

# 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」 2017～2024年度（8年間）

中間評価：2020年度～2022年度

評価分科会開催 2022年11月4日

## プロジェクトの概要

分科会資料抜粋版

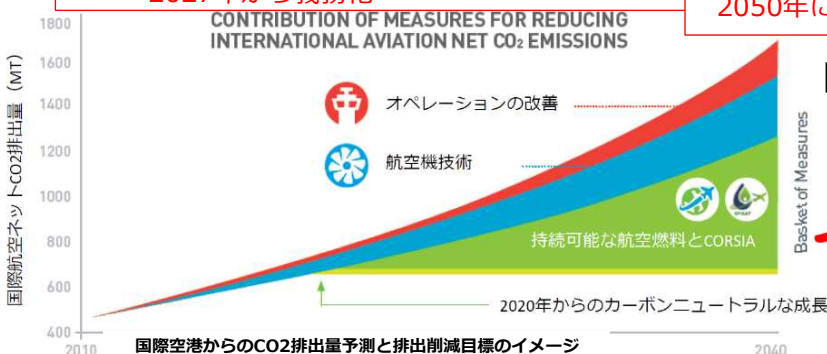
## NEDO 新エネルギー一部

### I. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性 航空業界の動向

- ・ **世界の航空輸送部門**では、航空機燃料として石油由来の炭化水素を用いている中、**地球温暖化対策が大きな課題**となっている。
- ・ **国際民間航空機関 (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 年に策定し、2027年以降の温室効果ガス排出量削減の義務化を見据え、バイオジェット燃料を含めた**持続可能な航空燃料** (SAF : Sustainable Aviation Fuel) の**導入が期待**されている。
- ・ ICAOによる国際航空輸送分野のCO2排出量削減目標の達成に向けて、**世界的にもSAFの需要拡大**が見込まれる。

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

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



#### 【CORSIAによる 目標達成手段】

- ① オペレーション改善
- ② 燃費向上
- ③ SAF
- ④ 炭素クレジット

CO<sub>2</sub>削減の  
手段として  
SAFの導入  
が期待され  
ている

全世界SAF想定需要(最大)  
5.5億kl @2050\*

\*ATAG(Air Transport Action Group)の予測

# I. 事業の位置付け・必要性

## (1) 事業の目的の妥当性 COP26/日本政府の動向

### 【COP26】2021年11月

#### 国際航空分野：国際航空気候野心宣言

- 署名国(18カ国)が、パリ協定の1.5℃目標と一致し、2050年ネットゼロCO2排出に向けた業界の取組を考慮して、ICAOによる野心的な長期目標の採択を支援するもの



[https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku08\\_hh\\_000028.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku08_hh_000028.html)

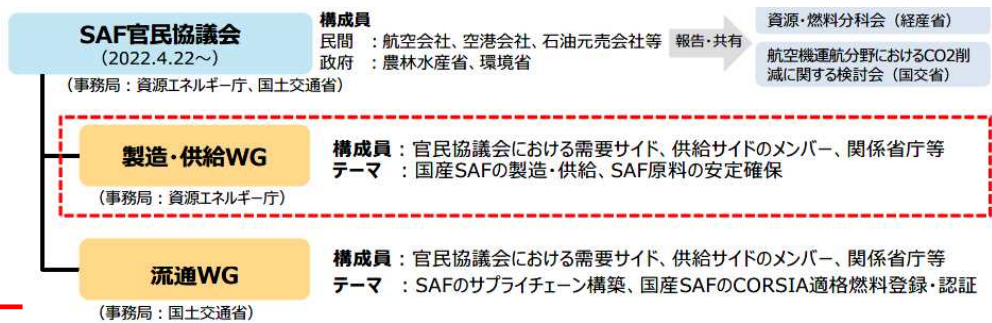
### 【日本政府】

将来的なサプライチェーンの構築に向けて、供給側の元売り事業者等と利用側の航空会社との連携が重要。2022年4月、SAFの導入を加速させるため、技術的・経済的な課題や、その解決に向けたタイムラインを官民で共有し、一体となった取組を進める場として、「SAF官民協議会」を設立。

#### 【政府機関構成員】

経済産業省  
国土交通省  
農林水産省  
環境省

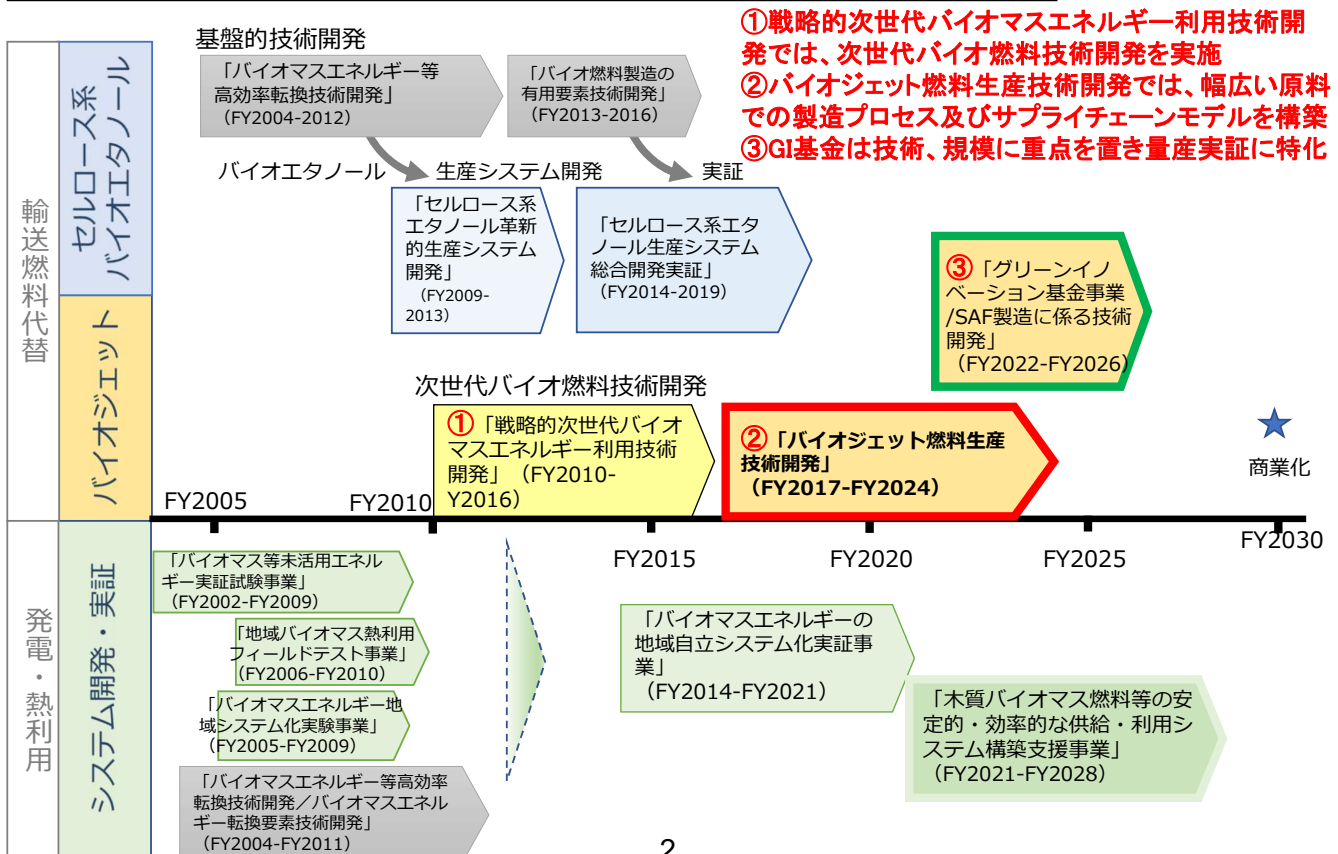
NEDOは  
ボードメンバー



# I. 事業の位置付け・必要性

## (2) NEDOの事業としての妥当性

### ◆バイオマスエネルギー開発に関するNEDOの知見・ノウハウ・実績



# I. 事業の位置付け・必要性 (2) NEDOの事業としての妥当性

## ◆本事業の目的

- ① 2030年頃までに商用化が見込まれるSAF製造プロセスを確立するため、前事業で培った要素技術を組み合わせ、原料からSAFまでの一貫製造プロセスをパイロットスケール試験により検証し、安定的な長期連続運転を実現する。
- ② 原料の調達やSAFの空港への供給を視野に入れ、実証を通じたサプライチェーンモデルを構築する。
- ③ SAFの製造および二酸化炭素吸収を主眼に微細藻類の大量培養技術や基盤技術を開発しカーボンリサイクル技術の構築に資する。

### 社会情勢・市場ニーズ

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

取得状況	実用プロセス	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)、 ReneTech(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% が承認された	Chevron(米)、BP(英)、 Phillips 66(米)
ANNEX3	Synthetic Iso-paraffin (direct sugar) (SP)	2014年6月 10%混合が承認された	AMRYSSI(米)、TOTAL(仏)
ANNEX4	Synthesized paraffinic kerosine 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 合成アロモン	SASOL(南アフリカ)、 ReneTech(米)
ANNEX5	Alcohol to Jet (ATJ)	2018年1月ブタールto JET 50%混合が承認された。 2018年4月 エタールto JET 50%混合が承認された	GEVO(米) LanzaTech(米)

ニートSAF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

●バイオジェット燃料に関しては、以下の論点の方向性について、今後、詳細検討を進める。

考え方の例	対応の方向性
<ul style="list-style-type: none"> <li>原料供給の安定性は確保されるが、水産物は採獲量に限りがあるため、資源の確保が課題となる。</li> <li>原料の調達やSAFの空港への供給を視野に入れ、実証を通じたサプライチェーンモデルを構築する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全体の購入目標の内訳として計上可能なものとする。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>原料供給の安定性は確保されるが、水産物は採獲量に限りがあるため、資源の確保が課題となる。</li> <li>原料の調達やSAFの空港への供給を視野に入れ、実証を通じたサプライチェーンモデルを構築する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原料供給の安定性は確保されるが、水産物は採獲量に限りがあるため、資源の確保が課題となる。</li> <li>原料の調達やSAFの空港への供給を視野に入れ、実証を通じたサプライチェーンモデルを構築する。</li> </ul>

高度化法においてSAF検討開始

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

### バイオジェット燃料生産技術開発

(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)サプライチェーンモデルの構築

(3)微細藻類大量培養技術開発

# I. 事業の位置付け・必要性 (2) NEDOの事業としての妥当性

## ◆ NEDOが関与する意義

- エネルギー安全保障に通ずる、国産エネルギー確保に資する技術である
- 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、国内における市場は黎明期にあり、市場形成に資する事業は大きな社会的意義や便益がある公共性が高く、加速が望まれる
- 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

**N E D O が持つ知見・ノウハウ・実績が活きる**

## Ⅱ. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性

### 「バイオジェット燃料生産技術開発」

#### ◆ 事業のアウトプット目標

- 2020年度に微細藻技術および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SAF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。(～2020年度) ASTM:American Society for Testing and Materials

- 微細藻類やBTLの技術を含め将来的に安価且つ安定的にSAFを生産する技術を活用しながら**サプライチェーンモデルを確立**する。
- カーボンリサイクル技術の一つである**微細藻類**技術はCO<sub>2</sub>吸収を前提として、育種や多様な培養方法について**大量培養技術を確立**し、**併産品も含めたSAF製造を実現**する。
- 製造コストを**先行**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)

## Ⅱ. 研究開発マネジメント (1)研究開発目標の妥当性

### 「バイオジェット燃料生産技術開発」

#### ◆ 事業のアウトカム目標

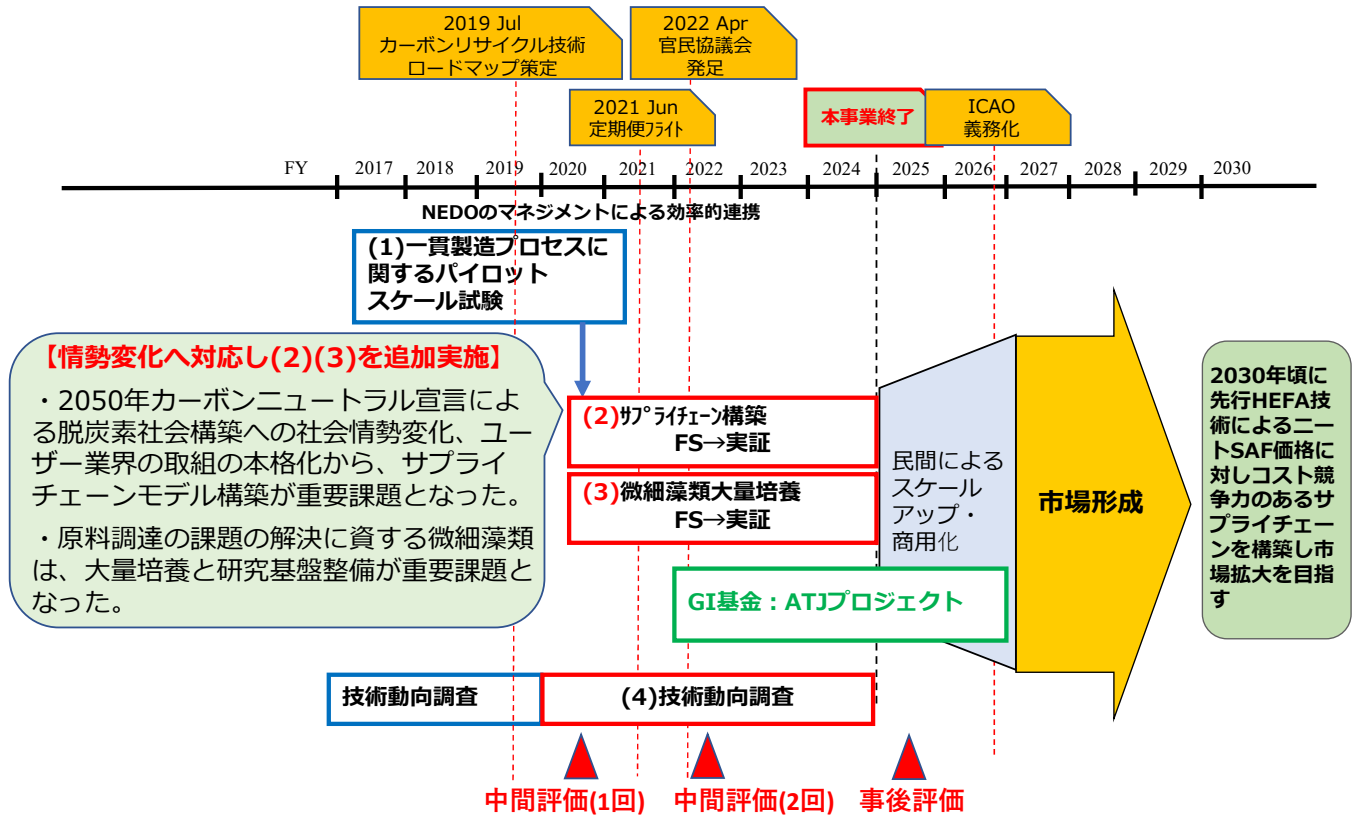
- 本事業によりバイオジェット燃料の市場形成を支援、促進することにより、2030年頃に、バイオジェット燃料製造技術の実用化を実現することで、**ジェット燃料の使用に起因する温室効果ガス排出量の削減に貢献**する。

(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。



## II. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

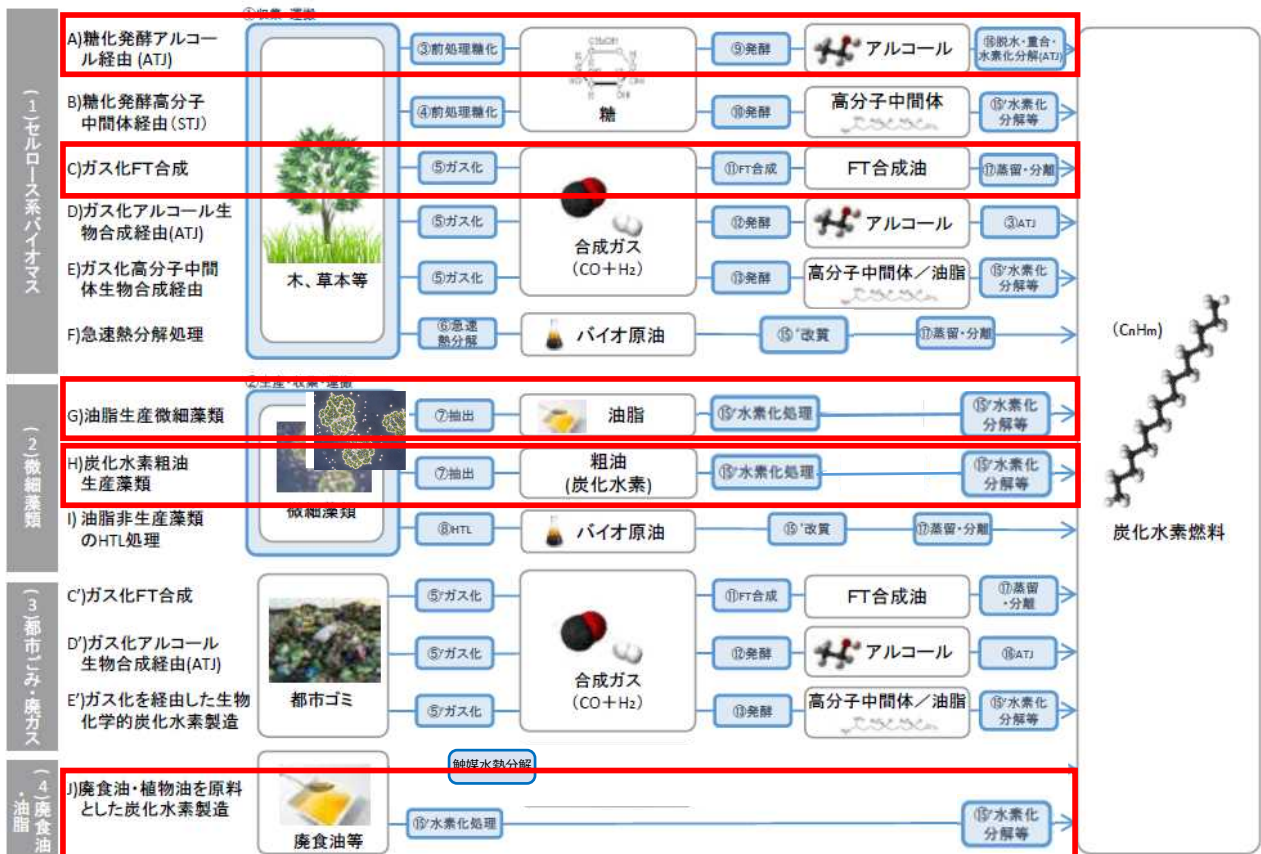
### ◆ 事業アウトカム達成までのロードマップ



## II. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

### 代表的なSAF製造プロセスからバイオマス原料を選択実施

本事業で取り組んでいる技術



## II. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

項目	中間目標	最終目標
1. 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2030年頃の実用化に向けて、燃料を安定供給できる我が国独自の生産技術を確立する。</li> <li>・ASTM認証規格相当のSAFを20t/日以上、延べ300日/年以上製造可能な運転技術を確立する。</li> <li>・先行するHEFA技術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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中間目標を達成した上で、確立した原料からSAF(ASTM D7566規格準拠)生産までの安定的な一貫製造技術、およ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。</li> </ul>
2. 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・想定する将来の製造規模を技術的に実現し得るSAF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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原料からSAF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。</li> <li>・先行するHEFA技術に対し、競争力のある製造コスト・価格を実現すると共に、温室効果ガス削減効果等の環境影響評価や原料調達を持続可能性について、ICAO等の規制動向に照らし評価する。</li> </ul>
3. 微細藻類基盤技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微細藻類技術の課題を整理し、解決手段の提案と実施体制を組織して、将来の商用化を検討するに十分な規模での実証計画や共通基盤の設置に着手する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SAF(ASTM D7566規格準拠)の製造およびCO2吸収を主眼に微細藻種の選定、育種や多様な培養法につき、大量培養技術を将来の商用化検討に十分な規模で実証、副製品も合わせたGR技術を確立する。</li> <li>・商用化に際しての共通課題の解決に向け、我が国における微細藻類技術の向上を図る共通基盤を設置し、課題解決とナレッジ集約にて微細藻類技術普及の加速を図る</li> </ul>
4. 技術動向調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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、並びに国内外の微細藻類技術調査に関し実施体制を組織し、調査・整理に着手する。</li> <li>・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等関係機関での協議、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、整理する実施体制を組織し着手する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>

## II. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

### ◆ プロジェクト費用

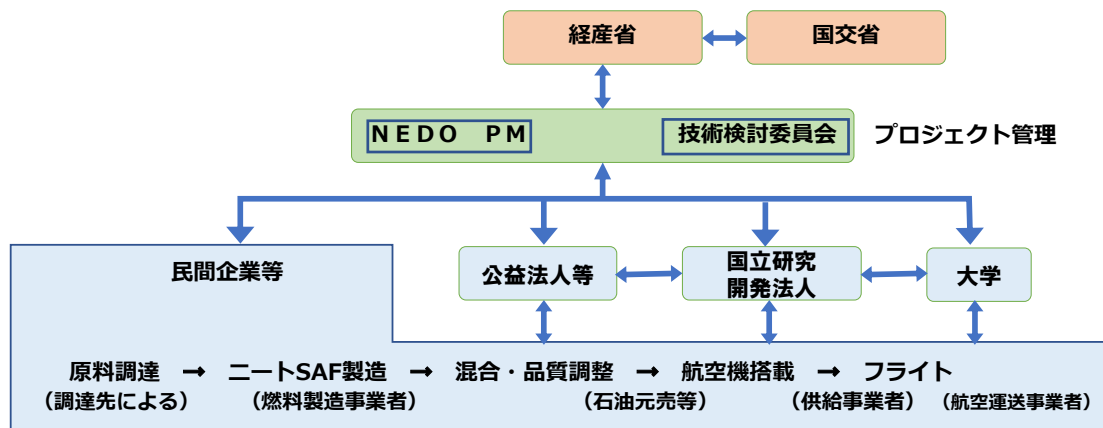
(単位：億円)

研究開発項目	年度 予算	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	総額
1. 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験		7.7	18.1	22.3	11.7	0.3	—	(60.1)
2. 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築		—	—	—	1.6	8.0	(24.6)	(34.2)
3. 微細藻類基盤技術開発		—	—	—	15.4	26.6	(15.9)	(57.9)
4. 技術動向調査		0.2	0.2	0.4	0.3	0.1	(0.2)	(1.4)
合計		7.9	18.3	22.7	29.0	35.0	(40.7)	(153.6)

## II. 研究開発マネジメント (3)研究開発の実施体制の妥当性

### ◆ 研究開発の実施体制

- ① 研究開発の進捗把握・管理
  - ・プロジェクトマネージャー(PM)は、開発実施者、ならびにNEDOが必要に応じて指名・委嘱するプロジェクトリーダー(PL)と緊密に連携し、進捗の把握を行う。
  - ・外部有識者による技術検討委員会を設置する。
- 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を把握し、技術の普及方策を分析、検討する。
- ③ 研究開発テーマの評価
  - ・技術検討委員会による評価 → 目標達成の見通し、開発課題の見直しを図る。



## II. 研究開発マネジメント (4)研究開発の進捗管理の妥当性

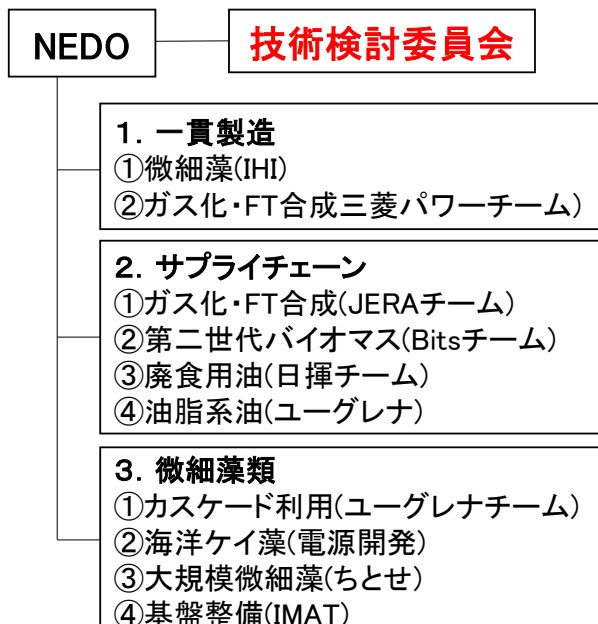
### ◆ 研究開発の進捗管理

#### 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定期的に開催

##### 2. 実施体制



##### 3. 主な検討内容

第7～10回 2020年12月	3. 微細藻類事業:IMAT/電源開発/ /ユーグレナ/ちとせ ・条件付き採択のIMAT事業継続決定
第11～12回 2021年2月	1. 一貫製造事業:IHI/三菱パワー ・最終報告会にて目標達成を確認
第13～17回 2021年12月	2. サプライチェーン:Bits ・生産規模拡大に向けた体制変更提案 は再審査の判断 3. 微細藻類:ユーグレナ/ちとせ 電源開発/IMAT ・ユーグレナの大きな計画変更を条件 付きで承認
第18～20回 2022年1月	2. サプライチェーン:JERA/日揮 /ユーグレナ ・日揮事業スケジュール前倒しのため の再審議申出を承認

# 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. 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験 (2017~2021)

#### 実施する内容

2030年頃までに商用化が見込まれるSAF製造プロセスを確立するため、前事業で培った要素技術を組み合わせ、原料からSAFまでの一貫製造プロセスをパイロットスケール試験により検証し、安定的な長期連続運転を実現する。

【原料：微細藻類】

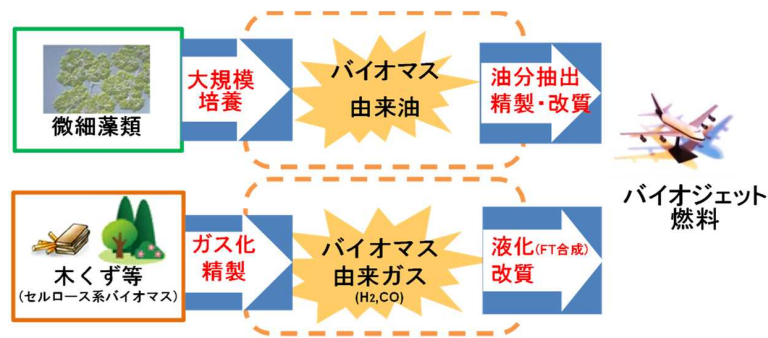
① 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発

【委託先】株式会社IHI、国立大学法人神戸大学

【原料：木質バイオマス】

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

【委託先】三菱パワー株式会社(現 三菱重工業株式会社)、株式会社JERA、東洋エンジニアリング株式会社(TEC)、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)



# Ⅲ. 研究開発成果 本事業でのアピールポイント

## (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

### 1. 一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験 (2017~2021)

最終目標	達成状況
・確立した原料からSAF(ASTM D7566規格準拠)生産までの安定的な一貫製造技術、およ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。	○

#### 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 IHI、神戸大学

- ・新規認証方式に依る、ASTM D7566 Annex7 認証取得
- ・民間エアライン定期便での飛行実証
- ・海外での商用基本サイズ規模培養池での一貫製造プロセスを検証
- ・ICAO CORSIAのFuel Task Groupへの参画

#### 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(現 三菱重工業株式会社)、株式会社JERA、東洋エンジニアリング株式会社(TEC)、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)

- ・木質バイオマスを用いたガス化FT合成技術によるSAF一貫製造(世界初)
- ・民間エアライン定期便での飛行実証
- ・ニートSAF生産目標20L/d以上の達成



## Ⅲ.研究開発成果 本事業でのアピールポイント

### (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## 2. 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築 (2020~2024)

中間目標	達成状況
・想定する <b>将来の製造規模を技術的に実現し得る</b> SAF製造技術を軸に、将来の商用化を見据えた規模での <b>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。</b>	○
①バイオマスガス化FT合成によるSAF製造実証およびサプライチェーン構築 JERA、三菱重工業、東洋エンジニアリング、伊藤忠商事	
・原料調達～SAF製造国内完結に向けた純国産サプライチェーンを構築 ・将来の大量生産実現に向け、 <b>原料選択幅の広いガス化特性を活かした調達拡大対策を検証</b>	
②国内第二世代バイオエタノールからのバイオジェット燃料生産実証事業 Bits、三友プラントサービス	
・糖化酵素回収率99%の達成と90%以上の回収酵素連続糖化を確認し生産コストの低減に目処付 ・エチレン製造装置で99.9%純度達成および <b>ジェット燃料製造装置での液体燃料製造に成功</b>	
③国産廃食用油を原料とするバイオジェット燃料製造サプライチェーンモデルの構築 日揮HD、レボ・インターナショナル、コスモ石油、日揮	
・ <b>NEAT SAF製造設備設計完了と建設着手</b> ・国産SAF普及・拡大を目指す有志団体ACT FOR SKYを設立	
④油脂系プロセスによるバイオジェット燃料商業サプライチェーンの構築と製造原価低減 ユーグレナ	
・ <b>販売価格150円/Lでの収益確保に見通しを得た</b> ・4回の商用フライトにサンプル燃料提供	

## Ⅲ.研究開発成果 本事業でのアピールポイント

### (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## 3. 微細藻類基盤技術開発 (2020~2024)

中間目標	達成状況
・微細藻類技術の <b>課題を整理し、解決手段の提案と実施体制を組織して</b> 、将来の商用化を検討するに十分な規模での <b>実証計画や共通基盤の設営に着手する。</b>	○

①微細藻バイオマスのカスケード利用に基づくバイオジェット燃料次世代事業モデルの実証研究 ユーグレナ、デンソー、三菱ケミカル、伊藤忠商事	
・コストインパクトが大きい回収工程において、低コスト化が見込める膜分離技術の実証機を導入し、目標である10倍濃縮を達成しながら、製造コスト低減に寄与する可能性を見出した。 ・少ない抽出サイクル数(2~4回)で、藻油抽出率80~90%を達成し、残渣中の残留溶媒量を60 ppm以下に抑えることで、 <b>副製品において飼料利用可能な品質を確保</b> できた。	
②海洋ケイ藻のオープン・クローズ型ハイブリッド培養技術の開発 電源開発	
・オープン培養装置(600m <sup>3</sup> クラス)を整備し、小規模装置の知見を反映させたハイブリッド試験を開始。 ・大量安定培養に向けて、オープン <b>培養の課題となる捕食性雑菌を、複数の対策により抑制</b>	

# Ⅲ. 研究開発成果 本事業でのアピールポイント

## (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

### 4. 技術動向調査

中間目標	達成状況
・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、並びに国内外の微細藻類技術調査に関し実施体制を組織し、調査・整理に着手する。 ・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 等関係機関での協議、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、整理する実施体制を組織し着手する。	○

#### ① SAF生産に係る一貫生産体制構築に関する調査

丸紅株式会社

- ・複数のガス化技術を比較し技術的課題について比較検討したうえで、SAF製造プロセス及び当該コストの検討を行った。
- ・SAF製造サイトから製油所までの輸送や、製油所でのニートSAF受入から混合SAF出荷にあたってのロジスティクスを検討した。

#### ② 微細藻類技術によるバイオジェット 燃料実用化に係る技術ロードマップの策定

三菱総合研究所

- ・藻類ロードマップを策定した。

その他、ICAO FTGにNEDO委員を派遣

ライフサイクルアセスメント、持続可能性評価基準に関する最新情報収集

## Ⅲ 研究開発成果 (2) 成果の普及

### 【2021年度NEDO事業実績】

- 2021年6月、「一貫生産プロセスのパイロットスケール試験」にて製造したSAFを、定期便に供給し飛行実証完了

**国内で初めて**、原料からの一貫製造プロセスにて生産したJ-SAFを、**定期便に給油**し、国内区間の運航を完遂。関係者（SAF製造事業者、石油元売り事業者、航空運送事業者、国交省・経産省）間で調整を積極的に進め、国産SAFの**サプライチェーン全体に及ぶ社会実装**に貢献。

—SAFの社会実装を目指し、2050年カーボンニュートラルに貢献—



SAF給油の様子（東京国際空港（羽田空港、東京都大田区））

### Ⅲ 研究開発成果 (2) 成果の普及

#### NEDO Channel に「バイオジェット燃料生産技術開発事業」に関する広報動画を公開



[本編]

<https://www.youtube.com/watch?v=zMmQL-z9iac>

#### NEDO ホームページトピックスに「IMAT開所式」に関する記事を掲載



集合写真@4/28 広島県大崎上島町



テープカット



見学施設の一部

### Ⅲ 研究開発成果 (3) 知財権の確保に向けた取組み

#### ◆ 成果の普及：特許出願・研究発表等

※2022年8月31日現在

(件数)	2020年度	2021年度	2022年度	計
特許出願	0	2	0	2
論文(査読付き)	0	1	0	1
図書・その他 (プレスリリース含む)	12	14	11	37
研究発表・講演	5	17	16	38

★IMAT見学者数：101団体 のべ203人

・その他、毎年度に開催している新エネルギー一部成果報告会、事業パンフレット等でも情報発信。

#### ◆ 知的財産権の確保に向けた取組み

・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。

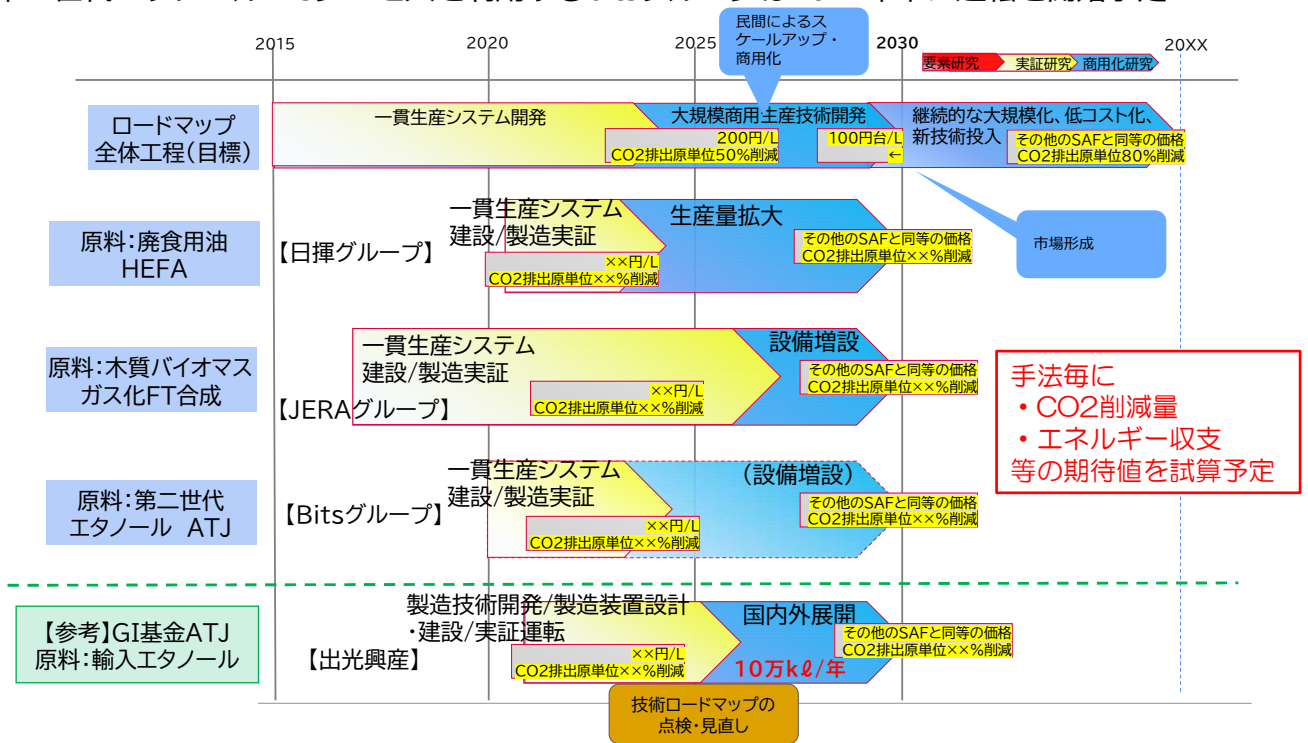
# IV成果の実用化・事業化に向けた取組み及び見通し

## (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組み

### HEFA/ガス化FT合成/ATJロードマップ

#### ロードマップに沿って社会実装に向け事業推進中

- ・ HEFAプロセスを利用する日揮グループとユーグレナ社共に2025年前後から商業生産を開始予定
- ・ ガス化FT合成プロセスを利用するJERAグループは2027年中に営業運転を開始予定
- ・ 第二世代エタノールATJプロセスを利用するbitsグループは2024年中に運転を開始予定



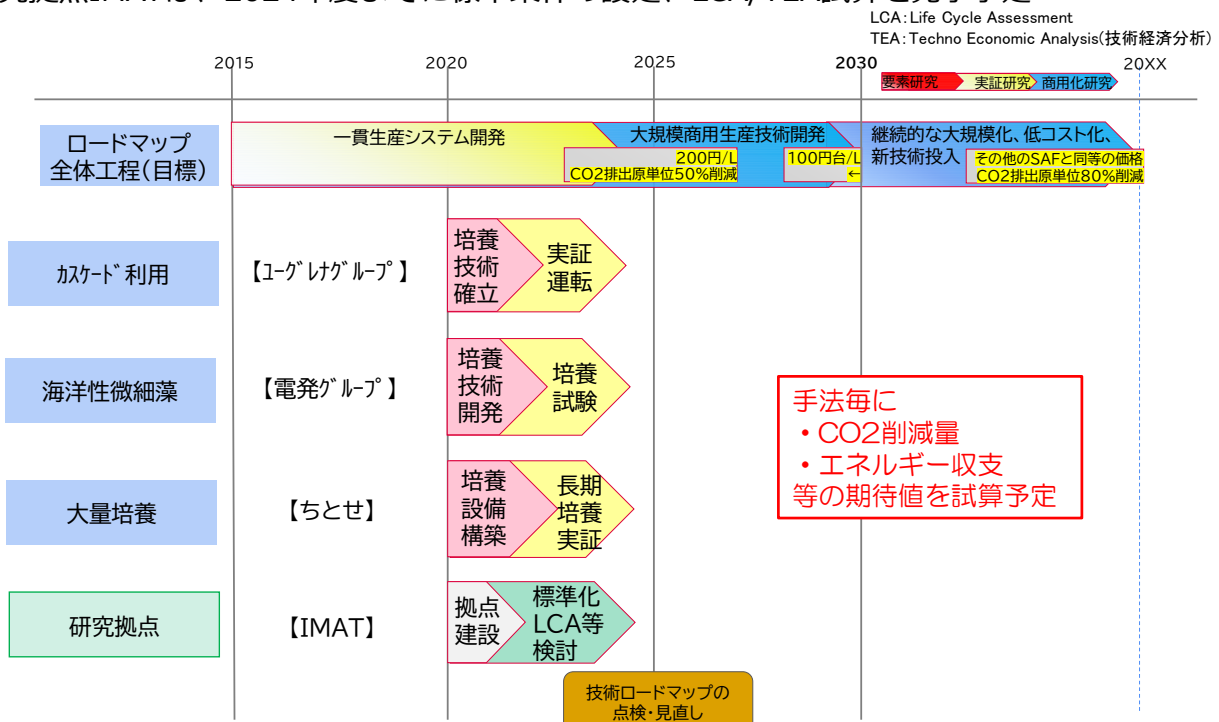
# IV成果の実用化・事業化に向けた取組み及び見通し

## (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略及び具体的取組み

### 微細藻類ロードマップ

#### ロードマップに沿って培養技術の確立とコストダウン検討を推進中

- ・ SAF製造技術開発の3チームは、共に2024年度中に培養実証を実施予定
- ・ 研究拠点IMATは、2024年度までに標準条件の設定、LCA/TEA試算を完了予定





## IV成果の実用化・事業化に向けた取組み及び見通し

### (2)成果の実用化・事業化の見通し

#### ◆実用化・事業化に向けた具体的取組

##### 【事業推進における注力点】

- **NEDO交付金事業（本事業）で短中期のSAF製造技術を重点的に推進**
  - ・ 「木質バイオマス」「廃棄物」「廃食用油」を原料する「実証を通じたサプライチェーンモデルの構築」事業を重点的に実施
- **原料調達問題解決への挑戦**
  - ・ 原料調達が大きな課題の一つであるため、微細藻類および非可食油糧作物等の原料を開拓した上で、サプライチェーンモデル構築へ挑戦
- **微細藻類SAFトップランナーの位置確保**
  - ・ 微細藻類SAF研究拠点を有効活用し、微細藻類基盤技術の整備、技術情報の共有化による、実用化・事業化加速の推進

## IV成果の実用化・事業化に向けた取組み及び見通し

### (2)成果の実用化・事業化の見通し

#### ◆実用化・事業化に向けた具体的取組

##### 【普及における注力点】

- **官民協議会への参画**
  - ・ 原料調達・製造・供給の技術課題解決を図るNEDOと、検査・品質管理・給油を担う供給者と、CORSA適格燃料登録・認証に向けて認証体制構築等を進める国が官民協議会を通じて連携し、NEDO支援企業をはじめとする日本企業の国産SAF事業化を後押し。
- **SAF製造プレーヤーの拡大活動**
  - ・ 商社・石油元売等との意見交換、NEDO事業未参画企業との積極的な技術相談・情報交換によりSAF事業に係る新規参入者の裾野拡大
- **研究成果の積極的発信**
  - ・ 展示会への出展やシンポジウムでの講演等により、SAFに対する国民の理解増進と社会受容の拡大に向けて継続的に活動

概要

		最終更新日	2022年10月4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	<p>新エネルギー部 PM 矢野貴久(2021年11月～現在)            古川信二(2020年4月～2021年10月)            森嶋誠治(2017年11月～2020年3月)            矢野貴久(2017年4月～2017年10月)            中野朋之(2022年4月～現在)            保谷泉(2022年1月～2022年3月)            森康(2021年11月～現在)            小林靖(2020年4月～2022年9月)            木邑敏章(2020年2月～2021年12月)            中森研一(2019年4月～2020年11月)            柴原雄太(2019年4月～現在)            浅野浩幸(2018年10月～2021年3月)            吉田行伸(2017年10月～2022年3月)            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)</p>			
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類屋外大規模培養等)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</p>			

	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。							
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】 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。</p> <p>【アウトプット目標】 [～2020年度] 2020年度に微細藻技術およびBTL技術を用いたパイロットスケール一貫製造設備で、ASTM認証規格相当のSAF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。</p> <p>[～2024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 SAFを生産する技術を活用しながらサプライチェーンモデルを確立する。 カーボンリサイクル技術の一つである微細藻類技術はCO<sub>2</sub>吸収を前提として、育種や多様な培養方法について大量培養技術を確立し、併製品も含めたSAF製造を実現する。 製造コストを先行するHEFA技術に対し、競争力のある製造コストを実現する。</p>							
	事業の計画内容	主な実施事項	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy
	(i)一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験	○	○	○	○	○		
	(ii)実証を通じたサプライチェーンモデルの構築				○	○	○	
	(iii)微細藻類基盤技術開発				○	○	○	
	(iv)技術動向調査	○	○	○	○	○	○	
事業費推移 (単位:億円)		2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	
	実績額	7.9	18.3	22.7	29.0	35.0	(40.7)	(153.6)
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 石油精製備蓄課						
	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 矢野貴久						
	委託先/助成先	<p>【(i)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～</p>						

		<p>2020 年度)</p> <p>【(ii) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築】</p> <p>① 株式会社 JERA、三菱重工業株式会社、東洋エンジニアリング株式会社、伊藤忠商事株式会社(2021 年度～)</p> <p>② 株式会社 Biomaterial in Tokyo、三友プラントサービス株式会社(2020 年度～)</p> <p>③ 日揮ホールディングス株式会社、株式会社レボ・インターナショナル、コスモ石油株式会社、日揮株式会社(2021 年度～)</p> <p>③ 株式会社ユーグレナ(2020 年度～)</p> <p>④ 株式会社 J-オイルミルズ(2022 年度～)</p> <p>⑤ 日本グリーン電力開発株式会社(2022 年度～)</p> <p>【(iii) 微細藻類基盤技術開発】</p> <p>① 株式会社ユーグレナ、株式会社デンソー、三菱ケミカル株式会社、伊藤忠商事株式会社(2020 年度～)</p> <p>② 電源開発株式会社(202 年度～)</p> <p>③ 株式会社ちとせ研究所(2020 年度～)</p> <p>④ 一般財団法人日本微細藻類技術協会(2020 年度～)</p> <p>【(iv)技術動向調査】</p> <p>株式会社三菱総合研究所 (2017 年度、2019 年度、2020～2021 年度))</p> <p>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>丸紅株式会社(2020 年度)</p>
<p>情勢変化への対応</p>	<p>2016 年に、ICAO が、航空機 CO<sub>2</sub> 削減目標を正式に発表し、バイオジェット燃料導入が打ち出されたこと、ノルウエー、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技術ロードマップが経済産業省より出されたことを受けて、2020年に微細藻類基盤技術事業を立ち上げるとともに、社会実装化の加速に向け、様々な原料調達からSAF製造、空港へのSAF供給までのサプライチェーンモデル構築事例を増やすことを目指す事業を立ち上げ、2020、2021年に追加公募を行った。</p> <p>2022年、将来の原料問題への対応と大量生産技術の確立を含めたサプライチェーンモデルの構築に向けて追加公募を行い、既の実施中だった1事業で原料製造部分の拡充と、新規な非可食バイオマスを原料とする新たな提案2事業を採択した。</p>	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>2016 年度実施 担当部 新エネルギー部</p>
	<p>中間評価</p>	<p>2020 年度(1 回目)、2022 年度(2 回目)</p>
	<p>事後評価</p>	<p>2025 年度 実施予定</p>
<p>3. 研究開発成果について</p>	<p>【(i) 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「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))」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・タイに建設した合計 10,000m<sup>2</sup> の設備にて大量培養・回収・乾燥のプロセス実証を行った。製造した乾燥藻からオイル抽出・改質の工程を経てバイオジェット燃料を製造し、民間航空機での飛行実証に供した。</li> <li>・バイオジェット燃料の国際規格である ASTM D7566 の認証申請を行い、2020 年 5 月に微細藻類由来燃料の新規格 Annex7(HC HEFA SPK)の取得に成功した。</li> <li>・バイオジェット燃料フライトを通じて燃料製造から混合、給油、飛行までのサプライチェーンモデルを構築し、品質管理を含めた体制構築と課題の検証を行った。</li> </ul> <p>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))」</p>	



- ・パイロットプラントの建設と安定運転を検証し、製造したニート SAF サンプルは ASTM 規格に適合した。
- ・ニート SAF サンプルとケロシン燃料との混合燃料を高温高圧条件の燃焼器内で燃焼させ、燃焼特性および排気ガス組成の計測を実施した。
- ・ニート SAF サンプルと 既存ジェット燃料 (JetA-1) との混合燃料を模型ジェットエンジンに供給して運転し、性能計測を実施した。

【(ii) 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築】

①「バイオマスガス化 FT 合成による SAF 製造実証およびサプライチェーン構築(株式会社 JERA, 三菱重工業株式会社、東洋エンジニアリング株式会社、伊藤忠商事株式会社 (2021~2022 年度))」

- ・質・コスト・量の観点から最有望の原料として国産木質バイオマス系の原料を選定。SAF 製造量の拡大を視野に大量調達可能な原料について検討を実施し調達の可能性を見出した。
- ・FS における設備規模および設備建設候補地を選定し、商業規模のガス化炉・FT 反応器等を設計すると共に、ガス化設備と FT 合成設備の取合条件、ヒートマスバランスの整理、SAF 製造工程の最適化と法令を遵守した最適な設備配置計画を実施した。
- ・設備設置箇所を考慮し下流サプライチェーン構築に協力いただける企業と協議して SAF 混合設備等を設定した。
- ・CORSIA 認証のために必要な手続きを整理し、行政機関との連携を実施した。
- ・前提を置いた上で、概算の事業性を算出した。(今後精査必要)

②「国産第二世代バイオエタノールからのバイオジェット燃料生産実証事業(株式会社 Biomaterial in Tokyo、三友プラントサービス株式会社(2020~2023 年度))」

- ・酵素回収用膜処理装置を用いて酵素回収率 99%以上を達成した。回収酵素を用いた糖化試験においても未使用酵素と同等の糖化反応を確認した。
- ・エチレン製造装置を用いてエタノールから 99.9%のエチレン製造に成功した。ジェット燃料製造装置を用いたオリゴマー化、蒸留、水素化の運転試験を行い、液体燃料の製造に成功した。

③「国産廃食用油を原料とするバイオジェット燃料製造サプライチェーンモデルの構築(日揮ホールディングス株式会社、株式会社レボ・インターナショナル、コスモ石油株式会社、日揮株式会社(2021~2024 年度))」

- ・装置に適用する廃油の種類を検討した。収集システムのスマート化に向けて現地調査を実施し、仮説検証を行った。
- ・ライセンサーを選定し基本計画を完了した。廃油性状毎に装置への影響を把握し、設計に反映した。
- ・NEAT SAF 混合以降の設備設計を行い、品質管理方法を検討した。認証機関等へのヒヤリングを通じて認証手法の確立を準備中。
- ・環境影響評価実施中。

④「油脂系プロセスによるバイオジェット燃料商業サプライチェーンの構築と製造原価低減(株式会社ユーグレナ(2020~2021 年度))」

- ・廃食用油よりも 20 円/kg 安価な原料候補を複数発掘した。
- ・BIC プロセスの連続運転技術は確立したが、ジェット燃料収率は改善目標に対し未達となった。HEFA プロセスであっても、既存製油所にプラントを併設することでコスト低減の方針が得られた。
- ・日本海事検定協会に試験機器を導入することで、ASTM D7566 要求全項目の国内検査態勢を確立した。

【(iii) 微細藻類基盤技術開発】

①「微細藻バイオマスのカスケード利用に基づくバイオジェット燃料次世代事業モデルの実証研究(株式会社ユーグレナ、株式会社デンソー、三菱ケミカル株式会社、伊藤忠商事株式会社(2020～2022 年度))」

- ・副生物残渣の有効利用において腐敗成分を抑制する手法を見出した。また、抽出残渣を魚粉一部代替に利用し成長性を確保
- ・増殖予測式による藻体濃度管理により、最大生産性の 90%以上で安定培養可能
- ・膜分離技術(加圧式・浸漬式)により、10 倍以上に培養液濃縮率を達成
- ・2 サイクルで 80%以上、4 サイクルで 90%以上と高い抽出効率で残留溶媒が 60 ppm 以下を達成(目標 300 ppm 以下)
- ・既存ユーグレナの増殖性能を上回る現地ユーグレナを獲得
- ・培地原材料調達から製品輸送に至る全体コストを把握

②「海洋ケイ藻のオープン・クローズ型ハイブリッド培養技術の開発(電源開発株式会社(2020～20202 年度))」

- ・小規模クローズ培養試験では、日射量等のコントロールにより強光阻害等の影響を緩和でき、目標藻体数を安定的に達成。小規模オープン培養試験では、オイル生産性の目標値に対して最大 8 割程度の達成となったが、光条件を改善すれば目標達成できることを改善光条件下の試験から明らかにした。
- ・低水温時の強光阻害メカニズム解明、光透過型太陽電池と培養の関係把握、変異株作成方法と対象遺伝子の選定を進め、藻体収量、オイル蓄積率の向上に取組中。
- ・食油メーカーへの乾燥藻体のサンプル提供、及びサプライマーカの協力を得て安全性試験を実施した。また SAF サプライチェーン関係者との関係構築を進めている。
- ・SAF 生産プロセスでの CO<sub>2</sub> 削減効果/エネルギー収支の試算に関して、生産プロセスに必要な大型機器の調査/仕様検討を行い、一部設置した。また LCA 有識者の意見を反映し、各試算方法を検討している。

③「熱帯気候の屋外環境下における、発電所排気ガスおよびフレキシブルプラスチックフィルム型フォトバイリアクター技術を応用した大規模微細藻類培養システムの構築および長期大規模実証に関わる研究開発(株式会社ちとせ研究所(2020～2024 年度))」

- ・藻類培養設備の構築は、COVID-19 拡大やウクライナ危機の影響を受けながらも着実に進捗。設備構築は 2022 年第二四半期末に完了、FY2022-2024 の大規模微細藻類培養実証実施に向け、培養開始と拡大予定。
- ・培養条件(培養密度、培地中成分濃度/形態、異なる株利用、曝気量、CO<sub>2</sub> 濃度、pH 等)の調整による、光ストレスやコンタミネーションの軽減および同影響に伴う培養破綻率およびバイオマスの生産性改善を目的とした試験が継続中。培養設備の改善により、経済性の向上および運用の効率化も継続中。

④「微細藻類由来バイオジェット燃料生産の産業化と CO<sub>2</sub>利用効率の向上に資する研究拠点及び基盤技術の整備・開発(一般社団法人日本微細藻類技術協会(2020～2024 年度))」

- ・会員企業や推進委員の先生方等と協議を行いながら、標準培養条件については微細藻類種、培地条件、参照地域などの設定を、分析に関しては、脂質分析手法の確立および、タンパク質・炭水化物・灰分の分析手法を確立させた。
- ・微細藻類由来 SAF の産業化をサポートする拠点を建設。開所式を開催。
- ・大崎クールジェン株式会社から供給される、排ガス由来の IGCC CO<sub>2</sub>を利用して培養試験の実施。

	<p>【(iv)技術動向調査】 以下の技術動向調査を実施した。</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））」 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））」 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））」 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））」 ⑤「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））」 ⑥「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））」 ⑦「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））」 ⑧「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））」 ⑨「SAF 生産に係る一貫生産体制構築に関する調査（丸紅株式会社（2020年度））」 ⑩「微細藻類技術によるバイオジェット 燃料実用化に係る技術ロードマップの策定（三菱総合研究所（2020～2021年度））」</p>		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="316 1120 550 1155">投稿論文</td> <td data-bbox="550 1120 1361 1155">査読付き 1 件</td> </tr> </table>	投稿論文	査読付き 1 件
投稿論文	査読付き 1 件		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="316 1155 550 1191">特 許</td> <td data-bbox="550 1155 1361 1191">出願 2 件</td> </tr> </table>	特 許	出願 2 件
特 許	出願 2 件		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="316 1191 550 1339">その他の外部発表（プレス発表等）</td> <td data-bbox="550 1191 1361 1339">研究発表・講演 38 件 図書・その他(プレス発表含む) 37 件</td> </tr> </table>	その他の外部発表（プレス発表等）	研究発表・講演 38 件 図書・その他(プレス発表含む) 37 件
その他の外部発表（プレス発表等）	研究発表・講演 38 件 図書・その他(プレス発表含む) 37 件		
<p>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>	<p>廃食用油由来の HEFA プロセス、木質バイオマスからのガス化 FT 合成、第二世代エタノール由来の Alcohol to Jet プロセスによる SAF 製造技術は、ロードマップに沿って事業推進中であり、本事業が終了する 2024 年度以降、民間によるスケールアップ・商用化へと進む予定。微細藻類については、カスケード利用の検討や培養実証を本事業が終了する 2024 年度までに実施する。その後はロードマップに沿って 2030 年に向け大規模商用生産技術を開発し SAF 製造コストダウンを目指す。研究拠点の IMAT は、2024 年度までに標準条件の設定を実施する。</p> <p>実用化・事業化に向けて、石油元売り、空港、航空会社も巻き込んで、SAF 製造側の供給サイドと、需要サイドで連携することが重要である。NEDO は技術開発支援のみならず、2022 年度に設置された SAF 官民協議会製造・供給 WG に構成員として参画し、SAF の実用化に向けて必要な検討を行う。製造・供給に係る技術開発の支援の検討のみならず、国内事業者による国産 SAF の CORSIA 適格燃料登録・認証が必要な準備（データ取得等）支援の検討も行う。本事業後半に向けて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、フライトへの試験的提供や継続的な成果発信により SAF に対する社会的理解・受容を促進する。</p> <p>2027 年の ICAO による CO2 排出削減の義務化を経て、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、着実に実用化・事業化が進みその後の普及拡大につながる事が期待される。</p>		

5. 基本計画に関する事項	作成時期	2017年2月 制定
	変更履歴	<p>(1)2017年2月、制定。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(7)2022年4月、プロジェクトマネージャー役職変更による改訂</p> <p>(8)2022年6月、プロジェクトマネージャーの変更による改訂</p>