

「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)

資料5

「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

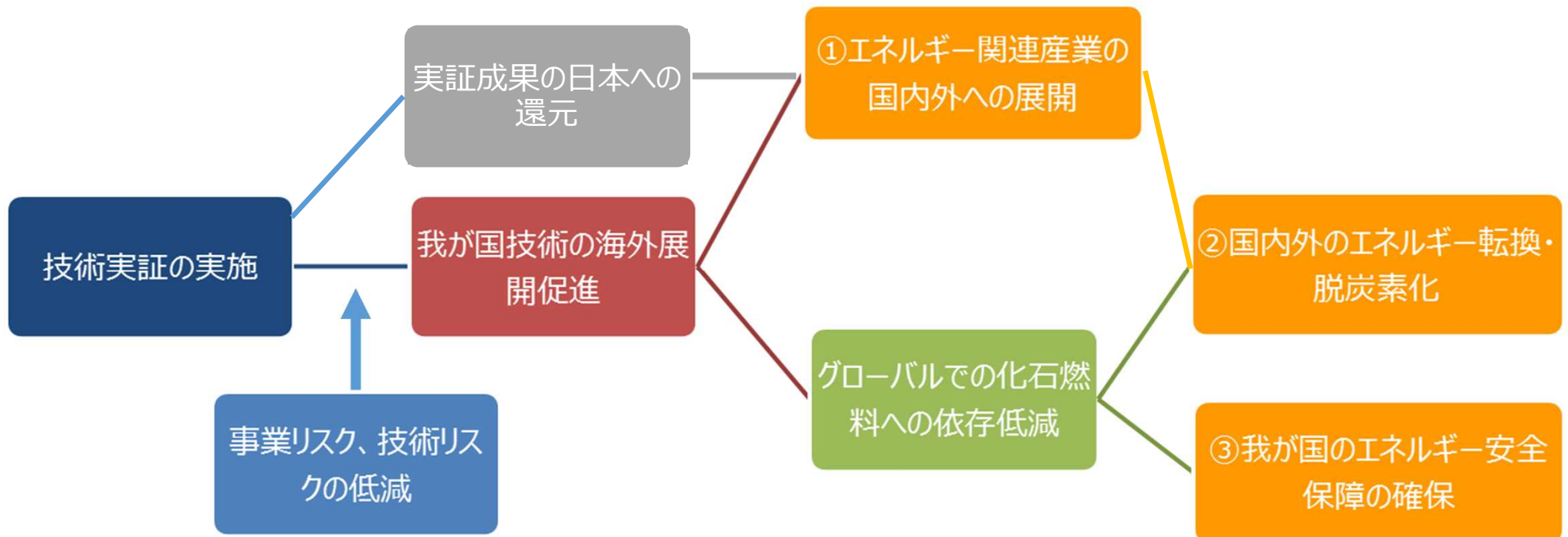
1. 事業の位置付け・マネジメント
 - (参考) 目的
 - (1) 政策的必要性
 - (2) NEDO関与の必要性
 - (3) 相手国との関係構築の妥当性
 - (4) 実施体制の妥当性
 - (5) 事業内容・計画の妥当性

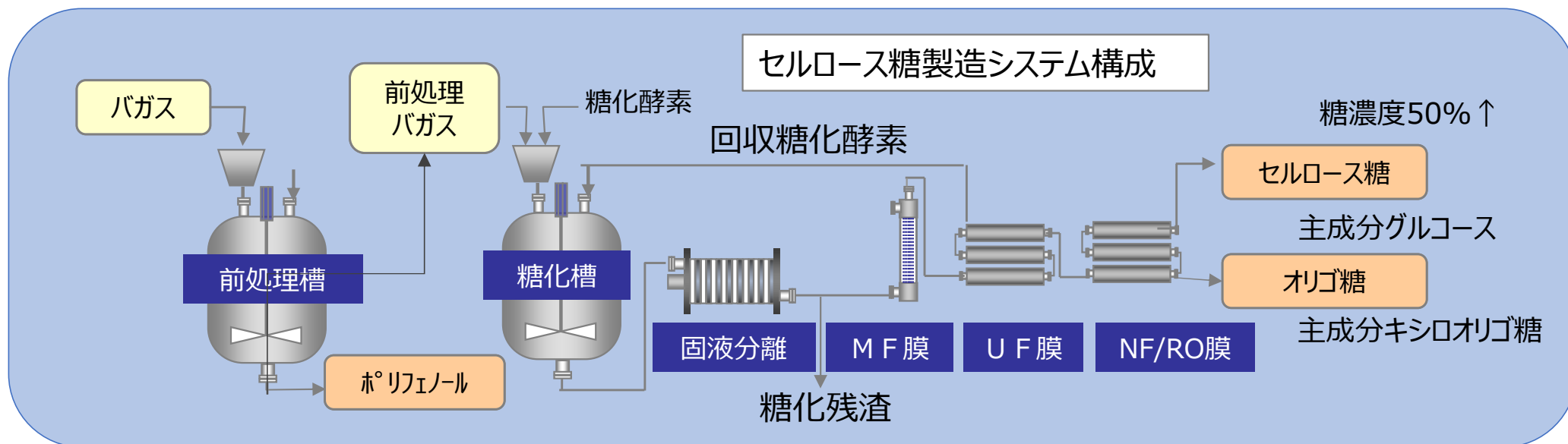
2. 事業成果
 - (1) 目標の達成状況と成果の意義

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）





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)

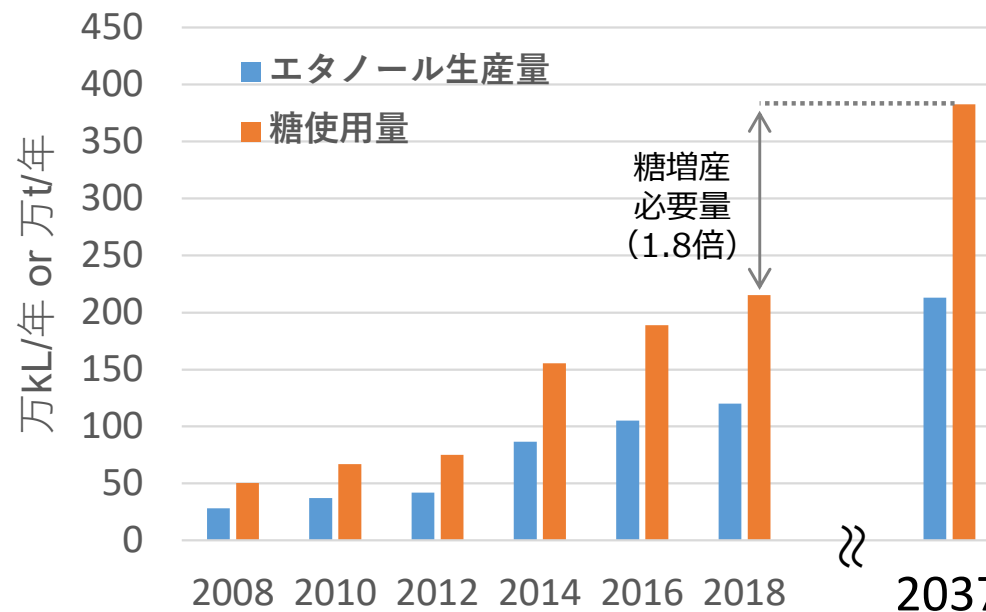
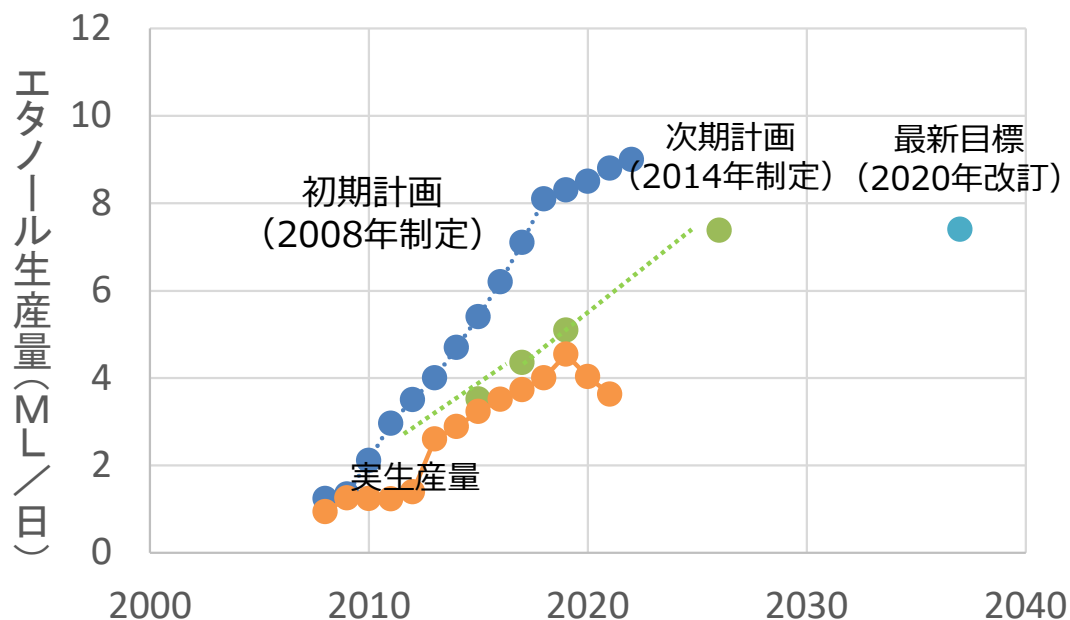
- 目的：再生可能エネルギーの導入
- 再生可能エネルギー比率目標：30% (2037年)

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

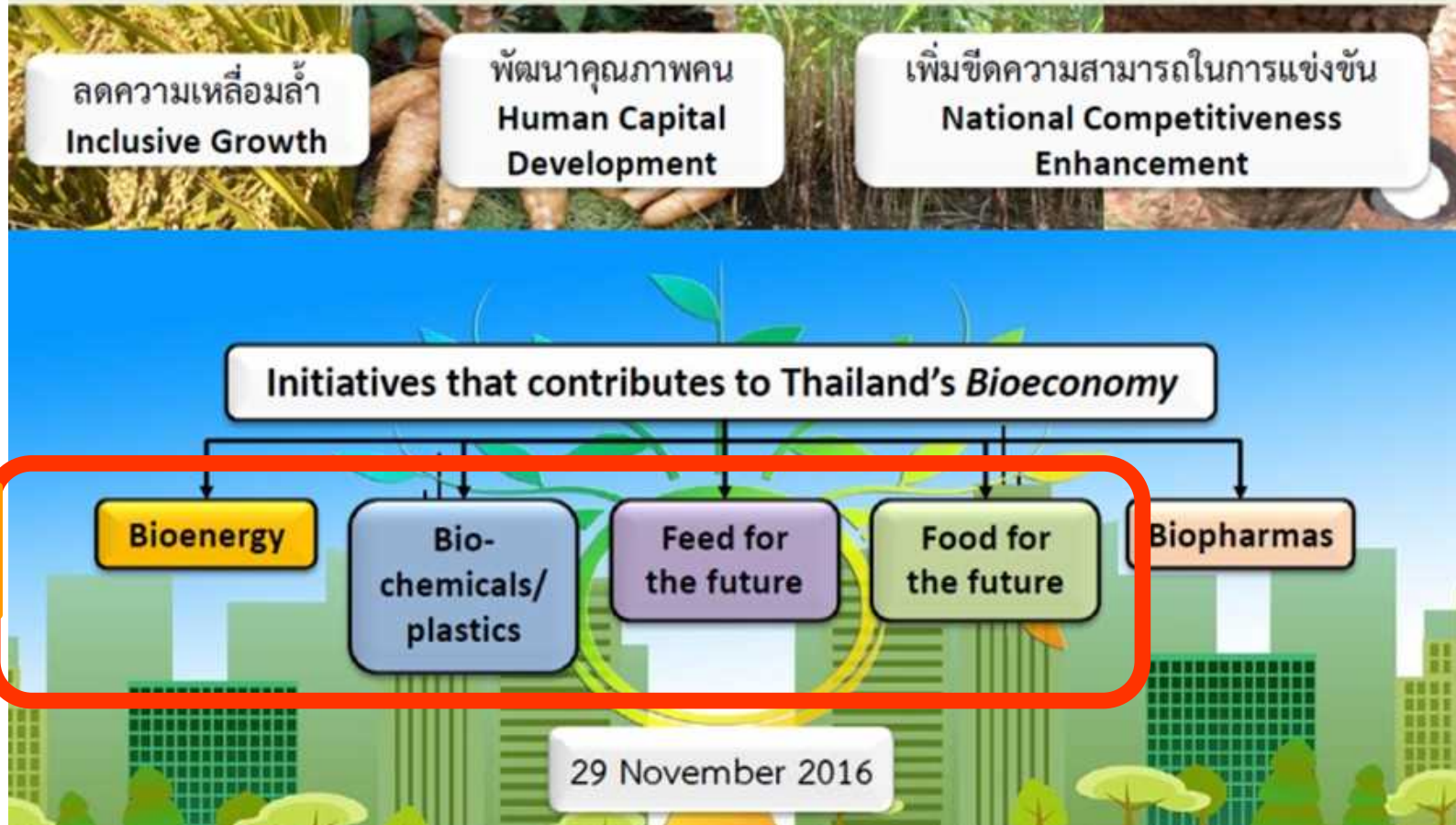
タイバイオエタノール導入目標

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。

Bioeconomy as Execution Model for Thailand 4.0



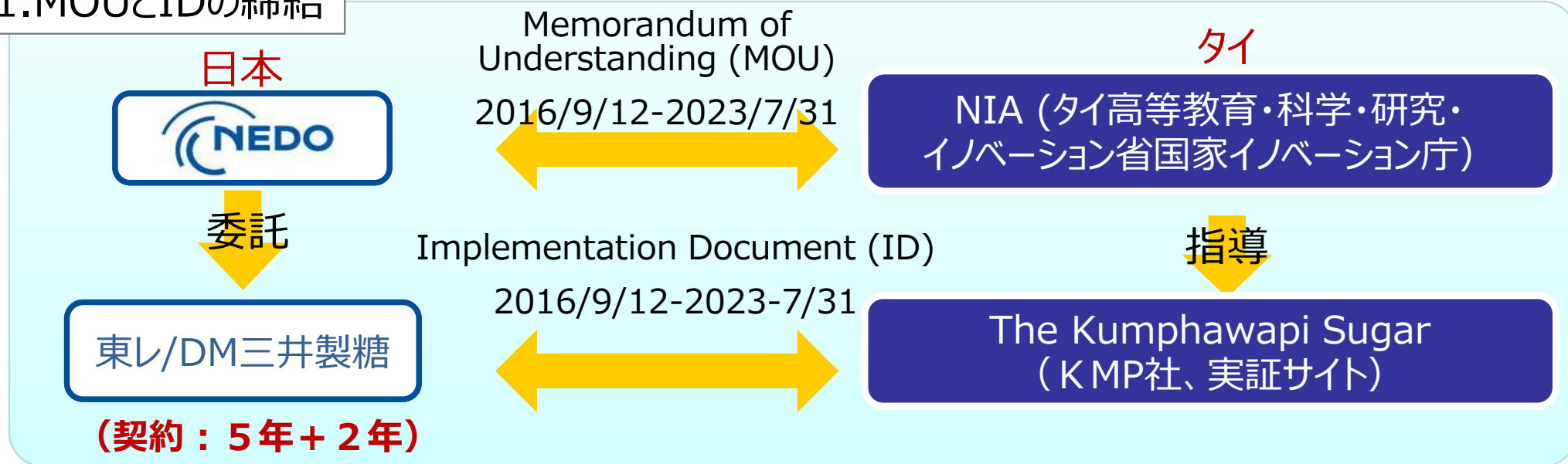
本実証事業の
関連分野

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

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。

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。

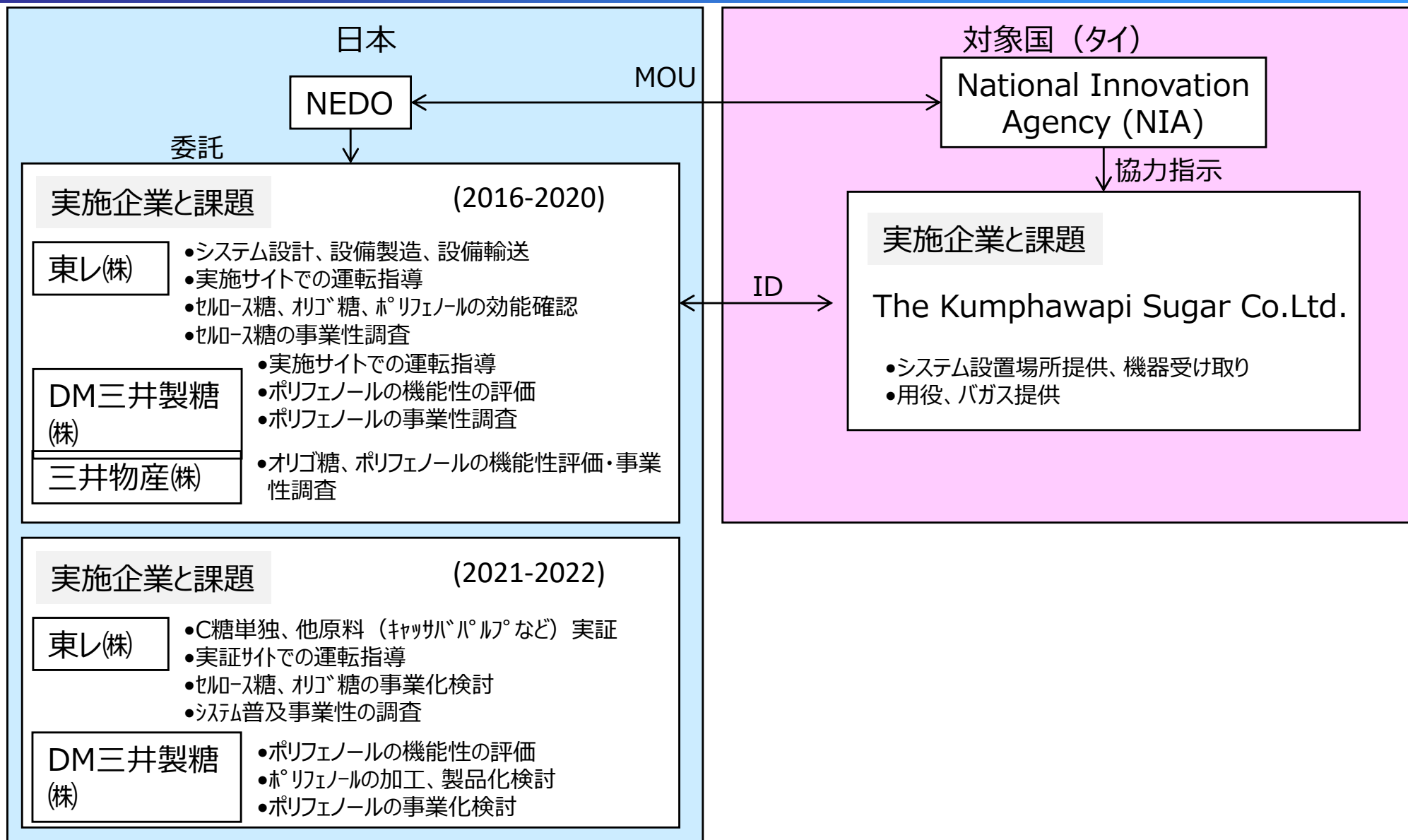
1. タイ国政府機関や大学との関係構築

機関	内容
BOI (タイ投資委員会)	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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

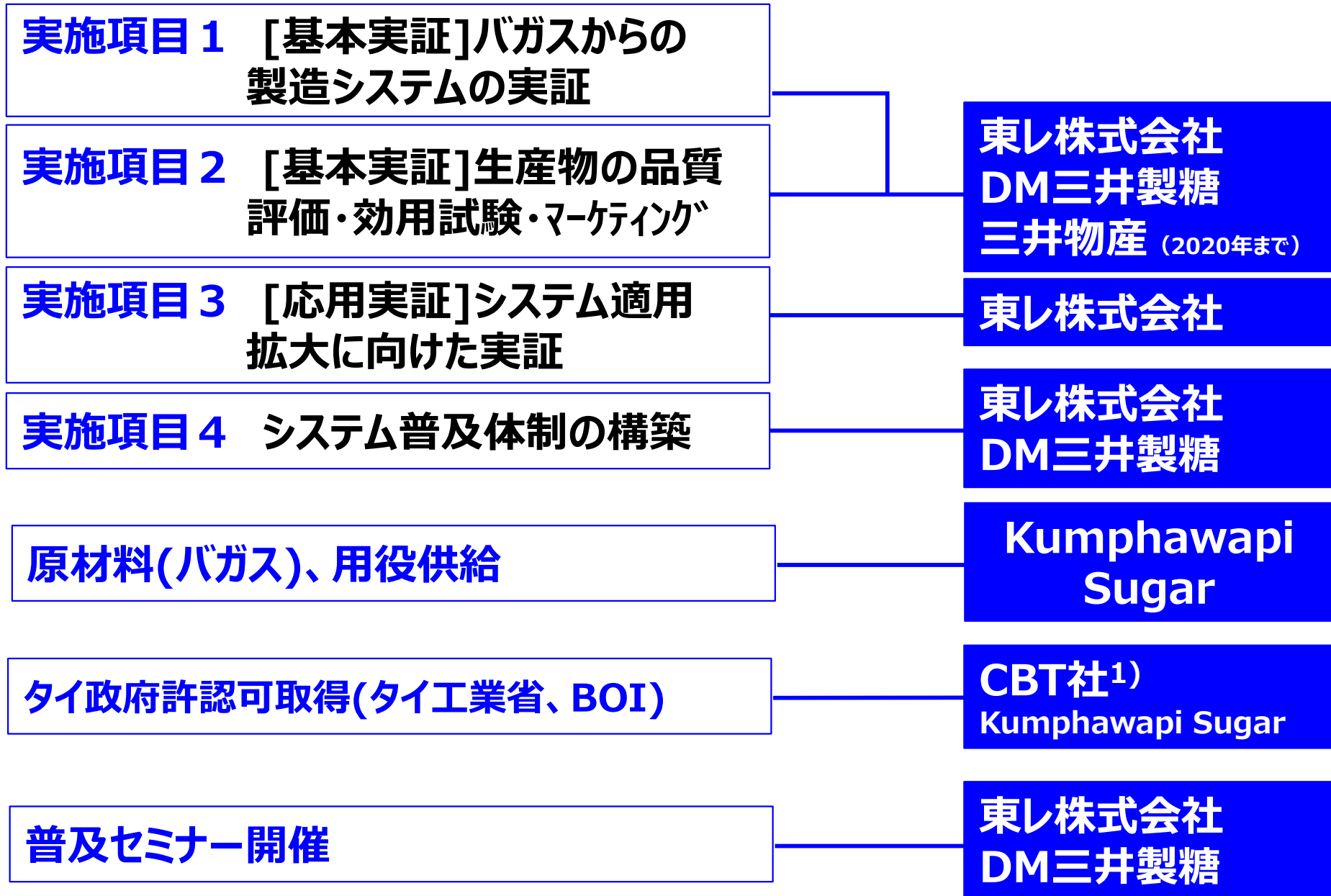
2. NIAからの事業継続の要望書(2020年)



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 of 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。



1. 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。
2. 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。
3. 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。



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

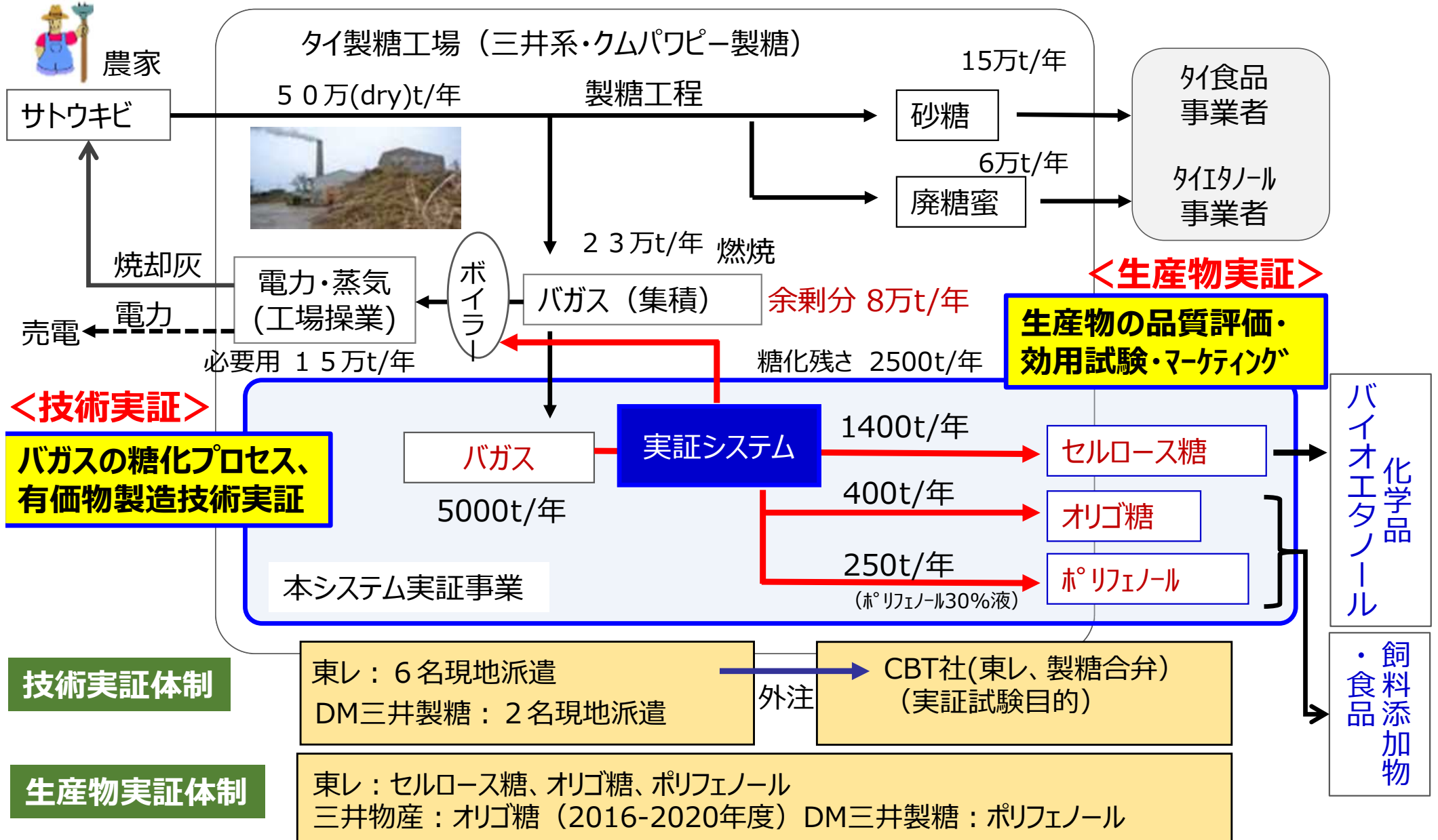
3. 事業成果のアウトカム

- (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

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	202,871	20,000

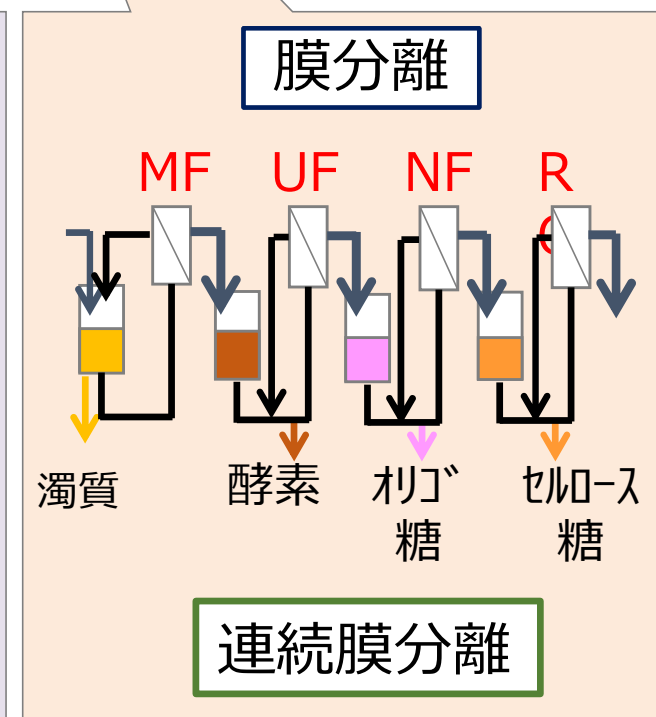
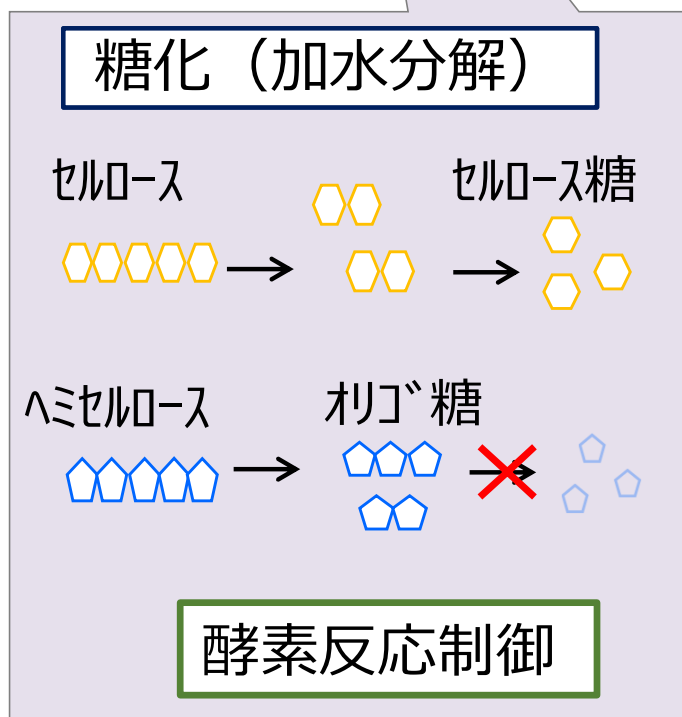
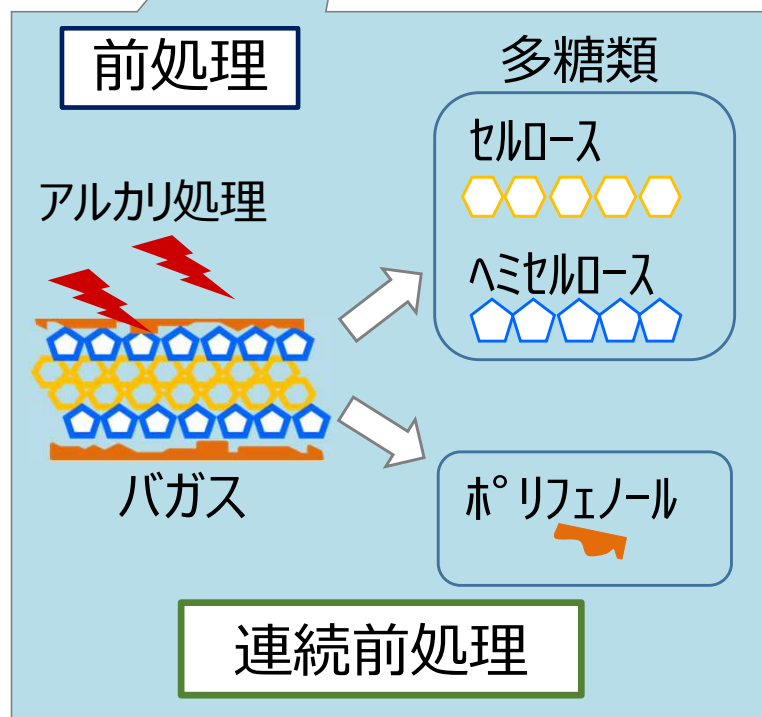
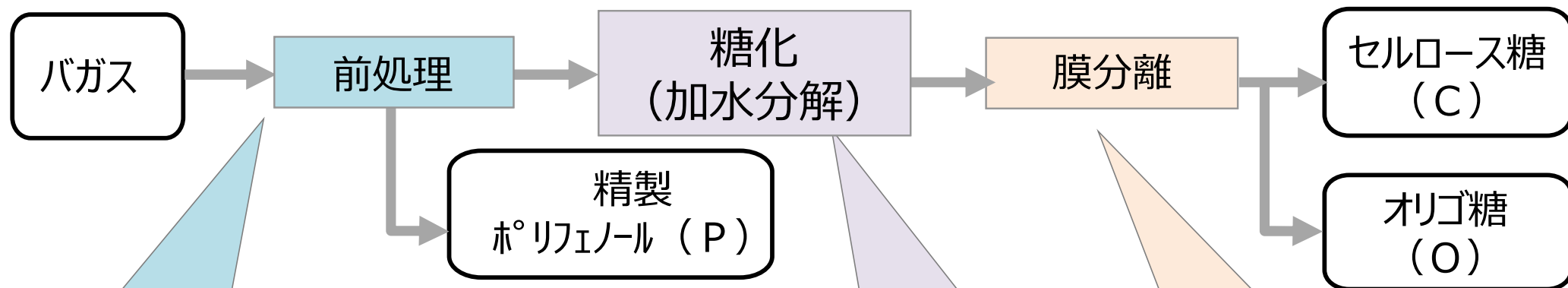
*消費税及び地方税込み

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。



- 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。

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)



当初計画通り2018年4月に建設完了、東レ基準の安全診断を実施。

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。





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

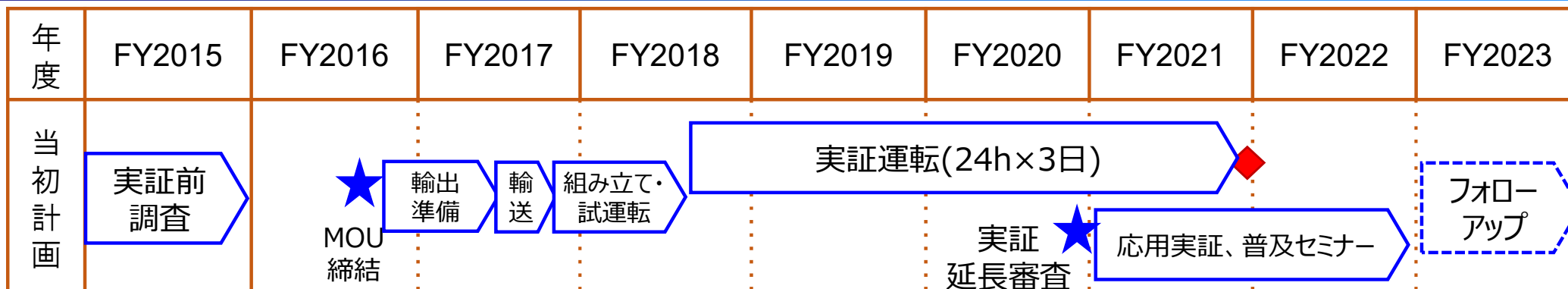
N O.	工程	装置	目標	結果	対策	状態
1	バガス投入	バガス原料 	含水55%以下	Run 4 の含水 60%	原料基準の設定 (色度 L値、pH)	完了
2	前処理	抽出機 	抽出液温度 上段：90℃～ 下段：85℃～	上段：97℃～ 下段：87℃～	排出蒸気を抽出機下段に戻すラインを増設	完了
3	固液分離	スクリーポンプ 	流速4.6m3/h	流速4.6m3/h (石による閉塞なし)	タンク底弁を自動弁へ変更し、一次停止時に配管へ石が貯まるのを防止	完了
4	ポリフェノール精製	蒸発濃縮装置 (ポリフェノール廃液濃縮) 	pH 6～8	pH4～6 (回収水に多量の酢酸が混入)	ラ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

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
精製ポリフェノール (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

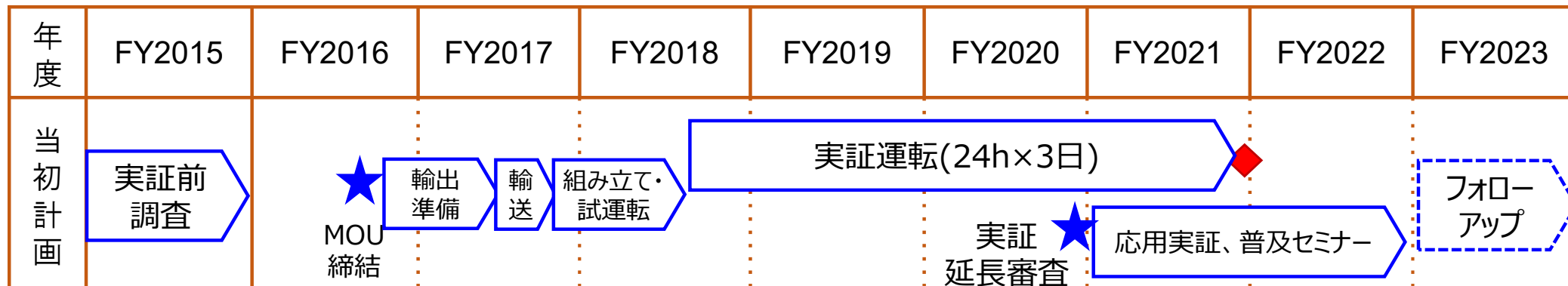
*グルコース、キシロース、キシロピオース

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。

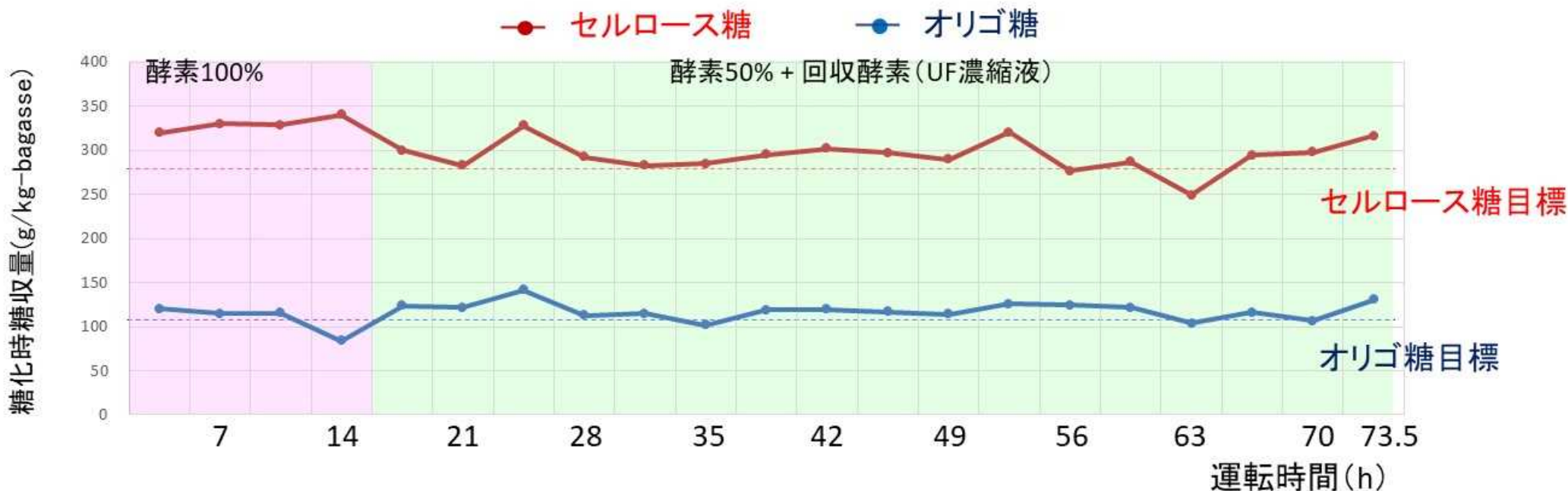
2. 事業成果

(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)

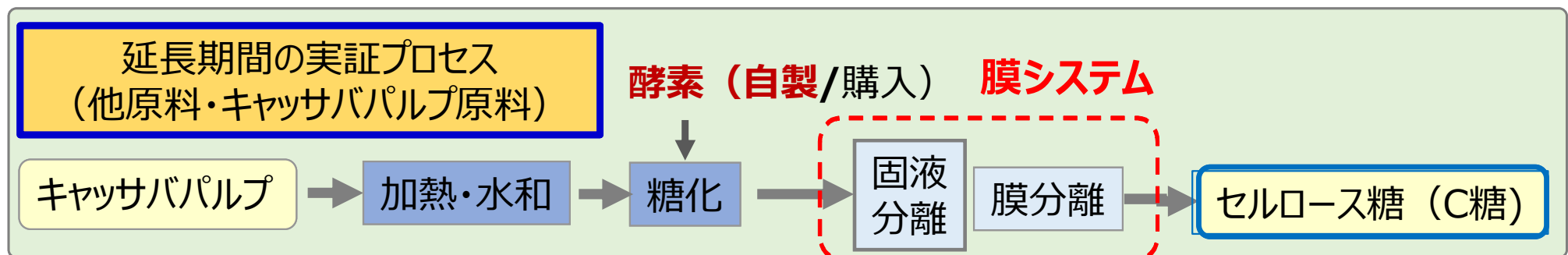
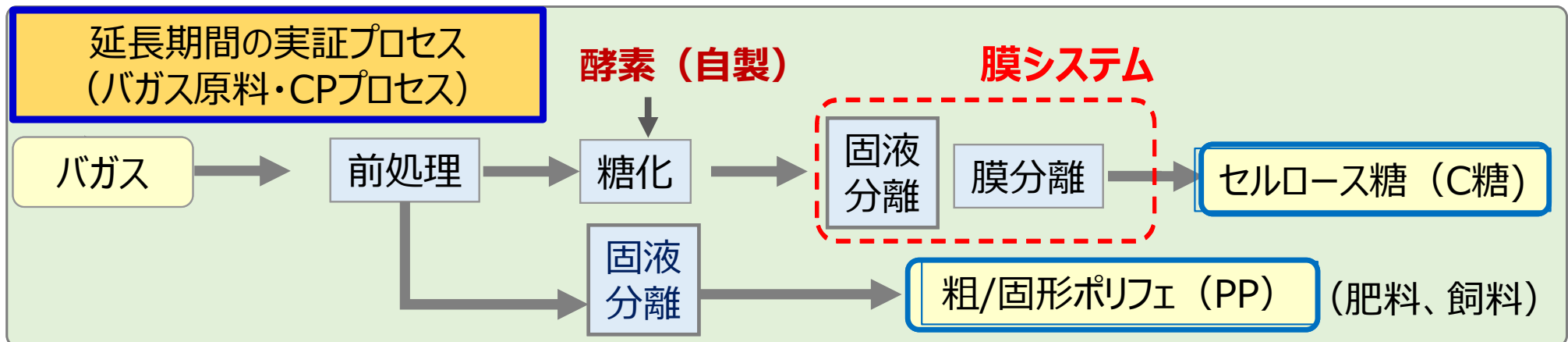
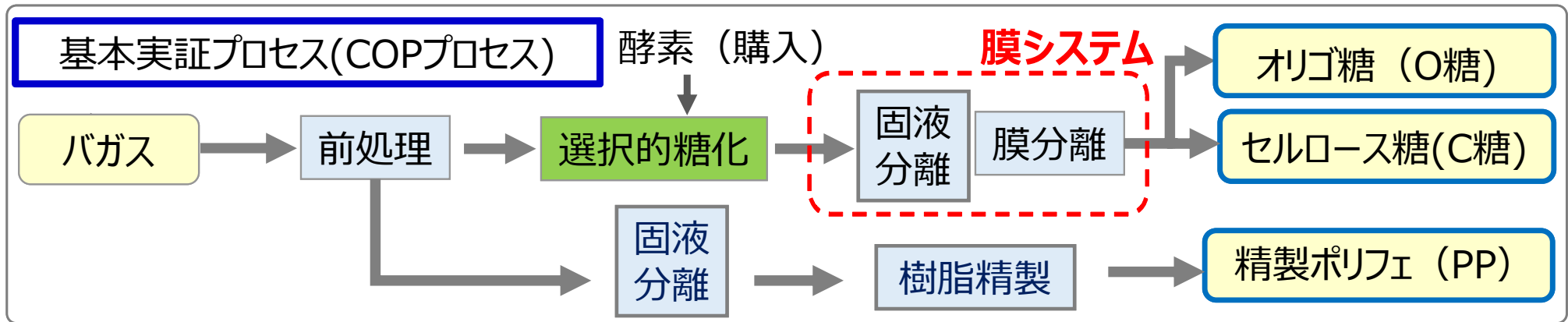


1. 連続運転14hまでは新規酵素100%で運転。その後、回収酵素(UF濃縮液)を用い新規酵素量は50%で糖化して運転。
2. 収率を検証した結果、回収酵素を用いることで、新規酵素量を50%に削減しても新規酵素100%時と同等の収率（新規酵素量を50%削減できる）ことを実証した。

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

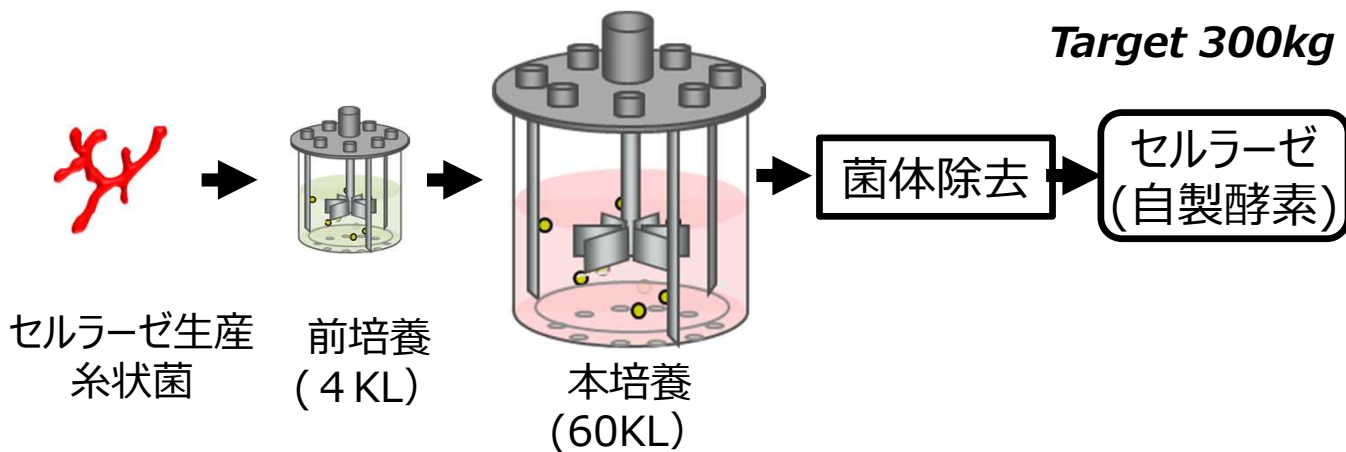
延長期間の実証(応用実証：2020～2022年度)



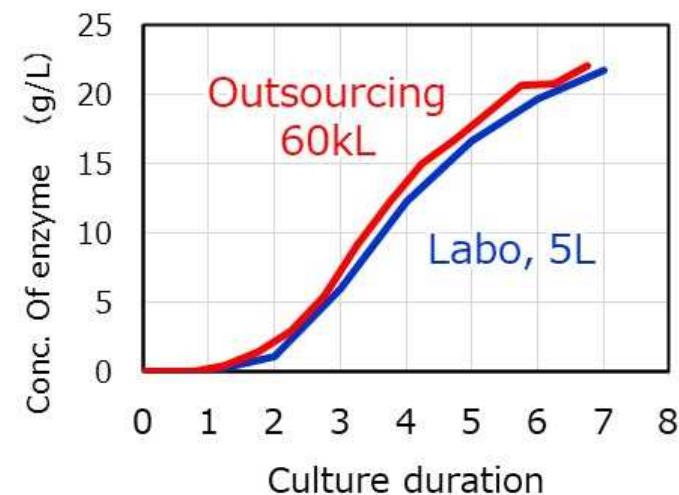
1. 高付加価値製品であるオリゴ糖、精製ポリフェノールの市場に制限されないバガス原料CPプロセス、およびキャッサバパルプ原料プロセスが、システム普及の重要プロセスである。

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。

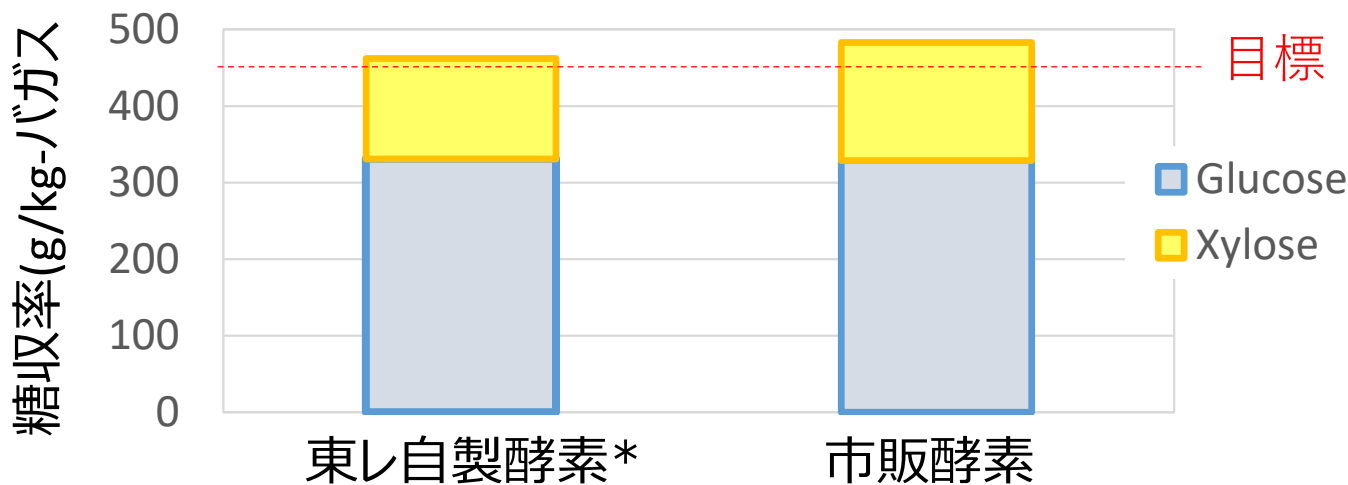
酵素自製技術



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。

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

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。



キャッサバ芋



キャッサバパルプ

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コークス技術の導入による）CM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
モラセス	81

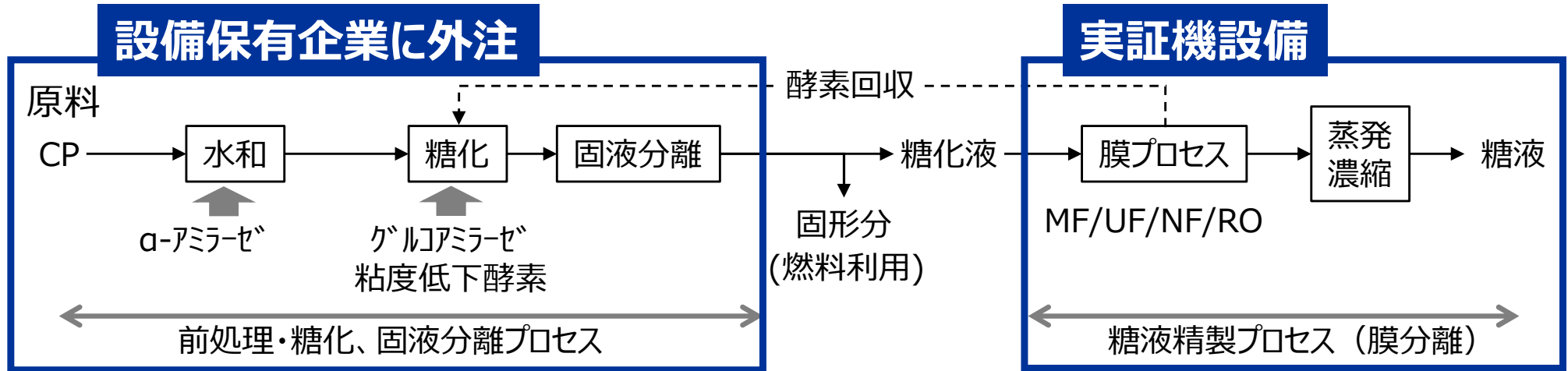
- Ethanol fermentation yeast (OC2)
- Sub raw material: 2% CSL

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。

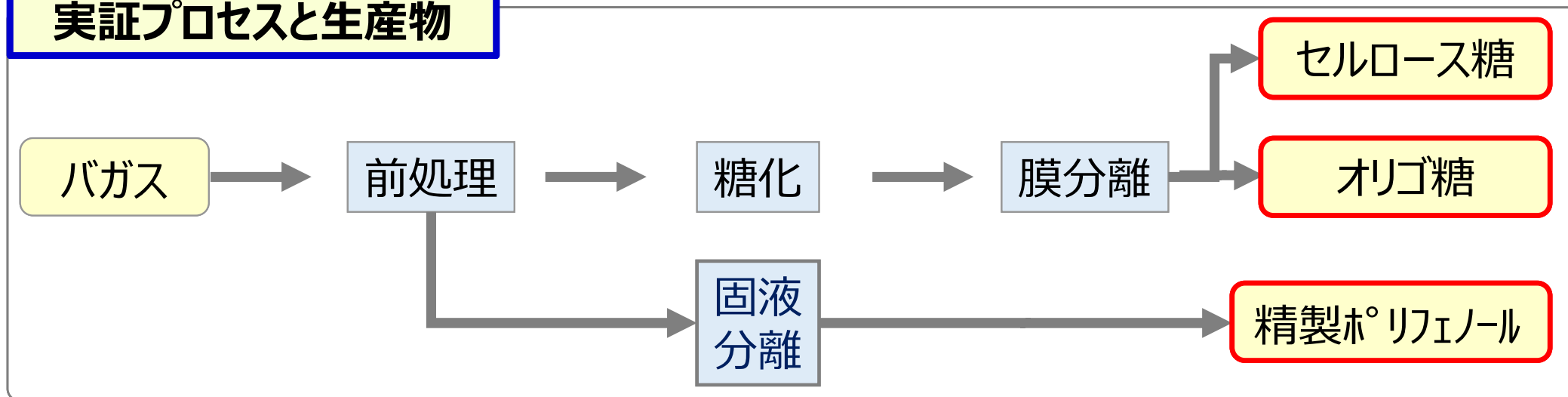
主要な課題

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/30m ³ 糖化槽)	1.5	○3.6
セルロース糖製造量(t)	0.5	○1.0

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	・飼料としての効能確認
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

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



従来糖液



膜精製糖液

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)



廃糖蜜



膜精製非可食糖液



廃糖蜜原料の排水

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

高い品質に基づく良好な発酵特性、可食原料代替可能性を確認

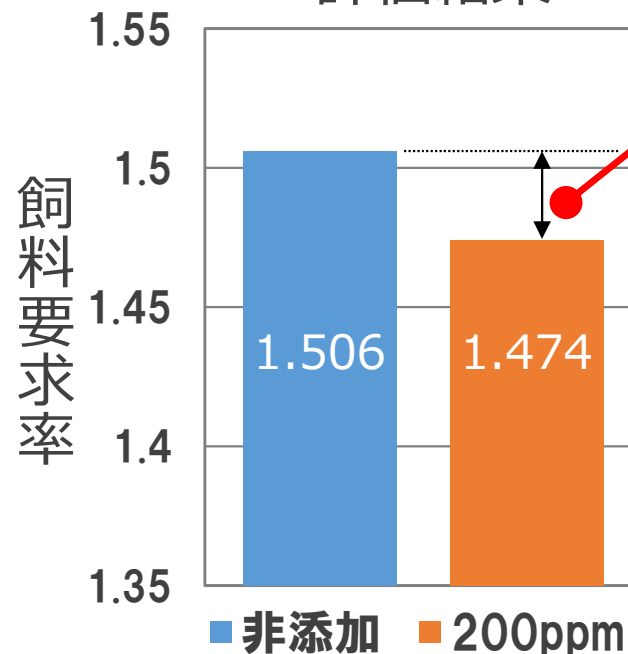
家畜飼料評価



子豚飼育試験

飼料要求率：
飼料必要量/kg-豚

評価結果



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



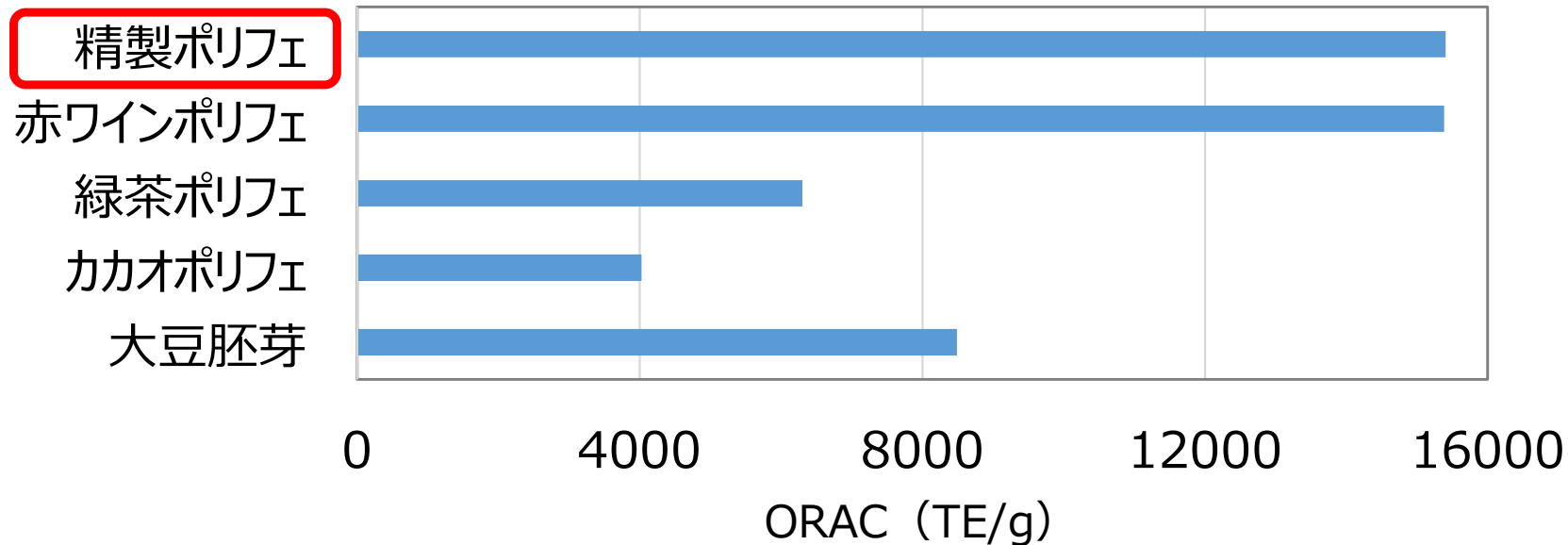
粉体の解析

- ・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

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

消臭効果

化合物	消臭率 (%)	
	精製ポリフェノール (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)

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（2）

呈味改善効果（食品）

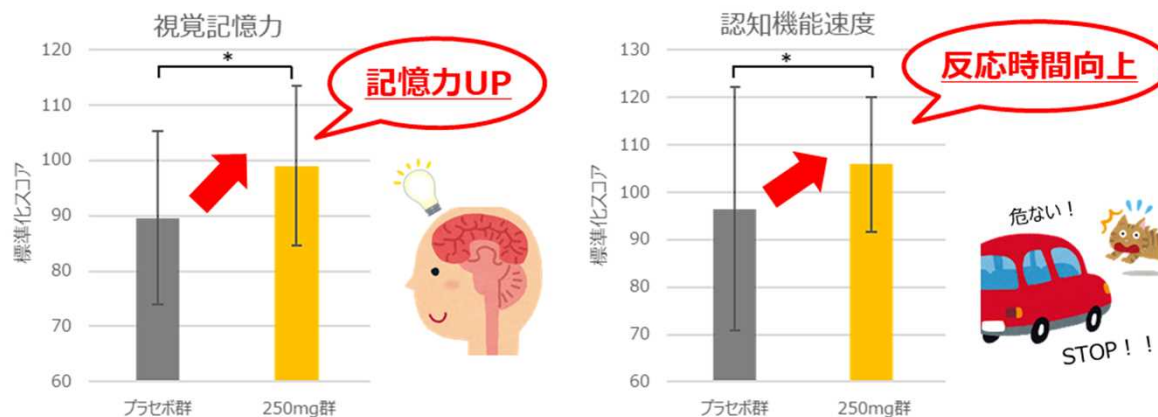
食品	ポリフェノール（精製）添加量目安（ppm）*	効果**
コラーゲン	40	動物臭が消えて飲みやすい。
豆乳	10	青臭さが消えて飲みやすい。
牛肉（オーストラリア産）	1	肉臭（グラス臭）が消えている。食べやすい。
乳酸菌飲料	50	酸味が残るが、サッパリして飲みやすい。
鶏団子（大豆入り）	10	大豆の味が消えている。 食べやすくなる。
さば	25	脂臭くなく食べやすい。
バサ	10	臭みが抑えられている。旨味が増加。

*: 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）

ランダム化プラセボ対照二重盲検並行群間比較試験

被験者：40歳以上の記憶の衰えを自覚する健康な男女。プラセボ群、250mg/日群、500mg/日群（各群30名）。
方法：精製ポリフェノールを配合したハードカプセルを12週間摂取。摂取前、12週間目に認知機能テスト（Cognitrax試験）を実施。



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。

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)

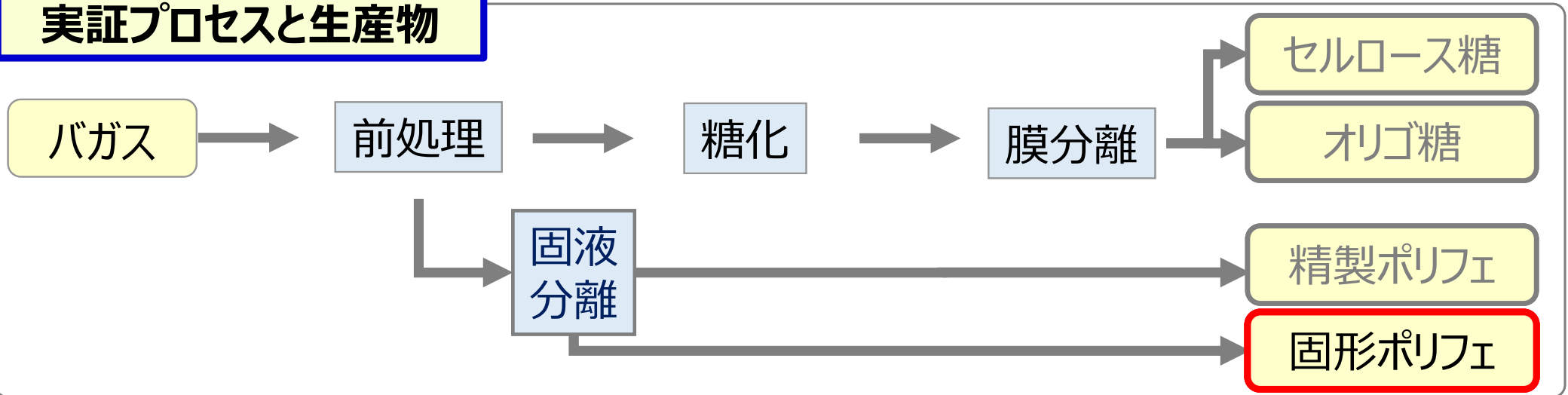
日用品、化粧品、食品用途でヒト試験まで実施し、安全性に問題はないことを確認。

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

副産物・固形ポリフェノールの有価物化

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

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

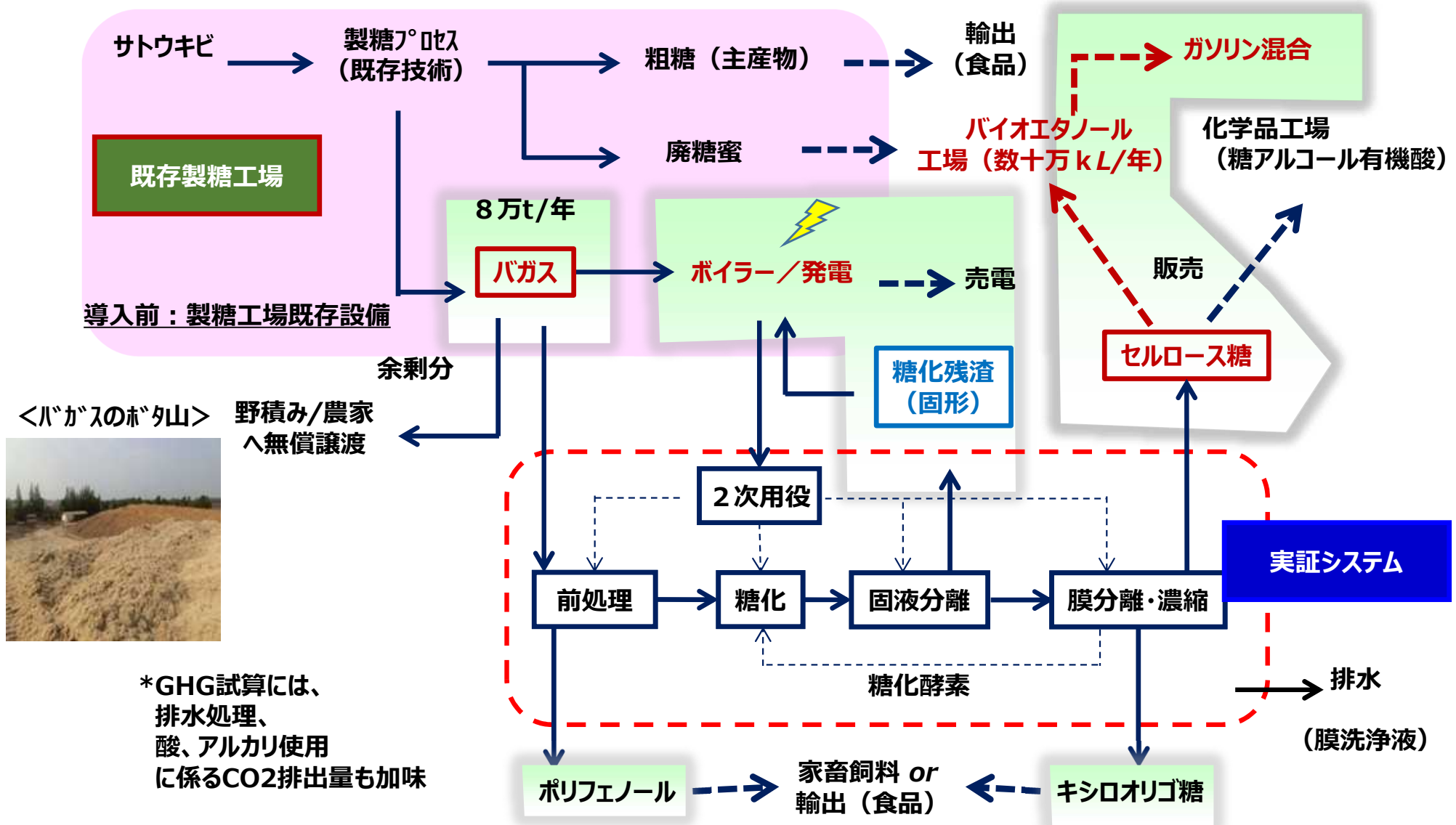
目標と成果（実証機結果纏め）

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

2. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

実証システムの代エネ・GHG削減効果



- 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

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

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

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

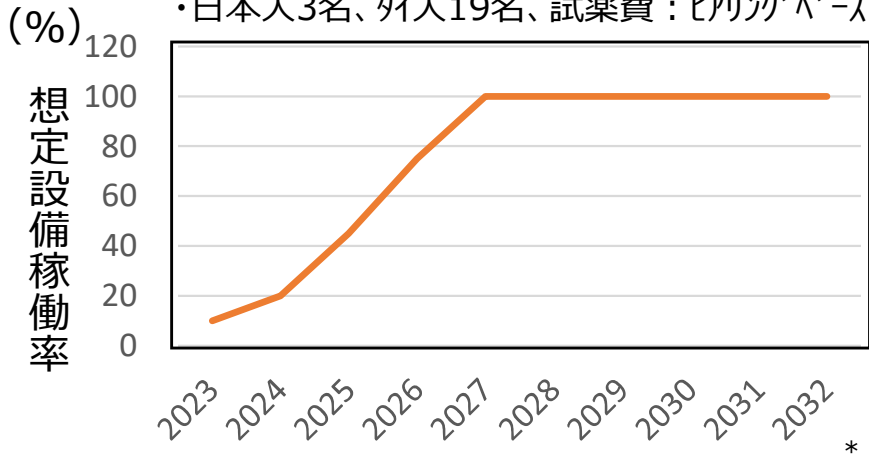
3. 事業成果のアウトカム
 - (1) 事業成果の競争力
 - (2) 普及体制
 - (3) ビジネスモデル
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

	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>糖使用量 (万トン/年)</p> <p>タイ政府目標値</p> <p>2010 2020 2030 2040 西暦</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>アジア</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

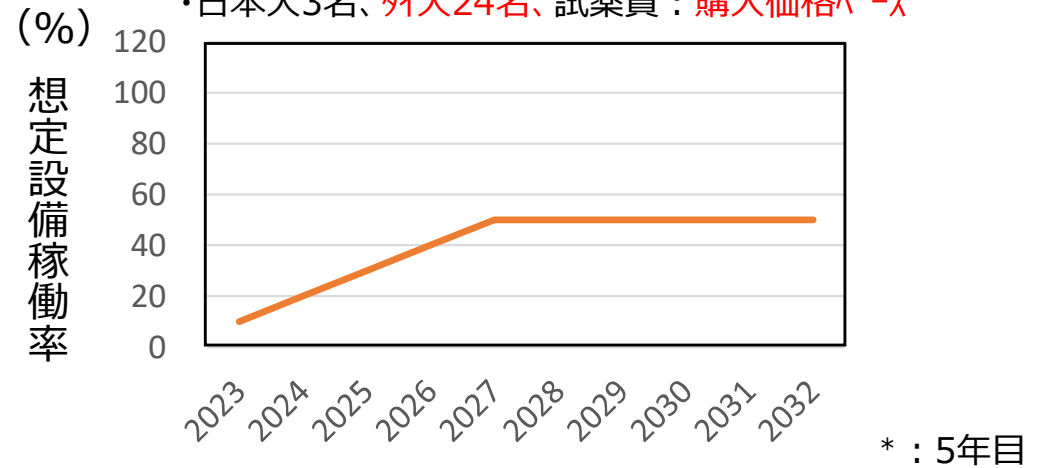
FS時(2016)の試算

- ・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、精製ホリフI
- ・日本人3名、外国人19名、試薬費: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、精製ホリフI、**固形ホリフI**
- ・日本人3名、**外国人24名**、試薬費:**購入価格ベース**



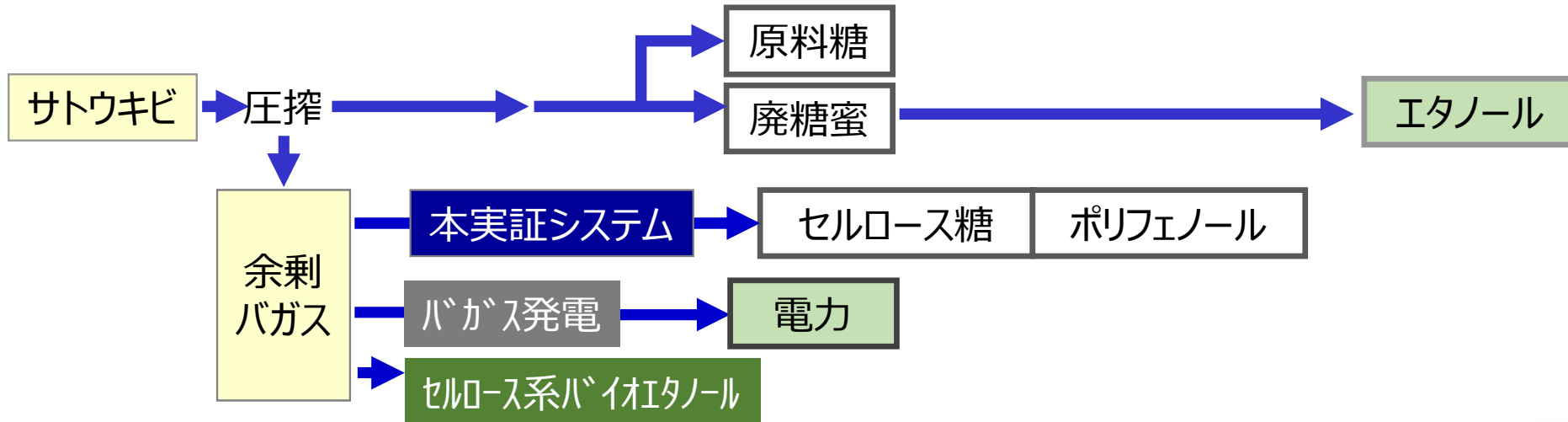
項目		生産量* (t/y)	価格 (円/kg)	売上げ* (百万円/年)
生産物	セルロース糖	1,400	33	46
	オリゴ糖	450	270	122
	精製ホリフI(30%品)	250	3,000	750

IRR (%)	10.3
投資回収 (年)	7

項目		生産量* (t/y)	価格 (円/kg)	売上げ* (百万円/年)
生産物	セルロース糖	700	33	23
	オリゴ糖	225	450	101
	精製ホリフI(30%品)	125	4,000	500
	固形ホリフI	550	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、固形ホリフI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。



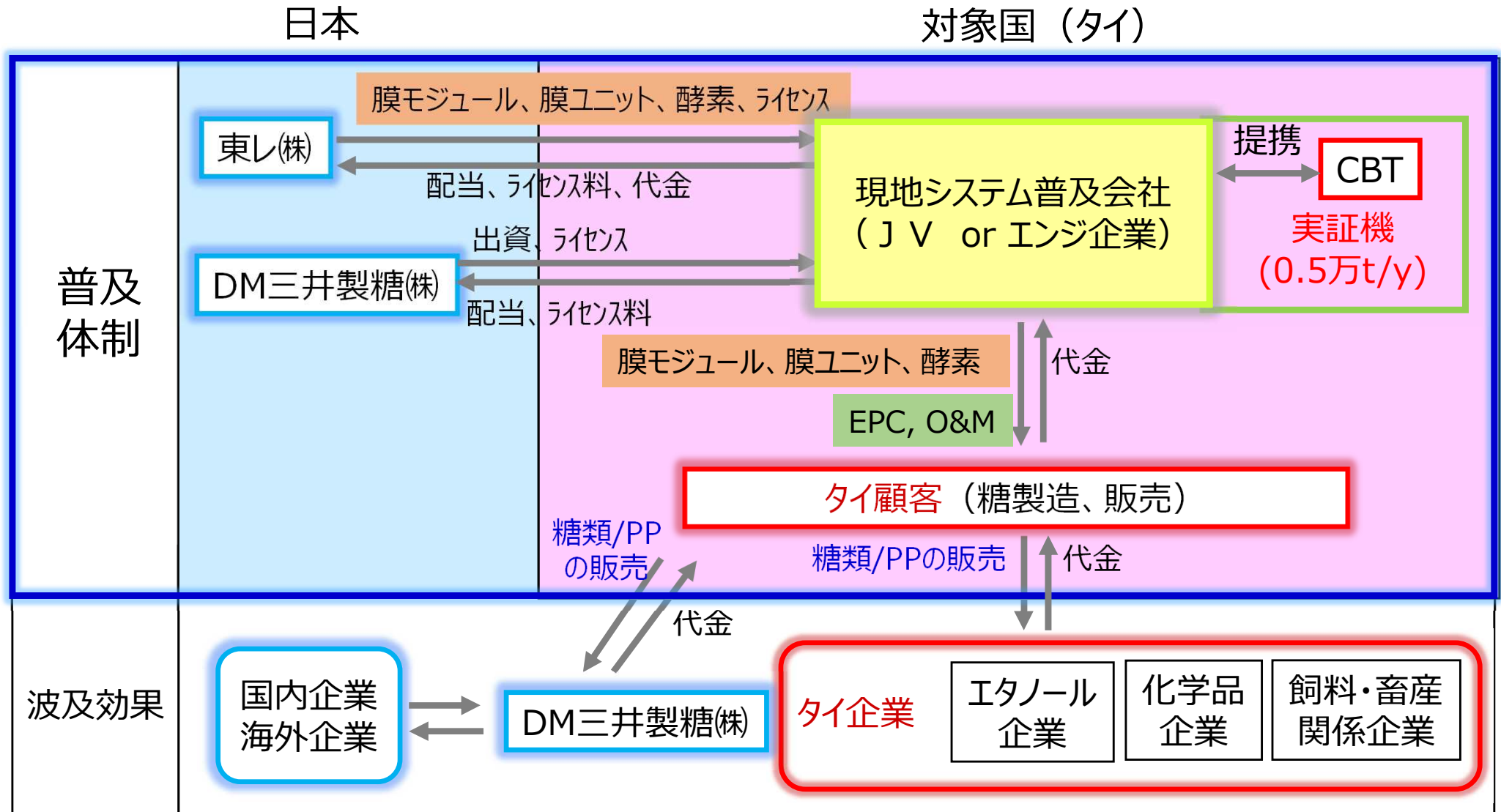
技術名称	時期 / バガス利用規模	年	ビジネス形態	初期投資額 (億円)	O&Mコスト (億円/y)	収益 (億円/y)	投資回収年数	IRR (10年)
本実証システム ^{a)}	普及段階 / 8万 t / 年	2025	EPC / O&M ライセンス	107	40.7	51.9	5.0年	15.6%
バガス発電 ^{b)}	既存 / 8万 t / 年	2014	EPC	トータル 16.1億円/10年		(2.5)*	(5.3年)*	13.3%
セルロース系エタノール ^{c)}	将来: 7万 t / 年	2020	EPC	50.0	3.4	12.3	5.6年	11.8%

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、英資企業と連携し、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。

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tock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 ไบโอบีโอส เทคโนโลยี จำกัด

ชื่อภาษาอังกฤษ CELLULOSIC BIOMASS TECHNOLOGY COMPANY LIMITED

จดทะเบียนบริษัทจำกัดเลขที่ 0105560002207 เมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2560

สำนักงานตั้งอยู่ที่ 20 อาคารบุปผชาติ ชั้นที่ 6 ถนนสาทรเหนือ แขวงสีลม เขตบางรัก

กรุงเทพมหานคร 10500

เพื่อแสดงว่าเป็นผู้ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในกิจการ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร

ประเภท 7.11 กิจการวิจัยและพัฒนา

โดยให้ได้รับสิทธิและประโยชน์และปฏิบัติตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

สิทธิและประโยชน์

ให้ผู้ได้รับการส่งเสริมได้รับสิทธิ ดังต่อไปนี้

1. ตามมาตรา 25 ให้ได้รับอนุญาตนำคนต่างด้าวซึ่งเป็นช่างฝีมือหรือผู้ชำนาญการ คู่สมรสและบุคคลซึ่งอยู่ในอุปการะของบุคคลทั้งสองประเภทนี้เข้ามาในราชอาณาจักรได้ตามจำนวนและกำหนดระยะเวลาให้อยู่ในราชอาณาจักรเท่าที่คณะกรรมการพิจารณาเห็นสมควร

(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 ไบโอบีโอส 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, Bangkok, 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:

1. 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。

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。