

# 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

株式会社 東芝

研究開発センター ナノ材料・フロンティア研究所 トランスデュース技術ラボラトリー

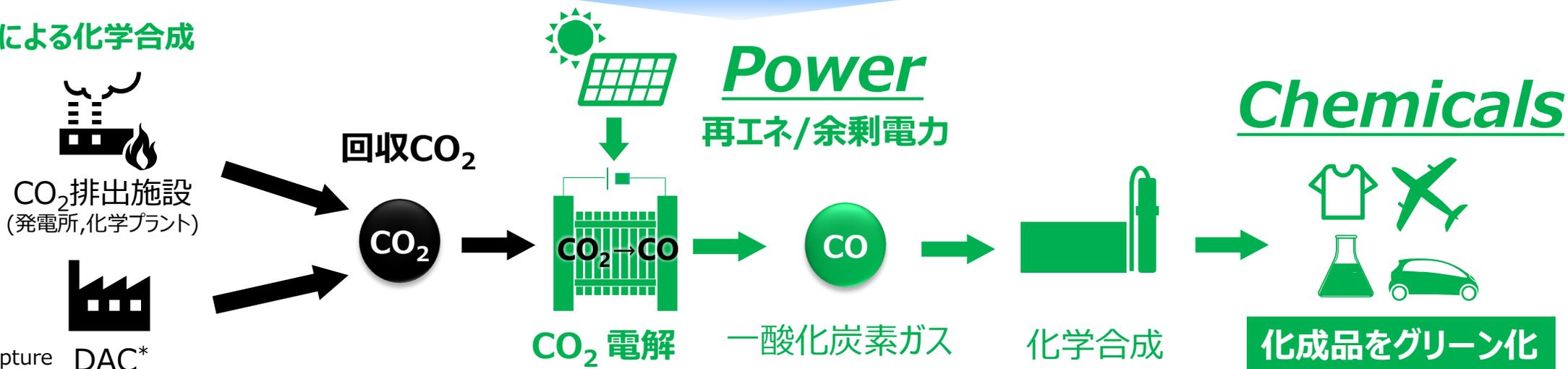
2021.8.3

# CO<sub>2</sub>資源化技術 -Power to Chemicals (P2C)- 概要

## 従来の化学合成



## P2Cによる化学合成



\* Direct Air Capture DAC\*

回収CO<sub>2</sub>と再エネ/余剰電力(Power)から  
CO等の化学原料(Chemicals)を製造し化成品をグリーン化



# 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

## 課題名：

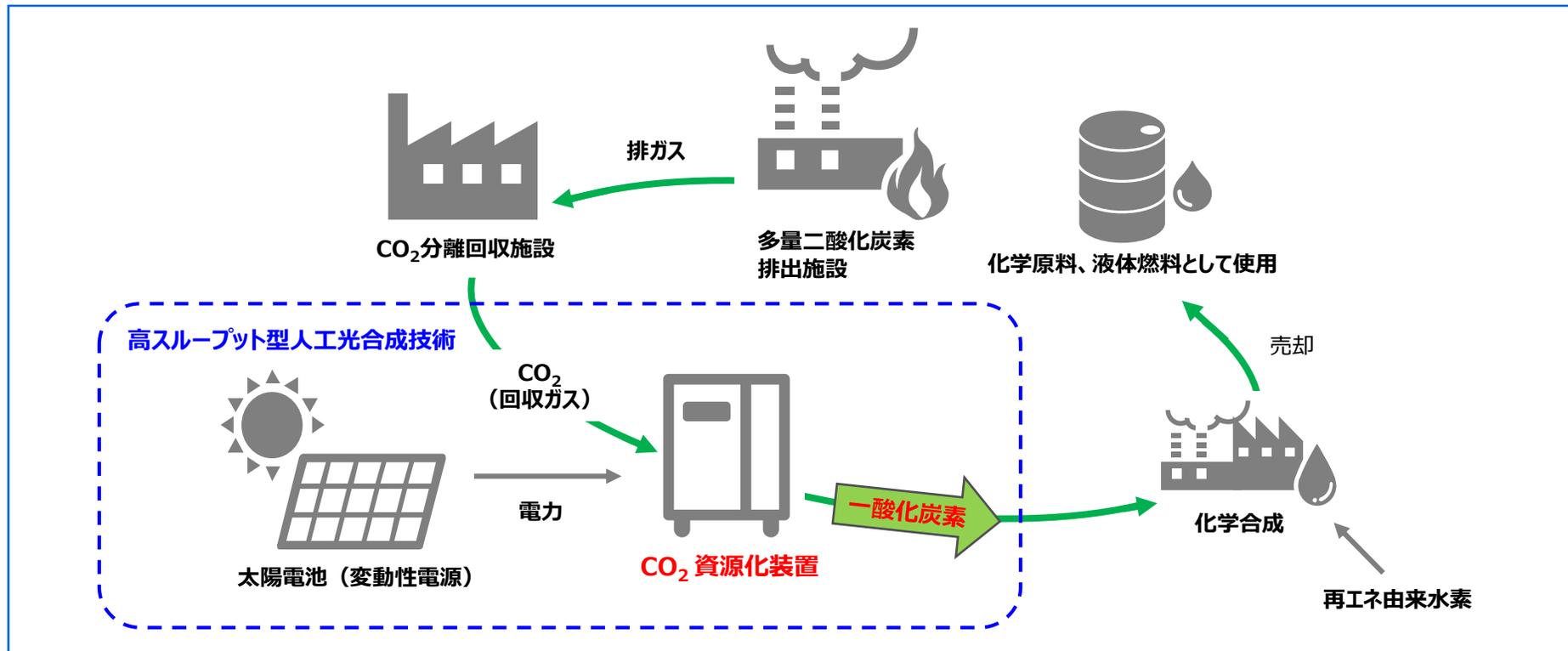
多量二酸化炭素排出施設における人工光合成技術を用いた地域適合型二酸化炭素資源化モデルの構築実証

代表事業者：株式会社東芝

事業期間（予定）：平成30年度から令和4年度まで

## 事業概要：

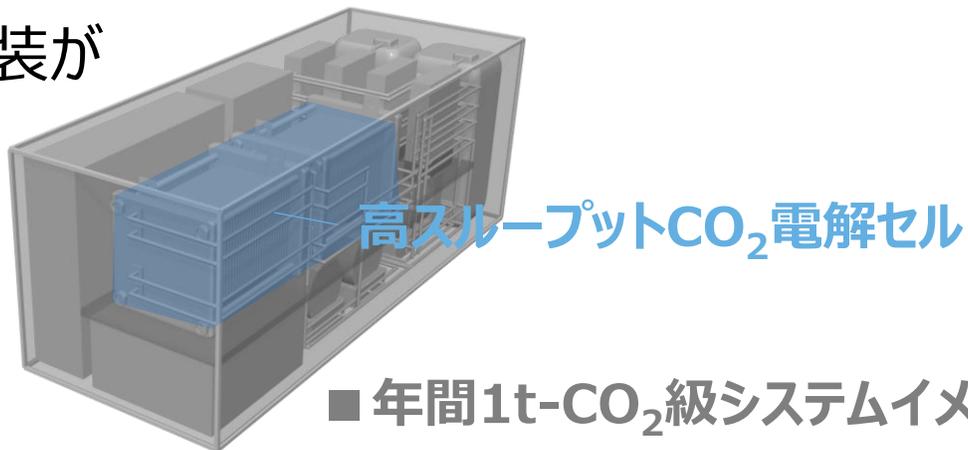
火力発電所等から排出される二酸化炭素を二酸化炭素処理量を増やす**高スループット型人工光合成技術**によって一酸化炭素に変換する。さらに、CO<sub>2</sub>回収ガスを模擬した二酸化炭素主成分ガスや変動性電源を用いて実環境を想定したシステム動作を検証し、**経済的に成立する二酸化炭素資源化モデルを提唱**する。



# 環境省実証事業概要

本高スループット型システム(年間1t-CO<sub>2</sub>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。



■ 年間1t-CO<sub>2</sub>級システムイメージ  
B システム統合

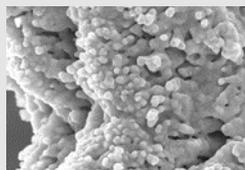
## 実証事業概要

- 弊社内にCO<sub>2</sub>資源化検証用装置を設置し、火力発電所などを想定したCO<sub>2</sub>回収ガス（模擬ガス）で実証

### A1 CO<sub>2</sub>還元触媒電極検証

世界最高レベルのCO<sub>2</sub>還元触媒

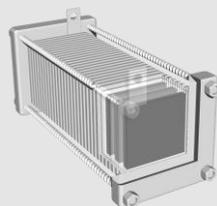
ナノ構造を制御する事で触媒の活性点を増加させ効率向上が可能に



### A2 セル・スタック検証

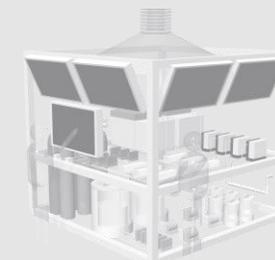
低抵抗・高性能セル

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

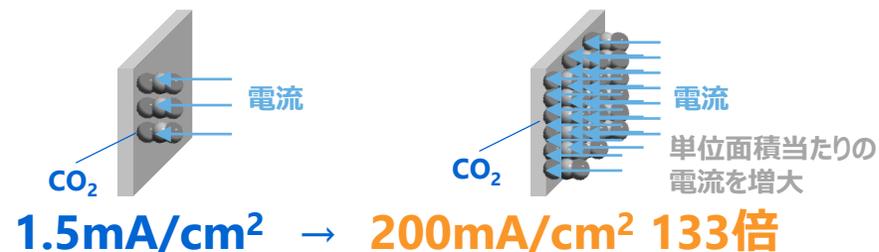
高スループット検証用装置でCO<sub>2</sub>資源化モデルを検証



# 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）

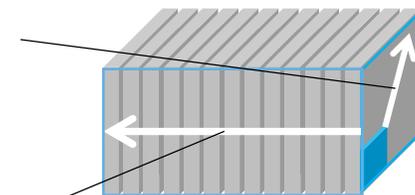


### ■ 大面積化

$1\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}^2$  100倍

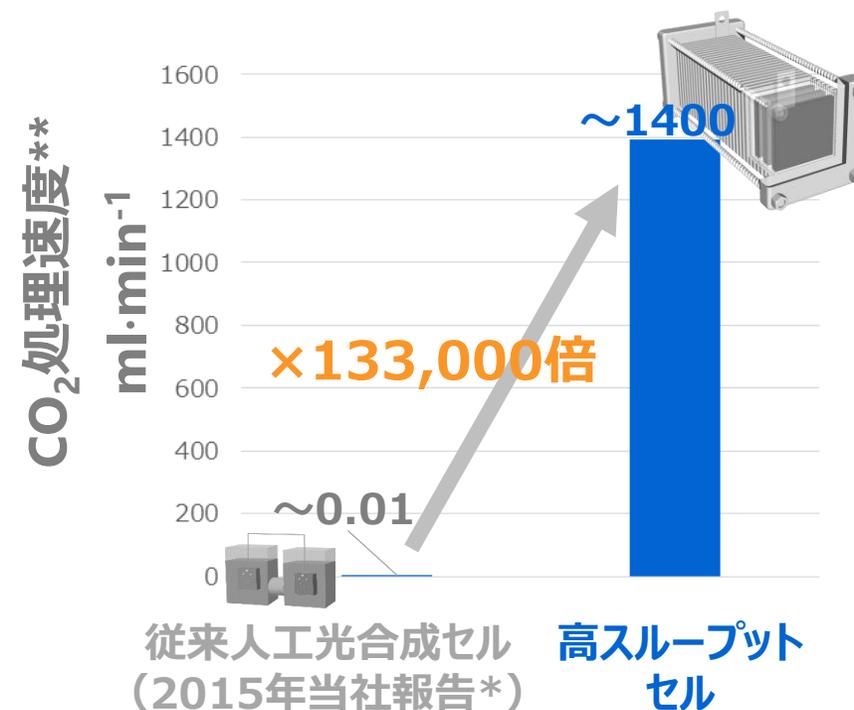
### ■ スタック化（積層化）

1セル → 10スタック 10倍



高スループット化によりCO<sub>2</sub>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



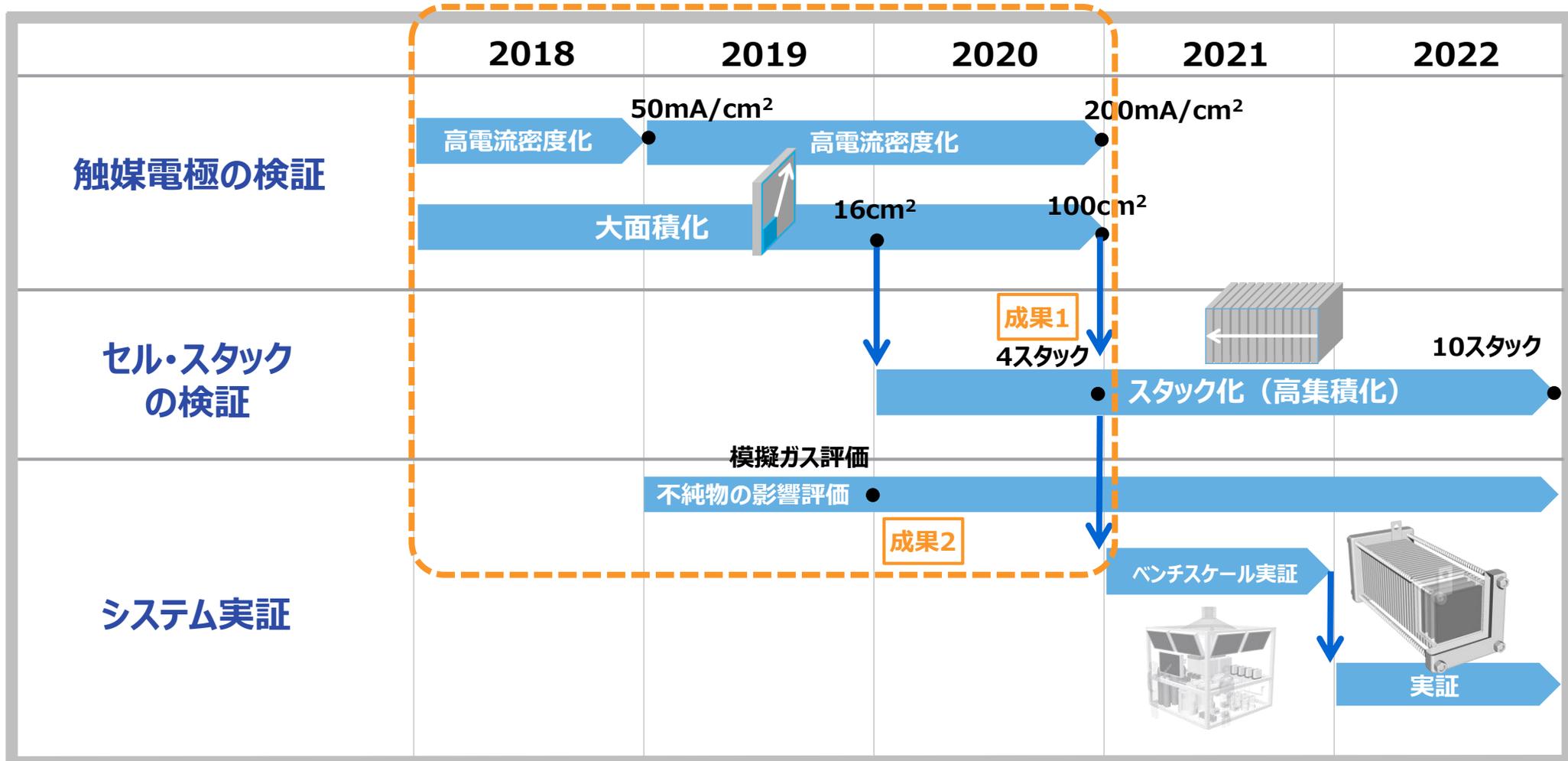
\*Y. Sugano et al., *RSC Adv.*, 2015, 5, 54246-54252.

\*\*CO<sub>2</sub>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

# 環境省実証事業スケジュール

検証用システムでCO<sub>2</sub>資源化モデル最小単位の技術を確立



# —セルスタックの検証— 大面積化、スタック化

成果1

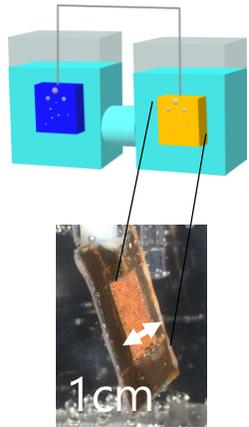
2014年度

2018年度

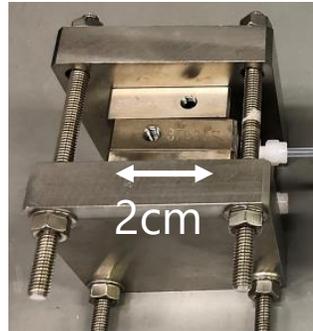
2019年度

2020年度

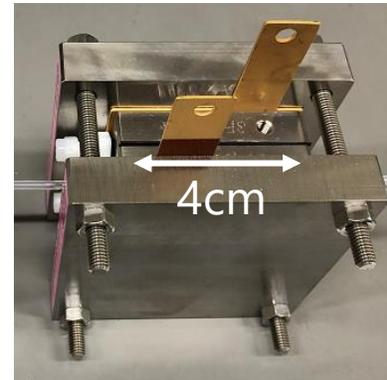
環境省事業



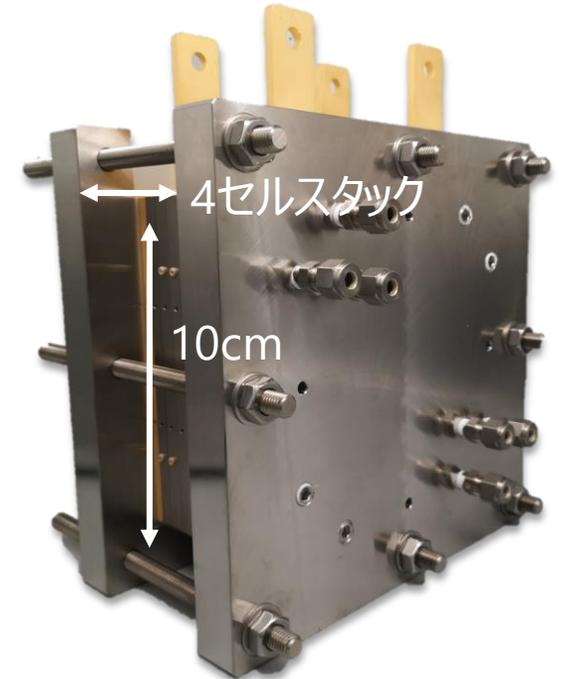
CO<sub>2</sub>処理:約10g/年\*



CO<sub>2</sub>処理:約1.4kg/年\*



CO<sub>2</sub>処理:約 6kg /年\*



CO<sub>2</sub>処理:約1t/年\*

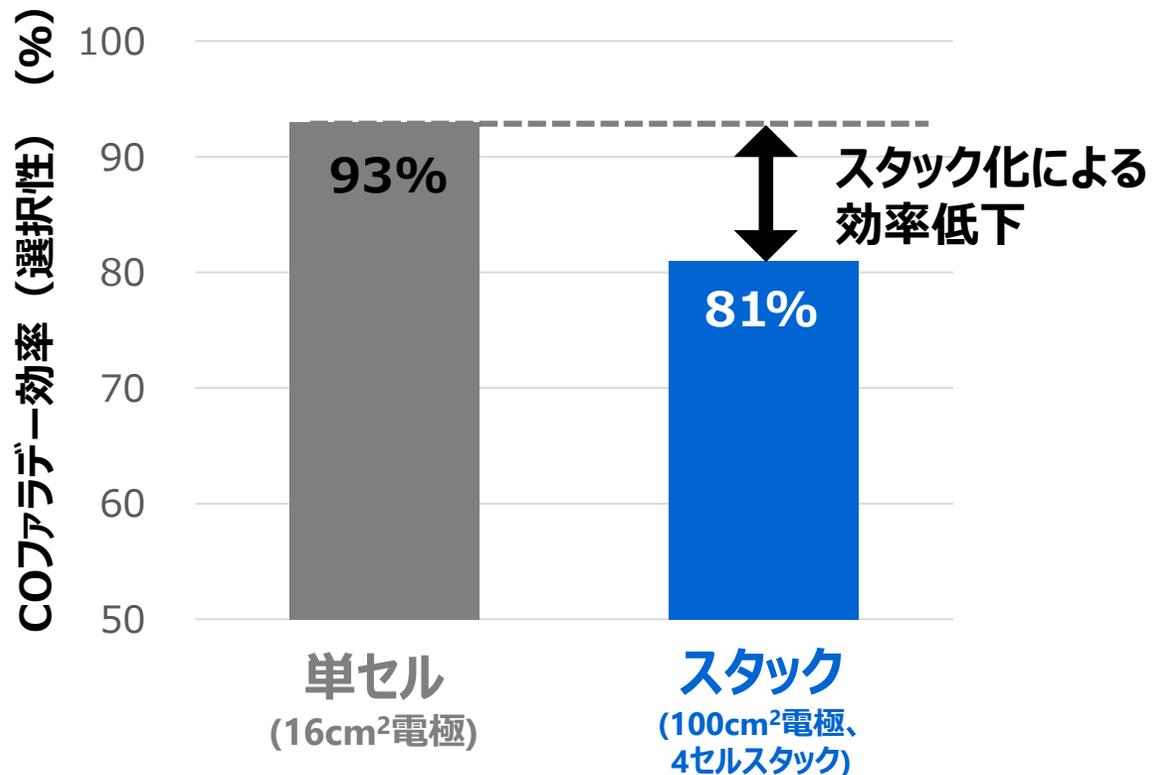
## トンレベルのCO<sub>2</sub>処理が可能な実証セルを開発

\*24時間、365日稼働した場合

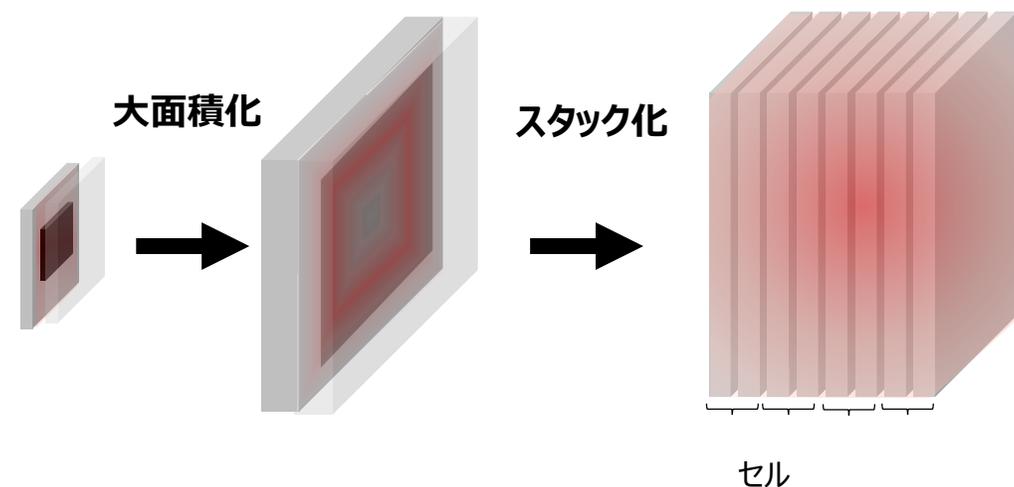
© 2021 Toshiba Corporation

7

単セルとスタックのCOファラデー効率比較  
(200mA/cm<sup>2</sup>運転時)

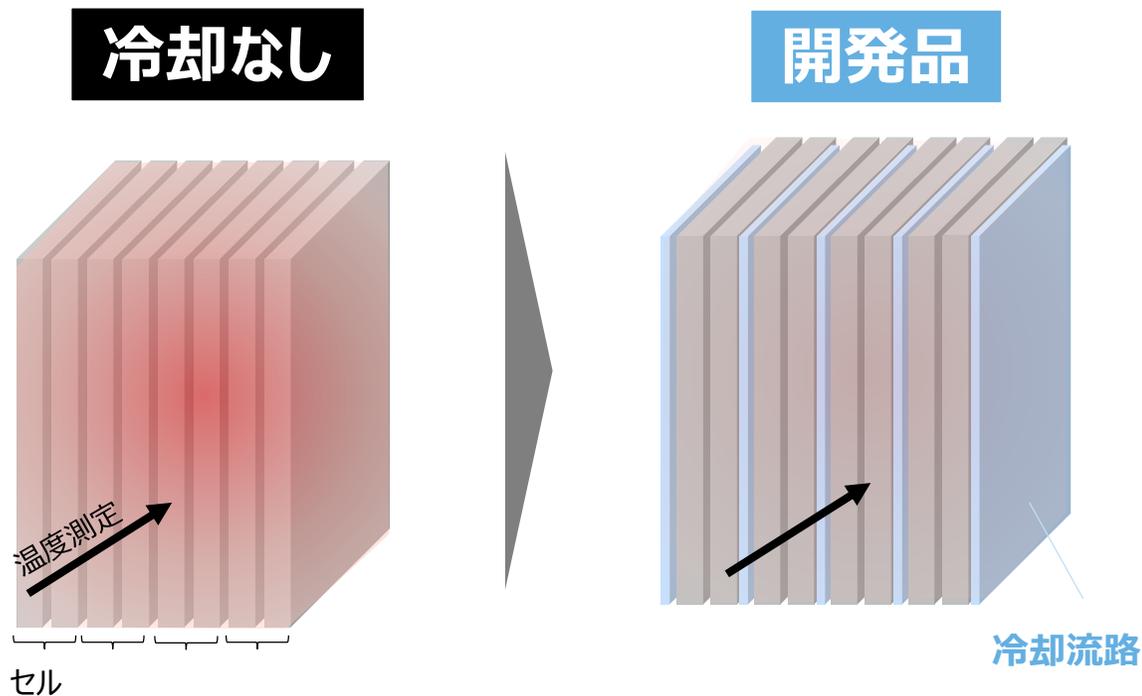


電解反応時の損失が熱としてセル内に発生し、効率低下を招く

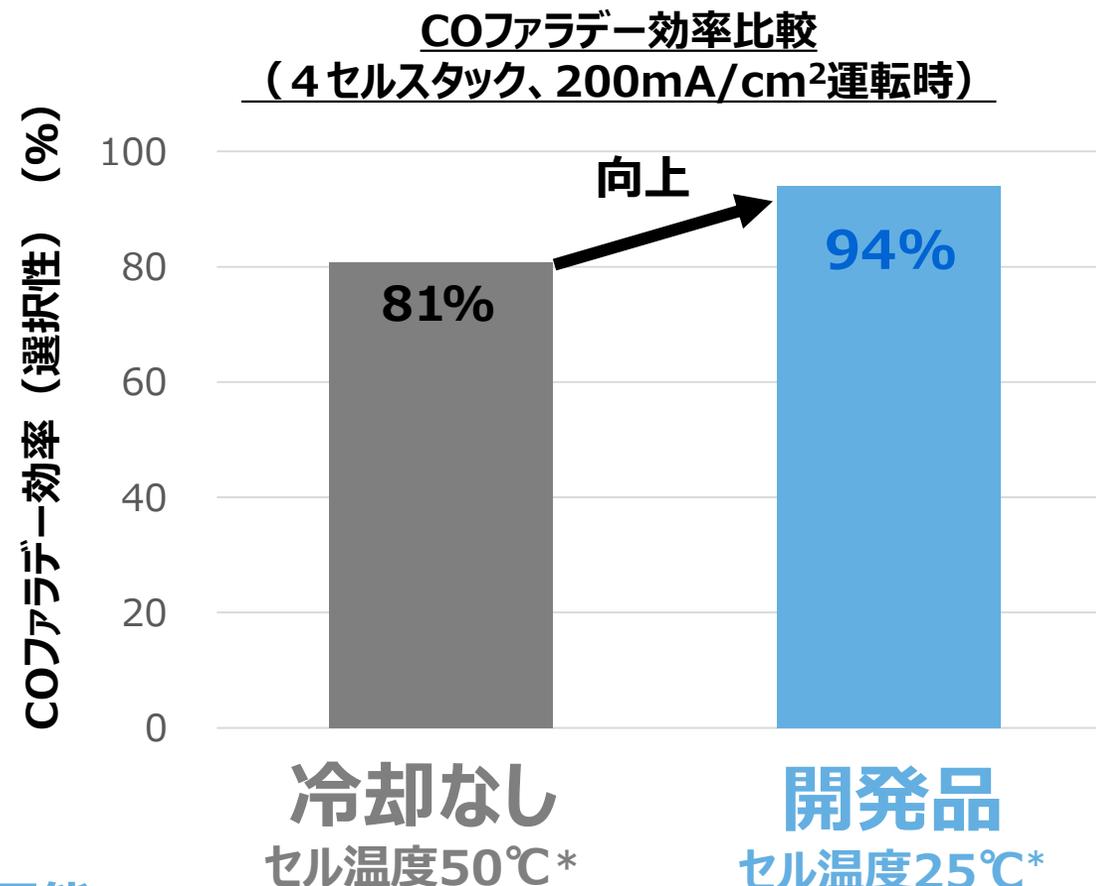


大面積化・スタック化に伴い、セルからの放熱量が低下し、セル温度が上昇

スタック化によりCO<sub>2</sub>還元反応の効率が低下



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ラブルなスタック化が可能

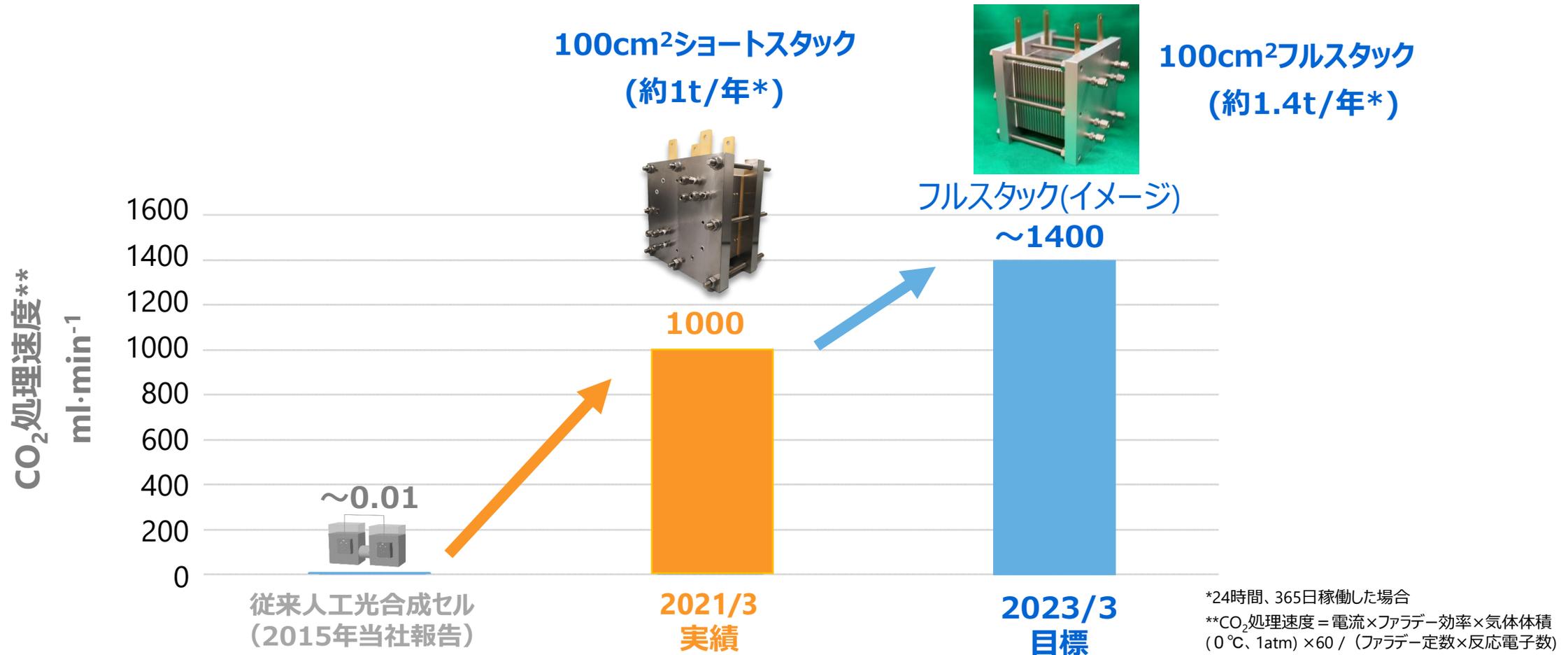


\*スタック中央端部にて測定

## セル間に冷却流路を設けた独自のCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>処理速度

成果1

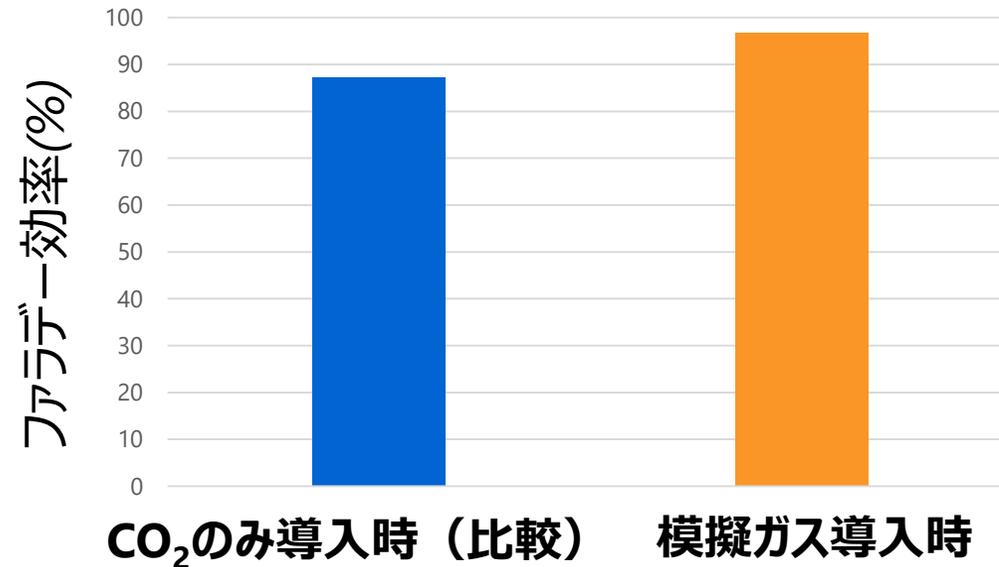


独自のCO<sub>2</sub>電解スタックの開発により、最大年間1.0t\*のCO<sub>2</sub>処理を達成

## 石炭火力発電所から化学吸収法で分離回収したCO<sub>2</sub>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<sub>x</sub> 20ppm
- SO<sub>x</sub> 10ppm



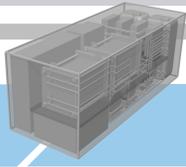
100時間後のファラデー効率比較\*(電流密度:50mA/cm<sup>2</sup>)

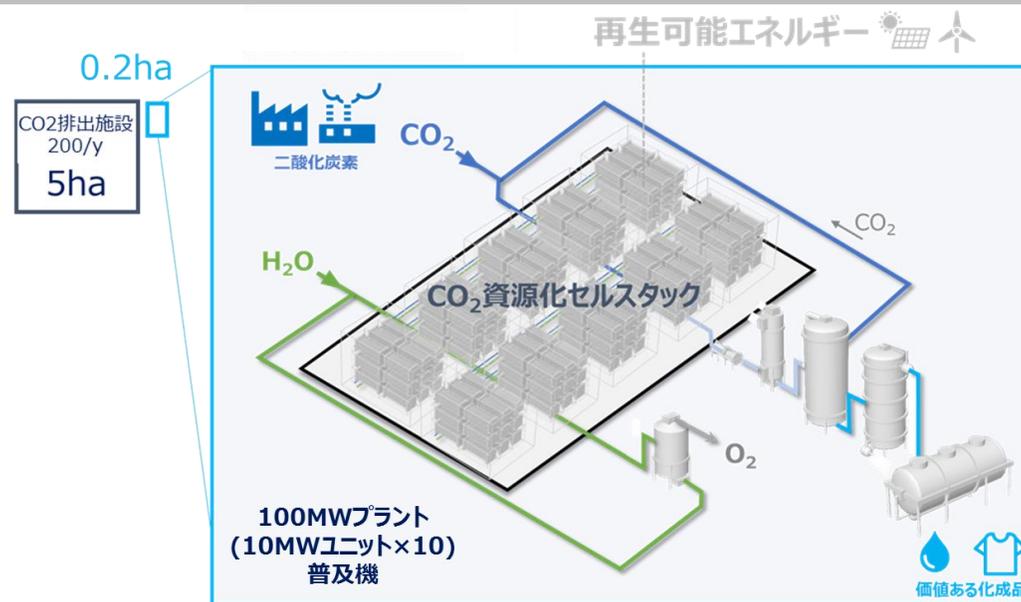
\*4cm<sup>2</sup>のセルを使用しでの評価

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

# その後の普及機(100kW~MWシステム)への展開

プラント規模	1kWシステム		100kWシステム	MW級プラント	MW級システム	100MWプラント
二酸化炭素削減効果* (CO <sub>2</sub> 使用量) 単位: t/y	10.7 (3.4)					107万 (34万)



\*提案時における試算値

1kWシステムの基本設計をベースにした100kW~MW普及機での早期社会実装を目指す

**TOSHIBA**