

課題名：高速酸素透過膜による純酸素燃焼イノベーション

氏名：高村仁

機関名：東北大学

## 1. 研究の背景

二酸化炭素排出量削減のため、エネルギー利用効率の向上は喫緊の課題である。ガスタービンや溶融炉などの燃焼システムにおいて、**高濃度酸素や純酸素を利用すると効率が飛躍的に向上**する。さらに、純酸素燃焼では排出ガスが水蒸気と二酸化炭素のみとなり、水蒸気は簡単に凝縮が可能のため、二酸化炭素の地下貯留システムとの整合性に優れる。また、ごみ焼却施設等においても酸素燃焼技術は利用燃料の大幅な削減とダイオキシン分解除去などグリーン技術として多大なメリットがある。本研究では、現行技術より電力原単位を大幅に削減可能と期待される酸素透過膜型に着目し、高効率純酸素製造を可能とする新規酸素透過膜の開発を行う。**酸素透過膜では一段で濃度100%の純酸素が得られるが、実用には透過量の向上と作動温度の低減が必須の課題**である。

## 2. 研究の目標

研究のポイントは、**現在 800～1000℃で稼働する酸素透過膜の作動温度を低減し、かつ、より高い酸素透過量を発現**させる点にある。現在、酸素透過膜では100リットル毎平方メートル毎分の純酸素が得られるが、この2倍の酸素を分離するセラミックス膜を開発する。また、薄膜化など作動温度を低温化する指針を探索し、純酸素燃焼の産業用途拡大を図る。

## 3. 研究の特色

酸素透過膜を利用すると、**現行技術よりも安価かつ小型の純酸素製造システム**となる。膜表面での酸素分子のかい離・イオン化と膜内部の酸素イオン輸送を容易にすること、さらに、薄膜技術により新たな構造体を作製することで酸素透過量の増大と低温作動化を図る。

## 4. 将来的に期待される効果や応用分野

現在、費用対効果の観点から酸素富化や純酸素燃焼が利用できない**中小規模の焼却炉や溶融炉などへの応用**が可能となる。さらに、小型・高効率酸素分離技術は製鉄プロセスや医療・食品分野でもニーズが強く、潜在的な用途を含めその応用範囲は広い。例えば、**食料を長期保存するための窒素製造(空気からの酸素除去)**が食品分野で大きな需要があり、医療分野では、**救急・介護において簡便・小型・高効率な純酸素供給器**の需要がある。すなわち、本技術はグリーン・イノベーションのみならず、ライフ・イノベーションへの波及効果も期待される。

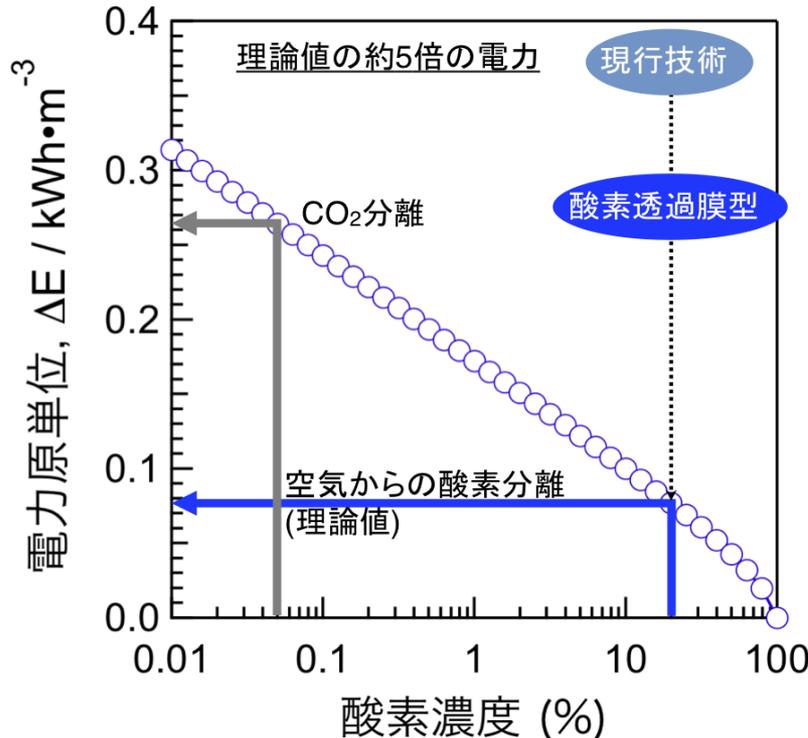


# 純酸素の用途と酸素透過膜による高効率製造



- ### 純酸素の用途
- 高温ガス化溶融炉
  - 製鉄プロセス
  - 合成ガス製造
  - 酸素療法など
  - 酸素富化焼却炉

## ● 燃焼効率の向上、クリーン燃焼技術、純酸素燃焼でCCSが容易化



加圧空気

酸素透過膜

酸化物イオン・電子混合導電体 (緻密な機能性セラミックス)

減圧雰囲気

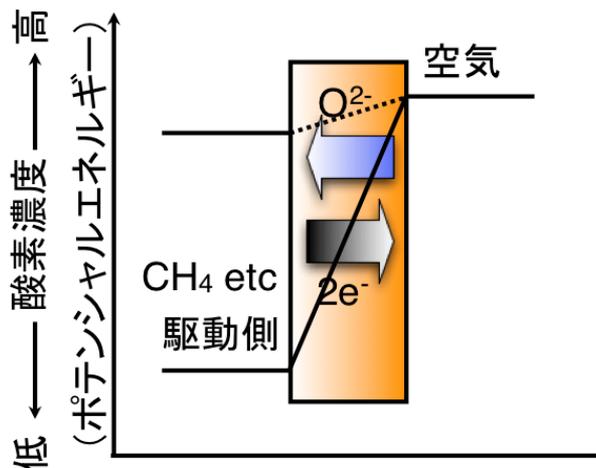
- ☑ 1段で100%の純酸素を分離
- ☑ 連続プロセスの膜型反応器
- ☑ 初期導入コストが低減可能
- ☑ 小型・高効率酸素製造

課題:  
 酸素透過速度向上  
 作動温度の低減

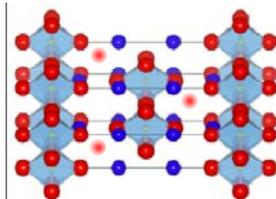


# 研究課題と波及効果

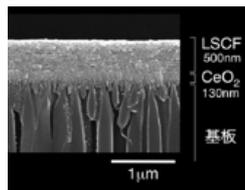
## 低酸素分圧勾配（低駆動力）での使用



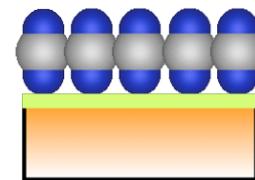
### 新規材料開発



### 高品位薄膜

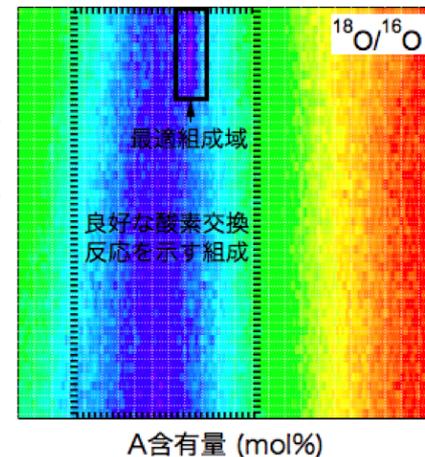


## 表面交換反応の促進



酸素の乖離を促進する触媒

SIMSによる高速スクリーニング



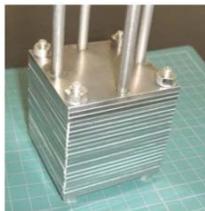
小型・高効率・簡便な酸素製造が実現

産業界における高度エネルギー利用

ガス化溶融炉

アスベスト処理

ダイオキシンプリー燃焼



中小企業(規模)でも純酸素燃焼が利用可能に！

## 医療分野

- 小型高効率純酸素供給装置
- 在宅酸素療法の普及

## 固体イオニクス研究の新領域

- 酸化物型燃料電池の高性能化
- 金属-空気電池の空気極
- 膜分離プロセスによる物質エネルギー変換の学理