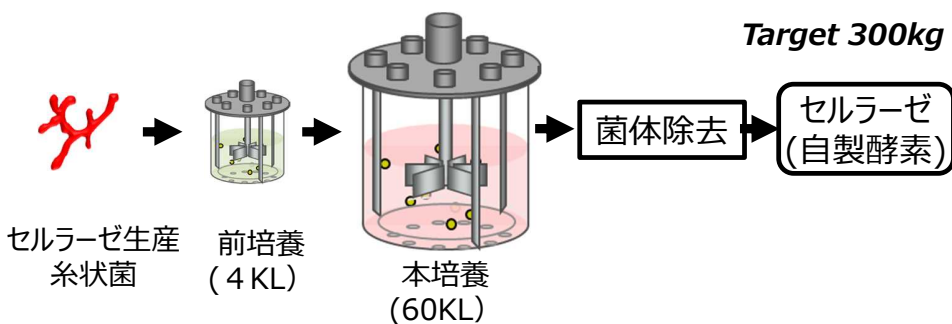
1. 連続運転14hまでは新規酵素100%で運転。その後、回収酵素(UF濃縮液)を用い新規酵素量は50%で糖化して運転。
2. 収率を検証した結果、回収酵素を用いることで、新規酵素量を50%に削減しても新規酵素100%時と同等の収率(新規酵素量を50%削減できる)ことを実証した。



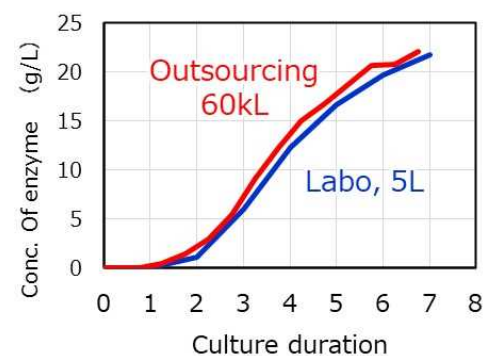
1. 高付加価値製品であるオリゴ糖、精製ポリフェノールの市場に制限されないバガス原料CPプロセス、およびキャッサバパルプ原料プロセスが、システム普及の重要プロセスである。

2. バガス原料CPプロセスでは、酵素比例費削減が重要課題であり、安価な酵素自製技術の実証が必要。 21

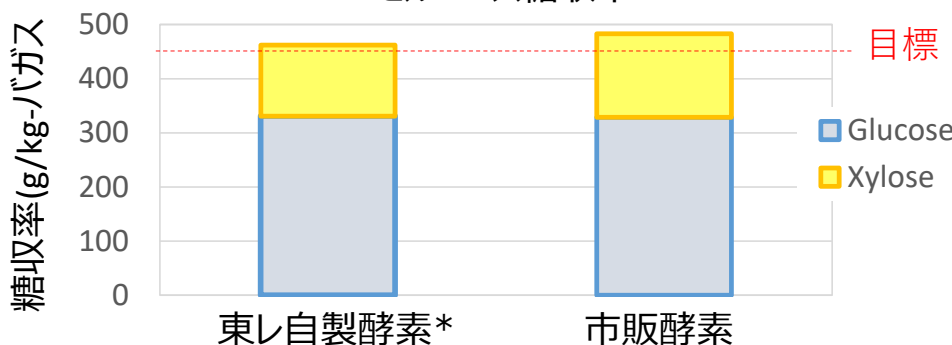
酵素自製技術



生産酵素濃度経時変化



セルロース糖収率



バガス：非製糖期バガス
 新規酵素量：8mg/g-バイオマス

*: 不足成分酵素を補うため、市販酵素20%混合

1. 日本国内外注試験で自製酵素のスケールアップ生産を実施。タイへ輸送して実証試験に適用。

2. オリゴ糖を製造しないプロセスで市販酵素と同等の収率が得られることを実証した。

キャッサバパルプ

- ・キャッサバ芋から澱粉を製造する際に副生する残渣。タイ国内の排出量は年間260万トンと推定。
- ・澱粉工場に集積されているため収集が容易。
- ・澱粉・セルロースに富み、糖の有望な原料。



キャッサバパルプとバガスの比較

		キャッサバパルプ	バガス
タイ国内排出量 (乾燥ベース)		260万トン *1	382万トン *2
組成 *3 (%)	セルロース	21	39
	ヘミセルロース	5	28
	でん粉	45	0
	リグニン	4	22
	灰分	1	5

*1 NEDO「国際エネルギー消費効率化等技術普及事業及び協力事業 キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業 (タイ)」平成28年、*2 みずほ銀行「地球温暖化対策技術普及等推進事業 (タイにおけるバイオエタノール技術の導入による) C Mプロジェクト実現可能性調査」平成26年、*3 当社分析値

キャッサバパルプ由来糖の性質

1. 糖液組成

成分	濃度 (g/L)	組成 (%)
グルコース	634	93.9
キシロース	Not detected	0
アラビノース	6.9	1.0
2糖類	18.7	2.7
ガラクトロン酸	8.5	1.2
乳酸	7.6	1.1
酢酸	0.3	0.01
芳香族	Not detected	0

2. 発酵特性



糖の原料	エタノール発酵収率 (% 理論収率)
キャッサバパルプ	86
コーンスターチ	87
モロセス	81

- Ethanol fermentation yeast (OC2)
- Sub raw material: 2% CSL

キャッサバパルプは賦存量・収集容易性・組成面で有望なバイオマス原料。糖液品質が良い。

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

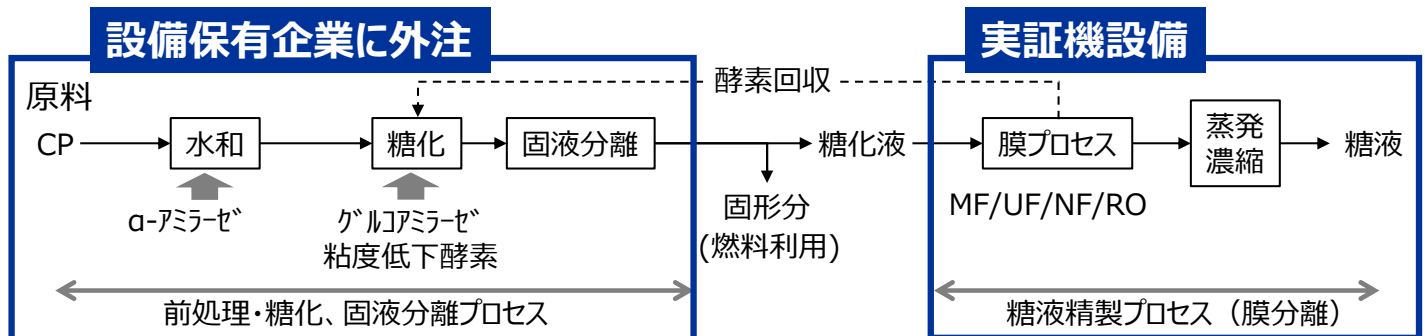
延長期間の実証：キャッサバパルプ原料

実証試験の目的

実証サイトの設備投資を最小限として、実証プロセスのキー技術である糖液の固液分離/膜処理プロセスを実証機で技術実証する。

主要な課題

糖化プロセスがバガスと異なる。➡ 糖化工程設備の確保が必要。

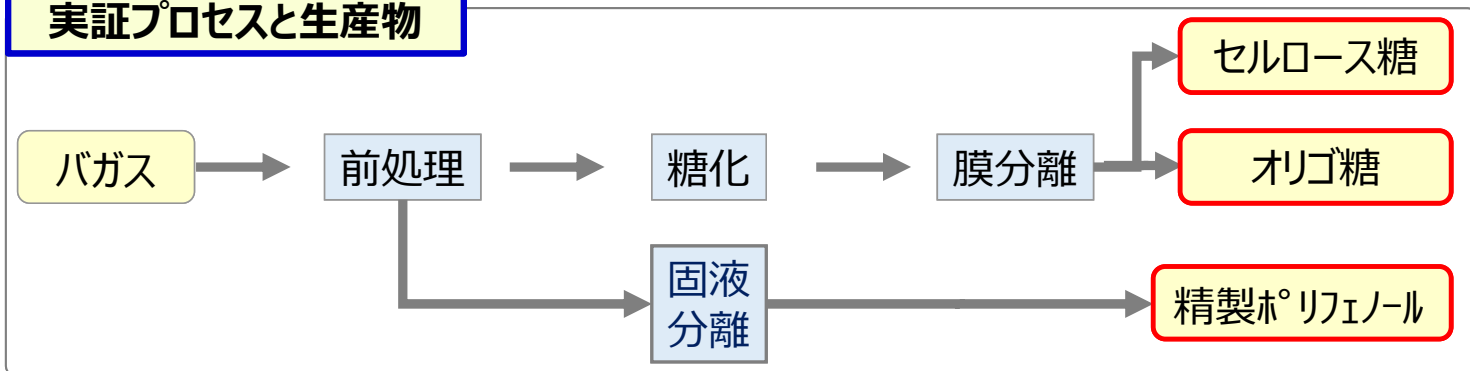


実証結果

	目標	成果
膜工程での処理速度(t-BM/日)	11.2	○12.3
キャッサバ処理量(t/30m3糖化槽)	1.5	○3.6
セルロース糖製造量(t)	0.5	○1.0

キャッサバパルプを原料に、目標糖処理速度・収率が得られることを実証機で確認

実証プロセスと生産物



生産物用途と課題

生産物	用途	課題
セルロース糖	発酵原料	・既存原料と同等の発酵性確認
オリゴ糖	家畜飼料	・飼料としての効用確認
精製ポリフェ	化粧品・食品・日用品	・基礎効能、対象顧客明確化

各生産物の評価と顧客開拓を実施

25

セルロース糖

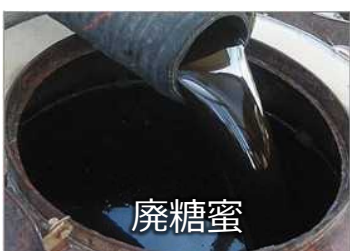
従来非可食糖液*比較 (乳酸発酵)

*従来非可食糖液：膜精製未処理



原料	収率 (%)	生産速度 (g/L/h)
従来糖液	83	0.7
当社糖液	93	1.3

既存可食原料比較 (エタノール発酵)



原料	収率 (%)	生産速度 (g/L/h)	排水着色(O.D.280nm)
廃糖蜜	86	1.6	536
膜精製非可食糖液	89	2.1	112

1/5

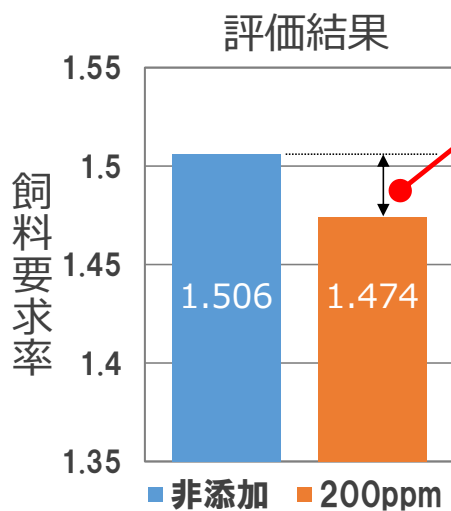
26

家畜飼料評価



子豚飼育試験

飼料要求率：
 飼料必要量/kg-豚



飼料削減量：960g/頭

飼料削減効果

飼育数 (タイ)：2,000万頭
 飼料削減量：1.9万トン
 飼料コスト削減額：13.5億円

肉質改善効果

柔らかく、ジューシー

顧客探索

タイ飼料企業とオリゴ糖の共同評価を実施。

1. タイ飼料評価委託試験で飼料効能を確認。
2. タイ飼料企業との協議において、オリゴ糖を粉末化する必要がある事が判明。

粉体化の要望

複数のタイ顧客候補企業からオリゴ糖粉体化の要望

粉体化検討

KasetSart 大との連携で、スプレードライによる粉体化技術確立

ラボテスト@ KU Lab

スケールアップ試験
 by CBT@ Vender



基礎検討

- 賦形剤/XOS 比率
- Spray dryer 条件検討



スプレードライ
 ベンチ試験機

10kg オリゴ糖
 数十回の試作



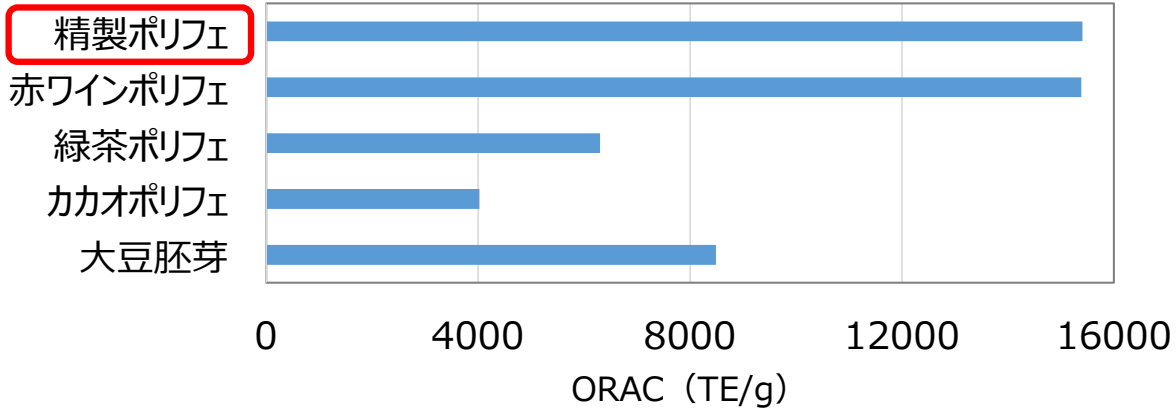
粉体の解析

- オリゴ糖含量
- 保存安定性

顧客候補の要望に応じて、スプレードライによるオリゴ糖粉体化基礎技術に目処をつけた。
 粉体化最適化とスケールアップ検討が必要 (スプレードライヤー設備化必要)。

抗酸化活性

測定結果



基礎効能評価

消臭効果

用途	既存品同等以上の効能
化粧品	消臭、抗しわ、美白（美肌）
食品	抗認知、抗糖化、呈味改善

化合物	消臭率 (%)	
	精製ポリフェ (250ppm)	シクロデキストリン (1% : 製品濃度)
アンモニア	80	77
トリメチルアミン	82	74

シクロデキストリン市場規模（消臭）：146億円(日本：50億円)

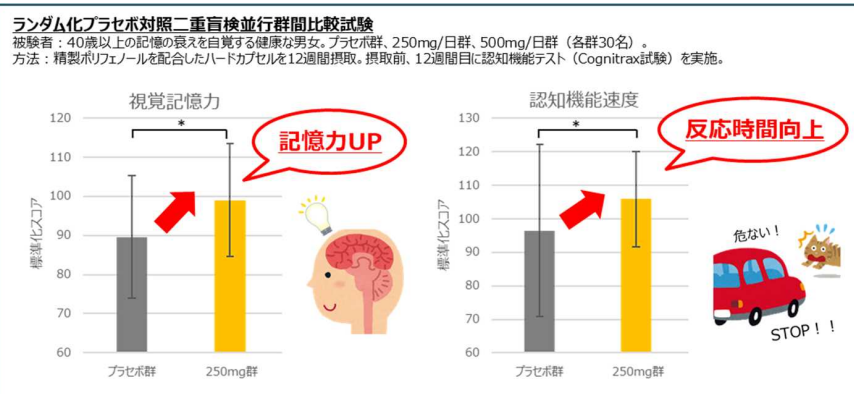
高い抗酸化活性に基づく想定用途での効能を確認。消臭剤としての効能も確認。 29

呈味改善効果 (食品)

食品	ポリフェノール (精製) 添加量目安 (ppm) *	効果**
コラーゲン	40	動物臭が消えて飲みやすい。
豆乳	10	青臭さが消えて飲みやすい。
牛肉 (オーストラリア産)	1	肉臭 (グラス臭) が消えている。食べやすい。
乳酸菌飲料	50	酸味が残るが、サッパリして飲みやすい。
鶏団子 (大豆入り)	10	大豆の味が消えている。食べやすくなる。
さば	25	脂臭くなく食べやすい。
バサ	10	臭みが抑えられている。旨味が増加。

*: 食品に対する濃度 ** : パネラー10名による官能検査

認知機能改善効果 (食品)



食品用途で呈味改善、認知機能改善で優れた効能を確認。

記憶力・認知機能速度の維持効果で機能性表示食品（1商品）届出中。

精製ポリフェノールの粉体化



噴霧乾燥機（左）と加熱殺菌機（右）

ポリフェノールの抗酸化活性持続は極めて制御が難しく、精製ポリフェノールの液品においては、保存中にクマル酸やフェルラ酸の含有量の減少がみられた。また、顧客評価において作業性および輸送性の向上も望まれたことから、精製ポリフェノールの粉末化を実施した。

運転	第36回	第39回	第42回	第44回
TPP (%)	53.1	49.7	46.4	44.8
CA (%)	19.9	20.9	19.8	18.5
FA (%)	10.1	9.0	7.2	9.0
バガス品質	製糖期	非製糖期	非製糖期	製糖期
製造日 (2022年)	3月	7月	10月	12月

製糖期バガス、非製糖期バガスを用いた実証プラント品の総ポリフェノール量（カテキン換算、「TPP」）と主要ポリフェノール類であるp-クマル酸（CA）、フェルラ酸（FA）の分析値。TPPはベンチ品の分析値を基に設定したターゲットである40(wt%)を通年で達成した。



精製ポリフェノール粉末の外観性状

噴霧乾燥機と加熱殺菌機を導入し、最適な噴霧乾燥条件と殺菌温度・時間を設定。季節とバガスの品質を問わず通年で安定生産と粉末化できることを確認。

31

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

精製ポリフェノール (4)

日用品・化粧品用途

	試験	結果
代替法	復帰突然変異	Negative
	皮膚一時刺激性	Negative
	光毒性	Negative
	眼粘膜刺激性	Negative
	皮膚感作性	Negative (<2.5% 安全性確認)
ヒト	ヒトパッチテスト (皮膚一次刺激)(皮膚累積刺激)	Negative (<2.5% 安全性確認)
	臨床試験(化粧品クリーム顔面への塗布)	Negative (1%含有化粧品 安全性確認)

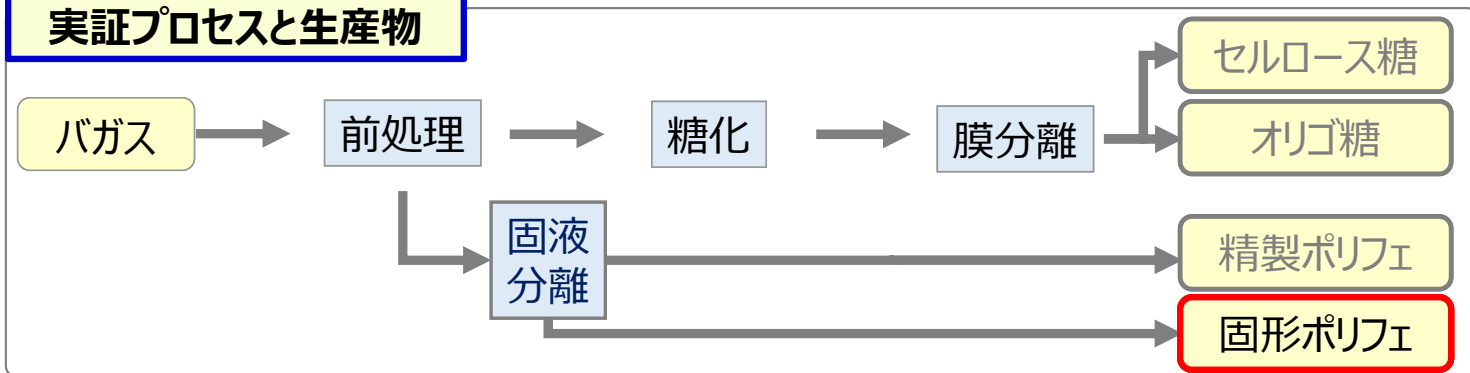
食品用途

	試験	結果
<i>in vitro</i>	復帰突然変異試験(AMES)	Negative
<i>in vivo</i>	小核試験	Negative
	コメットアッセイ試験	Negative
	単回投与毒性試験	安全性確認(2,000mg/kg/day)
	90日間反復経口投与毒性試験	安全性確認(750mg/kg/day)
ヒト	ヒト12週連続摂取試験	安全性確認(250mg/day、500mg/day)
	ヒト5倍過剰摂取試験	安全性確認(2,500mg/day)

日用品、化粧品、食品用途でヒト試験まで実施し、安全性に問題はないことを確認。

32

実証プロセスと生産物



レイヤー(卵用鶏)への固形ポリフェノール投与

FCR(飼料要求率) : 飼料必要量/kg-鶏

Treatment	T1	T2	T3	T4			
Solid polyphenol	Control	50 ppm	100 ppm	200 ppm	P-value	Pooled SEM	C.V., %
Daily feed intake (g/hen/d)	105	104	105	104	0.9546	2.014	5.44
Egg production (%)	84.41	84.76	86.67	86.81	0.6727	1.735	5.73
Egg weight (g/egg)	58.27	58.86	58.48	59.37	0.1625	0.350	1.69
FCR	2.145 ^a	2.093 ^b	2.068 ^b	2.020 ^c	0.0001	0.016	2.12
Egg defects (%)	3.14	2.52	2.85	2.54	0.9418	0.819	83.93
Mortality (%)	2.08	1.04	2.08	1.04	0.8539	1.181	213.81
FCG	33.40 ^a	32.67 ^{ab}	32.36 ^{bc}	31.66 ^c	0.0028	0.283	2.46

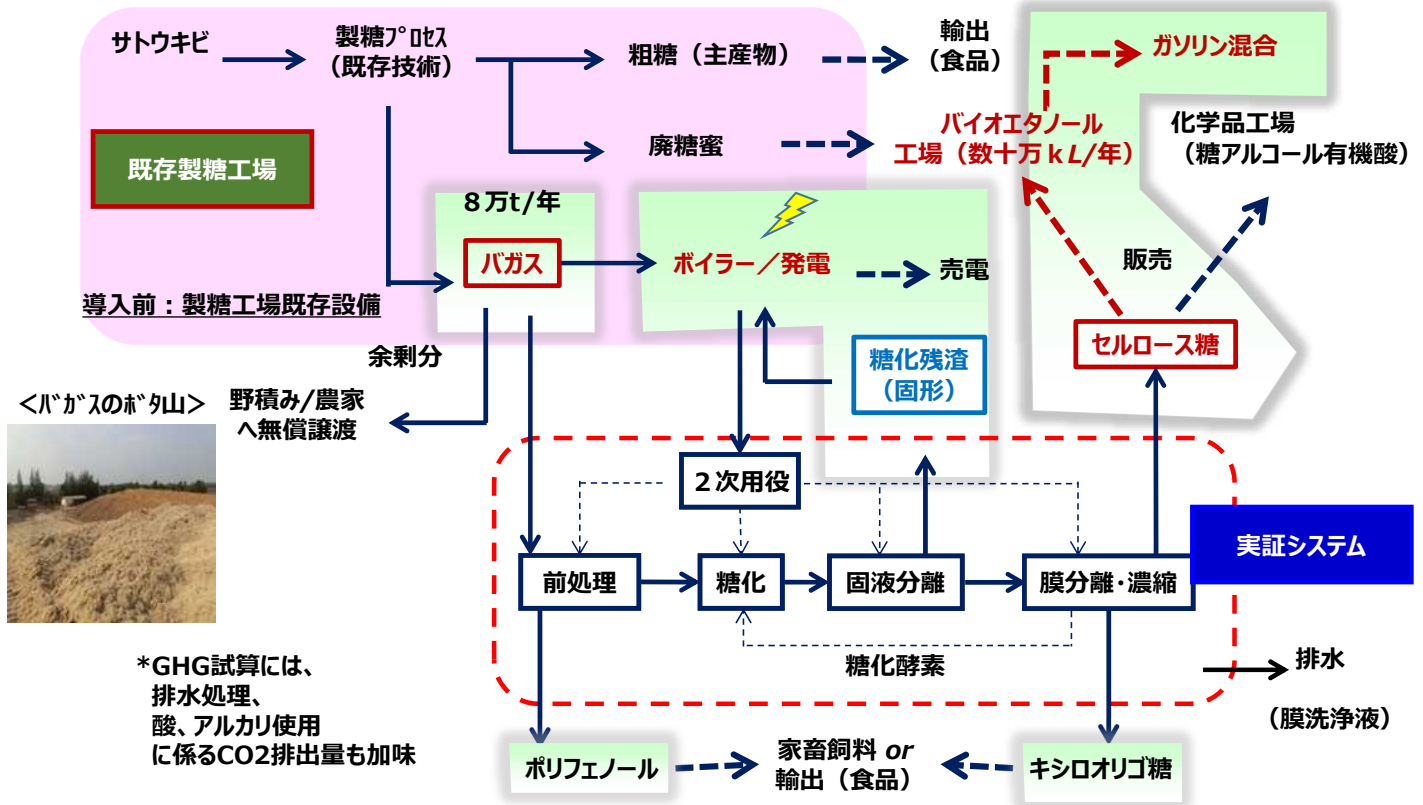
固形ポリフェノールの飼料有効性確認。タイ畜産大手企業と大規模試験移行を検討

33

2. 事業成果

目標と成果 (実証機結果纏め)

項目	項目詳細	目標	成果	
実施項目 1	温室効果ガス削減(t-CO2/年)	4,503	○(4,537)	
	実証運転時間(h)	72	○(72)	
	バガス処理量(t/日)	11.2	○(11.2)	
	収率	セルロース糖(kg/t-バガス)	280	○(307)
		オリゴ糖(kg/t-バガス)	90	○(100)
		精製ポリフェノール(kg/t-バガス)	50	○(50)
		固形ポリフェノール(kg/t-バガス)	180	○(200)
	消費エネルギー	水(m3/日)	<200	○(144)
		蒸気(t/日)	<100	○(98)
		電力(kWh/日)	<20,000	○(8,064)
教育	タイ人技術者の育成	タイ人中心運転	○	
実施項目 2	生産物評価	各種生産物(安全)	安全性試験確認	○
		オリゴ糖、ポリフェノール(効果)	効果を検証	○
		各種生産物(販売)	販売に目途	○(LOI取得)
実施項目 3	バガスCPプロセス	非組み換え酵素 実証糖収量	市販酵素同等	○
	キャッサバパルプ原料	膜工程での処理速度(t-BM/日)	11.2	○12.3
		キャッサバ処理量(t/30m3糖化)	1.5	○3.6
		セルロース糖製造量(t)	0.5	○1.0



- ① ベースラインシナリオ：既存製糖工場/廃糖蜜原料バイオエタノールでガソリン代替。余剰バガス8万t/年。
- ② プロジェクトシナリオ：既存製糖工場/余剰バガス240トン/日(8万トン/年)処理、セルロース糖原料バイオエタノールでガソリン代替、糖化残渣でエネルギー回収、キシロオリゴ等、ポリフェノールを併産

35

実証運転を通して、以下の点を更新

- 1. 電力使用量約2倍増(FS時より設備点数が増加したため)、蒸気使用量変更なし
- 2. 酸・アルカリ使用量15%増加

実証システムにより期待される代エネ・GHG削減効果

(バガス8万t/y 処理時)

区分	評価時期	提案システム生産物収支 (A)	提案システム使用エネルギー収支 (B)	野積み余剰バガス削減の効果 (C)	期待効果すべて A+B+C
代エネ効果 (原油換算kL/年)	FS時	14,415	2,245	-	16,660
	実証反映	12,300	-5,805	-	6,495
GHG削減効果 (t-CO2/年)	FS時	35,430	3,190	43,392	82,012
	実証反映	33,199	-3,998*	43,392	72,593

A:生産物製造による原油削減量 - 使用ケミカル使用原油量 B:糖化残渣による回収エネルギー - 提案システム使用エネルギー

*タイ東北部であることを考慮し、再生可能エネルギー由来のCO2排出係数を使用

現状のGHG削減率

$$1 - \{ \text{プロジェクト外排出量} / (\text{ベースライン排出量} + \text{野積みバガス}) \} = 1 - 23,466 / (49,648 + 43,392) = 0.74$$

GHG削減率は米国目標値「セルロース系 (先進型) バイオ燃料 50~60%削減」に対し、本プロジェクトは74%削減。

1. 事業の位置付け・マネジメント
 - (参考) 目的
 - (1) 政策的必要性
 - (2) NEDO関与の必要性
 - (3) 相手国との関係構築の妥当性
 - (4) 実施体制の妥当性
 - (5) 事業内容・計画の妥当性
2. 事業成果
 - (1) 目標の達成状況と成果の意義
3. 事業成果のアウトカム
 - (1) 事業成果の競争力
 - (2) 普及体制
 - (3) ビジネスモデル
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

3. 事業成果のアウトカム
(1) 事業成果の競争力

生産物市場規模

	C:セルロース糖	O:オリゴ糖 P:固形ポリフェノール	P:精製ポリフェノール
用途	エタノール発酵原料	家畜飼料	食品、化粧品、消臭剤 など
市場	<p>エタノール向け糖使用量 (タイ)</p>	<p>家畜飼料市場 (タイ) (世界の2%)</p> <p>1,900万t</p> <p>■ 鶏 ■ 子豚 ■ アヒル ■ 牛</p> <p>微量成分添加量 : ~200ppm</p>	<p>ポリフェノール市場 (世界)</p> <p>販売量 (トン)</p> <p>■ 北米 ■ 欧州 ■ アジア ■ その他</p> <p>アジア (中国) を中心に市場拡大 (約10,000t/y)</p>
タイ市場	~10万 t/年/工場	~4,000t/年	~1,000t/年?
競合価格	50-120 円/kg	450-600 円/kg	~6,000 円/kg

1. セルロース糖 : タイ政府主導でエタノールに加え、SAF、ケミカル向け糖需要が期待される
2. オリゴ糖、固形ポリフェノール : タイでは家畜飼育数が多く、市場は数千トン程度と推定
3. ポリフェノール : アジア市場を中心に拡大。食品・化粧品や消臭など用途は様々

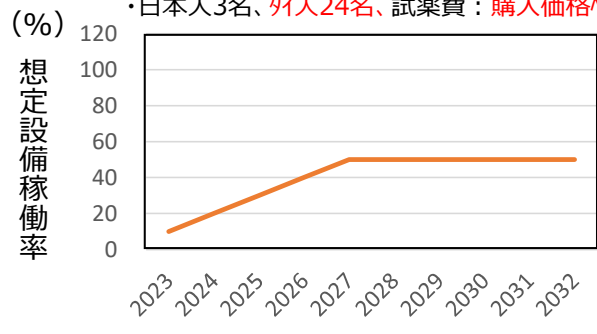
FS時(2016)の試算

- ・設備費:27.8億円(新設:実績額)
- ・キャパシティ5,000tバガス/y
- ・生産物:セルロース糖、オリゴ糖、精製糖^{リフィ}
- ・日本人3名、タイ人19名、試菜費:ヒアリングベース



実証時(2022)の試算

- ・設備費:27.8億円(新設:実績額)
- ・キャパシティ5,000tバガス/y
- ・生産物:セルロース糖、オリゴ糖、精製糖^{リフィ}、固形糖^{リフィ}
- ・日本人3名、タイ人24名、試菜費:購入価格ベース



* : 5年目

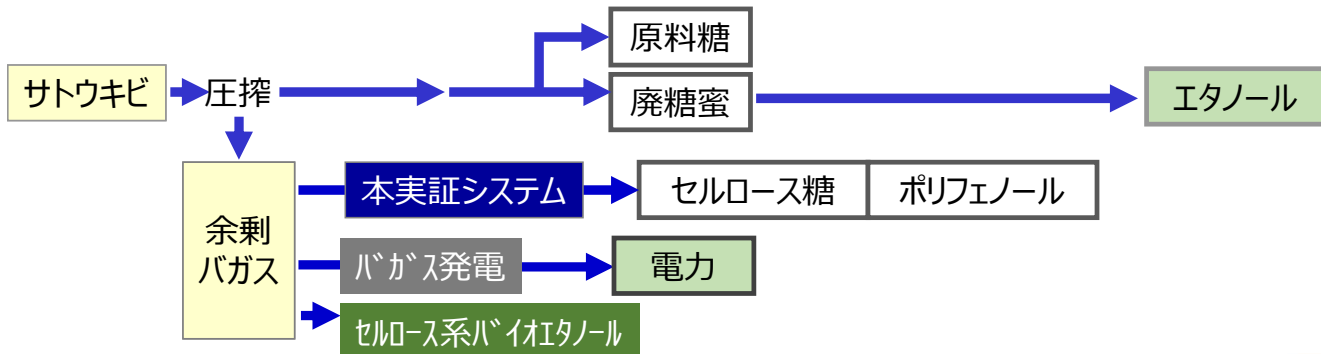
* : 5年目

項目	生産量* (t/y)	価格 (円/kg)	売り上げ* (百万円/年)
生産物	セルロース糖	33	46
	オリゴ糖	270	122
	精製糖 ^{リフィ} (30%品)	3,000	750
IRR (%)	10.3		
投資回収 (年)	7		

項目	生産量* (t/y)	価格 (円/kg)	売り上げ* (百万円/年)
生産物	セルロース糖	33	23
	オリゴ糖	450	101
	精製糖 ^{リフィ} (30%品)	4,000	500
	固形糖 ^{リフィ}	2,450	1,348
IRR (%)	21.8		
投資回収 (年)	5		

実証では、労務費、用役・薬品費が増加したが、固形糖^{リフィ}の有価物化の可能性を見いだした。現実的な稼働率でも経済性は改善される試算となった。

39



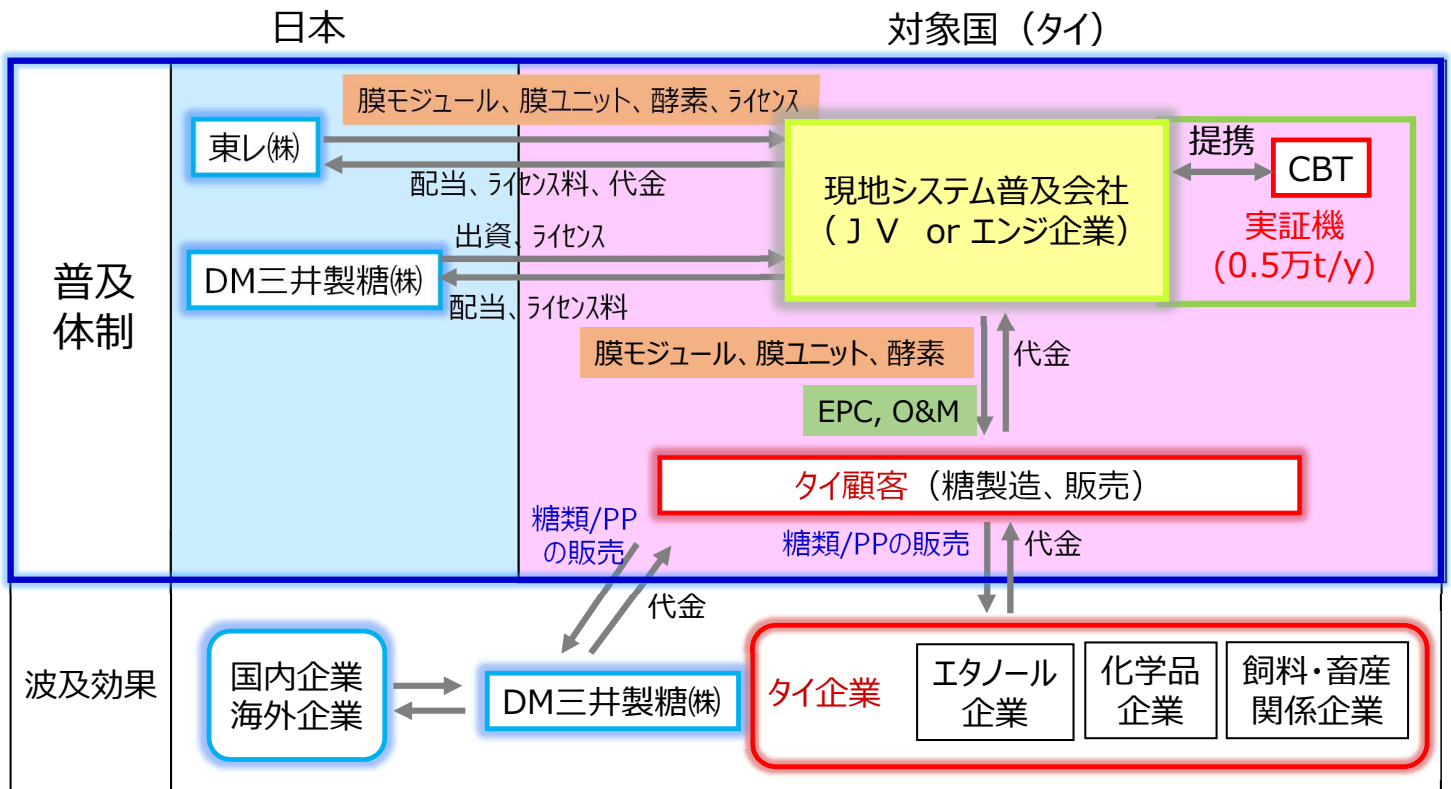
技術名称	時期 / バガス利用規模	年	ビジネス形態	初期投資額 (億円)	O&Mコスト (億円/y)	収益 (億円/y)	投資回収年数	IRR (10年)
本実証システム ^{a)}	普及段階 / 8万 t / 年	2025	EPC / O&Mライセンス	107	40.7	51.9	5.0年	15.6%
バガス発電 ^{b)}	既存 / 8万 t / 年	2014	EPC	トータル 16.1億円/10年		(2.5)*	(5.3年)*	13.3%
セルロース系エタノール ^{c)}	将来: 7万 t / 年	2020	EPC	50.0	3.4	12.3	5.6年	11.8%

a) 精製ポリフェノール、オリゴ糖の製造なし。酵素自製のケース (バガスCPプロセスケース)

*IRRからの推算値

b) Black & Veatch (Thailand) Co.Ltd. (2000) Thailand biomass-based power generation within small rural industries of Thailand.

c) セルロース系バイオエタノール技術は国際エネルギー消費効率化等技術普及協力事業 技術実証事業FS



1. 本事業終了後、実証設備を買い取り、東レがCBT社に増資(12億円)、システム普及推進中。
2. 普及体制：タイ現地のシステム普及JV、または、エンジニア企業と連携し、実証サイトCBT社の実証機をデモプラントとして活用し、タイ顧客への普及を図る。

41

ビジネスモデル

知財	特許・ノウハウ					
消耗品	酵素	膜モジュール (+メンテナンス)				
設備	器機	前処理装置	糖化槽	固液分離	分離膜ユニット (MF/UF/NF/RO)	濃縮蒸発
	EPC	用役設備 (1次・2次)				
		土木工事・設計・建設				
運転	オペレーション、メンテナンス (O&M)					

 : 事業領域
 : ストックビジネス (契約・経年)
 : フロービジネス(売切り)

- ✓ 知財権をベースに以下を想定
 - ・膜モジュール、酵素の契約販売
 - ・メンテナンスサービス
 - ・膜ユニット機器販売
- ✓ 膜技術：国際実証にて運転ノウハウ獲得
- ✓ 酵素：糖製造プロセス向け自製酵素
- ✓ その他機器、EPC、運転について現地エンジニア企業と連携



บัตรส่งเสริม
คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

เลขที่ 60-0725-1-00-2-0

คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ. 2520 ออกบัตรส่งเสริมนี้ให้แก่

บริษัท เซลลูโลซิก ไบโอมัส เทคโนโลยี จำกัด
ชื่อภาษาอังกฤษ CELLULOSIC BIOMASS TECHNOLOGY COMPANY LIMITED
จดทะเบียนบริษัทที่เลขที่ 0105560002207 เมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2560
สำนักงานตั้งอยู่ที่ 20 อาคารปทุมจิต ชั้นที่ 6 ถนนสาทรเหนือ แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10500
เพื่อแสดงว่าเป็นผู้ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในกิจการ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร ประเภท 7.11 กิจการวิจัยและพัฒนา โดยให้ได้รับสิทธิและประโยชน์และปฏิบัติตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

สิทธิและประโยชน์

ให้ผู้ได้รับการส่งเสริมได้รับสิทธิ ดังต่อไปนี้

- ตามมาตรา 25 ให้ได้รับอนุญาตนำคนต่างด้าวซึ่งเป็นช่างฝีมือหรือผู้ชำนาญการ คู่สมรสและบุคคลที่อยู่ในอุปการะของบุคคลทั้งสองประเภทนี้เข้ามาในราชอาณาจักรได้ตามจำนวนและกำหนดระยะเวลาให้อยู่ในราชอาณาจักรเท่าที่คณะกรรมการพิจารณาเห็นสมควร

(Unofficial English Translation)

GARUDA

PROMOTION CERTIFICATE

BOARD OF INVESTMENT CERTIFICATE

No. 60-0725-1-00-2-0

By virtue of Investment Promotion Act, B.E. 2520 (1977), The Board of Investment issue this certificate for

บริษัท เซลลูโลซิก ไบโอมัส เทคโนโลยี จำกัด

English name CELLULOSIC BIOMASS TECHNOLOGY COMPANY LIMITED
Limited Company number 0105560002207 dated January 9, 2017
Office located at No. 20 Bubbajit Building, 6th Floor, North Sathorn Road, Silom, Bangrak, Bangkok 10500

To certify that the Company is granted the investment promotion in activities of Research and Development products producing from residue agricultural.

Category 7.11 RESEARCH AND DEVELOPMENT

By granting the rights and benefits under the following conditions:

THE RIGHTS AND BENEFITS

The promoted person shall be granted the rights and benefits as follows:

- Under Section 25, the promoted person shall be granted permission to bring into The Kingdom foreign nationals who are skilled workers, experts, and their spouses and dependants in such numbers and for such periods of time as the Board may deem appropriate.

NIAの強力なサポートにより、CBT社がBOI (R&D) 認証を取得。実証設備のうち、日本からタイへの輸入に関する輸入税の免除などの恩典を受けた。タイにおけるバイオエタノールを含む再生可能エネルギーに関する政策の動向、タイランド4.0 が進めているEECIなどの政策動向を調査継続し、補助金等を活用する可能性は継続して検討する。 43

3. 事業成果のアウトカム

(5) 他国・地域等への波及効果の可能性

他地域、日本への波及

Sugar cane生産量 出典：FAO Stat (2021年データ)

Area	Unit	Value	Ranking
Brazil	t	715,659,212	1
India	t	405,399,000	2
China, mainland	t	106,664,000	3
Pakistan	t	88,650,593	4
Thailand	t	66,278,506	5
Mexico	t	55,485,309	6
Indonesia	t	32,200,000	7
Australia	t	31,133,488	8
USA	t	29,964,310	9
Guatemala	t	27,755,313	10



出典：googlemap

バガスはタイだけでなく、中国、オーストラリアにも存在し、東南アジアに展開できる可能性がある。非可食バイオマスを原料とした素材産業を目指す日本企業とも連携していくことができる。

参考資料 評価の実施方法

脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／
余剰バガス原料からの省エネ型セルロース糖製造システム実証事業（国名：タイ）／
個別テーマ 終了時評価に係る評価項目・基準

1. 事業の位置付け・マネジメント

(1) 政策的必要性

- ・ 事業の成果は、省エネルギー、新エネルギー技術の普及に資するものであったか。または、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証等の場合、その成果は日本への還元が期待できるか。
- ・ 相手国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたか。

(2) NEDO 関与の必要性

- ・ 民間企業のみで取り組むにはリスクが高いこと、かつ社会的意義（実証研究を実施し、またその後普及することで、対象国・地域や日本におけるエネルギー問題、二酸化炭素排出、インフラ整備、雇用、人材育成等、各種課題の解決への貢献又は波及）があることにより公的資金を投入する意義があったか。

(3) 相手国との関係構築の妥当性

- ・ 相手国側との間で、適切に役割及び経費が分担されたか。
- ・ 相手国の政府関係機関から必要な協力が得られたか。また、政府関係機関との間で今後の普及に資する良好な関係が構築できたか。

(4) 実施体制の妥当性

- ・ 事業者と相手国企業との間で構築された協力体制は妥当であったか。
- ・ 事業者の実施体制（当該事業に関係する実績や必要な設備、研究者等）は妥当であったか。

(5) 事業内容・計画の妥当性

- ・ 事業の内容や計画は妥当であったか。
- ・ NEDO が負担する経費について、項目や金額規模は妥当であったか。
- ・ 対象技術について、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析され、我が国が強みを有するといえるものであったか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化に向けた取組が適切に実施されていたか。
- ・ 事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に適切に対応していたか。

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

- ・ 事業の目標を達成したか。未達成の場合は、その原因が分析され、課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるものか。

- ・ 実証研究を通じて、既存技術や競合技術との優位性を定量的に検証することができたか。
- ・ 投入された NEDO の予算に見合った成果が得られたか。
- ・ 目標として設定し、さらには実際に事業で得られたエネルギー消費削減効果・石油代替効果及び CO₂ 削減効果は妥当な水準であったか。
- ・ トラブル対応など、実証研究を通じて得られた経験が教訓として蓄積されているか。

3. 事業成果のアウトカム

(1) 事業成果の競争力

- ・ 相手国やその他の国・地域において普及の可能性があるか。将来的に市場の拡大が期待できると考えられるか。(そう考えるに至った根拠を経済性評価の資料等で示すことが望ましい。)
- ・ 普及段階のコスト水準や採算性は妥当と考えられるか。また、事業終了から普及段階に至るまでの計画は、事業化評価時点のものより具体的かつ妥当なものになっていると考えられるか。
- ・ 競合他者に対する強み・弱みの分析がなされているか。特に、競合他者に対して、単純な経済性だけでない付加価値(品質・機能等)による差別化が認められるか。
- ・ 想定されるビジネスリスク(信用リスク、流動性リスク、オペレーショナルリスク、規制リスク等)が棚卸されているか。その上で、これらリスクに係る回避策が適切に検討されているか。

(2) 普及体制

- ・ 営業、部材生産、建設、メンテナンスなどの役割分担毎に、他社との提携や合弁会社の設立など、ビジネスを実施する上での体制が検討されているか。(既に現地パートナーとの提携の実績がある、現地又は近隣に普及展開のための拠点を設置することについて検討されていることが望ましい。)
- ・ 当該事業が事業者の事業ドメインに合致している、又は経営レベルでの意思決定が行われているか。

(3) ビジネスモデル

- ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが検討されているか。また、外部環境(内外の技術・市場動向、制度環境、政策動向等)の状況を踏まえているか。
- ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域において、普及に資する営業活動や、標準化活動などのオープン・クローズ戦略が検討されているか。
- ・ 事業者が継続的に事業に関与できるスキームとなっているか。

(4) 他の国・地域等への波及効果の可能性

- ・ 当該技術の普及が、相手国・地域のみならず、他の国・地域や日本におけるエネルギー問題、CO₂ 排出抑制、インフラ整備、雇用、人材育成、制度設計等、各種課題の解決への貢献又は波及効果が期待できるか。