

リ・バッテリー・アカデミー
～産官学連携による蓄電池高度人材育成プログラム～
キックオフシンポジウム

大内研究室

環境・物理化学プロセスに関する研究紹介
～化学熱力学，電気化学，表面化学に立脚したプロセス設計～

大内 隆成 准教授

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

Email: t-ouchi@waseda.jp

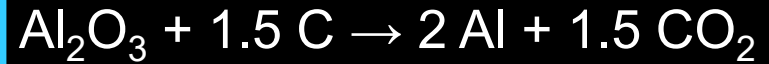
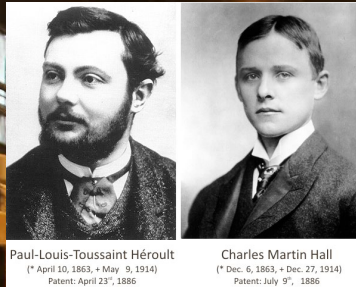
HP: <https://www.ouchilab.sci.waseda.ac.jp/>

日時：2026年8月3日(月) 13:00～18:00

場所：早稲田大学121号館 リサーチ・イノベーション・センターコマツ100周年記念ホール



アルミニウムの電解製錬



電力 13 kWh / kg

生産コスト < \$1.00 / kg

Al : 99.8 %

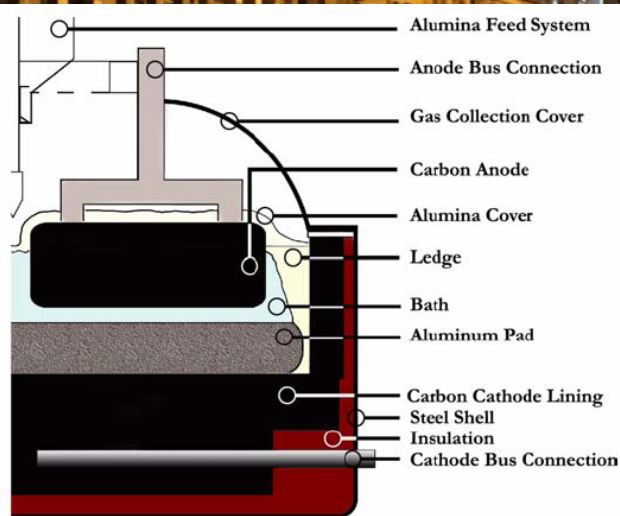
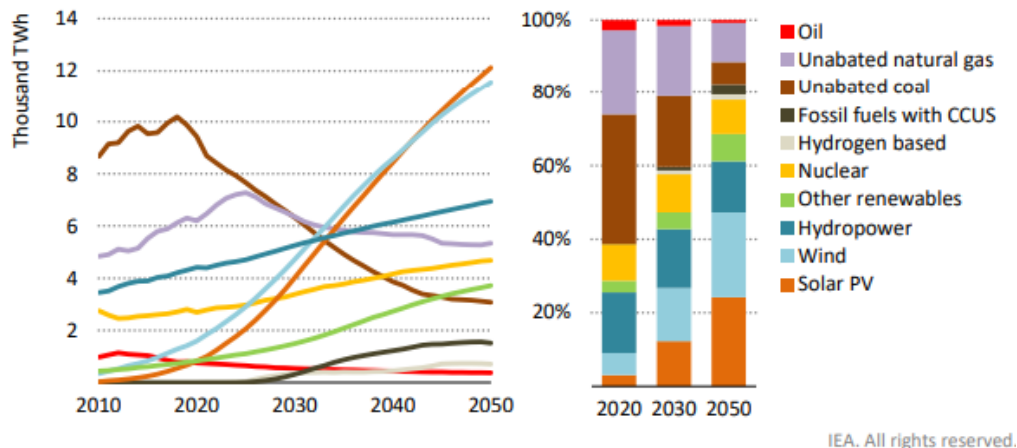


Figure 5.6: A Typical Hall-Héroult Cell



「エネルギー転換」と「CO₂排出量低減」



Global Electricity Generation by Source in the APC (Announced Pledges Case)

IEA Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector



1. 再生可能エネルギーの主電源化
2. エネルギー選択の多様性の確保



金属製錬・リサイクルプロセスを
調整力として利用する

これまでの、電気料金がプロセス選択・マテリアルフローを制限していたが、余剰電力の活用を考慮すると、プロセス設計指針が抜本的に変化する？

銅鉍山 (Bingham Canyon Mine)

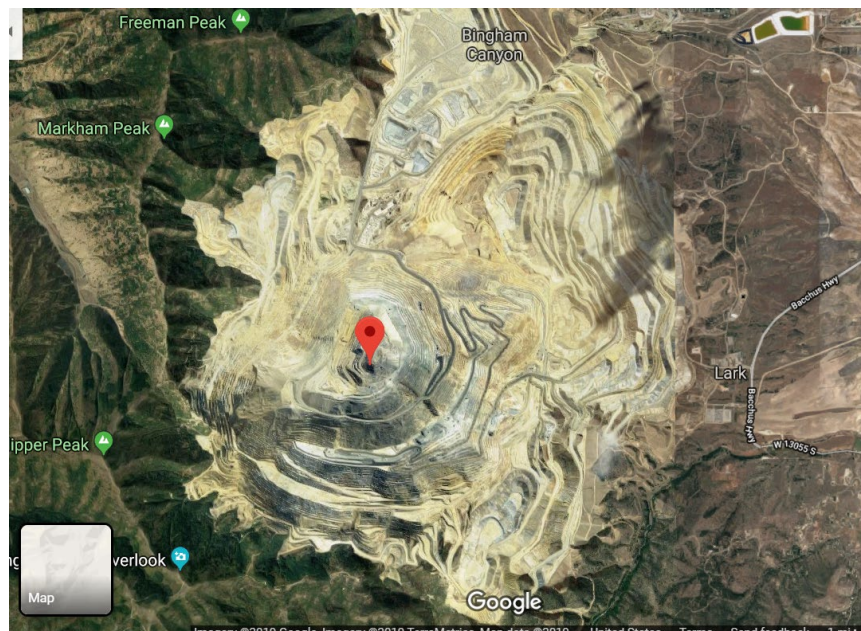


銅鉍山 (Bingham Canyon Mine)



銅鉾山 (Bingham Canyon Mine)

人工的に掘られたものとしては世界最大の規模

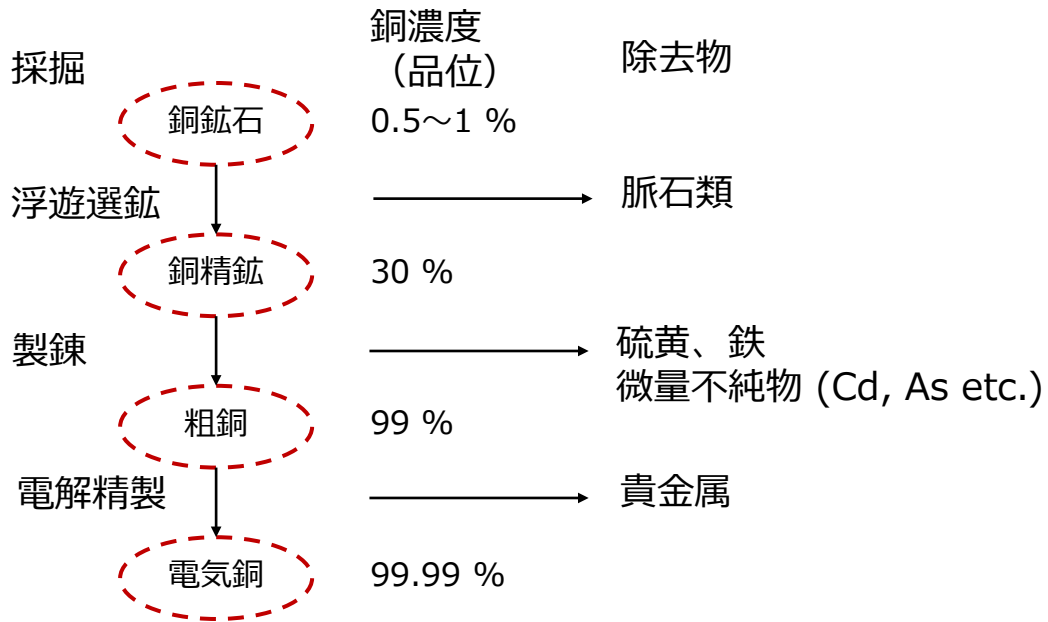


Rio Tinto Group

銅鉾山 (Bingham Canyon Mine)



銅製造プロセス



鉱石の採掘や選鉱には多量のエネルギー消費、CO₂排出が伴う（銅製造工程の70~80%に相当）

⇒ 鉱石品位の低下に伴い増加

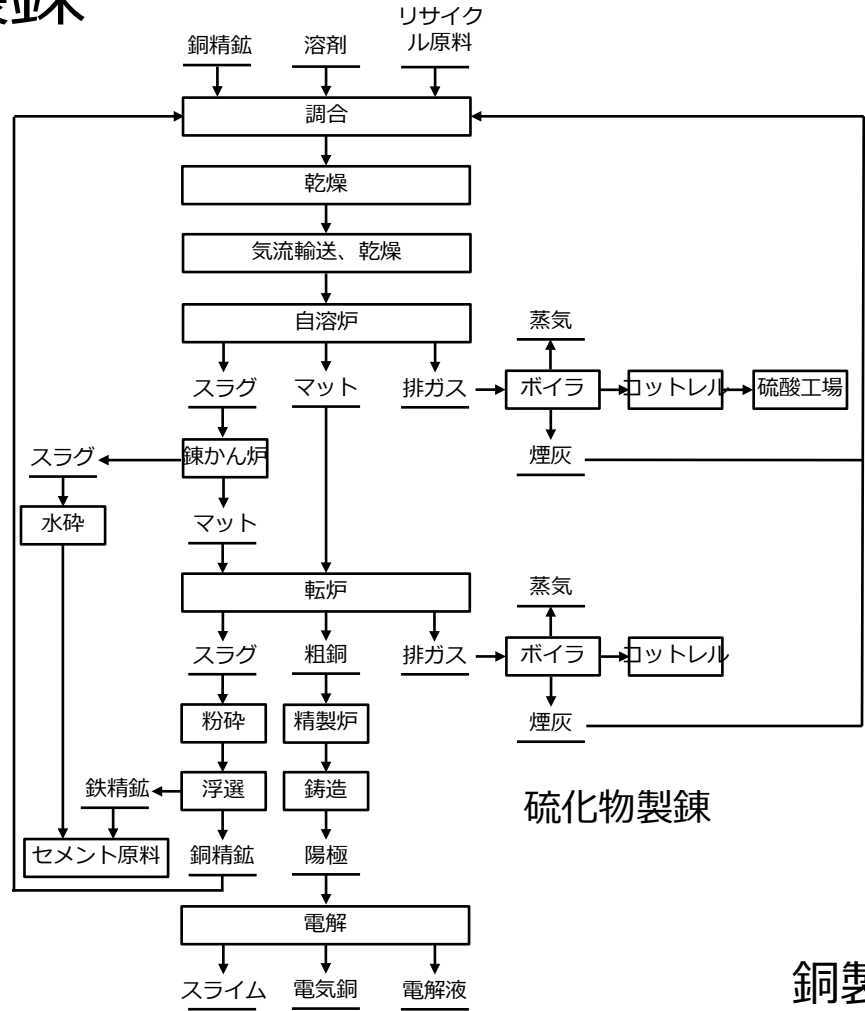
⇒ 多量の廃棄物、海外では環境破壊が進んでいる

銅製造工程全体で、2018年に推定 9,700 万トンのCO₂を排出（世界の人為的排出量の 0.2 %に相当）

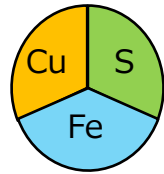
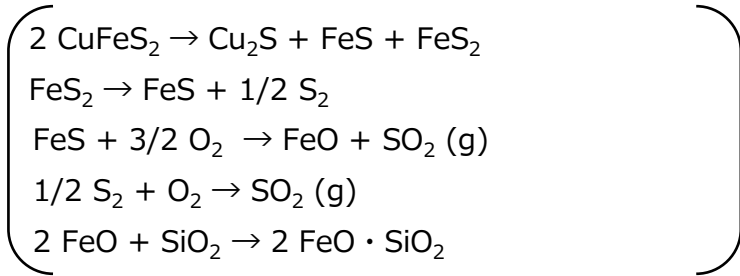
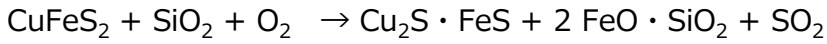
⇒ 銅の需要は2050年までに2倍かそれ以上と見込まれている

⇒ 銅リサイクルの促進はカーボンニュートラルに向けた必須事項

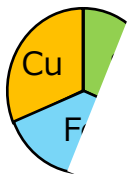
銅製錬



自溶炉内反応

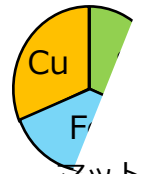
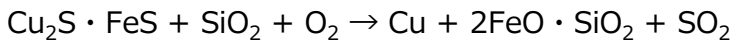


精鉱

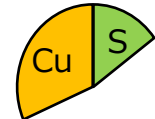


マット

転炉内反応



マット



白銅

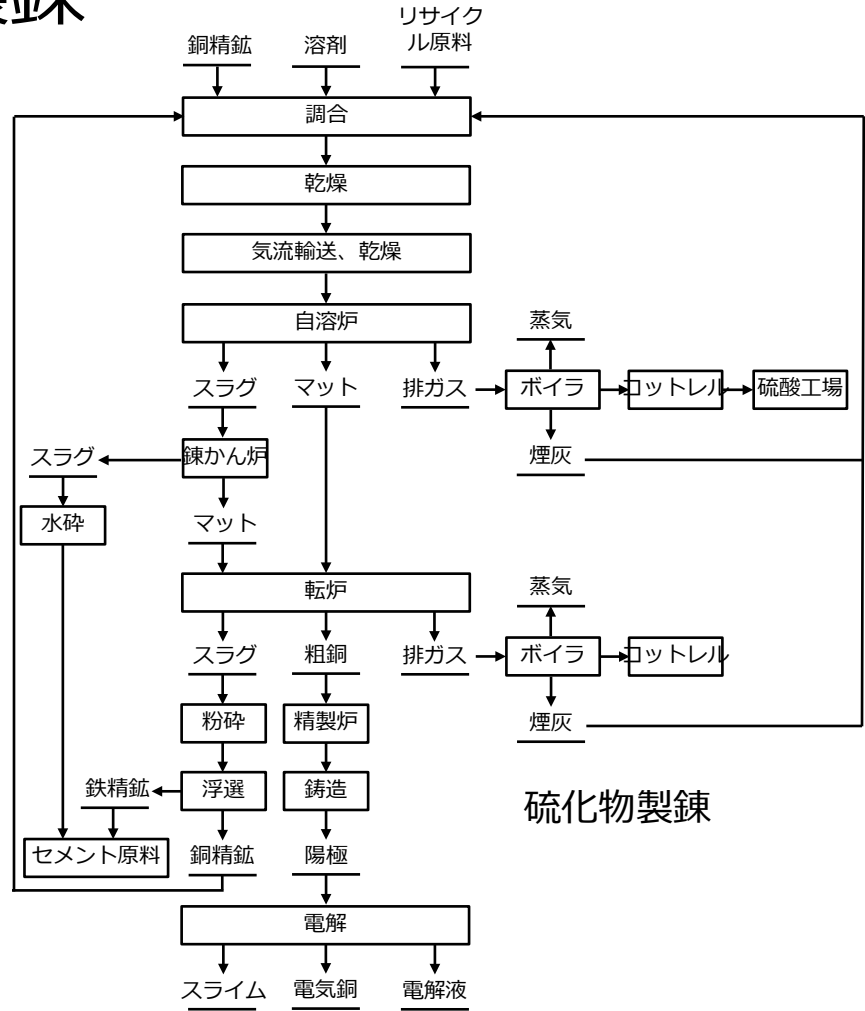


粗銅

硫化物製錬

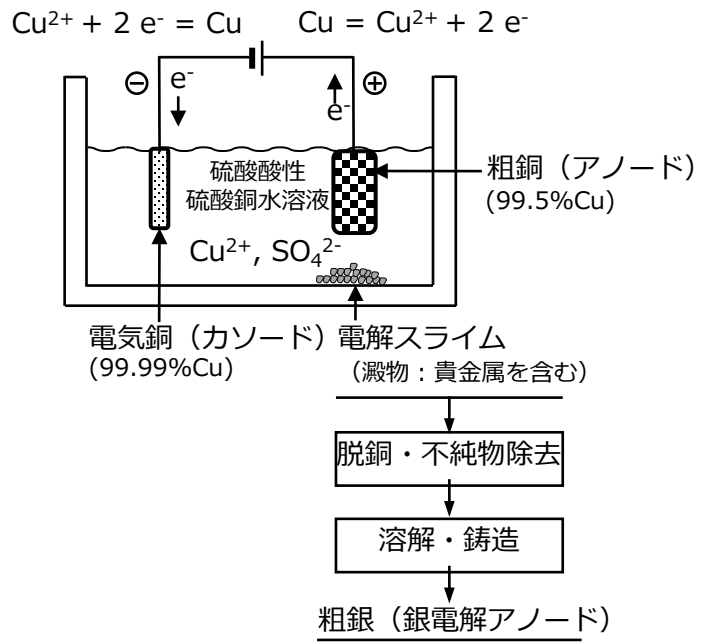
銅製錬は銅以外の元素を除去するプロセス₁₀

銅製錬



- 乾式製錬で純度を高めた粗銅を生産
- 電解精製でさらに高純度化

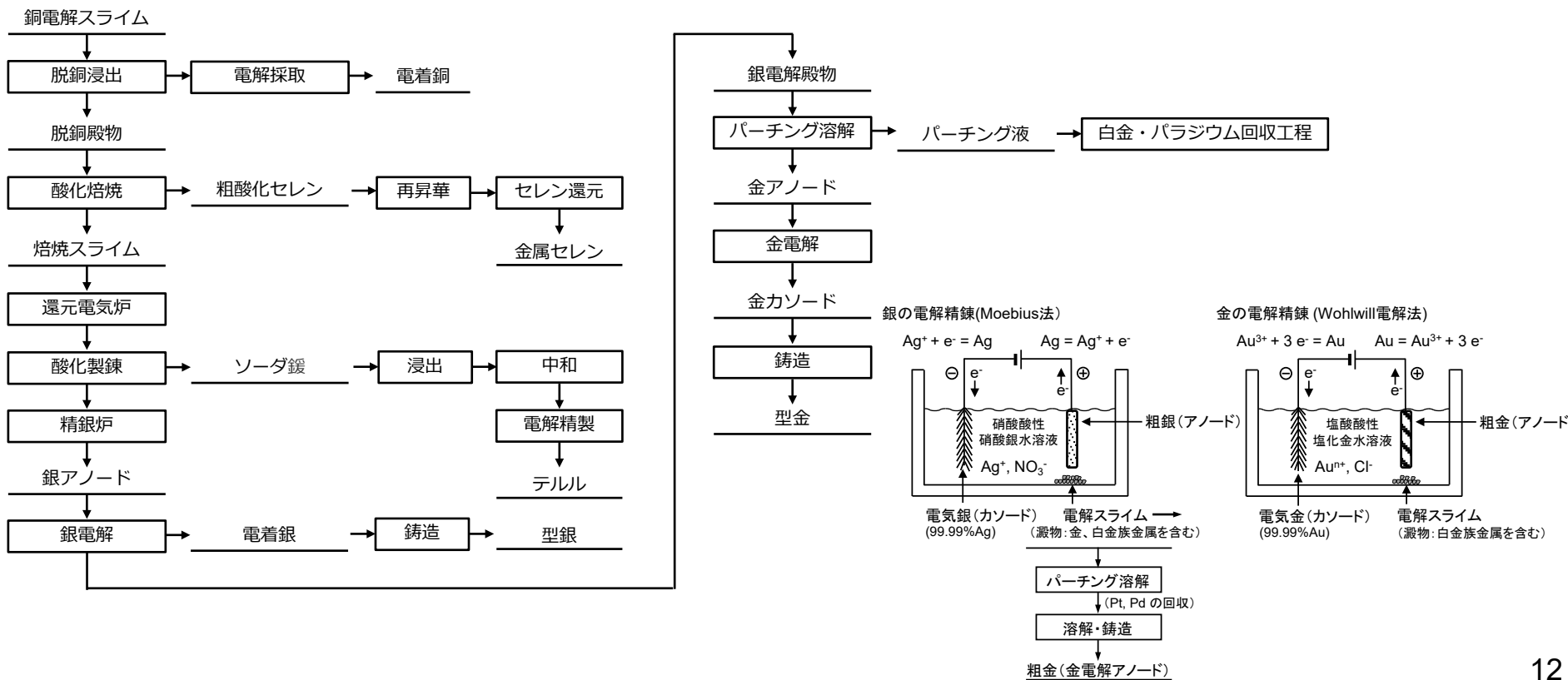
電解精製



銅製錬はレアメタルや貴金属のリサイクルを担う

Au、Ag、PGM、Se、Te、Sn、Sb、As etc.

複雑な多段工程で処理・分離・回収される



現在～これから

“循環型経済（CE: Circular Economy）”という概念のもと、資源の高効率な循環利用は、ものづくりの産業競争力にも直結しつつある。

リサイクルプロセスは一次生産プロセスに比べて、省エネ、CO₂削減
（例： AI は3～5%程度のエネルギー、CO₂排出量）
鉱石の採掘や製錬に伴い、海外では環境破壊が進んでいるため、環境保全という視点からも、リサイクル技術の開発の重要性が増している。

天然資源には自然が長時間かけて濃縮したという経済指標では測れない価値が内在している。

これからの技術開発は、金属資源のリサイクル技術と共にある。



環境負荷の低減とエネルギー利用の高度化

- 各種金属の製錬・リサイクルプロセスの開発
 - 貴金属 (PGM, Au, Ag)
 - レアメタル (Ti, Ni, Co, Mn, Sb, Bi, Sn)
 - 活性金属 (Li, Ca, Mg, Rare-earth)
- ベースメタル (Cu, Pb, Fe, Al) からの希少元素抽出プロセス
→リサイクル促進
 - 銅の精製
- 金属析出や溶解プロセスの基礎解析と新規プロセスの開発
 - めっき技術
 - 防食技術

基礎となる学問分野：物理化学・熱力学・電気化学・反応工学・材料科学

経歴

- ❖ 2003~2007 早稲田大学理工学部 応用化学科
- ❖ 2007~2011 早稲田大学先進理工学研究科 ナノ理工学専攻
修士~博士課程 本間 敬之 研究室
(応用化学科 助手兼任)
めっき、ナノ・マイクロ微細加工、電気化学
- ❖ 2011~2017 マサチューセッツ工科大学
PD~Research Scientist
Donald R. Sadoway研究室
大型電力貯蔵（アルミニウムの三層電解を応用）、溶融塩電気化学
- ❖ 2017~2021 東京大学 生産技術研究所
岡部 徹 研究室 助教
レアメタル製錬、リサイクル
- ❖ 2021~2026 東京大学 生産技術研究所
講師（大内研主宰者）
非鉄金属製錬、リサイクル、電気化学プロセス
- ❖ 2026~現在 早稲田大学 大学院環境・エネルギー研究科
准教授（大内研主宰者）
金属製錬、リサイクル、電気化学プロセス



大内研究室

2026年度新設研究室です



早稲田キャンパス

共通実験室
クリーンルーム



西早稲田キャンパス

実験室＋居室
共通分析機
実験準備と分析



本庄キャンパス

実験室＋居室
高温実験

リ・バッテリー・アカデミーは西早稲田キャンパスで行います

大内研で学べる事

各種金属の

- 製造・リサイクル法
- 乾式・湿式プロセスの熱力学的設計法
- 電気化学プロセスの設計法

ナノからメータースケールの各種プロセスにおける

- 物理化学的な解析や課題整理

やたら外国人が来ます

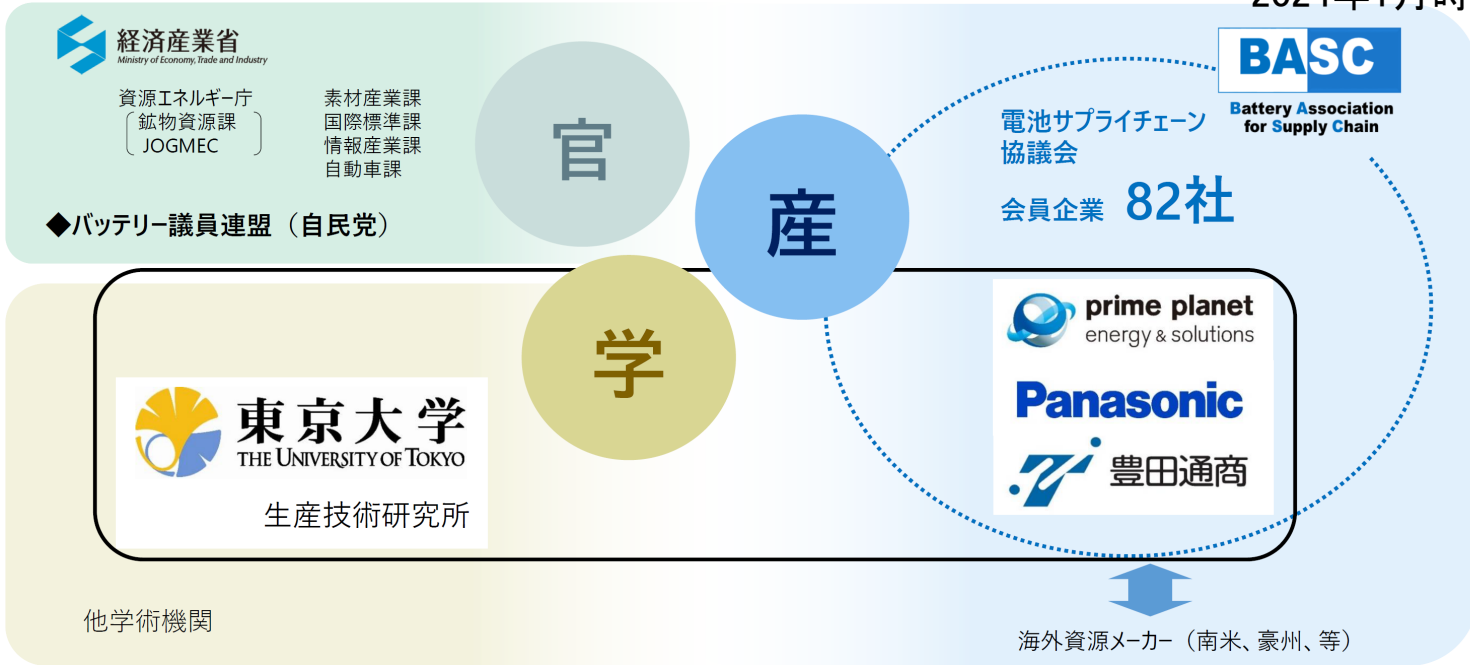
リチウムイオン電池中の資源のリサイクルと高効率精錬

- ・欧州による規制
- ・中国企業シェア拡大

One Teamで電池産業全体の強化

6

2024年1月時点 185社



【メディア配布用資料より】

© 2022 Prime Planet Energy & Solutions, Inc.



大内はリサイクル担当
ご興味ある方は特許出願を参照してください。

連絡先

Email: t-ouchi@waseda.jp

