

「バイオジェット燃料生産技術  
開発事業」  
(中間評価)分科会  
資料 7-1

# 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」

## 事業原簿【公開版】

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部
-----	--------------------------------------

# — 目 次 —

概 要 .....	i
I. 事業の位置付け・必要性について .....	I-1
1. 事業の背景・目的・位置づけ .....	I-1
1-1 背景 .....	I-1
1-2 研究開発の目的 .....	I-1
1-3 本事業の位置づけ .....	I-4
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性 .....	I-6
2-1 NEDO が関与することの意義 .....	I-6
2-2 実施の効果 .....	I-6
II. 研究開発マネジメントについて .....	II-1
1. 事業の目標 .....	II-1
1-1 アウトカム目標 .....	II-1
1-2 アウトプット目標 .....	II-1
2. 事業の計画内容 .....	II-2
2-1 研究開発の内容 .....	II-2
2-2 達成目標 .....	II-3
2-3 研究開発の実施体制 .....	II-5
2-4 研究開発の運営管理 .....	II-6
2-5 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性 .....	II-8
3. 情勢変化への対応 .....	II-10
4. 評価に関する事項 .....	II-11
III. 研究開発成果について .....	III-1
1-1 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発 .....	III-1
1-2 高性能噴流床ガス化と F T 合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発 .....	III-13
2. 知的財産権等の取得及び成果の普及 .....	III-22
2-1 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発 .....	III-22
2-2 高性能噴流床ガス化と F T 合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発 .....	III-24
IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて .....	IV-1
1. 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて .....	IV-1
(添付資料) .....	- 1 -

## 概要

		最終更新日	2020年9月28日
プロジェクト名	バイオジェット燃料生産技術開発事業	プロジェクト番号	P17005
担当推進部/PM 担当者	新エネルギー部 PM 古川信二（2020年4月～現在） 森嶋誠治（2017年11月～2020年3月） 矢野貴久（2017年4月～2017年10月） 担当者 吉田行伸（2017年10月～現在） 浅野浩幸（2018年10月～現在） 中森研一（2019年4月～現在） 柴原雄太（2019年4月～現在） 木邑敏章（2020年2月～現在） 小林 靖（2020年4月～現在） 萩原伸哉（2017年4月～2020年3月） 河守正司（2017年4月～2019年3月） 荒巻 聡（2017年4月～2018年3月） 松永悦子（2017年4月～2017年9月）		
0. 事業の概要	<p>本事業では、バイオジェット燃料製造技術を2030年頃までに実用化し、利用促進・普及を通じて、2030年以降の更なる航空分野における二酸化炭素等の温室効果ガス排出量を削減するため、ガス化・FT合成技術や微細藻類培養技術、ATJ技術等のバイオジェット燃料製造技術開発を行い、2030年頃までに商用化が見込まれる製造プロセスを確立する。</p>		
1. 事業の位置付け・必要性について	<p>世界の航空輸送部門では、今後も拡大する航空需要予測を背景に、地球温暖化対策や石油価格変動に対するリスクヘッジの確保が業界としての大きな課題となっている。国連専門機関である国際民間航空機関（ICAO: International Civil Aviation Organization）は、長期的な低炭素化目標を策定し、その達成にバイオジェット燃料の導入が不可欠としている。また、製造コストが十分経済的になれば、石油価格変動に対するリスクヘッジとしても有効であることから、バイオジェット燃料導入に対する期待は世界的にも高まっており、今後市場規模が拡大すると予測されている。</p> <p>しかしながら、現状バイオジェット燃料は市場形成途上にあり、特に製造コスト削減については世界共通の課題となっている。加えて、実用化に向けては、製造に係る化石エネルギー収支や温室効果ガス排出削減効果の向上を実現し、かつ経済性が成立する製造技術の開発が必須となる。</p> <p>NEDOでは「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」において液体バイオ燃料製造の要となる基盤技術（バイオマスガス化や微細藻屋外大規模培養等）開発において優れた成果を得た。次の段階として、これら基盤技術を組合せた一貫製造プロセスにおけるパイロットスケール検証試験が不可欠であり、その成果を基に純バイオジェット燃料製造技術を2030年頃までに商用化するべく、安定的な長期連続運転や製造コストの低減などを実現していく必要がある。</p> <p>さらに2030年頃までの商用化のためには、純バイオジェット燃料の一貫製造技術の確立とともに、原料の調達や製品の供給を含めたサプライチェーンの構築も視野に入れた実証を経て社会実装を図ることで、当該分野における市場を形成していくことが重要である。</p> <p>さらに、近年のカーボンリサイクルの政策、多様な原料に対する対応、海外の動向を受け、さらなる純バイオジェット燃料製造技術開発の加速が望まれている。</p>		
2. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>【アウトカム目標】</p> <p>本事業によりバイオジェット燃料の市場形成を支援、促進することで、2030年頃に、バイオジェット燃料製造技術の実用化を実現することで、ジェット燃料の</p>		

	<p>使用に起因する温室効果ガス排出量の削減に貢献する。</p> <p>【アウトプット目標】  ガス化・FT合成技術や微細藻類培養技術、ATJ技術等のバイオジェット燃料製造技術開発を行い、2030年頃までに商用化が見込まれる製造プロセスを確立する。</p>						
事業の計画内容	主な実施事項	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021～2024fy	
	(i)技術動向調査	○	○	○	○		
	(ii)一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験	○	○	○	○		
	(iii)実証を通じたサプライチェーンモデルの構築				○	○	
	(iv)微細藻類基盤技術開発				○	○	
事業費推移 (単位：百万円)		2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021～2024fy	総額
	実績額	785	1,833	5,879	1,036	-	9,533
開発体制	経産省担当原課	経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 政策課					
	プロジェクトリーダー	なし					
	プロジェクトマネージャー	新エネルギー部 古川信二					
	委託先	<p>【(i)技術動向調査】  (株)三菱総合研究所 (①2017, ③④2019年度) / デロイト トーマツ コンサルティング合同会社 (②2018年度) / 丸紅株式会社 (⑤2020年度)</p> <p>【(ii)一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験】</p> <p>① 株式会社 IHI (2017～2020年度), 神戸大学 (2017～2018年度)</p> <p>② 三菱パワー株式会社, 株式会社 JERA, 東洋エンジニアリング株式会社, 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (2017～2020年度)</p> <p>③ (事業性評価(FS): 2019年度)  電源開発株式会社 / 日鉄エンジニアリング株式会社, 株式会社ダイキアクシス, 国立大学法人東京農工大学 / 株式会社エジソンパワー, JXTG エネルギー株式会社, 国立大学法人富山大学 / 三井物産株式会社, JXTG エネルギー株式会社, 全日本空輸株式会社</p> <p>【(iv)微細藻類基盤技術開発】</p> <p>① (基盤技術実証: 2020～2022年度 委託事業, 2023～2024年度 助成事業)  電源開発株式会社 / 株式会社ちとせ研究所 / 株式会社ユーグレナ, 三菱ケミカル株式会社, 株式会社デンソー, 伊藤忠商事株式会社</p> <p>② (研究拠点における基盤技術開発: 2020～2021年度, 審査を経て最長2024年度まで延長可 委託事業)  一般社団法人日本微細藻類技術協会</p>					
助成先	<p>【(iii)実証を通じたサプライチェーンモデルの構築】  (2020～2024年度)  株式会社ユーグレナ / 株式会社 Biomaterial in Tokyo, 三友プラントサービス株式会社</p>						

情勢変化への対応	<p>2016年に、ICAO()が、航空機CO<sub>2</sub>削減目標を正式に発表し、バイオジェット燃料導入が打ち出されたこと、ノルウェー、米国の空港でバイオジェット燃料供給が開始されたこと、原料の多様化に応じた各種バイオジェット燃料製造技術の品質規格認証が進められていることを受けて、本事業の方向性の妥当性を検討し結果を踏まえて公募した。</p> <p>2019年、カーボンリサイクルの政策が出されたことを受けて、微細藻類基盤技術事業を立ち上げるとともに、社会実装化の加速のため、サプライチェーンモデル構築まで含めた事業を立ち上げた。</p>	
評価に関する事項	事前評価	2016年度実施 担当部 新エネルギー部
	中間評価	2020年度
	事後評価	2025年度 実施予定
3. 研究開発成果について	<p>【(i)技術動向調査】</p> <p>①「バイオジェット燃料の持続可能性評価基準等の動向調査 (株式会社三菱総合研究所 (2017年度))」</p> <p>持続可能性評価基準に関する動向を調査し、基本的には従来のバイオ燃料の評価基準が適用できること、木質系のFT合成は基準を満たす可能性が高く、HEFAは原料によって幅があることを確認した。</p> <p>サプライチェーンの構築に関して、技術動向、規格・規制、サプライチェーンの事例を調査し、バイオジェットの規格であるASTM D7566のAnnex別に規格化の動向や各製造技術の概要、製造事業者の動向を整理した。</p> <p>②「バイオジェット燃料の事業化の成立要件等に関する動向調査 (デロイトトーマツコンサルティング合同会社 (2018年度))」</p> <p>国内のバイオジェット燃料の製造コストや需要規模を調査・試算した結果、価格低減の要点は原料調達コスト抑制であることが明らかとなった。</p> <p>国内のバイオジェット燃料の将来像の検討として、取組み意義の整理や将来像の具体化、支援施策検討を実施した。バイオジェット燃料利用の意義は、液体燃料需要が引き続き見込まれ、同時に世界的に低炭素化の流れが強まっているからであり、また、国内でバイオジェット燃料を製造する意義は、国内産業振興及びエネルギーセキュリティ強化に有用なためである。以上の意義を鑑み、国内バイオジェット燃料サプライチェーンの構築を進める場合、各種支援策に加えて、サプライチェーン全体を一気通貫で構築し、その効果を評価検証する実証事業も有効である。</p> <p>③「バイオジェット燃料生産に係るバイオマス供給可能性に関する調査 (株式会社三菱総合研究所 (2019年度))」</p> <p>純バイオジェット燃料の原料として用いるバイオマス原料の賦存量調査を行い、海外を対象としたバイオマス原料賦存量を把握した。</p> <p>サプライチェーンの川上に関する調査として、欧米におけるバイオマス資源確保のための先行的な取り組み、川下の取組みとして海外輸入燃料に関するサプライチェーン構築に向けた課題について整理した。</p> <p>④「国内外における微細藻類技術開発の国際動向調査 (株式会社三菱総合研究所 (2019年度))」</p> <p>微細藻類ロードマップを既に策定している米国における微細藻類燃料生産技術開発の動向を調査した。培養から燃料変換までの燃料製造の一連の工程だけでなく、副産物や資源と場所、システムと技術経済分析等の本技術に関連する多様な側面を包含してロードマップに取りまとめていること、共用できる試験設備を設けて研究開発を進め試験方法の標準化を進めていること等を確認した。</p> <p>微細藻類燃料生産の事業化にあたっては副産物の利用が重要となることから、国内外における燃料副産物の用途を整理した。</p> <p>次年度以降日本版微細藻類技術ロードマップを策定するための要件の検討を行った。</p>	

【(ii) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験】

①「高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発 (株式会社 IHI (2017~2020 年度), 神戸大学(2017~2018 年度))」

高速増殖能、炭化水素油の高含有量、大粒径・浮上性、という特長を持つ藻株「高速増殖型ボツリオコッカス(Hyper-Growth *Botryococcus braunii*、以下、HGBb)」を利用して、HGBb の開放型池での安定培養、ろ過または浮上濃縮法による収穫・風乾による自然乾燥、というプロセスに、乾燥藻からの抽出・改質工程を加えた純バイオジェット燃料一貫製造を行った。

HGBb の大量培養を、熱帯で安定した気候であるタイにおいて実施するために、土とシート材を使った簡易な池造成により、1.5ha 規模まで屋外開放型培養池の拡張造成・整備を完了した。

培養池攪拌機構を設置し、培養速度の改善を図った結果、藻油生産速度 3~4 g 藻油/ (m<sup>2</sup>・d) が得られた

低コスト化要素技術開発として、培地成分のうち窒素、リンの培地成分の見直しを行った結果、増殖速度に違いは見られず、培地費用を約 1/10 に低減する事ができた。

HGBb 乾燥藻体から抽出油を作成し、改質試験において、飽和化から水素化分解の反応器での各種条件での処理・評価を完了し、条件を決定し、2019 年度新たに制定された Fast Track プロセスを用いた認証取得方法において、ASTM での小・大委員会での投票を経て、2020 年 5 月に新規のカテゴリーである ASTM D7566 Annex7 (HG-HEFA SPK) の認証を取得した。国内企業による、新規の Annex 認証取得は、初めてである。

藻類残渣の利用として、セメント製造プロセス中の燃料への適用を検討し、石炭と藻類残渣の混合物は、石炭のみの粉砕の場合と同様に粉砕されることを確認した。

HGBb の核ゲノム解析を行った結果、ゲノムサイズは 192 Mbp であり、既知の遺伝子情報を基に、油脂生産向上に資する Botryococcene や Squalene などのオイル合成最終段階の酵素遺伝子の遺伝情報を取得した。

HGBb 培養池周辺の自然界の捕食者に与える影響を評価するため、HGBb 存在下で動物性微生物と水生動物の飼育実験を行った。動物性微生物は、HGBb を捕食しなかった。水生動物は、対照区のクラミドモナスを消化したが、HGBb を消化しなかった。以上より、HGBb の動物性微生物と水生動物に対する急性・慢性毒性はないものと考えられた。

製造された純バイオジェット燃料について、デモフライトに向けた調整を進めている。

②「高性能噴流床ガス化と FT 合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発 (三菱パワー株式会社, 株式会社 JERA, 東洋エンジニアリング株式会社, 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (2017~2020 年度))」

スケールアップに適した部分酸化式噴流床ガス化技術と、反応器を大幅にコンパクト化できるマイクロチャンネル FT 合成技術を組み合わせたパイロットスケール一貫製造設備を設置し、技術検証を行い、得られた燃料を実エンジンに供し評価した。また、純バイオジェット燃料製造設備の最適化および製造コスト低減に向けた検討を実施した。

高性能噴流床バイオマスガス化技術開発において、設備の基本設計及び一部詳細設計を行い、システムに関する詳細設計及びそれらシステムを構成する機器・設備の製作・調達を行い、据え付け工事を完了した。システムを構成する機器・設備の単体及び全体システムの試運転を実施し、供試バイオマス原料のガス化特性を確認した。

純バイオジェット燃料製造技術開発において、基本設計及び一部詳細設計を行い、システムに関する詳細設計及びそれらシステムを構成する機器・設備の製作・調達を行い、据え付け工事を完了した。バイオマスガス化試験データから合成ガスの組成・微量成分を同定し、ガス精製工程を検討、設計に反映した。合成ガス圧縮機

と触媒毒除去工程の通ガス運転、工程分析を実施した。製造する純バイオジェット燃料の規格 (ASTM D7566 Annex1 等) の詳細と要求事項、分析項目・分析方法及び、その認証手順・方法の調査と対応を行った。FT 合成反応器の触媒還元を実施した。ガス化炉からの合成ガスの組成・微量成分を同定し、FT 合成の運転のための評価を行った。

純バイオジェット燃料製造システムの運転・保守技術開発において、法対応、使用する木質バイオマス原料の調達、各種ユーティリティ供給対応を実施した。試運転開始に伴い 24 時間設備を運転維持管理できる体制を構築するとともに、運転員の技術力向上を図った。

バイオジェット燃料の燃焼・排気特性およびエンジン性能特性の評価において、高温高圧燃焼試験設備を用いた燃焼器リグ試験や実エンジンを用いたジェットエンジン燃焼試験について、各種方法を検討した。高温高圧燃焼試験設備と比較対照用燃料である HEFA 燃料での燃焼器リグ試験を実施し、排気特性計測を実施した。エンジン性能特性試験で必要となる器材について、調達、製作を行った。

実用規模システムの適正化検討において、多様なバイオマス適用性の研究を行った。木質ペレットの破砕物を原料として、240 kg/日 バイオマスガス化試験設備にてガス化試験を実施し、供試のバイオマスからのガス化特性については、炭素転換率 98.6 %、冷ガス効率 74.4 %と良好な結果であり、生成ガス組成は、FT 合成プロセスに好適な組成になることを確認した。小型基礎試験装置により、製紙スラッジのガス化特性試験を実施し、代表的な木質バイオマスであるスギと比較したところ、ガス化特性はほぼ同等であった。また、同装置で、製紙スラッジと樹皮の混合物についてもガス化特性試験を実施した。

製造された純バイオジェット燃料について、デモフライトに向けた調整を進めている。

③-1「海洋ケイ藻によるグリーンオイルからのバイオジェット燃料の早期実現に向けた事業性評価 (FS) (電源開発株式会社 (2019 年度))

屋外培養期間の長期化による外部環境変化の影響やコンタミネーションなどの問題への対応のため、800m<sup>3</sup> クラスのスクウェアポンド型のオープン型培養と 10m<sup>3</sup> 程度のクローズ型培養を組合わせたハイブリッド培養システムを基本ユニットとして、評価を行った結果、従来の屋外培養期間を半分程度に短縮でき、安定化に大きく寄与できるものであった。

基本ユニットを 16 基並列化した 5ha 規模の実証ユニットにおいて、培養・濃縮・脱水・乾燥・抽出までの一貫生産プロセスに、さらに精製改質を加えたバイオジェット燃料サプライチェーンでの事業性評価を行った結果、投入エネルギー収支バランス及び、CO<sub>2</sub> 収支バランスを達成させるには、現行レベルの藻体収量より 1 桁高いレベルまでの向上と、乾燥工程を中心にプロセス全体の更なる低エネルギー化が必要であるという結果が得られた。

2030 年以降の定期的なバイオジェット燃料導入に向け、培養水温特性が異なる 2 つの海洋ケイ藻を用いた 5ha 培養システムの技術開発ロードマップを作成した。

③-2「二機能触媒によるバイオ由来植物油脂からのバイオジェット燃料製造技術の事業性評価 (FS) (日鉄エンジニアリング株式会社、株式会社ダイキアクシス、国立大学法人東京農工大学 (2019 年度))」

HEFA プロセスにおいて、水素化およびクラッキング・異性化の二機能を持つ新触媒を適用した、バイオ由来植物油脂からのバイオジェット燃料製造技術について事業性評価 (FS) を実施した。

二機能触媒を用いた HEFA プロセスについて、前処理、および精製工程も含めて検討したところ、製造コストの大部分を原料調達費が占めることが分かり、安価原料の必要性が示唆された。

今後に向けた課題として ①安価原料の探索 ②触媒の開発・性能確認 ③ブ

	<p>ラントのスケールアップ実証が挙げられた。</p> <p>③-3「バイオジェット燃料製造に最適なガス化・FT 合成による一貫製造プロセス・サプライチェーン構築の事業性評価(FS) (株式会社エジソンパワー, JXTG エネルギー株式会社, 国立大学法人富山大学 (2019 年度))」</p> <p>想定しているガス化技術が幅広い種類・性状・形状の原料を利用できるという特徴をふまえ、様々な原料調達コスト・調達量・調達方法等を検討した。</p> <p>一貫製造プロセスの設計・建設・運転、製品の輸送・供給、環境影響評価、製造コストの算出・事業性評価について調査・検討を行い、それを受けて、事業化・社会実装に向けたアクションプランを策定した。</p> <p>③-4「ATJ 技術を活用した本邦バイオジェット燃料製造事業の事業性評価(FS) (三井物産株式会社, JXTG エネルギー株式会社, 全日本空輸株式会社 (2019 年度))」</p> <p>市場商品として安定的に流通しているエタノールを原料として純バイオジェット燃料を製造する ATJ と呼ばれる技術を活用した本邦での純バイオジェット燃料製造事業を想定し、原料調達から製造、混合・供給までの一連のサプライチェーンの事業性を検証した。</p> <p>原料となるエタノールの短期的な供給源としては、輸入ブラジル産サトウキビ由来エタノールを原料候補として選定し、中長期的には、国産の排ガス・都市ゴミ由来の次世代エタノールを選定した。</p> <p>製造コストの削減を図るべく、既存エタノール輸送船、既存製油所の用地・一部設備などを有効活用することを前提に、具体的には羽田・成田に近い関東地方の ATJ プラントの建設に適した遊休地を持つ製油所を選定した。</p> <p>純バイオジェット燃料製造コストの算出を実施したところ、本価格は現時点では石油由来ジェット燃料に比して高く、航空会社が長期引取をコミットするには課題となる価格水準であった。</p> <p>航空会社並びに消費者への負担を軽減し、製造事業者が継続安定して純バイオジェット燃料を供給する為には、CAPEX 補助に留まらず原料エタノールの輸入関税の免除並びに、RFS(Renewable Fuel Standard) など米国で導入されているクレジット取引制度の導入等の政策面における支援が重要となる。</p> <p>環境価値の観点では、サトウキビ由来エタノール、国産排ガス由来エタノールを原料に ATJ 製造した場合、それぞれ温室効果ガスを石油由来ジェット燃料対比で 56%、68%削減が可能であることがわかった。</p>	
	投稿論文	査読付き 0 件 その他 2 件
	特 許	出願 2 件
	その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表・講演 21 件 図書・その他(プレス発表含む) 6 件
4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	<p>石油元売り、定期航空会社も巻き込んだサプライチェーン構築のさらなる推進を進めるとともに、デモフライトや継続的な発信によるバイオジェット燃料に対する認知度向上を目指す。2025 年から、助成を受けた事業者が実用化・事業化に向けて独力で展開。2027 年、ICAO によるバイオジェット燃料義務化を受けて、国内でもバイオジェット燃料市場が形成され、2030 年頃には、世論の気候変動に対する意識がさらに高まり、バイオジェット燃料への要望が国内外で高まる。需要増に伴う市場拡大により、製造量増が後押しし、技術革新も伴って、製造コストも下がり、さらに普及拡大につながるものと期待される。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2017 年 2 月 制定



	<p>変更履歴</p>	<p>2017年11月 変更 プロジェクトマネージャーの交代により改定</p> <p>2019年1月 変更 (別紙1) 研究開発計画の2. 研究開発の具体的内容(1) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験に FS 検討実施に係る一文追加</p> <p>2019年7月 変更 プロジェクトマネージャー役職変更、および和暦から西暦への統一による改定</p> <p>2020年3月 変更 研究開発項目の追加、事業期間延長による改訂</p> <p>2020年6月 変更 プロジェクトマネージャーの変更による改訂</p>
--	-------------	--

# I. 事業の位置付け・必要性について

---

## 1. 事業の背景・目的・位置づけ

### 1-1 背景

世界の航空輸送部門では、今後も拡大する航空需要予測を背景に、地球温暖化対策や石油価格変動に対するリスクヘッジの確保が業界としての大きな課題となっている。国連専門機関である国際民間航空機関（ICAO; International Civil Aviation Organization）は、長期的な低炭素化目標を策定し、その達成にバイオジェット燃料の導入が不可欠としている。また、製造コストが十分経済的になれば、石油価格変動に対するリスクヘッジとしても有効であることから、バイオジェット燃料導入に対する期待は世界的にも高まっており、今後市場規模が拡大すると予測されている。

しかしながら、現状バイオジェット燃料は市場形成途上にあり、特に製造コスト削減については世界共通の課題となっている。加えて、実用化に向けては、製造に係る化石エネルギー収支や温室効果ガス排出削減効果の向上を実現し、かつ経済性が成立する製造技術の開発が必須となる。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）では「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業（以下「戦略的次世代プロジェクト」という。）」において液体バイオ燃料製造の要となる基盤技術（バイオマスガス化や微細藻屋外大規模培養等）開発において優れた成果を得た。次の段階として、これら基盤技術を組合せた一貫製造プロセスにおけるパイロットスケール検証試験が不可欠であり、その成果を基に純バイオジェット燃料製造技術を2030年頃までに商用化するべく、安定的な長期連続運転や製造コストの低減などを実現していく必要がある。

さらに2030年頃までの商用化のためには、純バイオジェット燃料の一貫製造技術の確立とともに、原料の調達や製品の供給を含めたサプライチェーンの構築も視野に入れた実証を経て社会実装を図ることで、当該分野における市場を形成していくことが重要である。

### 1-2 研究開発の目的

#### ① 政策的な重要性

2008年5月に決定し、2013年9月に改定された、「環境エネルギー技術革新計画、各技術項目のロードマップ」の対応として、経済成長と温室効果ガスの排出削減を両立するためには革新的技術の活用が必要不可欠であり、我が国が国際的にリーダーシップをとって、開発と普及を促進していくことが求められている。バイオジェット燃料製造技術は、経済産業省による「エネルギー関係技術開発ロードマップ」（2014年8月）において、2030年頃の実用化を目標とする技術として位置づけられている。また、2016年5月に閣議決定された「科学技術イノベーション総合戦略2016」においても、バイオ燃料の研究開発は「重きを置くべき取組」として位置付けられており、2050年に向けた長期的視野に立ち、開発を推進していくこ

とが重要となっている。

さらに第5次エネルギー基本計画（2018年7月閣議決定）において、2050年までの温室効果ガス80%削減の目標、エネルギー転換・脱炭素化への挑戦が掲げられたことと共に、二酸化炭素を炭素資源（カーボン）と捉える「カーボンリサイクル」（図1-2-1）の実現に対応すべくカーボンリサイクル技術ロードマップが策定（2019年6月）され、その一環としてのバイオ燃料の製造技術開発を進めることも求められている。

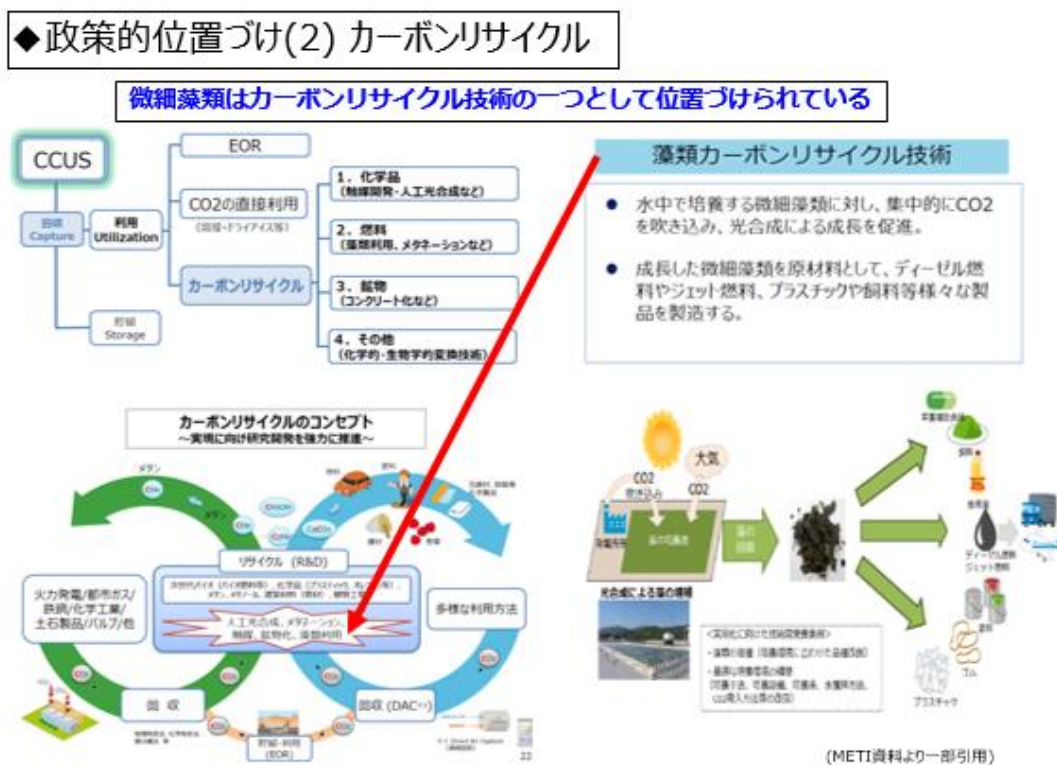


図1-2-1 カーボンリサイクル

② 我が国のバイオジェット燃料生産技術開発状況

国内では、微細藻類由来バイオ燃料製造技術等の開発が経済産業省及びNEDOによる委託事業（戦略的次世代プロジェクト：2010年度から2016年度）として進められた結果、屋外1,500m<sup>2</sup>の試験プラントでのバイオ燃料用微細藻類の培養に成功しているが、燃料生産までの一貫製造技術については未だ実証されていない。なお、戦略的次世代プロジェクトでは、バイオマスのガス化・液化技術（以下「BTL\*」という。）等のバイオ燃料製造技術開発についても検討している。

また、2020年のオリンピック・パラリンピックにおけるバイオジェット燃料の導入を見据え、経済産業省及び国土交通省主導で、エアライン、空港運営会社、石油元売り会社、バイオ燃料製造技術開発企業等より構成される検討委員会（2020年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けたバイオジェット燃料導入に向けた道筋検討委員会）が2015年7月に設置され、2016年8月にアクションプランが策定される等、周辺環境整備等を含めた検討が進められている。

\*BTL (Biomass to Liquids)

### ③ 世界のバイオジェット燃料生産技術開発取組状況

現在、航空機燃料は石油由来の炭化水素を用いている。ICAOは、航空分野の2020年以降の温室効果ガス排出量増加分をゼロとする目標を2016年10月に正式に策定し、バイオジェット燃料の導入を促進している(図1-2-2)。加えて各国政府レベルでは、石油価格の変動リスクの低減及び自給率の向上といったエネルギーセキュリティーへの対応がバイオジェット燃料導入の重要な動機となっている。米国では、米国連邦航空局が、2018年から国内で、民間用代替ジェット燃料使用量を年間10億ガロン(約380万kリットル)とする目標を掲げている。

欧米では非可食油糧作物(カメリナ等)の由来するバイオ燃料製造技術を確立し、空港におけるエアライン供用のジェット燃料供給設備への導入を2016年より開始した(米国ロサンゼルス空港(ユナイテッド・ターミナルのみ))。加えて、米国ではBTL技術の一つであるガス化・FT合成によるバイオ燃料製造技術及び、バイオアルコールからの炭化水素変換によるバイオ燃料製造技術等について2020年以降の事業化運転に向けてプラントの建設等が進められている。

さらに2018年4月には国際的な純バイオジェット燃料の規格ASTM<sup>®</sup>D7566のAnnex5にエタノールから純バイオジェット燃料を製造する技術(ATJ技術<sup>\*</sup>)が追加認証されており(表1-2-1)、製造方法の多様化、商業化の加速が推測される。

\* ASTM (米国試験材料協会) :

American Society for Testing and Materials International

\*ATJ技術:

Alcohol to JET

#### ◆ 航空業界の動向

- ✓ ICAO (International Civil Aviation Organization)  
バイオジェット燃料導入及びクレジット購入によるCO<sub>2</sub>排出削減を
  - ・ 2021年から自主規制、
  - ・ 2027年から義務化

- ✓ IATA (International Aviation Transport Association)  
2050年にCO<sub>2</sub>を2005年比で50%削減(目標)

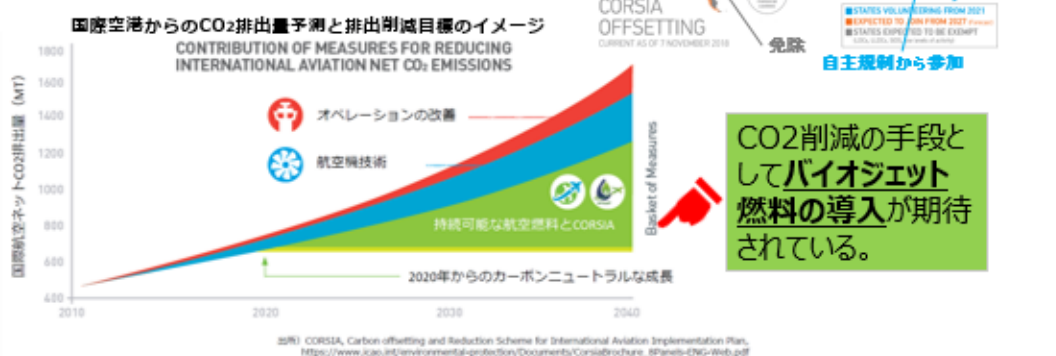


図1-2-2 航空業界の動向

出典: ICAO資料を基に作成

表 1-2-1. ASTM International D7566 の認証状況

◆代替航空燃料認証制度 ASTM International D7566 認証状況			
取得状況	変換プロセス	概要	申請企業
ANNEX1	Fischer Tropsch(FT)	2009年9月 GTL(Gas to Liquid)50%混合が承認された	SASOL (南アフリカ), Rentech (米)
ANNEX2 (海外では 商用化段階)	Hydroprocessed Esters Fatty Acids (HEFA)	2011年7月 Bio-SPK(Bio Synthetic Paraffin Kerosene)50%混合が承認された	Chevron (米), BP (英) Phillips 66 (米)
ANNEX3	Synthetic Iso-Paraffin (direct sugar) (SIP)	2014年6月 10%混合が承認された	AMYRIS (米), TOTAL (仏)
ANNEX4	Synthesized Paraffinic Kerosene plus Aromatics (SPK/A)	2015年11月 非化石資源由来の芳香族をアルキル化した合成ケロシン	SASOL (南アフリカ), Rentech (米)
ANNEX5	Alcohol to Jet (ATJ)	2016年1月ブタノールto JET 30%混合が承認された 2018年4月 エタノールto JET 50%混合が承認された	GEVO (米) LanzaTech (米)
ANNEX6	Catalytic Hydrothermolysis Jet (CHJ)	2020年1月 50%混合が承認された	Chevron Lummus Global & Applied Research Associates (ARA) (米)
ANNEX7	HydroCarbon-Hydroprocessed Esters Fatty Acids (HC-HEFA SPK)	2020年5月バイオ由来炭化水素の水素化処理により精製される合成パラフィンケロシン 10%混合が承認された	IHI (日)

出典: NEDO TSC Foresight Vol.37 (2020)

#### ④ 本事業のねらい

バイオジェット燃料製造技術を2030年頃までに実用化し、利用促進・普及を通じて、2030年以降の更なる航空分野における二酸化炭素等の温室効果ガス排出量を削減するため、ガス化・FT合成技術や微細藻類培養技術、ATJ技術等のバイオジェット燃料製造技術開発を行い、2030年頃までに商用化が見込まれる製造プロセスを確立する。

#### 1-3 本事業の位置づけ

NEDOでは戦略的次世代プロジェクト(図1-3-1)において液体バイオ燃料製造の要となる基盤技術(バイオマスガス化や微細藻屋外大規模培養等)開発において優れた成果を得た。次の段階として、これら基盤技術を組合せた一貫製造プロセスにおけるパイロットスケール検証試験が不可欠であり、その成果を基に純バイオジェット燃料製造技術を2030年頃までに商用化するべく、安定的な長期連続運転や製造コストの低減などを実現していく必要がある。

さらに2030年頃までの商用化のためには、純バイオジェット燃料の一貫製造技術の確立とともに、原料の調達や製品の供給を含めたサプライチェーンの構築も視野に入れた実証を経て社会実装を図ることで、当該分野における市場を形成していくことが重要である。

## ◆バイオマスエネルギーに関するNEDO取組みの全体像

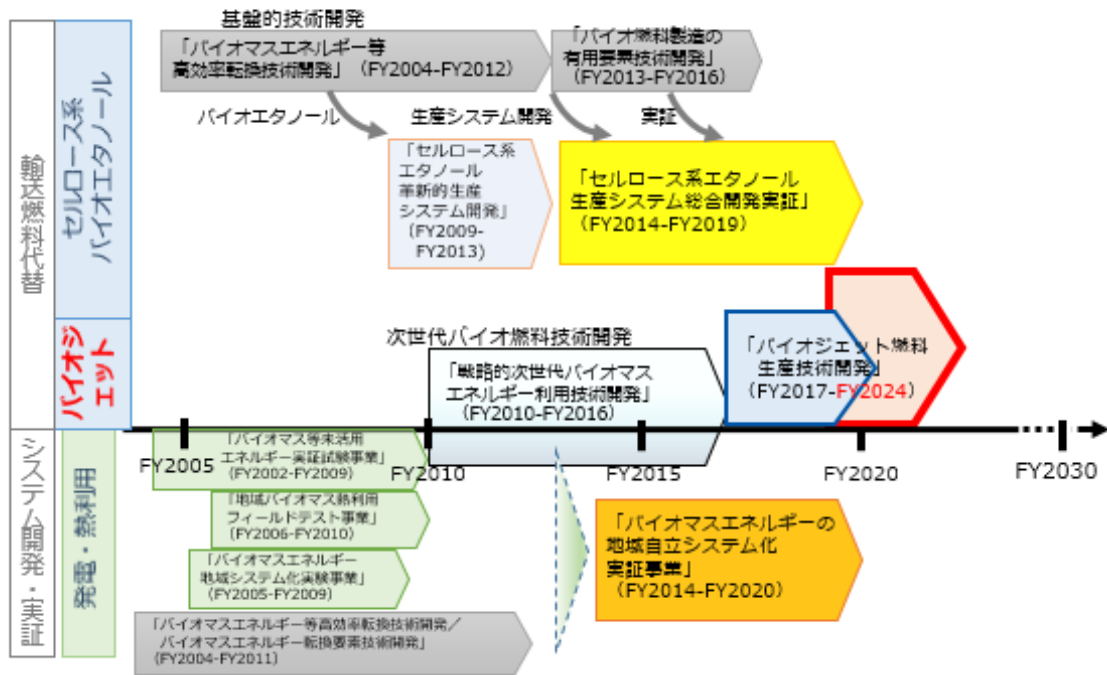


図 1-3-1 バイオマスエネルギーに関する NEDO の取組の全体像

## 2. NEDOの関与の必要性・制度への適合性

### 2-1 NEDOが関与することの意義

バイオジェット燃料生産技術は、国際的な動向や国内政策により、取り組むべき技術であり、原料調達から燃料製造、供給利用まで、複数の業種が介在し、企業単独では取組リスクが高い。さらに、実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤技術や革新的技術である。

海外での商用化や原料・製造方法の多様化が進む中、国内のバイオジェット燃料市場は、未確立であり、市場形成に資する事業は、大きな社会的意義や便益があり、公共性が高く、さらに加速が望まれるものである。

従って、NEDOが持つ知見・ノウハウ・実績を活かし、NEDOが本事業を主導することが必要である。

### 2-2 実施の効果

#### [バイオジェット燃料生産による二酸化炭素削減効果]

2030年度の国内ジェット燃料の予測使用量の約10%のを純バイオジェット燃料で代替した場合、バイオジェット燃料の温室効果ガス排出削減率を50%とすると、温室効果ガスは二酸化炭素換算で123万トン/年削減と想定される。

#### [その他の効果]

バイオジェット燃料に改質する際に、バイオディーゼルやバイオナフサが副生される。これらを用いて、バイオディーゼル燃料やバイオプロピレンなどの生産が期待される。

さらに、微細藻類の場合には、油分以外の成分については、飼料やコンクリートへの混合など他用途への展開が期待される。

これらにより、トータルとして、バイオジェット燃料製造のコスト低減につながることを期待される。

## II. 研究開発マネジメントについて

---

### 1. 事業の目標

#### 1-1 アウトカム目標

『本事業によりバイオジェット燃料の市場形成を支援、促進することにより、2030年頃に、バイオジェット燃料製造技術の実用化を実現することで、ジェット燃料の使用に起因する温室効果ガス排出量の削減に貢献する』

(参考) 温室効果ガス排出削減率50%のバイオジェット燃料が100万キロリットル/年導入された場合、温室効果ガスは二酸化炭素換算で123万トン/年削減と想定される。

#### 1-2 アウトプット目標

『ガス化・FT合成技術や微細藻類培養技術、ATJ技術等のバイオジェット燃料製造技術開発を行い、2030年頃までに商用化が見込まれる製造プロセスを確立する。』



## 2. 事業の計画内容

### 2-1 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。なお、本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤的技術または革新的技術に対して、航空機由来の温室効果ガス排出量削減の実現（温室効果ガス50%減）に向け、世界の潮流を見越してバイオジェット燃料の製造技術の確立を目指すものであり、大きな社会的意義及び便益がありながらも、研究開発成果が直ちに市場性と結び付かない公共性の高い事業であるため、委託事業及び助成事業として実施する。

具体的には、下記の内容に取り組む。

#### (i) 技術動向調査

ICAOによる航空業界における温室効果ガス排出削減の義務化を2027年に控え、カーボンリサイクル技術ロードマップとの整合を図りつつ、短期的に2025年、中期的に2030年、長期的に2050年までの微細藻類技術の指針を示す。また、今後のバイオ燃料の早期市場形成、サプライチェーン構築に資するため、国内外の最新技術開発状況、将来の市場形成のための業界動向調査、サプライチェーン構築における課題、燃料規格や法規制に係るICAO等関係機関における協議、ライフサイクルアセスメント、温室効果ガス等を指標とする、バイオジェット燃料の持続可能性評価基準に関する最新情報及び、バイオジェット製造に係る周辺プロセスのコスト情報、利用における実例や現実的な課題等を整理し当該分野における方向性を示すことで、本事業への展開を図る。

#### (ii) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験

本事業では、これまで培われた要素技術を組み合わせつつ、化石エネルギー収支や温室効果ガス削減にかかる環境性の確保に加え、経済性を具備した一貫製造プロセスの工業化システムの実現が必須となる。この基本技術を確立させるべく、パイロットフェーズでの検証試験を行う。

代表例として、BTL、微細藻類由来バイオ燃料製造技術について記す。

##### ① 微細藻類

微細藻類からの燃料油製造の実用化に向けて、化石エネルギー収支・温室効果ガス排出量削減率の改善及び経済性の確保が可能な一貫製造プロセスの工業化システムを実現する必要がある。本事業では、10,000m<sup>2</sup>程度のパイロットスケール設備を構築し、安定的な大量培養、藻類の回収・脱水乾燥にかかる設備の低コスト化や、化石エネルギー収支改善や温室効果ガス排出量削減にかかる使用エネルギーの効率化に取り組む。

##### ② BTL

BTL製造の実用化に向けて、一般の商用石油プラント並みの連続安定運転を実現し、経済性を向上させていく必要がある。本事業では数t/日程度のパイロットプラントの連続運転試験を通じてデータを取得し、商業機に不可欠な連続安定運転を可能

とする基盤技術の確立に取り組む。

### (iii) サプライチェーンモデルの構築

想定する将来の製造規模を技術的に実現し得る純バイオジェット製造技術を軸に、将来の商用化を見据えた規模での実証事業等を実施し、サプライチェーンモデルを構築する。その際に明らかになった個別の技術課題に関しては技術開発により得られる結果をフィードバックすることでサプライチェーンの確立を加速する。

### (iv) 微細藻類基盤技術開発

純バイオジェット燃料（ASTMD7566規格準拠）の製造および二酸化炭素吸収を主眼に微細藻種の選定、育種や多様な培養方法について将来の商用化を検討するのに十分な規模での大量培養技術を実証し、事業化における必要性に応じ副製品製造も組み合わせたカーボンリサイクル技術を確立する。

## 2-2 達成目標

### (i) 技術動向調査

#### ① 中間評価

カーボンリサイクル技術ロードマップや既存の微細藻類ロードマップの整理ならびに国内外の微細藻類技術調査について、実施体制を組織し、調査・整理に着手する。また、国内外の最新技術開発状況、将来の市場形成のための業界動向調査、サプライチェーン構築における課題、ICAO等関係機関における協議、ライフサイクルアセスメント、温室効果ガス等を指標とするバイオジェット燃料の持続可能性評価基準に関する最新情報及び、バイオジェット製造に係る周辺プロセスのコスト情報、等を調査、整理するための実施体制を組織し着手する。

#### ② 最終評価

カーボンリサイクル技術ロードマップとの整合を図りつつ、短期的に2025年、中期的に2030年、長期的に2050年までの微細藻類技術の指針を示す。

国内外の最新技術開発状況、将来の市場形成のための業界動向調査、サプライチェーン構築における課題、燃料規格や法規制に係る ICAO 等関係機関における協議、ライフサイクルアセスメント、GHG 等を指標とする、バイオジェット燃料の持続可能性評価基準に関する最新情報及び、バイオジェット製造に係る周辺プロセスのコスト情報、利用における実例や現実的な課題等を調査、整理し、当該分野の方向性を示す。

### (ii) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験

#### ① 中間目標

2030年頃の実用化に向けて、原料から純バイオジェット燃料（ASTM D7566規格準拠）生産までの安定的な一貫製造技術及び製造コスト低減に資する技術を開発し、バイオジェット燃料安定供給に不可欠となる我が国独自の生産技術を確立する。

具体的には、パイロットスケール一貫製造設備で、ASTM認証規格相当の純バイオジ

ェット燃料を20リットル/日以上、延べ300日/年以上で製造可能な運転技術を確立する。  
多様な純バイオジェット製造技術のうち先行するHEFA技術\*によるバイオジェット燃料価格に対し競争力のある製造コスト、価格を実現する道筋を示す。

\*HEFA技術：Hydroprocessed Esters and Fatty Acids

② 最終目標

中間目標を達成した上で、確立した原料から純バイオジェット燃料（ASTM D7566規格準拠）生産までの安定的な一貫通貫製造技術及び製造コスト低減に資する技術を基に、具体的な事業化を想定した計画を提示する。

(iii) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築

① 中間目標

想定する将来の製造規模を技術的に実現し得る純バイオジェット製造技術を軸に、将来の商用化を見据えた規模での実証等の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設に着手する。

② 最終目標

想定する将来の製造規模を技術的に実現し得る純バイオジェット製造技術を軸に、将来の商用化を見据えた規模での実証等を通じて、原料から純バイオジェット燃料生産、ジェット燃料との混合、エアライン等利用者への供給までのサプライチェーンモデルを構築し、具体的な事業化を想定した計画を提示する。

多様な純バイオジェット製造技術のうち先行するHEFA技術によるバイオジェット燃料価格に対し競争力のある製造コスト、価格を実現するとともに、従来の化石由来ジェット燃料に対する温室効果ガス削減効果等の環境影響評価や原料調達の持続可能性についてICA0等の規制の動向と照らし評価する。

(iv) 微細藻類基盤技術開発

① 中間目標

微細藻類技術の課題を整理し、それを解決する手段を提案、実施体制を組織し、将来の商用化を検討するのに十分な規模での実証の計画や共通基盤を設営に着手する。

② 最終目標

純バイオジェット燃料（ASTMD7566規格準拠）の製造および二酸化炭素吸収を主眼に微細藻種の選定、育種や多様な培養方法について大量培養技術を将来の商用化を検討するのに十分な規模で実証し、副製品製造も組み合わせたカーボンリサイクル技術を確立する。また、商用化に際して共通の課題等を解決すべく、我が国における微細藻類技術の向上を図るための共通基盤を設置し、課題解決、ナレッジを集約することで微細藻類技術普及の加速を図る。

## ◆研究開発スケジュール

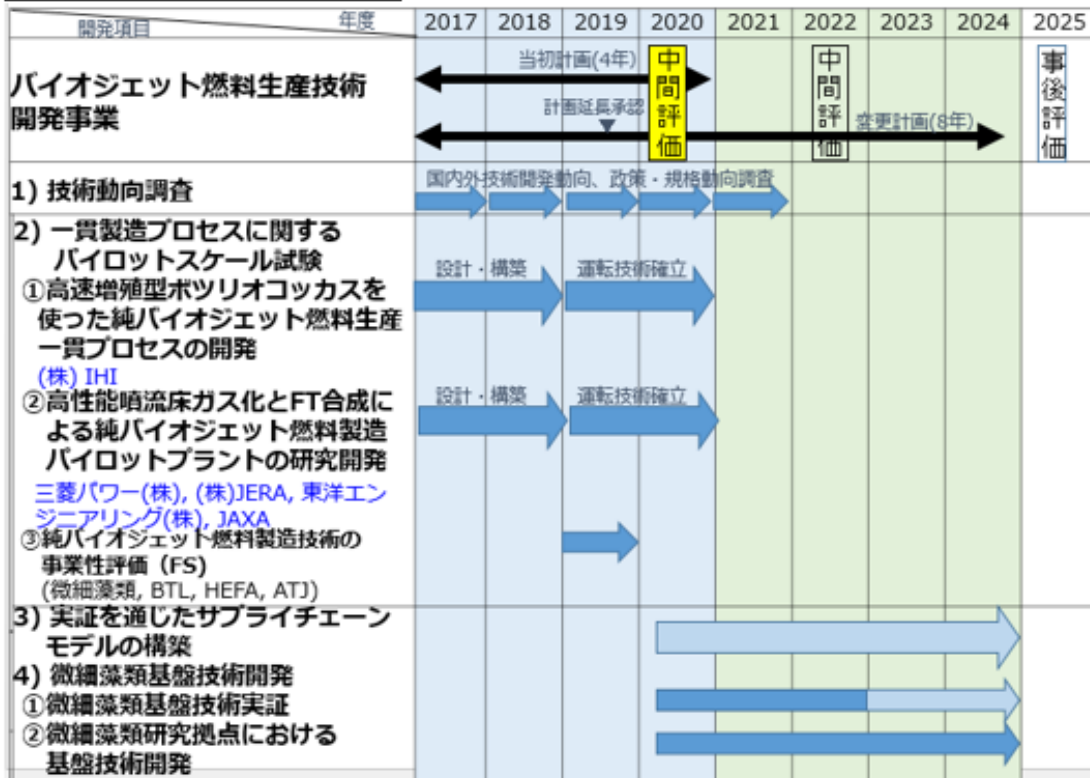


図 2-2-1 研究開発スケジュール

### 2-3 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャーにNEDO新エネルギー部古川信二主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

本研究開発は、NEDOが、単独ないし複数の原則本邦の企業、大学等の研究機関(原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない)から公募

よって研究開発実施者を選定し実施する。

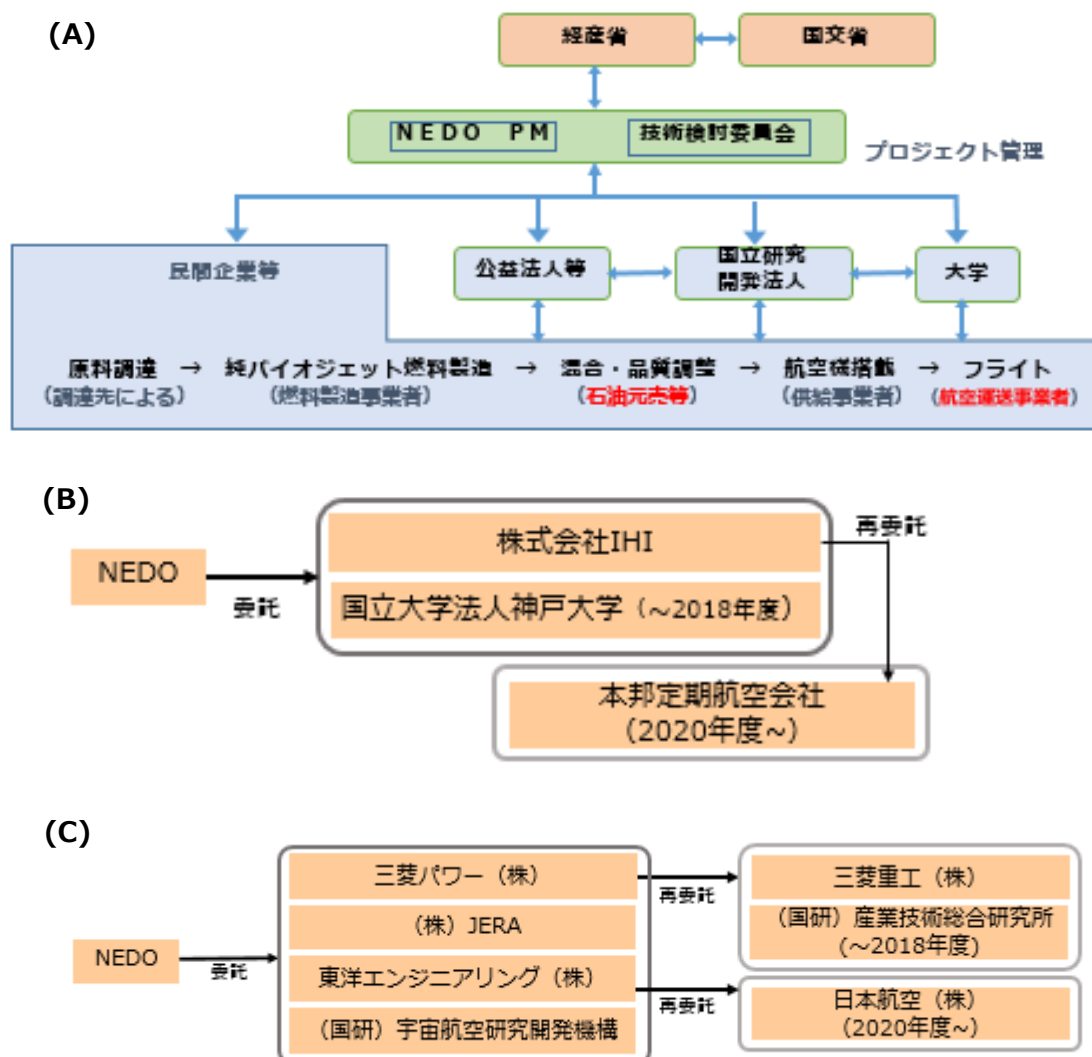


図 2-3-1 実施体制図

(A)全体図 (B)微細藻類チーム (C)ガス化・FT合成チーム

## 2-4 研究開発の運営管理

NEDOは研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は効率かつ効果的な方法を取り入れることとし、外部有識者及び業界関係者等で構成する技術検討委員会等の意見を運営管理に反映させる他、プロジェクトの進捗について研究開発実施者から報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行う。

## ① 技術検討委員会

技術検討委員会は、新エネルギー部が事務局となり、表2-4-1に示す外部有識者からなる委員会として開催した。委員の選定にあたっては、本事業における研究開発が原料の入手からバイオジェット燃料製造まで広範囲に亘り、パイロットスケールでの研究開発を行うことからエンジニアリング要素も必要となることや、持続可能性に関する観点も必要になることを考慮して、幅広い分野における有識者を網羅することに配慮した。

**表2-4-1 バイオジェット燃料生産技術開発事業 技術検討委員会 (2019. 12. 20)**

区分	氏名	所属・役職
委員長	千葉 忠俊	国立大学法人北海道大学 名誉教授
委員	三浦 孝一	国立大学法人京都大学 名誉教授
委員	山本 博巳	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究企画・管理グループ 上席研究員
委員	若山 樹	国際石油開発帝石株式会社 再生可能エネルギー・ 電力事業本部 事業企画ユニット事業企画グループ シニアコーディネータ

※敬称略、委員長を除いて五十音順

検討委員会は、2017～2019年度にかけて、計6回実施した。主な実施事項は以下のとおり。

- ・ガス化・FT合成チームの「1年間の条件付き採択」の契約延長が承認された。(第1回)
- ・微細藻類チームの神戸大学について、採択条件に対して、一定の成果が確認されたことから、2018年度での終了が承認され、また、契約延長が承認された。(第4回)
- ・ガス化・FT合成チームのパイロットプラント竣工遅延への対応議論とともに、契約延長が承認された。(第5回)
- ・微細藻類チームについて、次年度の進め方が議論され、特に「培養の安定化に注力」することが確認された。(第6回)

## ② 推進委員会

最適組み合わせの検討および事業性評価では、技術検討委員会とは別に、各テーマにおいて、推進委員会を年2回実施し、外部有識者からの意見を事業に反映している。推進委員会は各テーマの実施者が事務局となり、新エネルギー部はオブザーバーとして参加している。表2-4-2および表2-4-3に、各テーマの推進委員会のメンバーを示す。

**表2-4-2 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発  
(IHI、神戸大学) 推進委員会**

区分	氏名	所属・役職
委員長	小川 順	京都大学大学院農学研究科・教授
委員	増田 篤稔	玉川大学農学部生命科学科・教授
有識者	清水 昌	京都大学名誉教授 バイオインダストリー協会 代表理事 会長

※敬称略、委員長を除いて五十音順

**表 2-4-3 高性能噴流床ガス化と FT 合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラント  
の研究開発 (三菱パワー、JERA、東洋エンジニアリング、JAXA) 推進委員会**

区分	氏名	所属・役職
委員長	横山 伸也	東京大学 名誉教授
委員	小俣 光司	島根大学 大学院総合理工学研究科 教授
委員	斉間 等	九州大学 鉄鋼リサーチセンター 教授
委員	則永 行庸	名古屋大学 大学院工学研究科 教授

※敬称略、委員長を除いて五十音順

## 2-5 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

### ① 事業性評価

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者によるプロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2020年度および2022年度、事後評価を2025年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じ研究開発の加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。

## ② 知財マネジメント

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

「開発成果に関する取扱いとして、委託事業の成果に関わる知的財産権等については、受託者から譲り受けないものとするができる」

（「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等）

実施機関においては、我が国の新エネルギー技術を基盤とする産業競争力の強化に資するべく、開発した技術や成果の知的財産マネジメントを実施する。

各チームは、チーム毎に知財合意書を作成して、各チームの研究開発責任機関である企業が知財運営委員会の運営を実施し、本委員会にて特許出願や学会発表について審議する。



### 3. 情勢変化への対応

2016年に、ICAOが、航空機のCO<sub>2</sub>削減目標を正式に発表し、バイオジェット燃料導入が打ち出されたこと、ノルウェー、米国の空港でバイオジェット燃料供給が開始されたこと、原料の多様化に応じた各種バイオジェット燃料製造技術の品質規格認証が進められていることを受けて、本事業の方向性の妥当性を検討し結果を踏まえて公募した。

2019年、カーボンリサイクルの政策が出されたことを受けて、微細藻類基盤技術事業を立ち上げるとともに、社会実装化の加速のため、サプライチェーンモデル構築まで含めた事業を立ち上げた。

#### ◆期間延長・事業拡充 (2019)

バイオジェット燃料製造技術の多様化、国際規格認証の追加、世界的な商用化の加速に対し、現行の実証事業の完遂を確実なものとするに加え、市場の広がりやユーザー業界の取り組みの本格化を受け、原材料の更なる多様化及びそれに対応した製造技術も視野に入れながら **サプライチェーンモデルの構築を含めた事業に拡充**する。

**微細藻類**は、国内における純バイオジェット燃料の原料精製達の課題解決を図るだけでなく、2030年頃に実用化が期待されるカーボンリサイクル技術として位置づけられており、**大量培養技術の開発も含めた事業に拡充**する。

**既存事業**

●一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験



海外において導入事例、商用化が先行

微細藻類由来燃料は2030年頃に実用化が期待されるカーボンリサイクル技術の一つ



**既存事業からの拡充**

●**サプライチェーンモデルの構築**



●**技術動向調査**

●**微細藻類大量培養技術開発**



航空業界における国際的削減目標策定 2027年よりCO<sub>2</sub>削減義務化 CO<sub>2</sub>削減にバイオジェット燃料が貢献

事業者	事業プロセス	開発状況	燃料の量
AMEC	Fueler Trains (FT)	2020年12月、CFL (Cryogenic Fuel Loop) 実証が完了	500,000リットル (年間)
AMEC	Hydroprocessed naphtha (HVO)	2019年12月、実証が完了	100,000リットル (年間)
AMEC	Synthetic Jet (Synthetic Jet)	2019年12月、実証が完了	100,000リットル (年間)
AMEC	Synthetic Jet (Synthetic Jet)	2019年12月、実証が完了	100,000リットル (年間)
AMEC	Aviation Turbine Fuel (ATF)	2019年12月、実証が完了	100,000リットル (年間)

純バイオジェット燃料製造技術、原料の多様化

バイオジェット燃料に関する議論

高度化法においてバイオジェット燃料検討開始

図 3-1 期間延長・事業拡充

#### 4. 評価に関する事項

評価に関しては以下のとおり。

- ・事前評価：2016年度に当部で実施し、事前評価書を策定。
- ・中間評価：2020年度に実施。
- ・中間評価：2022年度に実施予定。
- ・事後評価：2025年度に実施予定。

事業期間内必要に応じて外部有識者等による研究開発の評価を実施し、プロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

### III. 研究開発成果について

#### 1. 研究開発項目毎の成果

##### 1-1 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発

###### 1-1-1 背景と目的

高速増殖能、炭化水素油の高含有量、大粒径・浮上性、という特長を持つ藻株「高速増殖型ボツリオコッカス(Hyper-Growth *Botryococcus braunii*, 以下、HGBb)」を利用して、2012年度から、NEDO 委託事業「バイオマスエネルギー技術研究開発／戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業（次世代技術開発）／微細藻類の改良による高速培養と藻体濃縮の一体化方法の研究開発」において、HGBb の開放型池での安定培養、ろ過または浮上濃縮法による収穫・風乾による自然乾燥、というプロセス構成に必要な要素技術の確立を目的として開発を実施した。その結果、図 1-1-1-1 に示すプロセスの要素技術が得られ、また乾燥藻からの抽出・改質により藻に含まれる油のジェット燃料としての可能性を評価した。

また、将来的に必要となるさらなる生産性向上のため、遺伝子組換え法の初段階である遺伝子導入法の開発に取り組んだ。

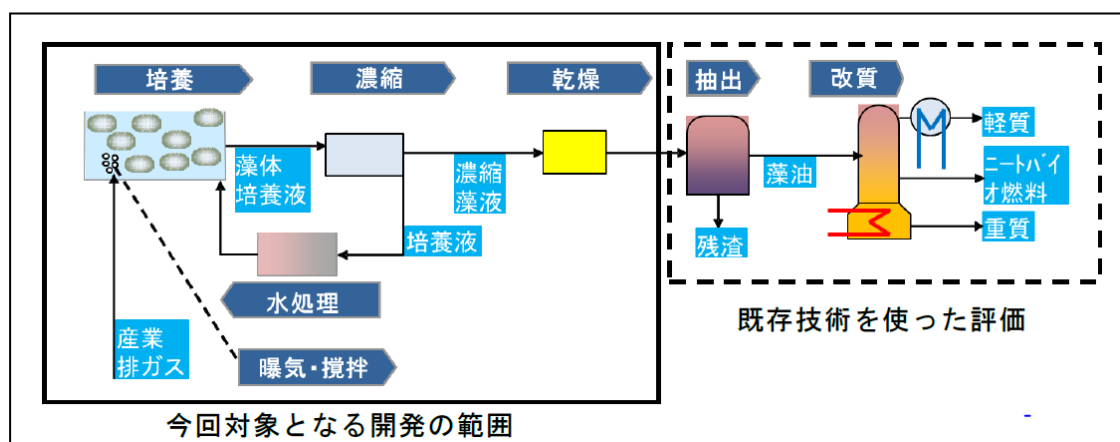


図 1-1-1-1 HGBb からのジェット燃料化プロセスの構成

本研究開発では、高速増殖型ボツリオコッカスの培養を、熱帯で安定した気候であるタイにおいて、要素技術開発を行った開放型池を使って実施し、2020 年度末までに、純バイオジェット燃料( ASTM D7566 規格準拠)を 20L/日以上、プロセス全体での安定稼働延べ 300 日/年以上での製造技術確立を実現することを目標とする。

## 1-1-2 事業候補地でのパイロットスケールでの大規模培養

### (1) 大規模培養池の造成・整備

先行事業での国内パイロットと同規模の 1,500 m<sup>2</sup> 規模開放型培養池を事業候補地であるタイにおいて整備した。これは、気候が異なる地での安定培養を確認すると同時に、種藻を維持培養するスタートアップ設備として使用するものである。

具体的には、2017 年度には、タイ・サラブリー県において、平坦な遊休地を活用したパイロットスケール試験設備の設計および施設整備に着手し、先行事業の国内パイロットと同規模の 1,500 m<sup>2</sup> 規模屋外開放型培養池の造成・整備を完了した。培養池は先行事業成果のひとつである低コスト池造成法を採用し、土とシート材を使った簡易な池造成を実現した（図 1-1-2-1）。

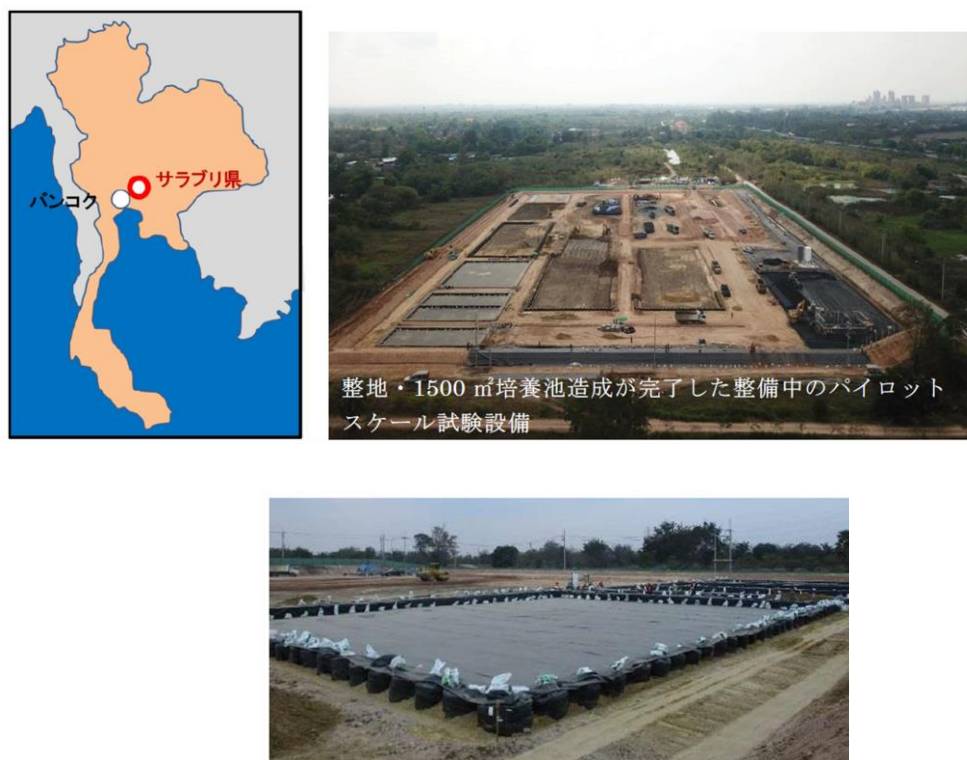


図 1-1-2-1 タイ事業候補池における施設整備状況と低コスト池造成法による 1,500 m<sup>2</sup> 規模屋外開放型培養池

2018 年度には、前年と同様の手法を用いて、1.5ha 規模まで屋外開放型培養池の拡張造成・整備を完了した（図 1-1-2-2）。

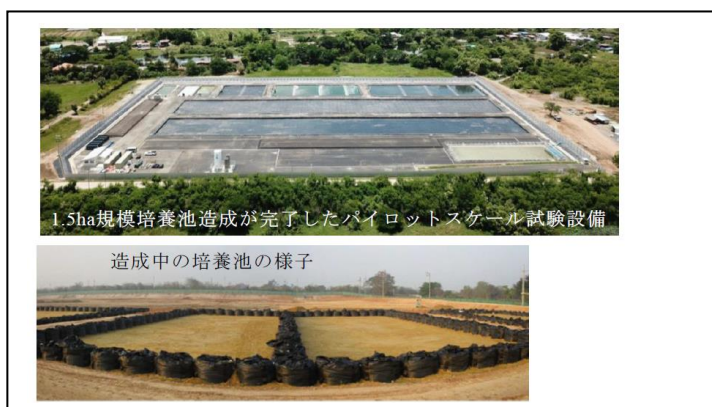


図 1-1-2-2 タイ事業候補地における施設整備完了状況と屋外開放型培養池造成の様子

## (2) 大量培養

2017年度、造成完了した培養池において、順次培養試験を開始し、雨季(7月～10月)が始まるまでの間(4月～6月)に3,000 m<sup>2</sup> 規模までの拡大培養を完了した。藻油生産速度については、目標の3 g 藻油/(m<sup>2</sup>・d)を概ね達成した。

一方、各池においては、実装した曝気方式の違いにより増殖速度に差異が発生した(表 1-1-2-1)。すなわち、2017年度に開発した走査式曝気方式(図 1-1-2-3)を導入した低曝気池においては培養速度に明らかな鈍化がみられた。これは、低曝気方式が培養池内を攪拌する力が弱く、藻体の浮上層や沈降層が形成されたためと考えられた。

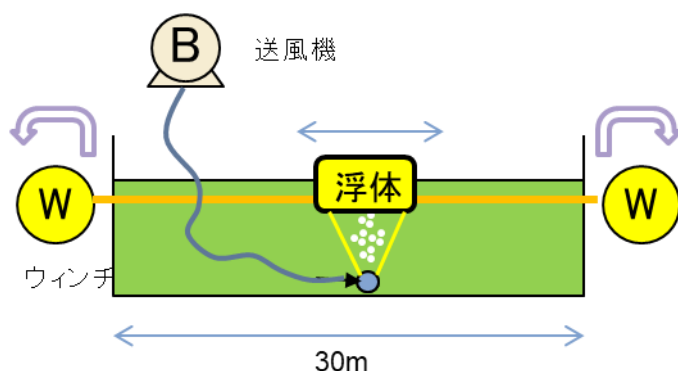


図 1-1-2-3 走査式曝気方式概略図

そこで、一部の低曝気池に培養池攪拌機構を設置し培養速度の改善を図った。その結果、藻油生産速度 3～4 g 藻油/(m<sup>2</sup>・d)が得られた(2018年11月～12月)。これは、走査式曝気方式に攪拌板を設置したことにより、培養池の攪拌が改善されたためと考えられた。

培養池攪拌機構を設置する事により、藻油生産速度が改善されることがわかったので、培養池攪拌機構を各低曝気池に展開した。2020年1月～3月で拡大培養試験を実施し、3,000 m<sup>2</sup> 規模までの拡大培養を完了した。しかしながら、コロナウイルス感染拡大の影響で、現地出張者の日本への帰国により、培養は中断した。

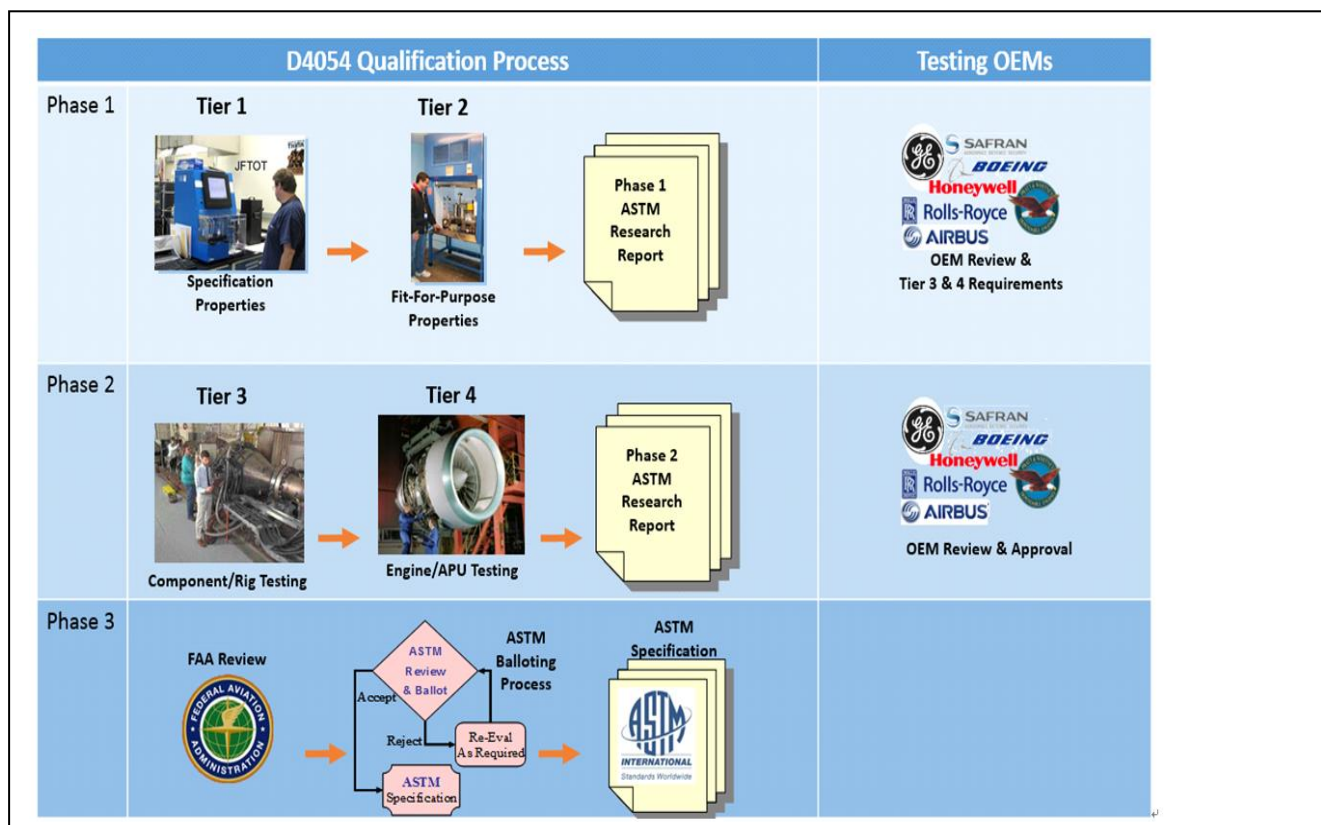
### (3) 低コスト化培地

低コスト化要素技術開発として、培地成分のうち窒素、リンの培地成分の見直しを行った(表 1-1-2-3)。従来培地と低コスト化培地の比較培養試験を約1か月間実施した。その結果、増殖速度に違いは見られなかった。従来培地から低コスト化培地に変更する事により窒素源、リン源の培地費用を約1/10に低減する事ができる。

今後、長期培養等を行い、低コスト化培地が藻体増殖に及ぼす影響(培地成分の濃縮等による増殖阻害)を評価し、使用の可能性を明確にする。

### 1-1-3 ジェット燃料への安定改質技術と ASTM D7566 Annex 認証

ASTM D7566 Annex2 で定義されている水素化処理プロセスをそのまま利用して HGBb 抽出油を改質し、認証を得ることを目指した。Tier1（物理化学的物性評価）、Tier2（分析での安全性評価）の評価のために、プロセス条件を確定させるため、最適な改質条件の探索を行った。



[http://www.caafi.org/focus\\_areas/fuel\\_qualification.html](http://www.caafi.org/focus_areas/fuel_qualification.html)

図 1-1-3-1 ASTM 認証プロセス

具体的には、2017 年度は、国内パイロット培養により得られた HGBb 乾燥藻体から HGBb 抽出油を作成し、図 1-1-3-2 のプロセスで改質試験に着手した。

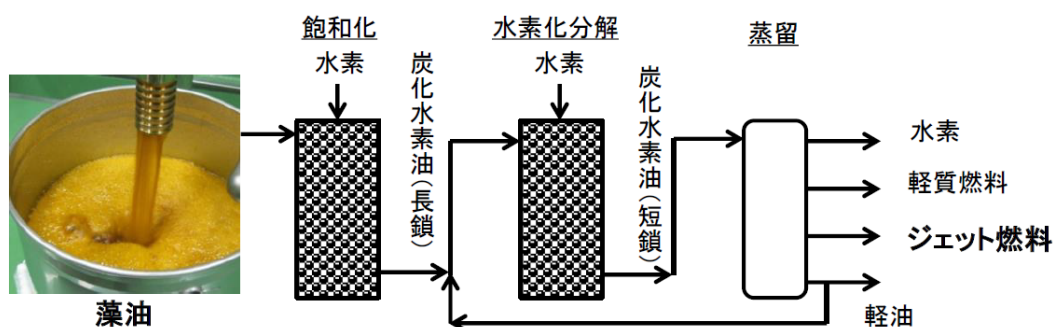


図 1-1-3-2 改質試験プロセスフロー

2018年度は、改質試験において、飽和化から水素化分解の反応器での各種条件での処理・評価を完了し、条件を決定した。その条件で、Tier1/2 試験用サンプル製造を実施し、ASTM 認証試験機関である University of Dayton Research Institute での評価試験を実施した。

2019年度は、得られた結果と考察を用いて、ASTM D7566 Annex2 認証プロセスを経る予定であったが、同年度新たに制定された Fast Track プロセスを用いた認証取得を OEM メンバーから推奨されたため、Fast Track に認証取得方法を変更した。ASTM での小・大委員会での投票を経て、2020年5月に新規のカテゴリーである ASTM D7566 Annex7 (HC-HEFA SPK) の認証を取得した。国内企業による、新規の Annex 認証取得は、これまでに例はない。



#### 1-1-4 オイル抽出後の残渣の有効利用

藻類残渣の利用として、セメント製造プロセス中の燃料への適用を検討した。セメント製造プロセスでは、ローラーミルにより燃料である石炭を微粉砕している。そこで、ローラーミルを使用して石炭と同時に藻類残渣を粉砕できるか、また、混合粉砕物の粒子の大きさが、石炭のみでの粉砕粒子と同等の大きさを得られる藻類残渣の混合割合を確認することを本検討の目的とした。

実験では、実機を模擬した小型ローラーミル（図 1-1-4-1）を使用して、石炭への藻類残渣の混合割合、粉砕時間、粉砕荷重を変えて粉砕性評価試験を行った。



図 1-1-4-1 小型ローラーミル

その結果、石炭と藻類残渣の混合物は、石炭のみの粉砕の場合と同様に粉砕された。残渣混合割合によっては、微粉砕された石炭が、粉砕残渣と固着される結果がみられ、最適な粉砕時間が存在することがわかった。粉砕荷重を大きくすることで、粒子は細くなる傾向がみられた。しかし、藻類残渣の混合割合の増加に伴い、粉砕後の粒径は大きくなり、特に、混合率 10%（発熱量ベース）以上になると、急激に粒径が大きくなり、粉砕性が低下した。今後、搬送性、燃焼性を評価しオイル抽出残渣のセメントプロセスに有効な混合割合についての評価も実施する。

## 1-1-5 バイオジェット燃料生産能力向上に資する油脂生産向上関連因子の同定・特定

### (1) HGBbからのDNA抽出

HGBb の油脂生産能力を向上させるための方法の一つとして、油脂生産および光合成に関わる遺伝子の改変がある。遺伝子組換え時に、油脂生産関連遺伝子を標的とするためには、HGBb の遺伝情報を取得する必要がある。

HGBb の遺伝情報の取得に際し、HGBb ゲノムの出来るだけ正確な網羅的遺伝子配列決定を行うためには、少なくとも 20 kbp 以上の出来るだけ長い DNA 断片が必要になる。しかしながら、HGBb からの DNA 抽出には、HGBb が硬い重層の殻に覆われているため、液体窒素下での長時間の細胞破碎作業が必要である。従来、この粉碎作業の過程で、DNA 断片が、短くなるという問題があった。そこで、この粉碎作業を改良し、20 kbp 以上の長鎖 DNA を効率よく調製できるようになった (図 1-1-5-1)。

長鎖 DNA は、殻に覆われた HGBb をグリセリンで処理することで細胞壁の無い生 HGBb 細胞と外套殻を分離し、得られた生細胞を短時間破碎する方法を開発することで、得られた。

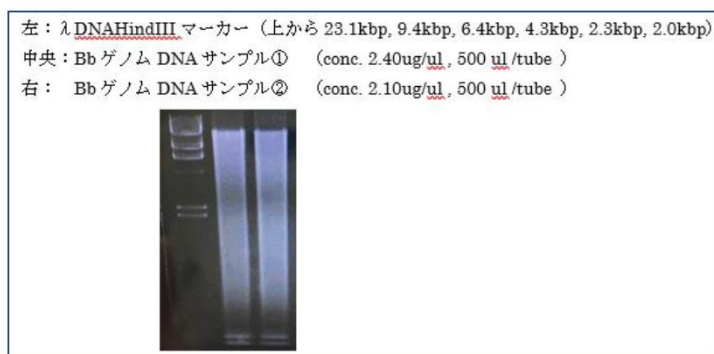


図 1-1-5-1 HGBb から調製された長鎖 DNA

### (2) HGBbのゲノム解析と油脂生産向上関連遺伝子の同定

前項で取得した DNA を用いて、HGBb の核ゲノム解析を行った。その結果、ゲノムサイズは、192 Mbp であることがわかった。ゲノム配列および RNA 配列情報から、HGBb 内で発現している 1 万個以上の遺伝子を同定した。既知の遺伝子情報を基に、油脂生産向上に資する Botryococcene や Squalene などのオイル合成最終段階の酵素遺伝子をはじめとする 35 個の遺伝情報を取得した (表 1-1-5-1)。

HGBb藻のオイル合成関連遺伝子探索の結果			
	遺伝子名		相同性の高いGene数
1	DXS-I(1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate-synthase-1)	703aa	5~6-genes
2	DXS-II(1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate-synthase-2)	771aa	
3	DXS-III(1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate-synthase-3)	740aa	
4	DXR(1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate-reductoisomerase)	479aa	1-gene
5	IspG(4-diphosphocytidyl-2C-methyl-D-erythritol-D-synthase)	319aa	1-gene
6	IspH(4-hydroxy-3-methylbut-2-enyl-diphosphate-reductase)	502aa	1-gene
7	ferredoxin-like gene	181aa	1~2-genes
8	Presqualene-diphosphate-synthase	403aa	5~6-genes
9	Botryococcene-synthase	383aa	
10	ayame-triterpene-biosynthesis-protein-2	390aa	
11	squalene-synthase	461aa	5~6-genes
12	Botryococcene-squalene-synthase	465aa	
13	Botryococcene-C-methyltransferase	379aa	5~6-genes
14	Squalen-methyltransferase-1	378aa	
15	phytoene-synthase	419aa	1-gene
16	Sterol-methyltransferase-like-3	392aa	1-gene
17	GDPS(geranyl-diphosphate-synthase)	410aa	1-gene
18	FDPS(farnesyl-diphosphate-synthase)	360aa	1-gene
19	GGDPS(geranylgeranyl-diphosphate-synthase)	345aa	1-gene
20	SDPS(solanesyl-diphosphate-synthase)	394aa	1-gene
21	idi(isopentenyl-pyrophosphate)	307aa	1-gene

表 1-1-5-1. HGBb の油脂生産向上に関連する遺伝子

### (3) 光合成関連遺伝子の同定・特定

HGBb のコロニーより個々の細胞を獲得し、葉緑体の単離を試みたが、生の葉緑体を分離精製することは困難であった。そこで、HGBb の全ゲノム(核 DNA、葉緑体ゲノム、ミトコンドリア DNA を含む)の DNA 配列決定後、葉緑体ゲノム上の炭酸固定酵素遺伝子(rbcS)などを指標に探索したところ、3本の scaffold DNA 断片を同定することができた。この3本の scaffold DNA 断片は、それぞれ、①43,309 bp、②112,983 bp、③35,393 bpであった。さらに、この3本の scaffold DNA 断片は、それぞれ①と②の一端で1,317 bpが相同であり、①と③の一端で10,775 bpが相同で、さらに②と③の他の一端で10,286 bpが相同であった。このことから、3本の DNA は、環状の葉緑体ゲノム DNA であると推定された(図 1-1-5-2)。さらに、遺伝子解析の結果から、これまで藻類で報告されている遺伝子の大半が、この環状 DNA 上にあることが判明し、本環状 DNA が、全長 169 kbp の HGBb の葉緑体 DNA であることがわかった。炭酸固定酵素遺伝子 rbcS をはじめとする葉緑体ゲノム上の全 81 遺伝子を、この HGBb の 169 kbp の葉緑体ゲノム上に同定した(表 1-1-5-2)。

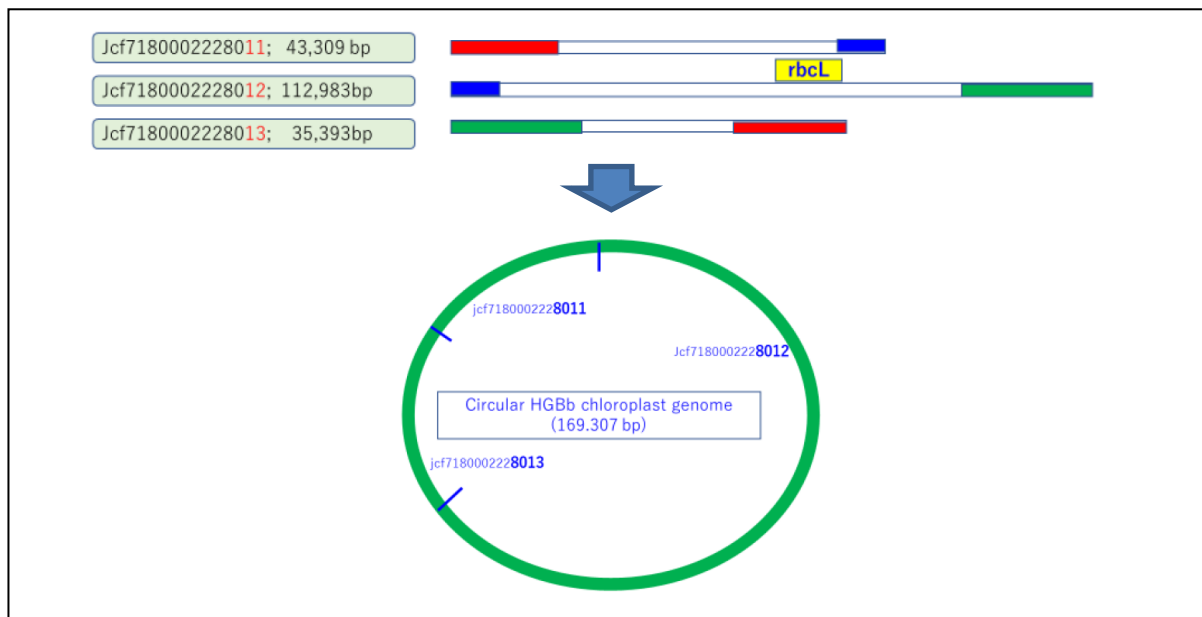


図 1-1-5-2. 葉緑体ゲノム

### 葉緑体遺伝子群の網羅的検索結果（81遺伝子）－まとめ

1. HGBb藻の葉緑体ゲノムは、全長169.307 bpの環状DNAである。
2. 炭素固定酵素遺伝子（rbcL）を始め、これまで報告されている葉緑体遺伝子の全て（81遺伝子）を、HGBb葉緑体ゲノム上で同定した。
3. その他、葉緑体t-RNA, rRNA遺伝子配列も確認された。
4. 今後は、未報告の遺伝子（HGBb－特異的？）が存在しないか、さらに検討を進める。

表 1-1-5-2. 葉緑体ゲノム上に確認された遺伝子群

1-1-6 バイオジェット燃料開発の実装において発生が予想される  
生物学的課題の実験・調査

(1) HGBb 培養条件下での HGBb 捕食可能な動物性微生物・小型魚類への影響

HGBb 培養池周辺の自然界の捕食者に与える影響を評価するため、HGBb 存在下で動物性微生物（ゾウリムシ、ツボワムシ、ミジンコ）・水生動物（メダカ）飼育実験を行った。

動物性微生物の捕食について、ゾウリムシ、ツボワムシ、ミジンコいずれも、HGBb への捕食行動は見られなかった。その理由の1つとして、ゾウリムシとワムシの場合は、HGBb がコロニーを形成した場合のサイズが 50 μm～数百 μm で、ゾウリムシ(体長 100 μm 以下、口径 10 μm 以下)やツボワムシ(体長 100～250 μm、口径 10 数 μm)であるため、HGBb を捕食できない可能性が考えられた。ミジンコ(体長数 mm)が、捕食行動を示さなかった理由も、口径が数 μm～数 10 μm と小さく、HGBb を捕食できなかった可能性が考えられた。

メダカに対して、HGBb および対象としてクラミドモナス藻を給餌した。クラミドモナス藻は、HGBb とは異なり、炭化水素を生産・蓄積しない藻類である。メダカは、いずれの藻類もよく捕食し、死亡率に両者で大きな差は見られなかった(表 1-1-6-1)。捕食したメダカの糞を観察したところ、HGBb を給餌した場合は緑であったが、クラミドモナス藻を給餌した場合は緑色が失われていた。このことから、HGBb は消化されていないようであった(図 1-1-6-1)。

メダカが半数死亡した時点で、市販の動物性飼料を藻類存在下で給餌したところ、死亡率が 0 になった。このことから、メダカが死亡した理由は、栄養不足であり、藻類が存在することによる毒性ではないと推定された。以上より、動物性微生物および水生動物に対する、HGBb の急性・慢性毒性はないものと考えられた。

メダカのHGBb捕食状況と急性毒性について						
メダカのHGBb捕食後の生存率 HGBb or CR 給餌開始後の生死						
1) 餌=HGBb						
0日	5日	10日	15日	20日	25日	
匹数	25	25	25	24*	24	24
2) 餌=クラミドモナス						
0日	5日	10日	15日	20日	25日	
匹数	25	25	25	25	25	25

今のところ、急性毒性は見られない。

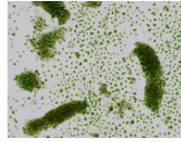
表 1-1-6-1. HGBb 捕食のメダカへの短期的影響の比較

③ バイオジェット燃料開発の実装において発生が予想される生物学的課題の実験・調査

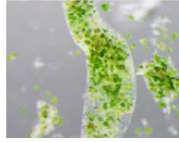
③-1. HGBb捕食可能な小型魚類メダカへの影響の実験的検証

メダカのHGBb捕食状況について

HGB b捕食後の糞 (1)



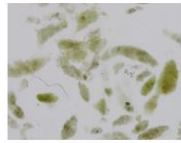
HGB b捕食後の糞 (2)



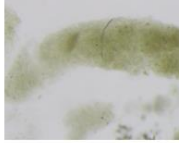
HGB b捕食後の糞 (3)



Cr捕食後の糞 (1)



Cr捕食後の糞 (2)



Cr捕食後の糞 (3)

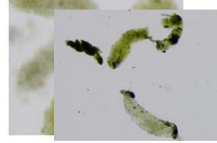


図 1-1-6-1. メダカの HGBb 捕食後の糞の様子

## 1-2 高性能噴流床ガス化とFT合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発

### 1-2-1 背景と目的

航空業界では、今後拡大が予想される航空需要を背景に、二酸化炭素排出量削減による地球温暖化抑止対策が喫緊の課題となっており、2016年10月、国際民間航空機関（ICAO）が、長期的な二酸化炭素排出抑制目標（2020年以降の排出量ゼロ）を策定し、その達成のためにはバイオジェット燃料の普及促進は不可避と考えられている。

バイオジェット燃料の市場形成および導入拡大に対する期待が世界的に高まる中、バイオジェット燃料市場形成へ向けて、ライフサイクルアセスメント（製造から供給までの過程に係る化石エネルギー収支）や二酸化炭素排出量削減率等の評価基準をクリアし、かつ低コストな製造技術の開発が必須となっている。NEDOでは、「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」において、液体バイオ燃料製造の要となる基盤技術開発で優れた成果を得た。

このような状況を背景として、2030年頃のバイオジェット燃料の商用化に向けて、その生産技術について、より高効率な工業化を実現するための課題抽出およびその対策を盛り込んだ一貫製造プロセスのパイロットスケール試験を行い、安定的な長期連続運転および製造コストの低減などの実現可能性を検証し、我が国のバイオジェット燃料導入の促進に寄与することを本事業の目的とする。

本事業では、スケールアップに適した部分酸化式噴流床ガス化技術と、反応器容積を大幅にコンパクト化できるマイクロチャンネルFT合成技術を組み合わせたパイロットスケール一貫製造設備を設置し、検証運転により技術の検証を行うとともに、得られた燃料を実エンジンに供し、評価する。また、実用化を睨み、純バイオジェット燃料製造設備の最適化および製造コスト低減に向けた検討を実施する。

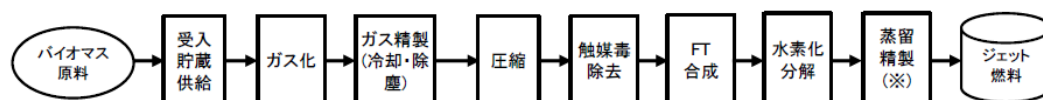


図1-2-1-1. 純バイオジェット燃料一貫製造パイロットプラント プロセスフロー

(※) 設備簡素化のため蒸留精製は外注で計画

## 1-2-2 実施内容とスケジュール

### (1) 実施内容

- ① 高性能噴流床バイオマスガス化技術開発  
噴流床バイオマスガス化パイロット設備の設計、製作・調達、建設及び試運転を行う。また、一貫製造設備全体を調整する総合試運転において、データ収集及び評価を経て、検証運転を行う。  
(実施体制：三菱パワー株式会社、再委託：三菱重工株式会社)
- ② 純バイオジェット燃料製造技術開発  
純バイオジェット燃料製造パイロット設備の設計、製作・調達、建設及び試運転を行う。また、一貫製造設備全体を調整する総合試運転において、データ収集及び評価を経て、検証運転を行う。  
(実施体制：東洋エンジニアリング株式会社)
- ③ 純バイオジェット燃料製造システムの運転・保守技術の確立  
一貫製造設備の運転方法を立案し、試運転を行う。  
また、一貫製造設備全体を調整する総合試運転において、データ収集及び評価を経て、検証運転を行う。  
(実施体制：株式会社 J E R A)
- ④ バイオジェット燃料の燃焼・排気特性およびエンジン性能特性の評価  
バイオジェット燃料の燃焼器リグを用いた燃焼・排気特性および実エンジンをを用いたエンジン性能特性評価方法の検討、試験内容の立案および試験機材の設計・製作や調達を行い、試験を行う。  
(実施体制：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)
- ⑤ 実用規模システムの適正化検討
  - 1) 純バイオジェット燃料製造システムの適正化検討  
マテリアルバランス、エネルギーバランス等を、プロセスシミュレータ等を活用して解析、検討を行うことで、バイオジェット燃料製造商用プラントに関するフィージビリティスタディに着手する。  
(実施体制：三菱パワー株式会社、東洋エンジニアリング株式会社)
  - 2) 多様なバイオマス適用性の研究  
産業総合技術研究所に設置された各種試験装置（熱天秤装置、GC-MS、FT-IR等）を使用してガス化特性試験を行い、ガス化炉適用性評価を行う。  
一貫製造設備の運転時において、ガス化生成ガスのサンプリング・分析等を行い、ガス化性能について解析する。  
(実施体制：三菱パワー株式会社、再委託：三菱重工株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所)



(2) スケジュール

事業項目	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
① 高性能噴流床バイオマスガス製造技術開発	基本設計 ←→	詳細設計・製作 ←→	建設・ 運転調整 ←→	検証運転 ←→
② 純バイオジェット燃料製造技術開発	基本設計 ←→	詳細設計・製作 ←→	建設・ 運転調整 ←→	検証運転 ←→
③ 純バイオジェット燃料製造システムの 運転・保守技術の確立	基本設計 ←→	建設準備 ←→	運転準備 ←→	検証運転 ←→
④ バイオジェット燃料の燃焼特性・排 気特性の評価	特性評価方法検討 (一次) ←→	評価方法および 試験内容検討	実験用治具 製作	試験 燃焼 準備 試験 ←→
⑤ 実用規模システムの適正化検討				
⑤-1 純バイオジェット燃料製造シス テムの適正化検討				商用機 FS ←→
⑤-2 多様なバイオマス適用性の研 究	基本設計条件検討 ←→	原料多様化試験		
⑤-3 純バイオジェット燃料製造プロ セスの経年劣化特性の評価				解体研究 ←→

## 1-2-3 成果内容

### (1) 高性能噴流床バイオマスガス化技術開発

#### (ア) 基本設計および詳細設計

噴流床バイオマスガス化パイロット設備について、下記の通り基本設計及び一部詳細設計を行った。

- ・マスヒートバランスの作成
- ・バイオマス受入・供給、ガス化工程、及び蒸気、酸素・窒素等の系統設計
- ・構成機器・装置の仕様決定
- ・配管・弁仕様決定
- ・設備全体配置図作成
- ・各ユーティリティ使用量検討

#### (イ) 詳細設計及び機器・設備の製作・調達、据え付け工事

噴流床バイオマスガス化パイロット設備について、下記系統に関する詳細設計及びそれら系統を構成する機器・設備の製作・調達を行い、据え付け工事を完了した。

- ・バイオマス受入・供給系統
- ・バイオマスガス化系統
- ・生成ガス冷却、除塵系統
- ・蒸気、酸素・窒素、軽油、排水などのユーティリティ系統
- ・計装電気設備及び制御装置

#### (ウ) 設計、製作・調達、建設及び試運転

噴流床バイオマスガス化パイロット設備の設計、製作・調達、建設及び試運転に関するキーデータを設定し、全体の工程表を作成した。

#### (エ) 試運転、供試バイオマス原料のガス化特性確認

噴流床バイオマスガス化パイロット設備について、②の系統を構成する機器・設備の単体及び全体系統の試運転を実施し、供試バイオマス原料のガス化特性を確認した。

### (2) 純バイオジェット燃料製造技術開発

#### ① 基本設計および詳細設計

純バイオジェット燃料製造パイロット設備について、下記の通り基本設計及び一部詳細設計を行った。

- ・マスヒートバランスの作成
- ・触媒毒性除去工程、FT合成工程、水素化分解工程、蒸気、水素・窒素等の系統設計
- ・構成機器・装置の仕様決定
- ・配管・弁仕様決定
- ・設備全体配置図作成
- ・各ユーティリティ使用量検討

#### ② 詳細設計及び機器・設備の製作・調達、据え付け工事

純バイオジェット燃料製造パイロット設備について、下記系統に関する詳細設計及びそれら系統を構成する機器・設備の製作・調達を行い、据え付け工事を完了した。

- ・触媒毒除去系統
  - ・FT合成系統
  - ・水素化分解系統
  - ・蒸気、水素・窒素などのユーティリティ系統
  - ・計装電気設備及び制御装置
- ③ 設計、製作・調達、建設と試運転・検証運転のキーデータ設定  
純バイオジェット燃料製造パイロット設備の設計、製作・調達、建設、試運転及び、検証運転に関するキーデータを設定した。
- ④ 水素化分解油の外注蒸留仕様と純バイオジェット燃料出荷までの全工程表作成  
純バイオジェット燃料製造パイロット設備から得られる水素化分解油の外注蒸留仕様と、外注蒸留から製品純バイオジェット燃料のASTM分析および出荷までの全体の工程表を作成した。
- ⑤ 合成ガスの分析とガス精製工程設計  
バイオマスガス化試験データから合成ガスの組成・微量成分を同定し、ガス精製工程を検討、設計に反映した。
- ⑥ 合成ガス圧縮機と触媒毒除去工程の運転・工程分析  
合成ガス圧縮機と触媒毒除去工程の通ガス運転、工程分析を実施した。
- ⑦ 純バイオジェット燃料の規格調査  
製造する純バイオジェット燃料の規格（ASTM D7566 Annex-1等）の詳細と要求事項、分析項目・分析方法を調査した。また、その認証手順・方法を調査し、下記の対応が必要であることを明らかにした。
- ・認証手順・方法は石油連盟主体で検討中であるが、国内分析機関は、現状、分析手法確立のためのサンプルを入手できないため、本事業との連携が必要である。
  - ・純バイオジェット燃料の実用（給油）のためには、ASTM規格に基づき、石油由来ジェット燃料との混合が必要であるが、そのためには、混合を行う手順・設備・場所・事業者等を具体化することが求められる。（注：ジェット燃料の混合は本事業の対象外）
- ⑧ 純バイオジェット燃料製造設備に関する法規調査  
純バイオジェット燃料製造パイロット設備に該当する消防法・高圧ガス保安法などの法規調査と対応を行った。
- ⑨ FT合成反応器の触媒還元  
FT合成反応器の触媒還元を実施した。
- ⑩ ガス化炉からの合成ガス分析・評価  
ガス化炉からの合成ガスの組成・微量成分を同定し、FT合成の運転のための評価を行った。
- (3) 純バイオジェット燃料製造システムの運転・保守技術開発**
- ① 純バイオジェット一貫製造設備について、下記の項目について検討を完了した。燃料・パイロットプラント建設候補地の選定検討実施および決定

株式会社 J E R A の火力発電所において、パイロットプラントを設置することが可能な用地面積かつ電気、蒸気、所内用水等のユーティリティ供給に最適と考えられる候補地を選定した。

- ・ 既設発電プラントとの取合箇所、供給ルート等について決定した。
- ・ 消防への事前説明は実施済みで、適宜消防申請を実施した。

## ② 法対応

以下の法対応を実施した。

### 1) 高圧ガス保安法

高圧ガス第一種製造所の申請に伴い、名古屋市消防局と調整を実施。高圧ガス製造許可申請書を提出し、提出書類に対する指示事項等について対応済み。

### 2) 消防法

屋外タンクおよび少量危険物貯蔵所の申請に伴い、名古屋市消防局および港消防署と調整を実施。屋外タンク設置許可申請書および少量危険物・貯蔵・取扱い開始届を提出し、提出書類に対する指示事項について対応済み。

### 3) 石油コンビナート等災害防止法（レイアウト規制）

新名古屋火力発電所は、純バイオジェット燃料製造パイロット設備装置により高圧ガス処理量が増え、レイアウト規制の対象となる可能性があったため、消防庁との事前調整を実施。既設の油タンク廃止時期等を説明し、レイアウト規制の対応不要と回答を得た。

### 4) 土壌汚染対策法

土壌汚染対策法および名古屋市の環境保全条例に基づき、500 m<sup>2</sup> 以上の土地の形質を変更する場合には、土壌調査が必要となるため、名古屋市との事前調整を実施。工事の掘削深さを50 cm未満とするように計画を変更し、土壌調査不要との回答を得た。

## ③ 純バイオジェット燃料製造パイロット設備で使用する木質バイオマス原料を調達した。

## ④ 純バイオジェット燃料製造パイロット設備への各種ユーティリティ供給のために下記項目を実施した。

- ・ 設備への電力供給については、中部電力株式会社の営業配電線から高圧にて供給した。  
設備への蒸気、飲料水、工業用水、補給水、計装用空気供給については、新名古屋火力発電所既存設備の各配管から分岐し供給した。
- ・ 設備への水素ガス供給については、既設水素ガードル室に散水配管及びガス検知器を増設して、本プロジェクトで利用できるよう対応するとともに、水素カードルの手配を適時実施した。
- ・ 設備への液体窒素、液体酸素の供給については、ローリー車により適時供給を実施した。
- ・ その他軽油、プロパンガス等必要なユーティリティについて、適時手配し、供給を実施した。

- ⑤ 純バイオジェット燃料製造パイロット設備試運転開始に伴い、運転維持管理業務を株式会社テクノ中部に委託し、運転員を配置した。運転員の交替勤務の実施により、24時間設備を運転維持管理できる体制を構築した。
- ⑥ 2020年度に実施する検証運転のために、各種運転データ採取を開始するとともに、運転員の技術力向上を図った。

#### (4) バイオジェット燃料の燃焼・排気特性およびエンジン性能特性の評価

- ① バイオジェット燃料の燃焼・排気特性およびエンジン性能特性評価に関し、以下の検討を実施した。
  - ・試験設備、供試エンジン、試験場所の検討
  - ・試験内容、試験時期の検討
  - ・高温高圧燃焼試験設備を用いた燃焼器リグ試験について、特にPMに関する計測方法を検討した。
  - ・実エンジンを用いたジェットエンジン燃焼試験について、エンジン運転山型と燃料系統の運用方法について検討を実施した。
- ② 高温高圧燃焼試験設備で比較対照用燃料であるHEFA燃料での燃焼器リグ試験を実施し、排気特性計測を実施した。
- ③ エンジン性能特性試験で必要となる以下の器材について、調達、製作を行った。
  - ・燃料供給系統
  - ・データ集録装置

#### (5) 実用規模システムの適正化検討

多様なバイオマス適用性の研究

- ① 木質ペレットの破砕物を原料として、240 kg/日 バイオマスガス化試験設備（図1-2-3-1）にてガス化試験を実施し、下記の結果を得た。
  - ・供試のバイオマスについて性状分析を実施した。特異的な特徴はなく、これまでの実績に類する木質バイオマスであることを確認した。
  - ・ガス化特性については、炭素転換率 98.6 %、冷ガス効率 74.4 %と良好な結果を得た。生成ガス組成は、FT合成プロセスに好適な組成になることを確認した。
  - ・生成ガス中の hidrocarbon や微量成分の挙動データを取得し、後流側機器設計への反映に供した。



図 1-2-3-1. バイオマスガス化試験設備

- ② パイロットプラントの試運転で使用したバイオマス原料の分析  
 パイロットプラントの試運転に使用したバイオマス原料について、各種分析を実施した。その結果は次の通り。

項目	単位	木質バイオマス
全水分	wt%	10.7
[工業分析]		<気乾ベース>
水分	wt%	4.2
発熱量(HHV)	kcal/kg	4,780
[元素分析]		<無水ベース>
C	wt%	51.3
H	wt%	6.43
O	wt%	41.73
N	wt%	0.05
全S	wt%	0.02
灰分	wt%	0.47

表 1-2-3-1. バイオマスプラントの試運転で使用したバイオマス原料の分析結果

- ③ ガス化特性試験(1)  
 小型基礎試験装置により、製紙スラッジのガス化特性試験を実施した。代表的な木質バイオマスであるスギと比較した結果は次の通り。
- ・主成分がセルロースであるため、ガス組成等のガス化特性はほぼ同等であった。
  - ・灰分の含有率が高いため、固体残渣量が多く、その主成分はCa化合物であった。
- ④ ガス化特性試験(2)  
 小型基礎試験装置により、製紙スラッジと樹皮の混合物のガス化特性試験を実施した。主な試験結果は次の通り。
- ・製紙スラッジ混合率増加に伴い、各ガス濃度はほぼ直線的に変化する。

- ・製紙スラッジと樹皮混合率一定の場合、各ガス濃度のガス化条件依存性は、スギとほぼ同等である。

## 2. 知的財産権等の取得及び成果の普及

### 2-1 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発

#### 【特許】

- ・ 出願番号：特願 2019-128499  
発明の名称：藻類製造装置  
発明者（筆頭者）：田中 浩 (IHI)
- ・ 出願番号：特願 2019-159453  
発明の名称：微生物回収装置  
発明者（筆頭者）：金子 典充 (IHI)

#### 【論文（査読なし）】

- ・ バイオサイエンスとインダストリー（日本バイオインダストリー協会）第75巻,5号  
(2017.9.1)  
題目：オイル産生藻類ボツリオコッカスの大量生産に向けた研究開発  
著者：田中 浩
- ・ 日本機械学会誌（2019.2.1）  
題目：微細藻類による CO<sub>2</sub> のジェット燃料転換  
著者：金子 典充

#### 【口頭発表】

- ・ 発表先：Innovation for Cool Earth Forum 2017（2017.10.5）  
題目：Development of Bio Jet Fuel with Microalgae  
発表者：斉藤 真美子
- ・ 発表先：CCU&S 研究会（京都大学）（2017.11.6）  
題目：微細藻類からのバイオ燃料生産技術開発  
発表者：松澤 克明
- ・ 発表先：DOD & METI Energy & Power Workshop（2017/11/29）  
題目：Development of Bio Jet Fuel with Microalgae  
発表者：松澤 克明
- ・ 発表先：ASTM D02 Committee, Subcommittee J0.06（2017.12.6）  
題目：HEFA Bio SPK from Algae  
発表者：橋本 康
- ・ 発表先：微細藻類燃料開発推進協議会(JMAF)（2018.1.29）  
題目：高速増殖型ボツリオコッカス由来のバイオジェット燃料実現に向けて  
発表者：山本 洋一
- ・ 発表先：Coordinating Research Council（2018.5.2）  
題目：HEFA Bio SPK from Microalgae Hydrocarbon Oil  
発表者：橋本 康
- ・ 発表先：ASTM D02 Committee, Subcommittee J0.06（2018.12.12）



題目：HEFA Bio SPK from Algae Hydrocarbon Oil

発表者：橋本 康

- ・発表先：NEDO-ADEME合同ワークショップ（2019.3.12）

題目：Development of sustainable bio-jet fuel derived from microalgae

発表者：齊藤 真美子

- ・発表先：第71回日本生物工学会大会（2019.9.18）

題目：微細藻類を用いたジェット燃料生産プロセスの構築

発表者：武藤 潤

- ・発表先：標準化と品質管理全国大会2019（2019.10.9）

題目：微細藻類によるCO<sub>2</sub>のバイオジェット燃料への転換

発表者：水野 智夫

- ・発表先：ASTM International（2019.10）

題目：Evaluation of Synthesized Paraffinic Kerosene from Algal Oil Extracted from  
*Botryococcus braunii* (IHI Bb-SPK) Fast Track Research Report

発表者：松澤 克明

- ・発表先：CCUS/Carbon Recycling Seminar（2020.3.2）

題目：Development of Algae-Based Bio Fuel

発表者：金子 典充

- ・発表先：ICAO Stocktaking 2020（2020.9.8）

題目：Development of Algae-Based Bio Fuel

発表者：金子 典充

#### 【プレス発表】

- ・2017年4月21日 NEDO、IHI プレスリリース

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100759.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100759.html)

[https://www.ihico.jp/ihico/all\\_news/2017/other/2017-4-21/index.html](https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2017/other/2017-4-21/index.html)

- ・2017年11月6日 IHI プレスリリース

[https://www.ihico.jp/ihico/all\\_news/2017/other/2017-11-06/index.html](https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2017/other/2017-11-06/index.html)

- ・2018年12月3日 I H I プレスリリース

[https://www.ihico.jp/ihico/all\\_news/2018/other/2018-12-03/index.html](https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2018/other/2018-12-03/index.html)

- ・2020年6月8日 NEDO、IHI プレスリリース

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101314.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101314.html)

[https://www.ihico.jp/ihico/all\\_news/2020/other/2020-6-08/index.html](https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2020/other/2020-6-08/index.html)

## 2-2 高性能噴流床ガス化とFT合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発

### 【口頭発表】

- 発表先：ICEF2017 (2017. 10. 5)  
題目：Development of Once-through Process of Biomass Gasification and FT Synthesis for Biojet Fuel  
発表者：山内 康弘
- 発表先：平成29年度TSC Foresight セミナー (2017. 11. 1)  
題目：NEDOバイオジェット燃料生産技術開発事業  
『高性能噴流床ガス化とFT合成による純バイオジェット製造パイロットプラントの研究開発』  
発表者：山内 康弘
- 発表先：ISEPP-2018 (2018. 3. 19)  
題目：JAXA's Activity on Alternative Jet Fuels and Combustion Experiments using Combustors for Aeroengines  
発表者：岡井 敬一
- 発表先：第13回工業触媒フォーラム（触媒学会） (2019. 1. 22)  
題目：木質バイオマスのガス化とFT合成によるバイオマスジェット燃料製造技術開発  
発表者：寺井 聡
- 発表先：第71回日本生物工学会大会シンポジウム (2019. 9. 18)  
題目：高性能噴流床ガス化とFT合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発  
発表者：山内 康弘
- 発表先：日本エネルギー学会/第56回石炭科学会議 (2019. 10. 29)  
題目：バイオマスからのジェット燃料製造技術の開発  
発表者：篠田 克彦

### 【プレス発表】

- 2018年12月3日 三菱日立パワーシステムズ、東洋エンジニアリング、中部電力  
プレスリリース  
[https://power.mhi.com/jp/news/20181203\\_02.html](https://power.mhi.com/jp/news/20181203_02.html)  
<https://www.toyo-eng.com/jp/ja/company/news/?n=678>  
[https://www.chuden.co.jp/publicity/press/3269514\\_21432.html](https://www.chuden.co.jp/publicity/press/3269514_21432.html)

### 【パネル展示】

- 発表先：INCHEM TOKYO 2017 プラントショー（東京ビッグサイト） (2017. 11. 20～22)  
題目：再生可能バイオジェット燃料  
発表者：東洋エンジニアリング株式会社

## IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

---

### 1. 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

石油元売り、定期航空会社も巻き込んだサプライチェーン構築のさらなる推進を進めるとともに、デモフライトや継続的な発信によるバイオジェット燃料に対する認知度向上を目指す。2025年から、助成を受けた事業者が実用化・事業化に向けて独力で展開。2027年、ICAOによるバイオジェット燃料義務化を受けて、国内でもバイオジェット燃料市場が形成され、2030年頃には、世論の気候変動に対する意識がさらに高まり、バイオジェット燃料への要望が国内外で高まる。需要増に伴う市場拡大により、製造量増が後押しし、技術革新も伴って、製造コストも下がり、さらに普及拡大につながるものと期待される。

**(添付資料)**

プロジェクト基本計画

## 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」基本計画

新エネルギー部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

世界の航空輸送部門では、今後も拡大する航空需要予測を背景に、地球温暖化対策や石油価格変動に対するリスクヘッジの確保が業界としての大きな課題となっている。国連専門機関である国際民間航空機関(ICAO)は、長期的な低炭素化目標を策定し、その達成にバイオジェット燃料の導入が不可欠としている。また、製造コストが十分経済的になれば、石油価格変動に対するリスクヘッジとしても有効であることから、バイオジェット燃料導入に対する期待は世界的にも高まっており、今後市場規模が拡大すると予測されている。

しかしながら、現状バイオジェット燃料は市場形成途上にあり、特に製造コスト削減については世界共通の課題となっている。加えて、実用化に向けては、製造に係る化石エネルギー収支や温室効果ガス排出削減効果の向上を実現し、かつ経済性が成立する製造技術の開発が必須となる。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下「NEDO」という。)では「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業(以下「戦略的次世代プロジェクト」という。)」において液体バイオ燃料製造の要となる基盤技術(バイオマスガス化や微細藻屋外大規模培養等)開発において優れた成果を得た。次の段階として、これら基盤技術を組合せた一貫製造プロセスにおけるパイロットスケール検証試験が不可欠であり、その成果を基に純バイオジェット燃料製造技術を 2030 年頃までに商用化するべく、安定的な長期連続運転や製造コストの低減などを実現していく必要がある。

さらに 2030 年頃までの商用化のためには、純バイオジェット燃料の一貫製造技術の確立とともに、原料の調達や製品の供給を含めたサプライチェーンの構築も視野に入れた実証を経て社会実装を図ることで、当該分野における市場を形成していくことが重要である。

## ①政策的な重要性

2008 年 5 月に決定し、2013 年 9 月に改定された、「環境エネルギー技術革新計画、各技術項目のロードマップ」の対応として、経済成長と温室効果ガスの排出削減を両立するためには革新的技術の活用が必要不可欠であり、我が国が国際的にリーダーシップをとって、開発と普及を促進していくことが求められている。バイオジェット燃料製造技術は、経済産業省による「エネルギー関係技術開発ロードマップ」(2014 年 8 月)において、2030 年頃の実用化を目標とする技術として位置づけられている。また、2016 年 5 月に閣議決定された「科学技術イノベーション総合戦略 2016」においても、バイオ燃料の研究開発は「重きを置くべき取組」として位

置付けられており、2050 年に向けた長期的視野に立ち、開発を推進していくことが重要となっている。

さらに第5次エネルギー基本計画(2018年7月閣議決定)において、2050年までの温室効果ガス80%削減の目標、エネルギー転換・脱炭素化への挑戦が掲げられたことと共に、二酸化炭素を炭素資源(カーボン)と捉える「カーボンリサイクル」の実現に対応すべくカーボンリサイクル技術ロードマップが策定(2019年6月)され、その一環としてのバイオ燃料の製造技術開発を進めることも求められている。

## ②我が国のバイオジェット燃料生産技術開発状況

国内では、微細藻類由来バイオ燃料製造技術等の開発が経済産業省及び NEDO による委託事業(戦略的次世代プロジェクト:2010年度から2016年度)として進められた結果、屋外1,500m<sup>2</sup>の試験プラントでのバイオ燃料用微細藻類の培養に成功しているが、燃料生産までの一貫製造技術については未だ実証されていない。なお、戦略的次世代プロジェクトでは、バイオマスのガス化・液化技術(以下「BTL\*」という。)等のバイオ燃料製造技術開発についても検討している。

また、2020年のオリンピック・パラリンピックにおけるバイオジェット燃料の導入を見据え、経済産業省及び国土交通省主導で、エアライン、空港運営会社、石油元売り会社、バイオ燃料製造技術開発企業等より構成される検討委員会(2020年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けたバイオジェット燃料導入に向けた道筋検討委員会)が2015年7月に設置され、2016年8月にアクションプランが策定される等、周辺環境整備等を含めた検討が進められている。

\* BTL(Biomass to Liquids)

## ③世界のバイオジェット燃料生産技術開発取組状況

現在、航空機燃料は石油由来の炭化水素を用いている。ICAO は、航空分野の2020年以降の温室効果ガス排出量増加分をゼロとする目標を2016年10月に正式に策定し、バイオジェット燃料の導入を促進している。加えて各国政府レベルでは、石油価格の変動リスクの低減及び自給率の向上といったエネルギーセキュリティへの対応がバイオジェット燃料導入の重要な動機となっている。米国では、米国連邦航空局が、2018年から米国内で、民間用代替ジェット燃料使用量を年間10億ガロン(約380万kリットル)とする目標を掲げている。

欧米では非可食油糧作物(カメリナ等)の由来するバイオ燃料製造技術を確立し、空港におけるエアライン供用のジェット燃料供給設備への導入を2016年より開始した(米国ロサンゼルス空港(ユナイテッド・ターミナルのみ))。加えて、米国では BTL 技術の一つであるガス化・FT 合成によるバイオ燃料製造技術及び、バイオアルコールからの炭化水素変換によるバイオ燃料製造技術等について2020年以降の事業化運転に向けてプラントの建設等が進められている。

さらに 2018 年 4 月には国際的な純バイオジェット燃料の規格 ASTM\* D7566 の Annex5 にエタノールから純バイオジェット燃料を製造する技術(ATJ 技術\*)が追加認証されており、また登録申請中 Annex を考慮すると、製造方法の多様化、商業化の加速が推測される。

\* ASTM(米国試験材料協会)：

American Society for Testing and Materials International

\*ATJ 技術：

Alcohol to JET

#### ④本事業のねらい

バイオジェット燃料製造技術を 2030 年頃までに実用化し、利用促進・普及を通じて、2030 年以降の更なる航空分野における二酸化炭素等の温室効果ガス排出量を削減するため、ガス化・FT 合成技術や微細藻類培養技術、ATJ 技術等のバイオジェット燃料製造技術開発を行い、2030 年頃までに商用化が見込まれる製造プロセスを確立する。

### (2) 研究開発の目標

#### ①アウトプット目標

ガス化・FT 合成技術や微細藻類培養技術、ATJ 技術等のバイオジェット燃料製造技術開発を行い、2030 年頃までに商用化が見込まれる製造プロセスを確立する。

#### ②アウトカム目標

本事業によりバイオジェット燃料の市場形成を支援、促進することにより、2030 年頃に、バイオジェット燃料製造技術の実用化を実現することで、ジェット燃料の使用に起因する温室効果ガス排出量の削減に貢献する。

(参考)温室効果ガス排出削減率 50%のバイオジェット燃料が 100 万キロリットル/年導入された場合、温室効果ガスは二酸化炭素換算で 123 万トン/年削減と想定される。

#### ③アウトカム目標達成に向けての取組

商用規模のプラントに展開できるデータやノウハウが取得でき、物質収支、化石エネルギー収支及びコストの試算や事業の計画ができる規模での実証運転の結果として、製造コスト、化石エネルギー収支、温室効果ガス削減率等を算出して、純バイオジェットが燃料規格 (ASTM D7566) に適合するバイオジェット燃料製造のプロセスやサプライチェーンを構築する。

### (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、別紙 1 の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。なお、本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤的技術または革新的技術に対して、航空機由来の温室効果ガス排出量削減の実現(温室効果ガス 50%減)に向け、世界の潮流

を見越してバイオジェット燃料の製造技術の確立を目指すものであり、大きな社会的意義及び便益がありながらも、研究開発成果が直ちに市場性と結び付かない公共性の高い事業であるため、委託事業及び助成事業として実施する。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャーにNEDO新エネルギー部古川信二主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

本研究開発は、NEDO が、単独ないし複数の原則本邦の企業、大学等の研究機関(原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない)から公募によって研究開発実施者を選定し実施する。

### (2) 研究開発の運営管理

NEDO は研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は効率かつ効果的な方法を取り入れることとし、外部有識者及び業界関係者等で構成する技術検討委員会等の意見を運営管理に反映させる他、プロジェクトの進捗について研究開発実施者から報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行う。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2017 年度から 2024 年度までの 8 年間とする。

## 4. 評価に関する事項

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者によるプロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を 2020 年度および 2022 年度、事後評価を 2025 年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じ研究開発の加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。

## 5. その他重要事項

### (1) 研究開発成果の取り扱い



#### ①成果の普及

本研究開発で得られた研究成果については NEDO、委託先とも普及に努めるものとする。

#### ②標準化施策等との連携

標準化(本事業では純バイオジェット燃料規格認証取得を指す)については、2028 年にかけてのバイオジェット燃料製造の基盤生産技術確立やサプライチェーン構築に合わせ、ASTM 等の国際規格認証機関における動向調査を行うとともに、規格認証の新規取得及び変更が必要と考えられる場合、委託先や助成先に申請を促すなどの取組を積極的に行なう。

#### ③知的財産権の帰属、管理等の取扱い

本研究開発で得られた研究開発の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

#### ④知財マネジメント

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

#### ⑤データマネジメント

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針(委託者指定データを指定しない場合)」を適用する。

### (2) 基本計画の見直し

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

### (3) 根拠法

本事業は「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号ロ、第 4 号、第 9 号、第 10 号」に基づき実施する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2017年2月、制定。

(2) 2017年11月、プロジェクトマネージャーの交代により改定。

(3) 2019年1月、(別紙1)研究開発計画の2. 研究開発の具体的内容(1)一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験に FS 検討実施に係る一文追加。

- (4) 2019年7月、プロジェクトマネージャー役職変更、および和暦から西暦への統一による改定。
- (5) 2020年3月、研究開発項目の追加、事業期間延長による改訂
- (6) 2020年6月、プロジェクトマネージャーの変更による改訂

## (別紙1)研究開発計画

### 研究開発項目「バイオジェット燃料生産技術開発事業」

#### 1. 研究開発の必要性

バイオジェット燃料製造技術は、経済産業省による「エネルギー関係技術開発ロードマップ」(2014年8月)において、2030年頃の実用化を目標とする技術として位置づけられている。バイオジェット燃料製造技術の実用化に資する技術である、BTL、微細藻類由来バイオ燃料製造技術等の次世代バイオマス利用技術について技術開発を実施するとともにサプライチェーンモデルを構築することにより早期市場形成に資する。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験

本事業では、これまで培われた要素技術を組み合わせつつ、化石エネルギー収支や温室効果ガス削減にかかる環境性の確保に加え、経済性を具備した一貫製造プロセスの工業化システムの実現が必須となる。この基本技術を確立させるべく、パイロットフェーズでの検証試験を行う。

代表例として、BTL、微細藻類由来バイオ燃料製造技術について記す。なお、スケジュールについては、別紙2参照。

##### ①微細藻類

微細藻類からの燃料油製造の実用化に向けて、化石エネルギー収支・温室効果ガス排出量削減率の改善及び経済性の確保が可能な一貫製造プロセスの工業化システムを実現する必要がある。本事業では、10,000m<sup>2</sup>程度のパイロットスケール設備を構築し、安定的な大量培養、藻類の回収・脱水乾燥にかかる設備の低コスト化や、化石エネルギー収支改善や温室効果ガス排出量削減にかかる使用エネルギーの効率化に取り組む。

##### ②BTL

BTL製造の実用化に向けて、一般の商用石油プラント並みの連続安定運転を実現し、経済性を向上させていく必要がある。本事業では数t/日程度のパイロットプラントの連続運転試験を通じてデータを取得し、商業機に不可欠な連続安定運転を可能とする基盤技術の確立に取り組む。

##### (2) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築

想定する将来の製造規模を技術的に実現し得る純バイオジェット製造技術を軸に、将来の商用化を見据えた規模での実証事業等を実施し、サプライチェーンモデルを構築する。その際に明らかになった個別の技術課題に関しては技術開発により得られる結果をフィードバックすることでサプライチェーンの確立を加速する。

### (3) 微細藻類基盤技術開発

純バイオジェット燃料 (ASTM D7566 規格準拠) の製造および二酸化炭素吸収を主眼に微細藻種の選定、育種や多様な培養方法について将来の商用化を検討するのに十分な規模での大量培養技術を実証し、事業化における必要性に応じ副製品製造も組み合わせたカーボンリサイクル技術を確立する。

### (4) 技術動向調査

ICAO による航空業界における温室効果ガス排出削減の義務化を 2027 年に控え、カーボンリサイクル技術ロードマップとの整合を図りつつ、短期的に 2025 年、中期的に 2030 年、長期的に 2050 年までの微細藻類技術の指針を示す。また、今後のバイオ燃料の早期市場形成、サプライチェーン構築に資するため、国内外の最新技術開発状況、将来の市場形成のための業界動向調査、サプライチェーン構築における課題、燃料規格や法規制に係る ICAO 等関係機関における協議、ライフサイクルアセスメント、温室効果ガス等を指標とする、バイオジェット燃料の持続可能性評価基準に関する最新情報及び、バイオジェット製造に係る周辺プロセスのコスト情報、利用における実例や現実的な課題等を整理し当該分野における方向性を示すことで、本事業への展開を図る。

## 3. 達成目標

### (1) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験

#### ① 中間目標

2030 年頃の実用化に向けて、原料から純バイオジェット燃料 (ASTM D7566 規格準拠) 生産までの安定的な一貫通貫製造技術及び製造コスト低減に資する技術を開発し、バイオジェット燃料安定供給に不可欠となる我が国独自の生産技術を確立する。

具体的には、パイロットスケール一貫通貫製造設備で、ASTM 認証規格相当の純バイオジェット燃料を 20 リットル/日以上、延べ 300 日/年以上で製造可能な運転技術を確立する。多様な純バイオジェット製造技術のうち先行する HEFA 技術\*によるバイオジェット燃料価格に対し競争力のある製造コスト、価格を実現する道筋を示す。

\*HEFA 技術: Hydroprocessed Esters and Fatty Acids

#### ② 最終目標

中間目標を達成した上で、確立した原料から純バイオジェット燃料 (ASTM D7566 規格準拠) 生産までの安定的な一貫通貫製造技術及び製造コスト低減に資する技術を基に、具体的な事業化を想定した計画を提示する。

### (2) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築

#### ① 中間目標

想定する将来の製造規模を技術的に実現し得る純バイオジェット製造技術を軸に、将来の

商用化を見据えた規模での実証等の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設に着手する。

#### ②最終目標

想定する将来の製造規模を技術的に実現し得る純バイオジェット製造技術を軸に、将来の商用化を見据えた規模での実証等を通じて、原料から純バイオジェット燃料生産、ジェット燃料との混合、エアライン等利用者への供給までのサプライチェーンモデルを構築し、具体的な事業化を想定した計画を提示する。

多様な純バイオジェット製造技術のうち先行する HEFA 技術によるバイオジェット燃料価格に対し競争力のある製造コスト、価格を実現するとともに、従来の化石由来ジェット燃料に対する温室効果ガス削減効果等の環境影響評価や原料調達の持続可能性について ICAO 等の規制の動向と照らし評価する。

### (3) 微細藻類基盤技術開発

#### ①中間目標

微細藻類技術の課題を整理し、それを解決する手段を提案、実施体制を組織し、将来の商用化を検討するのに十分な規模での実証の計画や共通基盤を設営に着手する。

#### ②最終目標

純バイオジェット燃料 (ASTM D7566 規格準拠) の製造および二酸化炭素吸収を主眼に微細藻種の選定、育種や多様な培養方法について大量培養技術を将来の商用化を検討するのに十分な規模で実証し、副製品製造も組み合わせたカーボンリサイクル技術を確立する。また、商用化に際して共通の課題等を解決すべく、我が国における微細藻類技術の向上を図るための共通基盤を設置し、課題解決、ナレッジを集約することで微細藻類技術普及の加速を図る。

### (4) 技術動向調査

#### ①中間評価

カーボンリサイクル技術ロードマップや既存の微細藻類ロードマップの整理ならびに国内外の微細藻類技術調査について、実施体制を組織し、調査・整理に着手する。また、国内外の最新技術開発状況、将来の市場形成のための業界動向調査、サプライチェーン構築における課題、ICAO 等関係機関における協議、ライフサイクルアセスメント、温室効果ガス等を指標とするバイオジェット燃料の持続可能性評価基準に関する最新情報及び、バイオジェット製造に係る周辺プロセスのコスト情報、等を調査、整理するための実施体制を組織し着手する。

#### ②最終評価

カーボンリサイクル技術ロードマップとの整合を図りつつ、短期的に 2025 年、中期的に 2030 年、長期的に 2050 年までの微細藻類技術の指針を示す。

国内外の最新技術開発状況、将来の市場形成のための業界動向調査、サプライチェーン

構築における課題、燃料規格や法規制に係る ICAO 等関係機関における協議、ライフサイクルアセスメント、GHG 等を指標とする、バイオジェット燃料の持続可能性評価基準に関する最新情報及び、バイオジェット製造に係る周辺プロセスのコスト情報、利用における実例や現実的な課題等を調査、整理し、当該分野の方向性を示す。

(別紙2) 研究開発スケジュール

	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度
一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験	設計・構築		運転技術確立					
			FS調査	燃料サンプル提供				
実証を通じたサプライチェーンモデルの構築				設計・構築・運転技術確立				
微細藻類基盤技術開発				設計・構築・運転技術確立				
技術動向調査	国内外技術開発動向、政策・規格動向等調査				国内外技術開発動向、政策・規格動向等調査 指針策定			
評価				中間評価		中間評価		