

電気化学プロセスを主体とする革新的CO₂ 大量資源化システムの開発

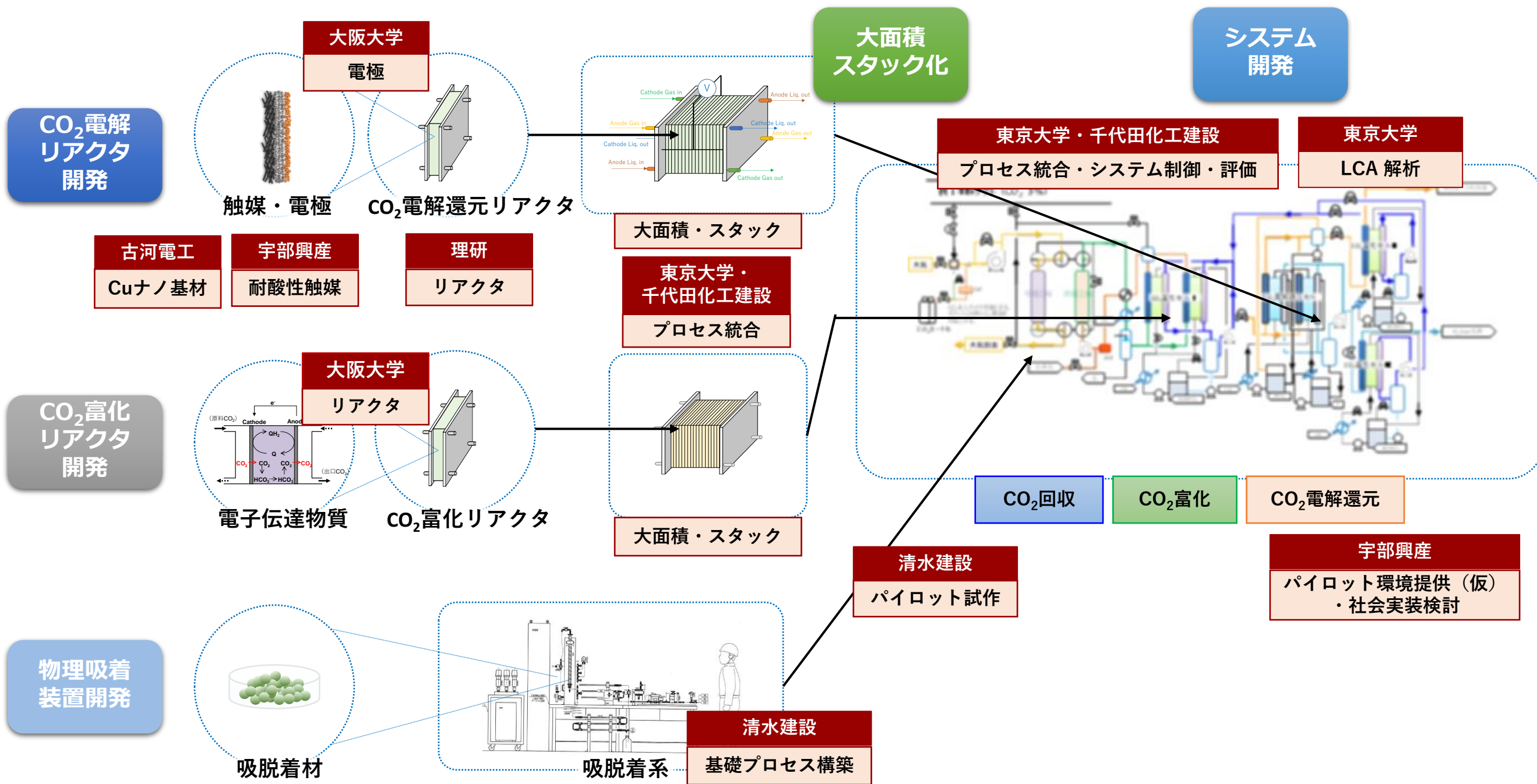
発表者：杉山 正和（国立大学法人 東京大学）

PM：杉山 正和

国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター 教授

PJ参画機関：国立大学法人東京大学、国立大学法人大阪大学、
国立研究開発法人理化学研究所、宇部興産株式会社、清水建設株式会社、
千代田化工建設株式会社、古河電気工業株式会社

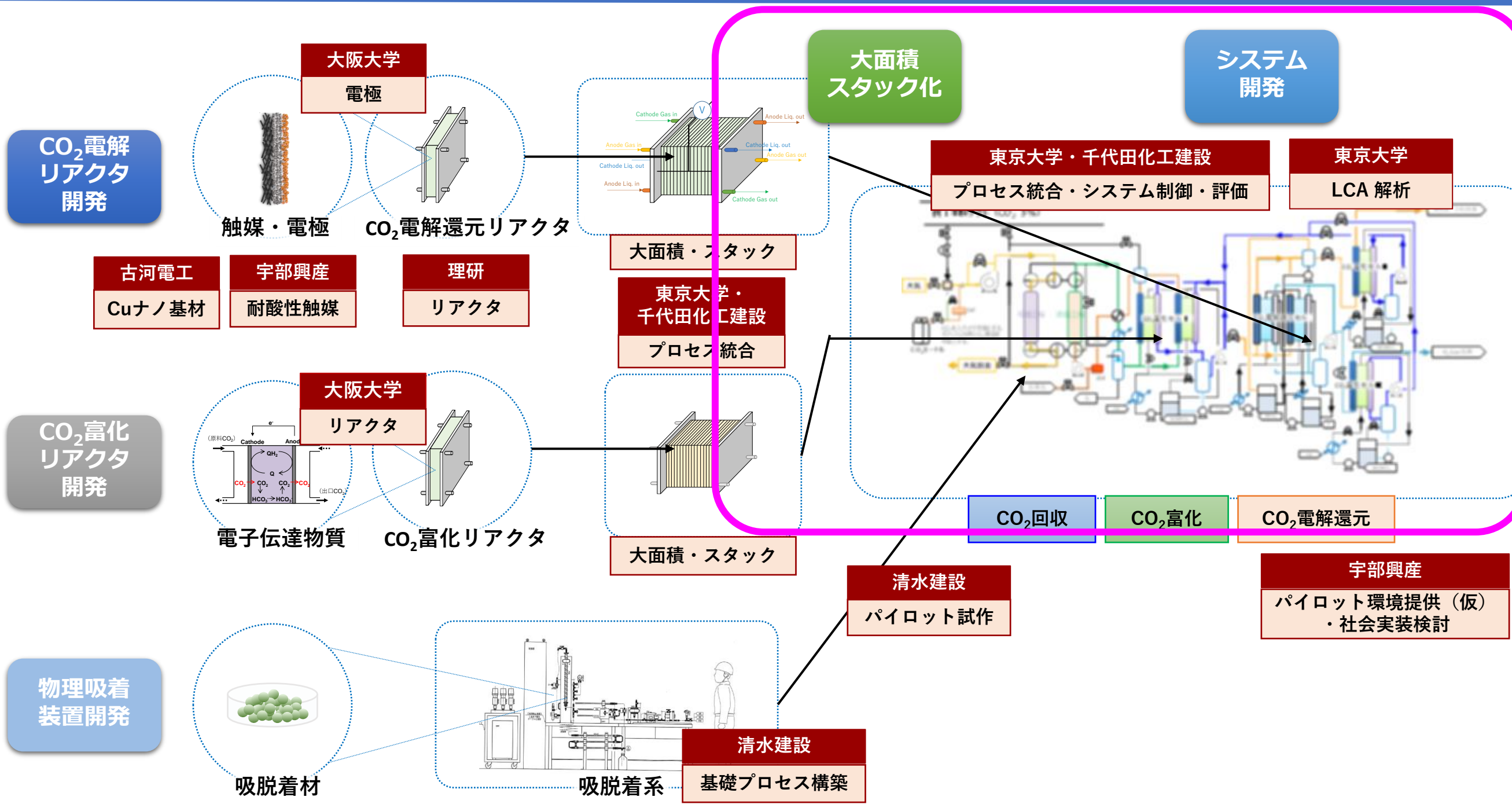
研究開発体制と最終目標



最終目標

- 400 ppmの気体中CO₂濃度に対応し、かつ分散配置が可能な、CO₂回収・有用基礎化学品への還元資源化プロセスを、電気化学を主体に開発する。
- パイロットプラントを構築して、CO₂回収から基礎化学品転換に要する資源やエネルギーも考慮したLCA評価を行い、地球温暖化対策に有効に資することを確認する。

研究開発体制と最終目標



最終目標

- 400 ppmの気体中CO₂濃度に対応し、かつ分散配置が可能な、CO₂回収・有用基礎化学品への還元資源化プロセスを、電気化学を主体に開発する。
- パイロットプラントを構築して、CO₂回収から基礎化学品転換に要する資源やエネルギーも考慮したLCA評価を行い、地球温暖化対策に有効に資することを確認する。

- **開発項目・内容:**

統合システム制御・特性解析・ライフサイクルアセスメント(LCA)

- **現時点の主な成果**

- 1) オンライン分析型CO₂電解還元反応系の構築
→ 分刻みで日単位の解析が可能に
- 2) ガス拡散電極(GDE)の精密電位計測
→ 電極触媒の精密特性評価
- 3) ライフサイクルアセスメント(LCA)によるCO₂収支の見積
→ カーボンネガティブ成立分岐点の明確化

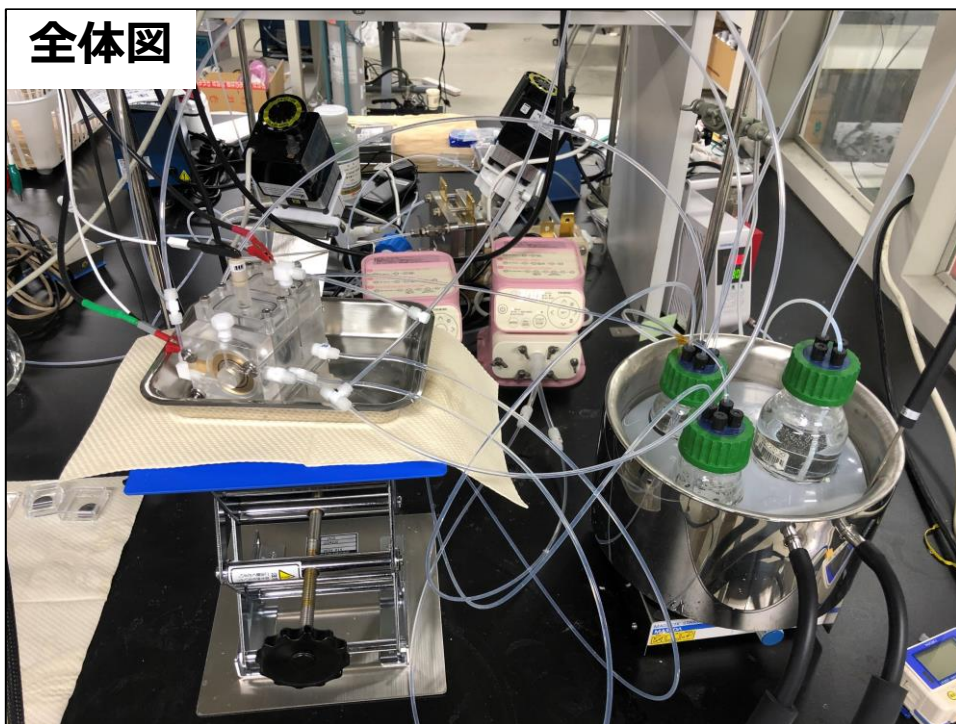
□24年度

- DAC、電気化学CO₂富化、CO₂電解還元の直列接続による連成運転の理論設計が完了。
- 実験室規模での富化の電気化学デバイスからCO₂還元電解セルシステム検証が完了し、見通しがあること。（目標連続運転時間1,000時間、電流密度200mA/cm²、生成物に対する電流利用効率50%）
- 広範なプロセス条件を考慮したLCAの精緻化。

□27年度

- 実験室規模で、電流密度200 mA/cm²、生成物に対する電流利用効率80%での5,000時間連続運転の見通しを立てる。また、パイロット設計に必要な諸元を得る。
- パイロットプラントの設計に基づくLCA評価が完了。

1) オンライン分析型CO₂電解還元反応系の構築



- 電流値: 2 Aまで
- 電解液流量: 0~70 mL/min
- CO₂流量: 0~100 mL/min
- 電解液温度: 0~80°C

**2分/サイクルでの分析
1 ppm~100%の定量**

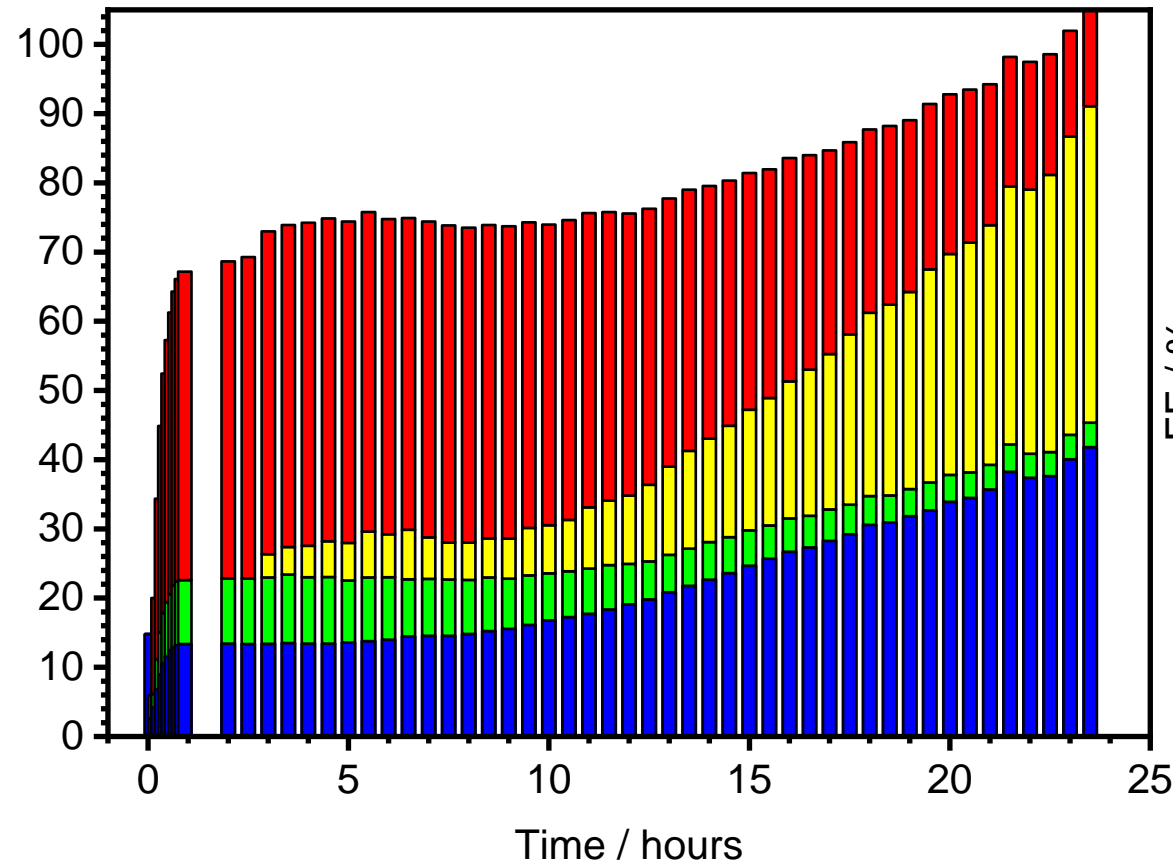


Agilent 490 Micro GC

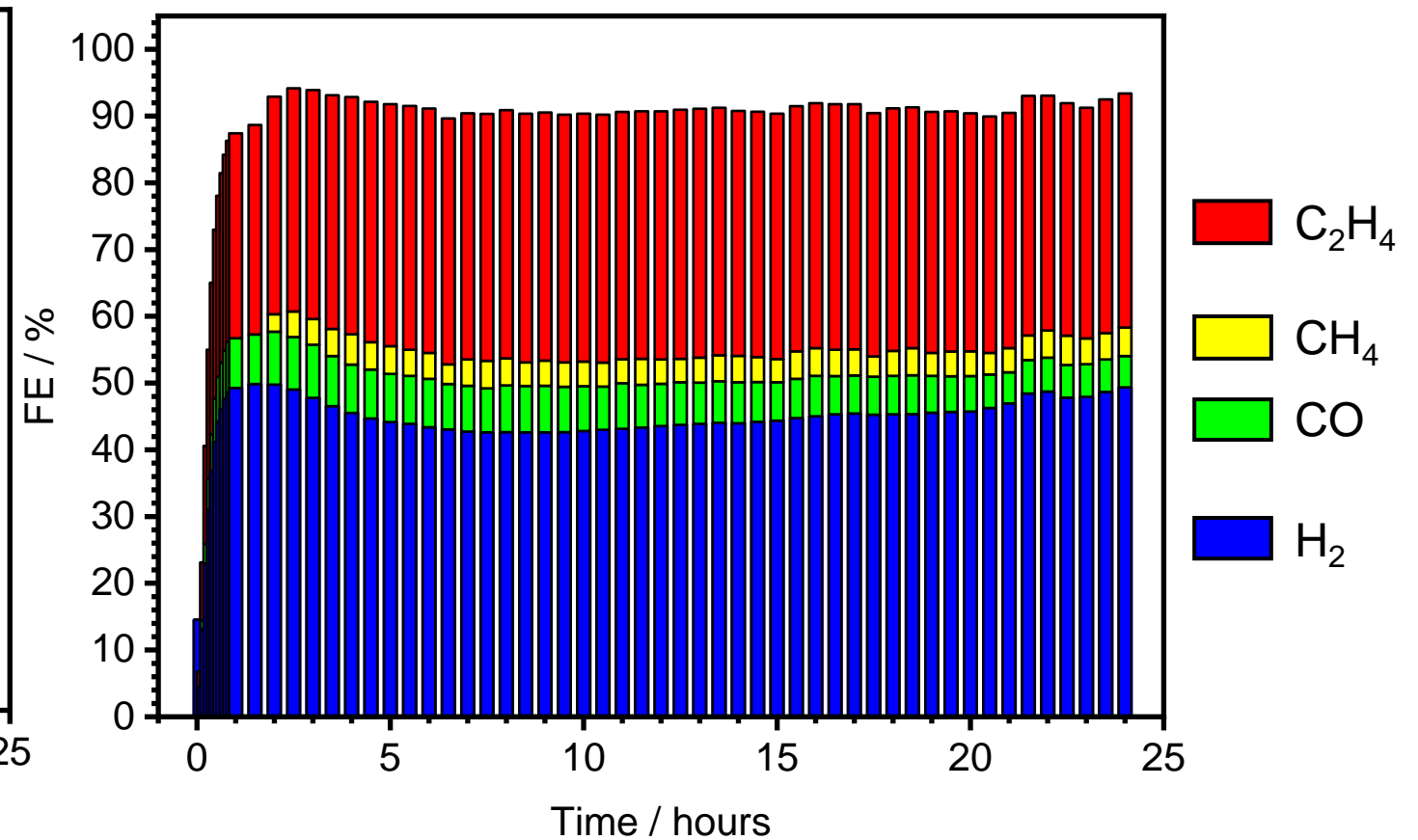
- 2チャンネル仕様
Ch1: Ar, MS5A + Buckflush
Ch2: He, Pora Plot Q
検出器はいずれもMicroTCD

が可能

電析：1サイクル



電析：12サイクル



堆積量 少 → 初期FE_{C₂H₄} 良い。耐久性悪い。

多 → 初期FE_{C₂H₄} 低い。耐久性が良い。

初期性能と耐久性の両立のための電極開発に取り組んでいく。

➤ 解析手法、電極材料

3) 統合システムの設計

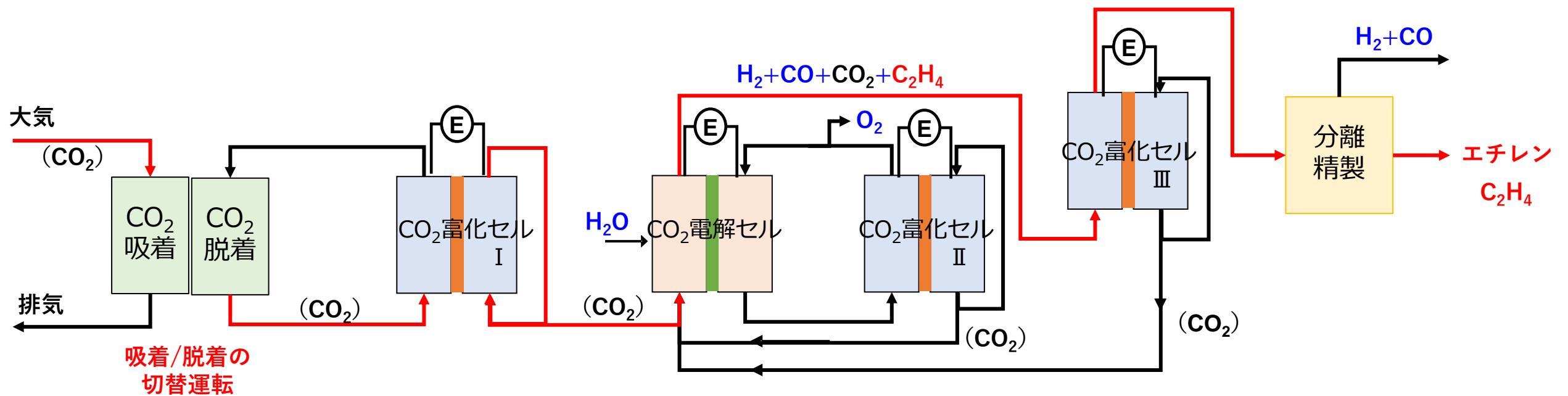
千代田化工建設との共同実施

①-1 CO₂回収工程

①-2 CO₂富化工程

② CO₂電解還元工程

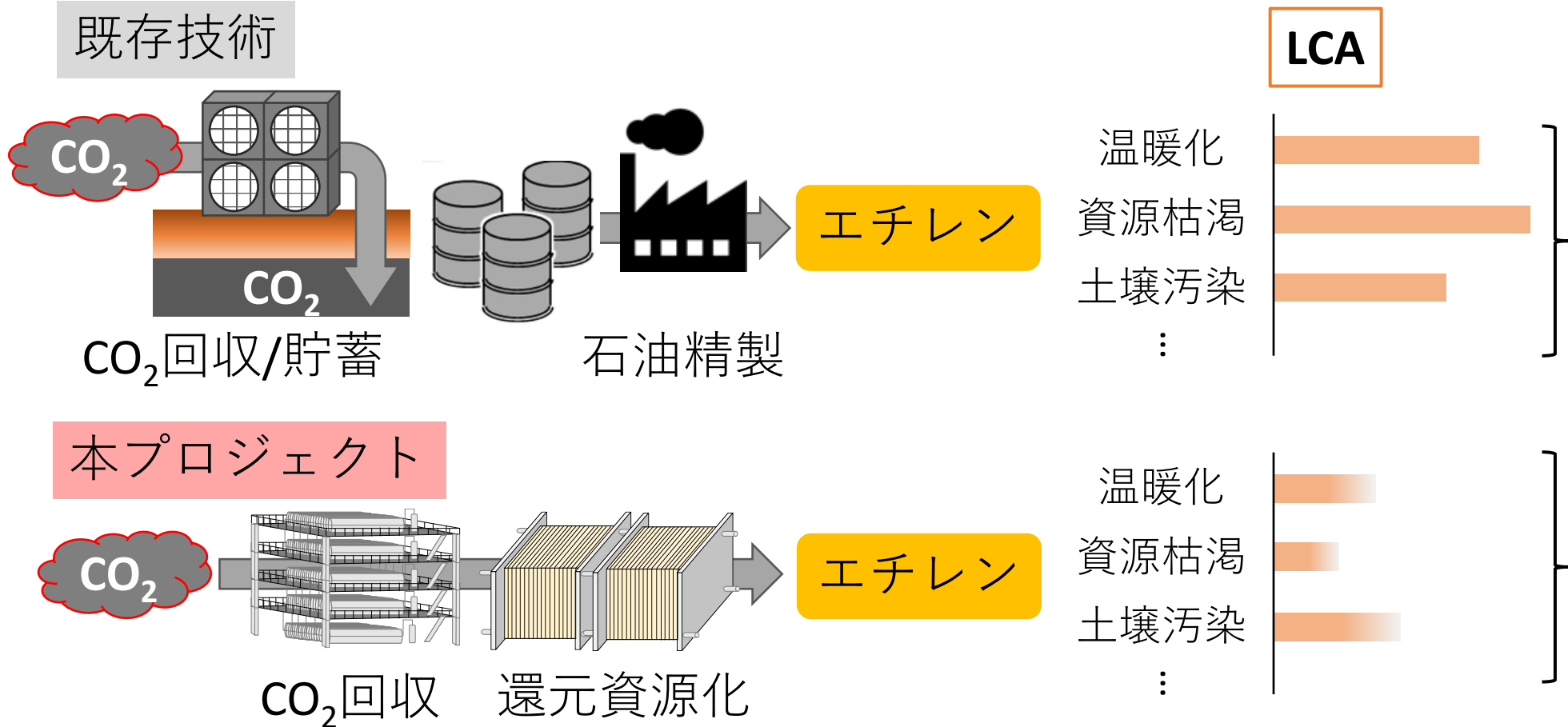
分離精製工程



- 大気からのCO₂回収からエチレン製造まで、開発中の要素プロセスを統合したシステムフローを設計.
- 物質収支, 熱収支を検討.
- LCAの基礎検討.

3) LCA評価

製品（エチレン）の製造から廃棄までの環境負荷を統合的に評価



統合的な評価により
既存技術に対する
環境負荷の低減を検証

現時点の成果

- ・ 全工程中、還元資源化プロセスが最大のインパクトを有することを確認
- ・ カーボンネガティブ（排出CO₂ < 固定化CO₂）達成に必要な運転条件を明確化

