

2023年度成果報告会

グリーンイノベーション基金事業／
CO2等を用いた燃料製造技術開発／
持続可能な航空燃料(SAF)製造に係る技術開発／

最先端のATJ (Alcohol to Jet) プロセス技術を用いた ATJ実証設備の開発と展開

発表日: 2024年2月1日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 社本 潤

団体名 出光興産株式会社

問い合わせ先 jun.shamoto.6600@idemitsu.com

事業概要



1. 期間（委託事業）	（助成事業・予定）
開始 : 2022年4月	開始 : 2024年4月
終了（予定） : 2024年3月	終了（予定） : 2027年3月

2. 最終目標

（事業全体の目標（2027年3月））

- 2026年までの航空機への燃料搭載を目指し、製造技術を確立し、液体二ト燃料収率50%程度以上、且つ製造コスト100円台/Lを実現
- 年間 100,000kL の二トSAFの安定的生産と航空機燃料としての供給実現
（委託事業での目標）
- 実証装置の基本設計完了

3. 成果・進捗概要

実証機（スケールUP）に反映する技術課題を明確にし、研究開発期間の目標達成に見込みが立った。

- 世界各地のバイオエタノール不純物の種類、濃度と反応への影響把握した。
- 反応実験・解析とシミュレーションにより目標達成の条件を把握した。
- 開発したCFD（流動解析シミュレータ）にて解析を実施し実証機に反映する条件を把握にした。

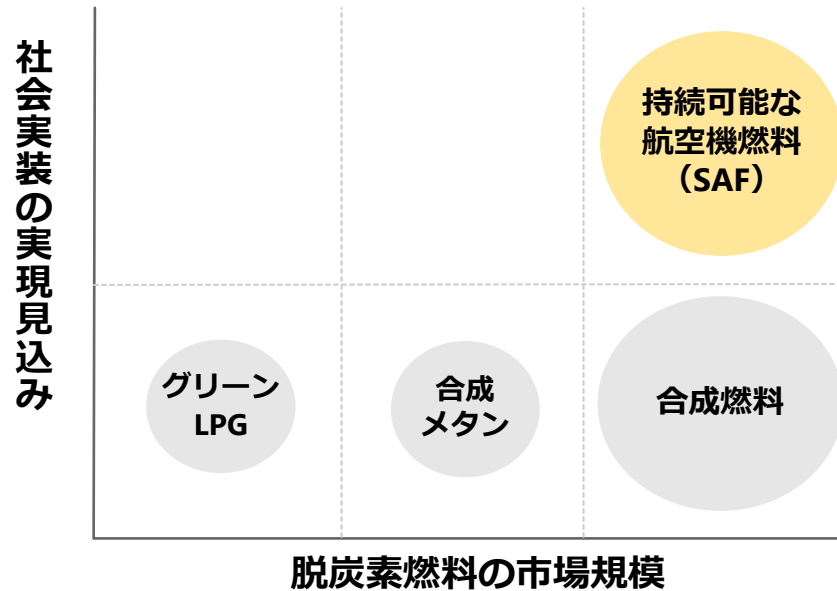


本事業の目指すところ

セグメント分析

脱炭素燃料の中でもSAFは製造技術開発により早期の社会実装化が可能と判断

(脱炭素燃料市場のセグメンテーション)



社会ニーズ

需要家	消費量 (2030年)
航空会社	100万KL

社会ニーズ

- 国産SAFの早期社会実装実現
- SAFの安定供給体制の整備



本事業の目指すところ

市場：2030年の国内二一トSAF需要量100万KL
シェア：上記需要のシェア50%の50万KLを供給
(当社目標)

相応の流通量があるバイオエタノールを用い、SAFを安定供給できる技術の確立、及び、関係者連携による供給体制の構築を行う

事業戦略・事業計画

エタノール調達
輸送

SAF製造
(エタノール脱水⇒エチレン重合)

JET燃料ブレンド
(既存JETタンク活用)

航空会社へ供給
CO2排出量削減



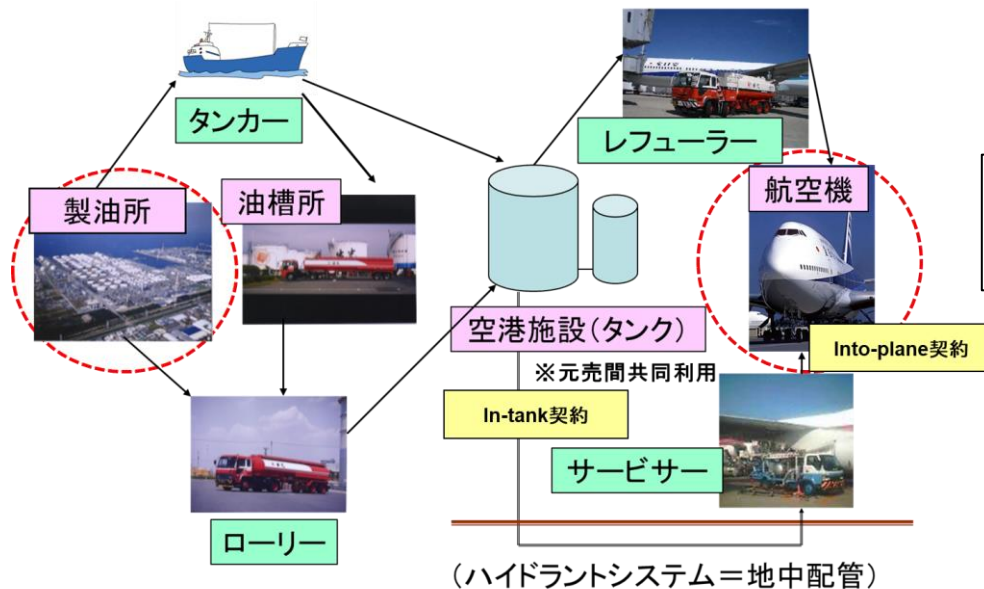
出典: 出光興産
中期経営計画(2023~2025年度)

原料タンク
(既設タンク活用)

SAFタンク
(既設タンク活用)

空港タンク

JET燃料のサプライチェーン



出光の製油所 ・事業所体制

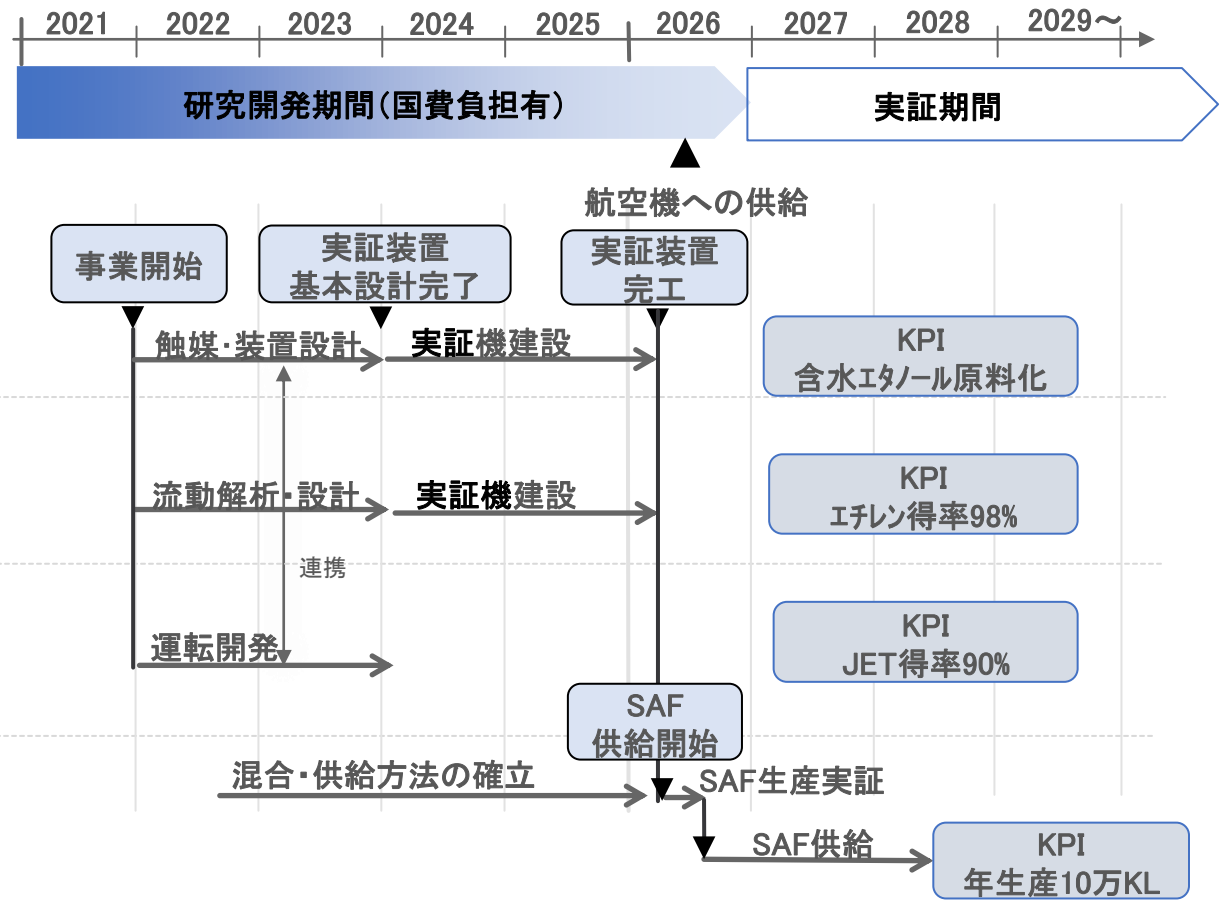


千葉事業所は、成田空港(石油ターミナル)
羽田空港の至近の距離に位置し、
JET燃料の安定供給を担っています。

千葉港頭石油ターミナル
千葉事業所

事業化スケジュール

実施スケジュール



研究開発項目 研究開発内容

1.競争力あるATJ製造実証機の開発

①無水・含水エタノールを原料化するプロセス開発/反応系での水分除去

②エタノールからエチレンの収率向上(98%以上wt%)/副生廃水の処理技術確立

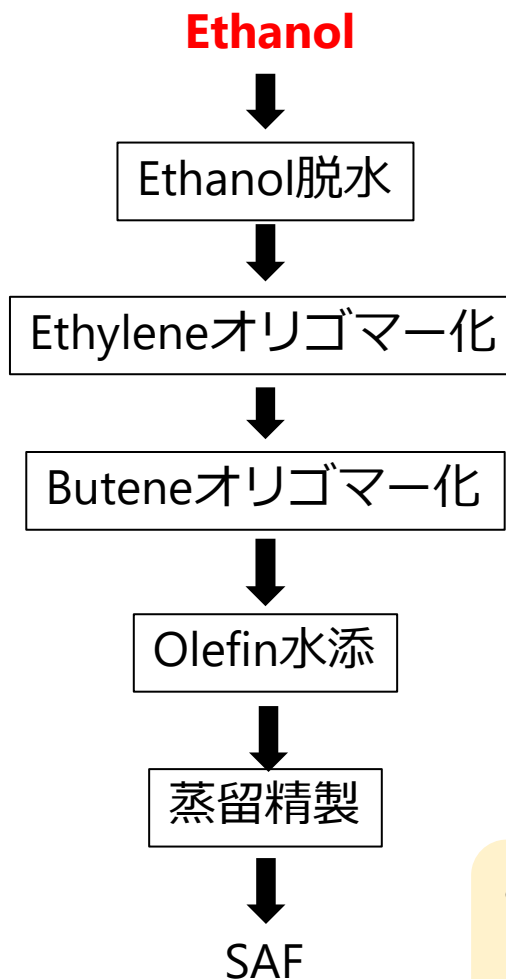
③エチレンからのジェット燃料得率率90%以上(炭化水素基準wt%)

2.商業運転実証とSAF供給

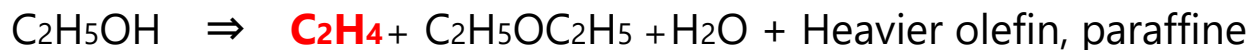
④年産10万KL相当の安定生産・供給の実現

▼ : ステージゲート審査

ATJ製造工程と技術開発目標



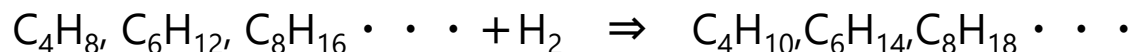
①含水エタノール活用



Ethylene 収率 98% (炭素)



Jet 収率 90%



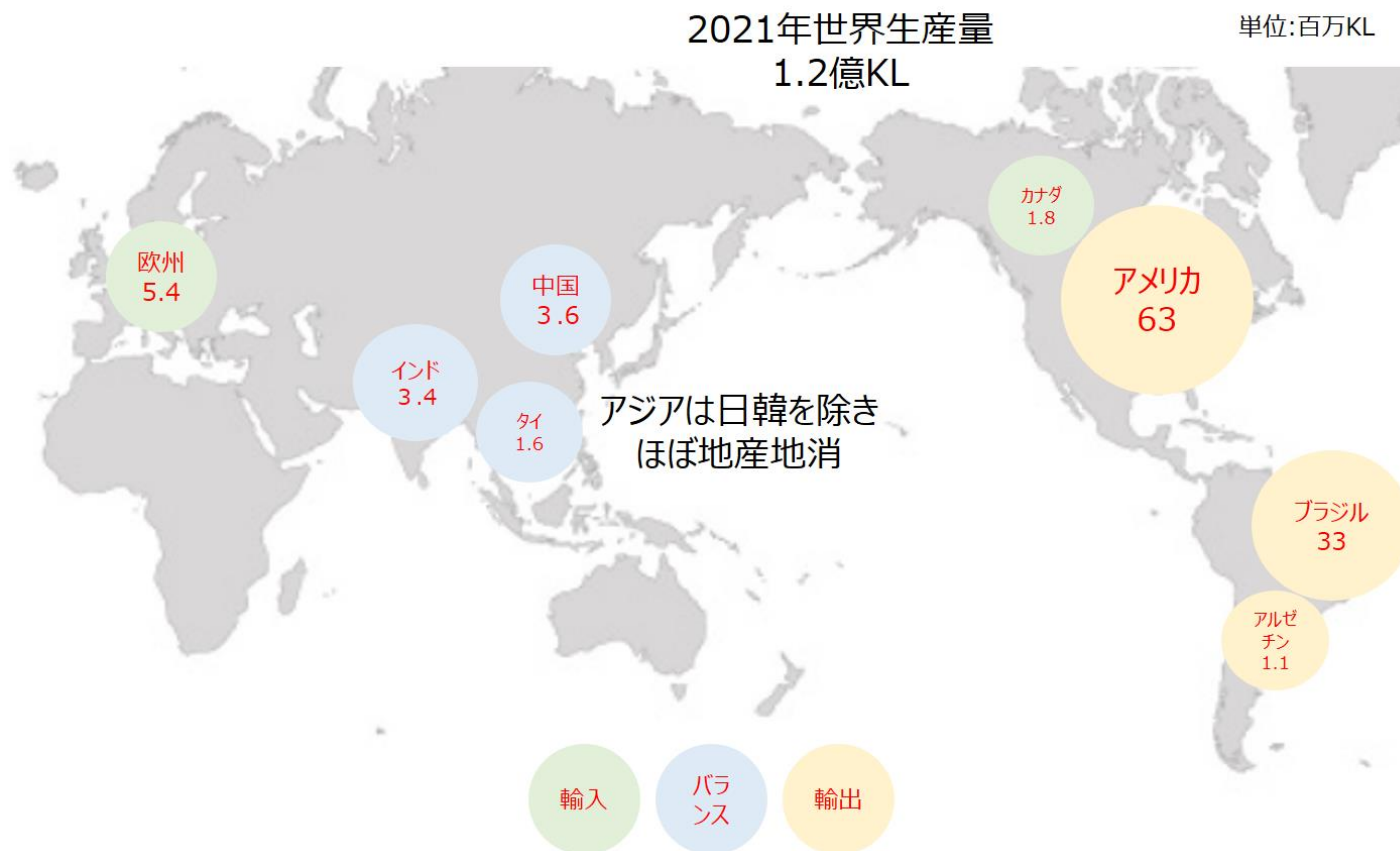
- ・ 経済性への影響が大きい上記3つの目標を掲げて、開発を進め、研究開発期間の目標達成に見込みが立った。

研究開発状況のまとめ

目標	概要
①無水・含水エタノールを原料化するプロセス開発	バイオエタノール成分調査 <ul style="list-style-type: none">・含水と無水での不純物濃度の相違程度を把握した。・含水・無水に関わらず高濃度の不純物をを含むものが存在する。・ベンチでの反応実験に不純物の影響を把握した。
②エタノールからエチレンの収率向上 (炭素基準98%以上)	エタノール脱水反応実験とCFD解析を実施 <ul style="list-style-type: none">・主生物エチレンと副生成物に関連する反応パラメータを整理し、収率への影響を把握した。・反応器内偏流評価のためのCFD3Dモデルを構築し、計画通り評価を進めた。
③エチレンからのジェット燃料油の収率向上 (炭素基準90%以上)	ブテンオリゴマー化実験とCFD解析を実施 <ul style="list-style-type: none">・反応生成物を網羅的に把握した。・ジェット収率を操作可能な反応パラメータを見出した。・反応器内偏流評価のためのCFD3Dモデルを構築し、計画通り評価を進めた。

- ・ 実証機に反映する技術課題の把握を進め、目標達成に見込みが立った。

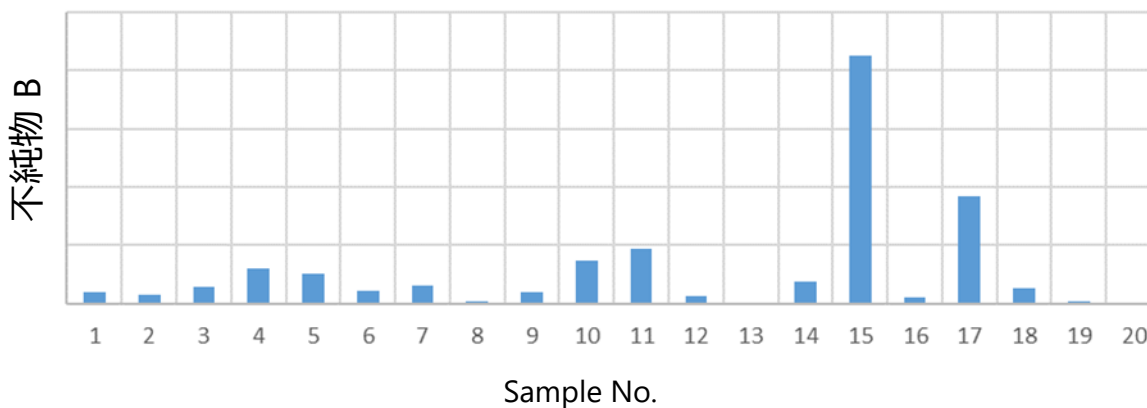
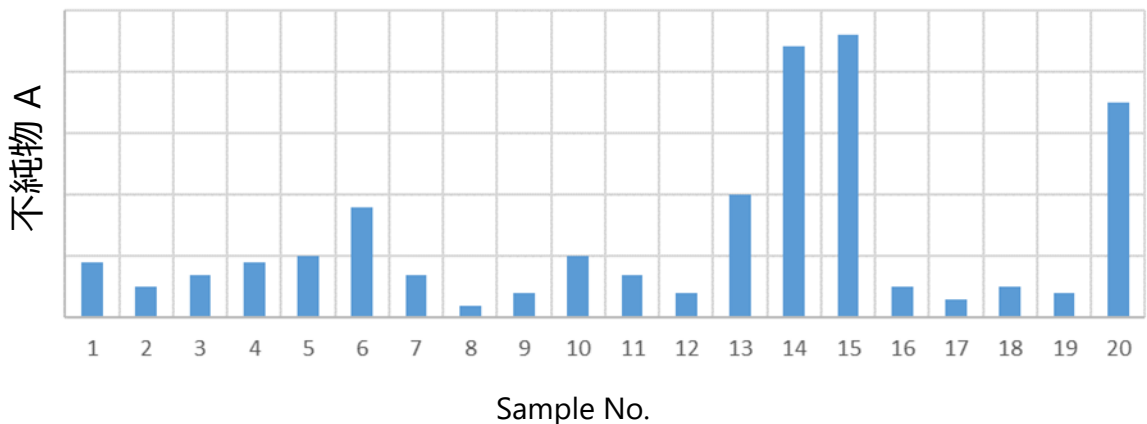
トピックス目標①、②関連 -バイオエタノールの調査-



- 第二世代（2G）を含む、世界各地の無水・含水バイオエタノールを入手した。
- 入手したバイオエタノールを分析した。

トピックス目標①、②関連

-バイオエタノールの調査-

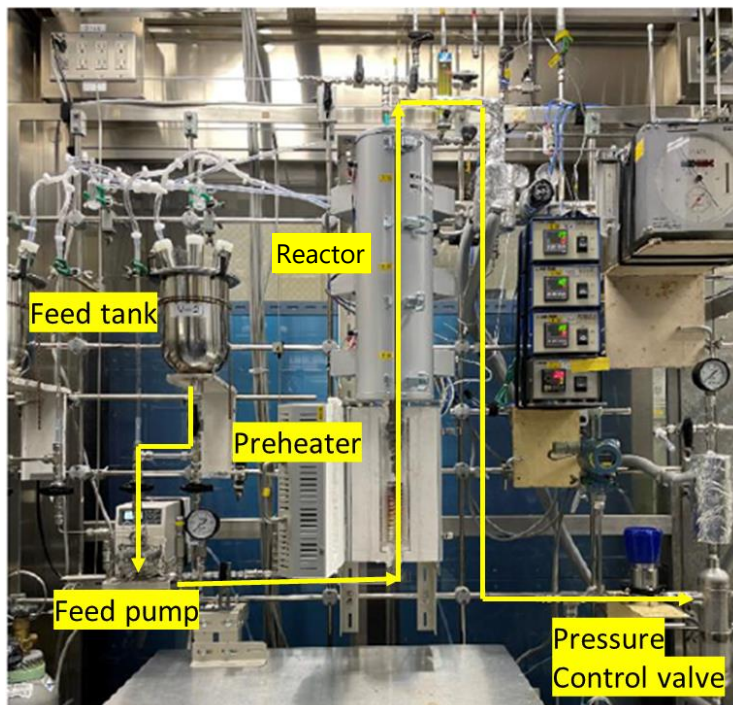


収集分析サンプルの例

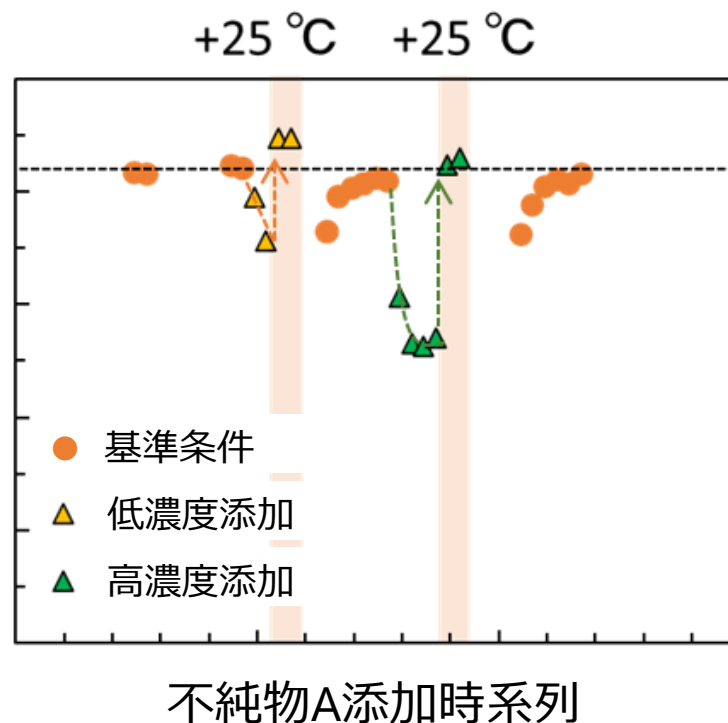
番号	世代	国	グレード
1	1G	ブラジル	含水
2	1G	ブラジル	含水
3	2G	日本	無水
4	2G	日本	含水
5	1G	アメリカ	無水
6	1G	アメリカ	無水
7	1G	アメリカ	無水
8	1G	アメリカ	無水
9	1G	オランダ	無水
10	1G	ブラジル	無水
11	1G	ブラジル	含水
12	1G	タイ	無水
13	1G	パキスタン	含水
14	1G	ブラジル	無水
15	1G	ブラジル	含水
16	1G	ブラジル	含水
17	1G	ブラジル	無水
18	1G	ブラジル	含水
19	1G	ブラジル	含水
20	2G	日本	無水

- 含水・無水エタノール間での不純物濃度の相違程度を把握した。
- 含水・無水に関わらず不純物が高いものが存在する。

トピックス目標①、②関連 -ベンチ装置と解析-



エタノール転化率

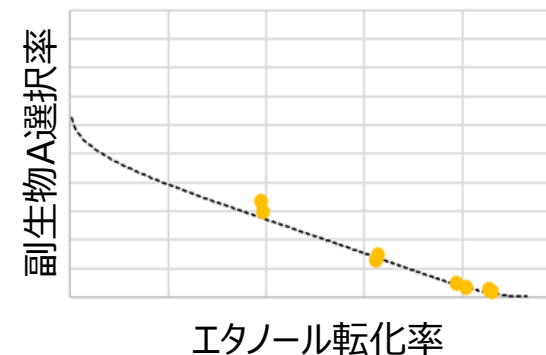
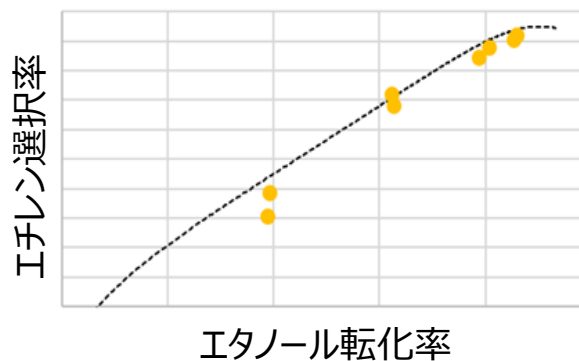
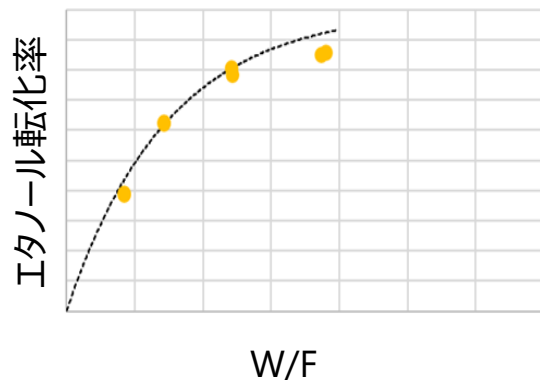


- 連続流通式ベンチ装置を立上げ、エタノール反応解析を実施した。
- 不純物による反応への影響を把握した。
不純物Aによる転化率の低下は、反応温度アップによりカバー可能な見込み。

トピックス目標①、②関連 -ベンチ装置と解析-

各生成物選択率と反応パラメータの関係

項目	W/F	Parameter A	Parameter B	Parameter C
エチレン				
副生物A				
副生物B				
副生物C				



- 目的生成物エチレンとその他副生成物の関係を整理した。
- 収率に関与する各種生成物と反応パラメータの関係を把握した。

トピックス目標①、②関連 -反応器内流動解析-

目標

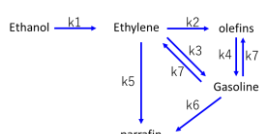
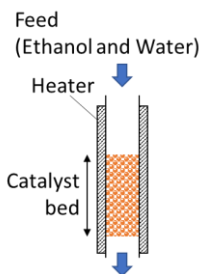
**エチレン収率
(98%)**

CFD, 反応速度同号モデルの作成

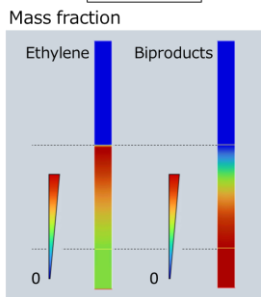
検証

反応器構造
ケーススタディー

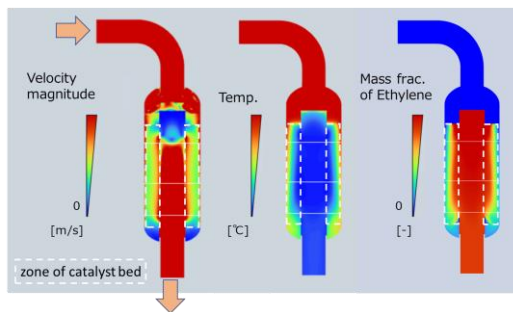
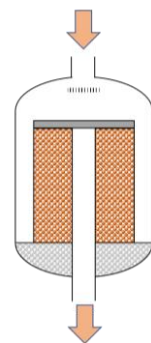
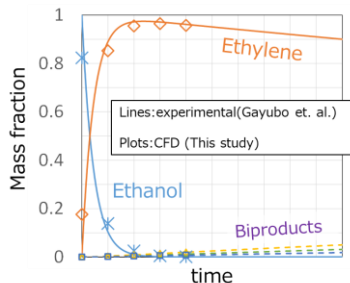
Experimental
(Gayubo et. al.)



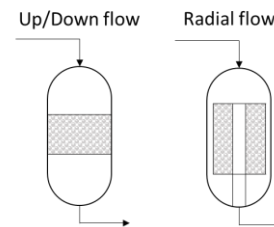
CFD results



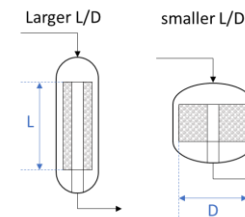
Validation of CFD model



➤ Flow direction



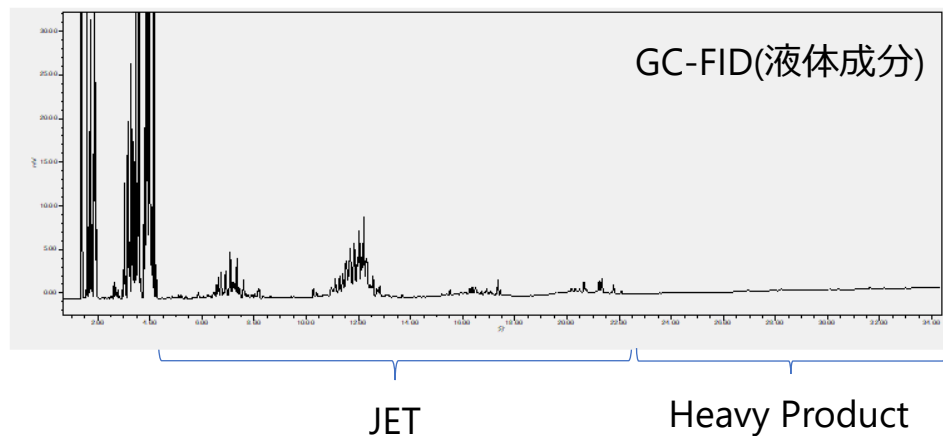
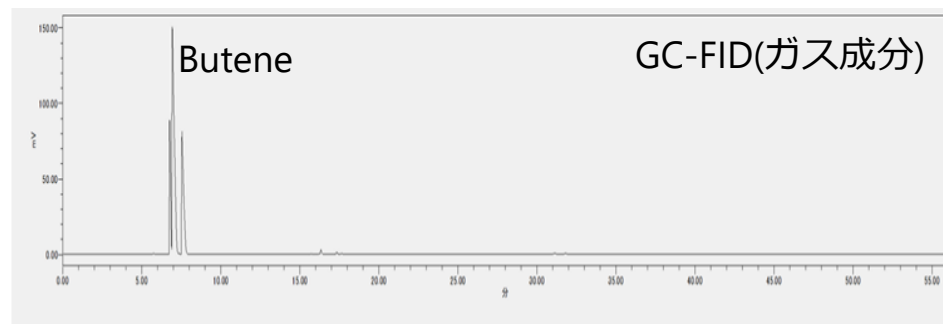
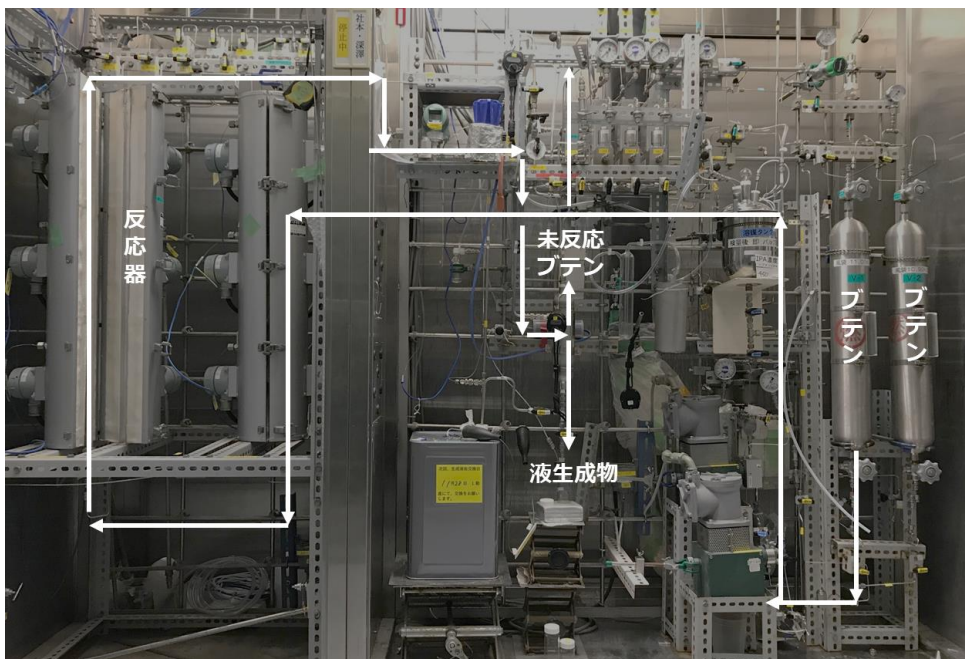
➤ Catalyst bed dimension (L/D)



- エタノール脱水反応を組み込んだ流動解析のモデル構築を実施した。
- 計画通り反応器構造による影響を評価を進めた。

トピックス目標③関連

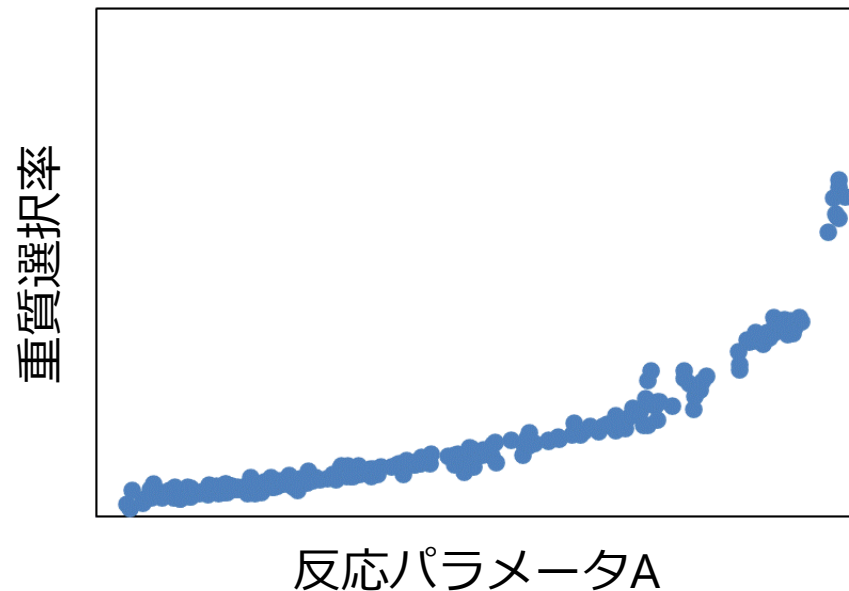
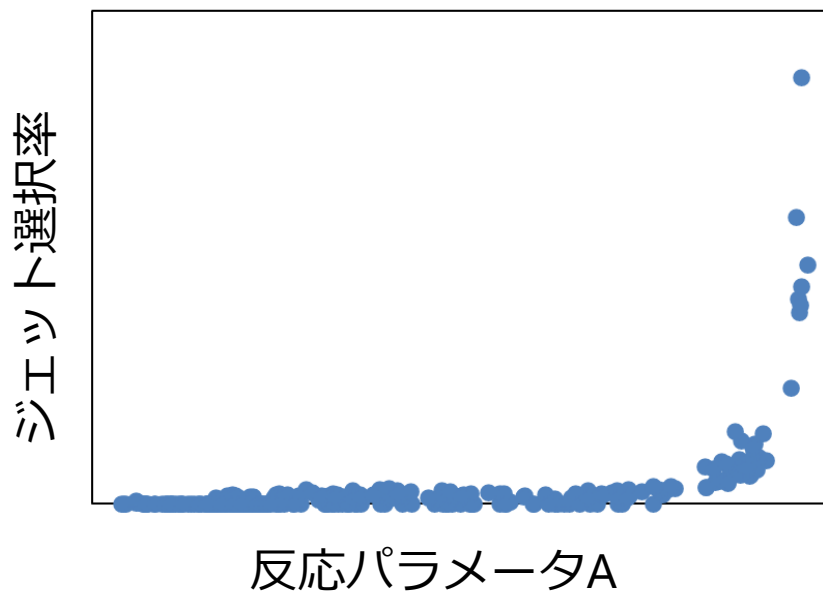
-ベンチ装置と生成物-



- 連続流通式ベンチ装置を立上げ、ブテンオリゴマー化生成物を網羅的に把握した。
- ブテンオリゴマー化反応の特徴把握、速度解析行った。

トピックス目標③関連

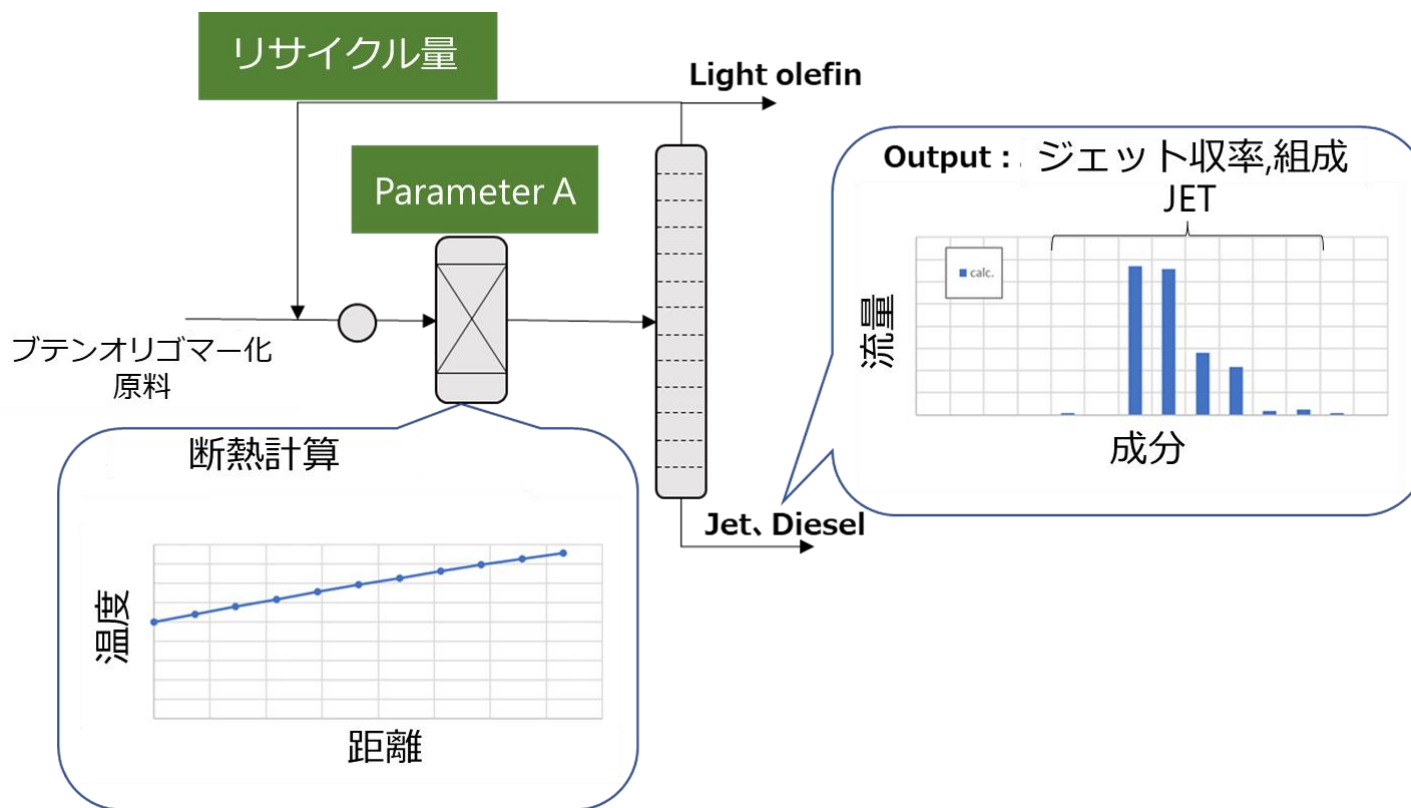
-ベンチ装置と解析-



- ジェット収率に影響を与える、操作可能な反応パラメータを見出した。

トピックス目標③関連

-リサイクルシミュレーション-



- 反応実験結果を表現可能な反応シミュレータを構築した。
- シミュレータ（断熱）によるケーススタディーを行い、収率目標の達成が見込める反応条件範囲を把握した。

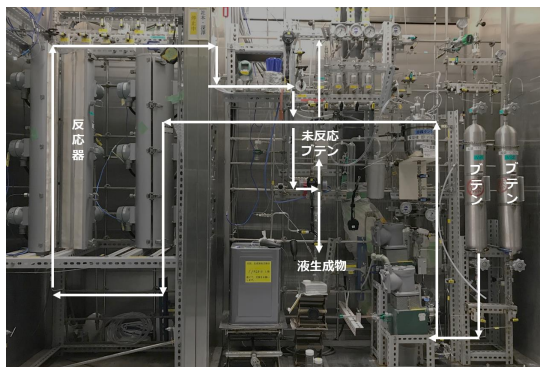
トピックス目標③関連 -反応器内流動解析-

偏流が及ぼす影響

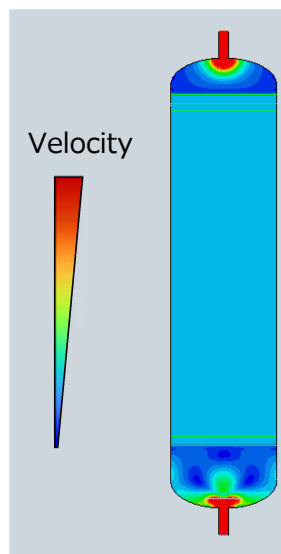
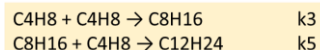
CFDベースモデル

反応器構造スタディー

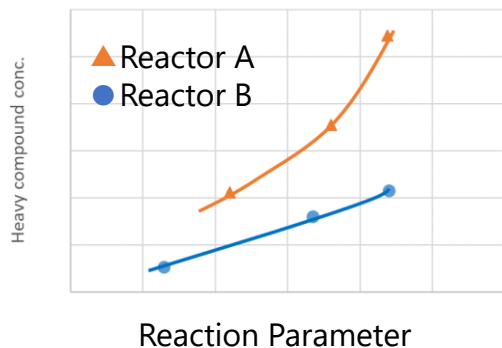
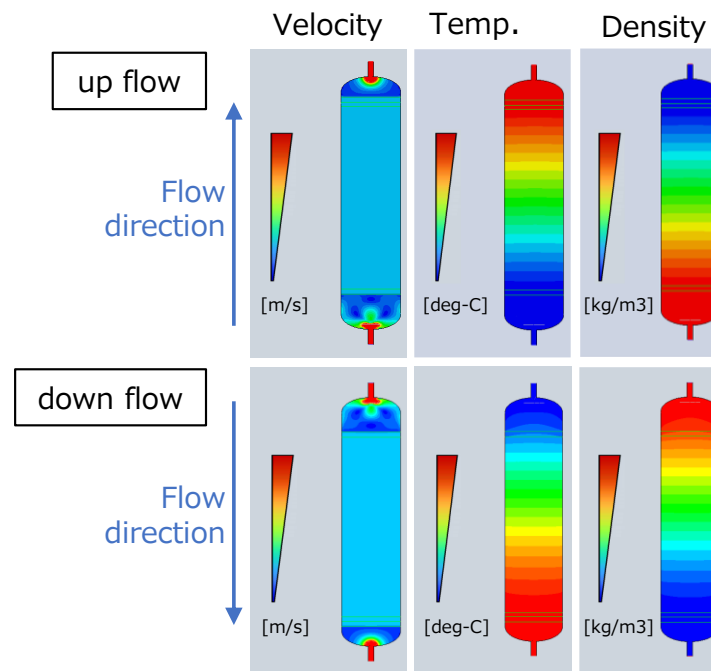
Target
ジェット収率
向上 (90%)



Simplified kinetic model for CFD simulation



➤ Flow direction



- ブテンオリゴマー反応を組み込んだ流れ解析のモデル構築を実施した。
- 計画通り反応器構造による影響を評価を進めた。

研究開発状況のまとめ [再掲]

目標	概要
①無水・含水エタノールを原料化するプロセス開発	バイオエタノール成分調査 <ul style="list-style-type: none">・含水と無水での不純物濃度の相違程度を把握した。・含水・無水に関わらず高濃度の不純物をを含むものが存在する。・ベンチでの反応実験に不純物の影響を把握した。
②エタノールからエチレンの収率向上 (炭素基準98%以上)	エタノール脱水反応実験とCFD解析を実施 <ul style="list-style-type: none">・主生物エチレンと副生成物に関連する反応パラメータを整理し、収率への影響を把握した。・反応器内偏流評価のためのCFD3Dモデルを構築し、計画通り評価を進めた。
③エチレンからのジェット燃料油の収率向上 (炭素基準90%以上)	ブテンオリゴマー化実験とCFD解析を実施 <ul style="list-style-type: none">・反応生成物を網羅的に把握した。・ジェット収率を操作可能な反応パラメータを見出した。・反応器内偏流評価のためのCFD3Dモデルを構築し、計画通り評価を進めた。

- ・ 実証機に反映する技術課題の把握を進め、目標達成に見込みが立った。

ご清聴ありがとうございました。