



東北大学



東北発 素材技術  
先導プロジェクト

Tohoku Innovative Materials Technology  
Initiatives for Reconstruction



# 東北発素材先導技術プロジェクト 希少元素高効率抽出技術領域の紹介 および成果概要

次世代自動車のための産学連携イノベーション  
次世代自動車宮城県エリア 人材育成成果発表会  
平成26年1月30日  
仙台国際センター

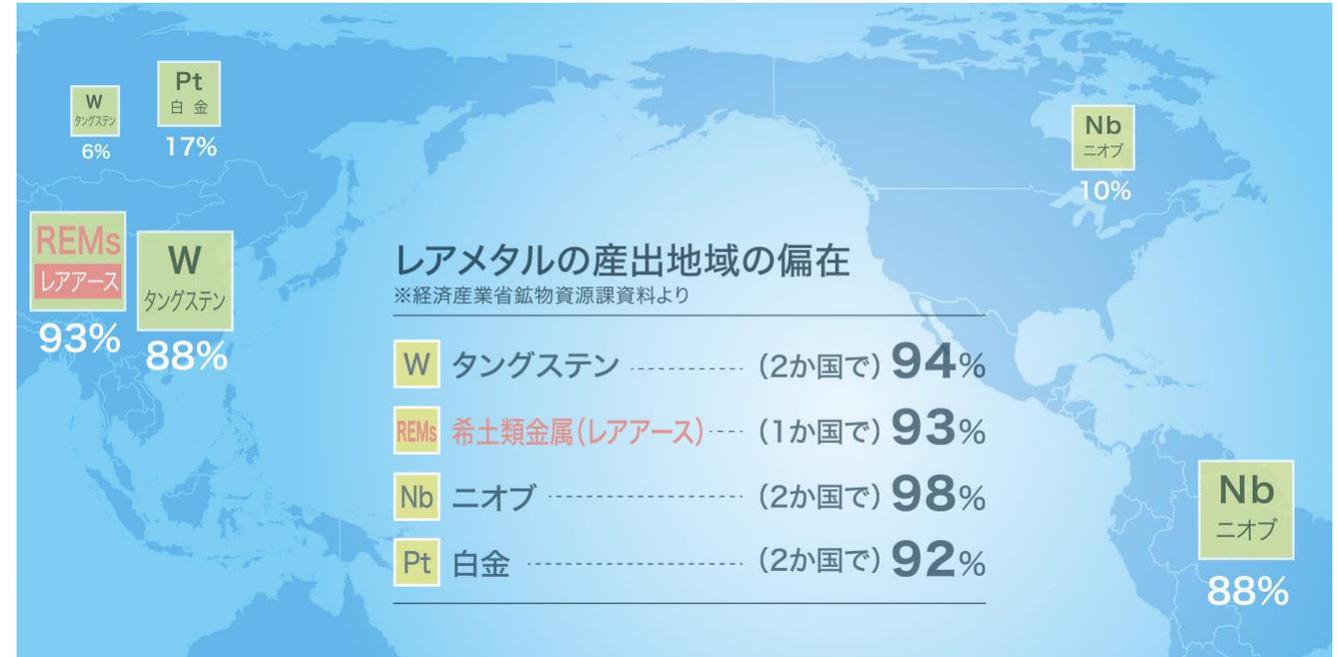
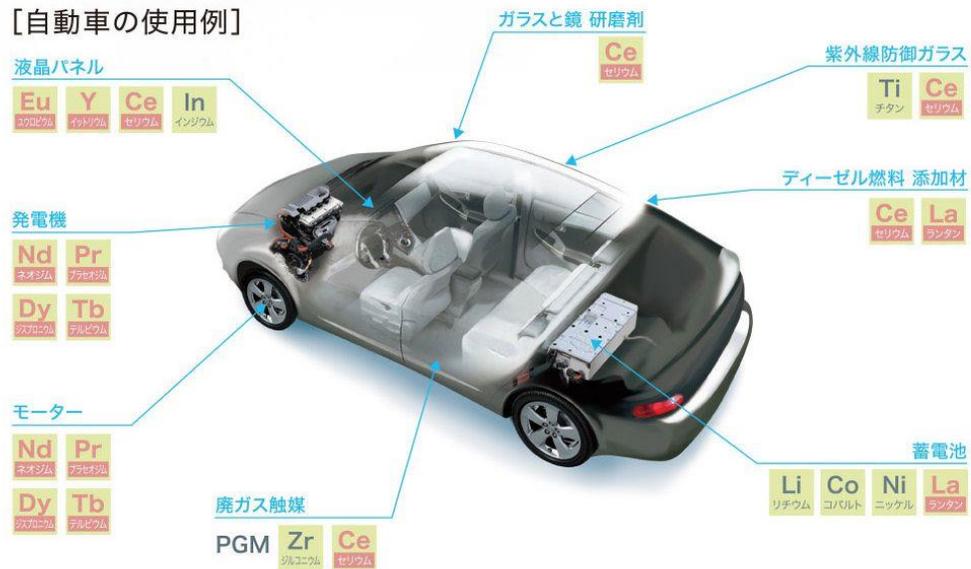
東北大学 多元物質科学研究所  
希少元素高効率抽出技術拠点

## レアメタルの使用例

## レアメタルの生産

### ハイテク製品に欠かせないレアメタル

【自動車の使用例】



レアメタル資源の課題  
埋蔵量や生産量が特定の国に偏っている  
→供給価格や供給量の不安定化



- ・レアメタルのリサイクル
- ・新しいレアメタル資源の探索
- ・レアメタルの代替技術

# 希少元素高効率抽出技術

## 廃電子機器 (都市鉱山)



E-scrapの収集

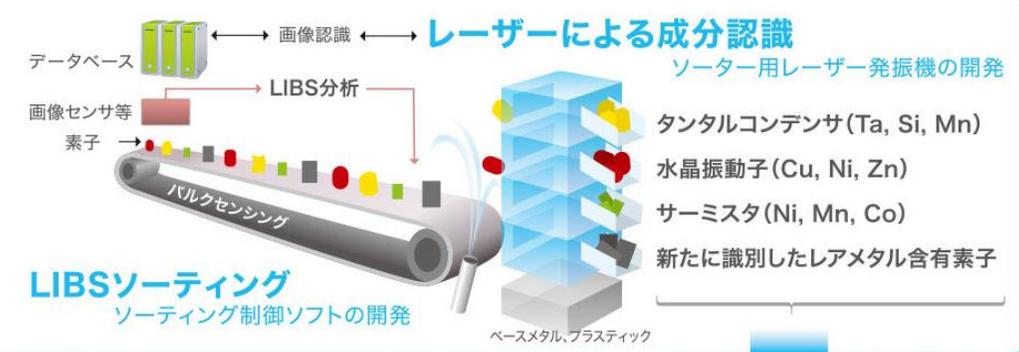
選別

## 電子基板等の破碎 (電気パルス破碎)

### 破碎・解体



## 破碎部品・部材の選別 (LIBSソーティング)



## 廃電子機器からのレアメタルリサイクルのプロセスイメージ

## 目的元素の抽出・精製 (イオン液体による抽出)



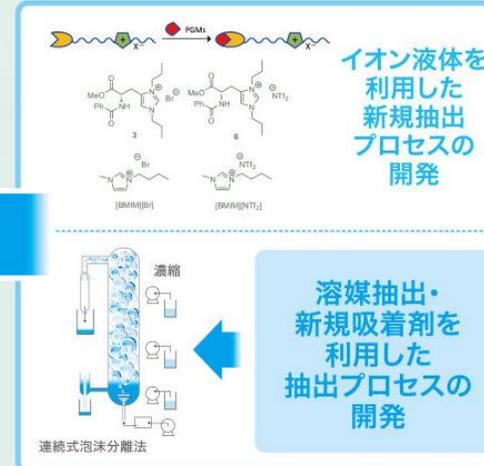
### イオン液体中での電解析出

低環境負荷電解による新規プロセス

### 低温溶融塩電解

低環境負荷電解による新規プロセス

還元・金属回収



希少元素の選択的抽出

- 廃プラスチックの無害化処理
- ケースやリード線などのベースメタルの分離・回収



東北大学



東北発 素材技術  
先導プロジェクト  
Tohoku Innovative Materials Technology  
Initiatives for Reconstruction



# 研究体制

東北大学

## 希少元素高效率抽出技術拠点

多元物質科学研究所

基礎研究  
グループ

応用研究  
グループ

再委託

秋田大学

岩手大学

事務局

要素課題に関し  
人材集結  
研究連携

宮城工業高等  
専門学校

環境規制  
元素制御

応用展開に関し  
人材集結  
研究連携

廃電子基板の前処理

情報交換

秋田県

宮城県

岩手県

収集フィールド

物質・材料研究  
機構

金属素材戦略の検討

九州大学  
工学研究院

イオン液体を用いた  
抽出剤の基礎

早稲田大学  
理工学術院

パルス破砕・ソーティング  
を用いた物理選別基礎研究

東京大学  
生産技術研究所

高温プロセス基礎研究

京都大学  
工学研究科

熔融塩還元

住友ベークライト

抽出剤開発

内閣府

経済産業省

環境省

文部科学省

東北大学  
産学連携本部

・事務統括  
・総合窓口

連携

・経理事務  
・資金管理

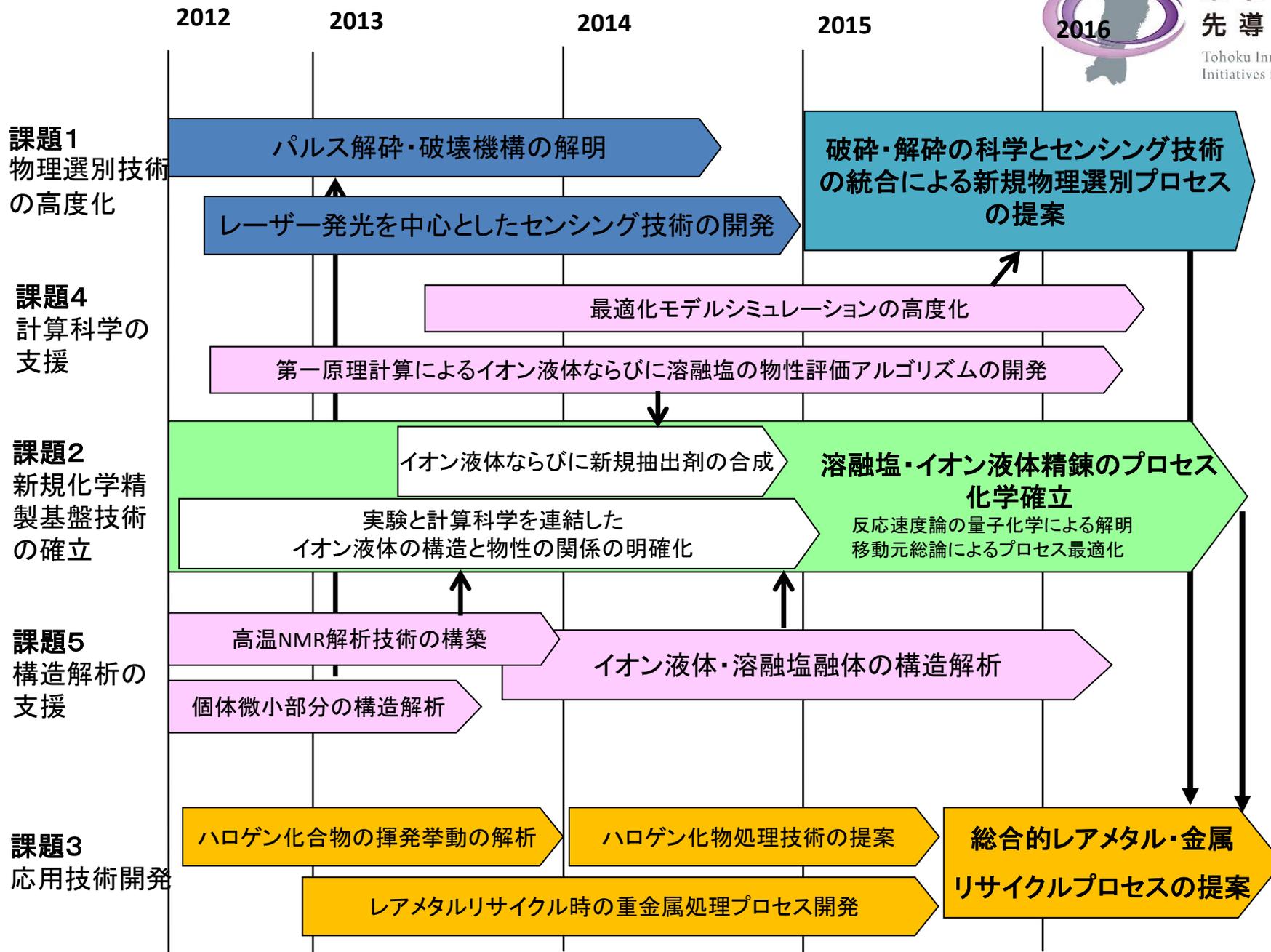


東北大学



東北発 素材技術  
先導プロジェクト

Tohoku Innovative Materials Technology  
Initiatives for Reconstruction



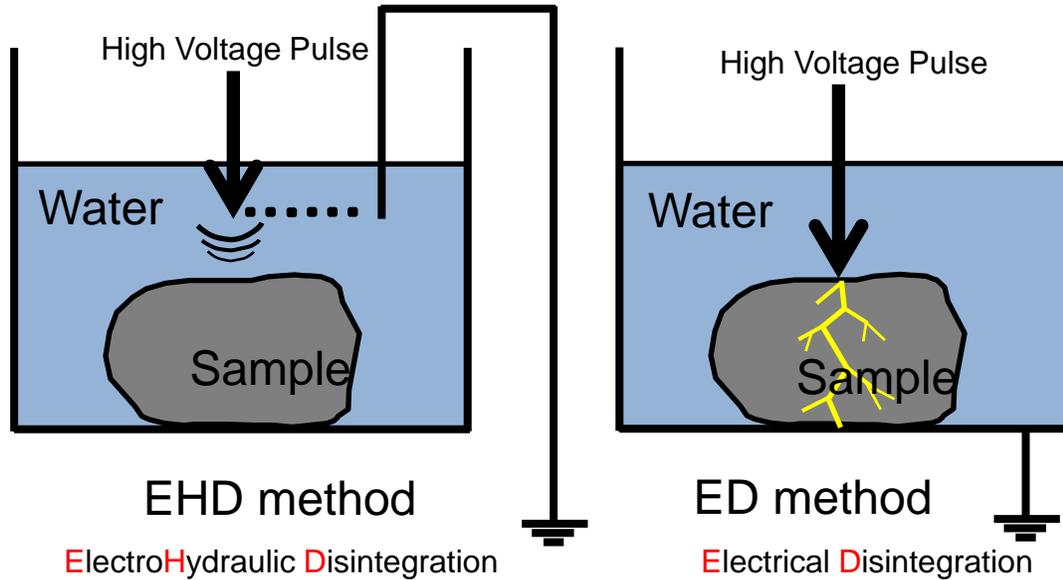
レアメタル・金属リサイクルの新規プロセスによる新産業創生



# 破碎・解体



## 電気パルス破碎の原理



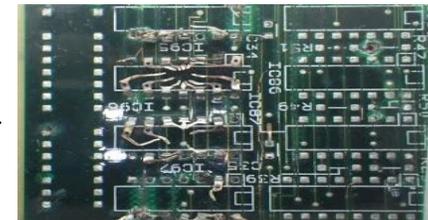
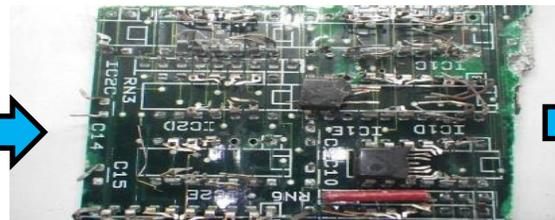
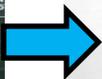
水の絶縁破壊で発生する  
衝撃波によって粉碎

固体試料に直接高電圧を  
印加させて内部から破壊

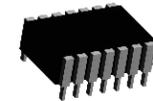
### 研究項目

- ・対象物毎の破碎条件の確定
- ・破碎界面の解析  
微小部XRD装置  
3D顕微鏡  
EPMA
- ・高電圧プラズマの物理現象のシミュレーション

### 基板からの素子の剥離 例



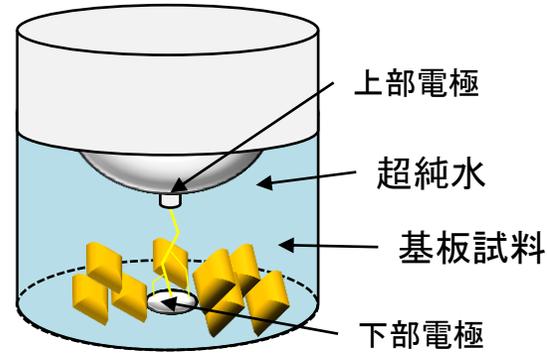
最後は  
ICチップ



早稲田大学 大和田教授

## 実験装置

SEFRAG社の高電圧パルス粉碎装置使用

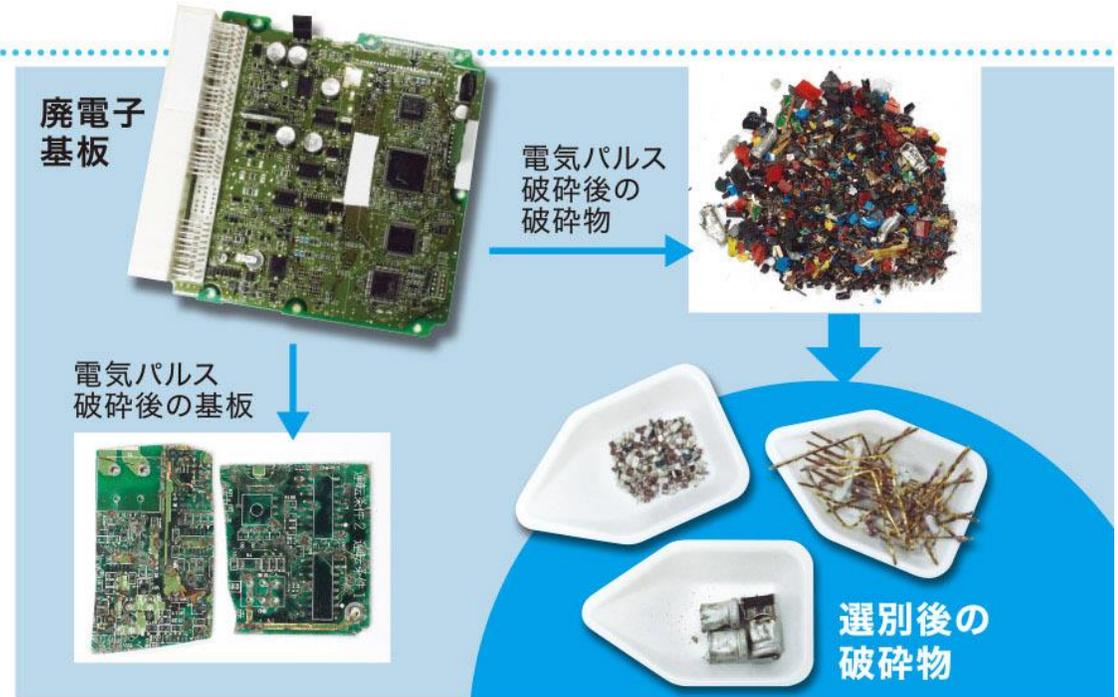


上部電極

試料投入容器



## 実験試料



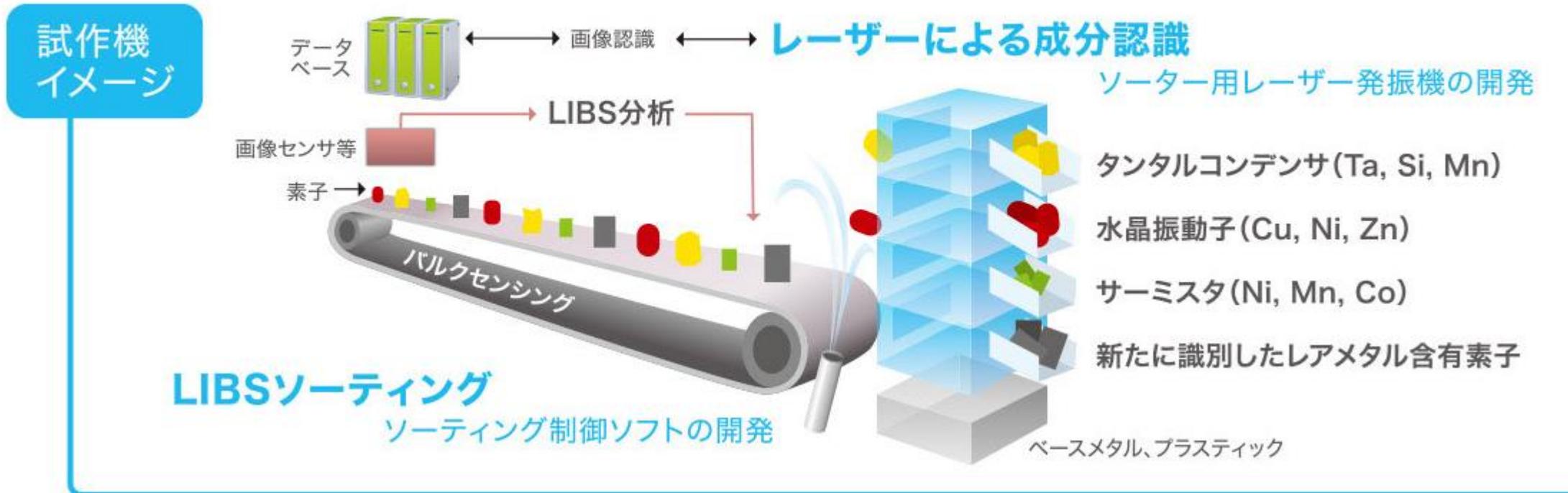
# 物理選別



多元研 佐藤俊一 教授  
産総研 大木達也、古屋仲茂樹 氏

## LIBSソーターの開発

### ■ ソーティング(選別技術)



「レーザー誘導発光分析」技術:

- ①非接触でほぼ無侵襲
- ②高速分析が可能
- ③軽元素分析も可能

# 化学的分離・精製

水溶液系での  
希少元素の分離

水溶液から  
イオン液体への  
希少元素の移行

イオン液体での  
希少元素の電析

水溶液とイオン液体間の希少元素の分配係数が重要。その外、イオン液体での水、希少元素の溶解度、活量係数も必要。そのための第一原理計算と、実験を組み合わせたスクリーニングを行います。

## 実験

安価なイオン液体の合成  
希少元素の選択性の評価

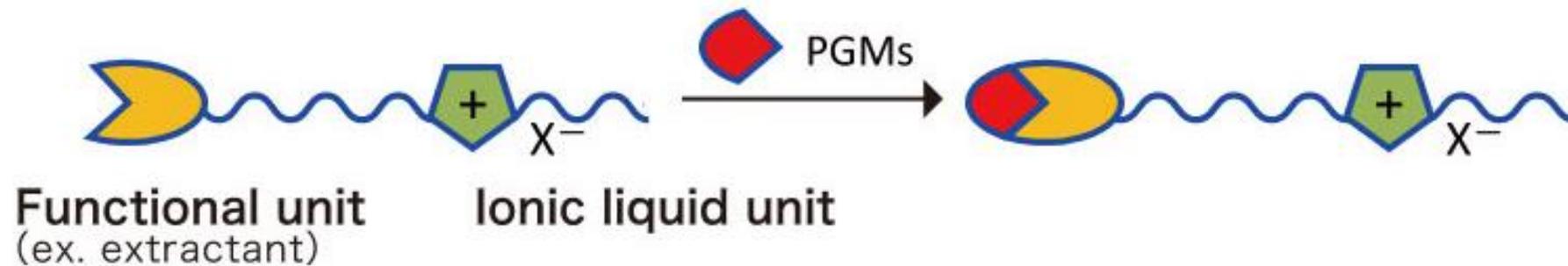
- 水の溶解度の測定とシミュレーション
- 電解での安定性評価
- イオン液体の物性  
(粘性、電気伝導度など)

# イオン液体

イオン液体の最大の特徴は、常温で金属イオンを溶解し、水分を含まないために電解における電極間にかかる電圧を広く取ることが可能。

したがって、従来水溶液から電析できなかった非常に活性な希少元素が電析可能。

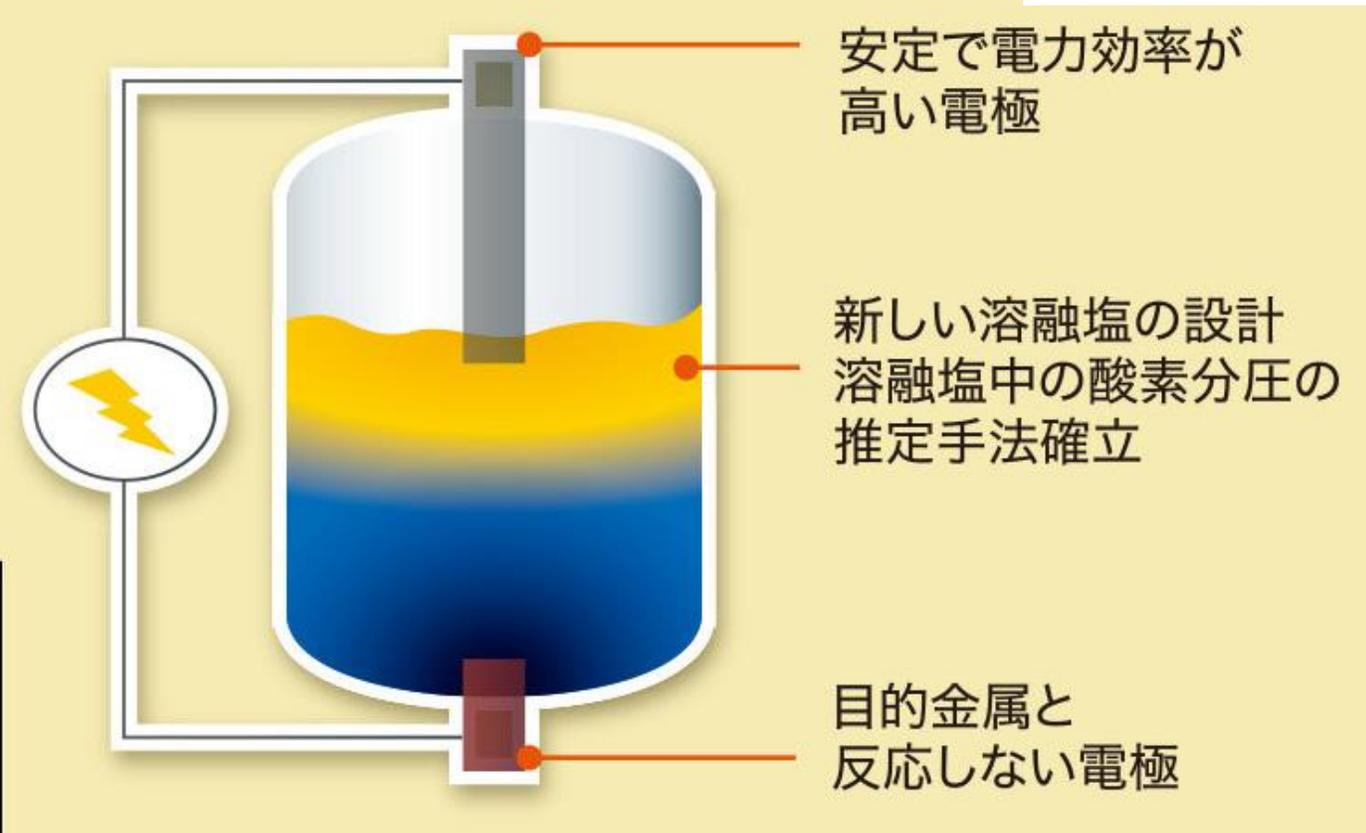
## Task-Specific Ionic Liquids (TSILs)





## ■ イオン液体・熔融塩の電解

熔融塩のTGDTAによる融点測定や電気化学測定による電位窓、融体構造などの特性を調査。  
レアメタル電析物の形態制御を、組成や温度、電流密度を変化させて行い、電析機構を解明。



## 要素技術・資源化技術

東北大学・柴田准教授



プリント基板

### (熱処理) 焼却乾留/熔融

基板全体ならびに各実装部品毎

- ホットサーモカップルによるin-situ観察
- 高温TG-MSによる重量変化と揮発物質の同定
- 小型炉によるシミュレーション試験

プリント基板の資源化における乾式前処理の  
最適化(レアメタルならびにベースメタル回収)

岩手大学・山口教授

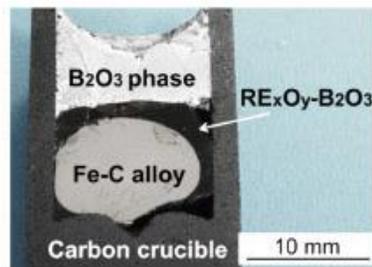
熔融フラックス処理による  
希土類磁石スクラップからの希土類元素回収

研究内容

ホウ素含有フラックスを用いた熔融処理により、希土類  
磁石スクラップから希土類元素を選択的に酸化抽出



B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系  
フラックス





東北大学



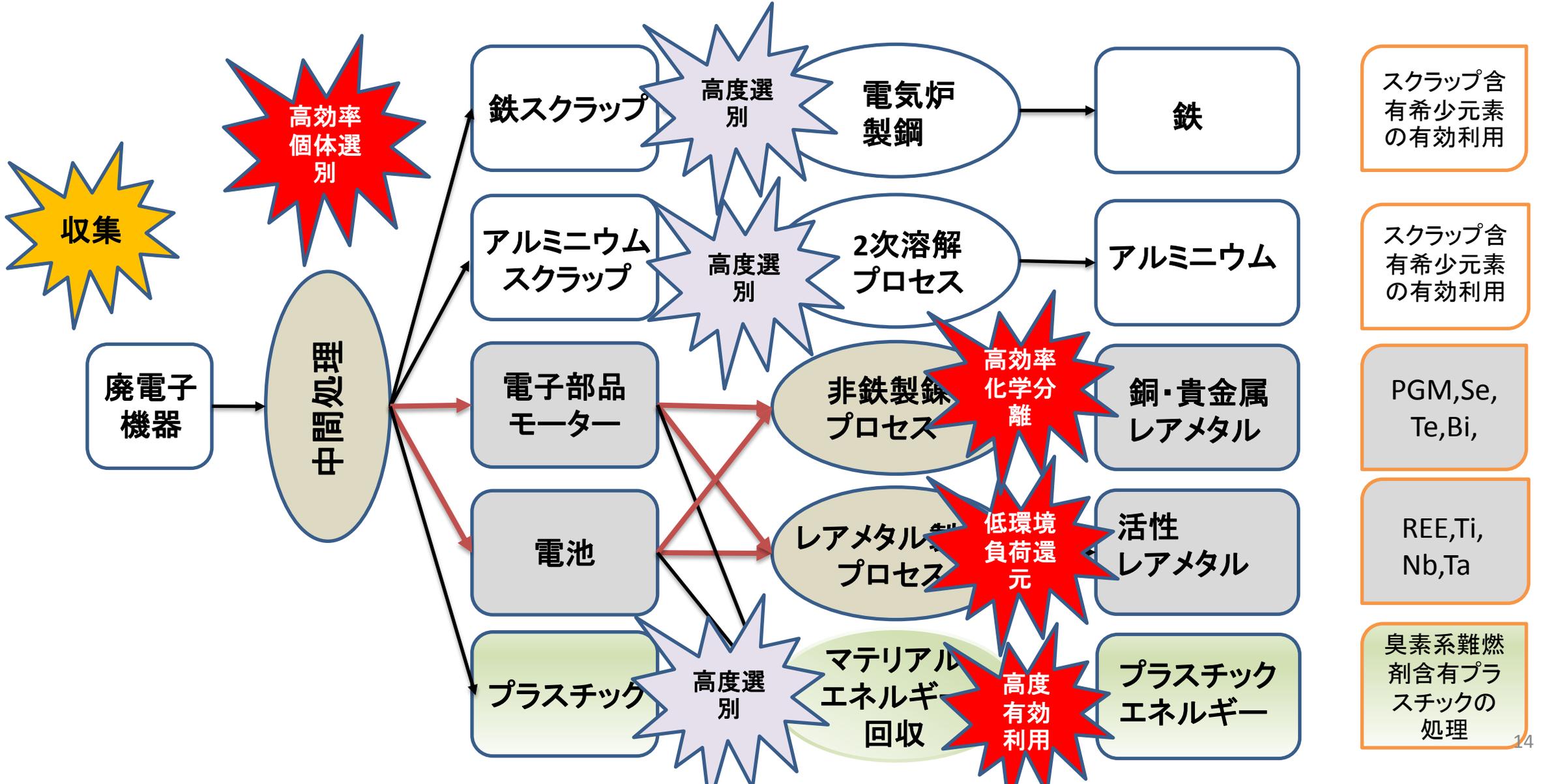
東北発 素材技術  
先導プロジェクト

Tohoku Innovative Materials Technology  
Initiatives for Reconstruction



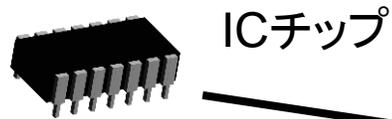
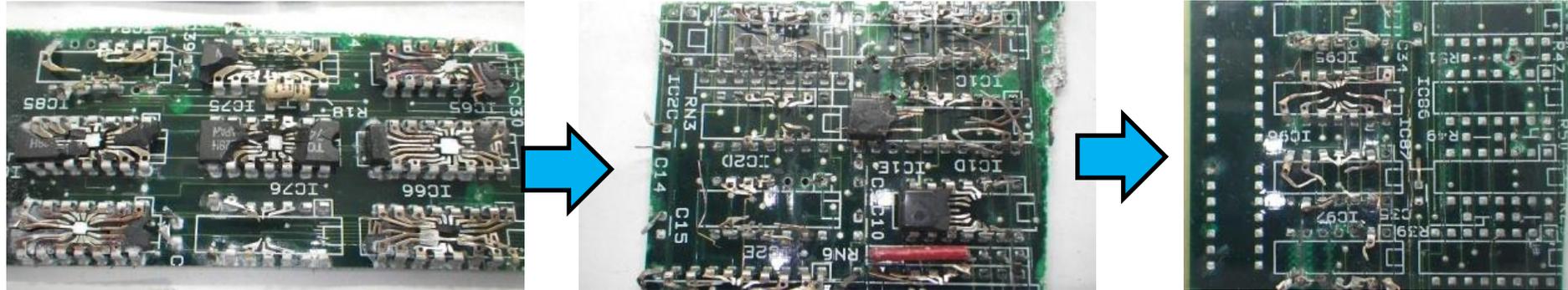
ご静聴、ありがとうございました。

# 廃電子機器からの希少元素回収の流れ —産業イノベーションの視点から—



リード挿入型部品

部品の種類による粉碎の違い



部品内部の金属板に電流が流れようとするため  
そこに近いプラスチックが選択的に破壊される



中心部の金属素材



足部分



プラスチック



部品内部の構造