

農林水産業での 革新的環境イノベーションへの取り組み

第3回グリーンイノベーション戦略推進会議ワーキンググループ

- 1. 革新的環境イノベーションにおける"バイオ"の貢献
- 2. 革新的環境イノベーションにおけるゼロエミ農水連携

2020年9月8日 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター(TSC)



革新的環境イノベーションにおける "バイオ"の貢献

"バイオ"への期待



Technology Strategy Center

- ■「デジタル」と「バイオ」が<u>第4次産業革命において重要な役割</u>を演じ、豊かな社会や持続可能な社会の実現に繋がることが期待されている
- ■世界各国が"バイオエコノミー"の実現を目標に掲げた国家戦略を策定して推進
- ■日本も、バイオ戦略2019(バイオマス日本以来10年振りに改定)、本年6月にバイオ戦略 2020を公開、年度内に市場領域施策確定版を策定する予定

世界各国もバイオエコノミー振興に力をいれている





21世紀は、デジタルとバイオが注目される ともに指数的な成長を示しており、 第4次産業革命に繋がる(WEF)

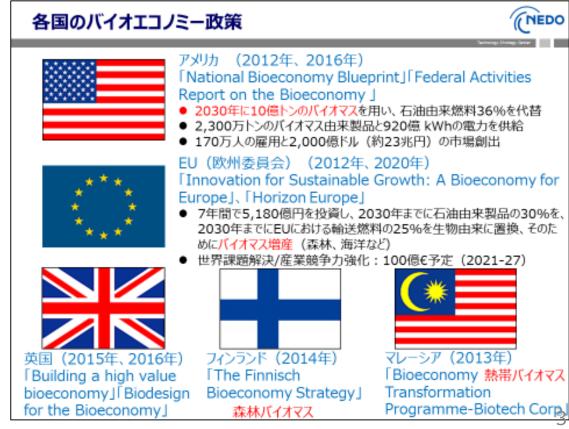


AIと生物工学は歴史上の何よりも 世界を変えるだろう

"We still have some choice about what kind of impact AI and bioengineering engineering will have on the world, but they will change the world, maybe more than anything that happened previously

Yuval Harari in history."

21 Lessons for the 21st Century

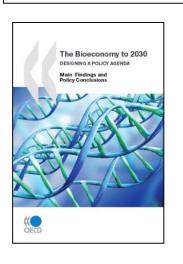


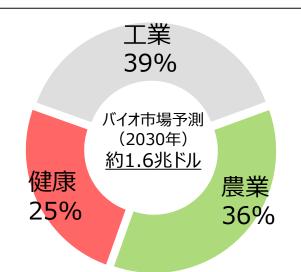
バイオエコノミー市場の拡大予測



Technology Strategy Center

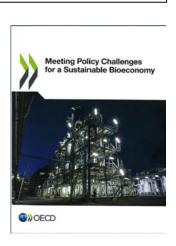
- ■OECDは、「The Bioeconomy to 2030」において、バイオテクノロジーと経済活動を一体化させた **バイオエコノミー**という概念を提唱(2009年)
- その市場は、**2030年**にOECDの**GDPの2.7%(約192兆円)**に拡大と予測
- ■特に、**工業分野が約4割**に達する予測





2018年に新レポート発表

- バイオテクノロジーや合成生物 学の役割を強調
- 各国のバイオエコノミー戦略は 十分ではなく、民間投資を呼 び込むためには長期的で安定 した政策が重要
- バイオマスの持続性は複雑、 国際的な支援が必要



Current R&D expenditures versus future markets for biotechnology by application

	Share of total OECD business expenditures on biotech R&D in 2003	Estimated potential share of total biotechnology gross value added (GVA) ¹ in the OECD area ² for 2030 25%		
Health	87%			
Primary production	4%	36%		
Industry	2%	39%		
Other	/%	-		
	100%	100%		

出展: OECD『The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda』(2009) DO I: 10.1787/9789264056886-en

"バイオ"が目標としている産業群



Fechnology Strategy Center

■ "バイオ"は様々な産業分野での活用が期待されている: **産業技術**としての重要性



出所:平成28年度NEDO 委託調査「バイオエコノミーの現状分析とスマートセルが変える未来像に関する調査」 (委託先:三菱化学テクノリサーチ、2016)

5

"バイオ"を産業(工業)活用する時の視点とアウトプット



Technology Strategy Center

■生物機能活用、生物素材活用、生物システム活用の視点での技術開発、産業活用

活用の視点

技術の視点

アウトプット

生物機能



(酵素触媒・人工酵素

•合成生物学)

バイオミメティクス (生体模倣)



生物素材

バイオリソース サステイナブルリソース









生物システム

バイオメトリックス (バイオシステム)

環境イノベーションにおいては、 サステイナブルリソース×環境調和型生産技術が重要 機能化学品





汎用化学品



高機能製品





アルゴリズム 活用

医薬 ヘルスケア

アグリ フードテク





"バイオ"分野の技術開発を加速する大きな技術革新



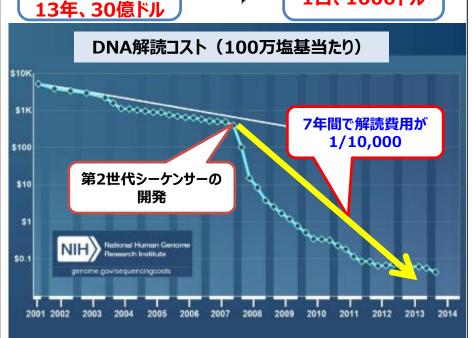
先進解析技術による生体情報に関するビックデータ取得コストの低下、ビックデータを有効に活 用したデジタル化、ゲノム編集などの超効率的・革新的な育種技術による研究開発の高速化

①早く、安く、情報集積

ゲノム解読技術の進展 ヒトゲノム計画時 (1990年)



現在 1日、1000ドル



次世代シーケンサー(DNA解析装置)の開発

- 生物の遺伝情報(固有の特性や変化状況)を低コストでデジタル化
- 蓄積される情報量の増大(5年前の20倍)

②大量かつ高速な情報分析・ゲノム設計

IT/AI技術の進展

IT・AI技術の実用レベルへの進展

- 膨大な情報から、鍵を握る遺伝情報 等をより高精度に抽出
- 抽出された情報をもとにした、ゲノムの 設計

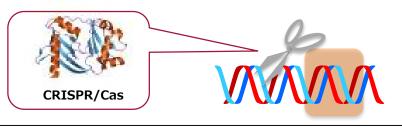


③高精度、低コストを実現する新規ツール

ゲノム編集技術の進展

次世代型ゲノム編集技術(CRISPR/Cas)が登場 より高精度・低コストに生物機能発現を実現可能

- •より容易に遺伝子を切断・編集可能に
- 固有の特性を人工的に付加した生物の作成が可能に



出所:経済産業省 産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員 会資料をもとに一部改変

日本のポジション:現状と課題



echnology Strategy Center

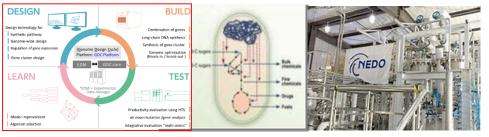
- ■日本はこれまで発酵工業や生体触媒を活用したモノづくりで世界をリード*してきた (20世紀後半) が、欧米の戦略的な取り組みや最先端技術開発の分野で先行を許している状況
- 産業技術の強化と安価・安定なバイオマス原料の入手による相乗効果によりバイオエコノミーの発展とトータルシステムとしてのGHG削減の達成が重要

*アミノ酸発酵、アミノ酸、抗生物質・医薬中間体やアクリルアミドの酵素合成などは日本発の優位技術

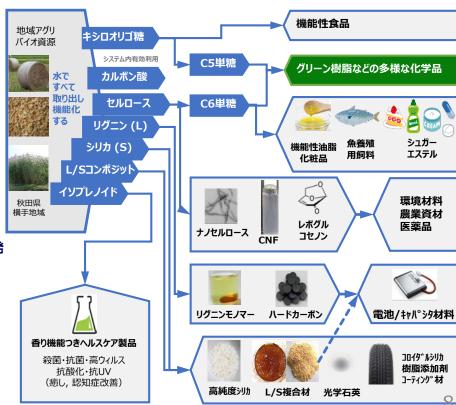
< 産業技術の強化施策例: 生物機能を活用した環境調和型生産技術, スケールメリットによらない技術非可食活用技術>



高度生産生物の迅速な研究開発 シームレスなスケールアップ技術開発 (スマートセル・データ駆動型) (バイオファウンドリー)



農林水産資源の非可食部を徹底的に活用するスケールアウト技術 アグリバイオ・化学システム 研究代表 九州大学 林潤一郎教授



バイオマス活用に関するNEDOの取り組み例



- | 非可食バイオマスを用いたバイオ燃料、バイオ化学品の研究開発を実施、特にバイオ燃料などは コストが大きな課題 (生産技術及び原料バイオマスの調達)
- 高機能品をターゲットとして、低コスト・安定生産技術開発と早期社会実装化の視点を重視

2016(H28)

2017(H29)

2018(H30)

2019(R1)

2020(R2)

2013~

2015(H27)

バイオマスからの 化学品製造

物質生産

生物機能を利用した

非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

~2022



膜分離技術を利用した化成品製造プロセスの効率化実証

技術戦略策定

~2024

(2019年3月店頭販売開始)

技術戦略策定



環境省P]成果:東京モーターショー

セルロースナノファイ バー関連技術開発

~2020

植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発



バイオプラスチック

技術戦略 に基づいた政策提言

NEDO事業

NEDO先導研究

PJ推進







漁具 海洋資材 包装用フィルム 技術戦略改定

R1補正

事業期間 7年を計画

~2024

カーボンリサイクル実 現を加速するバイオ 由来製品生産技術 の開発

技術戦略策定

1課題(6テーマ)

エネ環

けた技術開発事業。

バイオマスから高機能化学品・プラスチックへの変換技術



echnology Strategy Center

- 高機能化学品、バイオベースプラスチック及び素材から製品への作り込み技術は日本の強み
- 強みのある分野からバイオマス活用を進めて基盤を構築し、バイオマス資源国(ASEANなど) との連携を通して大きなGHG削減を狙うのも一案ではないか
- ■バイオマスの安価・安定確保が課題、バイオマス増産や廃棄物の有効活用が今後ポイント

高機能化学品	開発ステージ	実績・動向
生分解性ポリマー PLA:ポリ乳酸 PHA:ポリヒドロキシアルカノエート PBS:ポリブチレンサクシネイト	商業生産	■ PLAは、Nature works、Corbion、中国など40万t/Y PHAは、カネカが 商業化 、PBSは、三菱ケミカルが 商業化 内閣府SIP「バイオ・農業」にてポリマー設計技術開発実施
バイオイソプレン	実証段階	■ NEDO「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」で抽出イソプレンの生産・活用技術、NEDO「スマートセル」でイソプレン生産技術開発
イソソルバイト	商業生産	■ 三菱ケミカルが、植物由来イソソルバイトを用いてバイオポリカーボネートを商業化■ ミネソタ大学などでも活発にPJ研究が進んでいる
フルフラール/テトラ ヒドロフラン	実証段階	■ NEDO「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」で化学変換によるFRL生産技術開発実施
フランジカルボン酸	実証段階	ガスバリア性に優れる PET代替のPEF 材料として注目されている (► Avantium、Corbion、 北海道大学など)

生分解性ポリマー





バイオイソプレン



バイオポリカーボネート



バイオPEF





革新的環境イノベーションにおける ゼロエミ農水連携

農水連携に至った問題意識、検討体制



Technology Strategy Center

- ■GHG削減に向けて農水省と経産省の連携施策検討を開始
- ■革新的環境イノベーション戦略 V農林水産業・吸収源において、農水省・経産省の連携効果の高い以下の3分野に注力、三者はNEDOのエネルギーシステムやバイオプロセス技術等知見を活用し、技術課題解決やイノベーションの創出を検討

注力する3分野

- ◆ 農林水産業のエネルギーの100%再生可能エネルギーへの転換(RE100)の実現
- ◆ 農林業機械・漁船の電化(燃料電池を含む)等による生産プロセスの脱炭素化
- ◆ 海藻・海草類を新素材・資材として活用することによる炭素の長期・大量貯留の実現
- ■技術戦略策定調査の実施
- ■本年4月に、NEDO技術戦略センターに「ゼロエミ農水連携ユニット」を立ち上げ、両省連携施 策の提案・実現に向け、三者連携の調査活動を展開

〔調査活動の実施目的〕

- 産業実態の把握と政策課題の抽出に加えて、
- 調査委員会での議論を通じて、関係者間の密な連携関係を醸成する
- また、調査結果を活用し、農水・経産が連携して取り組むべき我が国としての具体的施策案を策定し、両省における具体的施策の展開につなげる

<連携イメージ>

農水省

- ·NARO
- JIRCAS
- •森林総研
- ・水産機構など

連携

経産省

- •NEDO
- 産総研
- ・民間企業 など

2020年5月29日に実施体制を決定し、調査事業を開始

- ■農山漁村に適した地産地消型エネルギーシステム構築及び 農林業機械・漁船の電化(燃料電池を含む)、作業最適 化等による燃料や資材の削減
- ■ブルーカーボン(海洋生態系によるCO2固定化)の追求

調査のポイントと今後の展開イメージ:地産地消型エネルギーシステム・電化等

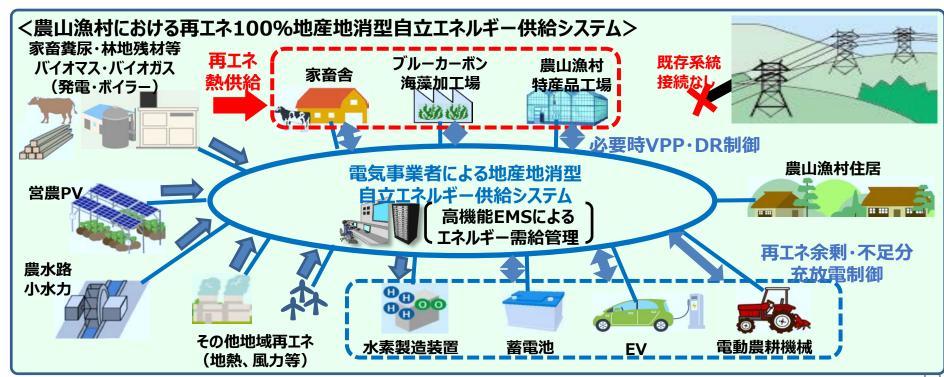


■分科会(8月20日)※では、農山漁村に賦存する再エネ資源を100%地産地消するために は、既存電力系統から自立してもエネルギーの安定供給を可能とする高度なエネルギーマネジメ ントシステム(EMS)と、農林業機械・漁船等の電動化による新たなメリットの検討やロボット農業 のやり方自体の見直し等の検討が不可欠との指摘

※調査委員会座長:電力中央研究所 浅野 浩志 研究アドバイザー

調査の ポイント

- ・農山漁村地域の再エネ地産地消のための課題、取組可能な「調整力」のラインナップ
- 農山漁村に適した水素の利用可能性
- ・電動農林業機械・漁船の活用の課題
- ・再エネ等を活用したバッテリーの自己充電システムの課題



調査のポイントと今後の展開イメージ:ブルーカーボン



Technology Strategy Center

■分科会(8月11日)※では、製品加工時のCO2排出量・採算性を考慮した新素材開発、 品種・資源量・環境要因など地域的特性を活かした用途開発の必要性について指摘

※調査委員会座長:東京大学大学院新領域創成科学研究科 佐々木淳 教授

調査の ポイント

・海藻・海草の食料用途以外の利用開発可能性や資源探索

ブルーエコノミー新興産業

海面養殖

洋上風力発電

海洋再牛」ネルギー

海底採掘

社会実装に向けたボトルネック課題

ブルーエコノミーによる持続可能な海洋資源・循環型食料・原料生産システムの構築

増やす

<u>環境負荷低減</u>× ブルーカーボン

CO2吸収增加

科学的意義検証 バイオマス増産技術

- 炭素貯留能評価、LCA 評価
- 藻類生育環境整備、 育種技術

使う

<u>地産地消</u>× ブルーカーボン

原料·食料安定供給

海藻・海草の種苗 ・藻場造成・加工 技術開発

- ○省エネルギーの サプライ チェーン構築
- ○新製品開発(飼料、化 学品など)



簡単に

 VPP電動化×

 ブルーカーボン

 食料自給率向上

- ○漁船の電動化
- ○自動環境観測技術 (水中ドローン)
- ○複合養殖
- ○内水面養殖への応用(発展途上国支援)

<アクアポニックス> 水産養殖と作物栽培を同 時に行うシステム

出所:Caribbean Development Bank(UNDP)『Financing The Blue Economy』(2018年)一部改変 画像出所:農林水産 国土交通省 NEDO 産総研 京都大学資料上的転載

安全·監視

海洋バイオテクノロシ゛ー

ハイテク海洋サーヒ 、ス



(参考資料)

"バイオ"分野に対する最近のNEDOの取り組み

ESS・総合指針について



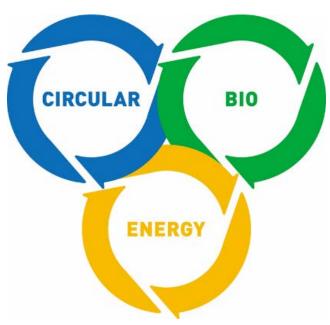


Technology Strategy Cent

持続可能な社会を実現する3つの社会システム

3 Essential Social Systems for Sustainable Society



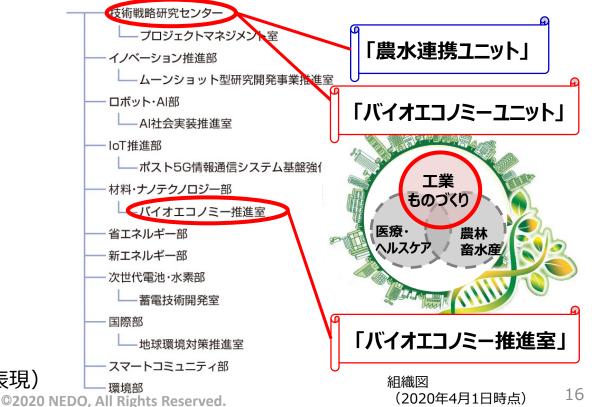


- 1. サーキュラーエコノミー (地球の象徴であるブルーで表現)
- 2. バイオエコノミー (生物の象徴であるグリーンで表現)
- 3. 持続可能なエネルギー (エネルギーの象徴であるオレンジで表現)

この3つの社会システムの一体的で有機的な推進を実現

し、気候変動問題の解決に向けた技術開発の在り方や目 指すべき方向性などの取り組み指針として、

「持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針 2020 (NEDO総合指針) 」を策定



技術戦略を活用したプロジェクトの実施

2015(H27)

技術戦略策定



~2020

2016(H28)

■ 生物機能を利用した物質生産

植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発

2017(H29)

技術戦略改定 R1補正 事業期間 7年を計画

2019(R1)

カーボンリサイクル実現を

■ 生物機能を利用したデバイス

微生物群の利用及び制御

技術戦略策定 1課是

1課題(2テーマ) 1課題(2テーマ)

2018(H30)

超微小量センシング技術開発

技術戦略策定

新産業

1課題(2テーマ)

技術戦略改定

~2022

~2023

第二期SIP「バイオ・農業」

技術戦略策定

1課題(6テーマ) **エネ環** ~2024

海洋プラの社会実装に向

■ バイオマスからの化学品製造

■ バイオプラスチック

非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

~2022

膜分離技術を利用した化成品製造プロセスの効率化実証

技術戦略策定

~2024

セルロースナノファイバー関

NEDO事業

NEDO先導研究

内閣府PJ

2013~

CIRCULAR BIO

ENERGY 17

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発

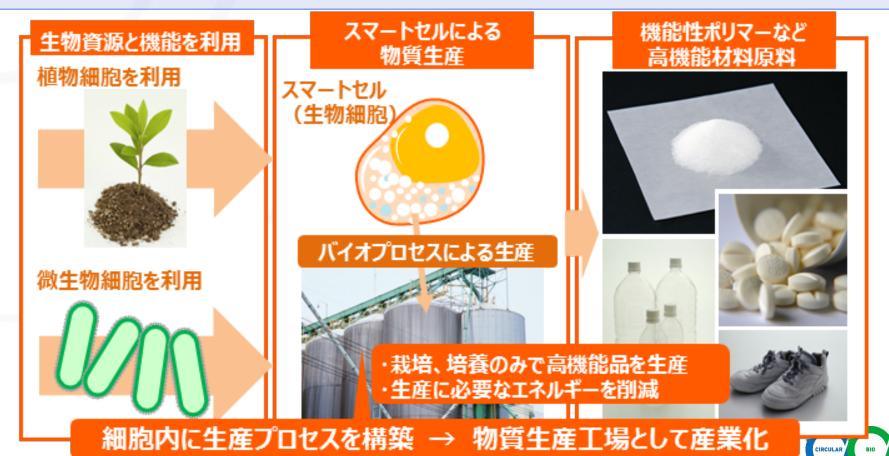


事業期間:2016~2020年度(5年間) 事業規模:26.0億円(2020年度)

プロジェクトリーダー:九州大学 久原哲

サブプロジェクトリーダー:産業技術総合研究所 松村 健

プロジェクトマネージャー: NEDO 林智佳子



2019年度で終了

非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発



【 事業期間 】2013~2019年度 【201

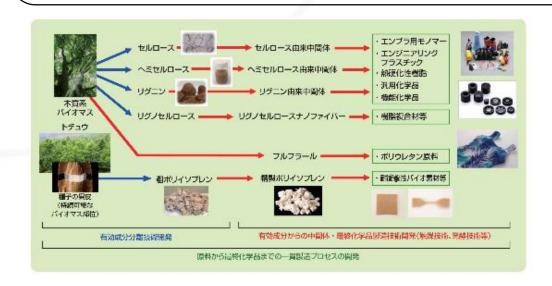
【 2019年度政府予算額】10.8億円

非可食性バイオマスからの化学品製造プロセスについては、多くの基盤技術開発が進められているものの実用化に達しているものは少ないのが現状。

本事業では、実用化のために重要と考えられる、非可食性バイオマスから最終化学品までのコスト競争力のある一貫製造プロセスを構築し、石油由来原料から非可食性バイオマス原料への転換を目指す。

【 2018年度実績】

- ・リグノCNFは、ユーザー企業へのサンプルワークを通じて、自動車大型部品の樹脂成形加工に成功。
- ・CNF安全性評価手法の開発において、これまで開発した適切な投与手法を用いて、長期の動物試験(気管内投与 試験)を開始。
- ・ラボレベルにおいて、木質バイオマスから各種化学品原料までの一貫プロセスを構築し、実証試験を実施。ベンチレベルの一貫プロセスの構築に着手。





(2019年3月店頭販売開始)

杜仲由来の非可食性バイオマスを利用した耐衝撃性に優れた機能性ゴルフボールを商品化。

今後は、スポーツ分野のほか、自動車等の輸送機器の内装や生体材料分野などの応用が期待される。

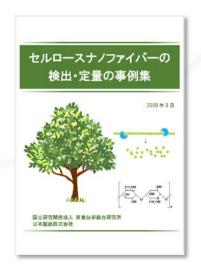
非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発



プロジェクト成果の一例

セルロースナノファイバーの安全性評価手法に関する文書類を公開

NEDOと産業技術総合研究所、王子ホールディングス(株)、第一工業製薬(株)、大王製紙(株)、日本製紙(株)は、セルロースナノファイバー(CNF)の安全評価手法の開発に取り組んでおり、CNFを取り扱う事業者などの安全管理を支援することを目的に、CNFの安全性評価手法に関する文書類「セルロースナノファイバーの検出・定量の事例集」、「セルロースナノファイバーの有害性試験手順書」、「セルロースナノファイバー及びその応用製品の排出・暴露評価事例集」を作成し、公表しました。









【NEDO国際実証PJ】膜分離技術を利用した化成品製造プロセスの効率化実証(タイ)



1.事業の内容

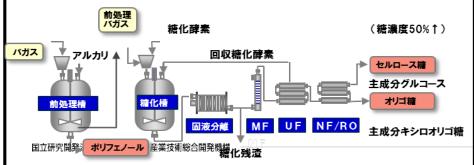
- ◆ タイ北東部・ウドンタニ県の製糖工場(クムパワピーシュガー)で発生する余剰バガス (サトウキビから砂糖を製造する工程で発生する残渣。搾りかす。)を原料として、膜分離濃縮技術を活用して、エタノール等の原料となるセルロース糖の製造工程のエネルギー消費を抑制する実証事業を実施する。
- ◆ 実証設備はバガス処理量15t/日 (年間稼動5,000t/年) 規模。

2.対象国との関係

- ◆ MOU締結先の外科学技術庁(NIA)から、本事業は外国の技術 開発、産業振興に有効な技術と評価され、実証事業実現に 向けて強力な支援を得ている。
- ◆ タイ製糖企業(クムパワピーシュガー)から、本事業の実施の了解を 得ており、必要な協力体制と内容についてIDを締結し推進 中である。

3.技術の概要

- ◆ 製糖工場で発生する余剰バガスを原料としてセルロース糖等を製造する プロセスにおいて、高分子分離膜を複合的に利用し、エネルギー消費を抑制する。(従来技術の約50%)。
- ◆ また、糖化酵素の回収・再利用が可能となり、省Iネのみならず製造Jストの削減も可能。さらに、付加価値の高いポリフェノールやオリゴ糖も併産可能で、経済性が向上する。

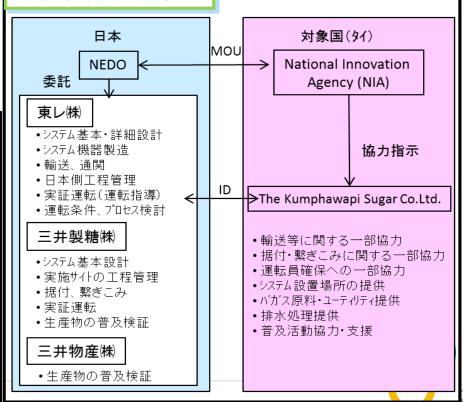


4.事業規模・実施期間

◆NEDO負担額:約30億円(総事業費:約47.6億円) 事業期間:平成28年度~平成34年度(平成27年度:FS)

28FY	29FY	30FY	31FY	32FY	33FY	34FY		
実証事業								
U								

5.実証事業実施体制



カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発



研究開発の目的

バイオものづくり産業の基盤として、我が国のこれまで培った発酵生産技術等に立脚もしくは従来法にとらわれない次世代生産技術開発を実施する。次世代生産技術としてはスケールアップや後工程の回収・破砕、分離、精製等まで含め、工業化に向けた生産プロセスに関わる技術の開発と検証を目指す

研究開発の内容

研究開発項目①「バイオ資源活用促進基盤技術開発」 研究開発項目②「生産プロセスのバイオファウンドリ基盤技 術開発」

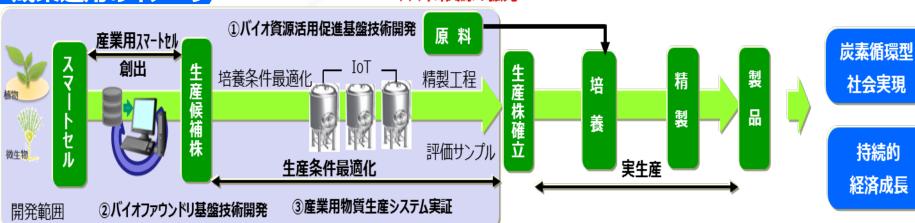
研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」

プロジェクトの規模

事業費総額 150億円(予定) NEDO予算総額 138億円(予定) ・実施期間 2020~2026年(7年間)

成果適用のイメージ

◆バイオ資源の拡充



◆工業化に向けたプロセスの効率化・開発期間短縮→実生産プロセスの低コスト化・省エネ化



炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術 開発プロジェクト



研究開発の目的

植物素材であるCNFを利用した製品の社会実装・市場拡大を早期に実現することで、 CO_2 の排出量を削減し、エネルギー転換・脱炭素化社会をめざす

プロジェクトの規模

事業費総額 72.1億円 NEDO予算総額 38.55億円 (委託、2/3·1/2助成) 実施期間 2020~2024年度 (5年間)

研究開発の内容

研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス 技術の開発【助成】

研究開発項目② CNF利用技術の開発 (1)量産効果が期待されるCNF利用技術の 開発【助成】

(2)多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価【委託】

成果適用のイメージ

