

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」
中間評価報告書

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

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
理事長 石塚 博昭 殿

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 委員長 小林 直人

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」
中間評価報告書

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

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
評価概要	4
研究評価委員会委員名簿	7
研究評価委員会コメント	8
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	1-6
2. 1 事業の位置付け・必要性について	
2. 2 研究開発マネジメントについて	
2. 3 研究開発成果について	
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	
3. 評点結果	1-20
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1
参考資料3 評価結果の反映について	参考資料 3-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「バイオジェット燃料生産技術開発事業」の中間評価報告書であり、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）分科会において評価報告書案を策定し、第64回研究評価委員会（2021年3月1日）に諮り、確定されたものである。

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

審議経過

● 分科会（2020年10月21日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明

非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

● 第64回研究評価委員会（2021年3月1日）

「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)

	氏名	所属、役職
分科会長	かりた しゅういち 荻田 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

敬称略、五十音順

評価概要

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られる。

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直しについて

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が実用化・事業化への進捗を評価していったら欲しい。

今後は、国際的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。

研究評価委員会委員名簿

(2021年3月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	こばやし なおと 小林 直人	早稲田大学 参与・名誉教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	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 研究アドバイザー
	あたか たつあき 安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (ADMAT) 専務理事
	かわた たかお 河田 孝雄	株式会社日経 BP 日経バイオテック編集 シニアエディター
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	さくま いちろう 佐久間 一郎	東京大学 大学院工学系研究科 教授
	たからだ たかゆき 宝田 恭之	群馬大学 大学院理工学府 環境創生部門 特任教授
	ひらお まきひこ 平尾 雅彦	東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
	まつい としひろ 松井 俊浩	情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 教授 国立研究開発法人産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
	やまぐち しゅう 山口 周	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構 研究開発部 特任教授
	よしかわ のりひこ 吉川 典彦	東海国立大学機構名古屋大学 名誉教授
よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 経済政策部 主席研究員	

敬称略、五十音順

研究評価委員会コメント

第64回研究評価委員会（2021年3月1日開催）に諮り、以下のコメントを評価報告書へ附記することで確定した。

- 温室効果ガス排出削減に資する本事業の必要性、重要性は十分にあるものの、今後は事業性や経済性に関する目標をより明確にする必要がある。特にプロジェクト後半では、研究開発に伴う特許及び論文等の増大を意図しつつ、国際競争力のあるバイオジェット燃料開発戦略を明確にして事業を進めることが望まれる。

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

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られる。

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。

<肯定的意見>

- ・ 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 が関与すること、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については十分に評価できると思います。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ます。
- ・ 事業のアウトプット目標、アウトカム達成までのロードマップ等が明確であり、各実施者は着実の技術開発を進めており、実用化・事業化が期待される。成果は中間目標を達成していると考えられる。NEDO の主導も適切であり、事業は全体として統一的に進められている。
- ・ NEDO の事業として、取り組むべき革新的な技術開発であり、中間目標（2020 年度）の設定も適切であり、2つの事業がいずれも目標をほぼ達成していると評価する。技術開発の際に、まず、入口から出口までの一貫製造プロセスを完成させ、製品が規格を満たすことを確認することは極めて重要と考える。販売可能な製品ができることが確認できれば、あとは効率を高めていけばよいということになる。非常にスマートな事業の進め方である。マネジメントについても適切である。
- ・ 政策的・経済的に大きな意義のある研究開発テーマであることは間違いない。技術開

発目標は達成していると評価できる。

- 2027年からのICAOによるバイオジェット燃料の義務化を控え、我が国でバイオジェット燃料の生産技術の開発を進める必要性については待ったなしの状況である。開発フェーズが全く異なるガス化・FT合成による技術と微細藻類による技術の両方の開発をNEDOが先導して進め、認証を取得できるレベルまで到達させていることは、スピード感のある技術と日本オリジナルの骨太の技術という両輪を備えることを強く意識しており、日本のバイオジェット燃料生産技術が世界に遅れをとらないようする上で極めて重要な戦略である。また、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することは、企業側で実施することが難しいため、NEDOが先導して推し進めるという戦略は評価に値する。技術面の評価を以下に述べる。ガス化・FT合成技術による製造においては、木質バイオマスから日産22リットルのバイオジェット燃料の一貫生産を達成した点、および生産されたバイオジェット燃料の品質がAnnex1規格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。一方、微細藻類を用いた生産技術においても、3~4g 藻油/(m²・日)の生産速度とAnnex7認証取得を達成した点は高く評価できる。
- 中間評価までの本事業は、多少の計画見直しを伴いながら、おおむね目標を達成できたと評価できる。実用化まではさらなる研究開発とサプライチェーンの構築が必要になるが、NEDOの研究マネジメント力をもってすれば、いくつかの技術的ハードルを越えられると十分に期待できる。実用化・事業化までの道のり、およびその後の本格普及を実現することは容易ではないが、中長期的な取り組みとして重要な事業である。
- 微細藻類、BTLというNEDOがこれまでの取り組みで得られた基盤技術の着実な進展がみられる。また、多くの企業を巻き込んだサプライチェーン構築への取り組みは重要なアプローチであると考えられる。

<改善すべき点>

- 事業化に向けての想定に、やや具体性が弱いように感じました。現行燃料に添加するにしても、計画として、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（皆伐、あるいは間伐での）などがあると、より目標が明確になるのではないかと思います。
- 各実施者は技術開発等が着実に進められているが、バイオジェット燃料の社会実装化に向けて、本事業の2実施者の目標が低くないかなど、目標の評価と検証が必要ではないかと考えられる。
- 今後の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しの部分が十分ではないと考える。特に具体性がないように思う。上記で繰り返し記載させて頂いたが、せっかく一貫製造プロセスを完成させ、規格を満たす製品を製造できたという素晴らしい成果を得た。この成果を十分に生かすためには、マテリアルバランスを出して、ざっくりとでもLCAと経済性評価をするべきである。パイロット設備であるため、とんでもない数値がで

と思うが、気にすることはない。その数字をみて、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る。最も効率的な技術解決の手法であり、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。

- 残念ながら、現時点では事業性が見込めると評価できるだけの資料が揃っていない。今後の課題である。
- 採算性については開発企業側が判断し改善努力がなされるが、環境負荷低減という観点での技術開発を企業が単独で進めることは難しい。国の予算を投じて新エネルギーの開発を行うのであれば、基本中の基本であるエネルギー収支や LCA などの評価は、本来 NEDO が主導すべきであるが、現時点で実行されていない点は残念である。特に、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が 50% であるという数字が掲げられているが、この数字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る。本事業を進める中で、温室効果ガス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。各技術の改善点を以下に記す。まず、ガス化設備において、調達する木質バイオマスの粒度条件に厳しい基準を設けていることは、使用バイオマス原料の多角化を妨げることになるので改善が必要である。一方、微細藻類を用いた藻油生産技術の開発においては、「安定した生産」が最大の目標であるが短期間（1 ヶ月間）での実証しかなされていないため、今後は長期間の安定生産の実証が望まれる。
- 一般論としては、市場が拡大による製造量増大と技術革新によって製造コストが低減できるが科学原理、自然環境の物理的な制約によってコスト低減が困難な技術があるのも事実である。微細藻類の大量培養、木質バイオマスの調達が燃料コスト低減の最大の課題であり、これらの課題解決による原理的なコスト低減の限界点を技術面、経済面から十分に検討することが必要である。
- 新型コロナ禍により、世界的な航空需要にとって大きな影響が出ている中、環境の変化を踏まえた事業の再考が必要な状況かと考える。事業主体は何処か、キーマンは誰か、事業化に向けたリーダー（起業家）が不在のように感じてしまう。早急に起業家をリクルートすべきではないかと考える。

<今後に対する提言>

- 気候変動をはじめ、我が国の方針や、諸外国の動向を考えるときに、今後本事業の重要性はますます高くなってくると思います。さらに大きな規模での燃料生産に向けての展開を期待しておりますが、現状、植物油からのバイオジェット燃料が実用規模での生産がされていることから考えると、藻類油、ガス化燃料の両方の軸とした燃料開発には、効率化とともに開発そのものを急ぐ必要があるかと思えます。今後も NEDO が積極的に関与するとともに、原料の多様化だけでなく、規模の拡大、商用規模での展開を期待しております。
- 評価委員として懸念の 1 つは、原料の継続的・持続的な安定生産・供給である。前述のように、各実施者において、農業の現場や農学的ノウハウ・手法を熟知した要員を

増強して、技術・ノウハウに検討を加えた方がよいと思われる。

- 上記の改善すべき点を参照。
- ある程度の確度が見込まれる予測としてシナリオを提示するのは難しいかもしれないが、市場規模や経済性、場合によっては補助金の必要性なども含めて、幾つかの仮説を設定して、事業性を見通せるような資料を提供することが望ましい。
- **NEDO** 主導で各技術の環境負荷を評価する必要があるという点については既に述べた。それを実行するための提言を以下に記す。LCA 評価には勘案すべき項目が多く、また国際的な基準に合わせて行う必要があるため時間を要すると思われるが、エネルギー収支は比較的簡単に計算ができるはずである。エネルギー収支だけでも早めに計算し、製造技術全体の中でエネルギー収支を悪化させるボトルネックがどこにあるかを特定し、技術開発にフィードバックすることを強く推奨する。もちろん国際的競争力を踏まえると製品の価格も非常に重要であり、低コストと低環境負荷を両立させるエネルギー生産技術の開発を目指す必要がある。本事業の最終目標にコストや環境負荷に関する数値目標を入れることは難しいかもしれないが、少なくとも常にコストや環境負荷についての数値を算出し、他の生産技術と比較をしながら事業を進めることが望まれる。次に、各技術の今後の進め方についていくつか提案する。まず、ガス化・FT 合成技術による製造においては、使用するバイオマス原料の多角化を進める必要がある。そのために、大粒径を含むブロードな粒度分布のバイオマスや Wet なバイオマスにも対応できるガス化工程が必要である。これらの多様なバイオマスに対応できるようにガス化噴流床リアクターそのものを改善することは難しいと思われるので、粒度を均一にする工程や乾燥工程を前段に採り入れることを検討していただきたい。一方、微細藻類を用いた藻油生産技術においては、培養池の攪拌方法の改善によって藻油生産速度を増大させることに成功しているが、微細藻類の増殖速度や藻油生産速度における制限因子（太陽光の受光量、溶存 CO₂ 濃度、窒素・リン等の栄養塩濃度など）を明らかにしなければ安定した生産を維持することは困難である。特に、屋外での培養においては、天候をはじめとした自然環境による影響が多いため、制限因子を正確に把握し、安定した生産を行うために操作条件を調節する必要があると思われる。また、微細藻類を用いた藻油生産技術の開発にあたっては、現地の環境への影響を最小限に抑える必要があり、特に窒素・リンの管理は厳密に行うべきである。現状では、投入した窒素・リンの行方が明確ではなく、一部が培養液の廃液として流出、残りが藻類残渣に含まれていると思われる。現在、藻類残渣の利用方法として熱利用だけが検討されているが、窒素やリンを含んでいるので、コンポストなどの利用も検討することを提案する。
- サステイナブルなバイオジェット燃料のグローバルな供給体制を我が国の技術力を生かして構築するためには、日本の基盤技術力の高い微細藻類に関する研究開発が重要である一方、実用化で先行する HEFA、エタノールの市場価格によっては現実的な価格競争力が高い ATJ の関連技術も十分把握しておき、本事業の投資拡大、継続、縮小、撤退の研究開発投資判断を柔軟に下すことが必要になる。投資判断には、原料調達、

製造、流通の具体的なコスト試算が必須であり、これらのコスト試算を常時更新しながら本事業を推進いただきたい。2022年度に予定されている中間評価に先立って、実用化までのコスト試算と開発技術によるコスト低減効果を俯瞰しておくことが望まれる。

- 新型コロナ禍によって、マスク不足というグローバル・サプライ・チェーンへの依存の課題が顕在した中、ジェット燃料の内製化という視点で、再構築を考えてもいいのではないかと考える。製造から販売、利用までのサプライチェーン構築には、農水省、国土交通省、環境省、経産省といった多くの省庁が関わらないと成り立たないテーマであり、NEDO という枠組みだけでは難しい局面にあるのではないかと考える。

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。

<肯定的意見>

- ・ 国際的に再生可能なエネルギーが求められている中であって、再生可能なジェット燃料の製造について、本事業の必要性は大いにあると考える。特に、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と考えることができる。また、持続可能な燃料供給することによる輸送や、二酸化炭素排出削減による地球温暖化防止という、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。
- ・ ICAO によるバイオジェット燃料導入等による CO2 排出量削減が 2027 年から義務化される点、IATA による 2050 年までに CO2 を 50%削減（2005 年比）が目標とされる点を背景に、早期のバイオジェット燃料の導入が不可欠である。海外においては一部の国でバイオジェット燃料の導入が進んでいる点、一方、わが国においてはバイオジェット燃料の生産技術を十分に有すると考えられる点から、本事業の推進は必要であり、何より地球温暖化抑制、温室効果ガス排出量の抑制の観点からは不可欠と考えられる。公共性が高い事業であり、NEDO の事業として妥当と考えられる。
- ・ 事業の政策的な位置づけ、技術戦略上の位置づけも適切と考える。
- ・ バイオジェット燃料生産技術は、取り組むべき技術であり、ハイリスクな革新技术であるため、NEDO が主導することが適切と考える。
- ・ バイオマスエネルギーの活用については意義のある事業であることは間違いなく、特にジェット燃料については混合による活用が義務付けられることが将来的に視野に入っていることから事業の目的は妥当と考えられる。
- ・ バイオジェット燃料の生産技術は、国際的な動向および国内政策により、開発を進めるべきである。複雑なサプライチェーンや採算性の問題から企業が単独で取り組むことは難しいため、NEDO の事業として取り組むことは妥当である。
- ・ ICAO による 2027 年からの CO2 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事業である

と考えられる。特にハイリスクな基盤的、革新的な技術を対象に事業を実施しており、これまでの NEDO の知見を活かして研究開発の加速が期待できる。

- 航空業界において長期的な低炭素化を背景にバイオジェット燃料導入に対しての期待は大きく、特に化石燃料を海外に依存する日本にとって重要な解決すべきテーマである。本事業は、NEDO がこれまで推進した、バイオマスガス化や微細藻屋外大規模培養等の開発によって得られた基盤技術が元となっており、継続したプロジェクトとして当該プロジェクトの推進には意味がある。

<改善すべき点>

- 国際的にはすでに実用化規模でのバイオジェットプラントが稼働しているところもあり、今後の展開を急がなければ、国際競争力を得ることができない。今後も積極的な研究投資をお願いしたい。
- NEDO が有する知見や実績をより積極的に活用し事業を推進することが期待される。とくに、2010 年からの「次世代バイオマス技術」約 40 の開発案件で得られた知見・技術・ノウハウの応用、必要があれば本事業の 2 実施者間の連携などが考えられる。
- 藻類を選択した点の理由づけなど、口頭での説明に若干無理があるように感じた。廃食用油など既存産業の廃棄物（未利用物）を原料とした技術は先行しており、海外で実用化が進んでいる。ただし、植物油世界生産量 2 億トン/年など、それらだけでは十分ではないため、他の原料からの製造技術を確立する必要がある。特に、世界に対して優位性の高い微細藻類燃料を取り上げ、より技術を推進することを目指した、というように理解した。
- 期間延長と事業拡充について、微細藻類について、大量培養技術の開発も含めたところがあるが、質問で指摘があったように、必要量の燃料を製造するために広大な土地が必要となるため、簡単ではないように見える。バイオジェットとして利用可能な燃料が製造できることが確認できたため、これまでの事業で明らかになった課題を解決することで、さらに推進する、といった説明でもよいように思う。
- 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・経済性についての資料はほとんど提示されていない。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确实であり、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が求められる。
- 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が 50%であるという数字が掲げられているが、この数字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る。本事業を進める中で、温室効果ガス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。
- ボツリオコッカスなどの藻類バイオマスを原料としたバイオジェット燃料については、平成 29 年度成果報告書 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で報告されている生産規模とコストの調査結果からも明らかのように、大規模化を想定

した試算から推定されたバイオジェット燃料のコストが、原油から製造されるバイオジェット燃料の10倍以上となっており、研究開発投資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。

- 航空需要はグローバル・サプライ・チェーンを背景に、今後も飛躍的に拡大されると考えられてきた。しかし、中国武漢を発生源とする新型コロナウイルス感染症の世界的な流行（パンデミック）により、世界経済は大きな影響を受け、航空業界各社は存亡の危機にある。その中で、2030年頃までの商用化は、業界、市場が求めているものなのか、本事業目的を再定義すべき状況にあると考える。

バイオジェット燃料生産による二酸化炭素削減効果は、実施の効果として明言することは再考すべきかと考える。航空会社が長期的な低炭素化を背景に現行ジェット燃料の代替燃料として何れの燃料を利用するかは各民間企業の判断に委ねられる課題であり、当該事業の効果として掲げることには違和感を覚える。

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。

<肯定的意見>

- ・ 目標については、妥当である。長期なスパンに立っての計画がされている。また、選定されている実施者についても技術力と開発力は国内において有数であり問題はない。ユーザーとなると想定される企業も参画しており、全体として上流から下流に至るまで、実用化に向けて必要な体制を構築している。実施者間の連携も取れており、ガス化燃料では、共同でのプラントの構築と実施を行っており、成果が出ていることは評価できる。
- ・ 事業のアウトプット目標や、事業アウトカム達成までのロードマップ、研究開発スケジュールが各実施者の技術開発計画と実施状況・体制に対応しており、着実な進捗が期待される。
- ・ 基本的には問題ないと考える。
- ・ 技術の達成目標は「一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験で規格を満たすジェット燃料が製造可能であることを示す」という点であると理解した。併せて、実用化に向けての課題の抽出であったと考える。
- ・ 技術面に関する研究開発目標及び開発計画ともに妥当であり、実施能力のある機関を選定したと評価できる。知的財産の戦略も問題はない。
- ・ NEDO が先導して、まず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・FT 合成技術による一貫製造技術の開発を先行させ、技術的課題は多いが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。

- ・ 事業のアウトプット目標を ASTM 認証規格相当のバイオジェット燃料を 2020 年度末で 20L/日以上、延べ 300 日/年以上で製造可能な運転技術の確立していることは、事業開始時の技術レベルからの目標設定としては妥当であり、達成できている。実施体制についても実用化。事業化に向けてサプライチェーンの一角を成す事業者を追加しており、適切なマネジメントができています。
- ・ バイオジェット燃料の製造技術の実用化に向けて、必要となる国内関係機関を集積した実施体制が実現できていると考える。微細藻類、BTL のパイロットスケールでの実証環境は十分整備されていると考える。

<改善すべき点>

- ・ 2030 年までに、どれだけのバイオジェット燃料が必要とされると想定できるのか、具体的な商業化規模のイメージが明確に出ていないように感じる。国際的には商業化規模でのバイオジェット燃料生産が稼働にむけて動いているので、具体的な達成度について、明確な数量目標を提示する必要があったように思います。
ボトリオコッカスについて、ゲノム配列の決定をしていますが、生育の早い原因を遺伝子のレベルで特定できていません。もし配列が同じであった場合、どのような要素が生育の違いになったと想定されるのか、何らかの考察が必要です（例えば、エピジェネティックスの問題など）。
- ・ 事業のアウトプット目標として「ボトリオコッカス」事業、「ガス化・FT」事業のそれぞれで、「バイオジェット燃料を 20L/日以上、のべ 300 日/年以上で製造」を掲げているが、ICAO、IATA の施策や海外ではバイオジェット燃料をすでに積極活用している国がある点を鑑み、目標が低くないかなど、目標の評価と検証が必要ではないかと考えられる。それで妥当と考えられればそれでよく、妥当でない場合は修正することが考えられる。
- ・ アウトプット目標の記載の仕方、20L/日以上、延べ 300 日/年以上で製造可能な、の部分が何回みても唐突に思う。その数字を掲げた根拠を明確に示すべきと考える。前者の生産スケールの場合、それ以前のスケールに対し、何倍のスケールアップであったのかが重要であり、現状の 20L/日から目標とする実用化時のスケールまであと何倍と考えているのかを示す必要がある。後者は、実際に 300 日運転していないのであれば、口頭で説明されていたように、問題なく通年運転できると考えられる?日間の連続運転を実現する、というように正しく目標数値を記載すべきと考える。
- ・ 2020 年度の目標は、まず一貫製造プロセスのパイロットスケール試験で規格を満たすジェット燃料を製造すること、であり、これは問題ないとする。ただし、今後の 2024 年までの部分との間に、2020 年度までに得られたデータに基づいて、環境適合性（ライフサイクルアセスメント）や経済性を検討し、どの部分の負荷が大きいのかを明らかにして、課題解決を効率的に進めるといった記述があるとよいと考える（資料 5 スライド 16）。
- ・ 研究開発の目標として、現段階では、技術的な課題についてのみ設定がなされている

が、事業性に関する指標についても設定することが望ましい。

- エネルギー収支や LCA などの評価は、本来 NEDO が主導すべきであるが、実行されていない。
- 2024 年度の事業のアウトプット目標は、サプライチェーンモデルの確立、微細藻類の大量培養技術によるバイオジェット燃料の製造技術実現、HEFA 技術に対して競争力のある製造コスト実現としているが、製造コストの実現可能性につながる研究開発テーマのコスト削減効果が十分試算されているとは言えない。
実証段階であっても、製造プロセスの改善の中で知的財産は生じるので、戦略的な特許出願、またはノウハウとして明示した上での秘匿処置を意識的に実施いただきたい。現状で培養コストの低減に具体的な方策が描けない微細藻類の大量培養技術などの基盤技術への追加投資は、大きなリスクを伴うマネジメント上の判断と言える。
- バイオジェット燃料の製造に関わる研究開発体制は十分だと考えるが、市場形成の当事者となる航空機メーカー（もしくは、ジェットエンジンメーカー）、石油会社の関わりが必要ではないかと考えます。

<今後に対する提言>

- バイオジェット燃料生産は、今後の航空業界にとって重要な課題となってくると想定されます。海外の急速な進展を考えると、現行の組織体制を強化するとともに、進捗を急ぐ必要があると考えます。
- 各実施者内の構成員に進捗度に濃淡の差がないかを、各実施者あるいは NEDO において点検しているか、また点検するしくみはあるか、確認されるとよいと思われる。
- 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。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が望ましい。
- 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。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が望ましい。
- LCA の評価には勘案すべき項目が多く、また国際的な基準に合わせて行う必要があるため時間を要すると思われるが、エネルギー収支は比較的簡単に計算ができるはずである。エネルギー収支だけでも早めに計算し、製造技術全体の中でエネルギー収支を悪化させるボトルネックがどこにあるかを特定し、技術開発にフィードバックすることを強く推奨する。
- 2020 年度に開始の「微細藻類研究拠点における基盤技術開発」においては、中間評価以降の事業において、知財権を確保できる主要な事業となる。特に大量培養技術の知財マネジメントにおいては、計画段階で将来の特許網を想定した知財出願計画を立案しておくことが望まれる。

- バイオジェット燃料の市場形成という抽象的な目標設定ではなく、定量的な指標の定義が必要だと考えます。未踏の研究開発であればマネジメントとしてはPDCAサイクルを回しながらリソースの最適化と再配置が必要だと思います。例えば、国内の2つの航空会社の1年間の消費するジェット燃料の10%をカバーする場合、どのくらいの供給体制が必要で、それには、例えば微細藻類なら現行技術での収量で、どれくらいの培養池面積が必要か、少ない培養池面積で収量を上げるためにはどうすればいいか、市場形成を意識した具体的な指標を明らかにし、それに基づく研究マネジメントを期待します。

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。

<肯定的意見>

- ・ 中間目標は達成されており、藻類の油による航空燃料の認証を世界に先駆けて取得したことは、大いに評価できる。また、一般向けに YouTube での配信など、情報の発信についても評価できる。
- ・ 事業の最終目標に向けた技術開発等が着実に進められている。成果は中間目標を達成していると考えられる。
- ・ **【微細藻類】**
中間目標は純バイオジェット燃料 (ASTMD7566 規格準拠) を 20L/日以上、安定稼働延べ 300 日/年以上とのこと。これに対し、実際には 246 日間の培養で、160kg の藻油 (0.65kg/日) を得ており、新たな規格 ASTTMD7566Annex7 の認定を取得したとのこと。生産量ははるかに少ないものの (計算上は満たしているとの回答であるが、報告書の実績に基づき判断) 安定稼働と規格は満たせたと考える。
- ・ **【ガス化 FT 合成】**
中間目標は上記と同じ。これに対し、実施には 9 月末実績でガス化 95 日程度、FT 合成 20 日、生産量は 33L/日、燃料規格 ASTMD7566 Annex1FT-SPK を満たすことを確認とのこと。安定稼働延べ 300 日/年以上には到達していないものの、現状の稼働実績で問題ないと考えられるとのこと。従って、目標は全て達成できたとみなせる。
- ・ 成果の普及は適切、知財は、藻類は問題なし、ガス化 FT 合成はノウハウ届けを出すよよいと考える。
- ・ 技術面においては研究開発目標を設定し、十分な成果が得られていると評価できる。
- ・ ガス化・FT 合成技術による製造においては、木質バイオマスから日産 22 リットルのバイオジェット燃料の一貫生産を達成した点、および生産されたバイオジェット燃料の品質が Annex1 規格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。微細藻類を用いた生産技術においても、3~4g 藻油/(m²・日)の生産速度

と Annex7 認証取得を達成した点は高く評価できる。講演やプレスリリースなど、一般に向けての情報発信は十分になされている。

- ・ 事業期間を通じて、計画に沿った研究開発の実施と検討がなされ、一部未達の項目もあるが、全体としては当所の研究開発目標を達成できたことを評価できる。2020 年初頭から世界的に広がった新型コロナウイルス感染症の影響で海外における藻類の大量培養試験に影響が生じたが、適切な対応が取られた。特に、本事業で培養した藻類バイオマスから試験製造したバイオジェット燃料について、国内事業者として初めて ATSM 認証を取得したことは高く評価できる。
- ・ 成果は中間目標を達成していると考ええる。パイロットスケールでの様々な検証を行う上での設備、環境は整ったと考える。

<改善すべき点>

- ・ 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かと考える。国内の木質バイオマス資源については、すでに、木質バイオマス燃焼による火力発電施設等が稼働しており、長期的にみて国内での木質バイオマスを燃料化するには、かなりの木質の確保が問題となると想定される。その点で、目標とするジェット燃料生産において、木質バイオマスのガス化では、どれくらいの森林面積が必要なのかといった想定がほしい。また、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。
- ・ 「ボツリオコッカス」事業では、パイロット事業（タイ国）で雨季に藻油生産速度・量が低下または不安定化する点が指摘されているが、数量的に解析するなどして明確にし、具体的な改善策を検討した方がよいかと考えられる。具体的には増水した際の濃縮方法、水深、屋根をつけた施設化などがヒントになると思われる。
「ガス化・FT」事業では、原料が継続的・持続的に確保できるものである必要があると考えられるが、報告された限りにおいては大づかみのように思われる。バイオマスの種、生産・栽培地域にかかわらず安定して高効率で「ガス化・FT」できる材料が不可欠であり、さらに検討した方がよいかと考えられる。
- ・ いずれの技術に関しても、競合技術と比較して優位性があるという記述はなかった。

【微細藻類】

- ・ マテリアルバランスが記載されておらず、議論もされていない。藻油 160kg から何 L のバイオジェット燃料が製造できたのか収率の記載が見つからない。また、投入された培地成分の総量の記載も必要（供給ガス中の CO₂ 濃度も含めて）。ライフサイクルアセスメントや経済性を議論する際の重要なデータとなるため、しっかりまとめて欲しい。
- ・ オイル抽出後残渣の有効利用法として、なぜセメント製造プロセスの燃料への適用を検討したのか、理由も記載すべきと考える。残渣の成分組成の分析値も記載も必要。その組成に基づき、有効利用法を選択する必要があるため。

- ・ 発表者の方が、細胞培養に関する基礎的な知見をご存知なかったようで、回分培養を繰り返しているのか、流加培養なのか、連続培養なのかよく理解できなかった。また、細胞の希釈率（滞留時間）も分からなかった。報告書に培養条件の記載があった方がよいと考える。

【ガス化 FT 合成】

- ・ 木質バイオマス原料として何でも使えるのではなく、含水率と粒度が問題となることはわかっていた。この部分を解決する方策なども検討、あるいは提案して欲しかった。
- ・ バイオマス原料が 700kg/日で、ジェット燃料が 22kg/日（資料 5 スライド 33 の記載では 22L となっているが kg の間違いと思う）とのこと、収率は 3%（副生するナフサや軽油などは含まれていない）。マテリアルバランスの詳細は掲載されていなかったが、本事業で得られたデータに基づき、ライフサイクルアセスメントや経済性の評価を実施してもらい、実用化への課題を明確にしてもらいたい。
- ・ 残念ながら、現時点では、自律的に事業化可能だと判断する状況にはない。今後の課題である。
- ・ ガス化設備において、調達する木質バイオマスの粒度条件に厳しい基準を設けていることは、使用バイオマス原料の多角化を妨げることになるので改善が必要である。微細藻類を用いた藻油生産技術の開発においては、「安定した生産」が最大の目標であるが、2018 年 11 月から 12 月の 1 ヶ月間のチャンピオンデータのみで安定性は評価できず、今後、長期間の安定生産の実証が望まれる。特許出願の件数が少なく、実用化・事業化のための知財戦略が実行できているか懸念される。
- ・ 中間目標をほぼ達成することができているが、事業として最終目標を達成するためには達成基準を数値目標で明示したうえで、目標達成に必要な具体的な技術アイテムを入れたロードマップを作成しておくことが必要である。成果の普及の観点からは、実証を中心とした事業であるために対外的な発表を実施する成果が得られにくい、積極的に取り組むことが望まれる。
- ・ 特許出願及び論文投稿が少ない。特許出願、論文投稿の目標数を設定して推進すべきと考える。中間評価段階での顕在化した課題を明確にすべきと考えます。

<今後に対する提言>

- ・ 現在、植林されている木材は建築材として杉がほとんどであるが、今後燃料として考えるときには、炭素固定率の高い広葉樹が有利とされる。杉を皆伐した後に、広葉樹を植林するなど、ある地域をモデルとして、木質バイオマスを確保するような計画が必要になるのではないかと考える。もちろん、木質バイオマスを海外から輸入する、あるいは、海外にプラントを置き、オンサイトで製造し、燃料を輸入するという方策も考えることができる。いずれにしても、想定できる具体的なビジョンを示すことが、成果の普及につながるように感じる。
ガス化燃料についても認証を取得し、できるだけ早い時期に燃料としての燃焼に進むことに期待している。

- 各実施者において、農業の現場や農学的ノウハウ・手法を熟知した要員を増強して、技術・ノウハウに検討を加えた方がよいと思われる。
- 上記の改善すべき点を参照。
- 事業性の評価は現時点では厳しいものの、それ故に社会的な意義をより一層社会に向けて情報発信することが望ましい。
- ガス化において使用するバイオマス原料の多角化を進める必要がある。そのために、大粒径を含むブロードな粒度分布のバイオマスや Wet なバイオマスにも対応できるガス化工程が必要である。これらの多様なバイオマスに対応できるようにガス化噴流床リアクターそのものを改善することは難しいと思われるので、粒度を均一にする工程や乾燥工程を前段に採り入れることを検討していただきたい。

培養池の攪拌方法の改善によって藻油生産速度を増大させることに成功しているが、微細藻類の増殖速度や藻油生産速度における制限因子（太陽光の受光量、溶存 CO₂ 濃度、窒素・リン等の栄養塩濃度など）を明らかにしなければ安定した生産を維持することは困難である。特に、屋外での培養においては、天候をはじめとした自然環境による影響が多いため、制限因子を正確に把握し、安定した生産を行うために操作条件を調節する必要があると思われる。少なくとも、今回、新型コロナウイルスの影響で評価ができなかった雨期における生産性の評価は必要である。また、微細藻類を用いた藻油生産技術の開発にあたっては、現地の環境への影響を最小限に抑える必要があり、特に窒素・リンの管理は厳密に行うべきである。現状では、投入した窒素・リンの行方が明確ではなく、一部が培養液の廃液として流出、残りが藻類残渣に含まれていると思われる。現在、藻類残渣の利用方法として熱利用だけが検討されているが、窒素やリンを含んでいるので、コンポストなどの利用も検討することを提案する。

- 中間評価の対象となった事業は、今後事業者による継続に期待するが、2020 年度から新規に開始する事業については、一般向けにも積極的に発表、技術訴求し、将来の費用負担者として環境技術へコスト負担の理解を広めるアクションが望まれる。
- 目標設定が曖昧であり、客観的に判断できる数値目標を明らかにすべきと考えます。また、目標数値は最終ゴールに向けて時間軸的に達成すべき目標としていただきたい。

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が実用化・事業化への進捗を評価して欲しい。

今後は、国際的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。

<肯定的意見>

- 藻類による油と、木質バイオマスのガス化による燃料が、ともにジェット燃料に使用できる規格の燃料となりえることを実証した意義は大きく、実用化に向けての大きな一歩であり、評価できる。また、実用化に向けて方向性や市場ニーズなどの見通しがあり、波及効果についても期待できる点がある。いずれにしても、脱炭素社会に向けた取り組みでもあり、社会的ニーズも高いと考える。
- 事業の最終目標に向けた技術開発等が着実に進められており、実用化・事業化されることが期待される。
- サプライチェーンの構築は重要と考える。
- バイオマスエネルギーの活用は十分な意義があり、国際的な公約もあり、社会実装ができれば、十分な経済的・政策的な効果が期待できる。
- 2027年からのICAO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る。そのときに備え、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。
- 本事業で試験製造したバイオジェット燃料についてATSM認証を取得し、規格に合致した燃料を供給できることを示したことは、乗客の生命を預かる航空機の安全運航において極めて重要であり、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。
- サプライチェーン構築なくして市場形成は成り立たないと考えるので、それを意識したアプローチは望ましいと考える。

<改善すべき点>

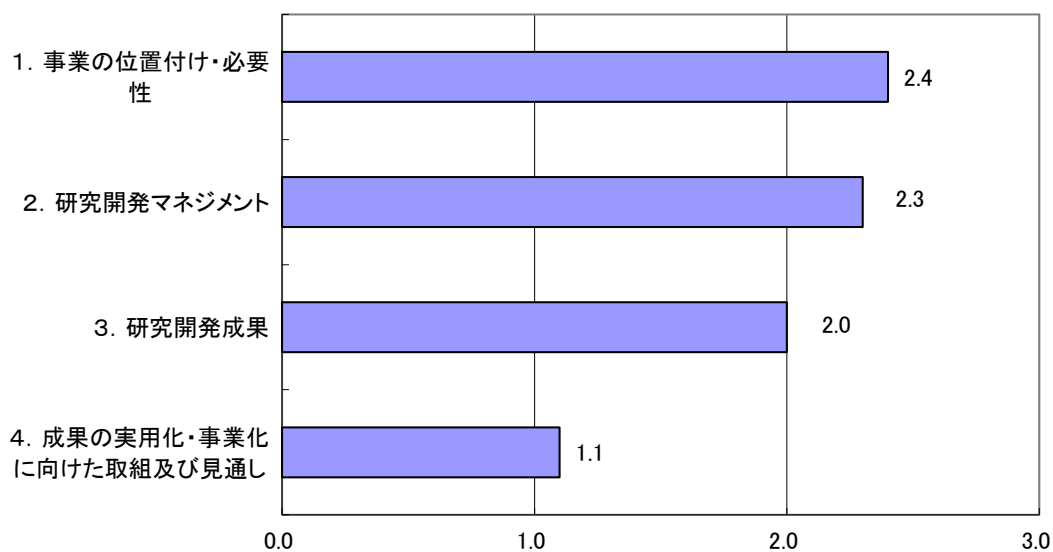
- ・ 実用化に向けての量的な目標について、具体化すべきかと思う。
- ・ 実用化・事業化にあたっては、上記「1.3 研究開発成果について」に記した点が課題になる可能性がある。事業者内あるいは NEDO において、必要があれば点検されてはどうかと思われる。
- ・ 石油の元売りだけではなく、業界全体を巻き込むような形にするべきと考える。廃食用油からのバイオディーゼル製造事業でも、石油の元売りに品質は高く価格は安く、買ったたかれ、製造しても赤字がかさみ事業継続が困難という事例が数多い。元売りや航空会社もしっかりとコスト負担をさせて参画させるようにしたい。
- ・ 先日 ANA がフィンランドからバイオジェットを購入して導入を進めると発表していた。認知度はある程度高くなっているし、世論の醸成もある。少し認知度や世論の想定がずれているように感じる。それよりも、何%入っているのかなどを明確にするべきだし、その混合比の際に必要な規格を考え直すべき。異常なまでの高い品質規格が導入の足かせになっている。
- ・ 見通しに関しては一般的な考え方が述べられており、NEDO 事業ならではの特徴があるようには見えない。需要増に伴い市場拡大するのではなく、コスト高でも使わなければならない社会体制を作ることにも一方策である。市場拡大と普及拡大の言葉の使い方が？
- ・ 事業化に向けたマイルストーンの設定は現時点では厳しいが、今後の課題である。
- ・ 2027 年以降のバイオジェット燃料の更なる普及拡大のための戦略を今から立てておく必要もあるのではないか？
- ・ 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、事業で取り組む技術開発については、コスト削減効果を試算し常に見直すことが実用化・事業化への進捗を評価するためには必要である。本事業で課題となっている開発技術については、コスト削減効果の試算を必ず実施すべきである。
- ・ 温室効果ガス削減は全世界で取り組むべき課題であり、利害を越えた関わりが必要な事象である。石油会社が積極的に本事業に参画されることを期待したい。

<今後に対する提言>

- ・ バイオジェット燃料の実用化については、諸外国の研究開発も進んでおり、実用化に向けての開発速度を上げる必要があるように感じます。量的な目標を原料の調達から想定していく必要があります。ガス化に必要な木材の供給に不可欠な森林面積や、藻類の培養池の面積の想定など、具体的な数値や、候補地域などを計画に盛り込んでほしい。
- ・ ICAO、IATA の施策や、海外におけるバイオジェット燃料を活用している国の状況、国内の諸施策等を鑑み、実用化・事業化の姿や程度を推定し、妥当かどうかの評価を同時に進める必要がある可能性が考えられる。

- 本事業で得られた知見に基づき、将来の実用化に向けて解決すべき課題を明確にし、どの部分から解決していくのかを明らかにするべきと考える。まずは、ライフサイクルアセスメントと経済性の評価を実施し、どの工程の負荷が大きいかを明確にして、その情報を共有化し、解決を進めて欲しいと考える。課題に向き合わず、自分たちができる部分や得意な部分の研究を進めるというやり方はしないで欲しい。イノベーションにはつながらない。残念ながら、現状の記載の仕方では、成果の実用化や事業化の見通しがあるようには見えない。
- 想定する市場規模や波及効果など幾つかの仮説を設定して、具体的な数字を推計することが求められる。
- バイオジェット燃料の導入が国内だけでなく世界中で一斉に行われることを考えると、国際的競争力の高い製品を開発することを目標にしなければならない。もちろん、安定した生産量の確保や品質的に認証に適合する製品を開発することが中間目標であってもよいが、今後はコストや LCA という面で競争力のあるバイオジェット燃料を開発する戦略を持つ必要がある。本事業の最終目標にこれらの数値目標を入れることは難しいかもしれないが、少なくとも国際的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、常にコストや LCA の計算を行い、他の生産技術と比較をしながら事業を進めることが望まれる。
- ガス化、FT 合成によるバイオジェット燃料の原料となる木質バイオマスの調達、専用原料としてのサプライチェーンを構築するよりも、紙パルプ製造、木質バイオマス発電など関連する事業とサプライチェーンを共有することを検討し、コスト低減と安定調達の仕組みを想定し、原料コストを試算いただきたい。
- バイオジェット燃料の事業主体が何処になるのか、ベンチャーなのか、合弁会社なのか、市場形成という目標に向かって早急に結論付けるべきことかと考えます。当然、これまでの知財や設備・施設の将来的な扱いにも関わることかと思えます。

3. 評点結果



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・必要性について	2.4	A	A	B	A	B	B	B	
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	A	B	B	A	B	B	B	
3. 研究開発成果について	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について	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	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
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当 →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「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CO₂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/ (m²・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、800m³ クラスのスクウェアポンド型のオープン型培養と 10m³ 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、CO₂ 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。

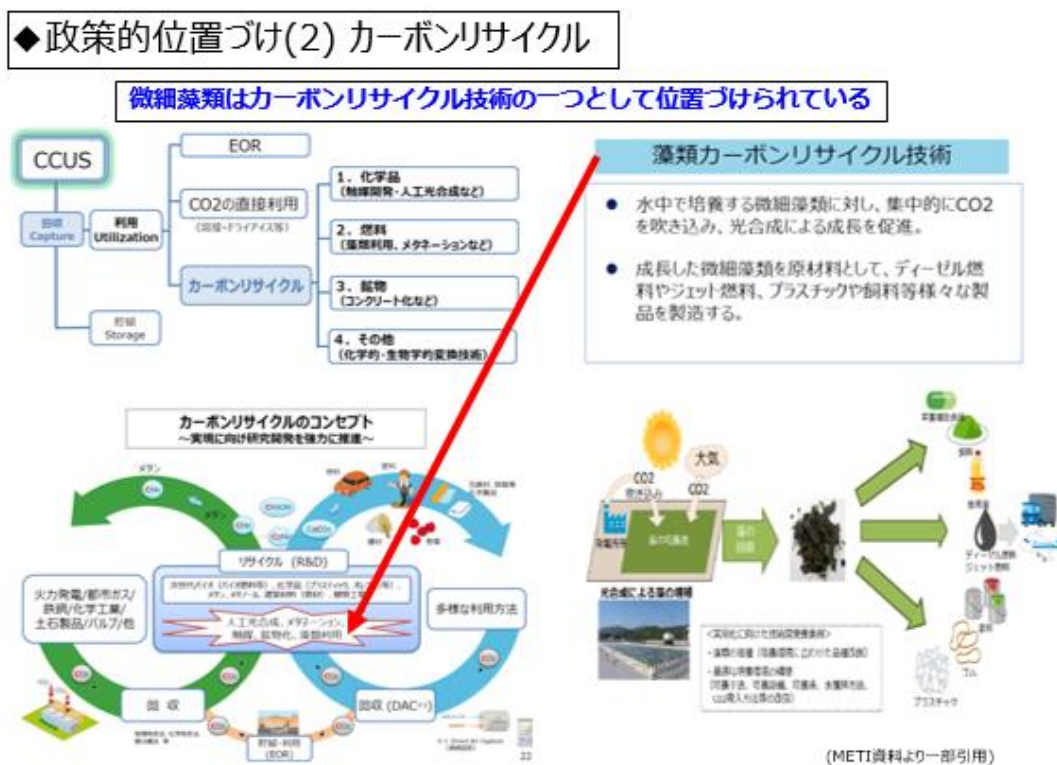
1-2 研究開発の目的

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。



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1,500m²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*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(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CO₂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CO₂を2005年比で50%削減(目標)

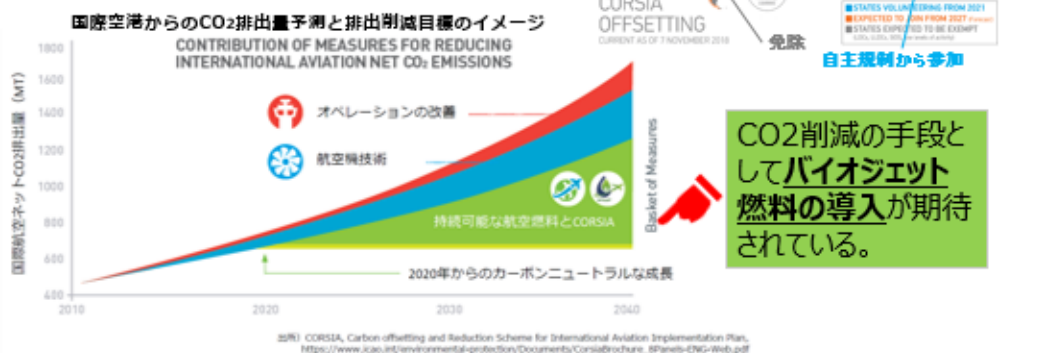


図1-2-2 航空業界の動向

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

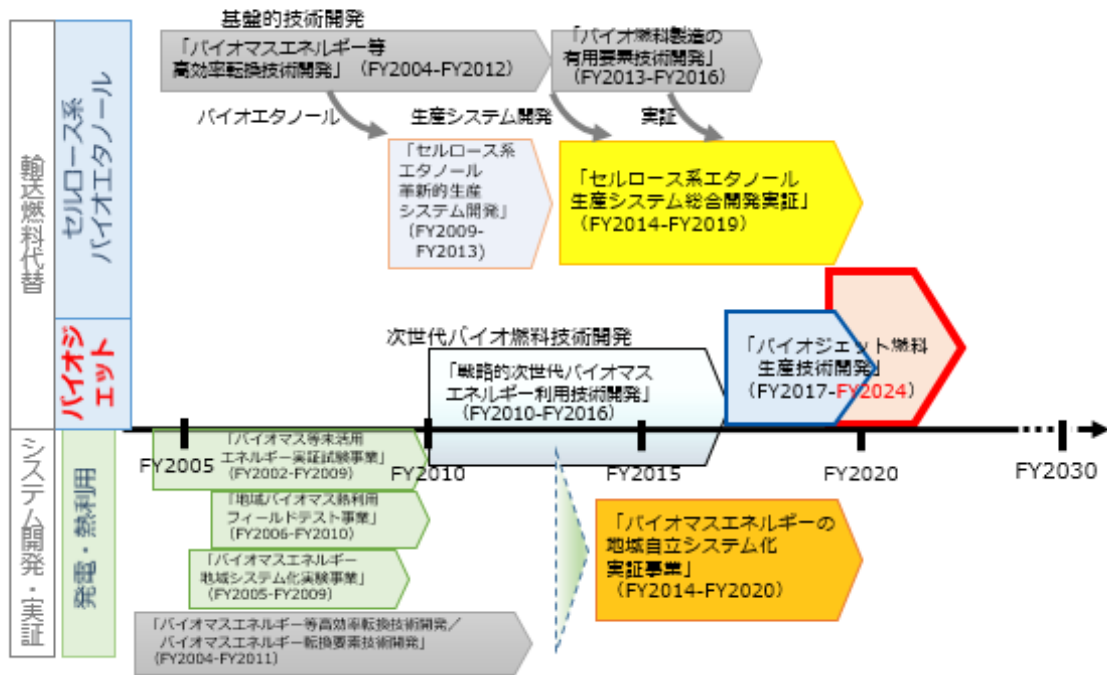


図 1-3-1 バイオマスエネルギーに関する NEDO の取組の全体像

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、10,000m²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

開発項目	年度	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
バイオジェット燃料生産技術開発事業	当初計画(4年)				中間評価					
	計画延長承認						中間評価	変更計画(8年)		事後評価
1) 技術動向調査	国内外技術開発動向、政策・規格動向調査									
2) 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) IHI	設計・構築				運転技術確立					
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), (株)JERA, 東洋エンジニアリング(株), JAXA	設計・構築				運転技術確立					
③ 純バイオジェット燃料製造技術の事業性評価 (FS) (微細藻類, BTL, HEFA, ATJ)										
3) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築										
4) 微細藻類基盤技術開発										
① 微細藻類基盤技術実証										
② 微細藻類研究拠点における基盤技術開発										

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。

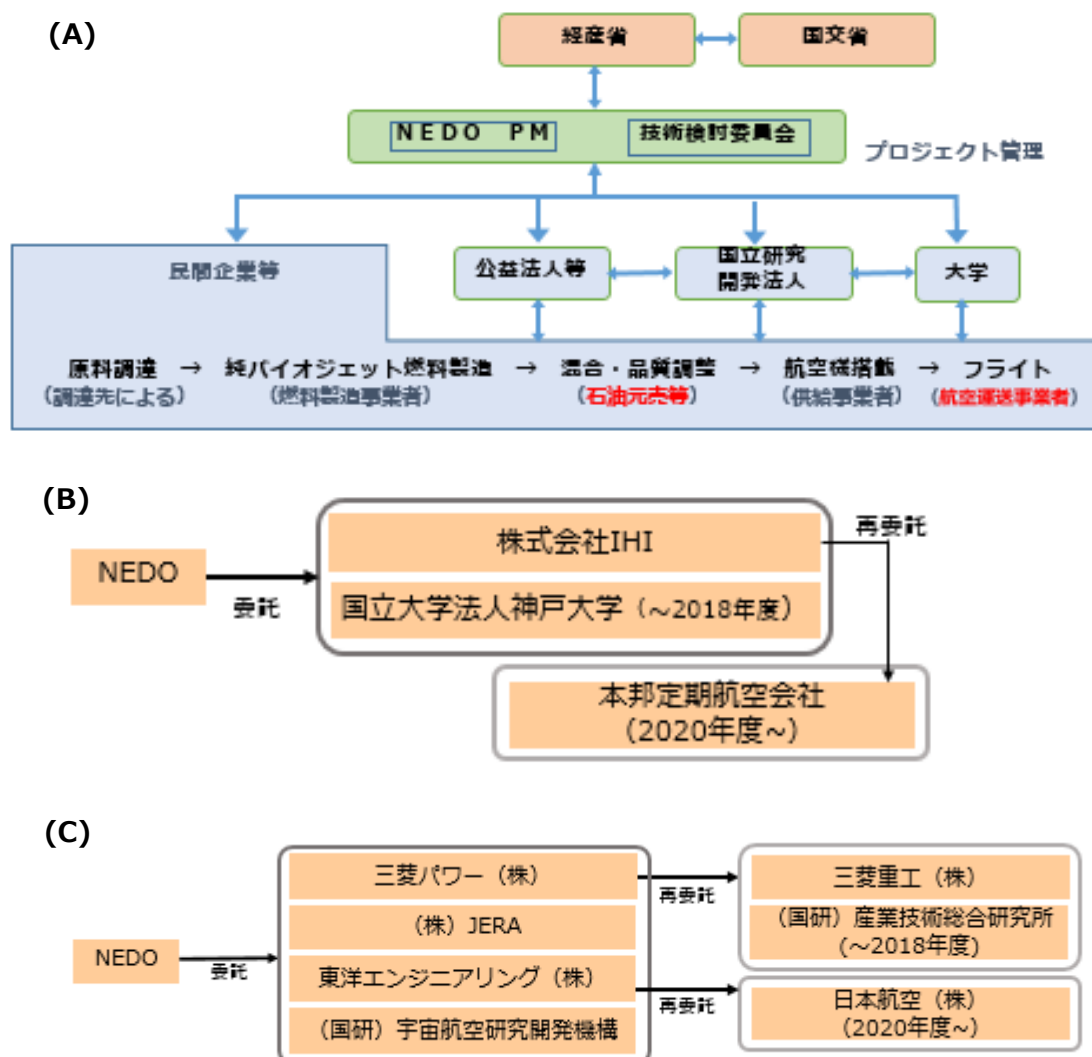


図 2-3-1 実施体制図
 (A)全体図 (B)微細藻類チーム (C)ガス化・FT合成チーム

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CO₂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CO₂削減義務化 CO₂削減にバイオジェット燃料が貢献

事業者	事業プロセス	開始年	備考	対応企業
AMEC	Fueler Trains TM	2009年	CTL (Gas to Liquid) 製造が確認された	SABIC (カナダ), Renault (仏)
AMEC	Hydroprocessed naphtha-to-jet	2011年	Hydroprocessed naphtha-to-jet が確認された	Chemicals (米), Philips (荷)
AMEC	Synthetic Jet aviation	2011年	2016年現在 2016年現在 2016年現在	AMEC (米), TOTAL (仏)
AMEC	Synthetic aviation	2011年	2016年現在 2016年現在 2016年現在	SABIC (カナダ), Renault (仏)
AMEC	Aviation Jet	2011年	2016年現在 2016年現在 2016年現在	Qatar Airways (カタール), Lufthansa (独)

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。

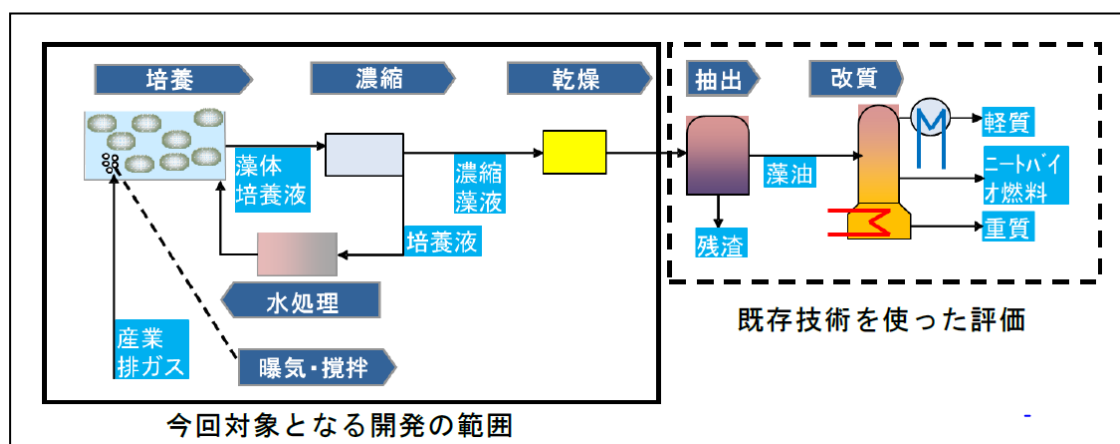


図 1-1-1-1 HGBb からのジェット燃料化プロセスの構成

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 m² 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 m² 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）。

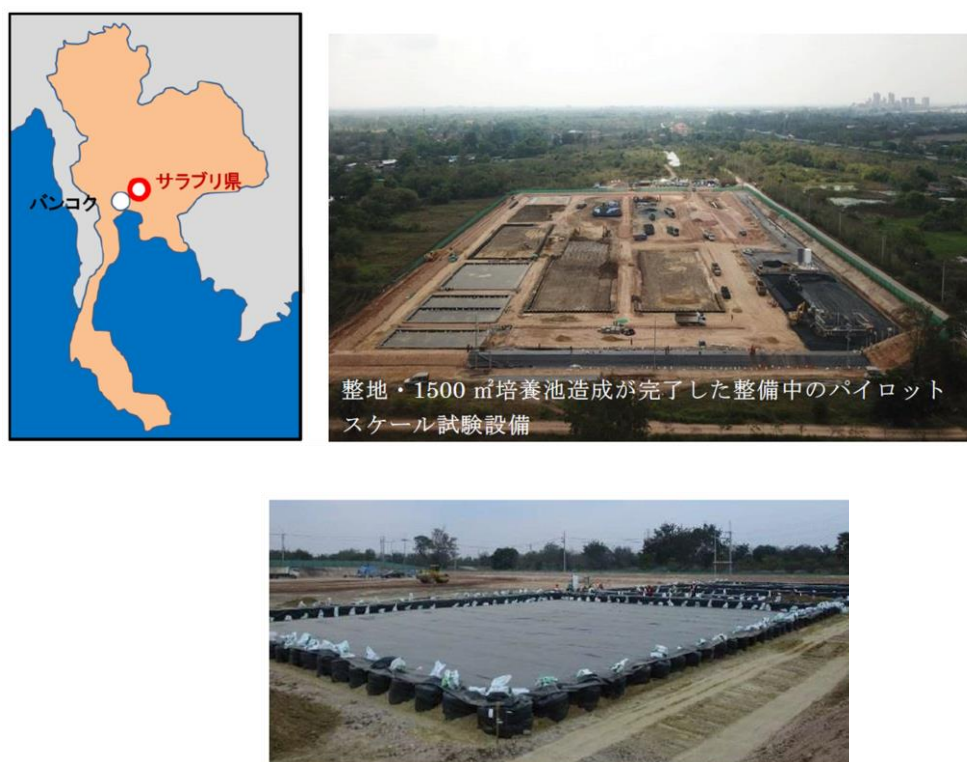


図 1-1-2-1 タイ事業候補池における施設整備状況と低コスト池造成法による 1,500 m² 規模屋外開放型培養池

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 m² 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/(m²・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。

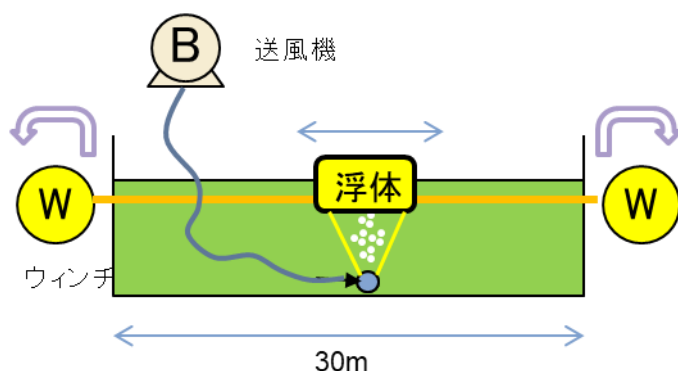


図 1-1-2-3 走査式曝気方式概略図

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/(m²・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 m² 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。

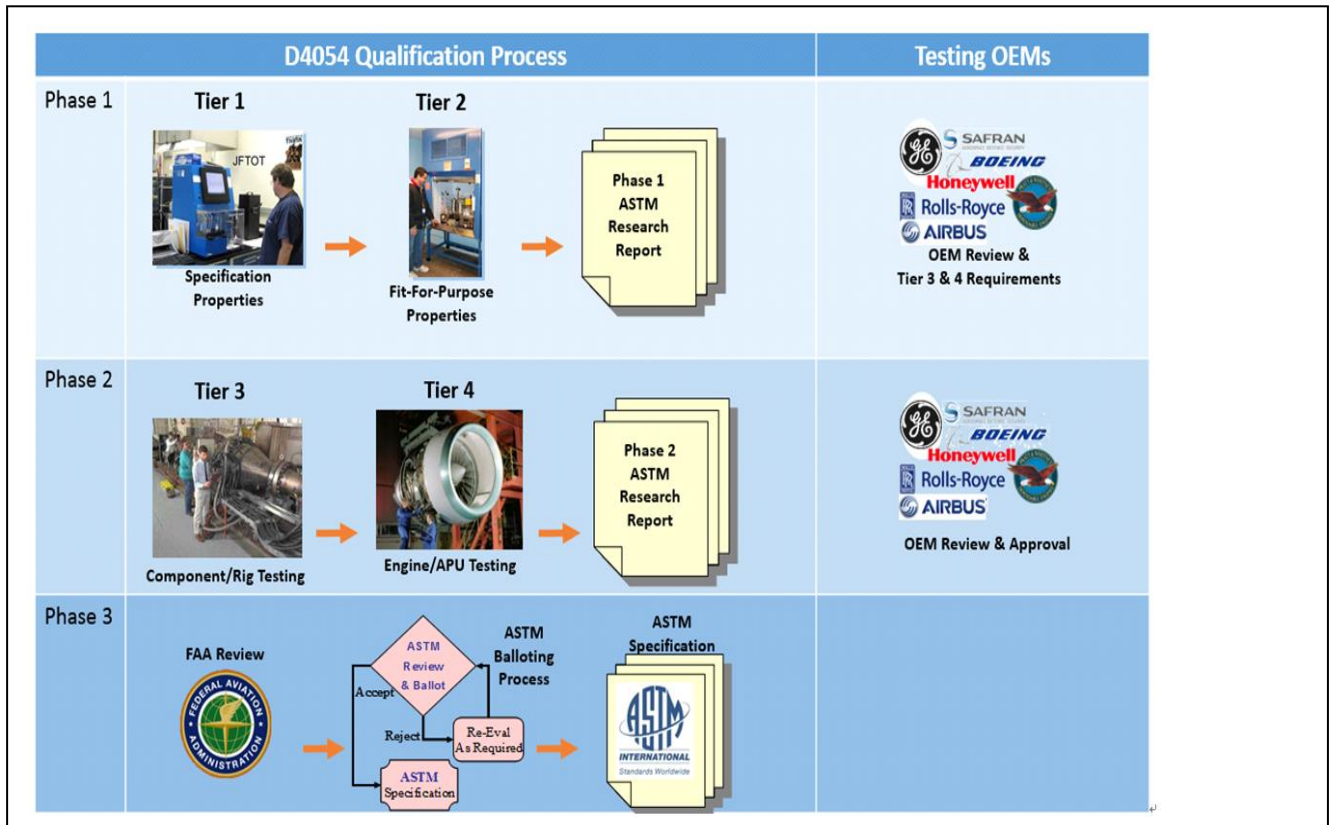
(3) 低コスト化培地

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

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。

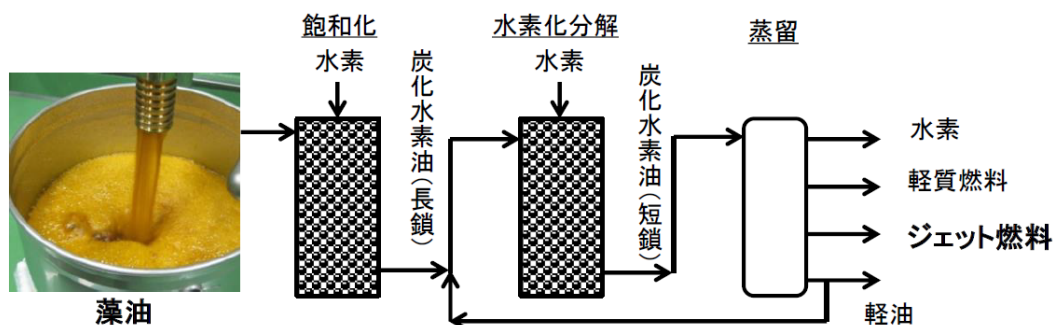


図 1-1-3-2 改質試験プロセスフロー

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。

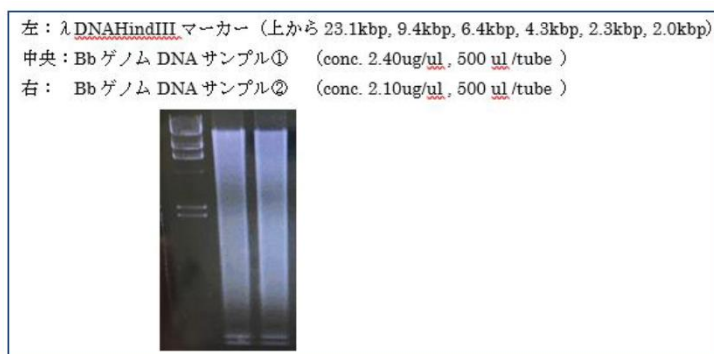


図 1-1-5-1 HGBb から調製された長鎖 DNA

(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)。

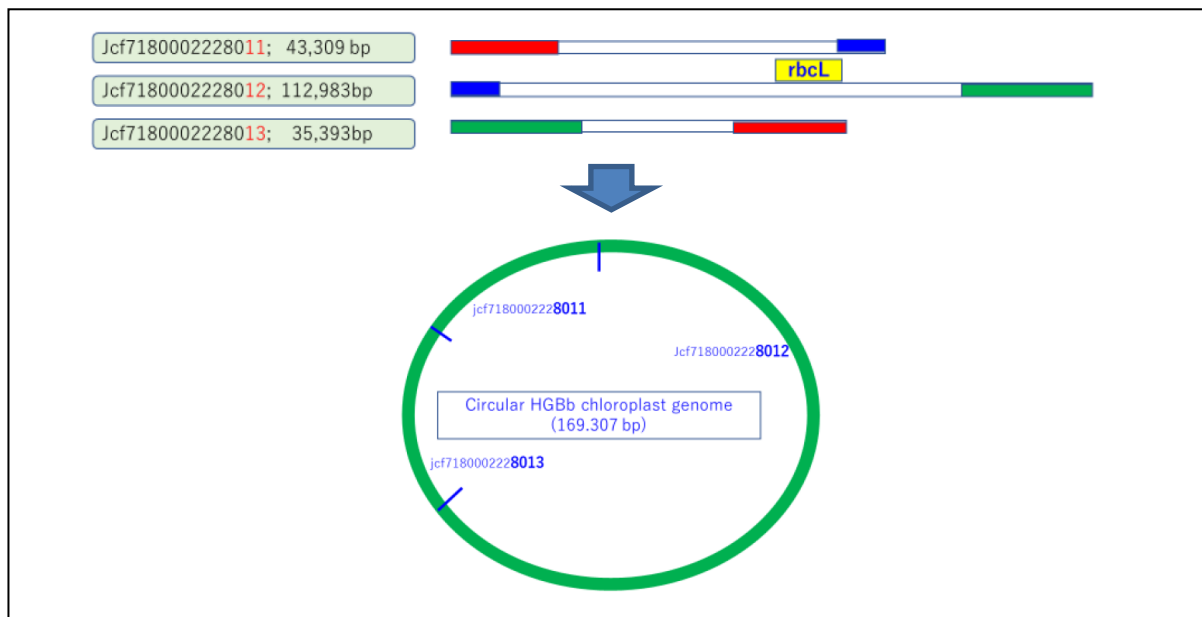


図 1-1-5-2. 葉緑体ゲノム

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。

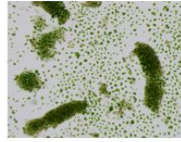
表 1-1-6-1. HGBb 捕食のメダカへの短期的影響の比較

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

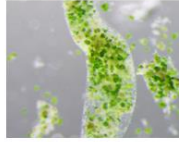
③-1. HGBb捕食可能な小型魚類メダカへの影響の実験的検証

メダカのHGBb捕食状況について

HGB b捕食後の糞 (1)



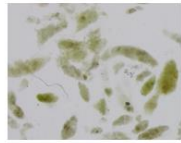
HGB b捕食後の糞 (2)



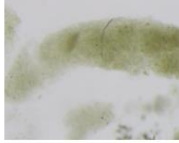
HGB b捕食後の糞 (3)



Cr捕食後の糞 (1)



Cr捕食後の糞 (2)



Cr捕食後の糞 (3)

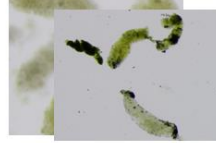


図 1-1-6-1. メダカの HGBb 捕食後の糞の様子

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。

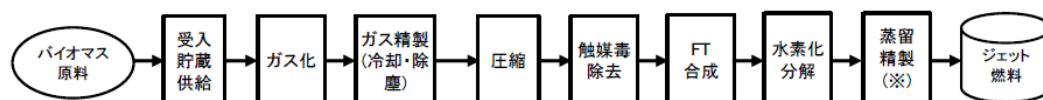


図1-2-1-1. 純バイオジェット燃料一貫製造パイロットプラント プロセスフロー

(※) 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 m²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 CO₂ 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CO₂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

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

- ・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

- ・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.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://www.toyo-eng.com/jp/ja/company/news/?n=678>
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1,500m²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、10,000m²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。

(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		

2. 分科会公開資料

次ページより、プロジェクト推進部署・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」 (中間評価)

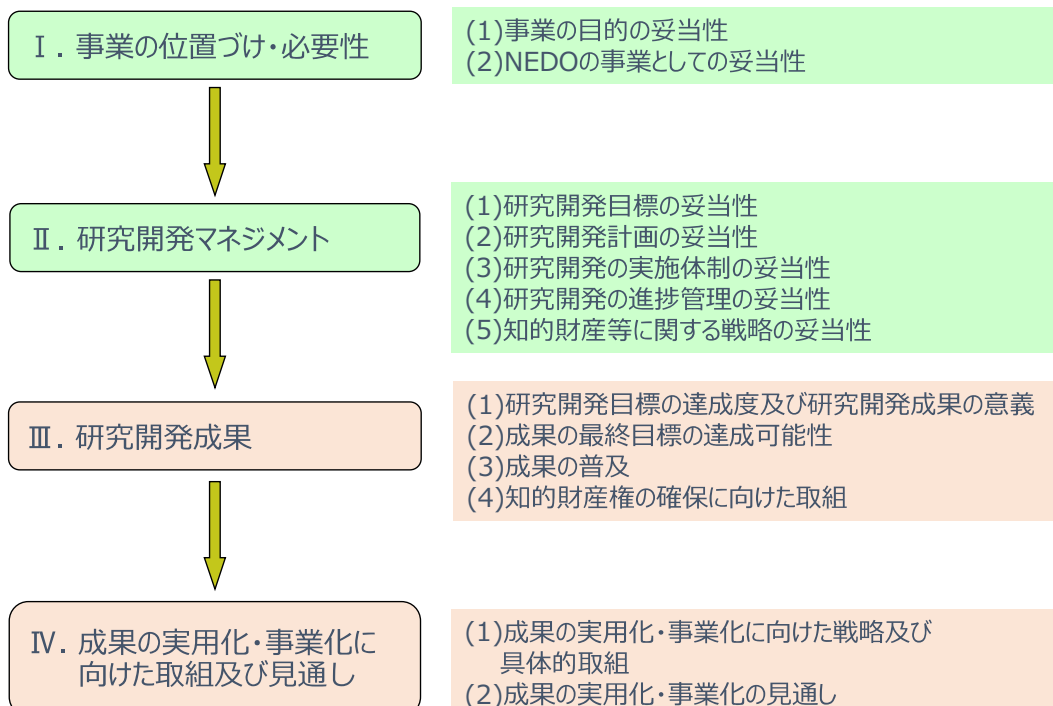
(2017～2024年度 8年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO
新エネルギー部
2020年10月21日

発表内容

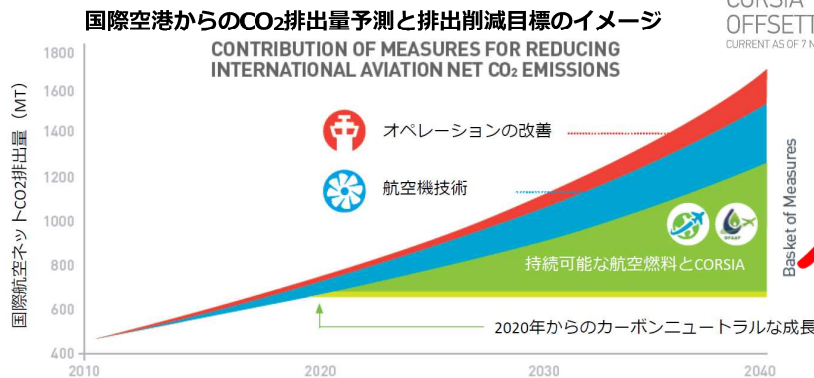
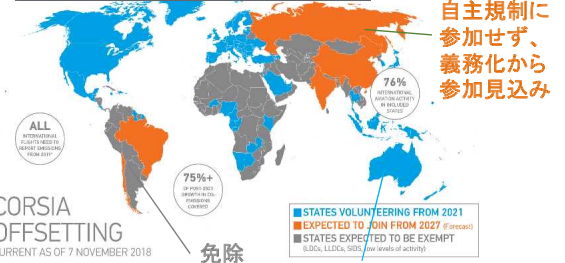
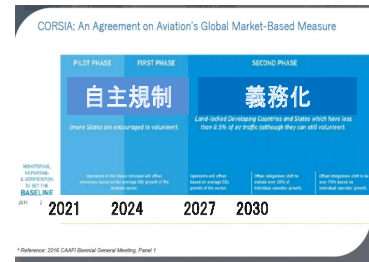
1



◆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CO₂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CO₂を2005年比で50%削減 (目標)



CO₂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

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

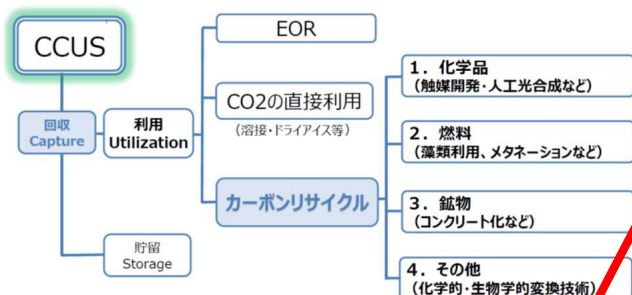
対応の方向性
<ul style="list-style-type: none"> ■ 全体の導入目標の内数として計上可能とする。
<ul style="list-style-type: none"> ■ 次世代バイオジェット燃料については、当面は原料のみで以下の通り定義し、倍数カウントの対象とする。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 原料：非可食セルロース、一般廃棄物、産業廃棄物、<u>カーボンサイクル由来炭素(微細藻類含む)</u>、廃食用油、動物性油脂

<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

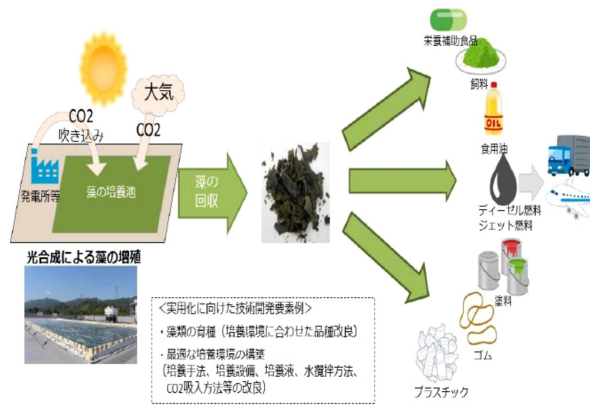
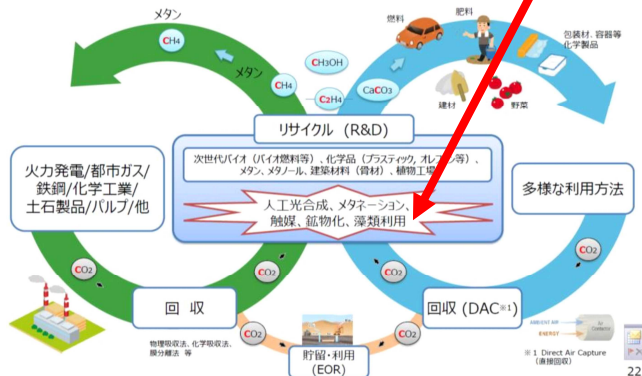


藻類カーボンリサイクル技術

- 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)

◆海外先行事業

- 2016年1月、ノルウェーのオスロ空港において、世界初の空港の共同貯油施設を用いたバイオジェット燃料の供給が開始された。
- 2016年3月、米国のロサンゼルス空港において、バイオジェット燃料の供給が開始された。
- 海外においては、廃食用油などを原料にした**一部のバイオジェット燃料が実用化**。
- 農業大国のアメリカを中心に、**徐々にバイオジェット燃料の導入が進んでいる**。

オスロ空港での世界初のバイオジェット燃料の供給



(出典) Avinor社HP

ロサンゼルス空港でのバイオジェット燃料の供給

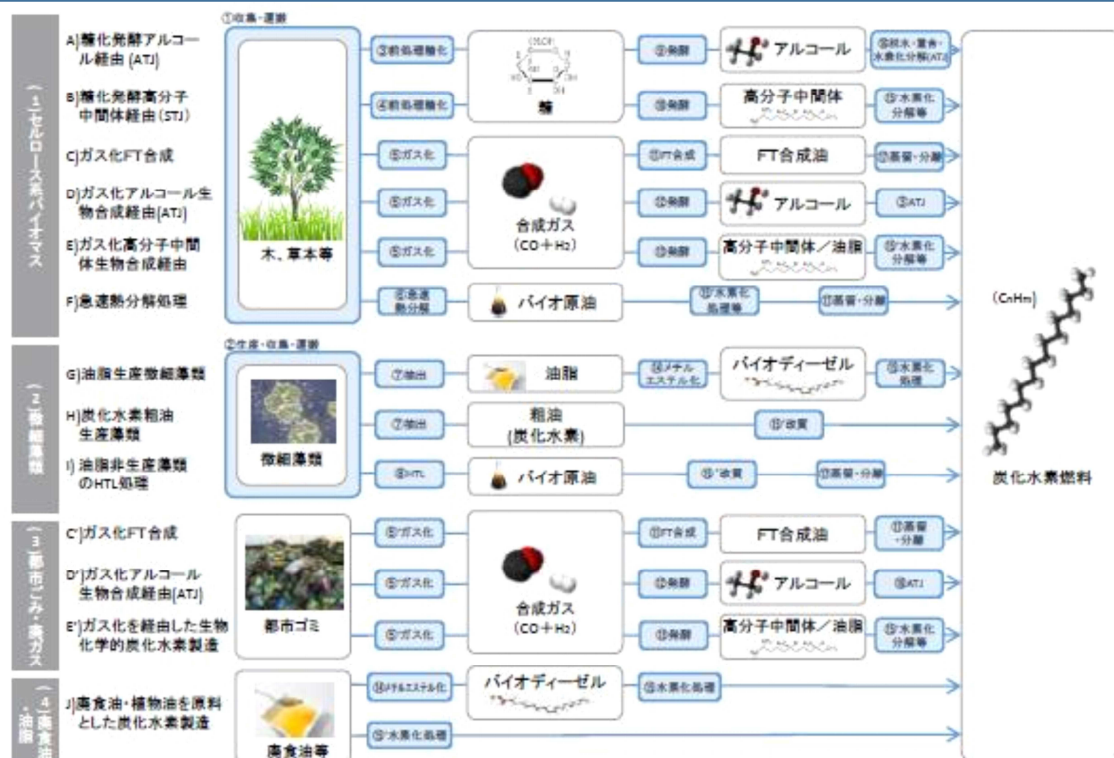


(出典) United Airlines社HP

(METI資料より一部引用)

原料	企業名/国	プラントの所在地/稼働年	生産量 (予定含む) (※特に記述が無い限り、バイオディーゼルなどのバイオジェット燃料以外の用途も含む。)
廃食用油 廃獣脂 農業残渣 等	World Energy (元AltAir Fuels) (アメリカ)	米国カリフォルニア州 Paramount 2015年に稼働開始	ジェット燃料向けの純バイオ燃料として 14.5万kL/年
	Neste Oil (フィンランド)	・フィンランド (2ヶ所) : 2007・09年稼働開始 ・シンガポール: 2010年稼働開始 ・ロッテルダム: 2011年稼働開始	純バイオ燃料として ・フィンランド2ヶ所: 各約22万kL/年 ・ロッテルダム: 約93万kL/年 ・シンガポール: 約93万kL/年
都市ゴミ	Fulcrum BioEnergy (アメリカ)	米国ネバダ州Reno (Sierra BioFuels Plant) 2019年に稼働開始予定も未実施	粗油として約4.56万kL/年 【予定】
		北米United Airlinesハブ近隣 2020年末に稼働開始予定	輸送用燃料全体で114万kL/年 【予定】

◆ 様々なバイオマス原材料からの各種バイオジェット燃料製造プロセス



(注) ①'ガス化は廃棄物を対象としている点で②ガス化と差別化している
 ②'水素化処理等はバイオディーゼル (FAME) を対象としている点で③水素化処理と差別化している

出典: NEDO TSC Foresight Vol.37 (2020)

◆ 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)

◆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 ₂ 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)	○	○	○
③Alcohol 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 ⑤Co-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

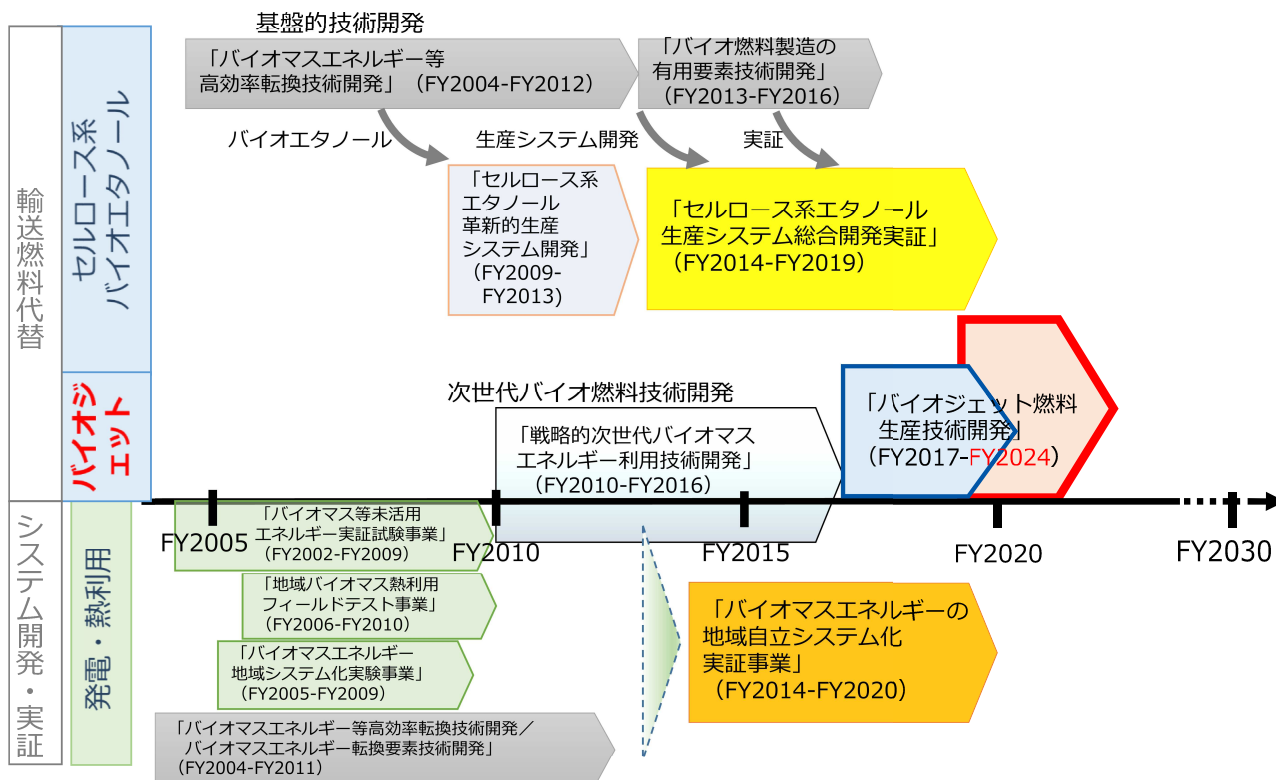
◆NEDOが関与する意義

バイオジェット燃料生産技術は、

- ・ 国際的な動向・国内政策により、取り組むべき技術である。
- ・ 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**
- ・ **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**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、加速が望まれる

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望まれる

◆バイオマスエネルギーに関するNEDO取組みの全体像



◆前事業(戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術)の反映



今回の事業 (2017~2020年度 : バイオジェット燃料生産技術開発事業)

実施内容

- ①一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
- ②商用化の実現可能性評価に必要な情報の調査

実施形態

- ・ 委託事業
- ・ 実施期間 : 2017年度~2020年度


◆ 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調達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

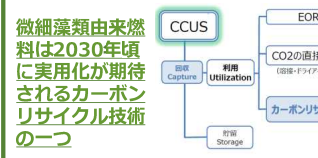
● 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験



● 海外において導入事例、商用化が先行

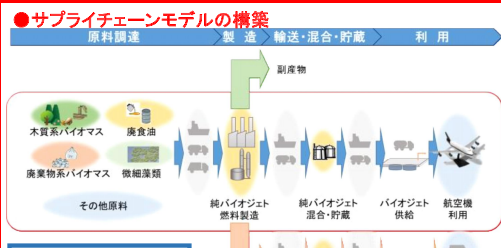


● 微細藻類由来燃料は2030年頃に実用化が期待されるカーボンリサイクル技術の一つ



既存事業からの拡充

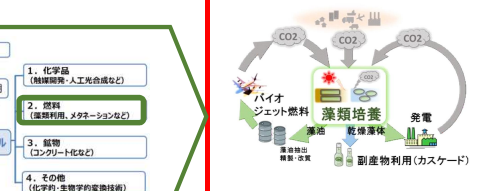
● サプライチェーンモデルの構築



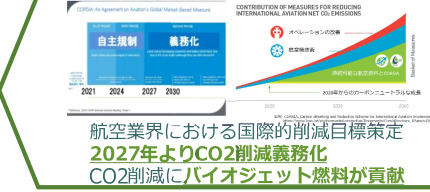
● 技術動向調査



● 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CO2削減義務化 CO2削減にバイオジェット燃料が貢献



利用状況	実務プロセス	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	Hydroprocessed esters fatty acids (HEFA)	2011年7月 50%-50%混合 Synthetic Paraffin Kerosene50% が承認された。	Chevron(米), BP(英), Phillips (66)(米)
ANNEX3	Synthetic Iso-paraffin (direct sugar) (SIP)	2014年5月 10%混合が承認された。	AMRYRES(米), TOTAL(仏)
ANNEX4	Synthesized paraffinic kerosene plus aromatic (SPK/A)	2015年11月 変化学経路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 フタノール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。	GEVOI(米), LanzaTech(米)

● 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論点

キス方(利権)	利権の方向性
<ul style="list-style-type: none"> □ 競争的市場環境では、本技術は採算に達しないため、本技術は採算に達しない限り導入を促進する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 本技術の導入は国内の競争力向上に貢献する。

● 高度化法においてバイオジェット燃料検討開始

◆ 実施予定期間・国費投入予定金額

- 実施予定期間
2017年度～2024年度の8年間
(2021年度～2024年度を延長する)

- 国費投入予定金額
総事業費：59.1億円 → 294.9億円 (拡充後)

従来の基本計画期間

年度	2017	2018	2019	2020
予算(億円)	6.6	21.0	24.3	7.2

拡充の基本計画期間

()内数値は予算検討中の想定値

年度	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算(億円)	6.6	21.0	24.3	49.5 (うち4.5 加速予算)	(48.5)	(50.0)	(50.0)	(45.0)

◆ 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。

「バイオマス燃料生産技術開発事業 基本計画」より抜粋

◆ 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CO₂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

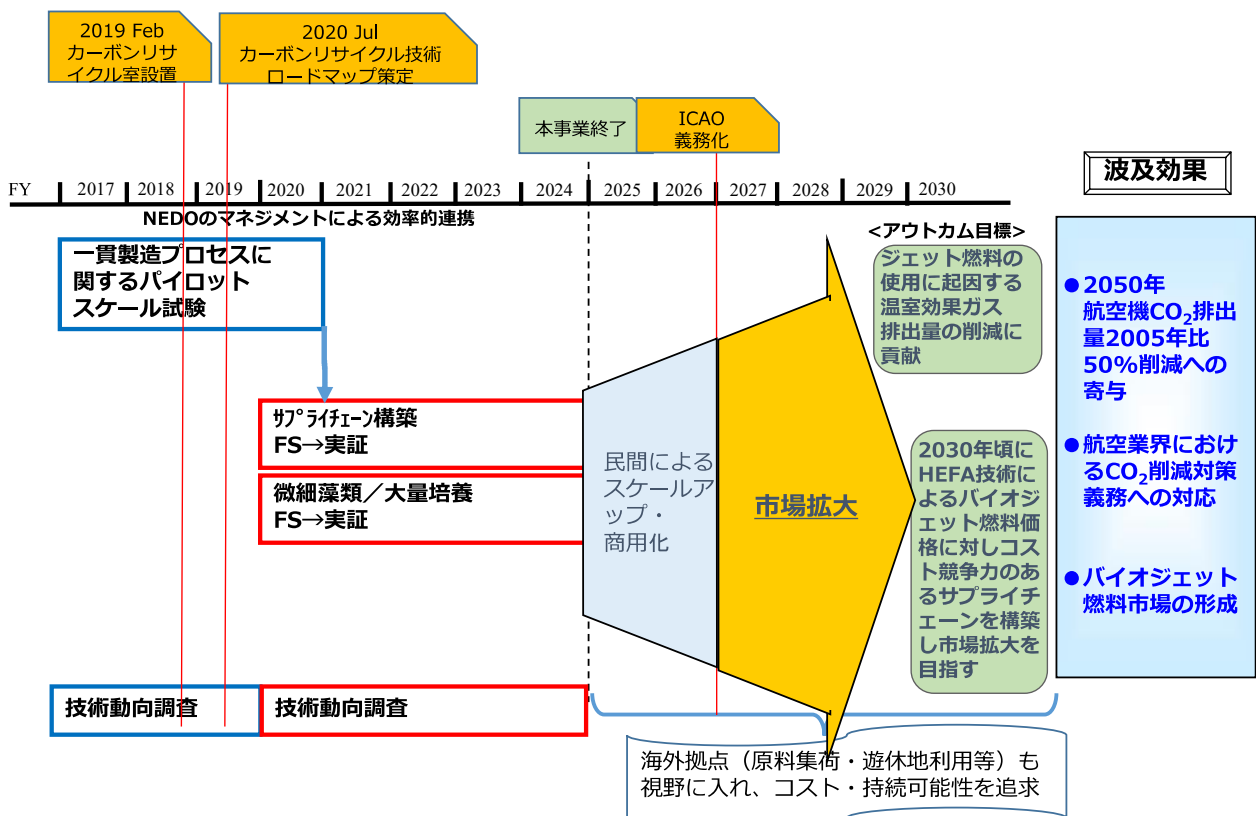
◆ 先行するHEFA（動植物油の水素化改質）技術の製造コスト

製造方法	原料	原産地	製造コスト ^{*1}	前提(想定製造規模) ^{*2}	出所
HEFA	大豆油	不明	111 円/L	5万 kL/年 (4万4千 t/年)	skyNRG「Green Horizons」
		不明	87 円/L	—	NREL「Review of Biojet Fuel Conversion Technologies」
	微細藻類	米国	355 円/L	2.6万 kL/年	NREL「Review of Biojet Fuel Conversion Technologies」
		米国	741 円/L	2.6万 kL/年	
	廃食油	豪州	1,027 円/L	6万 kL/年	Christopher D Turner「Technoeconomic analysis of renewable aviation fuel from microalgae, Pongamia pinnata, and sugarcane」
		欧州	143 円/L	36万 kL/年 (30万 t/年)	S de Jong「The feasibility of short-term production strategies for renewable jet fuels – a comprehensive techno-economic comparison」
	-	不明	70 ~ 260 円/L	—	NREL「2016 Bioenergy Industry Status Report」
	ポンガミア	豪州	279 円/L	6.1万 kL/年	NREL「Review of Biojet Fuel Conversion Technologies」
	カメリナ	不明	76 円/L	7.6万 kL/年	Lin Tao「Techno-economic and resource analysis of hydroprocessed renewable jet fuel」
		米国	300 円/L	20万 kL/年	
	木質バイオマス	米国	113 円/L	原料を乾燥重量で2,000t/日	NREL「Review of Biojet Fuel Conversion Technologies」
	ジャトロファ	米国	93 円/L	20万 kL/年	Lin Tao「Techno-economic and resource analysis of hydroprocessed renewable jet fuel」
	ゲンバイナズナ	米国	170 円/L		
ヒマシ油	米国	260 円/L			

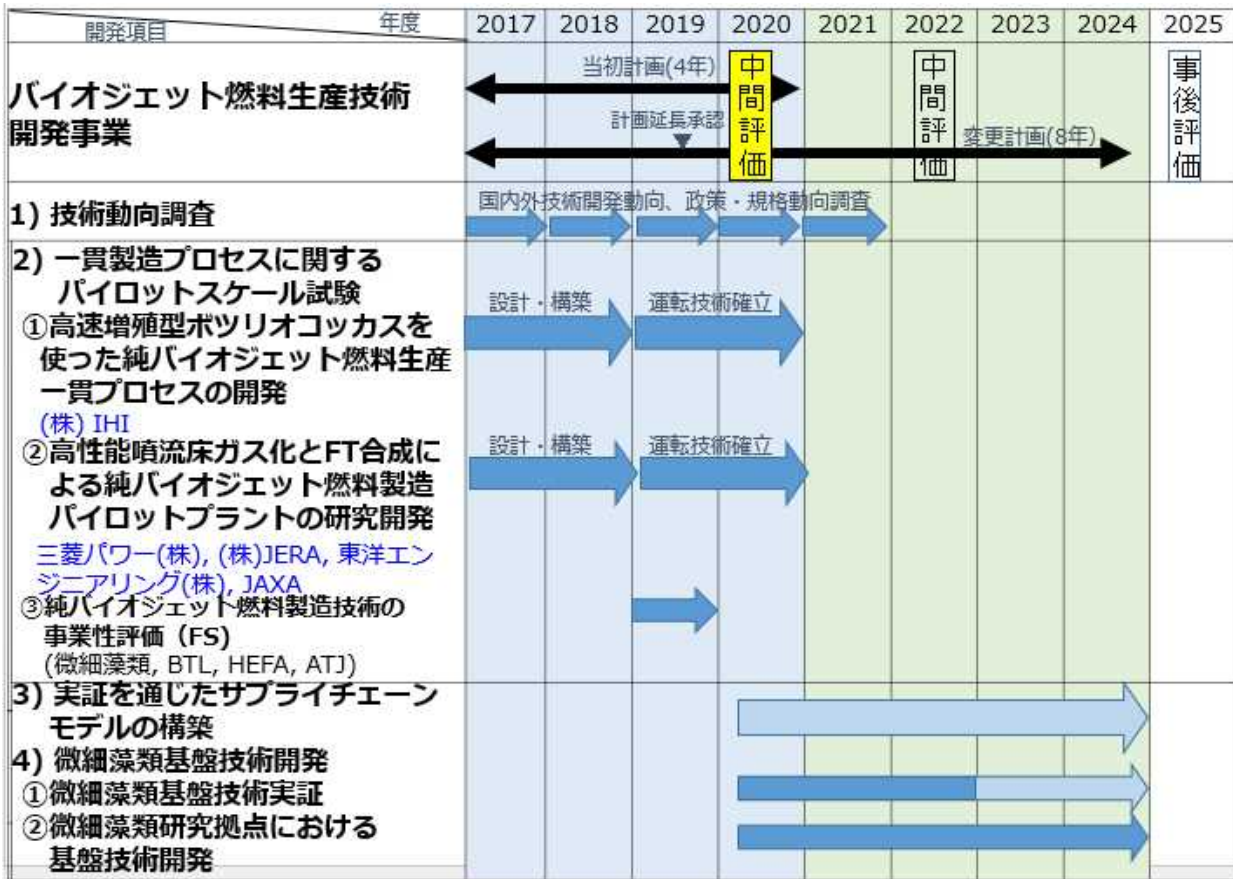
*1: いずれのレポートも「現状値」としてコスト検討 *2: 製造効率70%、バイオジェット燃料の密度を0.840g/cm3(0.000840t/L)と仮定

出所: 2018年度NEDO委託事業「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」より抜粋

◆ 事業アウトカム達成までのロードマップ



◆研究開発スケジュール



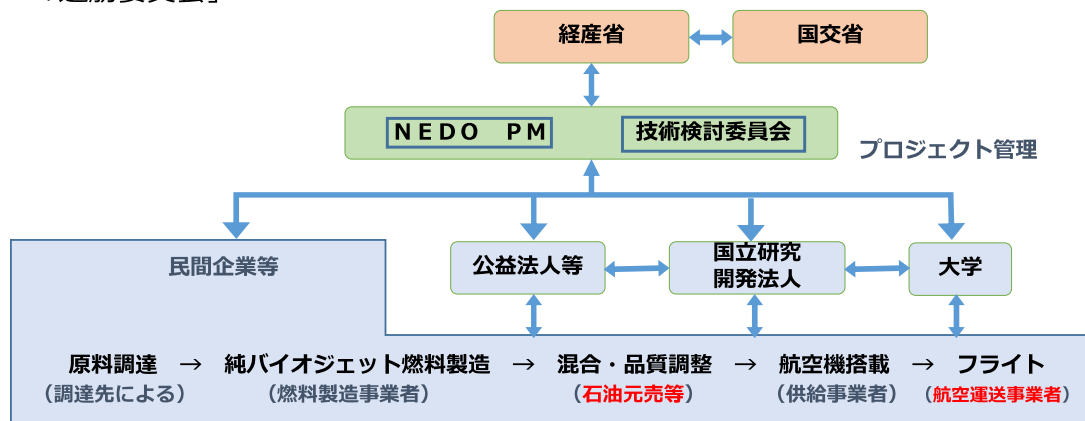
◆プロジェクト費用 (実績)

(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・パイロット> 微細藻類 (ホツリオコッカス)	459	697	1,921	407	3,484
2)②<一貫製造・パイロット> 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

◆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」



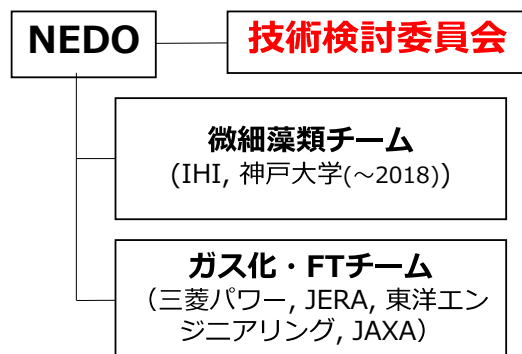
◆研究開発の進捗管理

技術検討委員会の実施

1. 開催趣旨

本事業のより適切な推進に向け、外部有識者による技術検討委員会を開催 (年3回程度開催)

2. 実施体制



3. 主な検討内容

第1回 2017年12月	ガス化・FTチーム 「1年間の条件付き採択」の契約延長承認
第4回 2019年1月	微細藻類チーム 神戸大学は、採択条件に対して、一定の成果が確認され、2018年度での終了承認
第5回 2019年12月	ガス化・FTチーム パイロットプラント竣工遅延への対応議論、契約延長承認
第6回 2019年12月	微細藻類チーム 次年度の進め方を議論 「培養の安定化に注力」を確認

◆ 知的財産管理

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ことができる

(「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
- 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。本委員会にて特許出願や学会発表について審議

◆ NEDOの主體的なマネジメント事項 (まとめ)

- 外的要因 (①原材料の多様化を受けたバイオジェット燃料製造技術の多様化、②国際規格認証の追加、③世界的な商用化の加速)を受けて、社会実装の加速化に向けて、**サプライチェーンモデルの構築を含めた事業に拡充を実施**
- 2019年の「カーボンリサイクル」の政策を受けて、**微細藻類**については、**大量培養技術の開発も含めた事業に拡充**を実施
- **石油元売り、定期航空会社も巻き込んだ議論**を実施し、事業者としての参画を促進
- **デモフライトに向けた協議を主導・推進**
- **広報動画作成・配信し、普及活動促進**
- プロジェクトの円滑な推進・加速への提案
(前事業設備(培養設備)の有効活用・多様な原料への追加試験)

◆バイオジェット燃料生産技術開発事業

(FY2017~FY2020)
※昨年度、FY2024まで延長

研究開発の目的・概要

今後も拡大する航空需要予測を背景に、二酸化炭素排出削減による地球温暖化抑止対策が航空業界の喫緊の課題となっており、2016年10月、国際民間航空機関（ICAO）は、長期的な二酸化炭素排出抑制目標（2020年以降の排出増加ゼロ）を策定。その達成のためにバイオジェット燃料の普及促進は不可避としている。

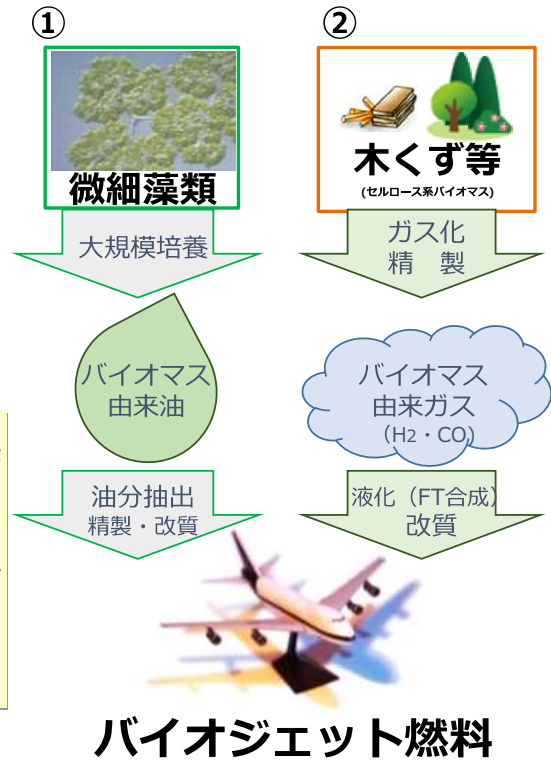
バイオジェット燃料の市場形成および導入拡大に対する期待が世界的に高まる中、バイオジェット燃料市場形成へ向けて、ライフサイクルアセスメント（製造に係る化石エネルギー収支）や二酸化炭素排出量収支等の評価基準をクリアし、かつ低コストな製造技術の開発が必須となっている。NEDOでは「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」において液体バイオ燃料製造の要となる基盤技術開発において優れた成果を得た。

本事業では、これら基盤技術を組合せ、より高効率な工業化の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することにより、2030年頃のバイオジェット燃料製造の商用化に資する成果の獲得を目指す。

研究開発の内容

- (1) 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
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二酸化炭素排出削減に係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を実現させるべく、パイロットフェーズでの検証試験を行う。
- (2) 技術動向調査
日本におけるバイオジェット燃料の持続可能性評価基準（ライフサイクルアセスメント、二酸化炭素排出量収支等）の策定に向け、国内外の最新技術開発状況や業界動向、燃料規格や法規制に係るICAO等関係機関の最新情報を収集すると共に、将来の市場形成・サプライチェーン構築における課題や、バイオジェット燃料製造に係るコスト情報等の調査を行なう。

成果適用のイメージ

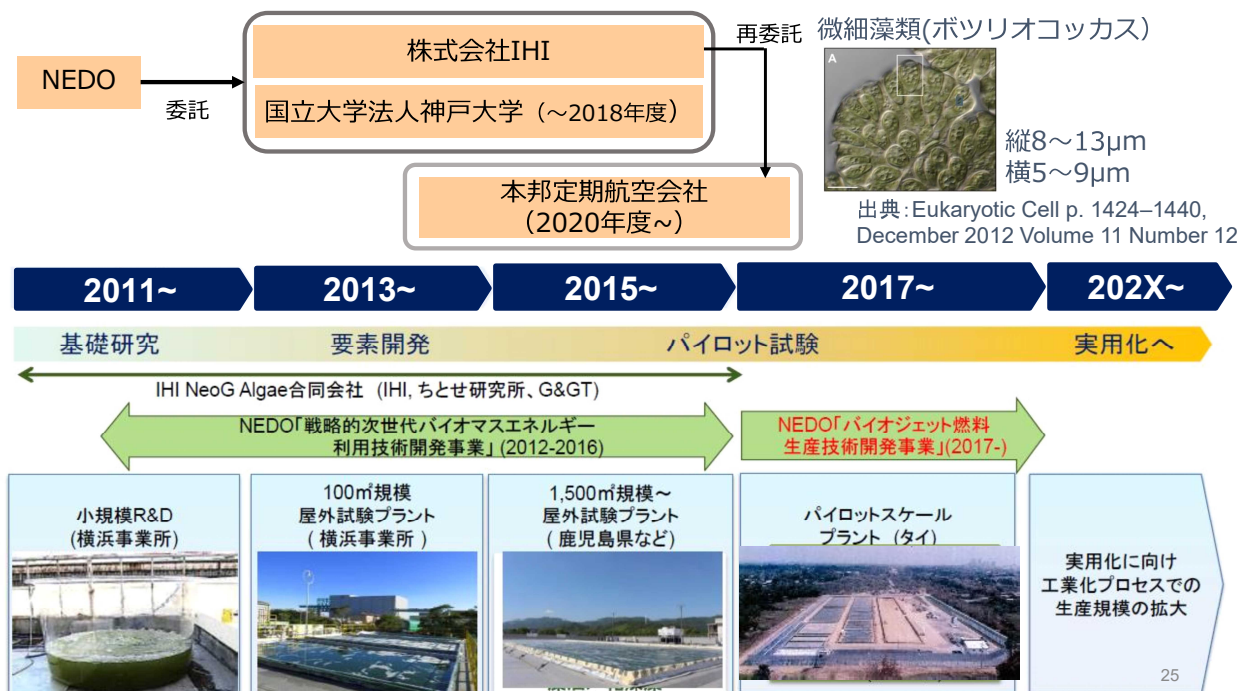


Ⅲ. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆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

既存事業

バイオジェット燃料製造の商用化を目指し、**微細藻類由来のバイオジェット燃料を一貫製造するプロセス**に関する技術開発を行う。

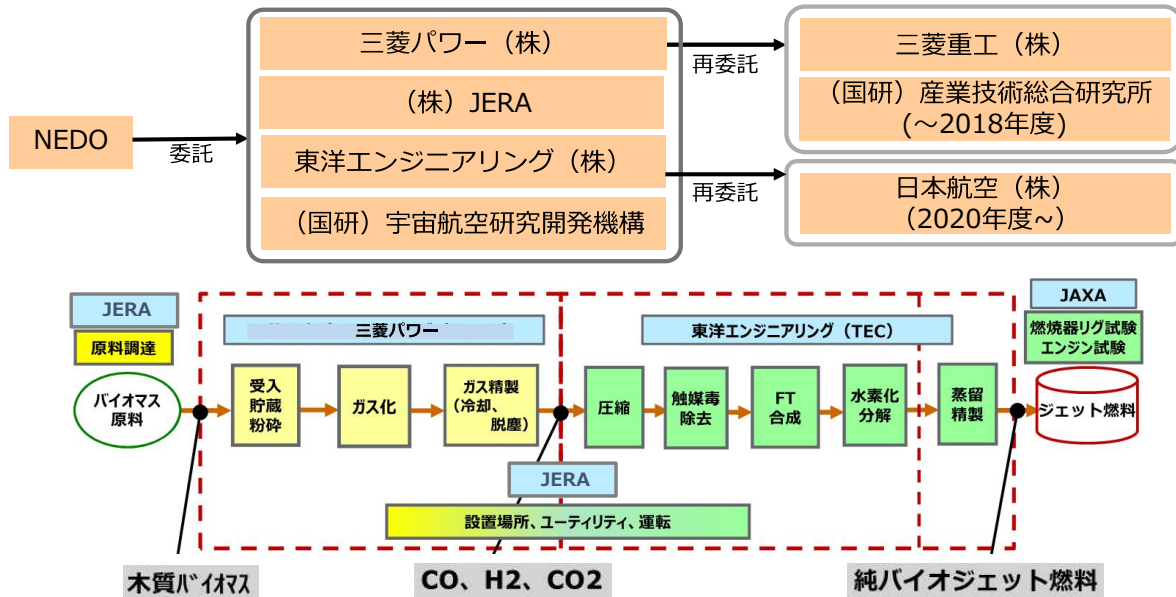


出典: IHI様提供資料

◆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

既存事業

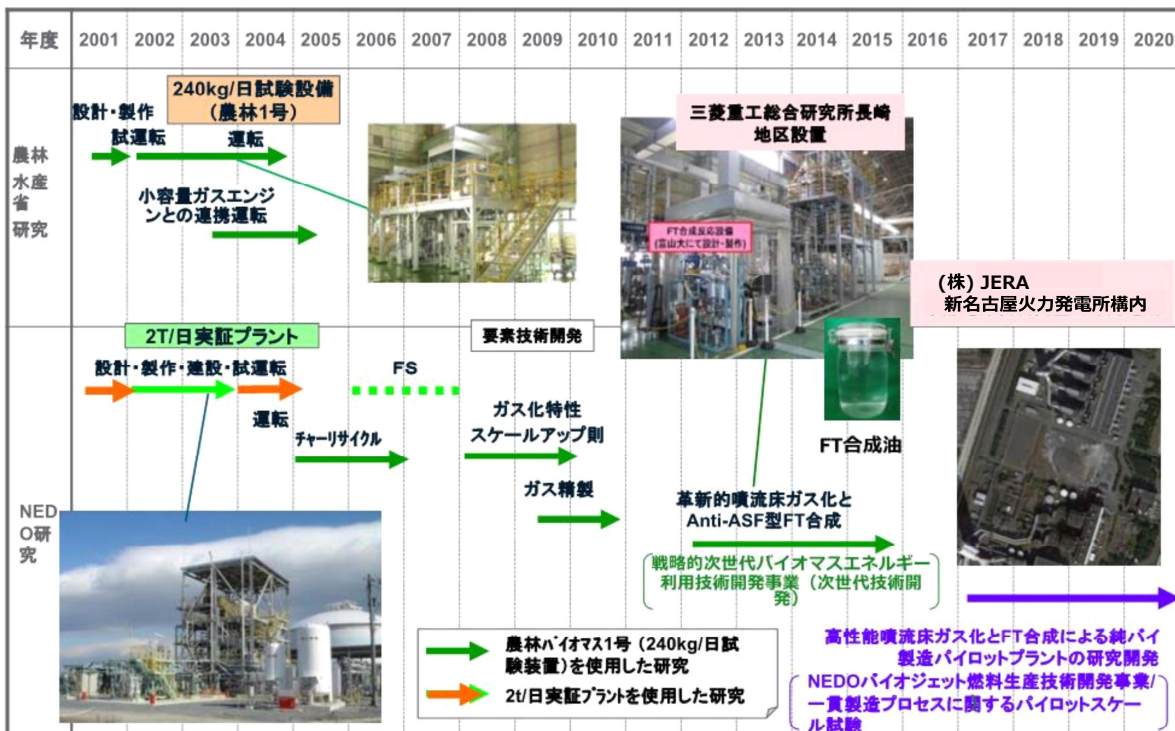
- ✓ **ガス化・FT合成による純バイオジェット燃料一貫製造パイロット設備**を製作し、検証運転を通して**安定製造運転技術**を確立する。
- ✓ 製造システムの最適化、多様なバイオマスの適用性評価、パイロット設備で製造した純バイオジェット燃料を使用して、エンジン試験等を行い、排気特性や燃焼特性を評価する。



出典：平成29年度TSC Foresight セミナー(2017)

◆バイオマスのガス化技術の開発経緯 (ガス化・FT合成事業)

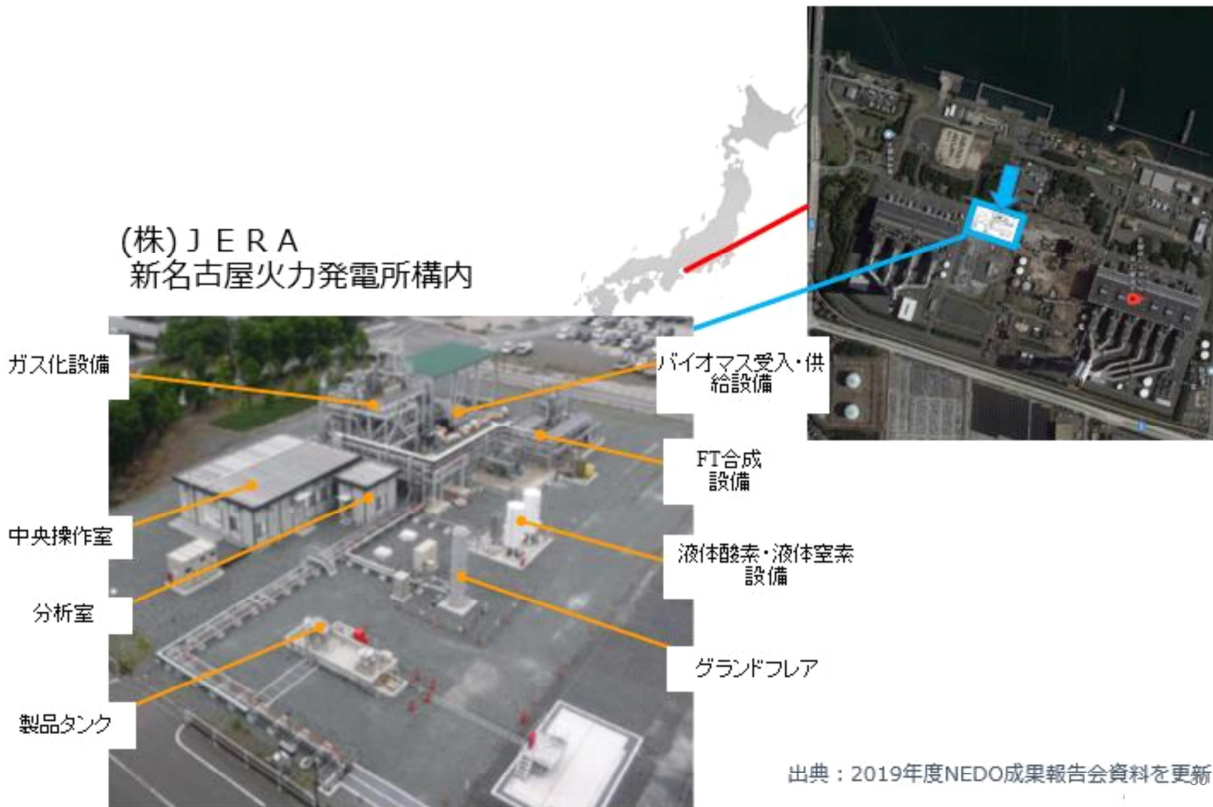
既存事業



出典：平成29年度TSC Foresight セミナー (2017)

◆ガス化・FTチーム：パイロットプラントの概観

既存事業



◆本事業でのアピールポイント

既存事業

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

- ・ ASTM D7566 Annex7規格の認証取得および新規認証方式 (Fast Track) を設定 (世界初)
- ・ 培養条件の多様化 (通年培養) を目指し、期中に雨季培養計画を追加
- ・ 「戦略的次世代」事業の成果に基づき、高速増殖型ボツリオコッカスの実培養による純バイオジェット燃料一貫生産を達成

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

- ・ 木質バイオマスから、バイオジェット燃料の一貫製造 (世界初)
- ・ 国産のFT反応用 圧力容器を作製
- ・ 「戦略的次世代」事業の成果に基づき、高性能噴流床ガス化炉の実用展開を達成

③ NEDO マネジメント

- ・ サプライチェーンへの拡大/体制見直し (航空会社の参画) を推進
- ・ 原料多様化に向けた追加検証 (ガス化・FT) を推進

◆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"> 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) 4g 藻油/m²・日の生産を確認 ASTM D7566 Annex7規格の品質適合確認 	<ul style="list-style-type: none"> 現地での通年培養 	<ul style="list-style-type: none"> 通年培養を目指し、雨季培養を実施予定 	○
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"> 22L/日の生産を確認 ASTM D7566 Annex 1 規格の品質適合確認 	<ul style="list-style-type: none"> 原料の違いによる安定生産 	<ul style="list-style-type: none"> 多様な原料を用いた追加検証を実施予定 	○

◆特許出願・研究発表等

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	計	(件数)
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	

※2020年9月18日現在

・ NEDO Channelにて、YouTube配信

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLZH3AKTCrVsXrMfOtqQKJejHrEOwXPHz5>
<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。

◆知財権の確保に向けた取組

- ・本事業では、各チームともに企業が研究開発責任機関として知財運営委員会を運営。各チームの実用化・事業化のビジネスモデルの実現に向け、事業化を担う実施者が自ら知的財産権の出願等を実施。

<本事業で出願された特許>

出願年月日	出願番号	発明名称	出願人
2019. 7. 10	2019-128499	藻類製造装置	IHI
2019. 9. 2	2019-159453	微生物回収装置	IHI

本事業は、すでに前事業で確立された技術を用いた一貫製造パイロットスケールでの実証のため、特許件数は少ない

IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組み及び見通し

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組

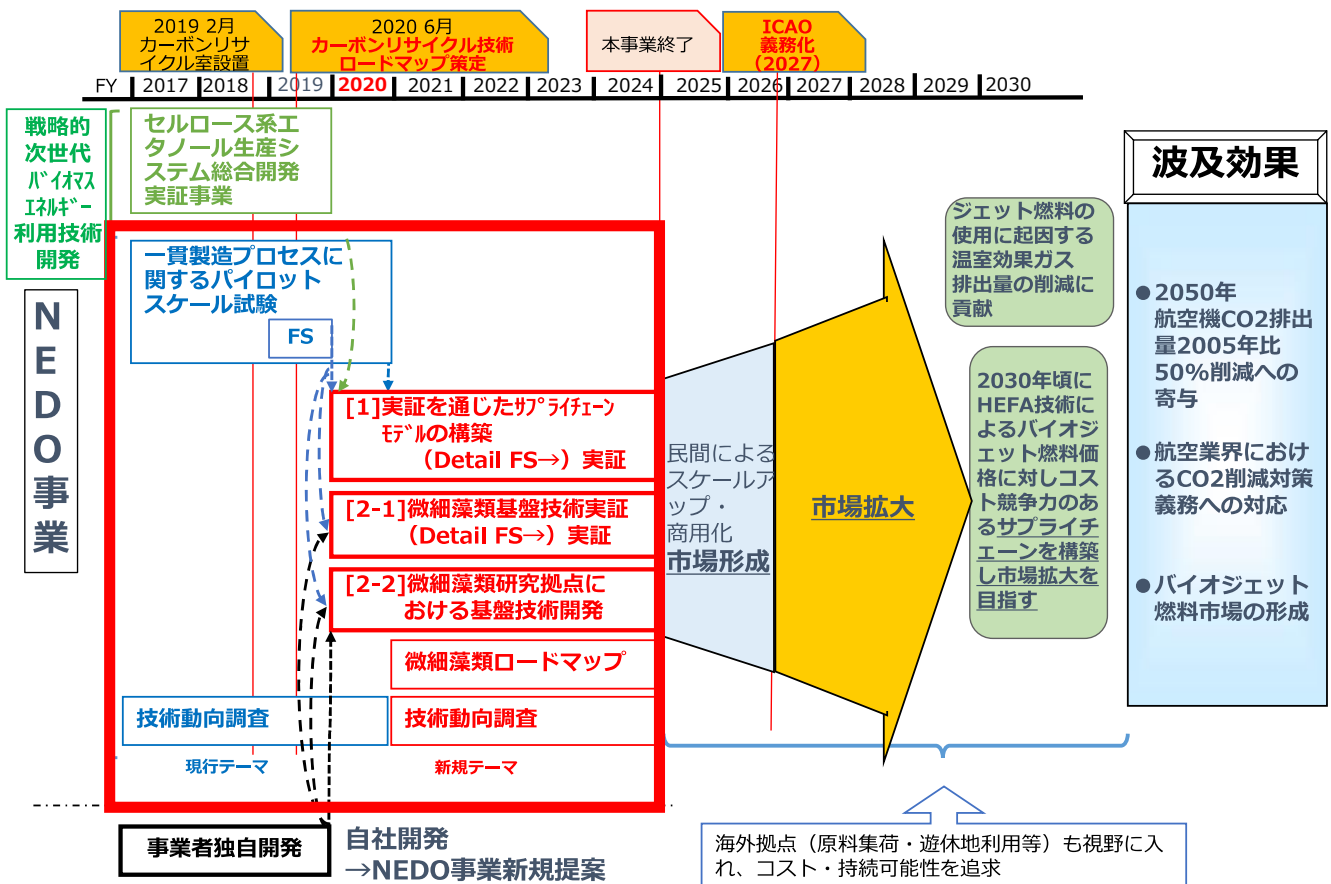
◆実用化・事業化に向けた戦略と具体的取組

- **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**
石油元売りの事業への本格的参画を促す
- **研究拠点を有効活用し、微細藻類の基盤技術の整備、技術情報の共有化による、実用化・事業化加速の推進**
- 「デモフライト」による
バイオジェット燃料に対する認知度向上 (2020年度)
- バイオジェット燃料を是認する世論の醸成に向けた継続的な発信
(「気候変動」への認知の広がりとともに)

◆ 実用化・事業化の見通し

- 「サプライチェーンモデル構築」は、助成事業であり、「微細藻類基盤技術実証」も、後半2年間は、助成事業である。本事業で得た知見を基に、事業終了後、**2025年から各事業者は、実用化・事業化に向けて、独力で展開**を行う。
- **2027年には**、ICAOによるバイオ燃料義務化がスタートすることにより、**国内でもバイオ燃料市場の形成**が始まる。
- **2030年ごろには**、世論の気候変動に対する意識が高まり、**バイオジェット燃料への要望が、世界的に高まり**、国内も同様となる。
- 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**へとつながる。

◆ バイオジェット燃料実用化までの道筋



参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「バイオジェット燃料生産技術開発事業」(中間評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日時:2020年10月21日(水)13:30~16:50

場所: NEDO 2301/2302 会議室 (オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	荻田 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	新田 洋司	福島大学 農学群食農学類 教授
委員	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
委員	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
委員	常田 聡	早稲田大学 先進理工学部 生命医科学科 教授
委員	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
委員	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

<推進部>

大木 雅文	NEDO 新エネルギー部 部長
古川 信二(PM)	NEDO 新エネルギー部 主任研究員
中森 研一	NEDO 新エネルギー部 主査
柴原 雄太	NEDO 新エネルギー部 主査
吉田 行伸	NEDO 新エネルギー部 主査
小林 靖	NEDO 新エネルギー部 主査
木邑 敏章	NEDO 新エネルギー部 主査
森嶋 誠治(元 PM)	NEDO

<実施者>

太田 文彦	東京電力ホールディングス株式会社 経営技術戦略研究所 技術開発部 需要家エリア
水野 智夫	株式会社 IHI ソリューション・新事業統括本部 藻類バイオ燃料グループ
濱田 行貴	株式会社 IHI ソリューション・新事業統括本部 藻類バイオ燃料グループ
金子 典充	株式会社 IHI ソリューション・新事業統括本部 藻類バイオ燃料グループ
篠田 克彦	三菱パワー株式会社 ボイラ技術総括部 ボイラ開発部
山内 康弘	三菱パワー株式会社 ボイラ技術総括部 ボイラ開発部
坂井 清彦	株式会社 JERA 西日本新規事業運営センター 兼 総括ユニット
田邊 一太郎	株式会社 JERA 西日本新規事業運営センター 総括ユニット
小嶋 保彦	東洋エンジニアリング株式会社 プロセスエンジニアリング部
寺井 聡	東洋エンジニアリング株式会社 次世代技術開拓部

<評価事務局>

上坂 真	NEDO 評価部 主幹
塩入 さやか	NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、マネジメントについて、成果について
 - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
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
 - 6.2 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
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
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

開会 (分科会の設置、資料の確認)

1. 開会宣言 (評価事務局)

配布資料の確認 (評価事務局)

配布資料は会議後に回収する旨の周知 (評価事務局)

議事進行の諸注意の確認 (評価事務局)

2. 分科会の設置について

研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明。

出席者の自己紹介 (事務局、各評価委員)

3. 分科会の公開について

4. 評価の実施方法について

議題3,4は事前に説明通りであり、質疑応答済み (評価事務局)

公開議題である部分の議論内容は公開される (評価事務局)

非公開議題の内容は公開されない (評価事務局)

5. プロジェクト概要

5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

資料5に基づき推進部よりあらかじめ説明済み(評価事務局)

5.2 質疑応答

推進部署からの5.1の補足説明と質疑応答が以下の通り行われた。

【荻田分科会長】 資料あらかじめお配りしているということで、質疑応答から入るということですが、その前に推進部署から事前に郵送いただいた資料以外に何か補足説明等ございますでしょうか？

【NEDO 古川主研】 はい。事前にご説明、質問に対して書面をもって回答させていただいておりますけども、さらにいくつかの補足をしたいと思いますので、本日ここでご説明させていただきたいと思います。

【荻田分科会長】 はい。

【NEDO 古川主研】 はい。それでは説明させていただきます。

本日の説明ですけども、スライドに示す通り、五つの、六つの点についてご説明したいと思います。

まず本事業の中間目標ですが、スライドに示す通りとしております。このうち、延べ300日についてご質問をいただいております。この点ですが、実際に年間、実際に300日稼働が必須であるかということではなくて、製造可能な運転技術の確立のためであると我々は考えております。なぜ300日かと言いますと、装置には実際には様々な定期点検等ございますので、そのためにやむを得ず止める日を考慮して300日とさせていただきます。そして、製造可能な運転技術の指標ですが、これまでの経験でプラン等々におきましては、だいたいその10分の1の日数をもって評価するというふうに聞いておりますので、今回、30日の運転ができた場合、その運転技術が確立できた、というふうな判断とさせていただいているところでございます。また、あわせてプラント運転のノウハウにつきまして、手順書に落とし込み、こちらもノウハウとして残していきたいと考えております。

次に、燃料の点についてご質問いただいております。

2050年の時点でバイオジェット燃料、現在のジェット燃料の半分を非化学にする場合、約5億4000万キロリットルが必要だと言われております。現在実際に給油されているバイオジェット燃料の多くは、原料として廃食油や植物油等でございますが、我々としましては、廃食油は限定的ですし、また植物油は可食植物と

の競合がございますので、今後大幅に量を拡大していけるかについては不透明であると理解するところがございます。以上の点から、様々な原料由来のバイオジェット燃料の製造技術を確立することが重要というふうに考えてございます。

次に微細藻類の培養に関して質問がありました。具体的には、微細藻類培養用の1万平方メートル以上で農業と競合しない土地の面積がどれくらいあるのかというご質問でした。実際に1万平方メートル、1ヘクタールですけれども、おおよそその東京ドームとほぼイコールということで、それぐらいの大きさの土地自体は、地球上に数多く存在すると思えますが、厳密に考えますと、農業と競合しないってということは、すなわちその農業に適さない土地であるとも言えると考えております。そう考えますと、持続可能性の観点から、土地の利用であるとか水の管理も重要な課題になってくると考えてございます。以上を踏まえ、具体的に利用できる土地として、例えば石炭採掘跡地があり、こういう外の土地での検討につきましては、今年度から実際に検討を始めることとしております。

また、その他そういう具体的な地面ではなくて、小さなバイオユニットを複数繋げたような、例えばチューブであるとか、あるいはそのクローズ型の大変大きな点滴バックを使ったようなバイオ装置、すなわち空間的に利用するというような事業についても、この事業で今後実施したいと考えております。

次に、GHG削減効果、エネルギー投入効果についてご質問がありましたので、補足させていただきます。このスライドは国連の民間機関でありますICAOがCO₂削減に取り組むスキーム、CORSIAというもので進めているところでございますが、航空機から排出されるCO₂に関しては、2020年以降増加させないというふうにしておりますし、超過分については各エアラインに排出権の購入を義務付けるとしているところでございます。この表はICAOが公表しておりますCORSIAに適応した森林バイオマスのガス化・FTのGHG削減の表でございまして、トータルそこに示しますように、8.3gとなっております。一方で化石燃料になりますジェット燃料は89gとなっております。一方、微細藻類につきましては、今後ICAOの中のFuel Task Groupにおいて議論されると聞いております。翻って、この事業におきましては、今までその事業のプラントなりその装置を運転して得られた結果について、今ご説明したような情報に照らしつつ、検討を行っているところでございます。

また、今後、基盤実証を行うのですが、微細藻類に関してのLCAは、火力発電所からの排熱を利用することや、下水用を使用すること、肥料分の利用等も考えて、LCA削減を検討したいと考えているところでございます。

次にご質問のあったコストについてご説明させていただきます。調査詳細につきましては、この後、非公開セッションで事業者の方からご説明いただけたらと思っておりますが、全般的な考え方についてご説明させていただきます。

コスト軽減の方法の一つとして副産品がございます。この図は、2019年度にNEDOが行った調査報告書からの抜粋です。まず今回ご評価いただきますボツリオコッカスにおきましては、乾燥重量の約半分が炭化水素になっており、残った副産品として、ナフサやバイオディーゼルが考えられる、というところでございます。微細藻類であるため、絞った後、飼料としての利用が考えられますが、残留する炭化水素がございますので、この点の影響について考慮する必要があると考えております。

一方、そのボツリオコッカス以外の藻類に関して、生産物は油脂でございまして、タンパク質を飼料としての利用が期待できると考えております。具体的には、養殖業の飼料が考えられますので、今年度の新たに採択したテーマの中で検討していく予定としております。

サプライチェーンに関してのご説明ですが、2017年度から開始されました本事業に先立ちまして、そこに記載の通り、道筋委員会と我々呼んでいますけれども、正式名が「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までの道筋検討委員会」が2015年に設置されたところでございます。事務局の構成ですが、そのスライドで示す通り、我々NEDOはそのメンバーとして、着実な社会実装に向

け、積極的に関与を多く重ねてまいりました。直近の状況ですけれども、残念ながらオリパラは延期になりましたが、本年5月に、国交省・経産省から、引き続き、社会実装に、一里塚として可能な限り本年中のデモフライトを実現するように、ということで、我々もそれに向けて努力しているという状況でございます。ここからは新規の事業の説明となりますが、確実な社会実装を行うということに関して、事前にご送付させていただいた資料では、まだ採択された事業を公表することができなかつたため、今回改めてご紹介させていただきます。このスライドは、そのうちの一つのテーマのご説明でありまして、実証を通じたサプライチェーンの構築に関する、どういうテーマが採択されたかというご説明でございます。

まず一つは、廃食油を原料とするユーグレナ社のテーマでございます。あともう一つはですね、第2世代エタノールを原料とする Biomaterial in Tokyo と三友プラントサービスの二つのテーマを採択して、事業を開始したところなんです。この二つのテーマに名を置きまして、着実なサプライチェーンを受け、事業の中でサプライチェーンの検討も含めて実証を行っていただくという内容でございます。

次にカーボンリサイクルの観点からの、微細藻類の燃料技術開発に関しての考え方について、ご紹介させていただきます。先週の火曜日だったかと思いますが、カーボンリサイクル国際会議が開催されまして、ご覧になった方もいらっしゃるかと思うのですが、NHK のニュースで我々の事業に関するご紹介されたところがございます。まさにこういう考えに基づいて、我々の事業も行っているというところがございます。

カーボンリサイクルの観点から、今年度新たに広島県の大崎上島に行きまして、他のカーボンリサイクルに関する事業、吸収させてコンクリートを作るであるとか、化学原料を作るだといった事業ですけれども、それとともに、あわせて研究拠点を整備して、微細藻類に関する事業を実施することとしております。これに関して実施されましたのは、一般社団法人日本微細藻類技術協会という団体でございまして、そこにおきましては、様々な藻類や気候条件を再現するような、そういう実験の場を整備しまして、培養方法の比較、あるいは藻の比較でありますとか、LCA 評価の方法や技術経済性の評価、あと、今現在ですねその実施者によって異なったりする様々なその分析方法など、微細藻類に関する技術の標準化等に関して検討を行うということを進めてまいります。

最後に、カーボンリサイクルの観点から、今年度新たにする基盤実証についてご説明させていただきます。こちらにおきましては、若干その基盤という言葉で、ちょっと後戻りしたのではないかと、というようなご指摘がございましたけれども、微細藻類の実用化に関しては、まずは原料となる藻体を、安定的に大量に培養することが重要と考えておりまして、その点を含めて実証したいと考えております。今回採択しました事業としまして、三つほど採択してございます。まず一つは、上から順に、電源開発で、これから実施していきます。海洋性の藻類を使って、他の生物による雑菌汚染等のコンタミに考慮した培養方法に関して、国内で実施する事業をまず一つ。二つ目が、株式会社ちとせ研究所さんの事業ですが、こちらは、マレーシアの石炭開発発電所のそばにおきまして、先ほどご紹介させていただきましたが、チューブでありますとか、あるいは何か大きな点滴バックのような装置を使いまして、大量培養を行うというような事業でございます。最後の三つ目のテーマですが、こちらに関してはインドネシアの炭鉱跡地におきまして、開放型の培養の方法で、副産物を、カスケード的に利用し、コストの低減を図ろうというものです。そのユーグレナをはじめとするチームを採択してございます。

前のスライドで、研究拠点事業がございましてこちらの方と、連携しまして事業を進めてまいりたいと思っております。

以上、これからやっていきます事業を通しまして、確実な社会実装を目指してまいりたいと思っております。以上でございます。ありがとうございました。

【荻田分科会長】 はい、ありがとうございます。それでは、ご意見ご質問等をぜひお願いいたします。ここまで話されました資料を含めまして、この公開部分につきまして、ご意見ご質問等、ございますでしょうか。声を出していただければと思いますが。

【北川委員】 北川ですけれど、よろしいでしょうか。2点ほど気になったところがございます。事前の質問でもお聞きしましたが、廃食油や植物油が、持続可能性が十分でないというご説明をしていますが、新しい事業として、廃食油からバイオジェットを作るというユーグレナさんも採択されていますよね。それを踏まえると、事業では、原料のバラエティを増やすことも重要と考えているように見えます。そのため、こういう原料が良くないからこれをやる、という言い方をしない方が、全体的に見たときにバランスが良いように思いました。それが1点めです。

【NEDO 木邑主査】 ご質問ありがとうございます。NEDO の木邑でございます。ご指摘の通り、先ほどスライドでもお示ししましたように、ここでの一番の趣旨は、多様な原料からのバイオジェット製造を、これから 2050 年に向けて、需要を考えると、それが重要であるということが一番に申し上げたかったところがございます。さらに加えるとすると、

現状、一番先行している技術の、成熟している廃食油からのバイオジェット燃料製造ですけれども、それだけに依存してはいけないということで申し上げております。最後に、新しい事業として、ユーグレナさんがやることを採択した理由といたしましては、我々としてはやはり早期の社会実装を目指していくということもございますので、そうした意味で、廃食油からのバイオジェット燃料というのもあわせて採択して、早期の実装を目指し、自社商用化を目指していただきたいと、そういった考えでございます。

【北川委員】 はい。それであれば、最初の時点では、持続可能が十分ではない、というように否定しない方がよいと思います。結局、藻類でも土地利用の問題なども出てきますので、何らかの自己矛盾が生じる可能性があります。そのため、あまり強調しない方がよいと思います。

もう一つは、藻類からのバイオバジェットの製造は、世界中で技術開発が行われていると思うのですが、本事業で開発された技術の世界での立ち位置はどのようになっているのでしょうか？ いろいろな技術がある中で、優れている点とネガティブな点、プラスとマイナス面などがあると思うのですが、その比較がなされていないと思いました。どのようにお考えでしょうか？

【NEDO 木邑主査】 藻類からのバイオジェット燃料製造については、私どもベンチマークをしております。報告書の中でもそういったご報告はしていますが、現状、商業化的なものを目指す大規模な報告というものは無いというような状況で、そういった意味で、今回の NEDO のプロジェクトは、世界的に見ても先端に近いところにいると考えております。

その一方で、他の技術と比較したときに、まだまだ課題はございまして、先ほどの土地利用、水の問題等がある中で、微細藻類については、拠点も作り、強化して進めていきたいと考えております。

【北川委員】 レベル的には先端の位置にあるってということですね。ありがとうございます。

【荻田分科会長】 ありがとうございます。他ございますでしょうか？ぜひ積極的なご意見をお願いいたします。

【新田委員】 委員の新田ですが、よろしいでしょうか。

【荻田分科会長】 新田先生お願いします。

【新田委員】 さきほどの質問に対する回答の中にあつた 300 日の問題ですけれども、これは私の日本語としての読み方が悪いのかもしれないのですが、微細藻類技術及び BTL 技術を用いた、となっているんですが、この「及び」の読み方なのですが、300 日は、微細藻類技術または BTL 技術で 300 日なのか、両者がかかって 300 日なのか、教えていただきたいと思ひます。

【NEDO 木邑主査】 それぞれの技術を別々に目標を立てております。ですので、微細藻類の場合年間 300 日相当、BTL の場合も年間 300 日相当ということでございます。

【新田委員】 はい。わかりました。ありがとうございます。そうすると、1日当たり 20 リットルというのも同じということでしょうか。

【NEDO 木邑主査】 はい。そうなります。

【新田委員】 はい。わかりましたありがとうございます。

【荻田分科会長】 はい、ありがとうございます。他にございますでしょうか？

【光川委員】 光川ですけれども、よろしいでしょうか？

【荻田分科会長】 光川先生、よろしくお願ひします。

【光川委員】 すいません。先ほどの北川先生の質問とも関連するんですが、私の質問の中で、4 ページ 2-4 のところで、1 万平方メートル以上の土地の面積は？というのを、質問させていただきました。それについては、石炭採掘跡地の活用や空間的な利用、というご回答をいただいています。ただし、持続性っていうか、どの程度の量が確保できるか、ということ私は知りたいと思っていて、2050 年の 5 億 4000 万キロリットル、これを生産するために、現在の藻類であるとか、バイオマスの FT からのジェットの製造で、最も良い効率、最終目標とする効率が出せた場合に、農地というか空間的な土地利用ということと合わせ、要は太陽光が照射される面積だと思うんですが、それが一体どの程度の面積が必要になるのか、ということは、一度明確にしておかれた方が良いのではないかと、思っています。

【NEDO 木邑主査】 光川先生、ご指摘ありがとうございます。そういった大局的な観点から、今後見ていきたいと思っております。ご質問ありがとうございました。

【荻田分科会長】 はい。ありがとうございます。エネルギーは太陽の光から来るので、ある程度計算が可能になってくるとは思いますが、それでもってどのくらい広げられるか、みたいなところもまたぜひ試算に入れていただければというような感じです。他にございますでしょうか？

【吉井委員】 吉井ですよろしいでしょうか？

【荻田分科会長】 よろしくお願ひいたします。

【吉井委員】 私の方で先に質問をさせていただいた、先ほどお話のあった目標値のところですけども、まず 20 リットル/日以上と書かれているところは、現状では、どのスケールのプラントによって実現できる数値を表しているのでしょうか。一般的にこういったものは、小さなスケールである時は収率が良く、大きくなればなるほどなかなかその通りにはいかない、というのが現状だと思います。その辺が、現在のその開発なり、その実施されている大規模化の中で、どの程度のスケールの段階でここまでできているのかな、どの質問等の回答を見てもよくわからなかったので、教えていただきたいと思ひます。

また、同じことが 300 日にというのにもあって、現在のタイのスケールのそれぞれによって 300 日稼働なのか、トータルそれぞれで連続稼働が実現すればいいのか、そのあたりの目標設定っていうのが、ちょっとわかりにくいので説明いただければと思ひます。以上です。

【NEDO 木邑主査】 はい。ご質問ありがとうございます。今回の目標は、実際のパイロット試験の設備において、ということで考えております。ただし日数については先ほどご説明した通りの条件ということで持っております。微細藻類についても、後ほど非公開セッションで詳しく説明があるかと思ひますが、1 ヘクタール規模でやると、そういった中で、1 日 20L 以上とが可能かどうかといったことで目標設定をしております。今後実際に実証プラント、実質スケールでやるという場合において、またその時点で設定がされるのではないかとと思ひますが、あくまでも今回の目標については、今のパイロット試験での評価ということで考えております。

【荻田分科会長】 はい。ありがとうございます。

玄場先生、イノベーションの立場で、今回の発表で何かございますか？

【玄場委員】 研究開発としてジェット燃料というのはよくわかるのですが、一番ハイエンドであるため、そもそもコストの話とかもちょっと出たところで、ジェット燃料じゃなくて、もう何か売れるもので、すぐにできちゃうものもある気がしたのですが、これは間違っているのでしょうか？

【NEDO 木邑主査】 今回は、世界的な気候変動の動きと国の政策を受けて、バイオジェット燃料をいかに早く

社会実装させるかということ、そもそも設定されているという前提がございます。ですので、事業化という点では、バイオマスの利用という点で、他のものも当然あるかと思いますが、今回は、ジェット燃料を供給するという点での事業、ということでもまずご理解いただければと思います。その上で、バイオジェット燃料の事業化を成り立たせるために、副産物の事業等と組み合わせることによって、より社会実装に繋げていくと、そういった考えで進めておるところでございます。

【玄場委員】 言い方の問題で、もし可能であれば、そういったのが一番ハードル高い。一番、今回の技術が必要なジェット燃料を開発するからこそ、もうちょっと低レベルの製品だと簡単に事業化ができるっていうことがもし言えるんだったらそのほうが良いと思います。ハードルが高い感じがちょっとしたので、またハードルが低いものでも発表効果がある、みたいなことがもし言えるといいかな、と思います。

【NEDO 木邑主査】 ご指摘ありがとうございます。

【荻田分科会長】 はい。ありがとうございます。常田先生、政策に関連して、何かございますか。

【常田委員】 時間がつまっておりますけど、簡単に。私の方は、タイで進められている事業について、その水処理に今後の課題がある、というふうにも言われていましたけども、今回、カーボンだけに着目するのではなくて、窒素、リンといった生物に必須な元素は、必ず供給されていると思います。それらの行く末、というかどこかへ行ってしまっているのか、それがまた環境汚染問題に繋がることがないのかどうかということは、しっかり見ていかなきゃいけないと思います。その点に関して今後の計画でも結構ですので、今の時点で考えられていることをお伺いしたいと思います。

【NEDO 木邑主査】 ご指摘ありがとうございます。

まずその窒素、リンの供給の点につきましての課題として認識しているのが、やはり現状はいわゆる肥料を使っているケースが多いので、それによる GHG の問題がありますので、なので現地地下水を利用するとか天然の窒素・リンを使ってやるということが一つあるかと思っています。

培養後の、窒素、リンについても、水質汚染を起こさないようにということも、可能であればリサイクルしていくとか、そういったことも方向性としてはあるかと思っておるところでございます。ご指摘ありがとうございます。

【常田委員】 わかりました。

【荻田分科会長】 ありがとうございます。他にもご意見、ご質問等があるかと思いますが、予定の時間が参りましたので議題5を終了いたします。次の議題に移る前に、次は非公開セッションになりますので、実施者の方のご入室をお願いいたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細

6.1 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
省略

6.2 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

ここから議論が再び公開になります。ここから先の先生方の発言は公開として議事録に記載されますのでご注意ください。

【荻田分科会長】 議題8、まとめ・講評です。吉井先生から始めて、最後に私という順序で講評をいたします。それではまず吉井先生からよろしくお願ひいたします。

【吉井委員】 研究開発プロジェクトですので、やはり、数値目標というのをきちんとそれぞれ立てていただきなり、PDCAのサイクルを回されるにしても、KPIをきちんと決めて、それがどれくらい達成しているか、というところを、評価軸として見ていきたいと思ったところでした、ちゃんとそこをやっていただきたい。あともう一つはコロナ禍で、ニーズが少しずつ変わりつつあるというのを見据えて、必要とあればプロジェクトの方向性等についても、適時見直すことも含めた検討が必要じゃないかと考えております。以上です。

【荻田分科会長】 はい、吉井先生、ありがとうございます。それでは、光川先生、お願ひいたします。

【光川委員】 はい、吉井先生のご意見の繰り返しにもなると思いますが、今回2つ報告された研究開発は、いずれも苦勞されながら、目標に対して、一部未達であったり、あるいはもう達成できている部分があったりということで、非常に精力的に取り組まれたなというのが、まず1つ目の私のコメントになります。その上で、やはり経済市場、政策動向というのが常に変化しますので、それをつかむのは難しいのですが、2020年度からスタートされる継続のプロジェクトにおいては、まずそういった状況変化を織り込んでいていただきたいと思います。よろしくお願ひいたします。

【荻田分科会長】 はい。ありがとうございます。常田先生、お願ひいたします。

【常田委員】 今の2つのプロジェクトを並行して、非常にフェーズが違うプロジェクトかも知れませんが、NEDOが上手く先導し、FT合成を先に世に送り出して、微細藻類は最終的に日本固有の技術として、ロバスタな技術として、ぜひ社会実装していただきたい、と思いました。

それで、先生方からも何度も質問やご指摘あったと思いますが、やはりNEDOが主導されるのであれば、もう少しLCAとかエネルギー収支、そういったところに敏感になっていただきたいという風に思いました。もちろんLCA評価を国際基準に沿う形で、これからきちんとやるということはおっしゃっていましたが、その出来上がった技術に対して評価をするのではなく、技術を開発している途中過程で、LCAは難しいかもしれませんが、少なくともエネルギーの収支でしたら、簡単に算出できると思いますので、どこがボトルネックになって、その後に収支が悪くなっているのか、っていうことを、途中途中でもレビューしながら、環境に優しい技術というものを開発していく、それをぜひNEDOに先導していただければと思います。

それから、私が最初の方でも申し上げた通り、炭素でなく、特に微細藻類の方は窒素、リンというものを原料として使っていて、そのゆく末については、やはりかなりケアした方がいいと思っています。少し残渣の利用方法についての視点が足りないように思いました。窒素、リンをかなり含んでいる残渣だと思われるので、窒素、リンがばらまかれてしまうと、富栄養化問題、それこそアオコが発生したりとか、そういう問題が起きますので、熱利用するということはわかるのですが、もう少しコンポストなど、窒素、リンを生かすようなプロセスも考えていただきたいと思います。以上です。

【荻田分科会長】 ありがとうございます。玄場先生お願ひいたします。

【玄場委員】 研究開発という構想で行くと、評価として意義あるものだったのではないかな、と思います。事業性ということであれば、現時点ではありえないわけですね。

あれだけの手間暇かけられて、10Lとか30Lって話ですと、ジェット燃料の変化、いろんな市場変化はありますけれども、1日1万円にもならないわけで、相当厳しいとは思いますが、それを悪いというのではなく、やはり、研究開発というものはそういうものだという話で捉えれば、それがわかったってことも非常に大事なかなと思います。また、2027年の話はむしろ前面に出した方が、もっと前面にならないといけない話だと思うし、逆に、出していくと、この研究開発は意味があるのだということは、あっていいのではないかなと思います。

私が少し荒く計算したのですが、混合率がまだ決まってないですけど、もし 1%みたいな話になると、数万ヘクタール必要で、現時点の政策で行くと、耕作放棄地は 50 万ヘクタールあるとあって、ググったら出て来るわけですけど、数万ヘクタールというのは、ありえない数字ではないわけです。

しかも、イノベーション研究として、例えば、1 ヘクタール当たり 100 万円の補助金をつけるなんて言ったら、実は数百億になるわけですね。

それは、実は大した話じゃないってことあると思います。政策的に言うと、そういうことは、計算できるがあえてされてないところがあると思いますが、私はあえてやはりこういう課題があって、それに向けて、戦略目標としてこうしていくのだという前向きに情報発信をされても、いいのではないかと、思いました。

【荻田分科会長】 はい、ありがとうございます。北川先生。お願いいたします。

【北川委員】 北川です。私は自身がバイオ液体燃料研究をしているので、非常に複雑な気持ちで説明を聞いていました。

まず、将来 2050 年を考えた時に、開発しておかなければいけない技術だと思っています。だから、開発自体は賛成しています。しかし、玄葉先生がおっしゃっているように、扱い方でちょっと気になるところがありました。

私は化学の専門家でもありますので、目的成分ができてさえいれば、分離と蒸留・精製を一生懸命に行えば、現在の品質規格を満たす製品を取り出すことは可能と考えます。だから、そこはゴールではないと思います。品質規格を満たす製品の収率が何%なのか、その収率を増やすための因子は何か、といったところがポイントだと思います。

あとは、やはりバイオマスというのは多成分混合物ですので、それを、石油化学産業で行ってきた手法に従い、1つのものを取り出して、それを目的のものだけに交換して、徹底的に分離精製して使うということに、疑問を持っています。バイオマスの多成分という特徴を捉えて、それら成分を1つでも多く如何に有効に使うか、ということが重要な選択肢だと思います。

もう1つ、実際には、ジェット燃料に 0.00 何パーセントというごく微量を添加するわけですよね。このような微量の添加物が、実際にはどの程度の影響を及ぼすのでしょうか？ ごく少量を混ぜるのですから、もう少し規格を緩めてもいいのではないかと、とも考えています。サプライチェーンを作るのであれば、そういったところも踏まえて、燃料を利用する航空機側の方々にも理解していただく必要があると思います。本当にバイオマス燃料を使うことを考えるのであれば、そういったところも踏まえて、どこまで品質ラインを下げられるかという検討も必要だと思っております。余計なことではありますが、今日もお話を聞いてその必要性を感じました。以上です。

【荻田分科会長】 はい、ありがとうございます。新田先生、何かございますか？

【新田委員】 新田でございます。端的に申し上げまして、技術的なところは私の感覚としてはかなり進んでいると思います。ただ、最終的にやっぱり社会実装を図る必要が、達成する必要がある。その際に私の視点から強く思うのは、原料、材料の調達のところ、非常に私が今日のお話、話の資料を拝見して、心配に思っています。

どちらも、特に FT 合成の方では、木質バイオマス調達の変遷という中で苦労しておられる。ただ、そういうことじゃなくて、やはり持続的に、いつでも石川県のどここの杉ということではなく、もうちょっと広範囲に調べられて、持続的に調達ができるような、そういった線から、この木質バイオマスを探索される必要があるのではないかと、思いました。また、ボツリオコッカスにつきましても、雨季が問題だという風に私も申し上げましたけれども、問題の核心がまだよくわかってないようなご発言もありましたが、問題だったら、その問題の核心を明らかにして、解決できるような方法をやはり考える必要があると思います。

そういった点から、材料という点で、どちらも今後さらに、生物学的な視点も含めて、あるいは農学的な視点も含めてご検討いただきたいと思います。最終的に社会実装したのだけでも、材料がありませんっていうのでは、ちょっと済まされないと。以上です。

【荻田分科会長】 はい、ありがとうございます。

いろいろ皆さん、先生方の意見も聞きました。実際、今、新田先生が言われた通り、私も以前木質バイオマスの火力発電所を運営するという話があった時に、どうやって木材を集めるんだ、みたいな議論が逆に起こってしまって、国内も木材が足りない、みたいなことになるわけで、実際にはそういうところも含めて考えて欲しいなというところもあるのと、先程北川先生が言われたような、ここから先、燃料にもっと降りてきてもらうとか、それから光川先生が言われたようなことも含めて、よく理解できます。

ただ、ここまで NEDO がこうしてやってきて、実装するために、航空会社あるいは JAXA を含めて、実際に燃焼できるような燃料を作ってきたということは、評価してもいいかなと思う。遅いという議論もありましたけれども、それは十分に評価した上で、ここから先、例えば、今度、海洋性の藻類を使えば、日本は、海はすごく広いので、湾内を含めて、例えば、フロートを置くみたいなことも考えられるだろうし、いろいろまだ展開ができると思います。今後に対してということが、皆さん非常にいろいろあったと思いますが、ただ、ここまでの評価というところでは、ちゃんと評価をして、皆さんにもコメントを書きいただきたいと思っています。

以上。これで終わりたいと思います。ありがとうございます

【NEDO 塩入主査】 それでは最後に、推進部長から一言ございますでしょうか？

【NEDO 大木推進部長】 今日は長きに渡りどうもありがとうございました。いただいたコメントにつきましては真摯に受けまして、事業者とも共有して、これからの事業化もそうですし、今後、NEDO にとっては次の事業に対してもうまく生かしていきたいという風に思っております。

1つ1つについてお話することは出来ませんが、本当におっしゃる通りのところでして、我々も悩みながら進めようと思います。いろいろと事業をやるに当たりましては、他の有識者の方も踏まえて、議論もさせていただいておりますし、役所の方、経産省に限らず、国交省の方に、もう実際プラントを見に来ていただいたりと、そういう形でうまく繋げていって、ムーブメントを盛り上げていきたいという風に思っておりますので、今後ともいろんな時に折を触れて、また、いろいろとご相談させていただくこともあるかと思いますが、この流れをしっかりと続けていくために、いろんな形でのサポートをお願いしたいと思います。我々も引き続き残り5年間事業をやっていきます。今日は本当ありがとうございました。

【荻田分科会長】 はい、以上でこれをもって。議題8を終了いたします。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

バイオジェット燃料生産技術開発事業（中間評価）プロジェクト評価分科会
質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答	委員氏名
資料 7-11・v	海洋ケイ藻によるジェット燃料ということですが、ボトリオコッカスではない藻類を使うという認識で合っていますか？	その通りです。 <i>Fistulifera solaris</i> と <i>Mayamaea</i> sp. の 2 種の海洋ケイ藻を用いております。	荻田委員
資料 7-1 III-9	ボトリオコッカスのゲノムからの情報で、収量の増加や増殖速度の向上に寄与しそうな遺伝子がありましたか？	収量増加や増殖速度向上に寄与する遺伝子の候補として、炭酸固定酵素遺伝子や光合成関連遺伝子の同定はされましたが、増殖速度の速い HGBb 株に特徴的な遺伝子は特定されておられません。	荻田委員
iii-18	木質バイオマスとして、杉は、ガス化に向いていますか？樹種は燃料の質的にどれくらい影響するものなのでしょうか？ ガス化における水分や水素、酸素の添加量などの条件は、燃料の質や収量の変化を与えますか？	杉をガス化原料として使用することに問題はありません。樹種による燃料の質の違いについては、基本的な成分に大きな違いがないことから影響しないことを検証しております(前事業)。樹種よりも、水分量や発熱量は収量の変化に影響があります。 また、ガス化は、木質バイオマスから H ₂ O と O ₂ をガス化剤として CO と H ₂ を発生させるものなので、H ₂ O と O ₂ の添加量は収量に影響を与えます。特に O ₂ の量を抑えることが重要です。ガス化の段階のご指摘の条件で、燃料の質に影響があるとは考えておりません。なお、ガス化においては、H ₂ は添加しません。	荻田委員
資料 6-2 の 3 頁	「実用規模システムの適正化検討」とあるが、具体的な実施事項と何をもって適正と評価するのかを教えてください。	今回のパイロット設備での試験結果を踏まえ、実用規模プラントを設計する商用機 FS を行います。その中で、総合効率最大化を狙ったシステムの最適化や物質収支・熱収支の確立等を行います。そのことを「適正化検討」と称しています。	吉井委員

<p>資料 5 スライド 16 および 24</p>	<p>2019 年のカーボンリサイクルの政策を受け、微細藻類について大量培養技術の開発を含めた事業の拡充を実施することになったという説明がありました。カーボンリサイクルの政策によって、本事業における目標がどのように変わったのか、具体的に説明して下さい。</p>	<p>すでに 2017 年度から開始している本事業の目標自体の大きな変化はありません。しかしながら、微細藻類によるバイオジェット燃料製造が、まさにカーボンリサイクルの政策と合致するため、バイオ燃料や副生物も含めた事業化に向けた技術開発や社会実装の加速化が求められており、それを受けて、2020 年度からの事業において、加えて、「バイオジェット燃料生産技術開発事業／微細藻類基盤技術開発」を立ち上げました。</p>	<p>常田委員</p>
<p>資料 7 III-8～III-10 ページ</p>	<p>HGBb の葉緑体ゲノムには他の藻類の葉緑体と比べてどのような特徴的な遺伝子が含まれていたのか、また、HGBb の増殖の速さとの関係性についての考察も聞かせて下さい。同様に、HGBb のオイル合成関連遺伝子に特徴的なものが見られたのか？という点と、後段の改質プロセスでのバイオジェット燃料の収率を高めるために重要なオイル合成関連遺伝子は特定できているのかどうか？という点についても聞かせて下さい。さらに、遺伝子組換え藻類の屋外使用について、環境中への拡散をはじめとした安全性の問題やカルタヘナ法との関係、およびそれらを克服するアイデアについても聞かせて下さい。</p>	<p>他の藻類の葉緑体との比較において、HGBb の増殖の速さと関係するような特徴的な遺伝子の存在は、明らかになっておりません。</p> <p>オイル合成関連遺伝子については、HGBb の属するボツリオコッカス属は、他のバイオジェット製造に関わる藻類と異なり、炭化水素を生成する。その炭化水素であるボツリオコッセンの生合成遺伝子は、特徴的なものとして同定されております。</p> <p>改質プロセスでのバイオジェット燃料の収率向上のために重要なオイル合成関連遺伝子の特定はできておりません。特段、そのような遺伝子の存在を示唆するような事象も把握しておりません。</p>	<p>常田委員</p>
<p>資料 7 iii 3. 研究開発成果について 【(i)技術動向調査】</p>	<p>技術動向調査によって、国内バイオジェット燃料サプライチェーン全体を一気通貫で構築する必要性が示唆されました。これを受けて、NEDO 主導でどのようなサプライチェーンモデルを示すことを考えているか、鍵となる業種を含め、具体的な戦略を聞かせて下さい。</p>	<p>当 NEDO 事業の中で、石油元売り業者、航空機運航会社を事業者として参画するように促しています。これにより、原料調達・供給、粗油製造、改質、既存ジェット燃料との混合、飛行機(空港)への給油までのサプライチェーンを構築することで、新たな課題を抽出し、社会実装を加速させることを考えております。</p>	<p>常田委員</p>
<p>資料 7 ii 開発体制</p>	<p>2020 年度から始まる「微細藻類基盤技術開発」の具体的な内容や目的を聞かせて下さい。本事業がフェー</p>	<p>微細藻類はカーボンリサイクル技術のひとつとして位置づけられており、バイオジェット燃料を含む、微細藻類</p>	<p>常田委員</p>

	<p>ズとして実用化・事業化の段階に来ているにもかかわらず、基盤技術開発に戻っているように見える点が気になります。</p> <p>(私の単なる勘違いかもしれませんが、今回の中間評価とは関係がないかもしれませんので、お答えになり難ければ無視していただいて結構です。)(別紙 P3)</p>	<p>による製品の安定供給には、安定大量培養技術の確立が不可欠であります。併せて二酸化炭素の有効利用を図りつつ、事業化への様々な培養に関する課題に対し、共通要因や評価手法を整理したうえで検証を図ることが今後重要と考えております。</p> <p>目的は、「バイオジェット燃料の商用化に向け、バイオジェット燃料の原料であり、カーボンリサイクル技術の一つである微細藻類の培養技術を確立する」ということです。</p> <p>具体的には、以下の2事業を実施します。</p> <p>① 微細藻類基盤実証技術 「主たる生産物として純バイオジェット燃料 (ASTM D7566 規格準拠) の生産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実用化を行う際の1ユニット単位となる規模での比較検証を含む実証を行い、安定大量培養技術を確立する」というものです。</p> <p>② 微細藻類研究拠点における基盤技術開発 「広島県大崎上島町において、微細藻類技術の向上を図り2030年頃のバイオジェット燃料生産技術に係る確実な市場形成および社会実装に資するため、様々な条件下での藻類種ごとの実証データ取得が可能なテストベッドを含む研究拠点を整備し、事業化にあたっての課題の解決や培養工程でのCO₂利用効率を向上させるための手法の検討等を行う」というものです。一例としては、現在、各事業者によってばらばらである試験方法等の標準化が挙げられます。</p> <p>上記①の実証事業での結果を②の研究拠点において精査し、相互にフィードバックしながら、PDCAを回すことで、実用化に向けた技術開発を加速することを狙っております。</p> <p>詳細については、別添の公募要領からの抜粋をご参照く</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

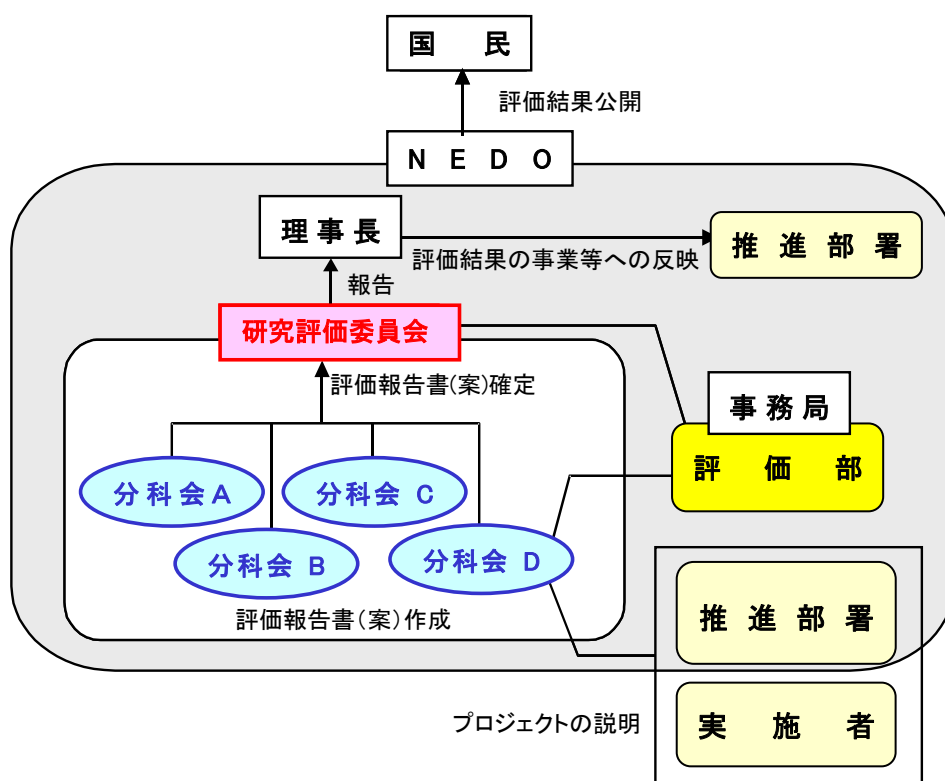
		ださい。	
3・ 資料5のスライド33あたり	ガス化・FT合成で、「原料の違いによる安定生産」・「多様な原料」などとあります。木質バイオマスの調達の考え方（地域、種、賦存量など）をご教示ください。また、同一種（スギ、マツなど）でも地域や品種によって特性が異なると思われませんが、検討されればご教示ください。	<p>OPEX 低減のため、まずは安い原料であることが望まれます。研究の中で、水分量や発熱量が収量に影響を与えることがわかっており、多様な原料に対応するための前処理の工夫が重要となります。</p> <p>樹種、あるいは同一種の地域・品種による原料燃料の質の違いについては、基本的な成分に大きな違いがないことから影響しないことも検証しており(前事業)、その違いよりも、水分量や発熱量が、収量の変化に影響を与えるものと考えております。</p>	新田委員
資料6 スライド16	一貫プロセスにおける濃縮回収、乾燥工程のプロセスフローや条件に興味がある。どのように省エネルギー化しているのか？すでに解決しているのか、今後の課題となっているのか、など。	<p>濃縮回収は藻体の粒径が大きい特徴を利用しフィルタで濃縮を行い、乾燥工程は天日乾燥で省エネルギー化を図っています（別紙P4, 5）。</p> <p>濃縮回収、乾燥工程プロセスは、エネルギー収支、GHG排出量のLCAの観点からも、重要な課題であると考えております。本年度から実施の「微細藻類研究拠点における基盤技術開発」事業において、この点についても、比較検討を行う予定にしております。</p>	北川委員

参考資料 2 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて実施する。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における研究評価では、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
 - 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む
 - 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員は、以下のような観点から選定する。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、委員を分科会委員名簿の通り選任した。

なお、本分科会の事務局については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

3. 評価対象

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリング及び実施者側等との議論を行った。それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

評価対象プロジェクトについて、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての取組や見通し等を評価した。

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」に係る 評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

(2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・ 達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・ 計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っているか。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必

要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産に関する取扱（実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む）を整備し、かつ適切に運用しているか。

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・ 設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外で適切に行っているか。

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

「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用（顧客への提供等）が開始されることを実用化と定義し、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動（売り上げ等）に貢献することを事業化と定義する。

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・ 想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・ 競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

「プロジェクト」の中間評価に係る標準的評価項目・基準

※「プロジェクト」の特徴に応じて、評価基準を見直すことができる。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

なお、「プロジェクト」が基礎的・基盤的研究開発に該当する場合は、以下のとおりとする。

- ・「実用化・事業化」を「実用化」に変更する。
- ・「4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて」は該当するものを選択する。
- ・「実用化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

「実用化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることをいう。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業の目的の妥当性

- ・内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

(2) NEDO の事業としての妥当性

- ・民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDO の関与が必要とされる事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っている

か。【該当しない場合、この条項を削除】

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・知的財産に関する取扱(実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む)を整備し、かつ適切に運用しているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。【該当しない場合、この条項を削除】

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・成果は、中間目標を達成しているか。
- ・中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。

・一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行っているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

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 【基礎的・基盤的研究開発の場合を除く】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・実用化に向けて、課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等の把握は進んでいるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

【基礎的・基盤的研究開発の場合のうち、知的基盤・標準整備等を目標としている場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・知的基盤・標準の整備及び活用の計画は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・知的基盤・標準を供給・維持するための体制の検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・整備する知的基盤・標準について、利用の見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

参考資料 3 評価結果の反映について

「バイオジェット燃料生産技術開発事業」（中間評価）の評価結果の反映について

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>① 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。</p> <p>② 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。</p> <p>③ 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。</p> <p>④ 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</p>	<p>① 基本計画にも記載の通り、本事業を進める中で、製造工程で排出される温室効果ガスも考慮して、排出削減率の見積もりを行う。</p> <p>② 今年度から実施のロードマップ作成の委託事業において、社会実装を想定した、事業性・経済性の具体的な目標を設定し、目標達成に向けた個々の事業の実施計画の中に反映させ、研究開発マネジメントを行う。</p> <p>③ 今年度から実施のロードマップ作成の委託事業において、社会実装を想定した、事業性・経済性の具体的な目標を設定し、目標達成に向けた個々の事業の実施計画の中に反映させ、研究開発マネジメントを行う。</p> <p>④ 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想定される必要原料について検討し、藻類については、培養に</p>

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>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。</p> <p>⑤ 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。</p> <p>⑥ 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。</p> <p>⑦ 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が実用化・事業化への進捗を評価していった欲しい。</p> <p>⑧ 今後は、国際的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。</p>	<p>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を試算し、今年度の成果報告書に記載する。</p> <p>⑤ コスト低減につながる研究開発課題を設定する。次年度以降の事業において考慮する。</p> <p>⑥ 特許について、基本的には、「オープン&クローズ戦略」で対応する。微細藻類の標準化などについては、関連事業者への幅広い活用を目指すオープン化を進めるとともに、実証事業の独自技術（ノウハウ）に関しては秘匿化を進める。論文については、是々非々で個別に判断する。</p> <p>⑦ コスト削減効果を試算し、常に研究開発を見直し、実用化・事業化への進捗評価を実施する。</p> <p>⑧ 競争力のあるバイオジェット燃料を生産するため、今年度から実施のロードマップ作成の委託事業において、経済性やライフサイクルアセスメントについて、十分に検討し、それに基づき、課題を明確にし、個々のプロジェクトの実施計画の中に、反映させる。</p>

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 評価部
部長 森嶋 誠治
担当 塩入 さやか

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー20F
TEL 044-520-5160 FAX 044-520-5162