

TOSHIBA

第4回CCUS社会実装会議

CO₂電解技術を用いたCO₂資源化検討事業

環境省「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務」
(人工光合成技術を用いた電解による地域のCO₂資源化検討事業、多量CO₂排出施設における人工光合成技術を用いた地域適合型二酸化炭素資源化モデルの構築実証)

2023.10.27

東芝エネルギーシステムズ株式会社

エネルギーアグリゲーション事業部

水素エネルギー技術部

この技術資料は東芝エネルギーシステムズの秘密情報であり、当社のノウハウ等の知的財産を含みます。
当社の事前許可なくこの技術資料の一部または全部を第三者に開示すること、目的外使用すること、
及び改変することは行わないで下さい。

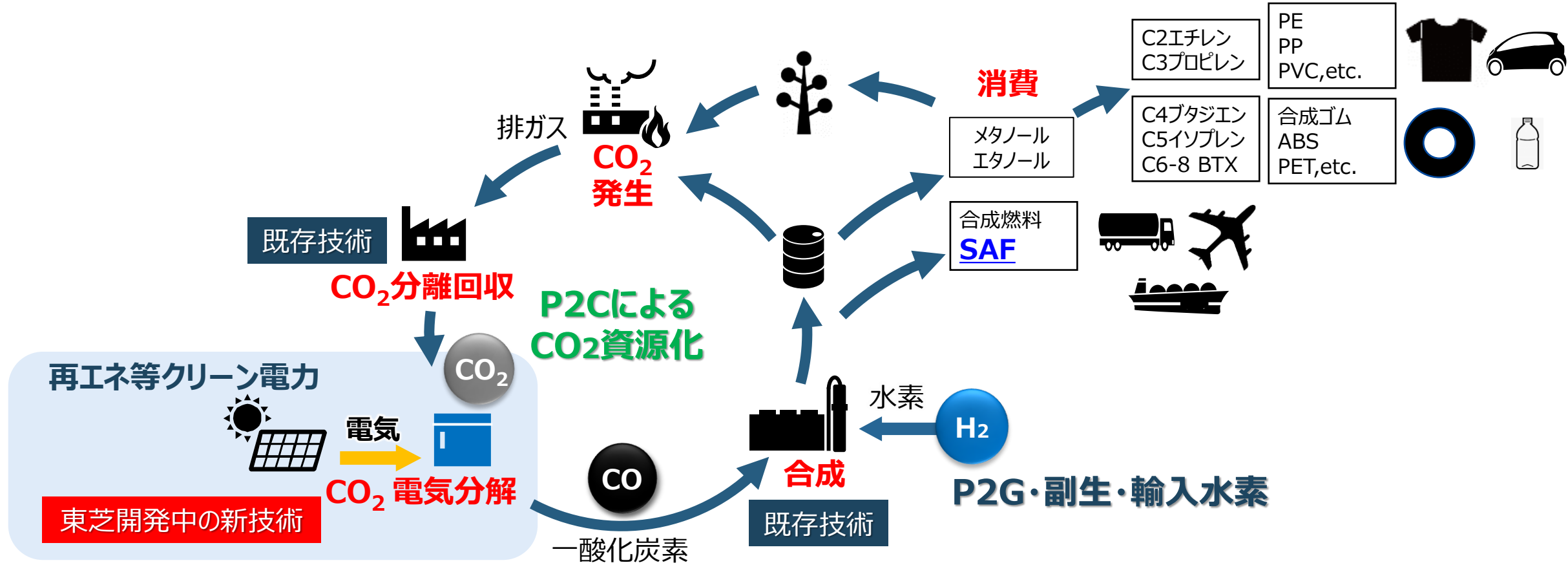
■ P2C & SAF

■ 環境省委託事業①

■ 環境省委託事業②

Power to Chemicals (P2C)

再エネでCO₂を価値の高い化成品へとリサイクル、資源として有効利用と同時に温暖化対策



図：カーボンリサイクル

CO₂分離回収技術や合成技術は実用化段階にあり、CO₂の電気分解技術の実用化でCO₂資源化サイクルが完成する

SAF (Sustainable Aviation Fuel)

P2Cで生産可能な化成品は多いが、市場も大きく、強い国際規制がかかる航空業界のニーズが高いSAF（持続可能な航空燃料）を主対象とした開発を行う。

パリ協定を受け、強い規制がかかる国際航空業界のニーズ

ICAO（国連政府系団体 International Civil Aviation Organization、国際民間航空機関）

- **LTAG採択（ネットゼロ2050年）**（2022年10月）
- **CORSIAベースライン設定 24~35年で19年排出量の85%を越えないこと**（2022年10月）→ **上限以上は排出権購入**

CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

IATA（民間団体 International Air Transport Association、国際航空運送協会）

- **2050年に炭素排出量のネットゼロ目標を採択**（2021年10月）



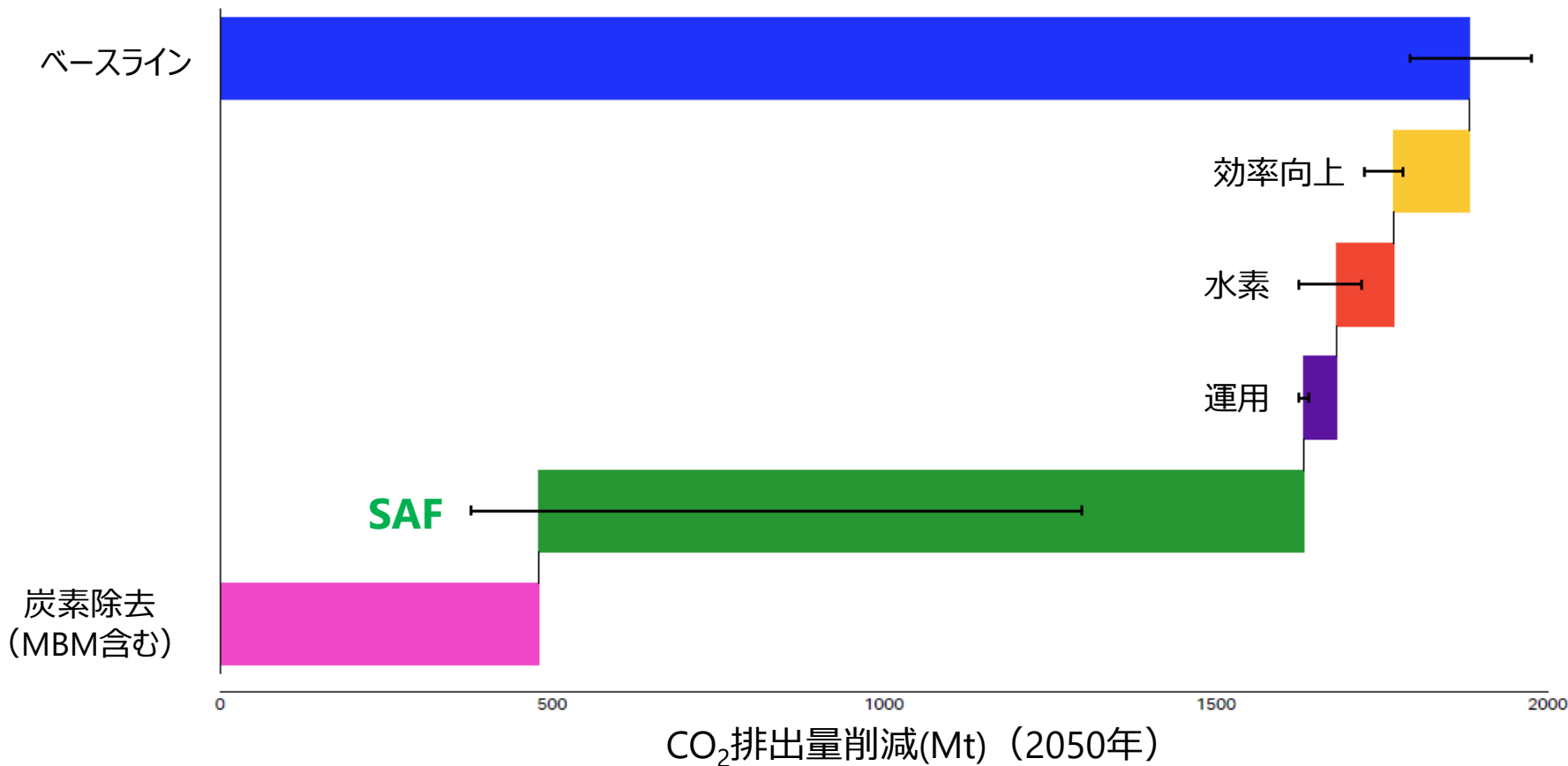
世界のすう勢：SAFの開発が必須

航空業界はCO₂削減は4つの方法*で進めているが、**最も効果的な取組みはSAF**とされている

*：機材更新、運行方法、CO₂排出権取引、SAF代替ジェット燃料の開発

SAF (Sustainable Aviation Fuel)

IATA Net-Zero 戦略ロードマップ (2023年6月4日公表)



SAF
7,000か所の製油所
4億トンの生産量

(低炭素) 水素
1億トン/年
内、水素航空機用途に
400~1,400万トン

DAC
7億トン/年の回収能力

電力
10,000 TWh

図 : IATA NET-Zero戦略ロードマップ

出典 : <https://www.iata.org/contentassets/8d19e716636a47c184e7221c77563c93/energy-and-new-fuels-infrastructure-net-zero-roadmap.pdf>

P2C CO₂起源SAFの必要性

■ 将来のSAFの世界需要と油種については、ATAG*がWaypoint 2050(2nd Edition, 2021)で予測

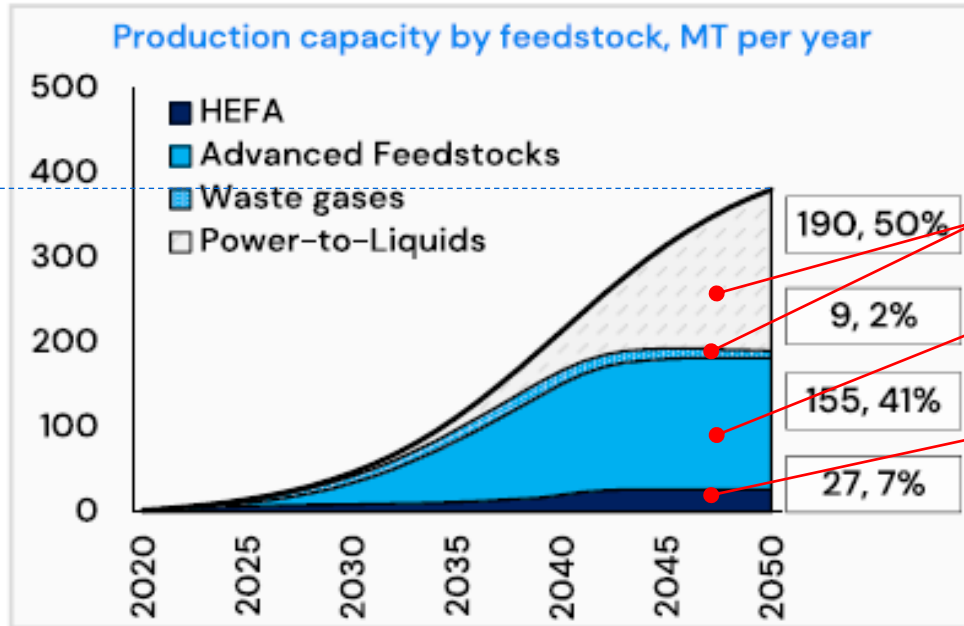
■ 2050年断面での予測：

*ATAG (Air Transport Action Group) は、持続可能な開発の問題に焦点を当てた航空業界の専門家の連合体

- ・ SAF生産量は、年産3億8千万トン(約4.8億kL) (従来型ジェット燃料世界市場 約2億kL@2019)
- ・ 油種別製造量は、**バイオマス系SAFとCO₂を原料とするP2C系SAFで半々**

➡ 新技術の大規模インフラの場合、技術開発完了から商業プラントが社会実装されるまでに10年程度かかることを考慮すると、**早急な実用化に向けた開発が必要と推察**

年産3億8千万
(約4.8億kL)



シナリオ1：Pushing technology and operations (中庸ケース)

航空機技術革新、運航改善が進展し2035年から水素・電動航空機の導入が加速。2050年に航空機燃料需要の90%をSAFに代替し、SAFが年産3億8千万トン生産される。

CO₂起源SAF

2050年

52%

バイオマス賦存量の限界からCO₂原料に大きな期待
⇒ P2Cで対応可能

非可食バイオ系SAF

廃食油バイオ系SAF

48%

バイオマス系はその賦存量からSAF需要の5割程度の供給が上限

出典：ATAG(2021) Waypoint 2050 特別レポートFueling Net Zero P.13
(online) https://aviationbenefits.org/media/167495/fueling-net-zero_september-2021.pdf

CO₂起源SAFは、バイオ系SAFと違って原材料賦存量の制約が小さい

SAF EU動向

- 欧州委員会は2030年55%削減に向けた政策パッケージ「Fit for 55」を発表(2021年7月)。パッケージには、RefuelEU Aviation initiative (SAFの混合義務を含む) が盛り込まれている。
- 航空会社はSAF使用、燃料供給者はSAF供給、空港はSAF利用のためのインフラ整備の義務(2023年4月) が課せられる。
- バイオマス系SAFを先行導入し、非バイオマス系SAFは2030年から導入との見通しが立てられている

表：各プレーヤの義務内容

	義務内容
燃料供給事業者	EU域内の空港に航空燃料を供給する際には、右表に定める以上の割合でSAFを供給しなければならない
航空事業者	EU域内の空港を離陸する際には、飛行に必要な分の年炉油しか積んではならない (= 燃料費の安い空港で優先的に給油してはならない)
空港	SAF供給体制を整備しなければならない

- 航空業界の各プレーヤに対して義務負わせるとともに、2025年までに航空機の環境性能をラベル化し、利用者が環境性能をもとにフライトを選べるようにする仕組みを整える予定
- 航空業界はSAF利用促進のために、EU Carbon market※から、2024~2030年にかけて2千万トン分(約20億ユーロ分)の排出枠が付与

表：提案された混合義務

	SAF (mandate)	Biofuels(*1)	RFNBOs(*2) (sub-mandate)
2020年	<0.05%	<0.05%	-
2025年	2%	2%	0%
2030年	5% ~400万kL	4.3%	0.7%
2035年	20%	15%	5%
2040年	32%	24%	8%
2045年	38%	27%	11%
2050年	63% ~5,100万kL	35%	28%

↑ P2C/SAF等の非バイオマス系SAF

現在、目標値の引上げが議論中
2050年 SAF 63→80%
(RFNBO 28→45%)

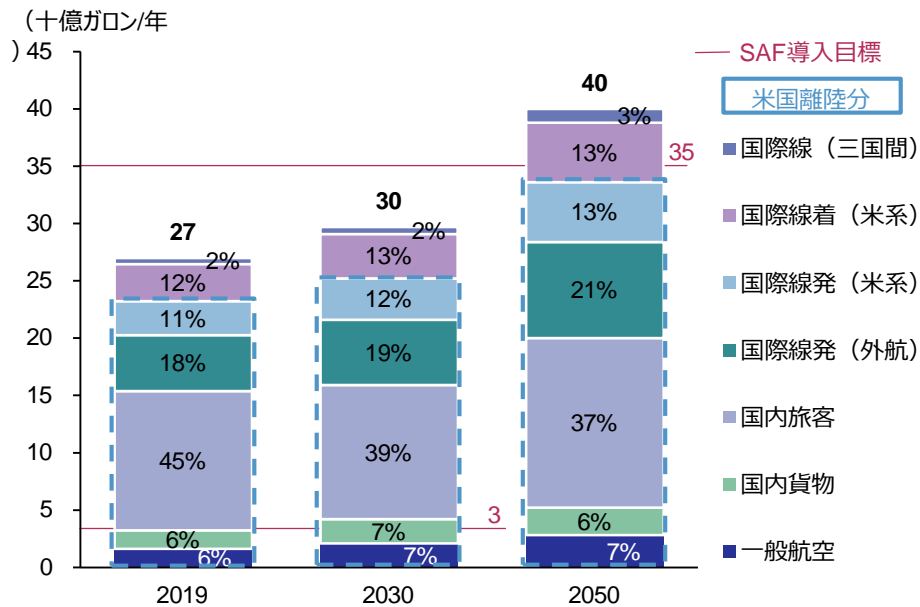
出典：欧州委員会HPから作成 (https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/refueleu_aviation_-_sustainable_aviation_fuels.pdf)

SAF 米国動向

■ 米国ではSAF導入目標を掲げると同時にライフサイクル削減量向上が求められてきた中、昨年8月に成立したインフレ抑制法においてSAF生産に係る税控除策導入が決定し、削減量や原料、国産化の要件定義が厳格化される模様

表： SAF Grand Challenge (全省横断でのSAF導入目標)

	SAF年間利用量	備考
現状	0.045億ガロン	輸送部門の11%占める航空の割合は非対応の場合上昇していく危険性
2030年まで	少なくとも30億ガロン (1100万kL)	GHG排出を20%削減
2050年まで	全てSAFに転換	軍事・非軍事双方含む



ライフサイクルGHG50%以上削減での税制優遇や連邦政府行動計画策定

表： インフレ抑制法の気候変動対策となるSAF税制優遇措置

1st Phase	概要
経緯	<ul style="list-style-type: none"> リニューアブル・ディーゼルに適用されてきた免税措置 (Blenders Tax Credit: BTC) を拡大する形でSAFに適用
税制優遇内容	<ul style="list-style-type: none"> ライフサイクルベースでのGHG削減率50%超を前提としたSAFを従来ジェット燃料と混合する事業者に対する1.25\$/ガロン (0.33\$/リットル) の税額控除 (tax credit) 50%を超える削減パーセント毎に1セント/galが追加され、最大1.75ドル/gal (0.46\$/リットル) の控除
SAFの要件	<ul style="list-style-type: none"> ASTM (米国材料試験協会) 国際規格D7566またはASTM国際規格D1655-Annex A1のFischer Tropsch供給を満たすもの 適切なバイオマス (Any organic material) 原料からの生産 (化石燃料以外の有機原料であり、油脂 (グリセリド各種・遊離脂肪酸・脂肪酸エステルを含む) ※非バイオマス原料、PFAD (パーム脂肪酸蒸留物) 等の由来除く ライフサイクルでGHG排出量50%以上削減 米国内で混合・販売 (Be blended and sold in the U.S.)
GHG削減率の認証方法	<ul style="list-style-type: none"> CORSIAまたは大気汚染防止法の基準を満たす「類似のいずれかの方法論」に従って定義されるものとする
優遇期限	<ul style="list-style-type: none"> 当該制度の期限は2024年12月31日

2nd Phase

- Phase2 (2025~2027年) では、Clean Fuel Production Credit (単位当たり排出量上限設定) への適合性が問われる形になる模様
 - バイオマス原料に求められる要件が厳格化 ("Any"の記載なし)
 - 歳入庁による要件定義の追加
 - 地域性・専門性等に応じた現行賃金を充足する米国内工場での生産 (Be produced in the U.S.)
- ※50kg-CO2e/MMBtu超の排出を伴う燃料やPFAD原料の使用は非適用に

SAF 国内動向

- ANAとJALは、SAFの割合を2030年までに10%（約160万kL）にすることを旨す「2030 Ambition Statement*」に署名（2021年10月8日）。

*2030 Ambition Statement:世界経済フォーラムのグリーン・スカイズ・フォー・トゥモロー・コアリション（Clean Skies for Tomorrow Coalition）の声明文。この声明文に署名した企業にはグローバルな航空会社グループ、空港、燃料供給会社やその他の業界ステークホルダーが含まれており、日本企業ではANAホールディングスおよび日本航空のみ（2021年10月現在）。

- 国交省 第6回航空機運行分野におけるCO₂削減に関する検討会（2023年3月）

2030年 SAFの国内需要量	171万kL
供給量見透し	118万kL
CORSIA対応必要量	309万kL

CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

- 経産省 第3回持続可能な航空燃料の導入促進に向けた官民協議会（2023年5月）

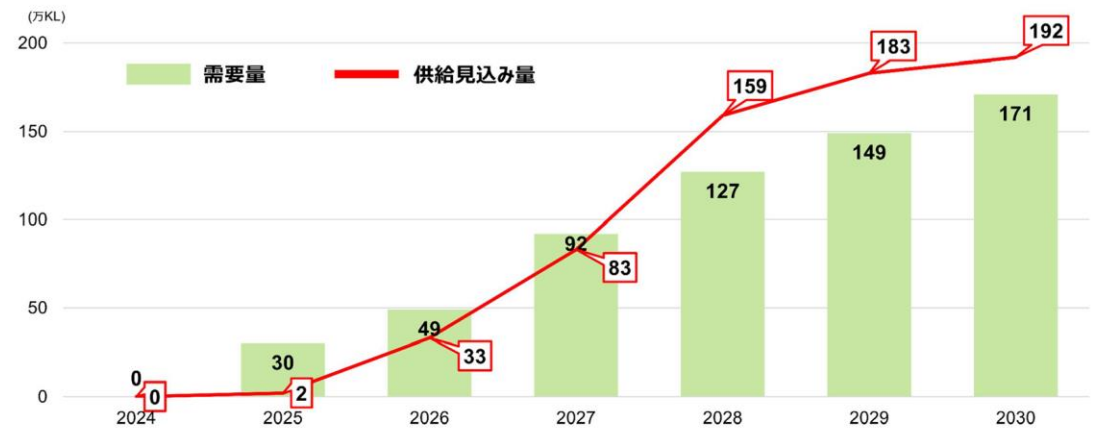
エネ供給構造高度化法改正の動き

→ 2030年 SAF供給 国際線1割 元売りへ義務付け

2030年までのSAFの利用量・供給量の見通し等について（2023年5月時点）

第3回SAF官民協議会資料より

- 2030年における国内のSAFの需要量は、国内のジェット燃料使用量の10%（「GX基本方針参考資料」に記載、171万kL相当）。
- 2030年の供給見込み量は、石油元売り等のSAF製造・供給事業者における公表情報等から積み上げ、約192万kLとなる見込み。（※）ただし、原料確保や技術開発等の不確実性あり。
- 今後、昨年のICAO総会でのCORSIA削減目標の見直し（2024年以降は、2019年比でCO₂排出量を85%以下に抑える）を踏まえ、SAFの需要量・供給量のすり合わせを行う必要あり。



出典：第3回SAF官民協議会資料より（国土交通省）

■ P2C & SAF

■ 環境省委託事業①

■ 環境省委託事業②

環境省委託事業概要

二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業

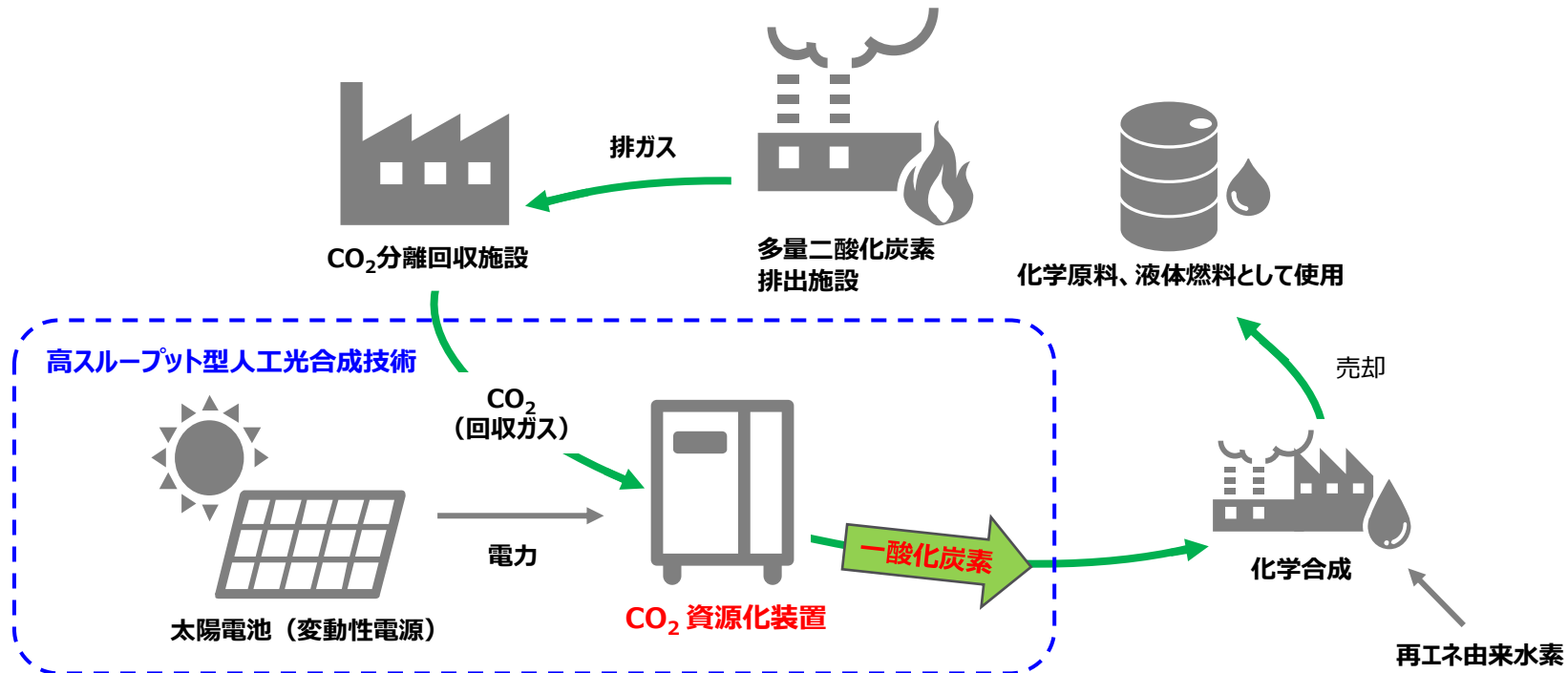
テーマ名：多量二酸化炭素排出施設における人工光合成技術を用いた地域適合型二酸化炭素資源化モデルの構築実証

代表事業者：株式会社東芝

事業期間：平成30年度から令和4年度まで

事業概要：

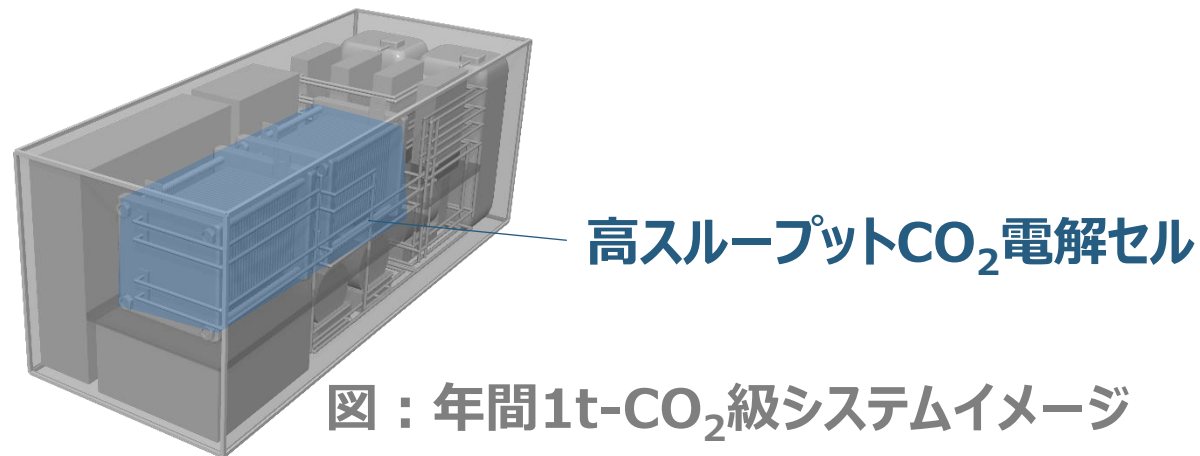
火力発電所等から排出される二酸化炭素を二酸化炭素処理量を増やす**高スループット型人工光合成技術**によって一酸化炭素に変換する。さらに、CO₂回収ガスを模擬した二酸化炭素主成分ガスや変動性電源を用いて実環境を想定したシステム動作を検証し、**経済的に成立する二酸化炭素資源化モデルを提唱**する。



環境省委託事業概要

本高スループット型システム(年間1t-CO₂級)を実証することで、従来の人工光合成技術の延長線上では成し得なかったトンレベルの二酸化炭素処理が実現可能。

→ 人工光合成技術の早期社会実装が現実的なものになる。



高スループットCO₂電解セル

図：年間1t-CO₂級システムイメージ

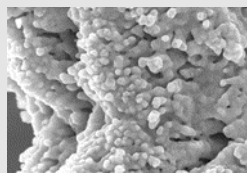
事業概要

- 弊社内にCO₂資源化検証用装置を設置し、火力発電所などを想定したCO₂回収ガス（模擬ガス）で実証

A1 CO₂還元触媒電極検証

世界最高レベルのCO₂還元触媒

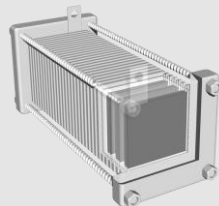
ナノ構造を制御する事で触媒の活性点を増加させ効率向上が可能に



A2 セル・スタック検証

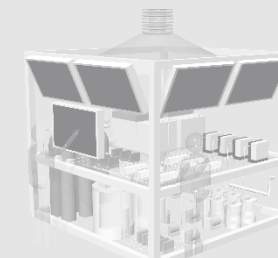
低抵抗・高性能セル

燃料電池・水電解技術で培ったセル・スタック技術を適用



A3 システム検証

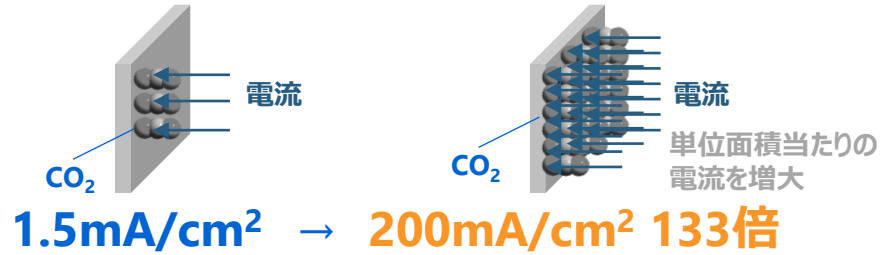
高スループット検証用装置でCO₂資源化モデルを検証



高スループットセルの特徴

高スループット化

■ 高電流密度化（高スループット化）

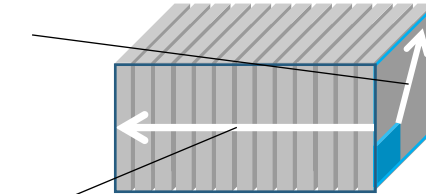


■ 大面積化

1cm² → 100cm² 100倍

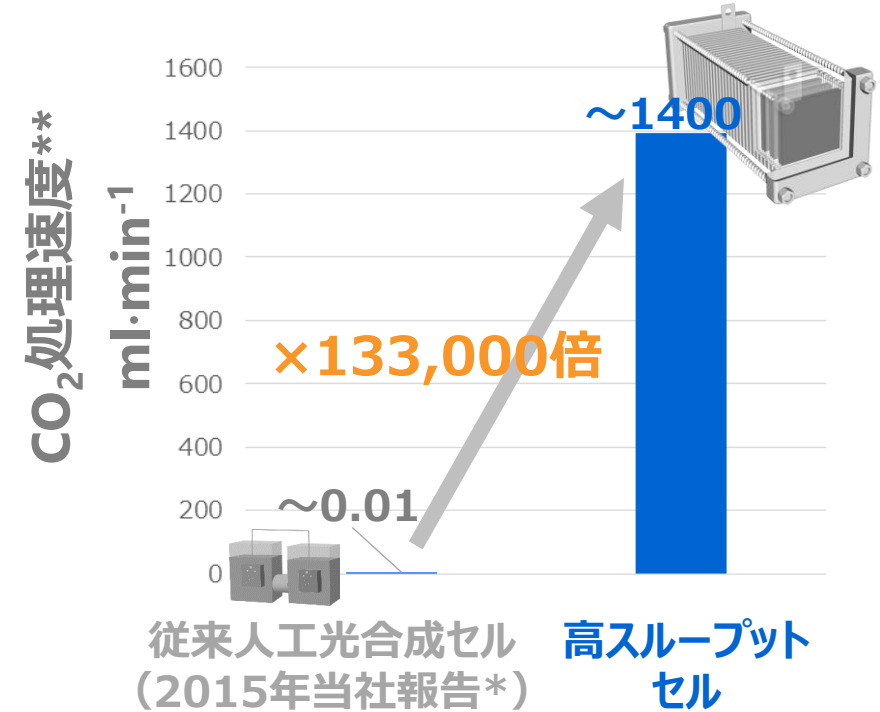
■ スタック化（積層化）

1セル → 10スタック 10倍



高スループット化によりCO₂処理速度を
133,000倍にすることで、早期社会実装を実現

従来人工光合成セルとの比較



図：CO₂処理速度の比較

*Y. Sugano et al., *RSC Adv.*, 2015, 5, 54246-54252.

**CO₂処理速度 = 電流 × ファラデー効率 × 気体体積(0°C, 1atm) × 60 / (ファラデー定数 × 反応電子数)

高スループット化により、早期社会実装を目指す

セルスタックの検証（大面積化、スタック化）

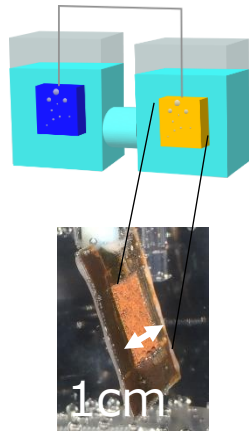
2014年度

2018年度

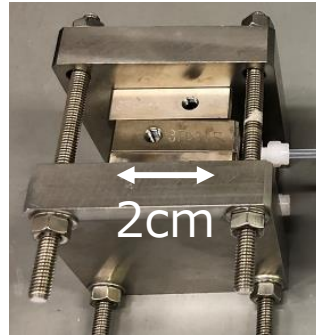
2019年度

2020年度

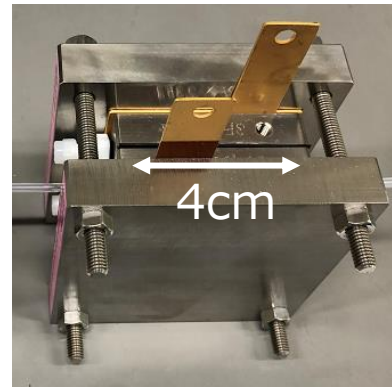
環境省事業



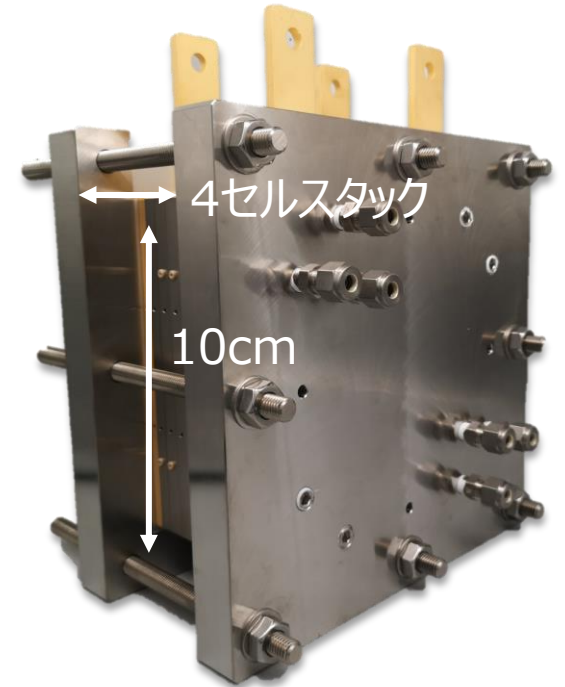
CO₂処理:約10g/年*



CO₂処理:約1.4kg/年*



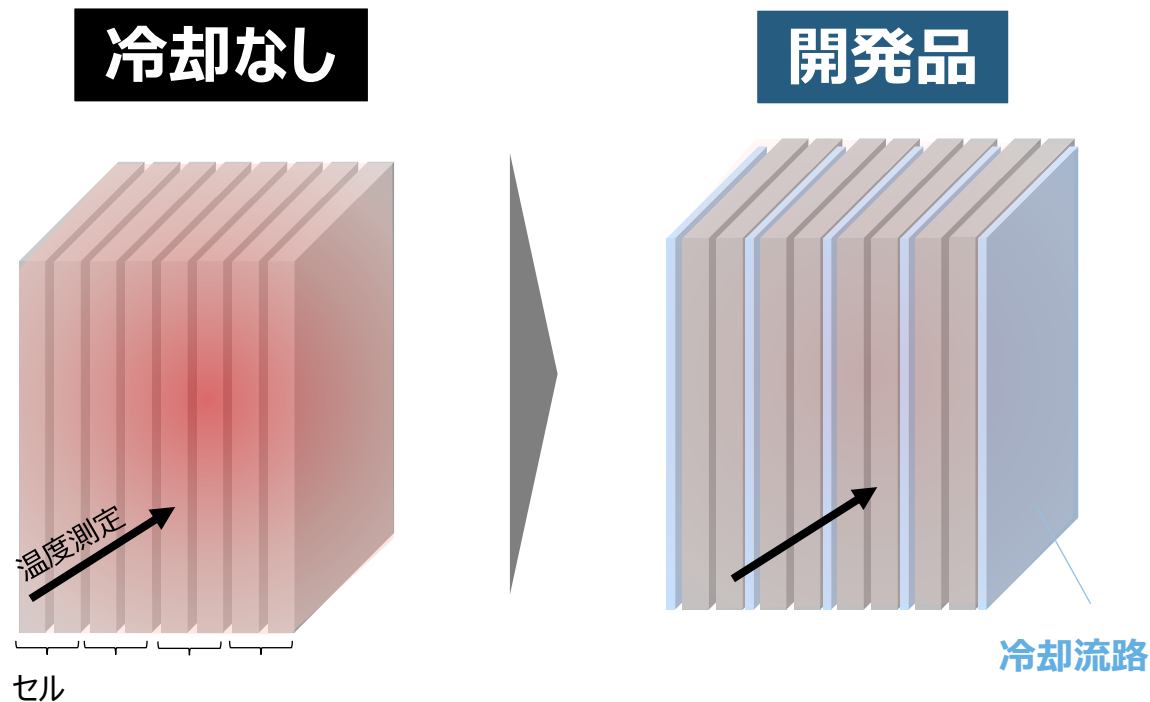
CO₂処理:約 6kg /年*



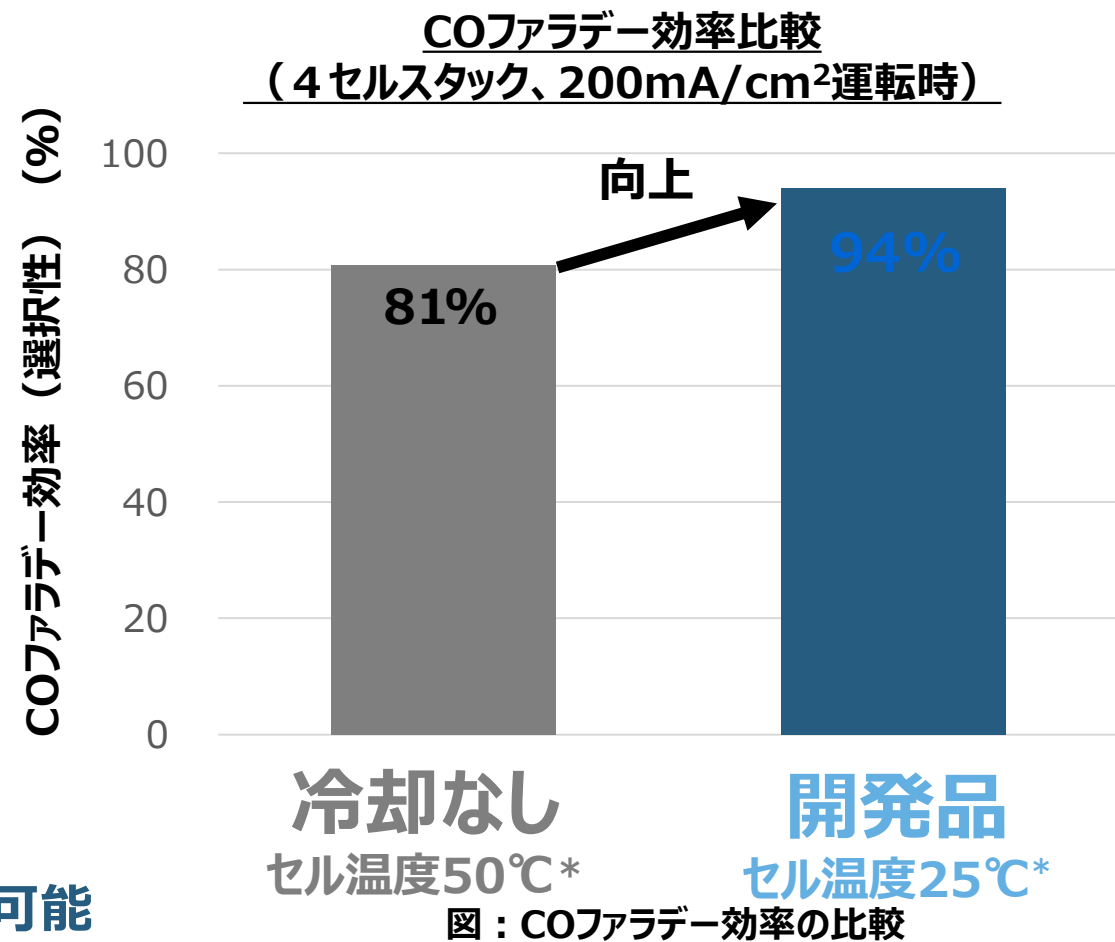
CO₂処理:約1t/年*

トンレベルのCO₂処理が可能な実証セルを開発

セルスタックの検証（冷却構造）

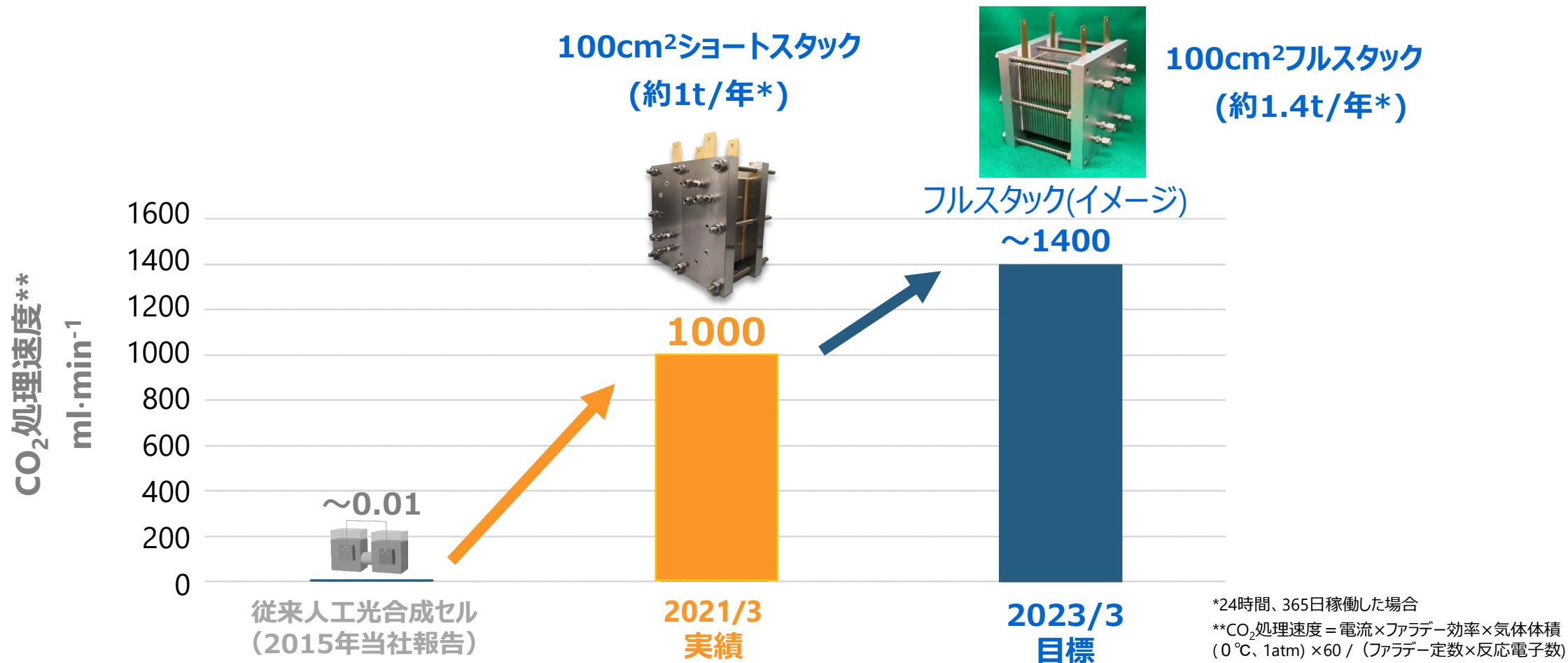


セル間に冷却流路を設けることで効率的な冷却を実現
発熱量に応じた冷却流路の設計でスケーラブルなスタック化が可能



セル間に冷却流路を設けた独自のCO₂電解セルスタック構造を開発

セルスタックの検証（セルスタックのCO₂処理速度）



図：CO₂処理速度の検証結果

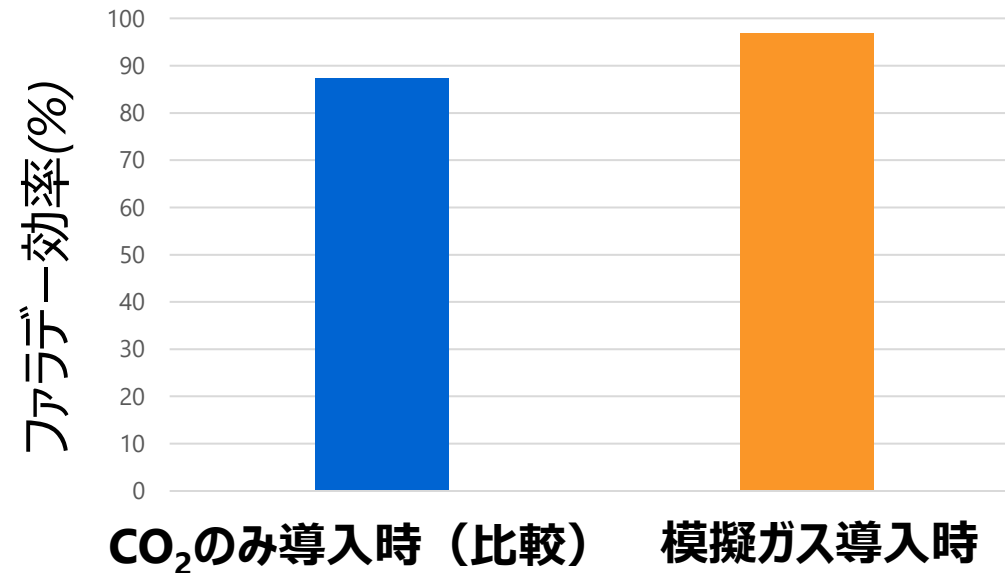
独自のCO₂電解スタックの開発により、最大年間1.0t*のCO₂処理を達成

-システム実証- 実環境を想定した試験

石炭火力発電所から化学吸収法で分離回収したCO₂を模擬したガスで検証

不純物濃度 (参考文献: *Int. J. Greenhouse gas control*, 2015, 36, 161)

- NO_x 20ppm
- SO_x 10ppm



図：模擬ガスでのファラデー効率

100時間後のファラデー効率比較*(電流密度:50mA/cm²)

*4cm²のセルを使用しての評価

東芝 小藤ら、東芝レビュー (2020年11月)

100時間駆動で不純物によるCO生成選択性の低下は見られず

■ P2C & SAF

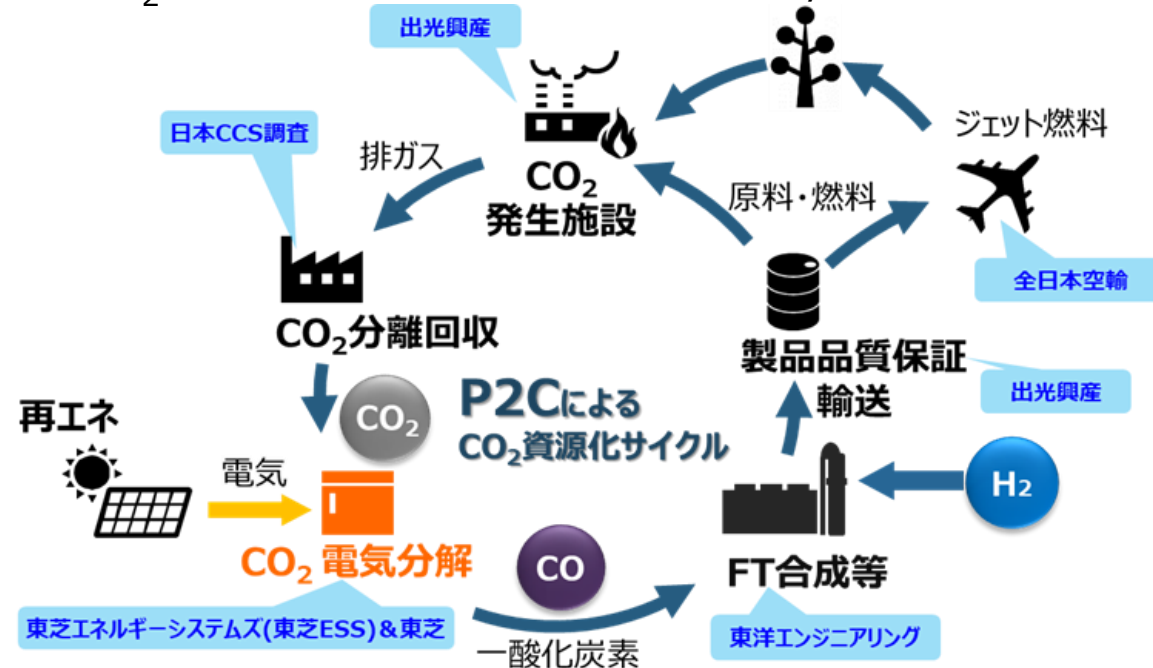
■ 環境省委託事業①

■ 環境省委託事業②

環境省委託事業によるP2C/SAF開発と実施体制

「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務」(人工光合成技術を用いた電解による地域のCO2資源化検討事業) (環境省)

- 課題名 人工光合成技術を用いた電解による地域のCO₂資源化検討事業
- 実施予定年度 令和3年度 ~ 令和6年度 (単年度契約4ヶ年事業)
- 事業の概要 排出源から分離回収したCO₂を人工光合成技術を活用してCOに還元し、さらに航空輸送燃料や地域で利用可能な液体燃料への転換によりCO₂の資源化(CCU)を行うプロセスについて検討する。
- 実施内容
 - CO₂電解装置の大型化・量産化技術の開発と電解装置のプロトタイプ製作と運転実証
 - 実証プラント・商業プラントの計画、CO₂削減効果検討、最新動向調査、P2C/SAF事業の事業性評価
- メンバー



図：環境省委託事業 実施体制

SAFのサプライチェーン構築も可能なPJ体制となっている

東芝のCO₂電解技術の特徴

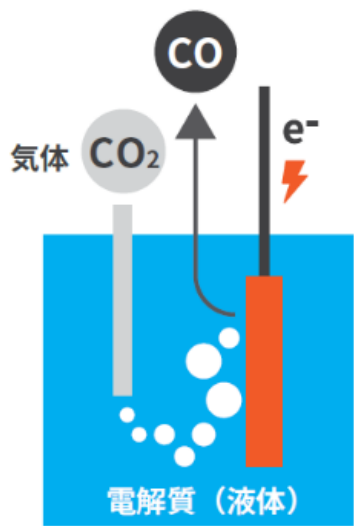
特徴1 水に溶け難いCO₂ガスを直接電解し処理速度を向上 (世界最高の転換速度)

従来：CO₂を水に溶かした電解
⇒溶解度が小さく反応が進まない

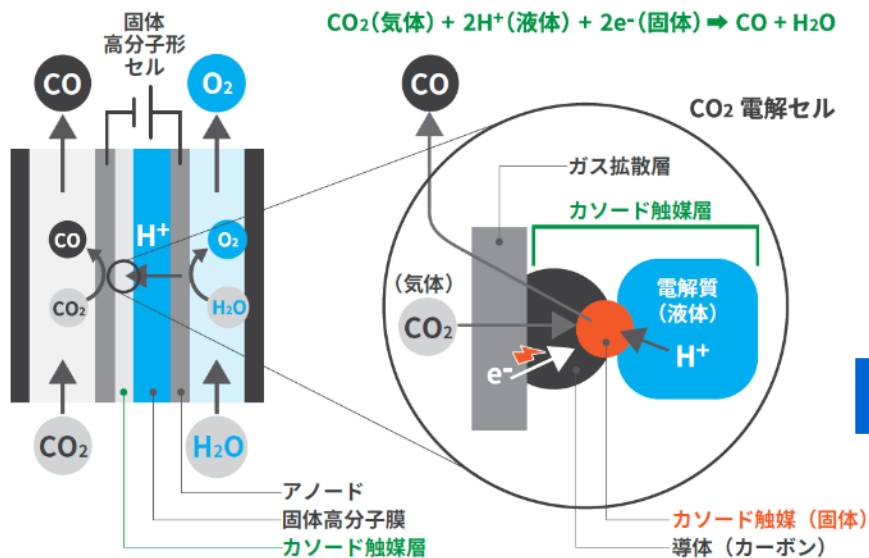
CO₂ガスの直接電解による反応速度向上

三相界面制御触媒電極の開発

(東芝 研究開発センター 開発技術)



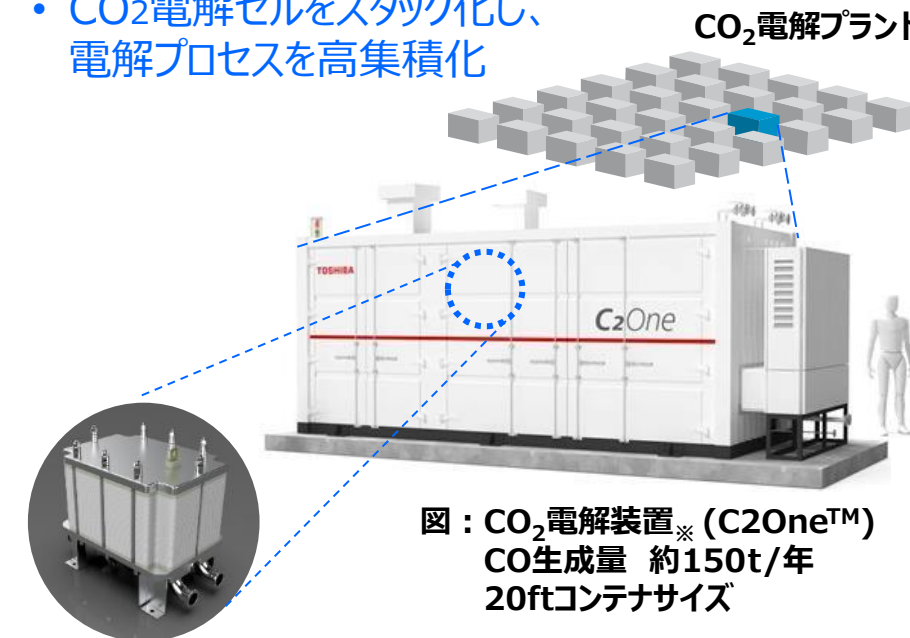
図：従来の電解



図：直接電解

特徴2 電解セルの積層化でCO₂電解を集積化

- 東芝ESSが製造する燃料電池スタックと類似構造
↳ 製造技術・製造ラインの適用で早期実用化
- CO₂電解セルをスタック化し、
電解プロセスを高集積化



※人工光合成技術を用いた電解による地域のCO₂資源化
検討事業(環境省)にてプロト機を試作予定

- 処理量が人工光合成比で**1000万倍※**以上に改善
- 日産トンレベルの処理量の装置実用化が可能に

※多量二酸化炭素排出施設における人工光合成技術を用いた地域適型二酸化炭素資源化モデルの構築実証(環境省)による成果

CO2電解装置開発計画

SAF・合成燃料大型プラント

中小規模化学プラント・冶金産業規模

環境省委託事業の範囲

CY2015

2020

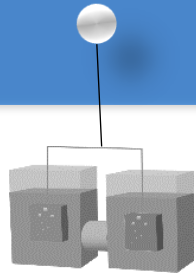
2025

2030

技術成立性確認

大型化・量産化開発

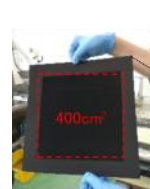
実用化



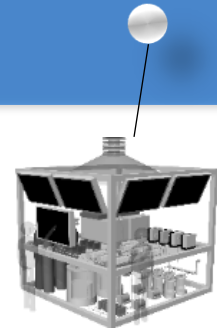
人工光合成
開発セル(2014)
電解電力
<0.01W



固体高分子形電解セル
(2019)
10W



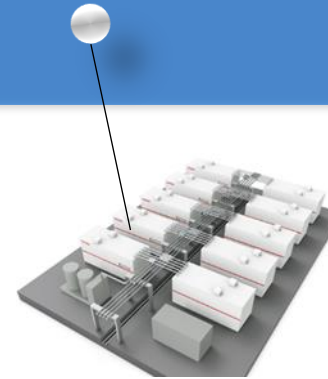
150t-CO₂/年級 電解装置セル・
スタック試作(2021)



小型電解装置*(2023)
kW級

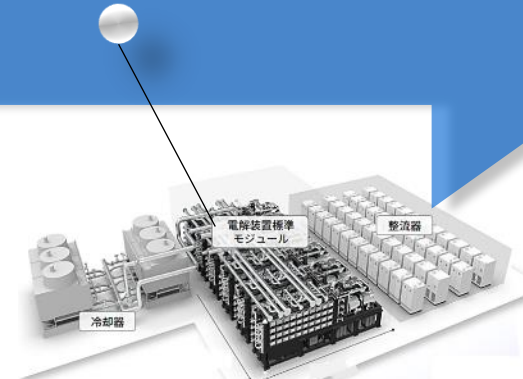


開発・試作・実証
CO₂電解標準モジュール
プロトタイプ** (2024)
150t-CO₂/年級 150kW
約1BPD相当
(2026 商品化予定)



実証装置計画

CO₂電解標準モジュール連
結装置
1500t-CO₂/年級 1.5MW
約10BPD相当
(2026予定)



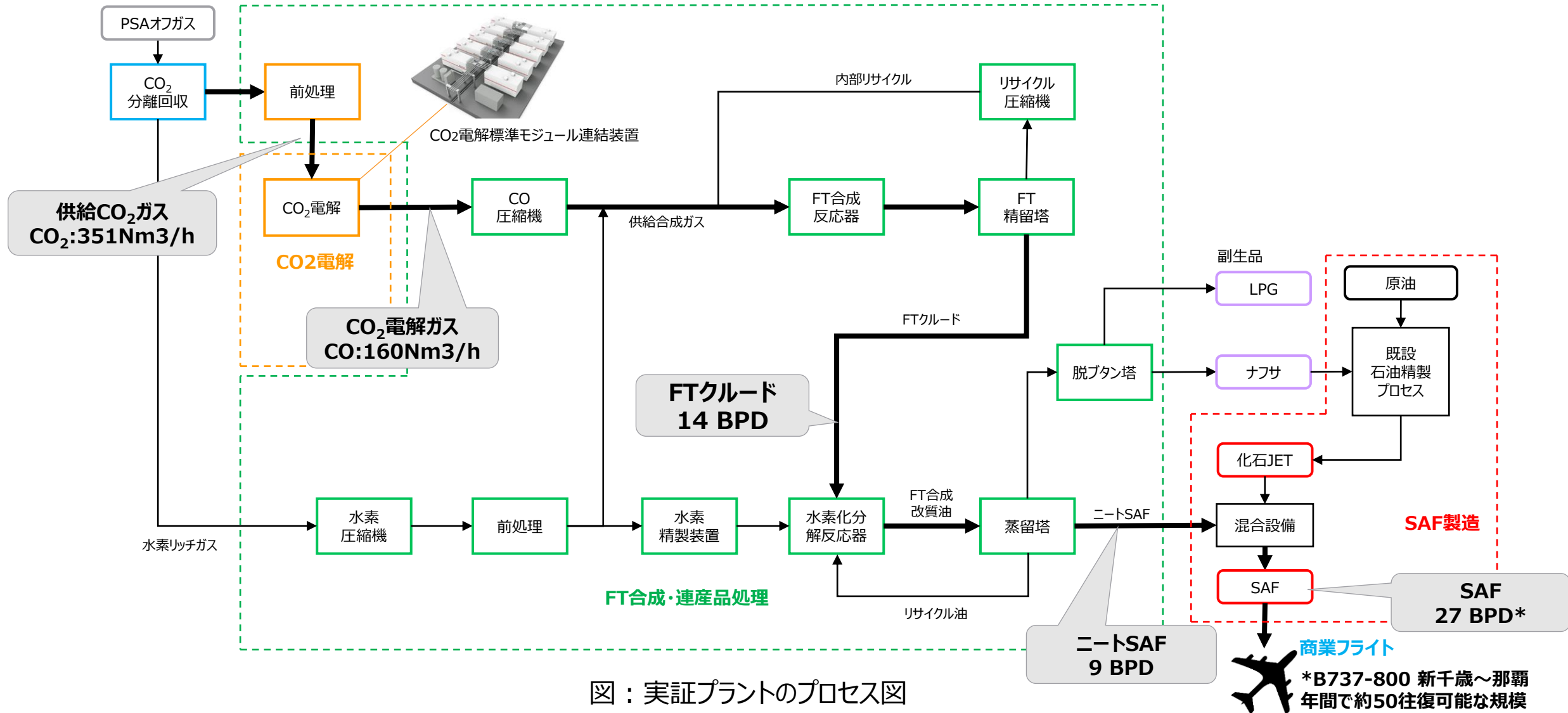
概念設計

大型CO₂電解装置
2万t-CO₂/年級 16.5MW
約100BPD相当
(2030頃 商品化予定)

* 多量二酸化炭素排出施設における人工光合成技術を用いた地域適合型二酸化炭素資源化モデルの構築実証 (環境省)
**人工光合成技術を用いた電解による地域のCO₂資源化検討事業 (環境省)

P2C/SAF製造実証プラントのプロセス検討

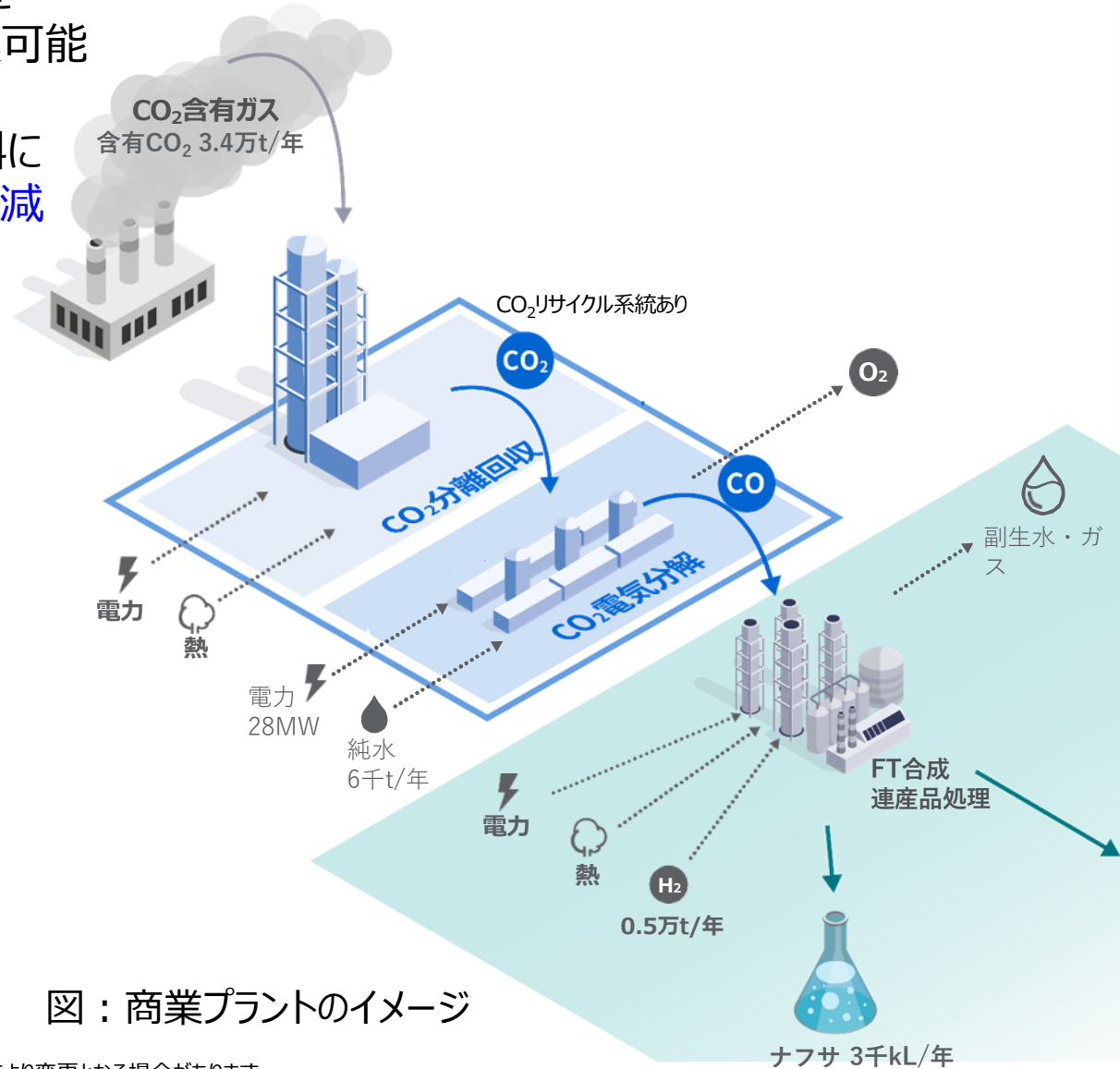
プロセスや数値は今後の設計の進捗により変更される場合があります。



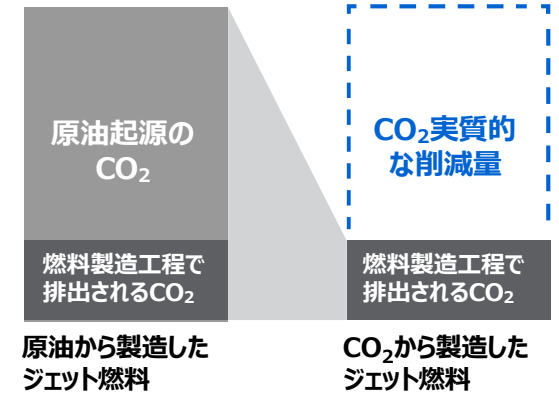
図：実証プラントのプロセス図

P2C/SAF商業プラントイメージ

- 原単位：CO₂ 約3.4万tを
ニートSAF 約1万kLに転換可能
- LCA-CO₂評価：従来燃料に
対してCO₂排出量 約80%減
- CO₂利用率：74%



従来ジェット燃料と比べてCO₂
約**80%**削減*



原油から製造した
ジェット燃料

CO₂から製造した
ジェット燃料

CO₂ 約3.4万t/年をニートSAF1万kL/年に転換*
CO₂利用率：74%

* 検討の進捗により数値は変わることがあります。

**航空機の給油にはニートSAFに同量以上の化石ジェット燃料をブレンドしたSAFが使用されます。

ニートSAF**
1万kL/年(0.8万t/年)(170BPD)

図：商業プラントのイメージ

P2Cプロセスによる地域炭素循環社会モデルの構想

- 再エネの不安定電力や余剰電力も活用した電解により地域の再エネ主力電源化を促進し、CO2排出量削減
- 地域で排出されたCO₂はCCS、その内のバイオマス系CO₂を化成品転換し地域の炭素循環を形成
- 事業性の観点からP2Cプロセスで製油所アセットが共用されるなど、地域の産業アセットの機能や価値が維持

表：P2Cプロセスの適用分野

分野	利用例	分野	利用例
農業	<ul style="list-style-type: none"> 農業機械（トラクタ、耕耘機、コンバイン、田植え機等）、排水機械の燃料（軽油、水素、再エネ） 施設園芸における燃料（重油、水素、再エネ） 施設園芸におけるCO₂利用（CO₂） 	発電	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ発電所からのグリーン電力供給 化石系発電からのCO₂供給 ごみ発電所からのCO₂供給
林業	<ul style="list-style-type: none"> 林業機械（伐倒機、造材機、集材用トラクタ、牽引式集材機、運材機等）の燃料（軽油、水素、再エネ） 	事業所	<ul style="list-style-type: none"> ビル、ホテル、病院、学校等の暖房・給湯用、温水供給用でのボイラー燃料やグリーン電力消費（重油、水素、再エネ） 工場等のボイラー燃料やグリーン電力消費（重油、水素、再エネ）
水産業	<ul style="list-style-type: none"> 漁船の燃料（軽油、水素、再エネ） 保冷用ドライアイス（CO₂） 	家庭	<ul style="list-style-type: none"> グリーン電力消費 給湯器、暖房器具、調理器具への燃料（メタン、水素）
建設	<ul style="list-style-type: none"> 建設機械（ブルドーザ、ショベル、クレーン、ローダ、ダンプ、ロードローラー等）の燃料（軽油、水素、再エネ） 	誘導品	利用分野
運輸	<ul style="list-style-type: none"> 乗用車の燃料（再エネ、水素） 大型車両（トラック、大型バス）の燃料（軽油、水素） フォークリフトの燃料（軽油、水素） 鉄道の燃料（軽油、水素、再エネ） 内航船舶の燃料（軽油、重油、水素、再エネ） 航空機・空港施設の燃料（燃料、水素） 	プラスチック	<ul style="list-style-type: none"> 自動車、船舶・鉄道車両、家電・電子、通信、その他機械、住宅・建設、農水産業、医療・保育、包装・容器
製造	<ul style="list-style-type: none"> 製鉄からのCO₂供給や金属産業の還元剤利用（水素、CO） セメント事業からのCO₂供給及び原料利用（CO₂） 化学産業の原料（水素、CO、CO₂）…詳細は右表 	合成繊維	<ul style="list-style-type: none"> 衣料、インテリア、産業資材・その他
		合成ゴム	<ul style="list-style-type: none"> 自動車、自転車、各種工業、日用品・その他
		合成塗料	<ul style="list-style-type: none"> 自動車・鉄道車両・船舶、建築・建造物、電機・その他機械、木工・家庭用
		合成洗剤	<ul style="list-style-type: none"> 家庭用、工業用
		その他	<ul style="list-style-type: none"> 接着剤、染料、肥料、農薬、医薬など



図：地域炭素循環社会モデルのイメージ図

COを使用する一次合成品（国内）

化学品	用途
メタノール	<ul style="list-style-type: none"> 接着剤、薬品、塗料、合成樹脂等の基礎原料 ガソリン添加剤、バイオディーゼル燃料の原料
ホスゲン	<ul style="list-style-type: none"> 染料・塗料、イソシアナ酸塩（ポリウレタン）、炭酸エステル（ポリカーボネート）、酸塩化物、殺虫剤、製薬・化学薬品などの原料
酢酸	<ul style="list-style-type: none"> 食酢、酸味料、医薬用、染色、塗料、接着剤
ギ酸メチル	<ul style="list-style-type: none"> 染色、ゴム、皮革、医療、香料、農業、防腐剤・抗菌剤、金属処理
炭酸ジメチル	<ul style="list-style-type: none"> リチウムイオン二次電池の電解液、医薬・農業・樹脂原料
シュウ酸ジメチル	<ul style="list-style-type: none"> 電子材料向けエッチング剤
アクリル酸メチル	<ul style="list-style-type: none"> アクリル繊維、成型樹脂、粘接着剤、塗料、エマルジョン、繊維処理剤、塗料などの原料
プロピオン酸メチル	<ul style="list-style-type: none"> 板、棒、パイプ等の製造、成形材料、塗料、歯科材料、接着剤、繊維処理剤、皮革処理剤
メタクリル酸メチル	<ul style="list-style-type: none"> 印刷用インク、繊維用途、化粧品・乳液、窓清掃剤、研磨剤、防腐剤
ブチルアルデヒド	<ul style="list-style-type: none"> 塗料樹脂、アクリル酸ブチル、酢酸ブチル、グリコールエーテル等の原料や溶媒
ジメチルホルムアミド	<ul style="list-style-type: none"> 合成皮革の溶剤、アクリル繊維の紡糸用溶剤

化学品の合成に必要な一酸化炭素量の算定（国内）

物質名	製造・輸入量 (トン)	一酸化炭素量 (トン)
メタノール	1,526,797	1,334,756
酢酸	500,000	233,215
メタクリル酸メチル	200,000	55,952
ブタノール	110,778	41,874
ホスゲン	53,146	15,049
ジメチルホルムアミド	34,336	13,158
アクリル酸メチル	22,024	7,166
炭酸ジメチル	20,000	6,219
ギ酸	8,039	4,892

ヒアリング結果をもとに東芝ESSにて作成

P2C/SAF事業化への課題

課題②

P2C/SAFサプライチェーン構築
商業プラントを見通せる規模でのSAF製造、
利用サプライチェーン実証

課題①

CO₂電解装置の実用化
量産可能なCO₂電解セルスタックの
開発と運転による実証
P2C/SAFサプライチェーンの検証

~2024

● **CO₂電解装置
実用化**

20年代後半

● **P2C/SAFプラント・
サプライチェーン実証**

~2030年代前半

● **商用プラント**

課題③ 事業環境の整備

- ・CO₂起源SAFのCORSA認定
- ・水素社会の到来による、ブルー・グリーン水素の調達性
- ・CCSの普及など、CO₂の調達性
- ・再エネの普及拡大と余剰電力調達
- ・SAF/e-fuelインセンティブ制度整備

TOSHIBA