

# 熔融塩と合金隔膜を用いた 希土類分離・回収プロセスの開発

産業技術総合研究所

ゼロエミッション国際共同研究センター

大石哲雄

# 研究背景 1

## 希土類元素

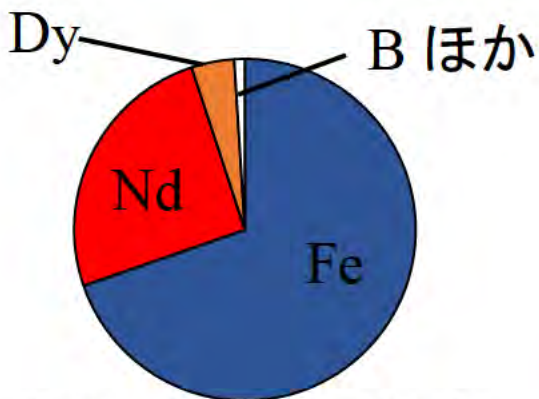
各種産業に不可欠  
今後の需要増加  
資源の偏在性高い  
一部は資源的にも稀少  
(重希土は中国依存)



## リサイクル

工程内廃棄物にほぼ限定  
元素ごとの分離は困難  
→多段の溶媒抽出が必要  
市中からの廃棄物への適用は  
極めて限定的

希土類磁石：自動車（EV, PHV, HV）、省エネ家電等に利用



典型的な磁石組成

鉄：7割

希土類：3割（ネオジウム、ジスプロシウムなど）

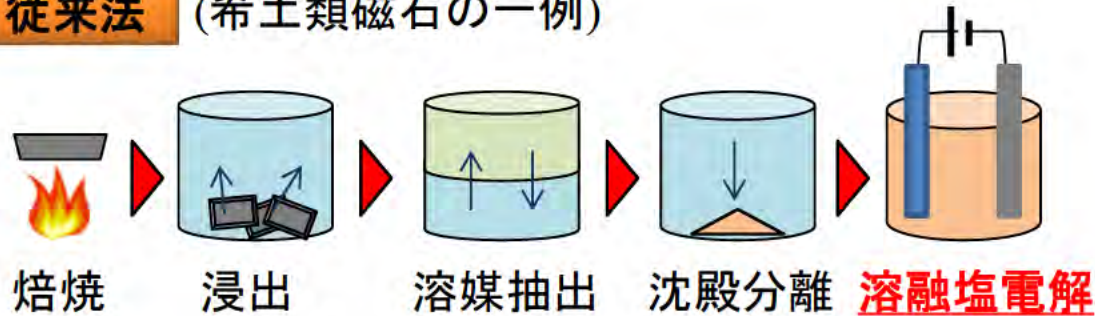
### ポイント

鉄と希土類の分離、希土類の相互分離

# 研究背景 2

## 希土類磁石からのネオジム(Nd), ジスプロシウム(Dy)回収

### 従来法 (希土類磁石の一例)

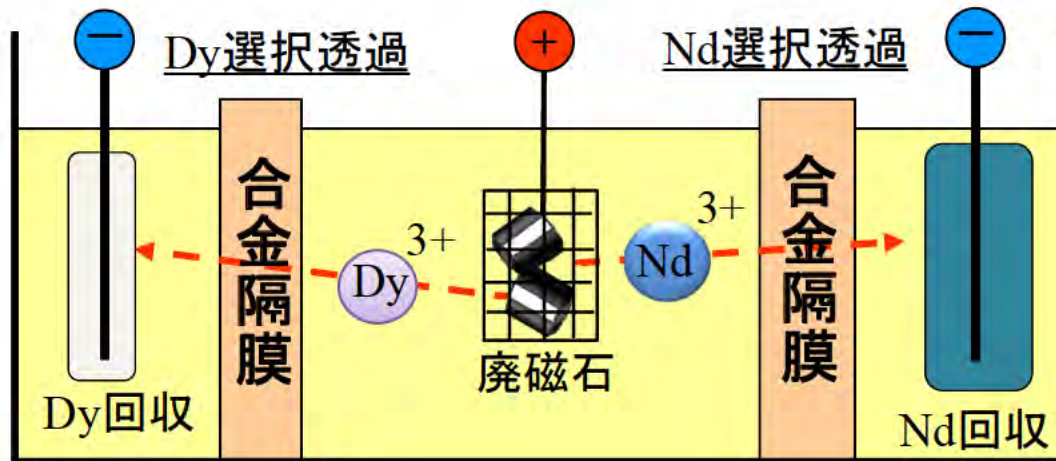


### <現状>

多段工程で高コストのため国内での製錬困難

⇒ 廃棄、海外流出へ

### 新技術



### 国内実施可能な 高效率製錬技術開発

### <開発技術>

最終工程の熔融塩電解に高度な分離性を付与することで工程数の大幅削減、低コスト化を実現

⇒ 国内資源循環へ

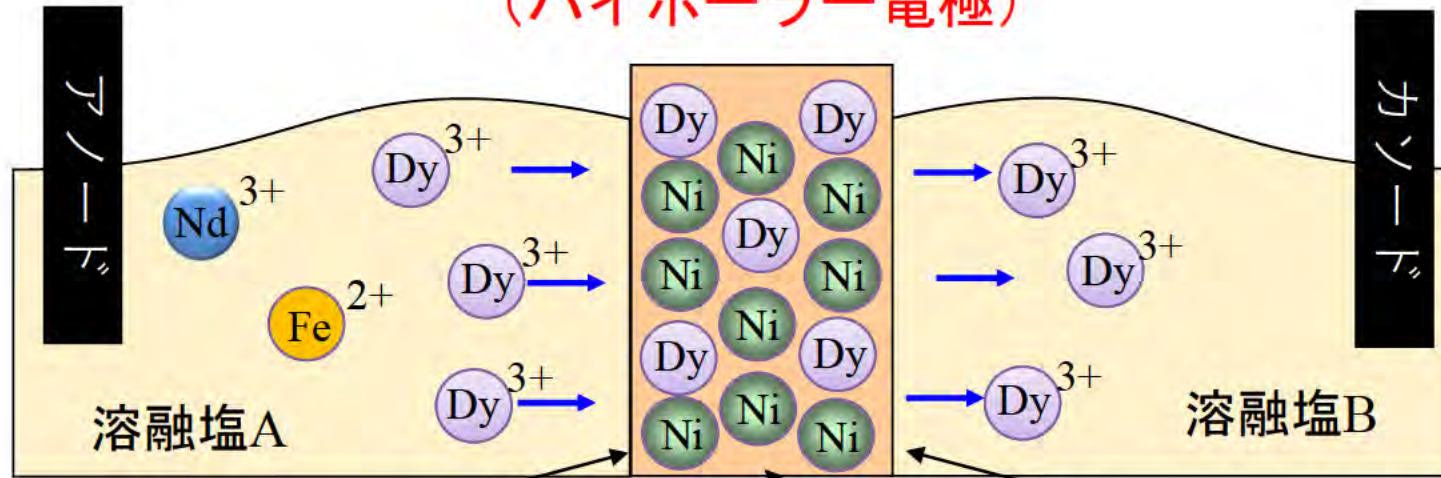
## 【ことば】 溶融塩（熔融塩）

- 塩を融解してできた液体  
（例：NaClは約800°Cで固体⇒液体に）
- 組成によって広い温度範囲に対応、蒸気圧が低く導電率が高い優れた溶媒
- 水を含まない⇒高活性な金属（Na, Li, Mg, Al, 希土類, etc.）、還元されにくい金属（Mo, Ta, W, etc.）も取り扱い可能
- アルミニウム、ナトリウム、希土類金属、マグネシウム（チタン）などの製造に利用
- 高温のため技術導入のハードルが若干高い

# 合金隔膜による選択透過原理

## 合金隔膜

(バイポーラー電極)



①RE合金形成



②合金内の拡散

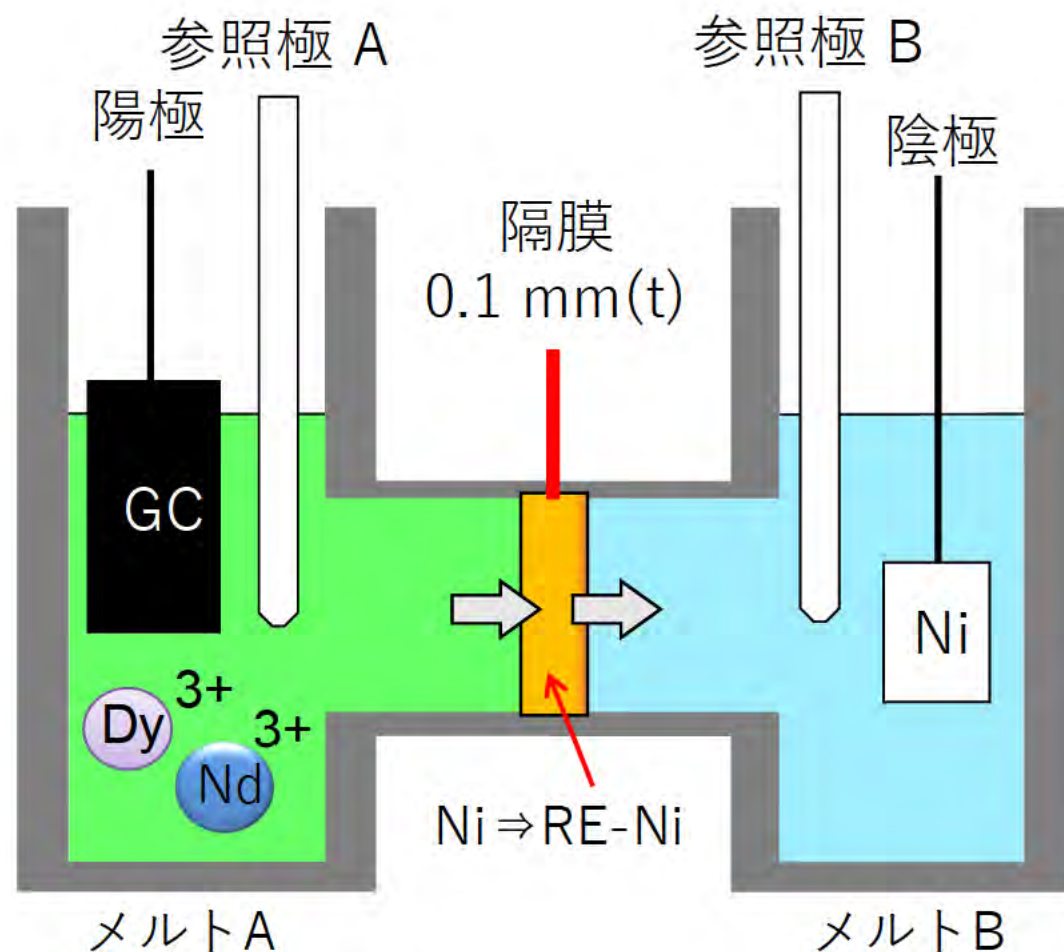
③RE合金からの溶出



各過程に一定の選択性  
⇒ 高度な選択透過性を実現可能

\*新たな原理にもとづく分離技術

# 希土類イオンの選択透過試験



実験装置模式図

## 実験手順

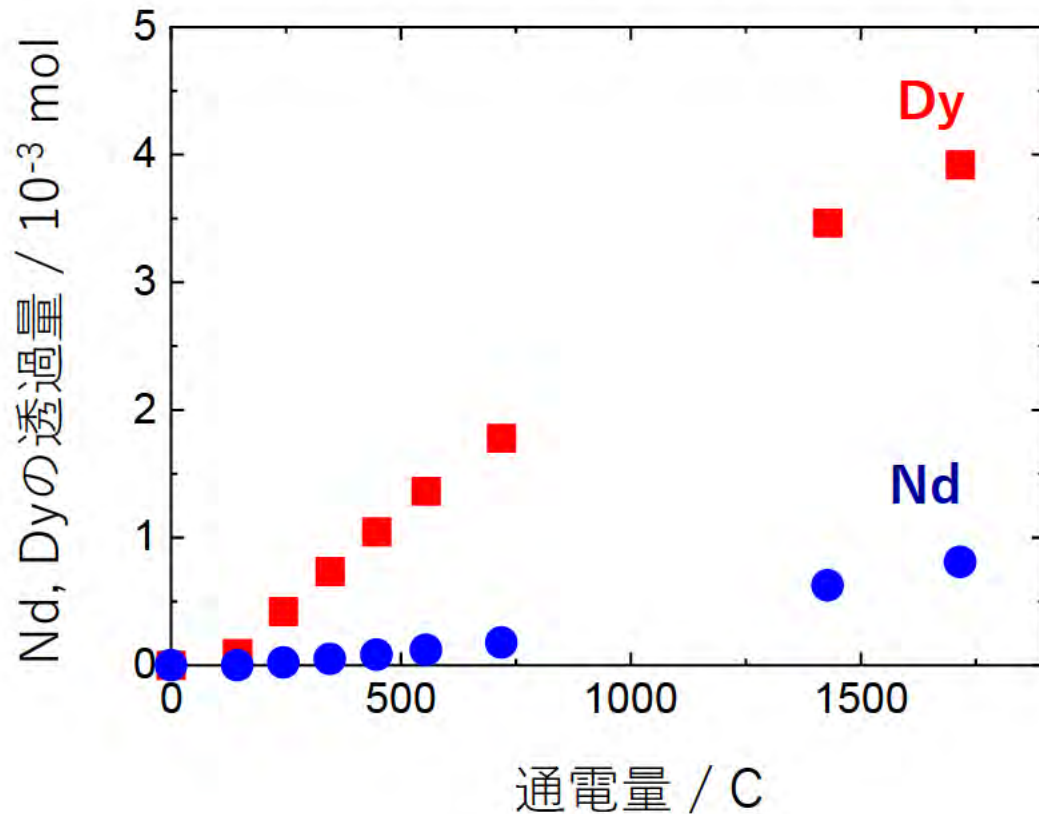
- ①左側の部屋(メルトA)にNdとDyのイオン源を投入
- ②隔膜を適切な条件に保持して透過試験を実施



- ③右側の部屋(メルトB)に透過してきたNd, Dyを定量

# 希土類イオンの選択透過試験

隔膜を透過したNdとDyイオンの量



- ・通電とともにNd, Dyの透過量が増加
- ・Dy/Nd=約5(純度換算83%)

Dy/Ndの分離・回収を単一工程で行った世界初の実証例



Dyの直接回収実現へ

条件を変えると、Ndイオンの選択透過も可能

## おわりに

- 希土類磁石は重要な材料でありながら、都市鉱山からのリサイクルはほぼ行われていない。
- 課題は複雑な工程とコスト、消費エネルギー等多々ある。
- 熔融塩電解と合金隔膜を用いた希土類磁石のリサイクルプロセスは、新しい原理にもとづく手法であり、廃磁石からの希土類の分離・回収を単一工程で行うことができる。これにより、プロセスの大幅な簡略化、コストと消費エネルギーの削減が見込める。
- 新原理にもとづく希土類の相互分離は実証済みであり、現在大型化、分離性の向上、処理速度の向上などに取り組んでいる。