



# 持続可能なエネルギー領域における 「バイオ」の課題と期待

～SAF (Sustainable Aviation Fuel/  
持続可能な航空燃料; バイオジェット燃料)  
製造を中心にして

NEDO 新エネルギー部

木邑 敏章

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

### (1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

### (2) NEDO事業の成果紹介

#### ① ATJ

#### ② ガス化・FT合成

#### ③ 微細藻類（炭化水素）

#### ④ 微細藻類と廃食油

#### ⑤ 微細藻類（油脂）

### (3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

(2) NEDO事業の成果紹介

① ATJ

② ガス化・FT合成

③ 微細藻類（炭化水素）

④ 微細藻類と廃食油

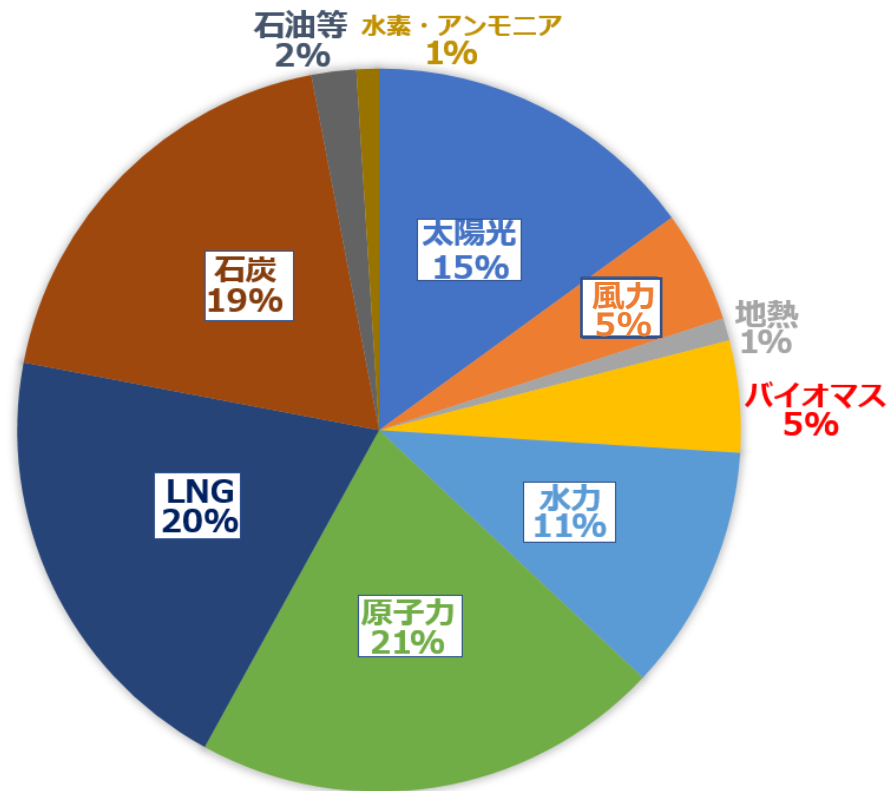
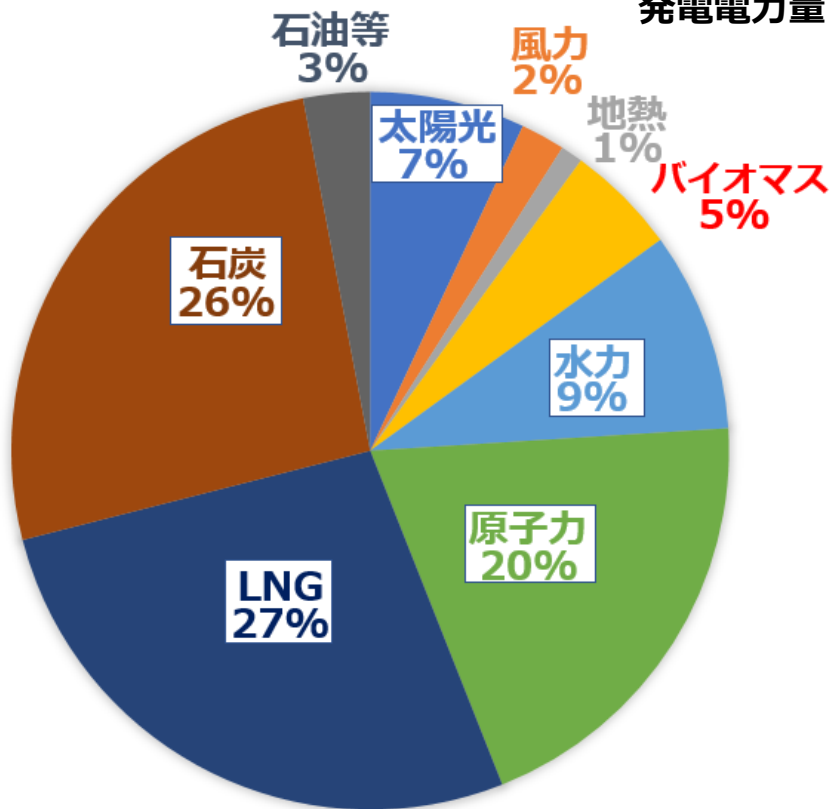
⑤ 微細藻類（油脂）

(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待

# 電力構成 (2030年 見通し)

持続可能なエネルギー領域の中で、  
 バイオマスエネルギーはメインではないが、一定の割合の貢献を果たしている

発電電力量：約9,340 億kWh程度



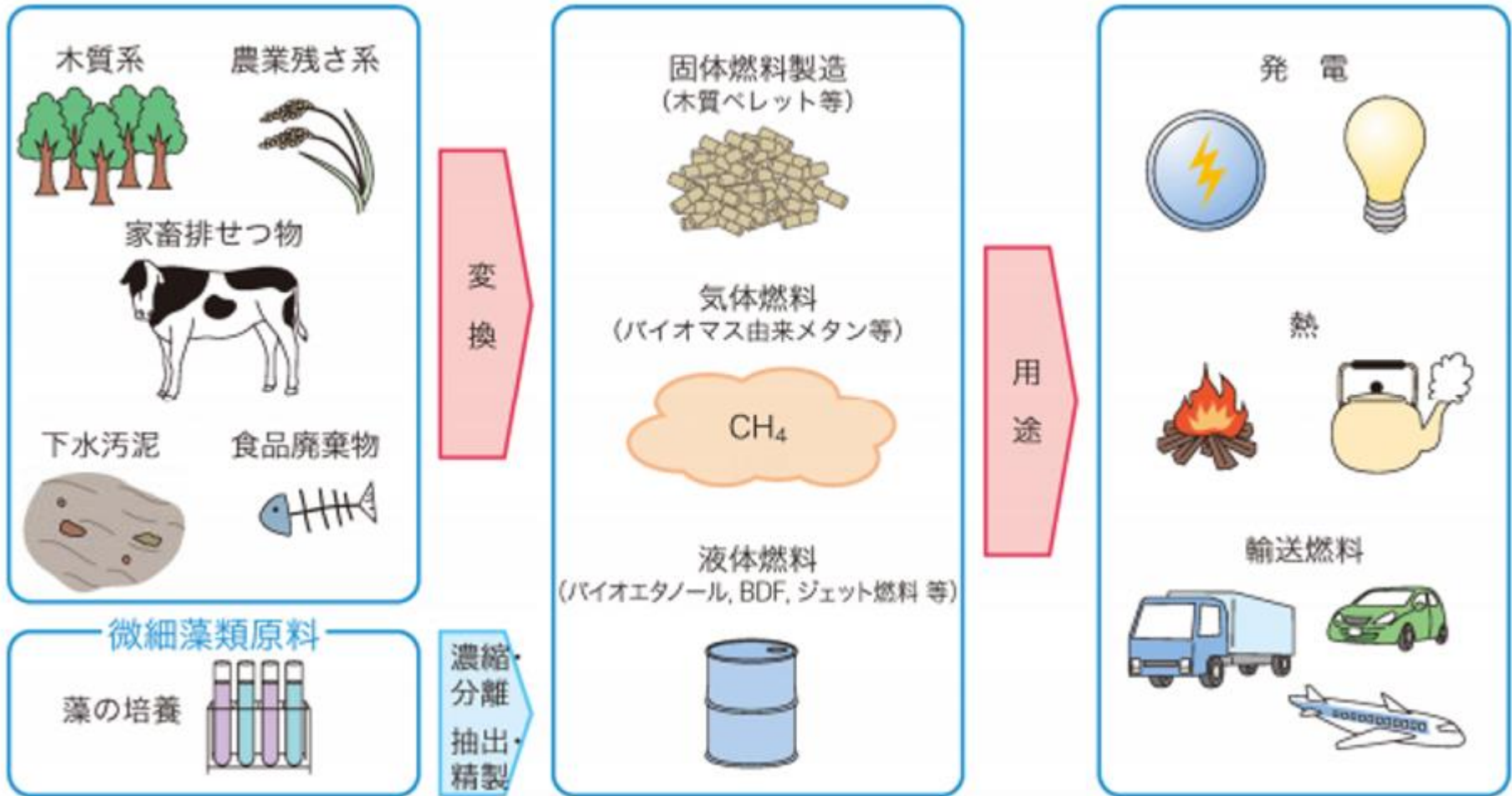
第5次エネルギー基本計画(2018年)

持続可能エネルギー:24%

第6次エネルギー基本計画素案(2021年)

持続可能エネルギー:36~38%

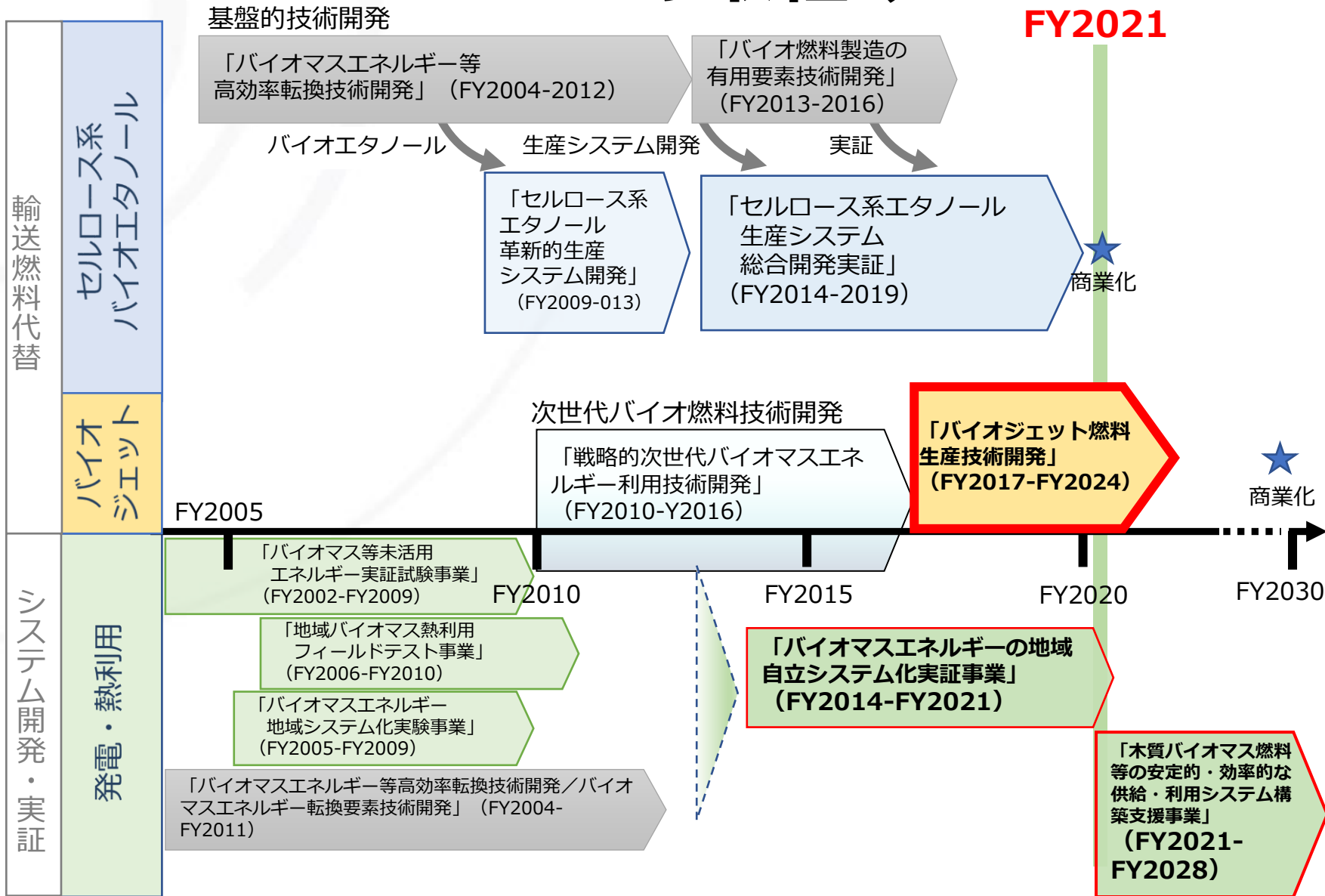
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/opinion/data/02.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/opinion/data/02.pdf)



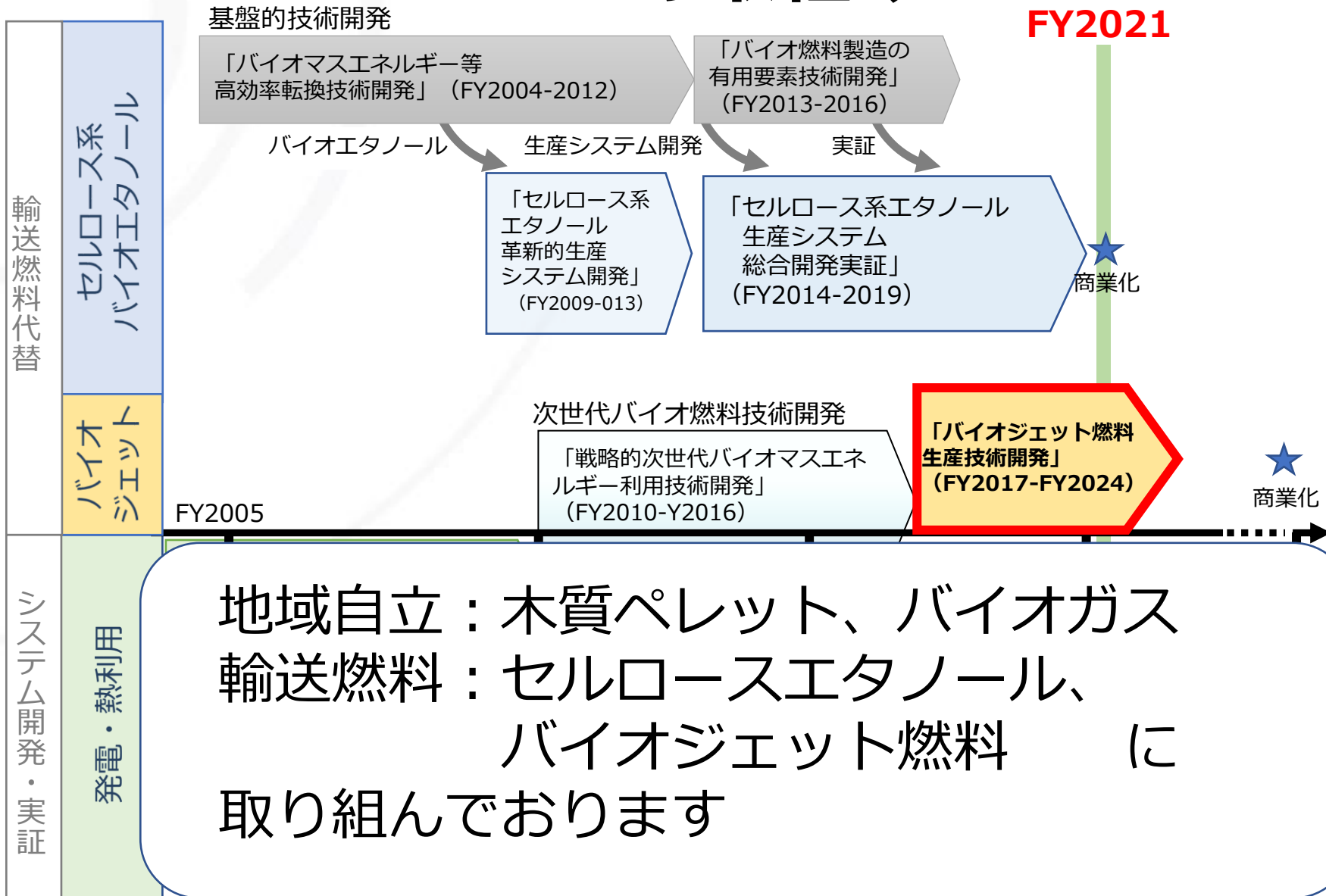
**発電のメインは、木質ペレットの燃焼  
熱利用・輸送燃料も重要**

<https://www.nedo.go.jp/content/100901669.pdf>

# バイオマスエネルギーに関する NEDOの取組み



# バイオマスエネルギーに関する NEDOの取組み



- ・ バイオマスを**原料**とした燃料
- ・ バイオテクノロジー(**機能・技術**)により製造された燃料

	バイオマス原料	バイオテクノロジー
木質ペレット (燃焼)	○	—
バイオガス (メタン発酵)	○	○
セルロースエタノール	○	○
バイオジェット燃料	○	—

**バイオ機能**を活用した燃料は、他技術で代替しにくい  
 ⇒バイオに対する**期待**が**大きい**ことになる



- ・ バイオマスを**原料**とした燃料
- ・ バイオテクノロジー(**機能・技術**)により製造された燃料

	バイオマス原料	バイオテクノロジー
木質ペレット (燃焼)	○	—
バイオガス (メタン発酵)	○	○
セルロースエタノール	○	○
<b>メイン</b> バイオジェット燃料	○	—

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

### (1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

### (2) NEDO事業の成果紹介

#### ① ATJ

#### ② ガス化・FT合成

#### ③ 微細藻類（炭化水素）

#### ④ 微細藻類と廃食油

#### ⑤ 微細藻類（油脂）

### (3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待

## SAF

**Sustainable Aviation Fuel**

## 持続可能な航空燃料

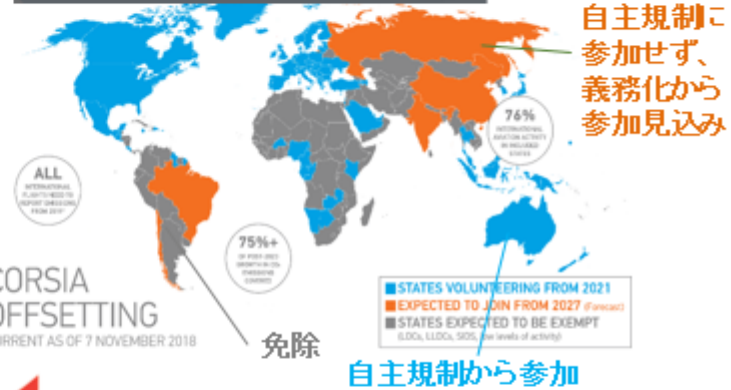
グローバルには、  
「バイオ」という言葉は、  
使用されていない

# 航空業界の動向

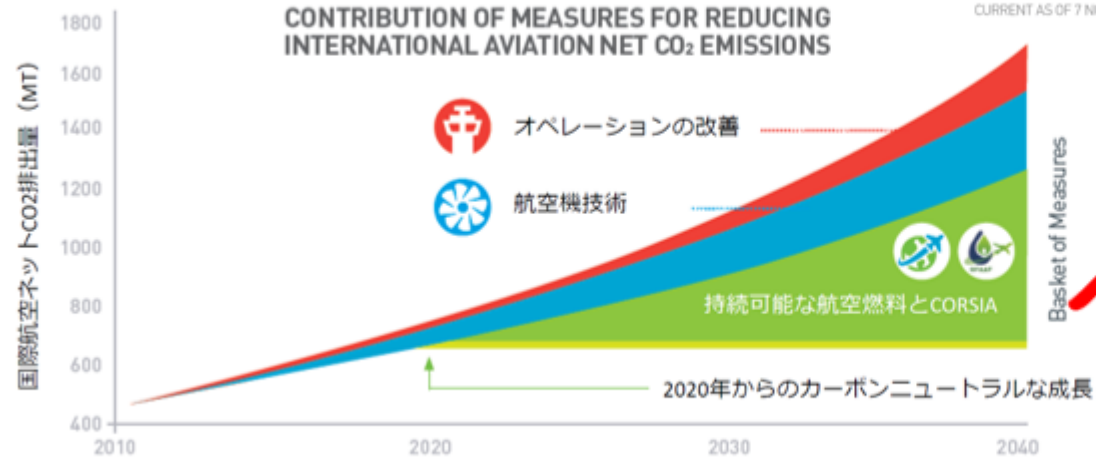
✓ **ICAO** (International Civil Aviation Organization)  
 国際民間航空機関  
 SAF導入及びクレジット購入によるCO2排出削減を

- ・ 2021年から自主規制
- ・ **2027年から義務化** (2019年以降、CO2を増加させない)

✓ **IATA** (International Aviation Transport Association)  
 国際航空運送協会  
**2050年に炭素排出をネットゼロとする目標**  
 出所: Resolution on the industry's commitment to reach net zero carbon emissions by 2050 (IATA 2021. 10)



国際空港からのCO2排出量予測と排出削減目標のイメージ



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](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure_8Panels-ENG-Web.pdf)

## 2-③-6. 2030年時点の一定の前提を基に試算したSAF想定量 [CORSIA対応] (概略試算)

- ◆ 国際航空のCO2排出削減枠組みであるCORSIAへの対応により、本邦・外航エアラインは、2019年以降CO2排出量を増加させない必要がある。増加するCO2については、①新技術の導入、②運航方式の改善、③持続可能航空燃料(SAF)の活用、④市場メカニズム(炭素クレジット)の活用、により削減する必要がある。
- ◆ 今般、新技術の導入及び運航方式の改善は国際統計に基づいて一定の範囲で見込まれるとの前提の上、それらで削減できないCO2は、SAF(輸入SAF含む)で削減しなければならないものと仮定し、そのために2030年時点で日本での給油が想定されるSAF量を試算する(議論の簡略化のために、④市場メカニズム(炭素クレジット)の活用は考慮しない)。

日本での給油が想定される2030年時点のSAF量 = 約250万kl~約560万kl

※本試算は統計データ等に基づき、一定の仮定を置いて機械的に試算したものであり、将来実際に使用されるSAF量や供給量を予測するものではなく、COVID-19による影響等の不確定要素等、状況に応じた見直しも必要  
 ※本試算で使用したICAO Long Term Forecasts Tablesにおいては、日本が含まれる北アジアのデータを使用。なお、ICAO Long Term Forecasts Tablesは、COVID-19による影響は考慮されていない

	燃料使用量			SAF換算量
	2019年	2030年	増加量 (2030年時点 2019年比)	
ケース① (燃費改善上位、SAF:CO2削減率上位)	約890万kl	約1090万kl	約200万kl	約250万kl
ケース② (燃費改善上位、SAF:CO2削減率下位)				約340万kl
ケース③ (燃費改善下位、SAF:CO2削減率上位)		約1230万kl	約340万kl	約420万kl
ケース④ (燃費改善下位、SAF:CO2削減率下位)				約560万kl

### [算定方法]

1. 将来の燃料使用量は、航空需要(人キロ)の成長率を乗じるにより推計。2019年の燃料消費量は、「令和1年資源・エネルギー統計年報(石油)」のジェット燃料油ポンド輸入・輸出を使用
2. 人キロ成長率は、2019年の方面別の人キロシェア※1に、方面別の成長率※2をかけ合わせて年度別に算出
3. COVID-19の影響は、IATAの需要見通しを使用 (出典: IATA/COVID-19 Outlook for air travel in the next 5 years (2020.5.13))
4. 2. 及び3. の成長率及び需要見通しを基に、2030年の2019年比人キロ増加率を計算(=1.43倍)
5. 燃料使用量は、2030年で2019年比1.43倍を使用し、燃費改善率(下位ケース0.58%、上位ケース1.37%※3)を加味して2019年比からの燃料増加量を計算(下位ケースはCOVID-19の影響による機体の更新頻度の低下等を見込み、燃費改善がCOVID-19の影響後に開始すると仮定)
6. SAF削減率を上位80%ケース、下位60%ケースとして、SAF換算量を計算

※1 2019年の方面別の人キロシェアは、OAGのデータを集計して算出

※2 方面別の成長率として、ICAO Long Term Forecasts Tablesを使用(日本は「北アジア」に含まれる)。ただし、ICAO Long Term Forecasts TablesはCOVID-19による影響は考慮されていない

(出典: [https://www.icao.int/sustainability/Documents/tables%20of%20the%20traffic%20forecasts\\_v2.pdf](https://www.icao.int/sustainability/Documents/tables%20of%20the%20traffic%20forecasts_v2.pdf))

※3 ICAO Environment Report 2019による、Low Aircraft Technologyシナリオと楽観的なシナリオの、機体更新等による新技術導入及び運航改善による燃費改善率を使用

<https://www.mlit.go.jp/common/001407977.pdf>





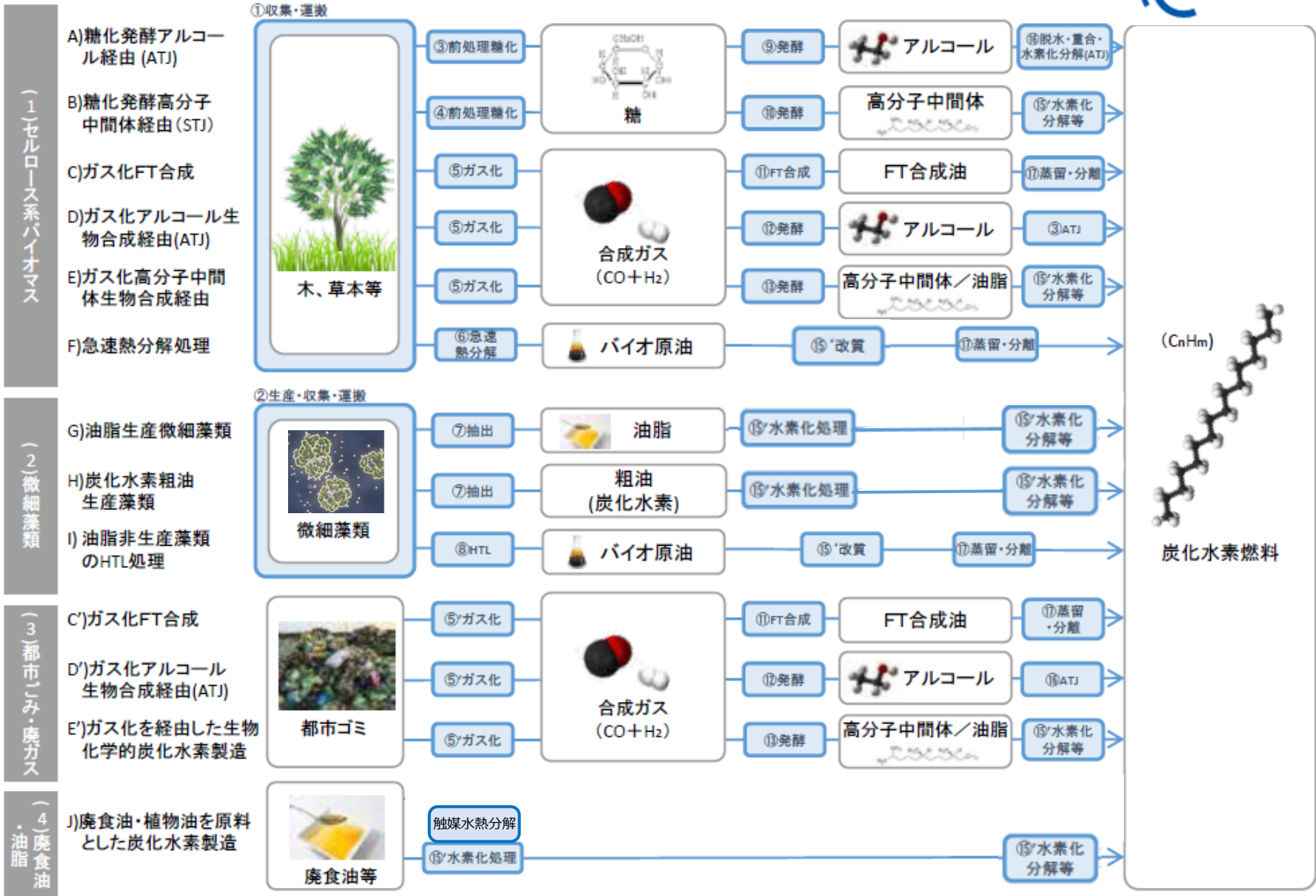
(共同リリース)

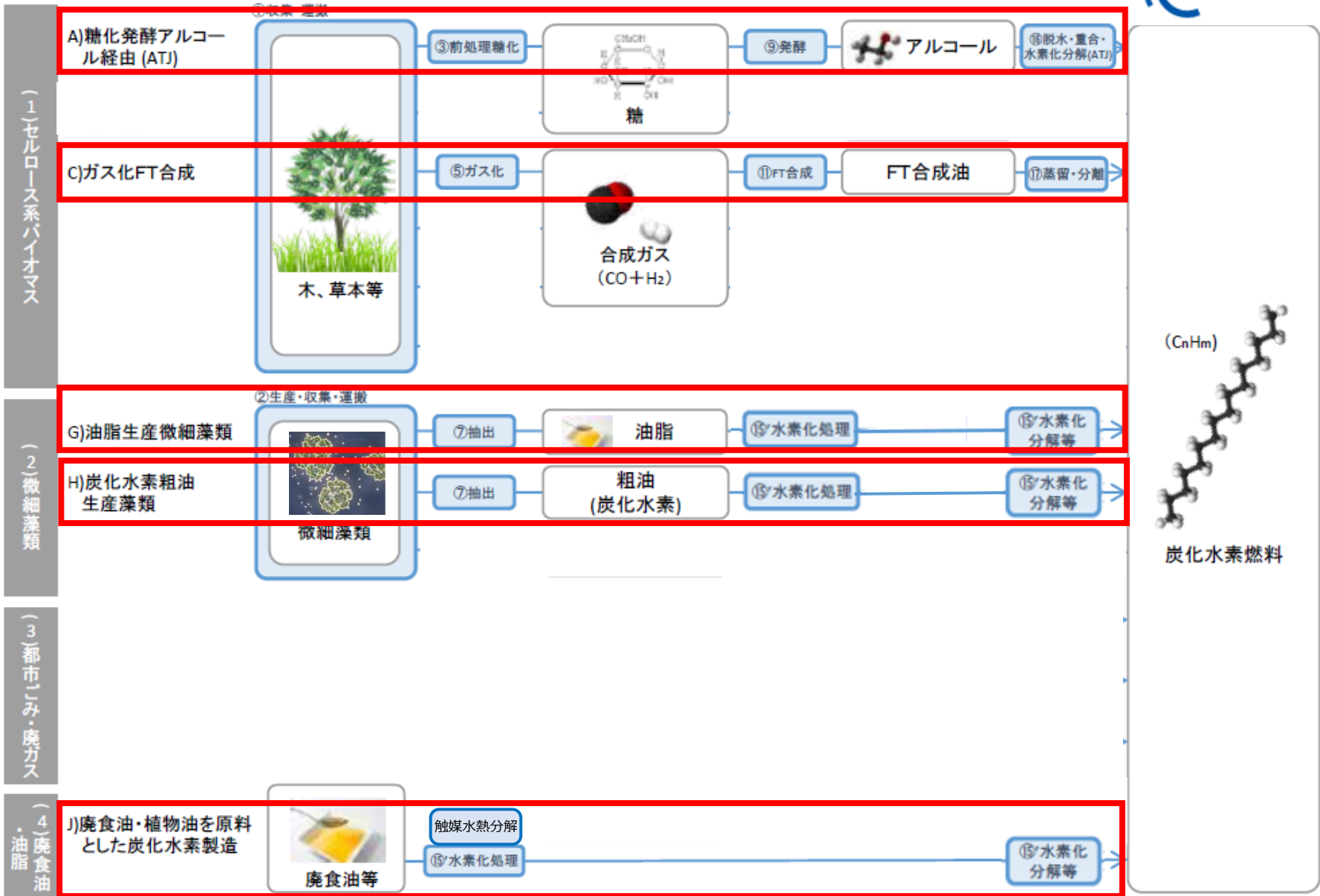
## ANAとJAL、2050カーボンニュートラルに向けた SAF（持続可能な航空燃料）に関する共同レポートを策定

～両社で豊かな地球の次世代への継承と日本経済の持続的な成長への貢献を目指します～



・ 2030年には、最低でも使用燃料の10%をSAFに移行（マイルストーン）







## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

**(2) NEDO事業の成果紹介**

**① ATJ**

② ガス化・FT合成

③ 微細藻類（炭化水素）

④ 微細藻類と廃食油

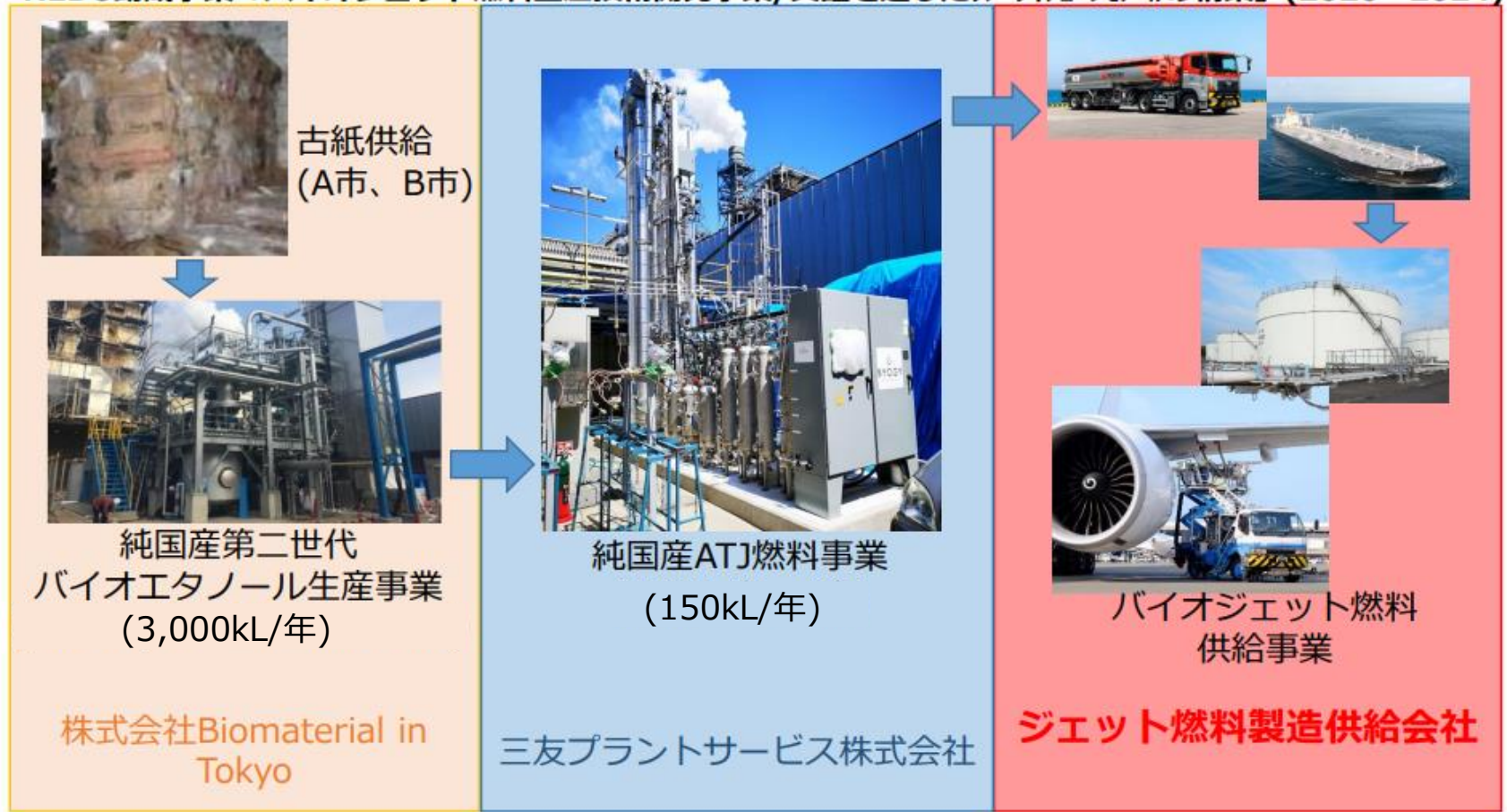
⑤ 微細藻類（油脂）

(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待

# 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)Biomaterial in Tokyo、三友プラントサービス(株)

NEDO助成事業「バイオジェット燃料生産技術開発事業/実証を通じたサプライチェーンモデルの構築」(2020~2024)



研究評価委員会「バイオマスエネルギー技術研究開発/

[5] セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」(事後評価)分科会 2020. 12. 8 資料5 P37

[https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/ZZBF\\_100433.html](https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/ZZBF_100433.html)

## ◆開発プロセスの特徴

【原料】地域で発生するセルロース系廃棄物（廃パルプ、コーヒー粕、廃菌床等）を利活用

【蒸気爆砕】多様なバイオマス原料に前処理効果が期待される蒸気爆砕処理を採用

【酵素糖化】酵素コストを大幅に低減するオンサイト酵素生産システムの適用※1)

【エタノール発酵】世界トップレベルの発酵効率を有するXI系遺伝子組換え酵母の適用※2)

NEDO有用要素技術開発の成果

※1) BITS「可溶性糖質源培養による木質系バイオマス由来パルプ分解用酵素生産の研究開発」

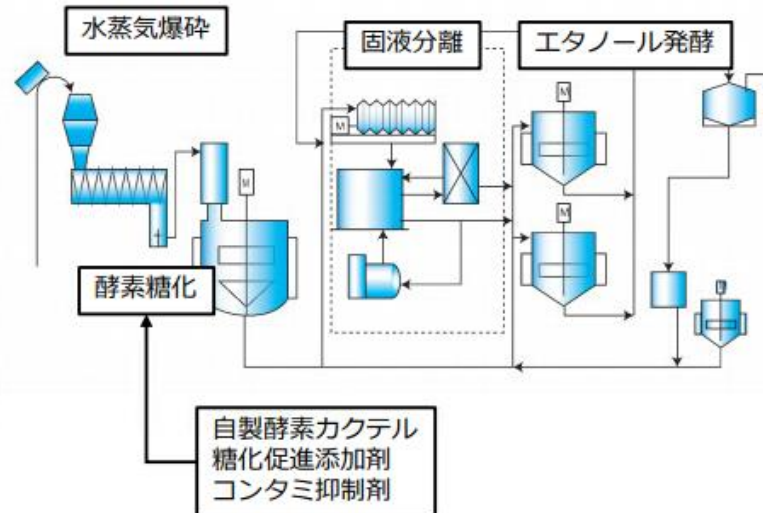
※2) 日揮&AIST「有用微生物を用いた発酵生産技術の開発」

キシロース資化性  
非遺伝子組換え酵母も検討

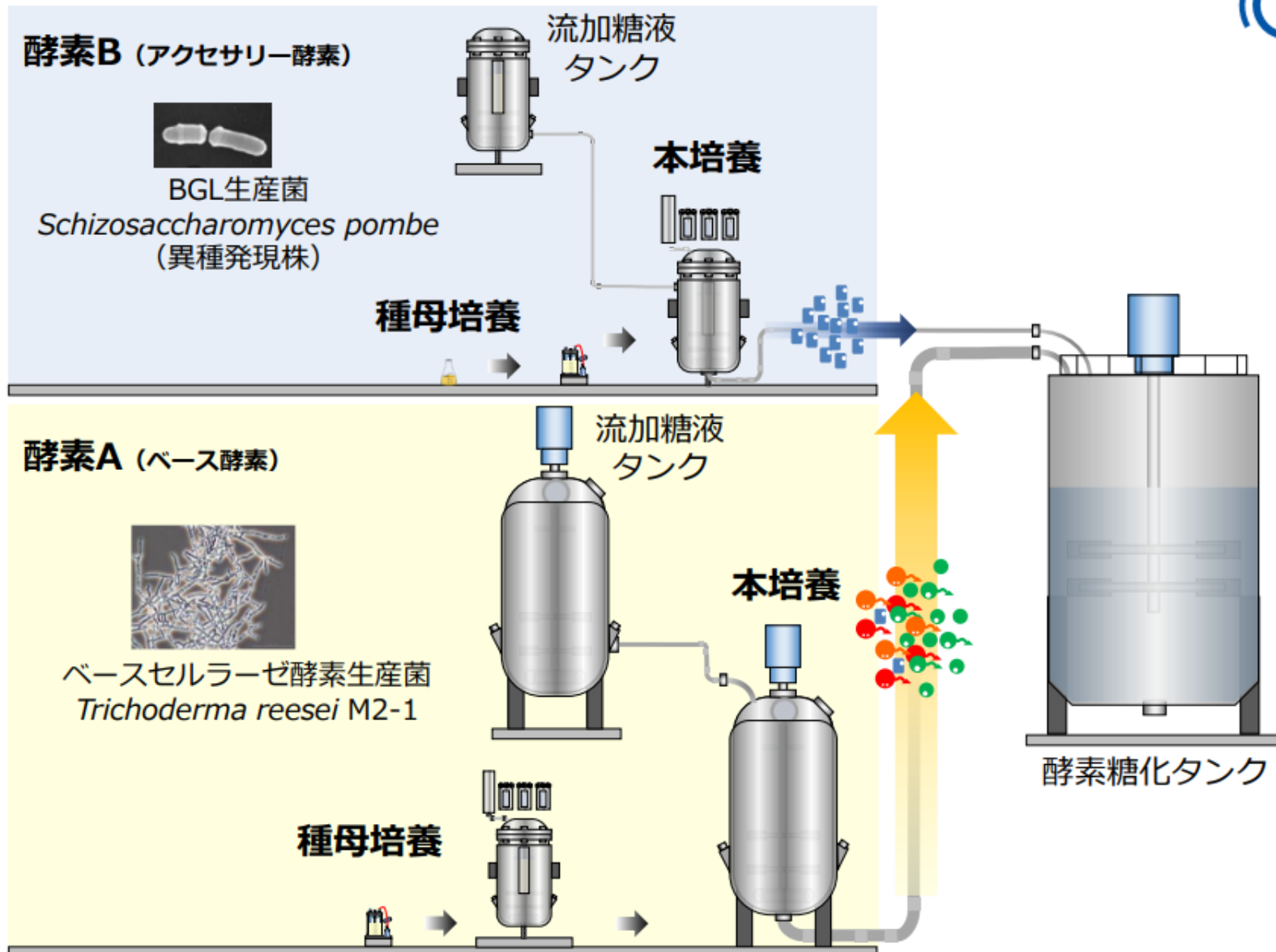
パイロットプラント外観



パイロットプラントのプロセスフロー

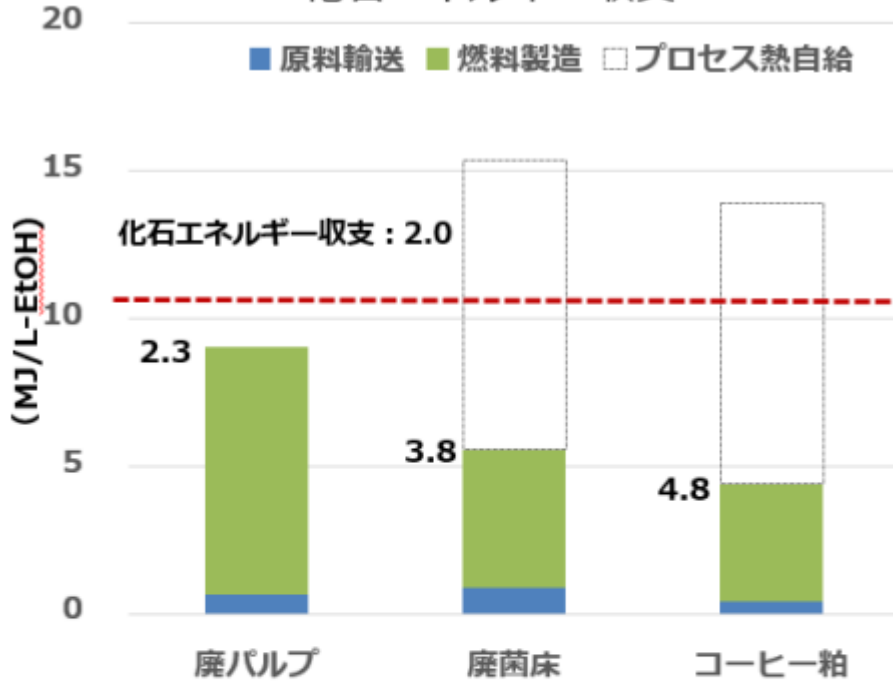


研究評価委員会「バイオマスエネルギー技術研究開発/セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」(事後評価)分科会  
2020. 12. 8 資料5 P22 [https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/ZZBF\\_100433.html](https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/ZZBF_100433.html)

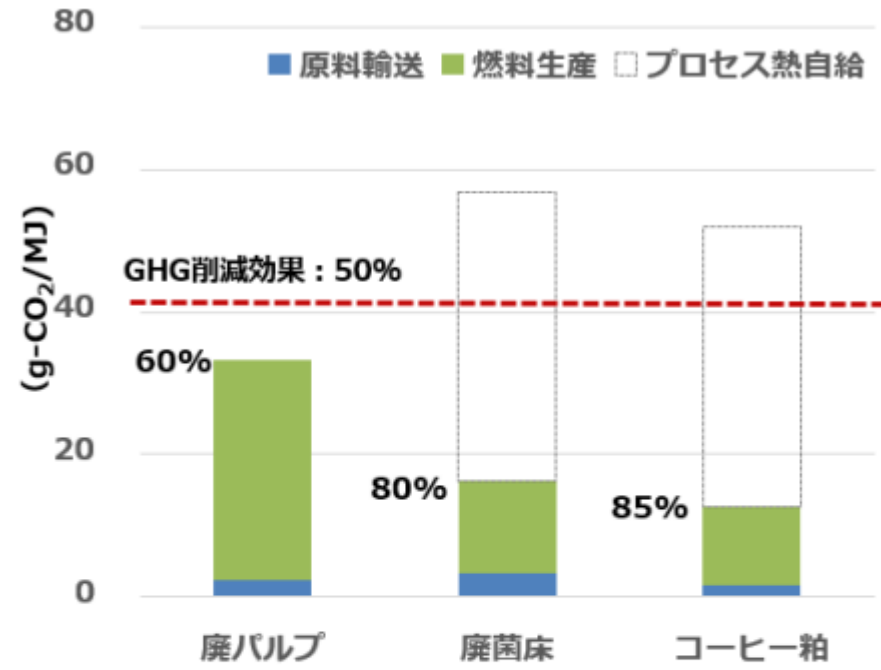




化石エネルギー収支



GHG削減効果



**環境性を担保する必要条件**

- ・ プロセス残渣からバイオマスボイラーでエネルギー回収
- ・ 連続爆砕装置からの排蒸気は蒸留工程で利用



**いずれの原料においても**

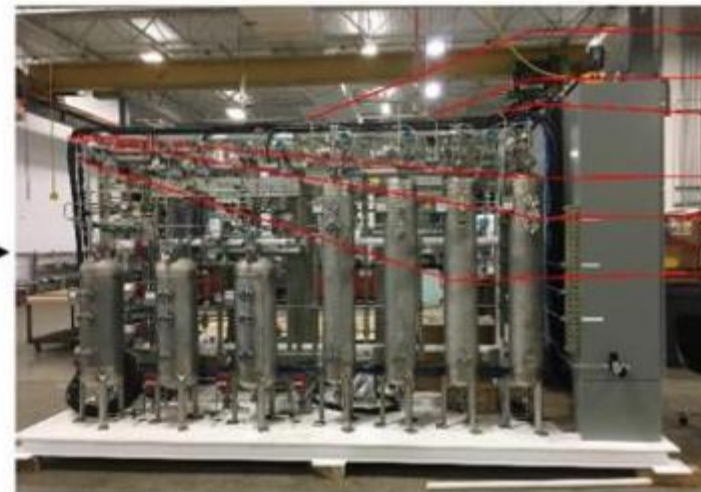
**化石エネルギー収支2.0以上、GHG削減効果50%以上を達成可能。**

# エタノールの改質

Petron社 : エタノール to エチレン改質装置

Byogy社 : エチレン to ジェット改質装置

Ethanol  
80L/d



Biojet Fuel : 30L/d  
Diesel: 7.5L/d

研究評価委員会「バイオマスエネルギー技術研究開発/ セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」(事後評価)分科会  
2020. 12. 8 資料5 P32 [https://www.nedo.go.jp/introducting/iinkai/ZZBF\\_100433.html](https://www.nedo.go.jp/introducting/iinkai/ZZBF_100433.html)

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

**(2) NEDO事業の成果紹介**

① ATJ

**② ガス化・FT合成**

③ 微細藻類（炭化水素）

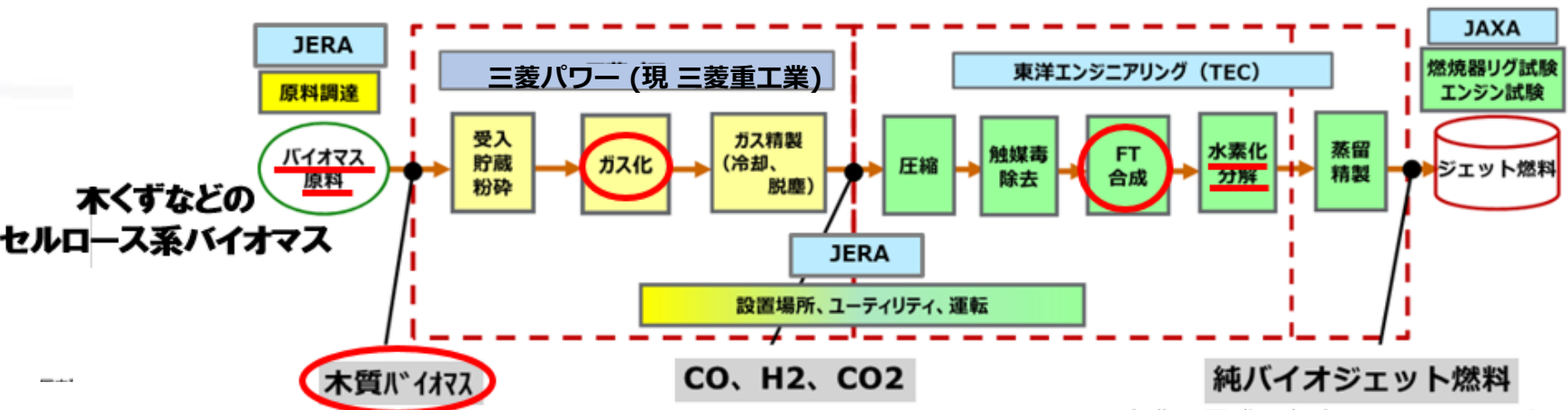
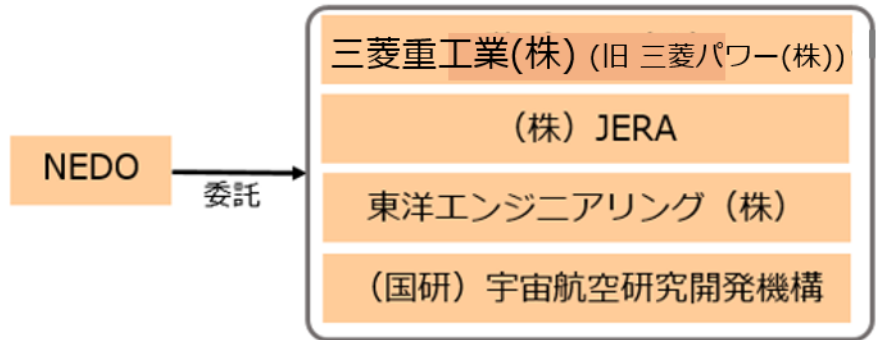
④ 廃食油

⑤ 微細藻類（油脂）

(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待

# 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

- ✓ **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。







# 酸素吹き噴流床バイオマスガス化の特徴 (三菱重工業 (旧 三菱パワー))

## 流動床と噴流床の長所を兼ね備える

### 1) シンプルなシステム

- バイオマスのハンドリングも考慮し常圧 (大気圧 + a) 動作とし各部構造の複雑化回避

### 2) 炉内流動を最適化する特徴的な炉形状 (※)

- 噴流床ガス化は 短時間 (4-8秒) でバイオマスを熱分解。
- 大粒径のバイオマス :  断面積が小さく上向き流速が早いガス化炉下部で浮遊し循環することで完全にガス化
- 小粒径のバイオマス :  断面積が大きく上向き流速が遅いガス化炉上部で浮遊しガス化
- 大粒径化により粉碎動力低減

### 3) タール成分が少ない

- ガス化炉内の高温部分でタールが分解される。

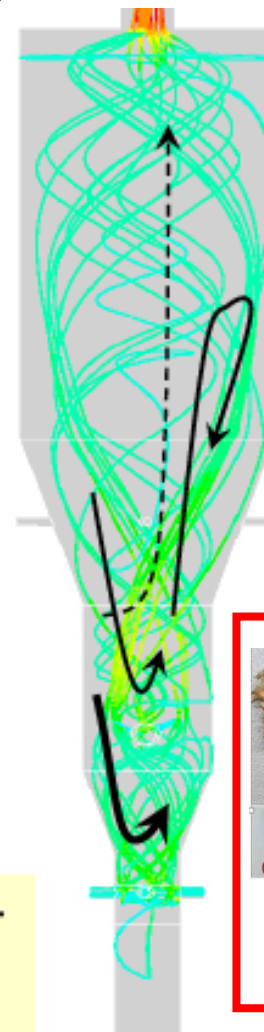
### 4) 安定したガス化合成ガス性状

- バイオマス粒子が炉内で循環することで安定した合成ガス性状が得られる。

### 5) 大容量化容易

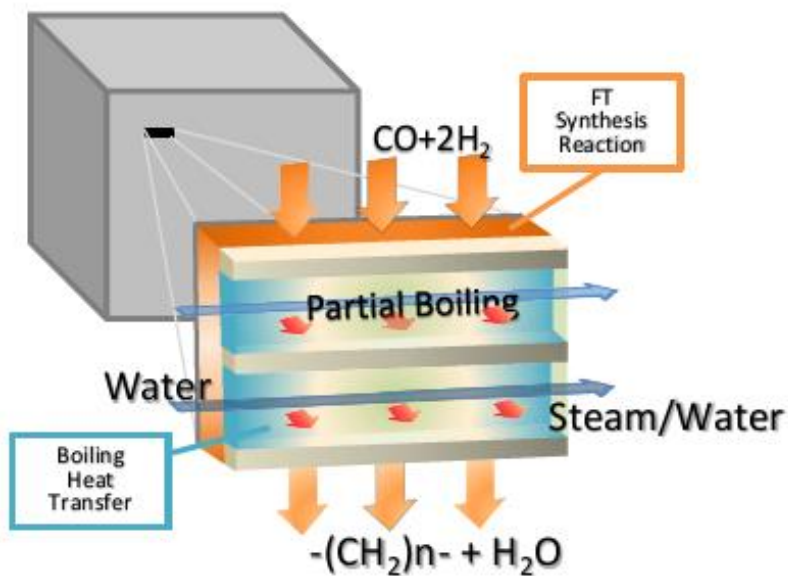
■大粒径を含むブロードな粒度分布のバイオマスに対応することで、設備費やランニング費用の低減や、多様なバイオマスへの適用性を高め、製造コスト低減に寄与することが可能となる。

■本コンセプトは平成24~27年度の事業(※)にて小規模試験装置で検証したが、2017~2020年度の本事業にて実用化に向けてスケールアップ検証と長時間の運転検証を実施。

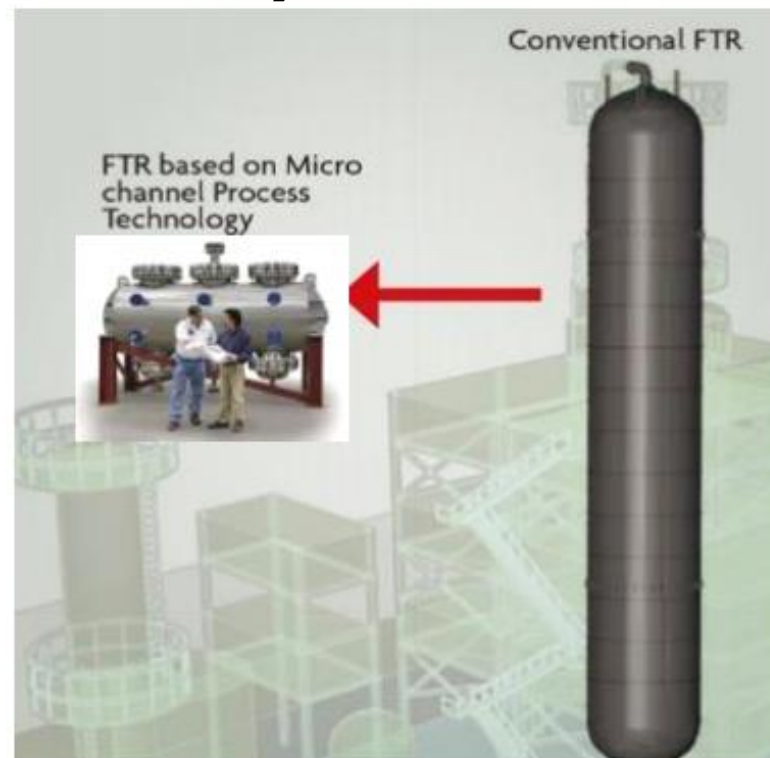


実際に使用した  
木くず原料

# マイクロチャンネルFT反応器の特徴 (東洋エンジニアリング)



FT反応器コア概念図



- FT合成と水冷却を密に組み合わせ、FT合成によって生じる反応熱を効率的に除熱し合成反応を加速する（上左図）
- 従来FT合成に比べFT反応容積を1/10に小型化できる（上右図）
- 上記特長によりプラント自体も小型化でき、すなわちCAPEXを圧縮できる
- 反応器組み込みモジュールを採用することにより建設期間を大幅に短縮できる
- 反応器スケールアップは標準コアの数を増やすことで対応する（単機容量100 bpd ~ 700 bpd可能）
- Biomass to Liquid（バイオマスガス化 → FT合成）の規模に適する



# SAFの国際規格 ASTM International D7566

取得状況	変換プロセス	概要	申請企業
ANNEX1	Fischer Tropsch( <b>FT</b> )	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 ( <b>HEFA</b> )	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) ( <b>SIP</b> )	2014年6月 10%混合が承認された	AMYRIS (米), TOTAL (仏)
ANNEX4	Synthesized Paraffinic Kerosene plus Aromatics ( <b>SPK/A</b> )	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 ( <b>ATJ</b> )	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 ( <b>CHJ</b> )	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 ( <b>HC-HEFA SPK</b> )	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	<b>IHI (日)</b>

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 資料5 P7を改変



# 木くずや微細藻類から製造した持続可能な代替航空燃料を定期便に供給

—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—

その一環として、固体である木質セルロースをガス化した後に液体炭化水素燃料化するガス化FT合成技術※4による製法では、株式会社JERAの施設内（愛知県名古屋市の）に建設したパイロットプラントで原料に木くずを使用し、SAFを一貫製造する実証試験を行いました。ここでは株式会社JERAが原料調達とパイロットプラントの運転、三菱パワー株式会社が原料のガス化、東洋エンジニアリング株式会社が生成ガスの液体炭化水素燃料化（FT合成）・蒸留と混合※5以後のサプライチェーン構築を担当し、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が製造されたSAFの燃焼における性能特性試験を実施しています。木くずから製造された純バイオジェット燃料を既存の化石燃料（JET A-1）と混合したSAFは、2021年3月に国際規格である「ASTM D7566 Annex1」※6に適合することを確認しました。

## ※4 ガス化FT合成技術

木質セルロースなど固形物をガス化炉で水蒸気および少量の酸素と反応させて一酸化炭素と水素を生成し（ガス化）、触媒を用いたFT反応器で液体炭化水素（燃料）に合成する技術。（Fischer-Tropsch Process）

## ※6 ASTM D7566 Annex1

ASTM D7566のうち、変換プロセス Fischer-Tropsch（FT）を対象とした規格。

## 【1】木くずから製造されたSAF

日付：2021年6月17日  
便名：日本航空515便  
区間：東京国際空港から新千歳空港  
機材：エアバスA350-900

## ※9 SAFを供給した定期便の概要

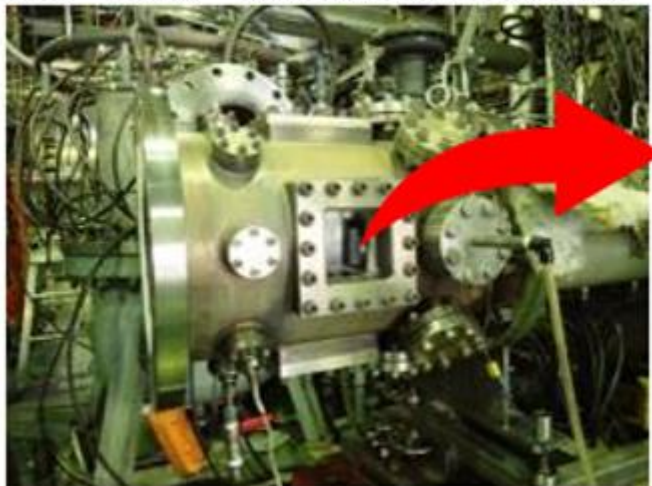
燃量の内訳は以下の通り。  
2021年6月17日 日本航空515便  
使用燃料 約8,700l  
木質バイオマス原料SAF2,195l（25%）、うち純バイオジェット燃料283l（3%）  
微細藻類原料SAF938l（11%）、うち純バイオジェット燃料1l（0.01%）



2021. 6. 18

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101442.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101442.html)

## 高温高圧燃焼試験設備



従来のジェット燃料



SAF

輝度の違いから(明るいとはススが多い)、  
SAFにはPMが大きく低減していることが  
確認された

<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00610861>

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

**(2) NEDO事業の成果紹介**

① ATJ

② ガス化・FT合成

**③ 微細藻類（炭化水素）**

④ 微細藻類と廃食油

⑤ 微細藻類（油脂）

(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待



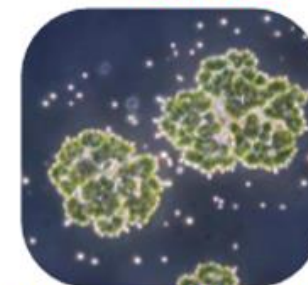
# 高速増殖型ボツリオコッカスを使った 純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発

(株) IHI

## 取組みの特徴

- 1 **増殖の速いボツリオコッカス**
  - ✓ 一般的なボツリオコッカスは非常に増殖が遅いところ、品種改良により増殖スピードが速い高速増殖型ボツリオコッカス(HGBb)\*を利用
- 2 **品種改良によるプロセスの簡素化**
  - ✓ 粒径を大きくすることで、浮上特性を付与し、回収を容易に
  - ✓ 培養水の再生利用、太陽エネルギーを利用する乾燥プロセスを開発
- 3 **屋外でも大規模に育成可能な培養プロセスを開発**
  - ✓ 屋外の簡易な培養池で、雨天時や他生物の混合などにも影響されずに培養させる工業的システムを開発

油分(炭化水素)を  
乾燥藻体中50wt%以上含有



*Botryococcus braunii*

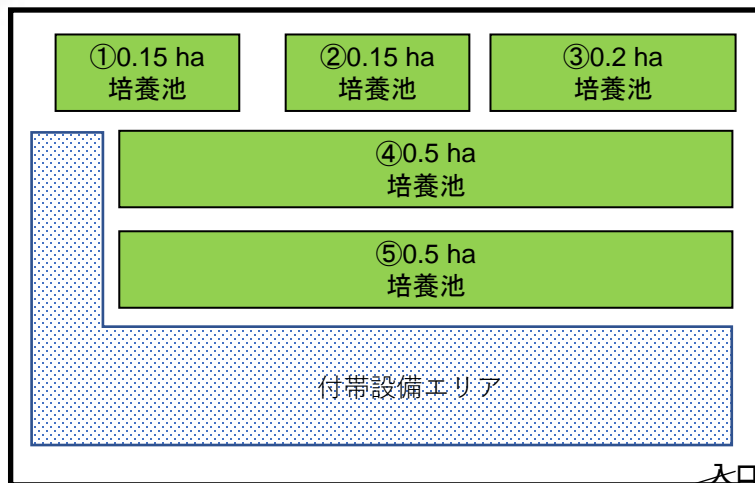


粒径拡大の様子



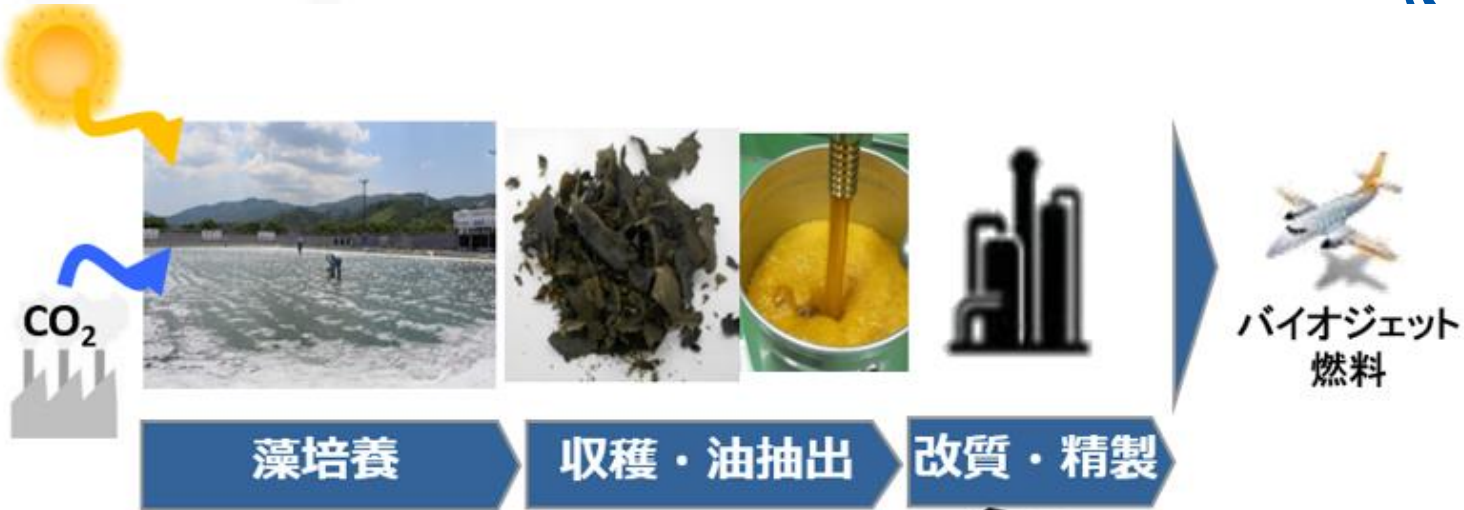
屋外大規模培養試験設備  
(鹿児島県)

※注) 株式会社GGT (本社: 大阪府吹田市、代表: 櫻本平) が所有する株。





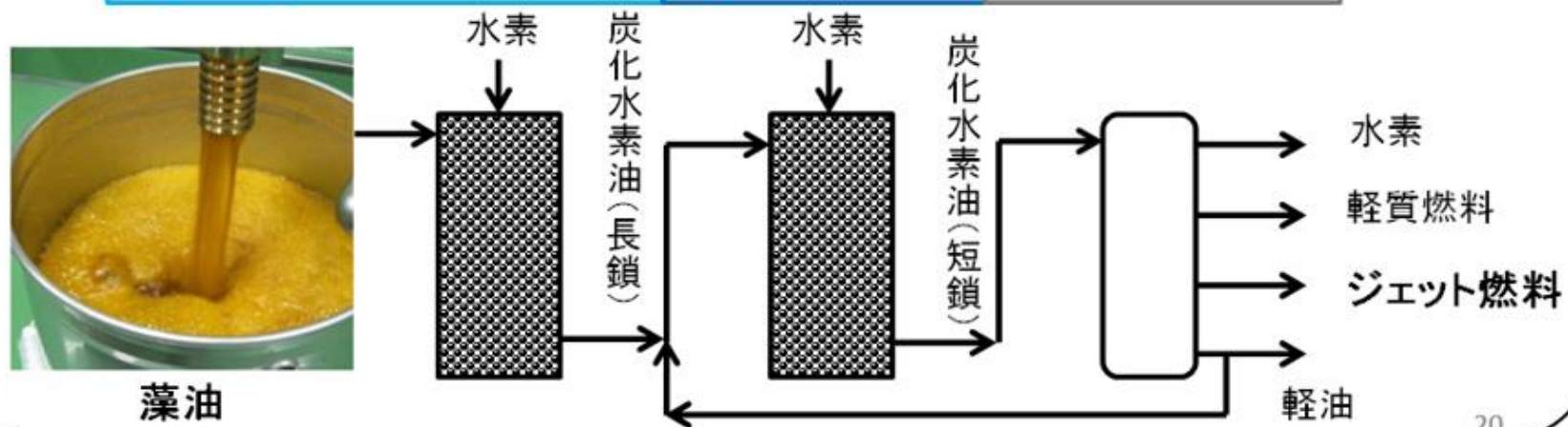
# 微細藻類由来のSAF生産の流れ



・水素添加（二重結合飽和化，脂肪酸の脱酸素化）

・水素化分解（炭素鎖を切断）

・分留工程（沸点ごとに分離）



—民間航空機への搭載に道。航空機のCO<sub>2</sub>排出削減に貢献可能に—

2020. 6. 8 [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101314.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101314.html)

## SAFの国際規格 ASTM International D7566

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)



# 木くずや微細藻類から製造した持続可能な代替航空燃料を定期便に供給

## —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—

また、微細藻類由来の油を精製する水素化精製技術※7による製法では、株式会社IHIが鹿児島県鹿児島市の既存施設とタイ王国サラブリー県に新設したパイロット屋外培養施設を使い、大規模培養からSAF製造までの一貫製造技術の確立と今後のサプライチェーン構築に取り組みました。微細藻類から製造された純バイオジェット燃料を既存の化石燃料（JET A-1）と混合したSAFも、2021年4月に国際規格である「ASTM D7566 Annex7」※8に適合することを確認しました。

これらNEDO事業の成果を踏まえ、このたび両技術で完成したSAFを東京国際空港（羽田空港、東京都大田区）出発の定期便に供給しました。

### ※7 微細藻油の水素化精製技術

微細藻類ボツリオコッカス・ブラウニー（Botryococcus braunii）から製造した粗油（炭化水素を主成分とする）を水素化処理で合成して液体炭化水素（燃料）を合成する技術。

### ※8 ASTM D7566 Annex7

ASTM D7566のうち、変換プロセスHC-HEFA SPK（Synthesized Paraffinic Kerosene from Hydroprocessed Hydrocarbon, Esters and Fatty Acids）を対象とした規格。同規格は（株）IHIが独自にASTMへ規格申請し、2020年5月に承認された。

## 【2】微細藻類から製造されたSAF

(1) 日付：2021年6月17日

便名：日本航空515便

区間：東京国際空港から新千歳空港

機材：エアバスA350-900

(2) 日付：2021年6月17日

便名：全日本空輸031便

区間：東京国際空港から大阪国際空港（伊丹空港）

機材：ボーイング787-8

### ※9 SAFを供給した定期便の概要

燃量の内訳は以下の通り。

2021年6月17日 日本航空515便

使用燃料 約8,700l

木質バイオマス原料SAF2,195l（25%）、うち純バイオジェット燃料283l（3%）

微細藻類原料SAF938l（11%）、うち純バイオジェット燃料1l（0.01%）

2021年6月17日 全日本空輸031便

使用燃料 約5,000l

微細藻類原料SAF988l（20%）、うち純バイオジェット燃料38l（0.8%）



2021. 6. 18

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101442.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101442.html)



ボツリオコッカス  
ブラウニー



ボツリオコクセン  
 $C_{34}H_{58}$



## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

**(2) NEDO事業の成果紹介**

① ATJ

② ガス化・FT合成

③ 微細藻類（炭化水素）

**④ 微細藻類と廃食油**

⑤ 微細藻類（油脂）

(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待

# 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)ユーグレナ

微細藻類と廃食油から製造したバイオジェット燃料が飛行検査機に搭載

—航空分野で、2030年以降の温室効果ガス排出削減に貢献—



(株)ユーグレナのバイオ燃料実証プラント

2021. 6. 4

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101436.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101436.html)

# ホンダジェットでバイオジェット燃料『サステオ』を初使用！ 今秋より一般の方もプライベートジェットで選択可能に 民間航空機で初の「サステオ」フライトが実現 日々の生活でバイオ燃料利用が当たり前となる社会に向けて始動

本フライトは、千葉氏ら「HondaJet Elite」の共同所有者がユーグレナ社の『GREEN OIL JAPAN』の理念に賛同し、ジェット機移動の際に排出される二酸化炭素を削減する手段の一つとして、ユーグレナ社のバイオ燃料「サステオ」の使用に至りました。民間航空機での「サステオ」ジェット燃料の使用は、世界で初めてとなります。

今回のフライトで使用した「サステオ」は、原料に使用済み食用油と微細藻類ユーグレナ（和名：ミドリムシ、以下「ユーグレナ」）由来の油脂を使用し、ユーグレナ社のバイオジェット・ディーゼル燃料製造実証プラントのBICプロセスにて製造、外部検査機関によるASTM D7566 Annex6規格への適合検査に合格※2したものを既存石油系ジェット燃料と混合したバイオ燃料です。

※2 2021年3月15日発表リリース <https://www.euglena.jp/news/20210315/>

2021. 6. 29 <https://www.euglena.jp/news/20210629-1/>

## 『サステオ (SUSTEO)』をユーグレナ社バイオ燃料ブランドに命名 バイオ燃料が日常に使える時代を目指すために新名称を設定し、供給拡大を進めます

### 2. 『サステオ』の原料

事業所や家庭で使用されたのちに回収された使用済み食用油と、微細藻類ユーグレナ（和名：ミドリムシ、以下「ユーグレナ」）等の微細藻類が原料となります。今後は上記以外にも、CO<sub>2</sub>排出量の削減と持続可能性が期待されるものは、バイオ燃料製造時の原料として検討していきます。

従来のバイオ燃料は、トウモロコシやサトウキビ、大豆、パームといった作物を主な原料とするため、食料との競合や、森林破壊にともなう温室効果ガスの増加といった問題がありましたが、『サステオ』は、食料との競合や森林破壊といった問題を起こさない持続可能性に優れた燃料を目指しています。

また、『サステオ』は、燃料の燃焼段階ではCO<sub>2</sub>を排出しますが、使用済みの食用油の原材料である植物も、微細藻類ユーグレナも、成長過程で光合成によってCO<sub>2</sub>を吸収するため、燃料を使用した際のCO<sub>2</sub>の排出量が実質的にはプラスマイナスゼロとなるカーボンニュートラルの実現に貢献すると期待されています。使用済みの食用油は、資源の再利用という観点でも環境負荷が低いため、海外におけるバイオ燃料製造においても主要な原料として利用されていますが、中長期的な観点から利用できるボリュームの面で限界があります。このためユーグレナ社は、今後の『サステオ』供給量拡大を見据え、微細藻類ユーグレナの利用率拡大に向けた研究開発をこれからも継続していきます。

2021. 6. 29 <https://www.euglena.jp/news/20210629-2/>

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

**(2) NEDO事業の成果紹介**

① ATJ

② ガス化・FT合成

③ 微細藻類（炭化水素）

④ 微細藻類と廃食油

**⑤ 微細藻類（油脂）**

(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待





# 微細藻類基盤技術開発 (2020~2024)

## 培養装置



## 藻類種



<p><i>Botryococcus braunii</i></p> 	<p><i>Euglena gracilis</i></p> 	<p><i>Cocomyxa</i> sp. (ケム編集技術あり)</p> 	<p>① <i>Fistulifera solaris</i> ② <i>Mayamaea</i> sp.</p> 	<p><i>Chlamydomonas</i> sp. 等 (多数の変異株保有)</p> 
<p>緑藻 光合成により 炭化水素生成</p>	<p>ミドリムシ 動物と植物の性質を 併せ持つ</p>	<p>緑藻</p>	<p>海洋性ケイ藻</p>	<p>緑藻</p>



## 培養場所

国内 or 海外

# 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)

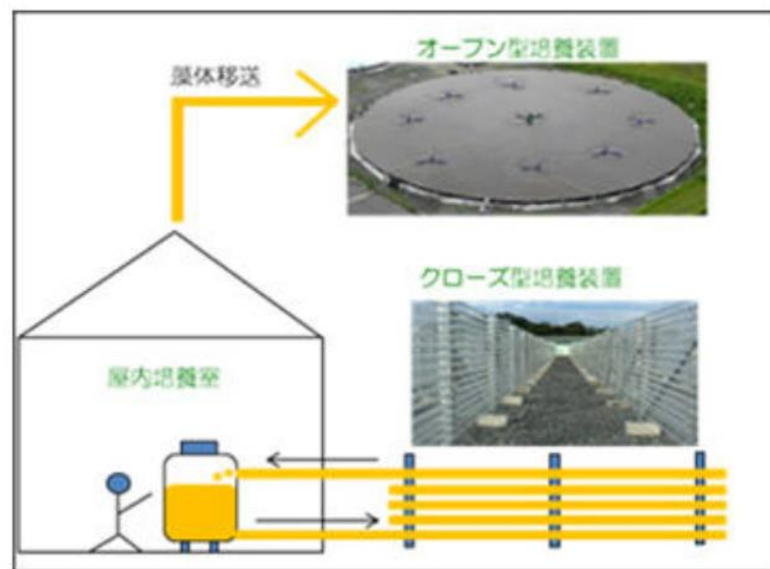
### 海洋ケイ藻

<p><b>ソラリス株</b> <i>Fistulifera solaris</i> JPCC DA0580</p>	<p><b>ルナリス株</b> <i>Mayamaea</i> sp. JPCC CTDA0820</p>
<p>サイズ: 8~10µm                  オイル含油量: up to 65wt% (実験室)                  生育: 7 days (0.5g/l: 25°C)                  適用温度範囲: 15~45°C                  オイル: 中性脂質                  主となる脂肪酸: C16:1, C16:0, EPA</p>	<p>サイズ: 10~12µm                  オイル含有量: up to 60wt% (実験室)                  生育: 10 days (0.5g/l: 10°C)                  適用温度範囲: 4~25°C ※2室配合が1つ                  オイル: 中性脂質                  主となる脂肪酸: C16:1, C16:0, EPA</p>

中温性

耐冷性

### オープン・クローズ型ハイブリッドシステム



[https://www.jpower.co.jp/news\\_release/2020/10/news201005.html](https://www.jpower.co.jp/news_release/2020/10/news201005.html)

# 熱帯気候の屋内環境下における、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 フォトバイオリアクター技術を応用した大規模実証に 関わる研究

ちとせ研究所(株)

バイオジェット燃料の普及に向けた

5ha規模の藻類培養設備の構築および長期大規模培養の実証をマレーシアで開始

～NEDOの委託事業に採択～



2020. 10. 5 <https://chitose-bio.com/jp/news/3514/>

# 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)ユーグレナ、(株)デンソー、伊藤忠商事(株)、三菱ケミカル(株)



2020. 10. 5

<https://www.euglena.jp/news/20201005-2/>



# 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

## (一社)日本微細藻類技術協会

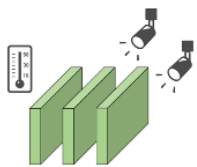


### 大崎クールジェン株式会社について

「革新的低炭素石炭火力発電」の実現を目指し、中国電力株式会社と電源開発株式会社の共同出資により設立。酸素吹石炭ガス化複合発電技術、二酸化炭素分離回収技術および燃料電池技術に関する実証試験を実施する。

カーボンリサイクル研究拠点のうちの1つ  
大崎クールジェンの敷地内に建設

### 培養



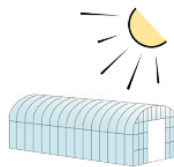
- パネル型PBR
- チューブ型PBR
- レースウェイポンド
- ※光・水温制御が可能

### 収穫／濃縮



- 遠心分離機
- 濾過分離機
- 化学凝集設備 等

### 乾燥



- 噴霧乾燥機
- 凍結乾燥機
- 風熱乾燥機
- 天日乾燥設備 等

### 抽出



- 溶接抽出装置
- 超臨界流体抽出機 等

### 分析



- 培地成分
- バイオマス成分
- 脂質成分等の分析装置

狙い：試験方法や評価基準の標準化と普及促進

<https://imat.or.jp/>

## 1. 持続可能エネルギー領域におけるバイオエネルギーの位置づけ

## 2. SAF

(1) SAFに取り組む背景と製造プロセス

(2) NEDO事業の成果紹介

① ATJ

② ガス化・FT合成

③ 微細藻類（炭化水素）

④ 微細藻類と廃食油

⑤ 微細藻類（油脂）

**(3) 微細藻類由来SAF製造への課題と期待**

# SAFに求められる要件

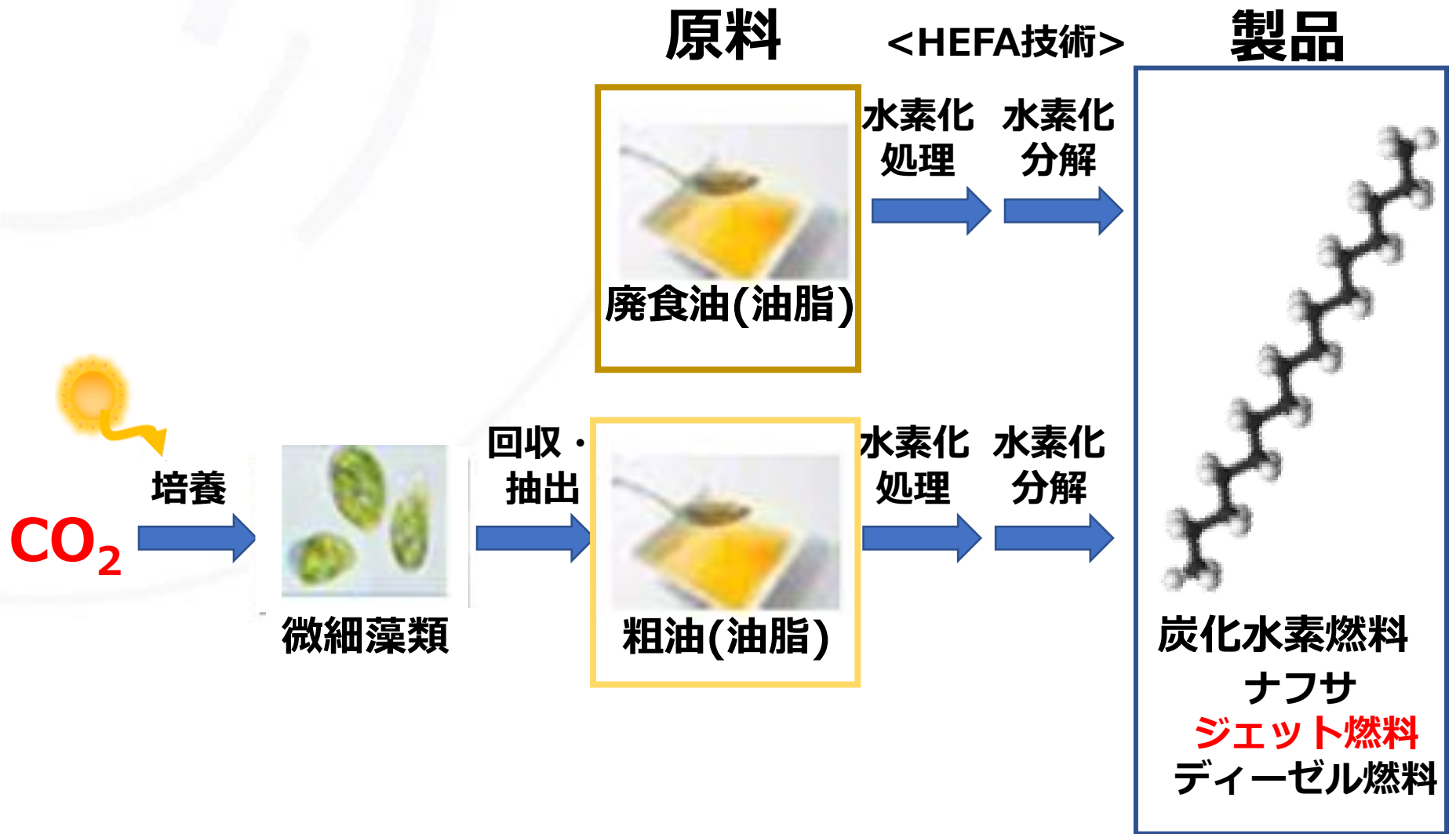
- ①量
- ②コスト
- ③LCA (GHG削減)
- ④Sustainability

作物	油脂収量 (L/ha/年)
大豆	450
カメラリア	560
ひまわり	955
ジャトロファ	1,890
パーム	5,940
<b>微細藻類</b>	<b>3,800 ~ 50,800</b>

出所：Drzins, A. Pienkos, P. and Edge, L. (2010) . Current Status and Potential for Algal Biofuels Production (IEA-task39, 2010) を基に NEDO 技術戦略研究センター作成 (2017)

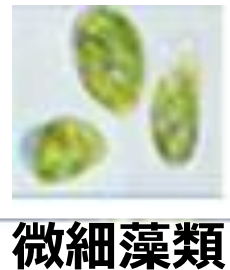
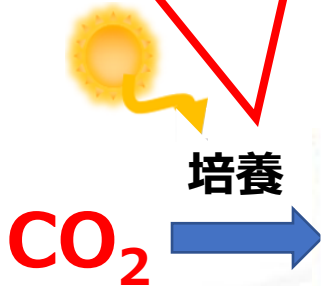


# 廃食油と微細藻類油からのSAF製造工程の比較



# 廃食油と微細藻類油からのSAF製造工程の比較

**原料**供給の観点では、  
培養工程は、コスト高  
⇒課題



回収・  
抽出



原料



<HEFA技術>

水素化  
処理

水素化  
分解

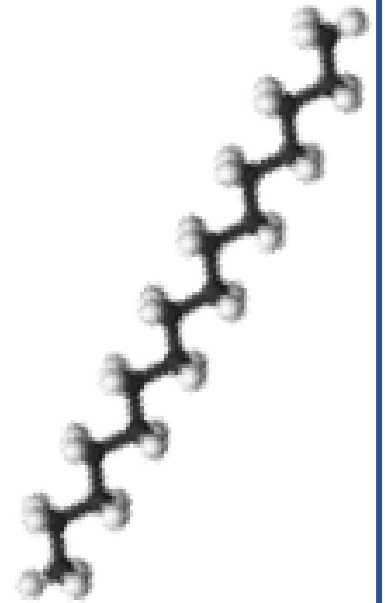


水素化  
処理

水素化  
分解



製品



炭化水素燃料

ナフサ

ジェット燃料

ディーゼル燃料

微細藻類の**機能**に着目  
すると。。。

**機能に着目**

- 微細藻類全体
- 脂質
  - タンパク質
  - 糖質
  - 高付加価値成分

**燃料以外の生成物の収入で、  
トータルコスト低減も可能  
⇒期待**

微細藻類全体をそのまま使用

- 食品

- 抽出油 (粗油)
- 脂質
  - 高付加価値成分

精製

- バイオ燃料
- 潤滑剤

有機溶剤により油と残渣に分画

精製過程未利用成分・残渣

- バイオプラスチック原料
- 乳酸, バイオナフサ

抽出残渣から糖質等を抽出

- 抽出残渣
- タンパク質
  - 糖質
  - 高付加価値成分

抽出残渣をそのまま使用

- 家畜・養殖用飼料
- 農業用有機肥料
- 固形燃料 (乾燥を要する)

糖質を抽出し、アルコール発酵

- バイオエタノール

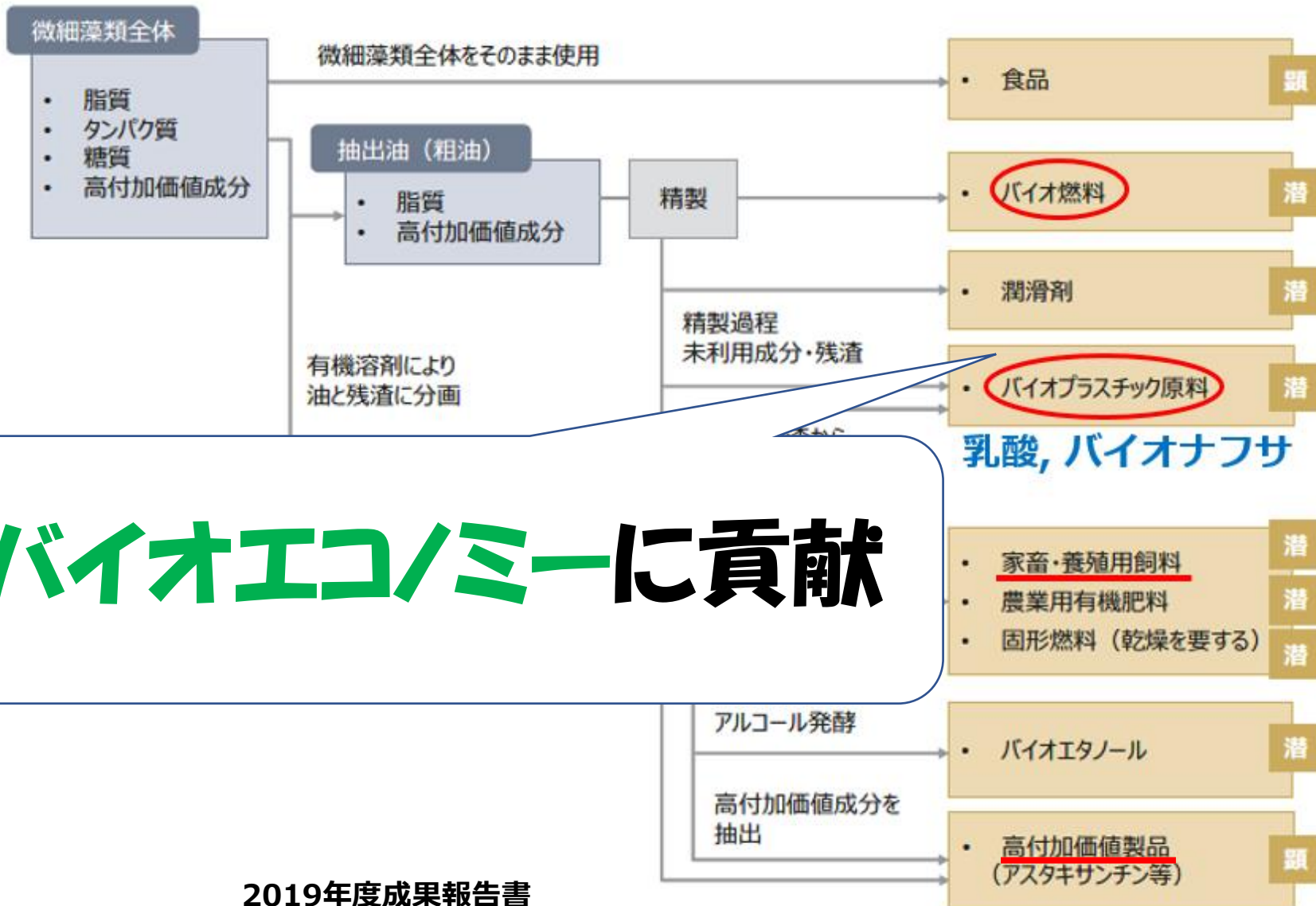
高付加価値成分を抽出

- 高付加価値製品 (アスタキサンチン等)

2019年度成果報告書

「バイオジェット燃料生産技術開発事業 / 技術動向調査 / 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 (2020. 3)

燃料以外の生成物の収入で、SAF製造コスト低減へ



**バイオエコノミーに貢献**

2019年度成果報告書

「バイオジェット燃料生産技術開発事業 / 技術動向調査 / 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 (2020. 3)



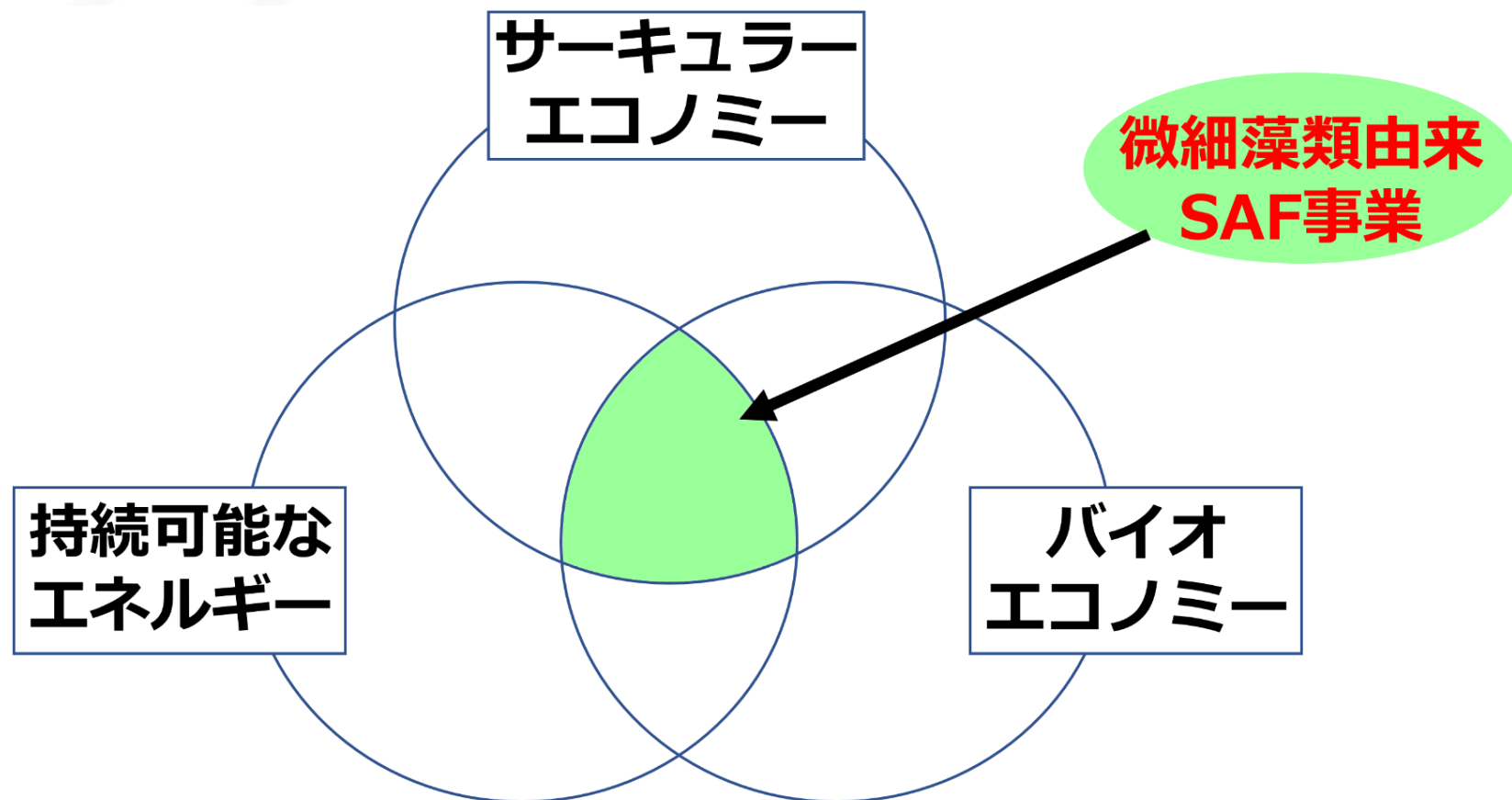
- ・ 培養時の排水の再利用  
⇒ 水資源への配慮

- ・ 下水利用  
⇒ 肥料代の削減  
化学肥料削減によるGHG削減

**サーキュラーエコノミーの実践により、  
Sustainabilityに貢献**

# まとめ（課題と期待）

微細藻類由来のSAFの社会実装には、**サーキュラーエコノミーを満たすことが必要で、その結果としてバイオエコノミーにも貢献する**



# NEDO Channel にてYoutube配信中



<https://www.youtube.com/watch?v=Sp4LNYVP9bg>



<https://www.youtube.com/watch?v=nzNN8ymDf-Y&list=PLZH3AKTCrVsX90YTJbhjFWV-o2t1yLJql&index=1>

**ぜひ、ご覧ください！**

ご清聴ありがとうございました