

# 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」

## 中間評価報告書（案）概要

### 目 次

分科会委員名簿 .....	1
評価概要（案） .....	2
評点結果 .....	5

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「バイオジェット燃料生産技術開発事業」（中間評価）の研究評価委員会分科会（2020年10月21日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第64回研究評価委員会（2021年3月1日）にて、その評価結果について報告するものである。

2021年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「バイオジェット燃料生産技術開発事業」分科会  
（中間評価）

分科会長 荻田 修一

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」

(中間評価)

分科会委員名簿

(2020年10月現在)

敬称略、五十音順

	氏名	所属、役職
分科 会長	かりた しゅういち 莉田 修一	三重大学 生物資源学研究科 生物圏生命科学専攻 生命機能化学講座 食品発酵学教育研究分野 教授
分科 会長 代理	にった ようじ 新田 洋司	福島大学 農学群食農学類 教授
委員	きたかわ なおみ 北川 尚美	東北大学 大学院化学工学 反応プロセス工学分野 教授
	げんば きみのり 玄場 公規	法政大学 経営大学院 イノベーションマネジメント研究科 教授
	つねだ さとし 常田 聡	早稲田大学 先進理工学部 生命医科学科 教授
	みつかわ のりひろ 光川 典宏	株式会社豊田中央研究所 戦略研究部門 (SRD) 戦略研究企画・推進室 室長
	よしい じゅんじ 吉井 淳治	株式会社CLOUDOH 代表取締役/科学技術振興機 構 先端計測分析技術・機器開発プログラム 開発統括

# 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」（中間評価）

## 評価概要（案）

### 1. 総合評価

バイオジェット燃料の研究開発は、世界的に見ても重要な課題であり、本事業に NEDO が関与し、研究実施組織の構築、ユーザー企業を入れた体制、組織運営やマネジメントを行ったことについては十分に評価できる。また本研究成果である藻類の油が、航空燃料の国際認証を取得したこと、実バイオマスである木材からガス化液体燃料を作成できたことは、評価できるとともに、今後の展開に期待できる成果であると考える。

一方、事業のアウトカムの参考値として、バイオジェット燃料による温室効果ガス排出削減率 50%が掲げられているが、製造工程で排出される温室効果ガスまで含めた削減率の正確な値が算出されていないことから、今後は削減率の算出を行い、投じた研究開発費の妥当性を示すべきである。

また、今後の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しが十分ではないことから、どれくらいの燃料を必要とし、その場合に必要と想定される藻類培養池の面積、あるいは木質バイオマスを供給するのに必要と想定される森林面積などを考え、より目標を明確にしていければ良いと思う。

さらに、本来 NEDO が主導すべきであるエネルギー収支、マテリアルバランス、ライフサイクルアセスメント及び経済性評価が示されていないのは残念である。評価を実施し、次に解決すべき課題を明確にして共有することが重要であり、最も効率的な技術解決の手法であることから、是非とも NEDO 事業で積極的に取り入れて素晴らしい成果に結び付けて欲しい。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

国際民間航空機関による 2027 年からの温室効果ガス排出削減義務化に対応するために、バイオジェット燃料製造技術の実用化を実現して温室効果ガスの排出量の削減に貢献する当該事業は、国の上位の施策に寄与していると考えられ、本事業の目的は妥当である。また、単独企業の開発というレベルではリスクもあり、大きな投資が必要となるので、その実現性を確認するためにも、NEDO が関与する必要がある事業である。

一方、事業のアウトカムの参考値として掲げられている、バイオジェット燃料による温室効果ガス排出削減率 50%は、製造工程で排出される温室効果ガスまで含めて考える必要があり、本事業を進める中で、排出削減率の正確な値を算出し、投じた研究開発費の妥当性を示すべきである。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

NEDO が先導して、まずは既存の技術の延長線で開発を進めることができるガス化・Fischer-Tropsch 合成技術による一貫製造技術の開発を先行させ、技術的課題が多く新規性の高い微細藻類による燃料生産を日本固有の技術として完成させる、という二段構えの戦略をとっている点は高く評価できる。また、同様に NEDO が先導して、認証の取得やサプライチェーンの実証に取り組み、スピード感を持って社会実装を進めようとしている点は高く評価できる。

一方、現段階では技術開発における目標達成について詳細な議論がなされているものの、事業性・経済性については、ほとんど資料で提示されなかった。今後、国際公約として義務化されるとしても、社会実装の関係者は経済性を重視することは確実であることから、具体的な目標設定を行い、その目標達成に向けた明確な研究開発マネジメントを望む。また、社会実装のハードルが高いものの、社会的な意義が高い研究開発テーマであることから、事業性評価は現段階では難しいが、最終的に社会実装を目指すことを想定して、事業性に関する研究開発目標も設定し、それを達成するための研究開発マネジメントを実施することを望む。

## 2. 3 研究開発成果について

ガス化・Fischer-Tropsch 合成技術によるバイオジェット燃料の製造においては、木質バイオマスから燃料の一貫生産を達成し、生産された燃料の品質が、米国試験材料協会の代替ジェット燃料に関する国際品質規格である Annex1 に適合していることを確認できた点において、中間目標が達成されたと言える。また、微細藻類を用いた生産技術においても、安定稼働と Annex7 認証取得を達成した点は高く評価できる。

一方、2030 年までにという目標に対して、木質バイオマスのガス化に関しては、原料調達の観点からも想定される必要原料について考慮すべきであり、藻類の培養においては、必要となる面積と想定される水の量と排水施設の規模など、想定できそうな数値は試算があってもよいと思われる。また、研究開発を継続するにはコスト低減につながる研究開発課題を設定することが強く望まれる。

さらに、特許出願及び論文投稿が少ないことから、特許出願、論文投稿を積極的に推進すべきと考える。

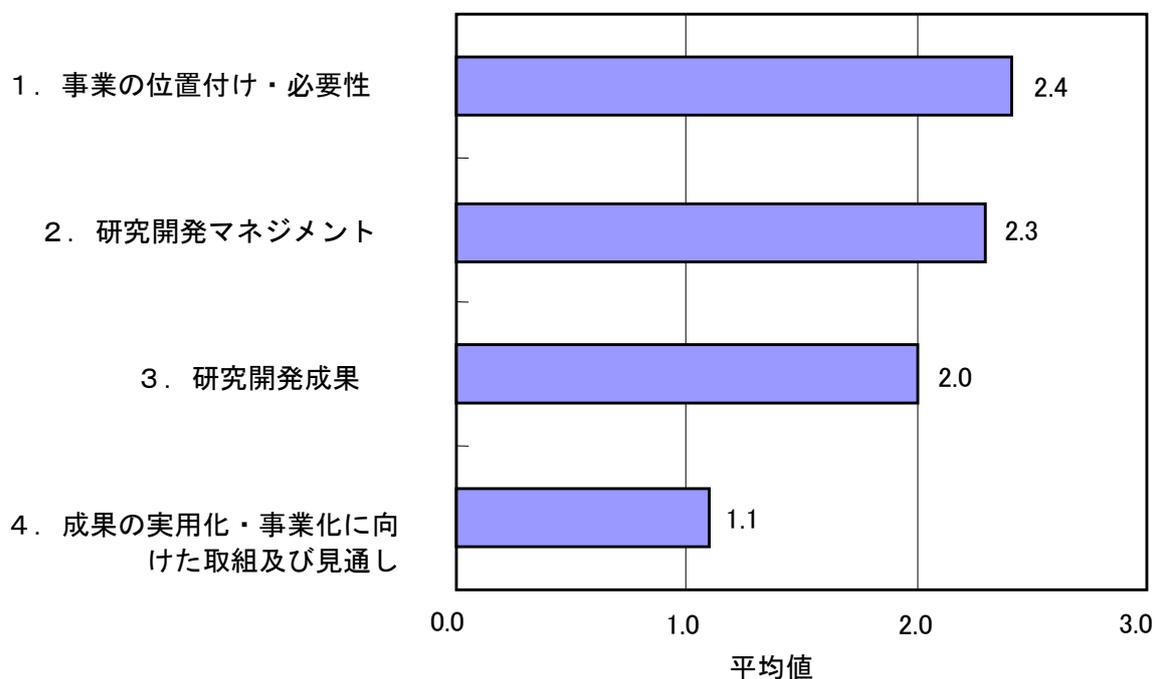
## 2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

2027 年からの国際民間航空機関によるバイオジェット燃料の義務化によって、国内でもバイオジェット燃料の市場が自然に形成されるため、実用化・事業化がある程度自然に進むことが予想され、その時に備え、石油元売りや航空会社を含めたサプライチェーンを構築していくという戦略は評価できる。また、本事業で試験製造したバイオジェット燃料について、米国試験材料協会の代替ジェット燃料に関する国際品質規格に合致した燃料を供給できることを示したことは、実用化に向けた重要なステップをクリアしたと高く評価できる。

一方、研究開発の途上では個々の技術に関してコスト削減効果を正確に見積もることは困難であるが、コスト削減効果を試算し、常に研究開発を見直すことで実用化・事業化への進捗を評価していったら欲しい。

今後は、国際競争力の高いバイオジェット燃料を生産するための課題を具体的に提出できるよう、常に経済性やライフサイクルアセスメントの計算を行い、他の生産技術と比較し、競争力のあるバイオジェット燃料を開発する戦略を持ちながら、事業を進めることが望まれる。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	B	A	B	B	B	
1. 事業の位置付け・必要性	2.4	A	A	B	A	B	B	B	
2. 研究開発マネジメント	2.3	A	B	B	A	B	B	B	
3. 研究開発成果	2.0	B	B	B	A	C	B	B	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し	1.1	B	C	D	A	C	C	D	

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

### 〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D

2. 研究開発マネジメントについて

- ・ 非常によい →A
- ・ よい →B
- ・ 概ね適切 →C
- ・ 適切とはいえない →D

4. 成果の実用化・事業化に向けた  
取組及び見通しについて

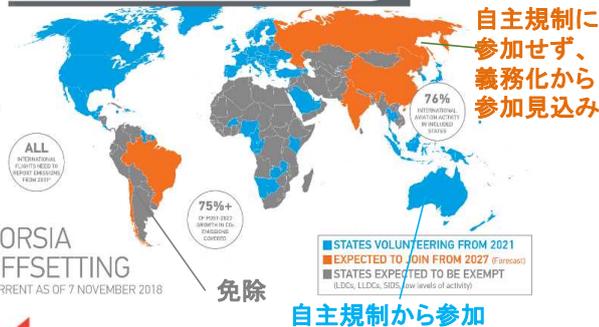
- ・ 明確 →A
- ・ 妥当 →B
- ・ 概ね妥当 →C
- ・ 見通しが不明 →D

## ◆航空業界の動向

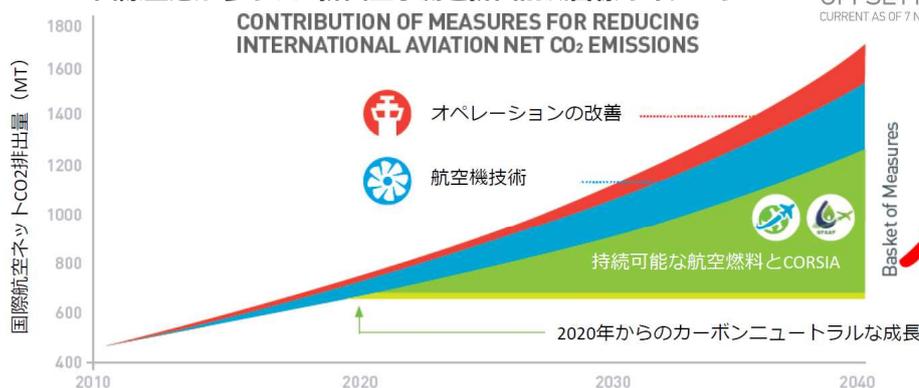
- ✓ **ICAO** (International Civil Aviation Organization)  
バイオジェット燃料導入及びクレジット購入によるCO<sub>2</sub>排出削減を
  - ・ 2021年から自主規制、
  - ・ 2027年から義務化



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



国際空港からのCO<sub>2</sub>排出量予測と排出削減目標のイメージ



**CO<sub>2</sub>削減の手段としてバイオジェット燃料の導入が期待されている。**

出所) CORSIA, Carbon offsetting and Reduction Scheme for International Aviation Implementation Plan, [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure\\_8Panels-ENG-Web.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure_8Panels-ENG-Web.pdf)

出典：ICAO資料を基に作成

## ◆政策的位置づけ(1)

- (1) 「エネルギー基本計画」 (2018年7月)  
輸入が中心となっているバイオ燃料については、国際的な動向や次世代バイオ燃料の技術開発の動向を踏まえつつ、導入を継続する。
- (2) 「エネルギー供給構造高度化法」  
2023年度の改訂に向け、**バイオジェット燃料についての議論が開始されたところ**

## バイオジェット燃料について

- ✓ **導入目標量の内数として計上可能**
- ✓ **原料の設定**
- ✓ **倍数カウントの対象**

対応の方向性
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>全体の導入目標の内数として計上可能とする。</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 次世代バイオジェット燃料については、当面は原料のみで以下の通り定義し、倍数カウントの対象とする。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 原料：非可食セルロース、一般廃棄物、産業廃棄物、<b>カーボンサイクル由来炭素 (微細藻類含む)</b>、廃食用油、動物性油脂</li> </ul> </li> </ul>

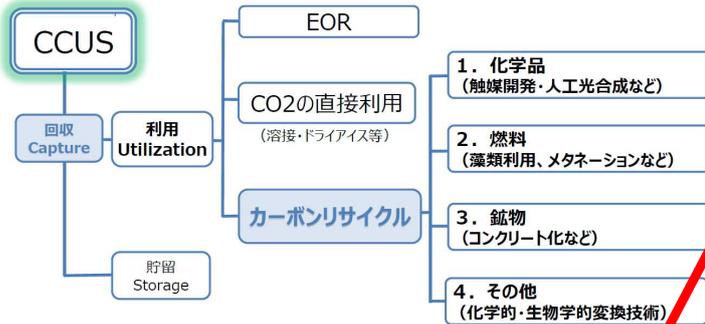
<計上可能とする際の留意点>

- 持続可能性基準は、バイオエタノールと同様の水準とする。
- ジェット燃料のLCAは、次期告示までの間に検討を行う。
- GHG削減水準は、バイオエタノールと同様の水準(55%)とすることを基本的な考え方としつつ、次期告示までの間にその検討を行う。

- 上記検討は、トレーサビリティや、EUの状況等にも十分留意する。  
※間接的土地利用変化や土壌炭素ストック流出の懸念が高い食用作物由来のバイオ燃料の段階的廃止を表明
- GHG算定方法等については、バイオエタノールの規定に準ずる。
- 本改訂の内容は基本的に2023年度から適用する。

## ◆政策的位置づけ(2) カーボンリサイクル

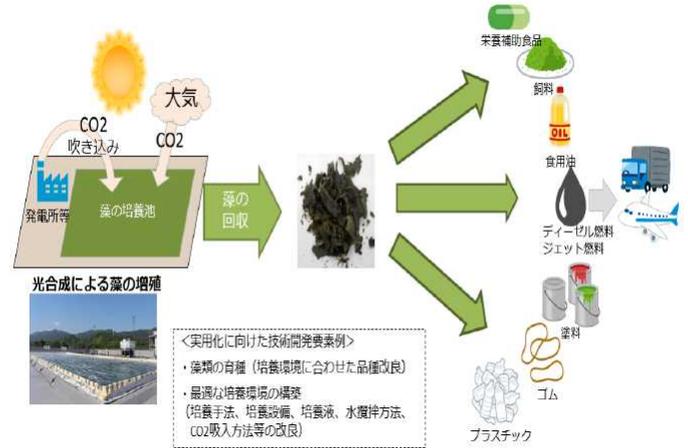
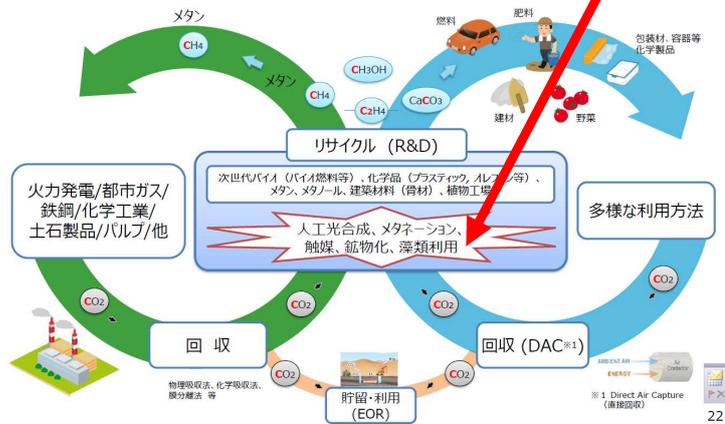
微細藻類はカーボンリサイクル技術の一つとして位置づけられている



### 藻類カーボンリサイクル技術

- 水中で培養する微細藻類に対し、集中的にCO2を吹き込み、光合成による成長を促進。
- 成長した微細藻類を原材料として、ディーゼル燃料やジェット燃料、プラスチックや飼料等様々な製品を製造する。

### カーボンリサイクルのコンセプト ～実現に向け研究開発を強力に推進～



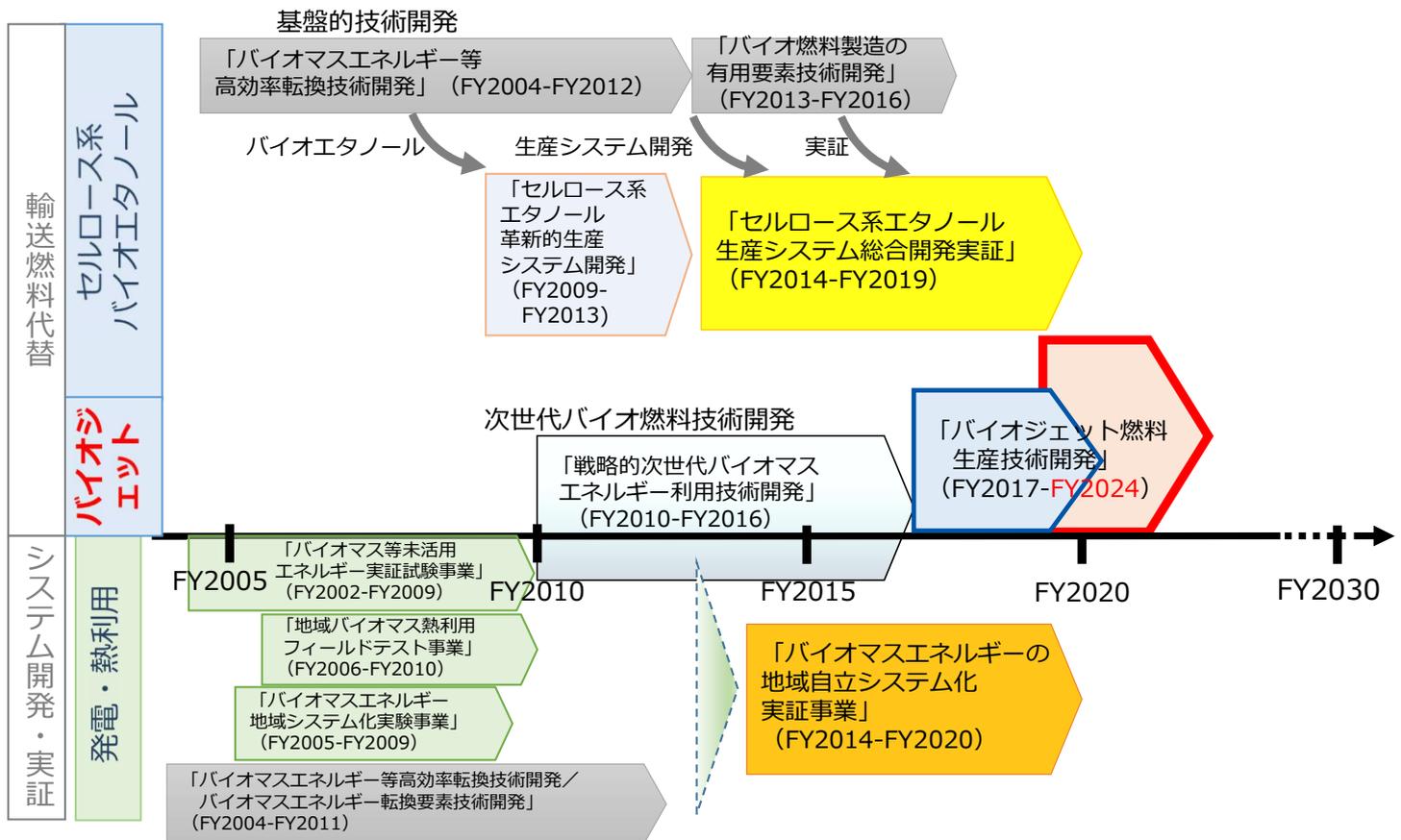
(METI資料より一部引用)

## ◆技術戦略上の位置づけ

生産プロセス	経済性	ASTM International D7566 認証状況	研究開発課題 (難易度)	日本の技術力	大量の原料収集の可能性		市場獲得インパクト	総合評価
					国内	海外		
① 微細藻類燃料	大規模生産が必要。	○ Annex 7 認証済み (ポツリオコッカス)	・大規模培養時の成長速度向上 (光量と攪拌の相関、CO <sub>2</sub> 量の相関の検討) (高)	◎	△ (高付加価値品との併産が必要)	○	◎	◎
② ガス化・FT合成	CAPEXが高い。大規模生産が必要。	○ Annex 1 認証済み	・ガス化のクリーニング (高) ・都市ごみの前処理技術 (高)	○	△ (廃棄物の無償が不可欠、大量収集が課題)	○	○	○
③ Alcohol to Jet・Diesel	エタノールの価格次第で低価格化実現可能	○ Annex 5 認証済み	・大規模化用の要素技術の改良 (低重合技術による炭素分布制御プロセスと触媒の開発) (中)	△	○ (廃棄物・アルコールの輸入)	○	◎	◎
④ 熱分解 ⑤ Co-Processing	500℃程度の熱と圧力で製造。比較的 low コスト	×	・産業レベルでの実現 (高) ・製油所への混合 (低)	○	△ (大量収集が課題)	○	△	△

出典: 各種資料よりNEDO技術戦略研究センター再生可能エネルギーユニット作成

## ◆バイオマスエネルギーに関するNEDO取組みの全体像



## II. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

### ◆事業のアウトカム目標

- 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。

◆事業のアウトプット目標

既存事業

- 2020年度に微細藻類技術およびBTL技術を用いたパイロットスケール一気通貫製造設備で、ASTM認証規格相当のバイオジェット燃料を20L/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。(～2020年度)

- 微細藻類やBTLの技術を含め将来的に安価且つ安定的にバイオジェット燃料を生産する技術を活用しながらサプライチェーンモデルを確立する。
- カーボンリサイクル技術の一つである微細藻類技術はCO<sub>2</sub>吸収を前提として、育種や多様な培養方法について大量培養技術を確立し、副生品も含めたバイオジェット燃料製造を実現する。
- 製造コストをリードするHEFA技術に対し、競争力のある製造コストを実現する。

(～2024年度)

既存事業からの拡充

「バイオマス燃料生産技術開発事業 事前評価用 補足資料」(2019. 7. 24)より抜粋

II. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆研究開発の実施体制

① 研究開発の進捗把握・管理

- ・プロジェクトマネージャー(PM)は、開発実施者と緊密に連携し、進捗把握を実施
- ・外部有識者による技術検討委員会を設置・開催

② 技術分野における動向の把握・分析

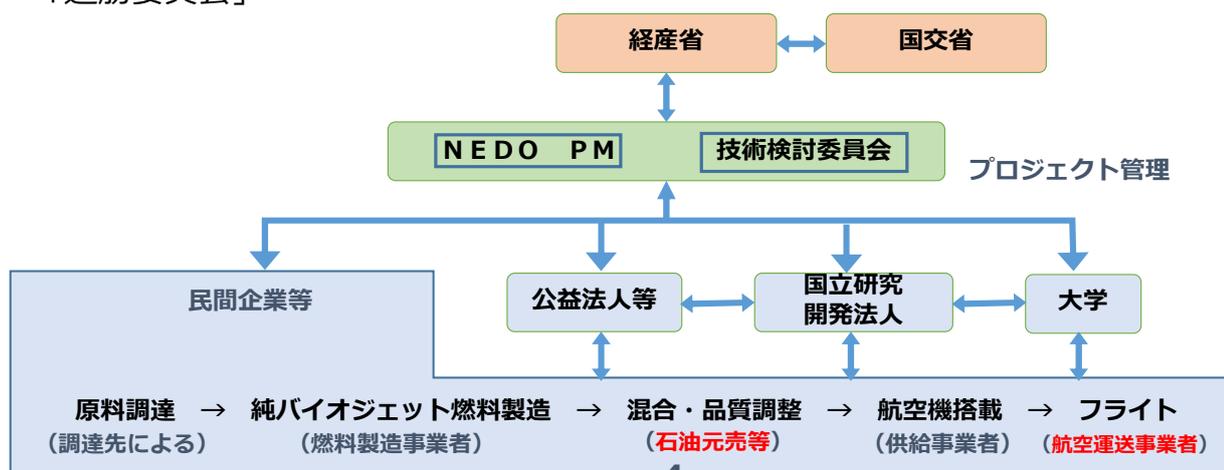
- ・PMは、国内外の技術開発動向、政策動向、市場動向などの最新情報の把握及び技術の普及方策の分析・検討

③ 研究開発テーマの評価

- ・技術検討委員会による評価を受けて、目標達成の見通し、開発課題の見直しを実施

④ 社会実装に向けた関係者の巻き込み

- ・サプライチェーン構築に向けて、石油元売り、定期航空会社に事業への参画の働きかけ
- ・「道筋委員会」



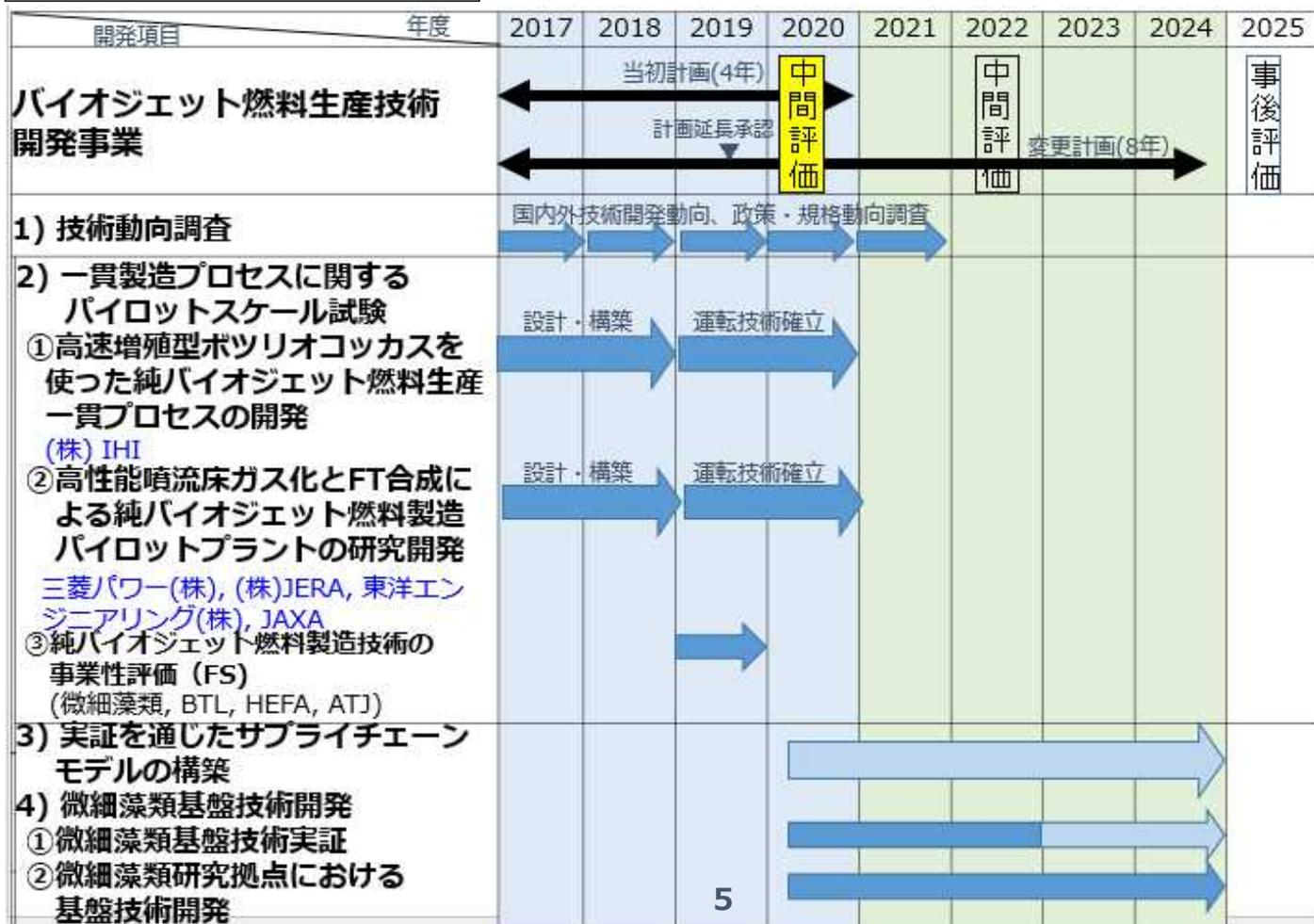
◆プロジェクト費用 (実績)

(単位：百万円)

研究開発項目	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	総額
1) 技術動向調査	20	20	40	20	100
2)①<一貫製造・バイオ> 微細藻類 (ホツリオコカス)	459	697	1,921	407	3,484
2)②<一貫製造・バイオ> BTL (ガス化・FT)	306	1,116	3,847	609	5,878
2)③<一貫製造・FS> (微細藻類, BTL, HEFA, ATJ)			71		71
合計	785	1,833	5,879	1,036	9,533

II. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発スケジュール



Ⅲ. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

◆一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験の成果と目標達成可能性

＜目標＞ 2020年度に微細藻技術およびBTL(ガス化・FT)技術を用いたパイロットスケール一貫通貫製造設備で、ASTM認証規格相当のバイオジェット燃料を20L/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

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

成果	課題	実施事項	見通し
<ul style="list-style-type: none"> <li>ASTM D7566 Annex7規格の認証取得及び新規認証方式(Fast Track)を設定 (世界初)</li> <li>4g 藻油/m<sup>2</sup>・日の生産を確認</li> <li>ASTM D7566 Annex7規格の品質適合確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地での通年培養</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通年培養を目指し、雨季培養を実施予定</li> </ul>	○

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

成果	課題	実施事項	見通し
<ul style="list-style-type: none"> <li>22L/日の生産を確認</li> <li>ASTM D7566 Annex 1 規格の品質適合確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原料の違いによる安定生産</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多様な原料を用いた追加検証を実施予定</li> </ul>	○

Ⅲ. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆特許出願・研究発表等

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	計
特許出願	0	0	2	0	2
論文(査読付き)	0	0	0	0	0
図書・その他(プレスリリース含む)	3	2	0	1	6
研究発表・講演	9	5	6	1	21

(件数)

※2020年9月18日現在

・ NEDO Channelにて、YouTube配信

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLZH3AKTCrVsXrMf0tqQKJejHrEOwXPHz5>  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLZH3AKTCrVsV2xmw7dXUxTt5pjhXve3CL>



合計4,500回以上視聴

- ・その他、毎年度に開催している新エネルギー部成果報告会、事業パンフレット等で情報発信。

## 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、川下の取り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 (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、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