

# 産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出 —プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて

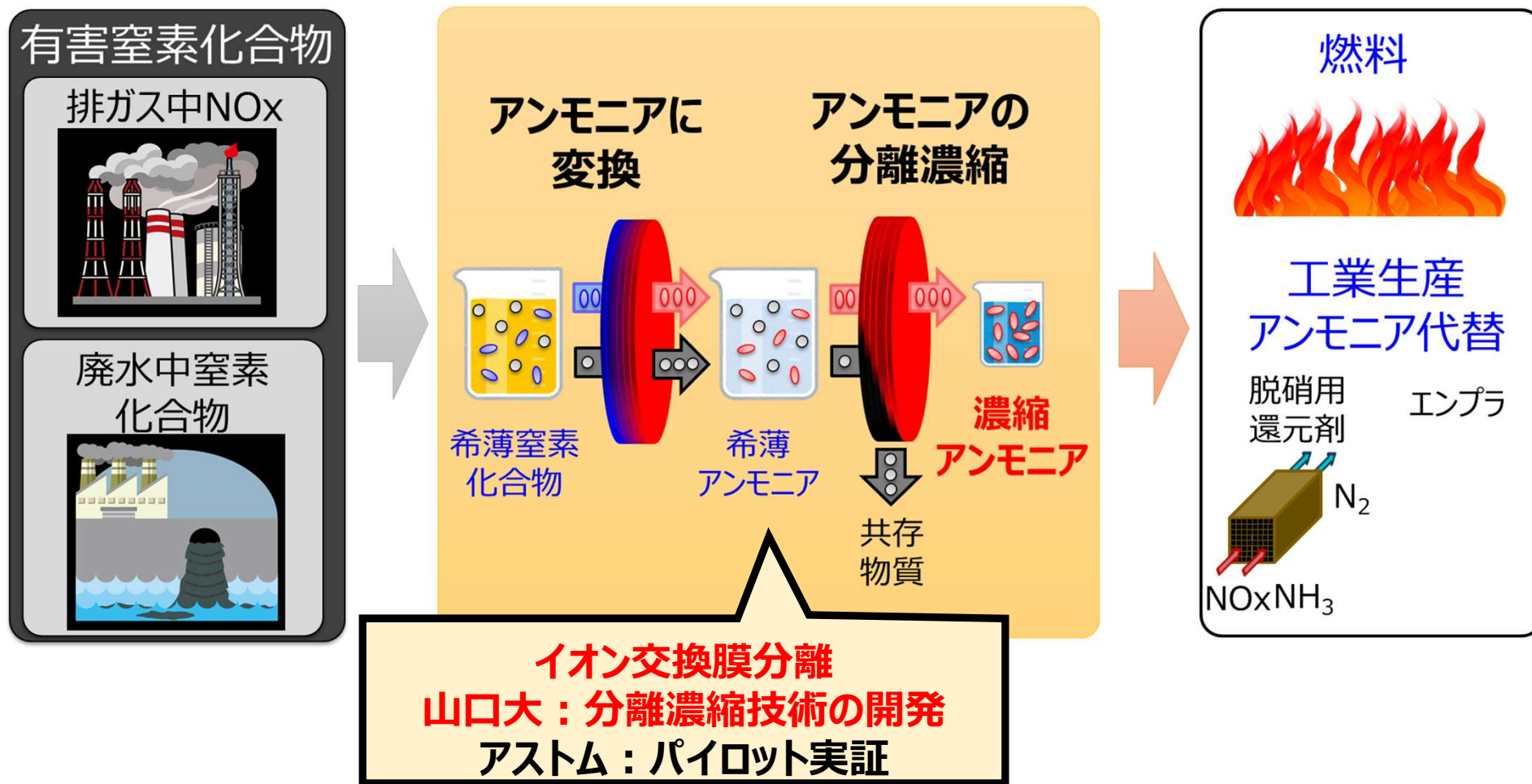
## 項目2-2. $\text{NH}_4^+$ の分離濃縮による資源化に関する研究開発 イオン交換膜法によるアンモニア廃水濃縮プロセスの開発

**発表者：比嘉 充（山口大学）**

**PM：川本 徹**

国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門  
研究グループ長

**PJ参画機関：**国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、  
学校法人早稲田大学、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人神戸大学、  
国立大学法人大阪大学、国立大学法人山口大学、協和発酵バイオ株式会社、  
株式会社アストム、東洋紡株式会社、株式会社フソウ、宇部興産株式会社



項目2の2029年度目標：水相変換・濃縮により廃水中の窒素化合物をアンモニア等として回収するパイロット設備を、5～15 m<sup>3</sup>/d 規模で実証

山口大の役割：イオン交換膜法によるアンモニア廃水濃縮プロセスの開発

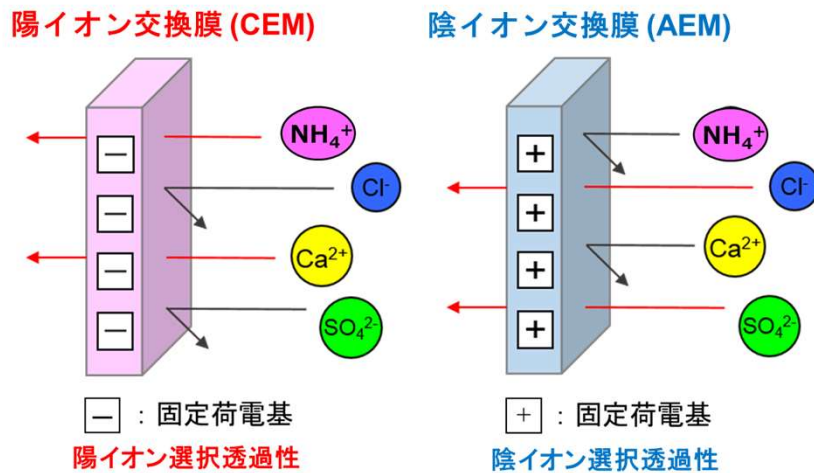
山口大の2029年度目標：イオン交換膜法によるアンモニア廃水濃縮プロセスの膜材料・モジュール設計やシステム最適化のプログラム開発

イオン交換膜を使用した分離プロセスを構築し、水中アンモニウムイオンを分離・濃縮し、燃料・原料として利用可能な形態を、省エネで回収する

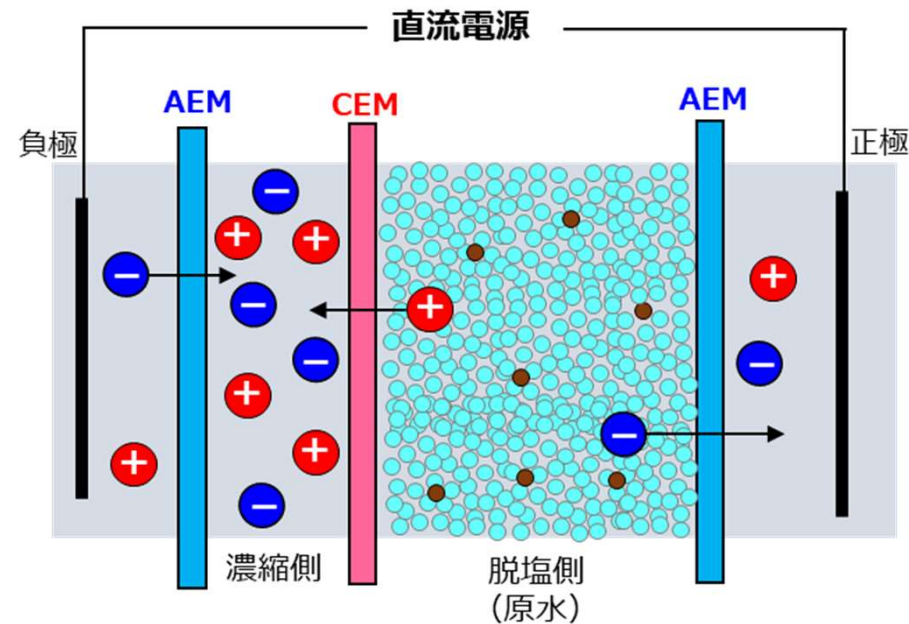
イオン交換膜：特定イオンのみを選択的に透過

イオン交換膜を使用した分離プロセスの1例

## 電気透析(ED)



- : 水分子
- : 汚れ成分
- ⊕ : 処理陽イオン ( $\text{NH}_4^+$  など)
- ⊖ : 陰イオン ( $\text{Cl}^-$  など)



電気力でイオンを選択的に分離

### 【開発内容】

- 水中 $\text{NH}_4^+$ イオンをイオン交換膜を使用して連続的に回収し、濃縮できるシステムの研究開発
- 1価、2価イオンを含む溶液から1価イオンを選択的に濃縮する

イオン交換膜を使用した分離プロセスを構築し、水中アンモニウムイオンを分離・濃縮し、燃料・原料として利用可能な形態を、省エネで回収する

イオン交換膜：特定イオンのみを選択的に透過

イオン交換膜を

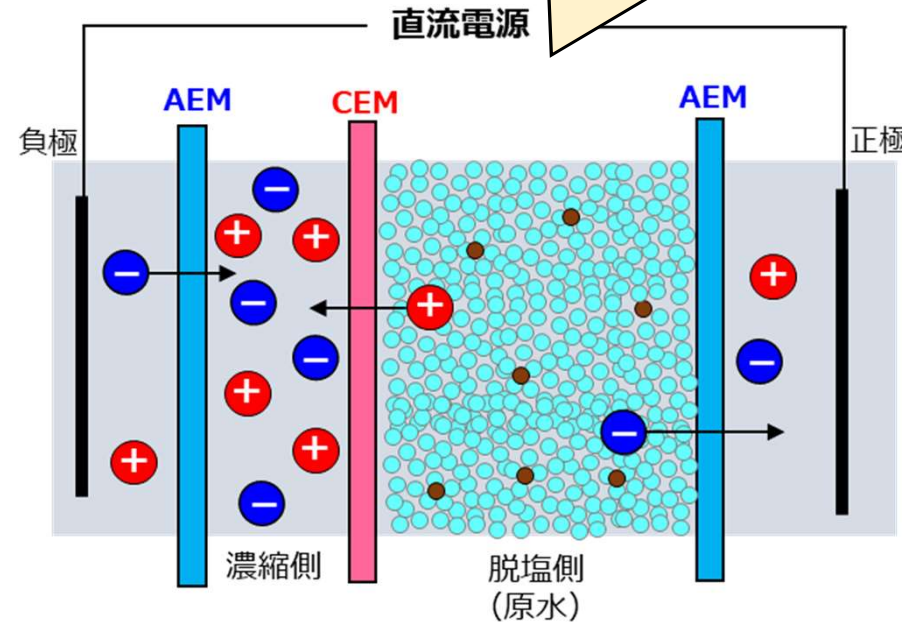
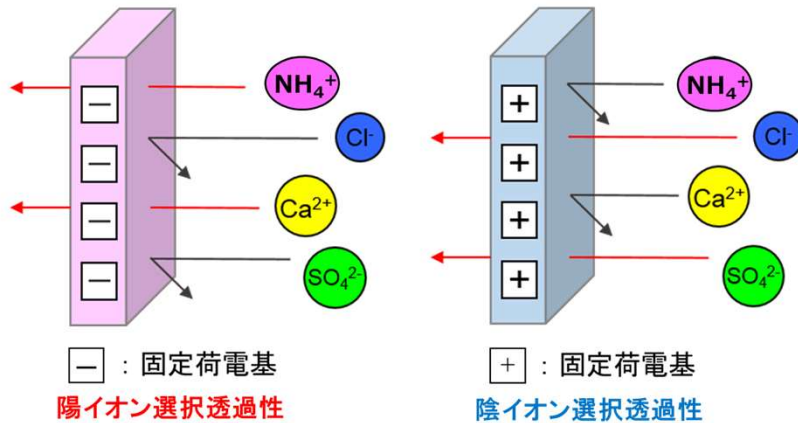
電気透析(ED)

汚れ成分等を含む廃水中に存在する**極微量**のアンモニウムイオンを**高選択的・高回収率**で分離濃縮

●：陰イオン (Cl<sup>-</sup>など)

陽イオン交換膜 (CEM)

陰イオン交換膜 (AEM)



電気力でイオンを選択的に分離

## 【開発内容】

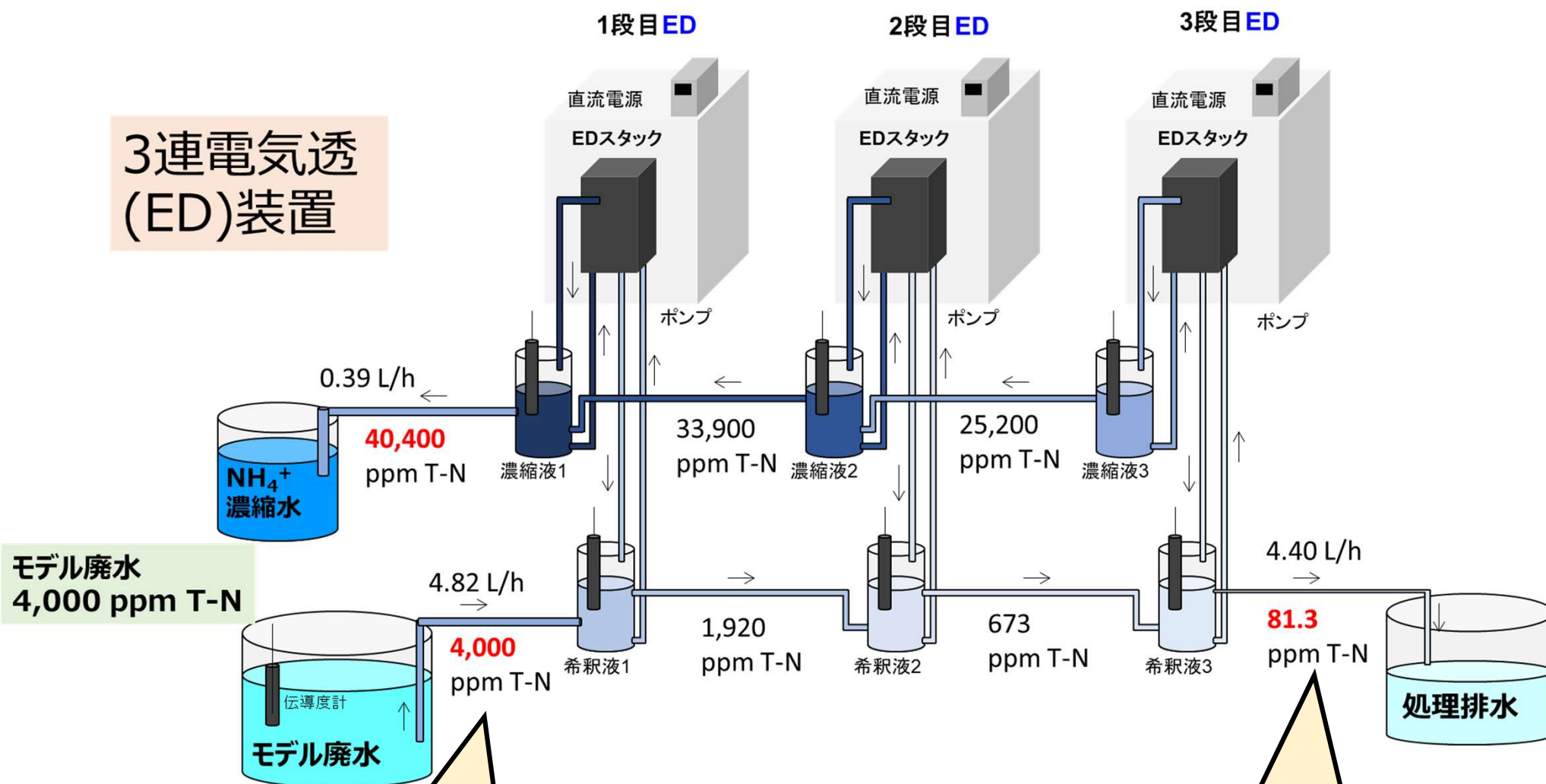
- 水中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>イオンをイオン交換膜を使用して連続的に回収し、濃縮できるシステムの研究開発
- 1価、2価イオンを含む溶液から1価イオンを選択的に濃縮する



# 成果(1) 3連電気透析

- モデル廃水中から連続的に $\text{NH}_4^+$ を選択的に分離濃縮するシステムを開発
- 濃縮率10.1倍、回収率98%を実現

## 3連電気透 (ED)装置

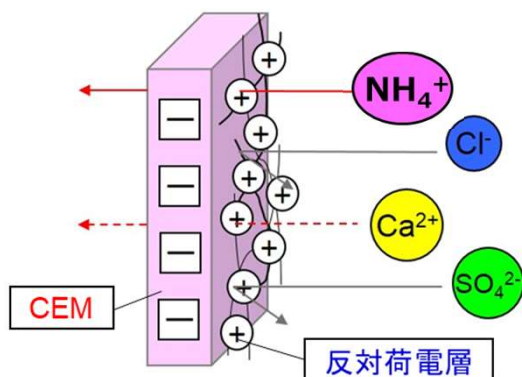


4,000 ppm T-N を連続運転で  
40,400 ppm T-Nに10.1倍濃縮を実現

4,000 ppm T-Nから81.3 ppm T-N  
の処理排水 (98%回収率) を実現

- 1価イオン選択透過膜使用でモデル廃水中のCaイオン透過率を10分の1に低減

## 1価選択性CEM (MS-CEM)



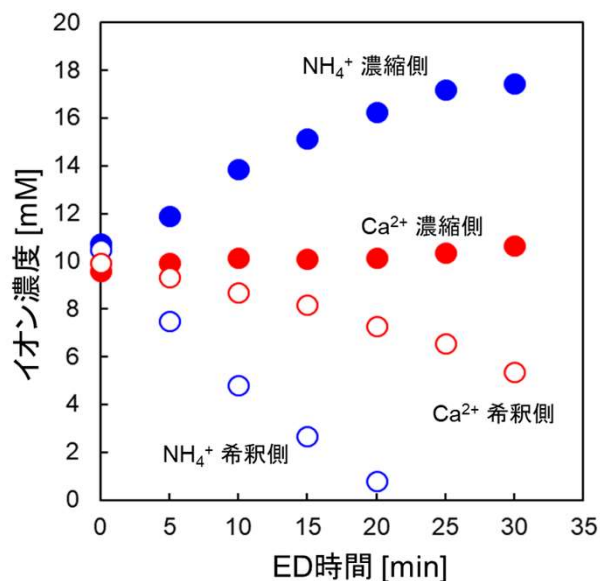
実験条件		
項目	濃縮側	希釈側
初期濃度	0.01 M NH <sub>4</sub> Cl 0.01M CaCl <sub>2</sub>	0.01 M NH <sub>4</sub> Cl 0.01M CaCl <sub>2</sub>
体積	500 [mL]	500 [mL]
電流	定電流: 0.05 A	
Std-IEM	CSE/ASE (株)アストム	
MS-IEM	CIMS/ACS8T (株)アストム	

## 実験結果

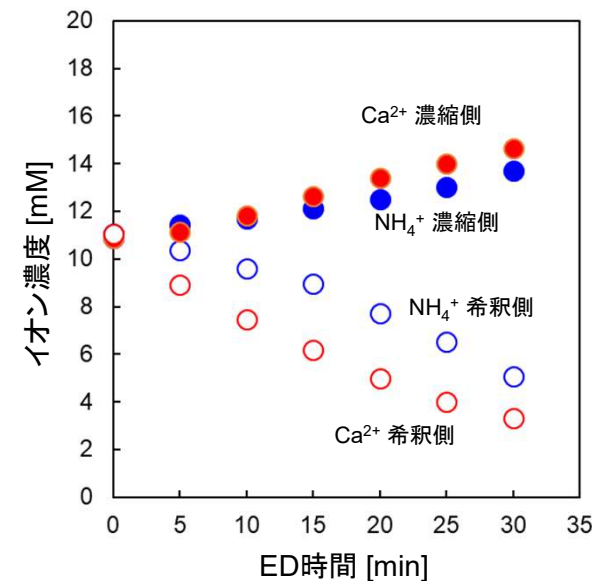
流束比	濃縮側	低減率(%)
MS-IEM ( $J_{Ca}/J_{NH4}$ )	0.18	90
Std-IEM ( $J_{Ca}/J_{NH4}$ )	1.83	

廃水には1価イオンだけではなくCa<sup>2+</sup>などの2価イオンが存在  
→ 析出などの安定運転の妨げになるため除去が必要

## 1価イオン選択透過膜(MS-IEM)



## 標準膜 (Std-IEM)



標準膜と比較して1価イオン選択膜使用  
によりカルシウムイオンの透過を  
10分の1に低減

## 【プロジェクト内役割】

イオン交換膜法によるアンモニア廃水濃縮プロセスの開発

## 【2029年度目標】

イオン交換膜法によるアンモニア廃水濃縮プロセスの膜材料・モジュール設計やシステム最適化のプログラム開発

## 【開発項目】

- 水中 $\text{NH}_4^+$ イオンをイオン交換膜を使用して選択的に濃縮分離できる技術の開発

## 【成果】

- モデル廃水中から連続的に $\text{NH}_4^+$ を濃縮分離する3連EDシステムを開発
- このシステムで $\text{NH}_4^+$ の濃縮倍率10.1倍、回収率98%を実証
- 1価イオン選択透過膜使用でモデル廃水中のCaイオン透過率を10分の1に低減

