

2024年度NEDO再生可能エネルギー一部成果報告会
プログラム No.8

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

パルプからの国産SAFの一貫生産
およびサプライチェーン構築実証事業

発表日：2024年12月18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

代表者名 泉 可也

団体名 三友プラントサービス株式会社、株式会社Biomaterial in Tokyo、丸住製紙(株) (委託先)

問い合わせ先 株式会社Biomaterial in Tokyo E-mail: izumi.y@biomt.co.jp TEL: 092-558-2733

1. 目的

SAF製造技術の多様化も鑑みながら将来の商用化を見据えた規模での実証を通じてサプライチェーンモデルを構築する。具体的には、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、原料調達、ニートSAF (ASTM D7566規格準拠) 生産、ジェット燃料との混合、空港への搬入まで、将来の商用化を見据えた規模での実証等を通じてサプライチェーンモデルを構築し、SAFの安定供給に不可欠となる我が国独自のサプライチェーンを確立する。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目的としている。

2. 期間

2022年9月2日 ～ 2025年3月31日

3. 目標（中間・最終）

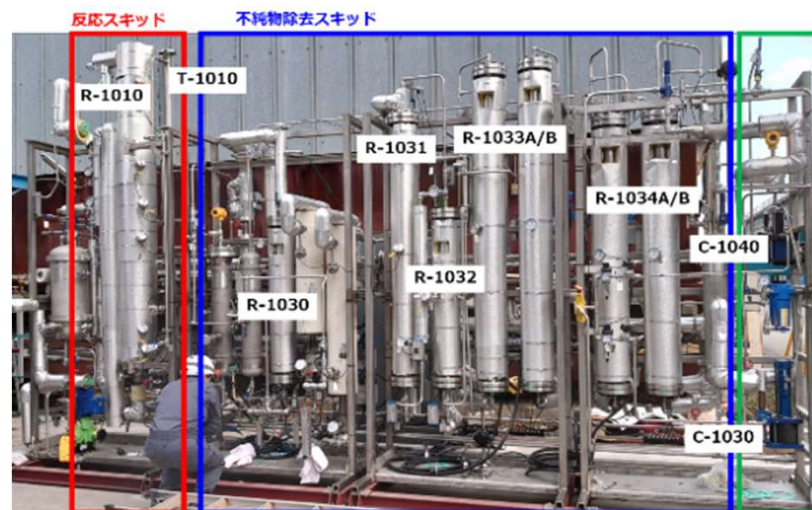
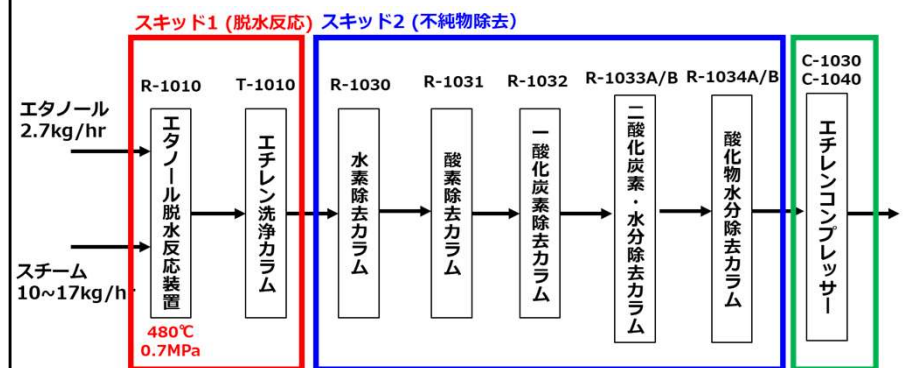
ニートSAF製造量150 kL/年（事業期間内では、500 L/日×30日連続生産、GHG削減率60%以上、D7566適合）を目指す。第2世代バイオエタノールの生産は、6 kL/日×20日連続（120 kL）を行い、ATJの原料として使用し、国産ニートSAF一貫生産を行う。また、CORSIA認証取得を推進する。

4. 成果・進捗概要

パイロットプラントを用いた連続運転によるSAF製造を実施し、D7566規格に適合見込みのあるSAFの製造に成功した。実証プラントの建設も進行している。また、サプライチェーン構築を推進し、CORSIA認証については、原料調達からパルプ製造までのISCC-CORSIA認証を取得に至った。

1. 10 kL/年SAF生産設備での実証実験 -エチレン製造試験-

エチレン製造装置の反応プロセス



- 原料エタノール濃度を99.5, 90, 50, 30%と低下させた際においてもエチレン製造が可能であり、製造したエチレン濃度は最大**99.9%**、反応効率は最大**90.1%**を達成した。
- 製造したエチレンはジェット製造工程に使用可能なスペックを達成しており、製造したエチレンを用いてジェット燃料製造を行った。
- 1st-G EtOH, 2nd-G EtOH原料からエチレン製造試験を実施し、原料による差は見られなかった。

製造エチレンの分析結果

	NEDO2 Run6	NEDO3 Run2	JORA*3	NEDO3 FY23Run1			NEDO3 FY24 Run1	不純物 許容 濃度
EtOH種別	1st	1st	2nd	1st	1st	1st	2nd	
原料 EtOH濃 度 (%)	99.5	99.5	90	75	50	30	71	
EtOH供給 速度 (kg/hr)	2.5	2.0	1.9	2.5	2.5	2.4	2.4	
分析機関	社外	自社	自社	自社	自社	自社	自社	
Ethylene (%)	99.9	97.9	98.3	98.1	97.8	97.7	97.9	-
H ₂ (%)	*1	0.02	0.03	ND	ND	ND	0.01	<0.08
O ₂ (%)	<0.0005	0.002	0.002	0.004	0.005	0.014	0.005	<0.1
CO (ppm)	<0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<5
CO ₂ (ppm)	<1	ND	ND	40	50	90	ND	<10
Methane (%)	*1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0.1
Ethane (%)	*1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0.1
反応率*2 (%)	67.5	90.1	84.0	88.1	89.1	83.4	86.7	-
Ethylene生成 速度 (kg/hr)	1.1	1.1	0.96	0.80	0.54	0.30	0.73	-

ND: 不検出, *1: 未測定, *2: エタノールが全てエチレンに反応した反応率を100%としたとき

*3: 一般社団法人日本有機資源協会の令和3年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金

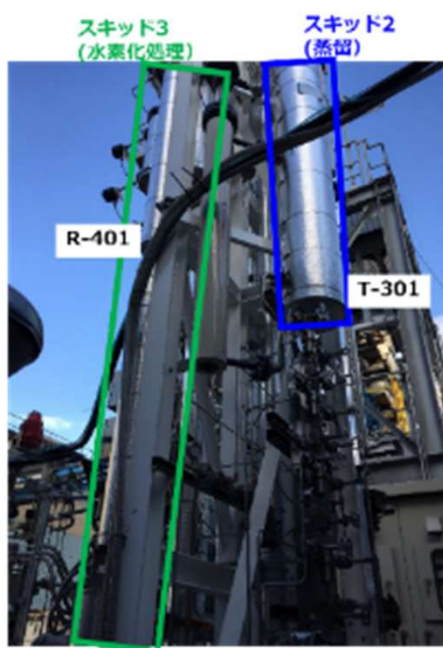
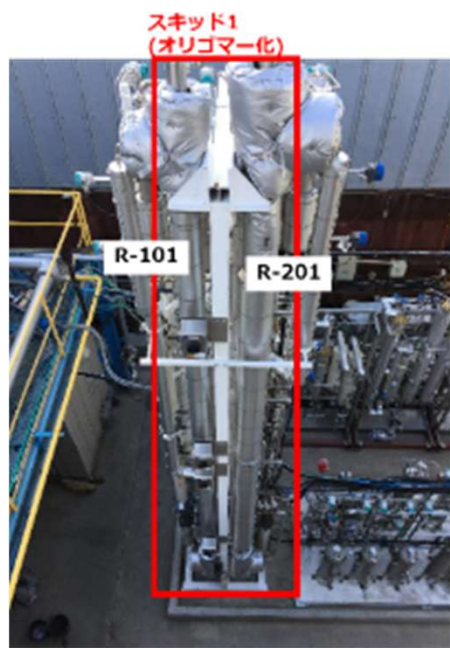
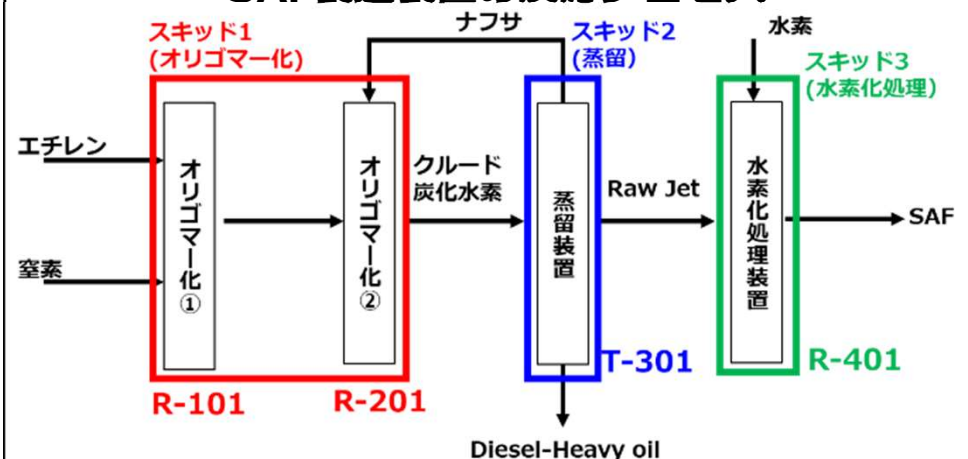
「脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業」で実施した内容の引用データ

1. 10 kL/年SAF生産設備での実証実験 - ジェット製造試験 -

2023年ASTM D7566 23-aにおいて, Annex8の規格が成立し, ATJを用いたSAF製造において, ATJ-SPK (Annex5), ATJ-SKA (Annex8) の規格が存在する。

事業開始時においては, Annex8規格は存在しなかったが, 購入触媒にてAnnex8規格にほぼ適合するSAFの製造を, また, 自製触媒にてアロマを添加することでAnnex8規格適合見込みのあるSAFの製造に成功した。

SAF製造装置の反応プロセス



【購入触媒を用いたジェット製造試験】

Crude Hydrocarbon Naphtha Gasoline Raw Jet Heavy Oil



- ジェット燃料：ASTM D7566分析
→ **Annex8規格にほぼ適合**
- Heavy Oil留分：軽油 (JIS K2204), 重油 (JIS K2205) 分析
→ **軽油 特1号～3号, 重油 1種1号の要求品質を満たす**

【自製触媒を用いたジェット製造試験】

Crude Hydrocarbon Naphtha Gasoline Raw Jet Heavy Oil



- ジェット燃料：ASTM D7566分析
→ **アロマ添加によるAnnex8規格適合に向けて分析中**
- Heavy Oil留分：軽油 (JIS K2204), 重油 (JIS K2205) 分析
→ **軽油 2号～特3号の要求品質を満たす**
重油（引火点が低く）の要求品質を満たさず

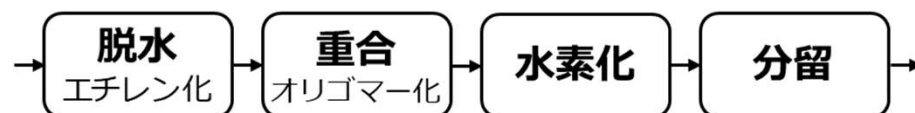
1-②/③ 触媒製造に関する進捗

Annex5: Alcohol-To-Jet (**ATJ-SPK**)

原料

エタノール (C2)
イソブタノール (C4)

製造プロセス



特徴

ブレンド上限50 vol%
Cycloparaffins: 15 mass% Max
Aromatics: 0.5 mass% Max

Annex8: Alcohol-To-Jet Synthetic Paraffinic Kerosene with Aromatics (**ATJ-SKA**)

原料

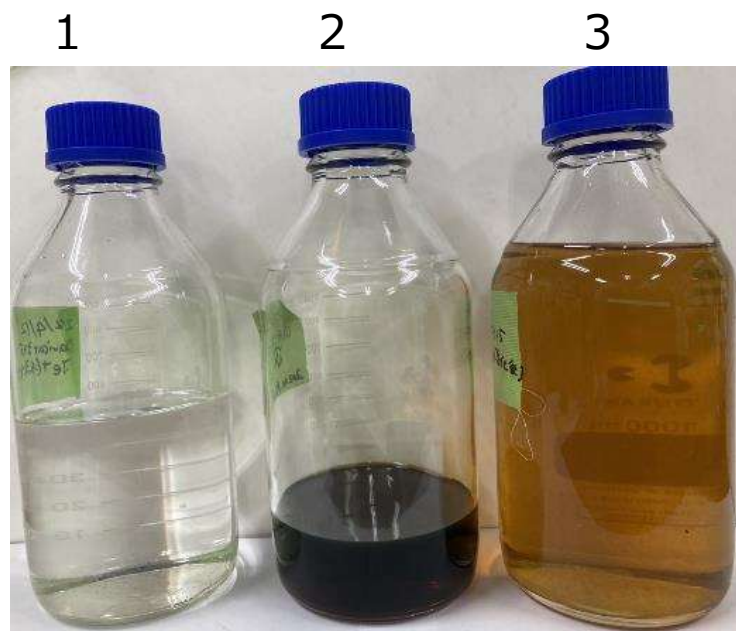
エタノール (C2)
プロパノール (C3)
イソブタノール (C4)
ペンタノール (C5)

製造プロセス



特徴

ブレンド上限50 vol%
Cycloparaffins: 40 mass% Max
Aromatics: 21.2 mass% Max
8.4 mass% Min



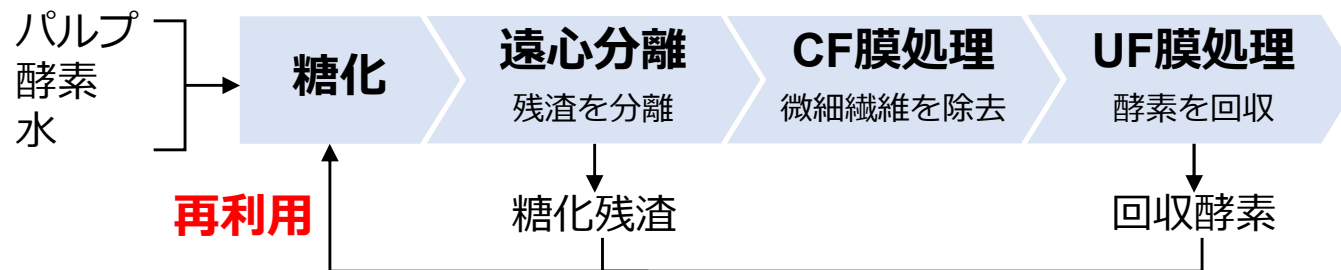
- 1 : 川崎プラント製造ジェット燃料
2 : 筑紫野研究所製造アロマ (芳香族炭化水素)
3 : 混合した炭化水素溶液

- Annex8規格では任意の割合で芳香族を添加する製造法であるため、芳香族添加によるAnnex8製造で対応。
- 添加する芳香族は、BITS筑紫野研究所にある触媒評価装置での製造を実施し、川崎プラントで製造したジェット燃料に混合し、現在海事検定協会での分析中である。
- 一方、Annex5に対しては、水素化処理の能力を上げ、水素化分解を行うことで対応。

2.①. セルラーゼ回収再利用技術の確立

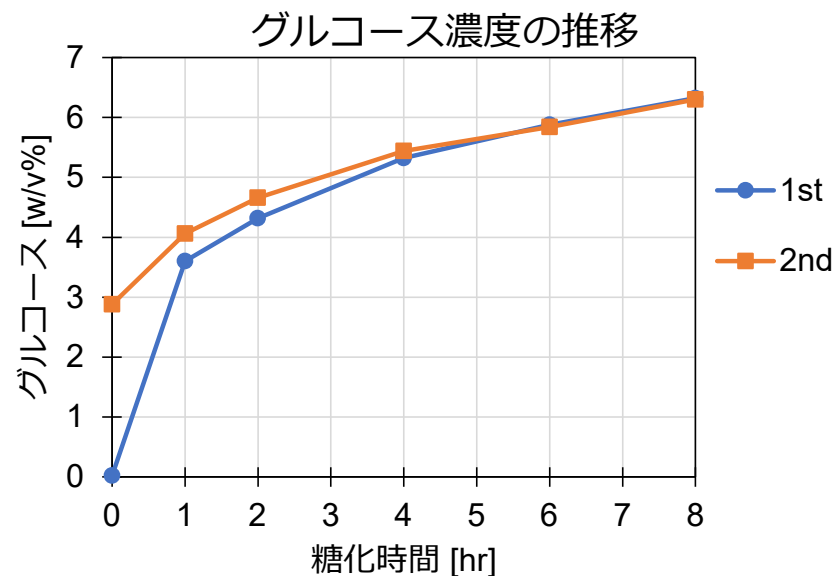
● 2 ton糖化槽での酵素回収再利用試験

総仕込み量1.2 tonにて、2サイクルまでの酵素再利用試験を行った。



<糖化条件>

基質	NBKP
基質濃度	10%
1stの酵素添加量	30 FPU/g
2nd以降の 酵素追添率	20% (= 6 FPU/g)
糖化温度	50℃
糖化時間	8 hr



	糖化率
1st	74.2%
2nd	65.7%

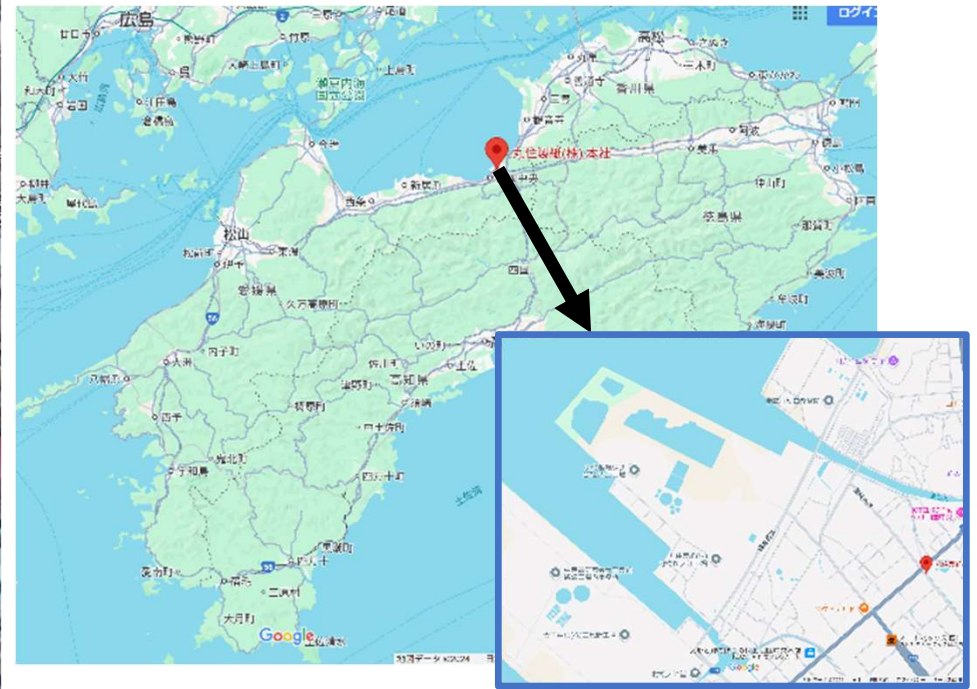
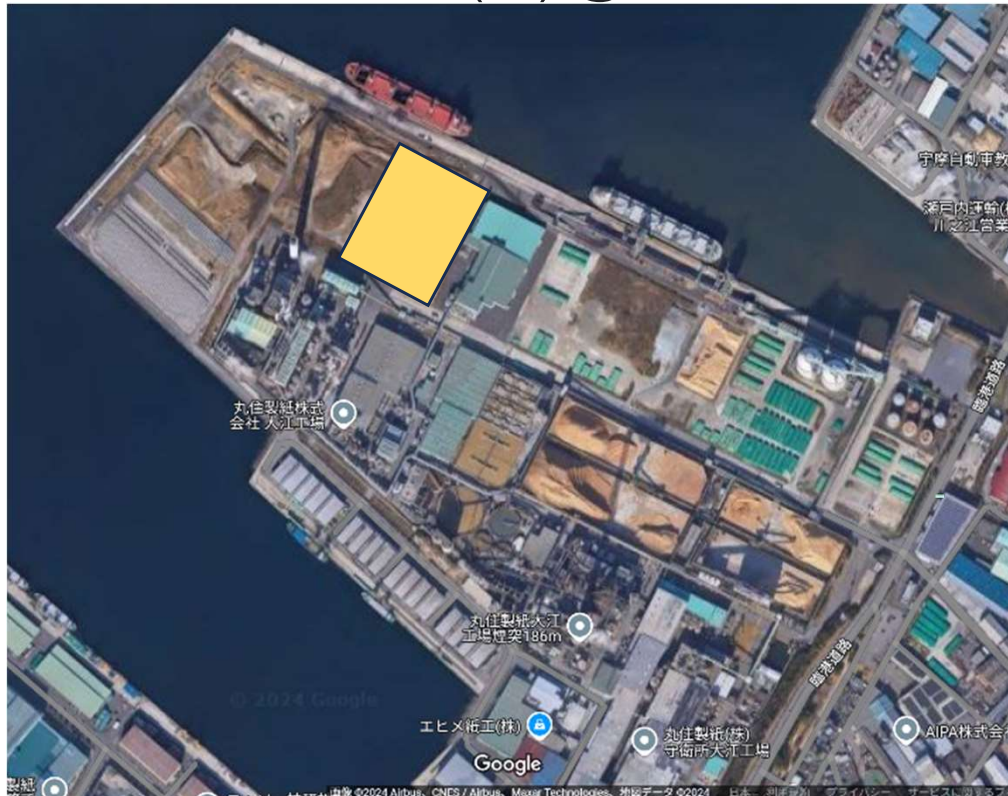
今後、糖化率が3サイクル目以降維持されるか試験し、酵素再利用性の評価を引き続き実施する。

実証プラントの設計・設置

2. 2,000 kL/年のバイオエタノール生産プラント

3. 国産ニートSAF生産 (150kL/年) プラント

設置場所：丸住製紙(株) @愛媛県四国中央市



Google社「Googleマップ、Google Earth」；地図データ©2024

大江工場

設備	数	生産能力 (t/月)
クラフトパルプ(KP)	1基	21,000
サーモメカニカルパルプ(TMP)	3系列	13,500
ケミカルサーモメカニカルパルプ(CTMP)	3系列	15,000
ディインクドパルプ		000
パルプマシン		

15ton×30days = 450ton

450/21000×100 = 2.1%のオゾン漂泊後KPを原料として使用



オゾン漂泊設備



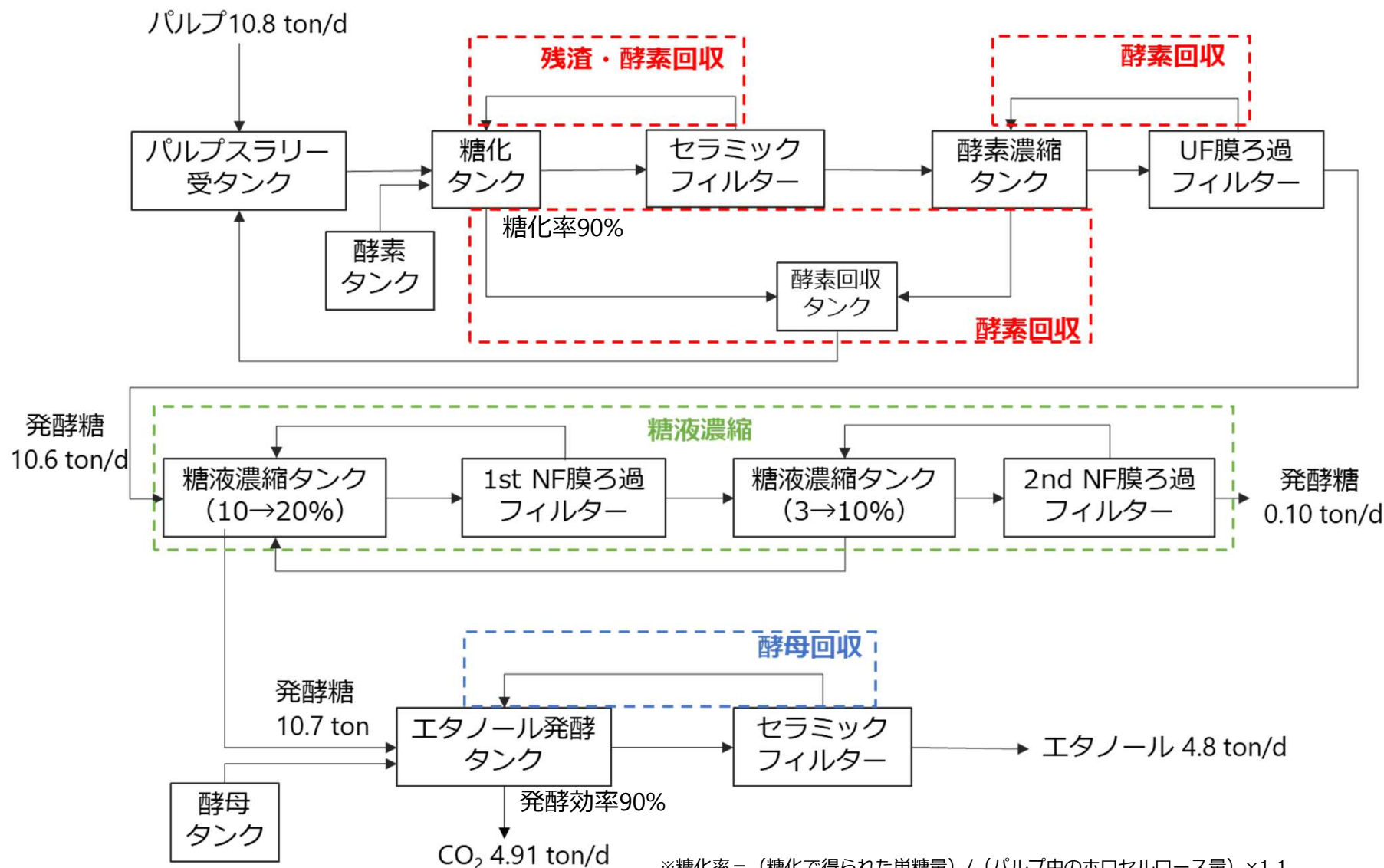
KP製造設備 (連続蒸解)

2. 2,000 kL/年のバイオエタノール生産プラントの設計・設置・運転

2. ②. セルラーゼ生産設備を含めたバイオエタノール生産プラントの設計・設置・運転

●エタノール製造工程

パルプ糖化 → 酵素回収 → 糖液濃縮 → エタノール発酵 → 酵母回収

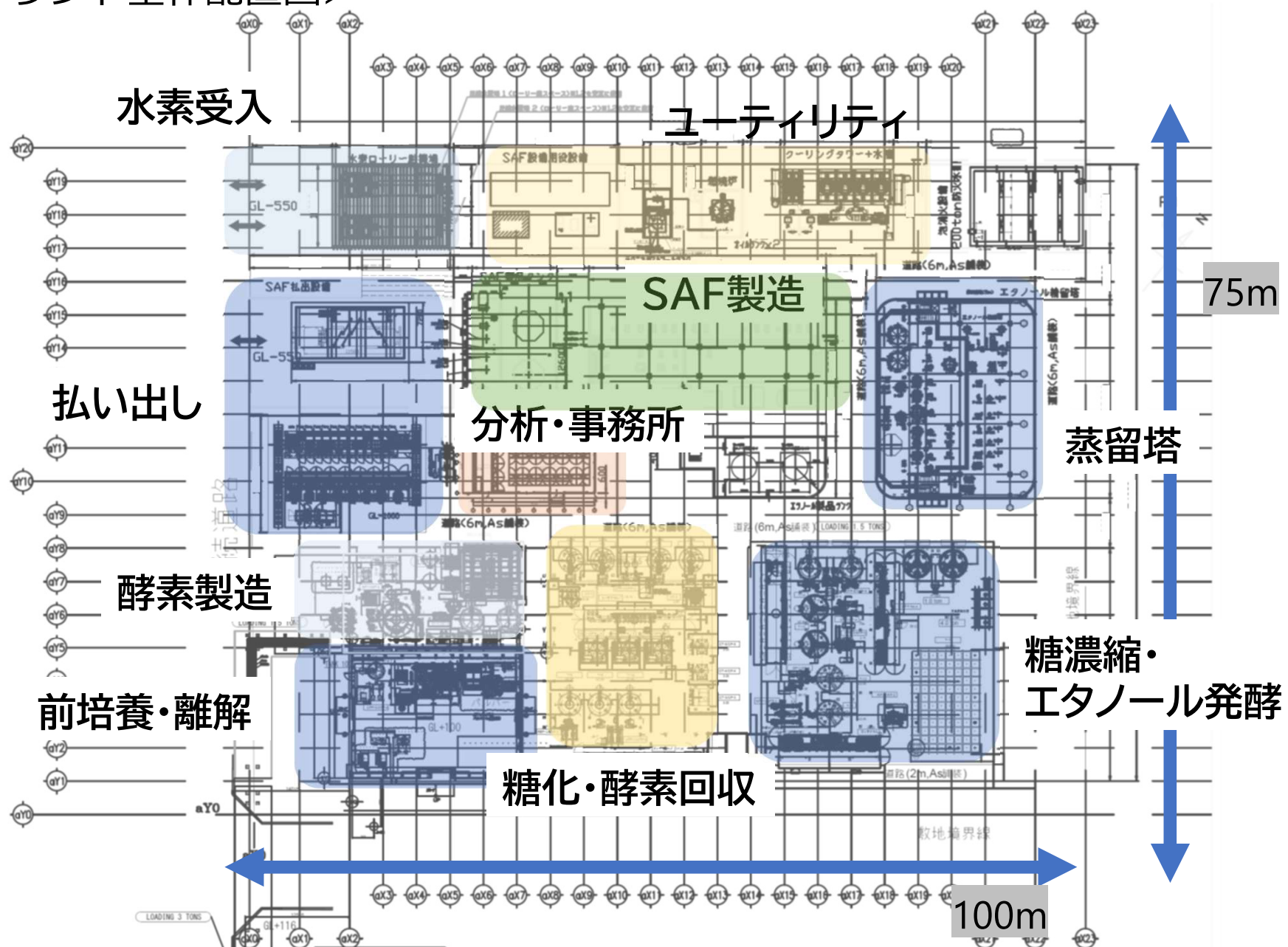


※糖化率 = (糖化で得られた単糖量) / (パルプ中のホロセルロース量) × 1.1
発酵効率 = (エタノール量) / (発酵に用いたグルコースから得る理論エタノール量)

3.国産ニートSAF生産(150kL/年)実施での一気通貫モデルの検証

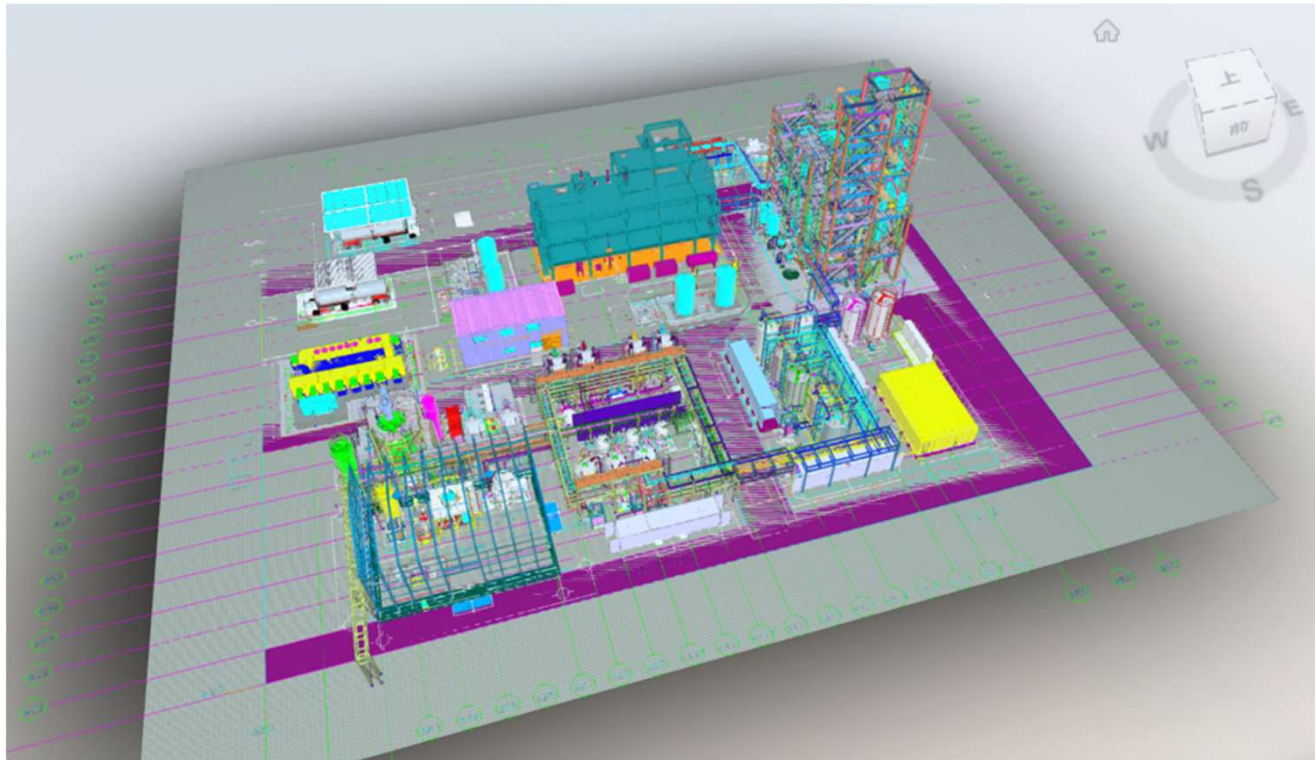
3. ①. 国産ニートSAF生産プラントの設計/3. ②. 国産ニートSAF生産プラントの設置・建設

<プラント全体配置図>



3.国産ニートSAF生産(150kL/年)実施での一気通貫モデルの検証

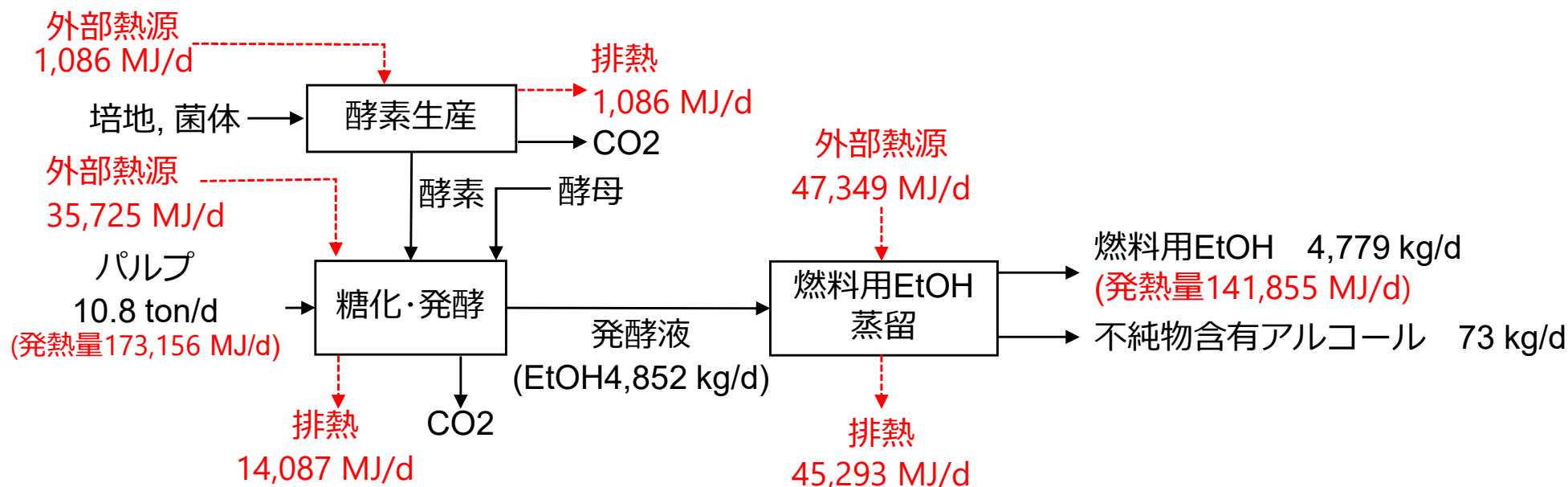
3. ①. 国産ニートSAF生産プラントの設計/3. ②. 国産ニートSAF生産プラントの設置・建設



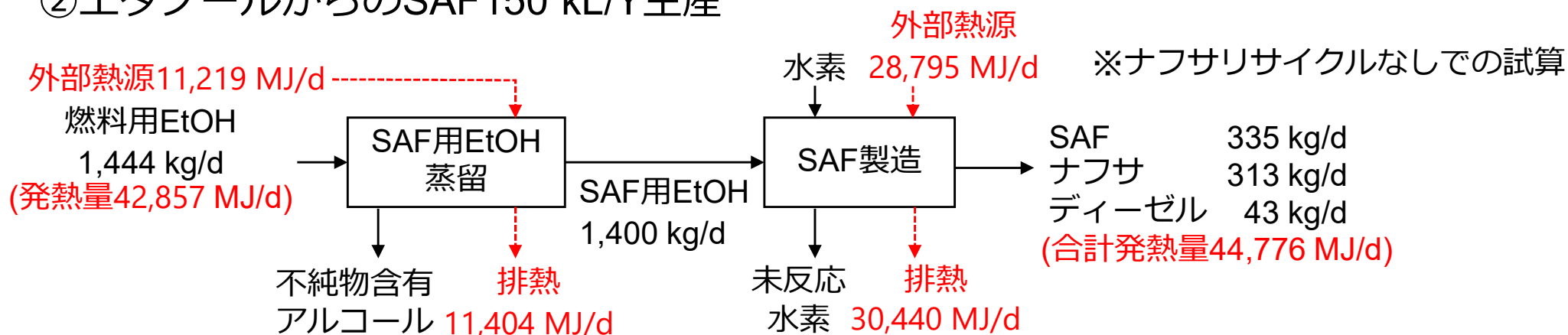
3.国産二トSAF生産(150kL/年)実施での一気通貫モデルの検証

物質熱収支の試算

①パルプからのエタノール2,000 kL/Y生産



②エタノールからのSAF150 kL/Y生産



4. 国産SAFサプライチェーンモデルの構築

国産材・古紙パルプの調達、Jet A-1との混合・給油に関する協議

原料調達

CORSIA認証の取得が可能な原料である国産材および雑誌古紙の調達先を確保
ヒノキチップに関しては、パルプ工場のISCC-CORSIA認証において、
グループ認証制度を利用し、CORSIA認証の取得に至った原料となる。

原料	属性	導入量 (ton/年)	エタノール原料用 (ton/年)
ヒノキチップ	製材粕	12,000	6,400
雑誌古紙	都市ごみ	6,000	4,500
輸入針葉樹チップ	NZ産	400,000	64,000

石油元売などとの協議

- Jet A-1へのSAF混合用供給は成田空港給油ハイドラントシステムを利用可能
 - 日本の大手航空会社への飛行機給油も可能
 - 20 kLローリー車での販売が可能である会社を選定
- 空港管理会社とフューラー車での混合後の燃料搬入について協議を実施
 - 四国中央市から近隣である「高松空港」,「広島空港」は導入可能と確認

5.事業性評価

①航空機へのサプライチェーンモデル構築の協力組織となる大手石連との連携

>>C社と連携して進める。D社にも打診は継続。空港導入を進める場合において連携。C社、D社、両方の石連の窓口が開いた。出光興産も協議は行っている。

②CORSIA認証取得に関する調整

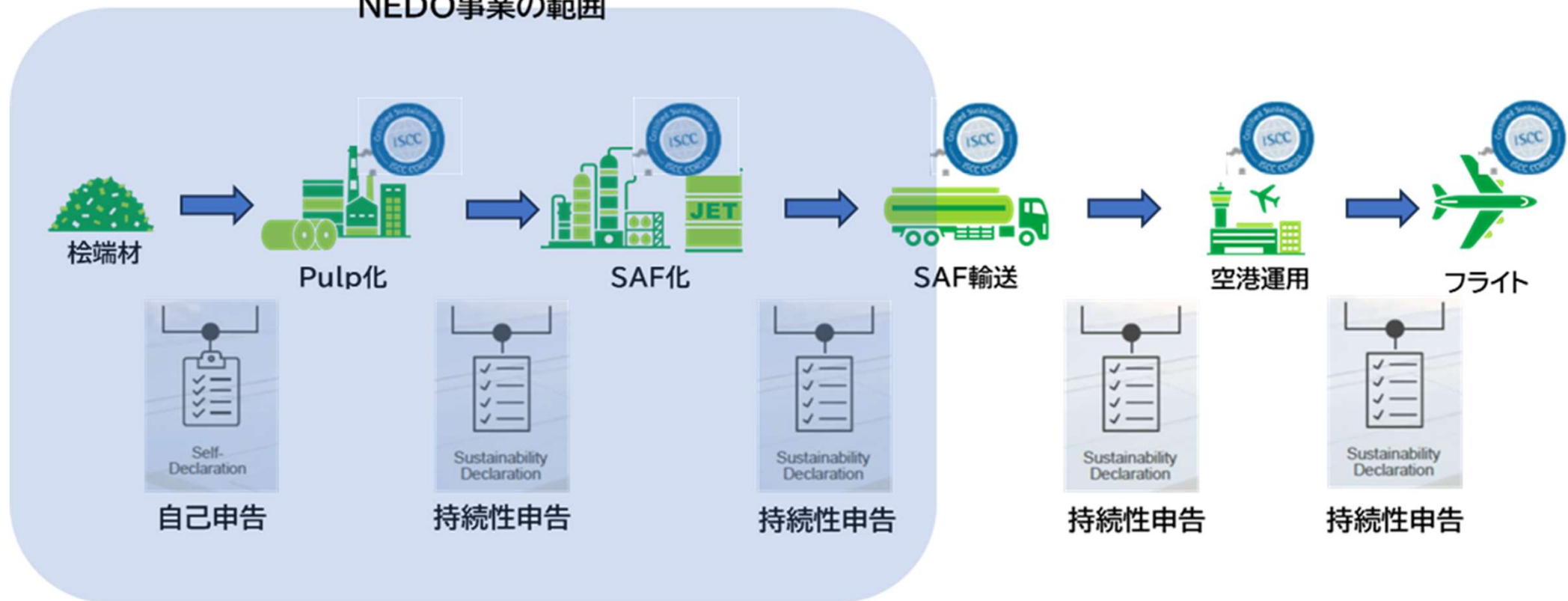
>>2024年8月、pulpまでのCORSIA認証取得済み。
現在二トSAFのCORSIA認証取得のため書類作成準備中。

計算上の数値でCORSIA認証用の申請は可能であり、実運用は実プラントの運転6カ月のデータでCORSIA認証が取得できる

5. 事業性評価

②. CORSIA認証取得に関する調整

NEDO事業の範囲



- ・ 桧端材からの収取運搬
- ・ 端材のpulp化
- ・ 糖化、エタノール化、エタノールのSAF化

5. 事業性評価

②. CORSIA認証取得に関する調整

News Release

2024.8.26

NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

三友プラントサービス株式会社

株式会社 Biomaterial in Tokyo

丸住製紙株式会社

愛媛県四国中央市の丸住製紙大江工場が、
パルプ工場として世界初の ISCC-CORSIA 認証を取得しました

NEDOの助成事業である「パルプからの国産SAFの一貫生産およびサプライチェーン構築実証事業」(以下、本事業)において、丸住製紙株式会社の大江工場(愛媛県四国中央市)が、国際航空分野における持続可能性認証スキームに基づくISCC-CORSIA認証(以下、本認証)を取得しました。

本事業において、助成先である三友プラントサービス株式会社と株式会社Biomaterial in Tokyoは、持続可能な航空燃料(SAF:Sustainable Aviation Fuel)に関して、国産原料由来のパルプ調達から、バイオエタノールを経由したSAFの生産、空港供給に至るまでのサプライチェーンの実証に取り組んでいます。今回の成果は、助成先がパルプの供給を担当する丸住製紙と共に、SAF製造工程における温室効果ガス(GHG)削減効果を証明するために、原料調達からパルプ製造までのGHG排出量の算出などに取り組んだ結果得られたものです。

本認証取得は、パルプの原料供給元である県内製材所も包括したグループ認証制度を活用しており、パルプ工場として認証を取得した世界初の事例となります。

また、本事業ではパルプからバイオエタノールを経由してSAFを製造する実証プラントの建設を進めており、このプラントについても 本認証の取得に向けて準備を進めています。

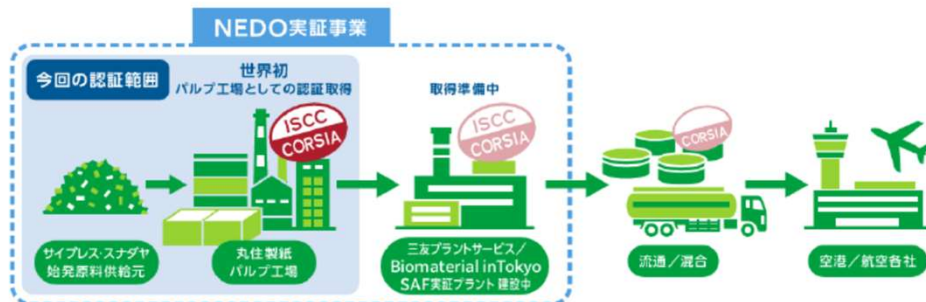
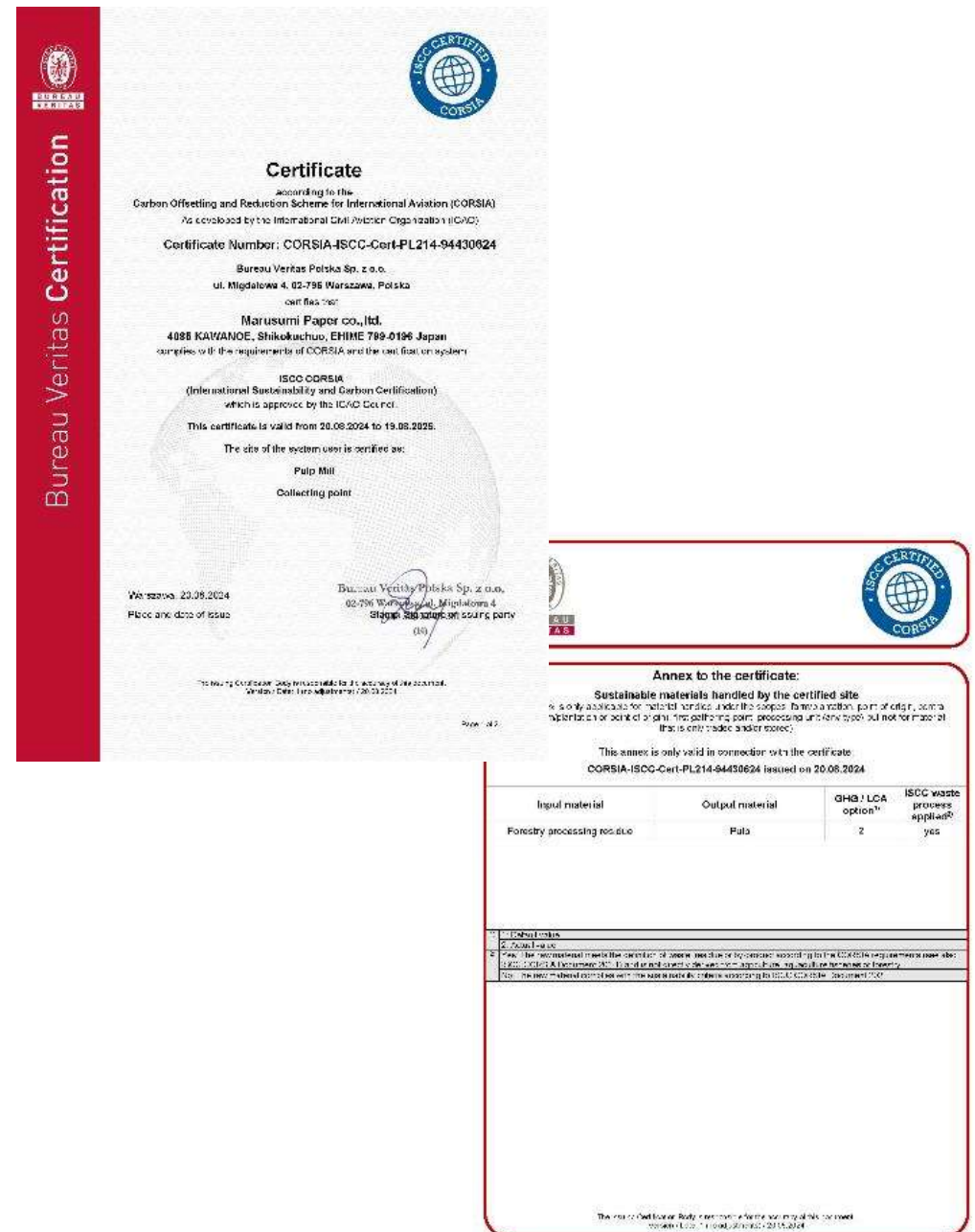


図 SAFサプライチェーン全体と本認証範囲のイメージ

<https://biomt.co.jp/news/maruzumi-iscc-corsia/>