

長野県産業振興機構

定置型2次電池の開発動向と社会実装へ向けた講演会

SHARP

Be Original.

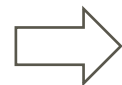
2023.12.21

フロー型亜鉛空気電池の開発と展望

シャープ株式会社 研究開発本部
グリーンイノベーション&デバイス研究所
吉田章人

“再生可能エネルギー(RE)の主力電源化”における課題

(例) 太陽光出力の増大による問題の顕在化

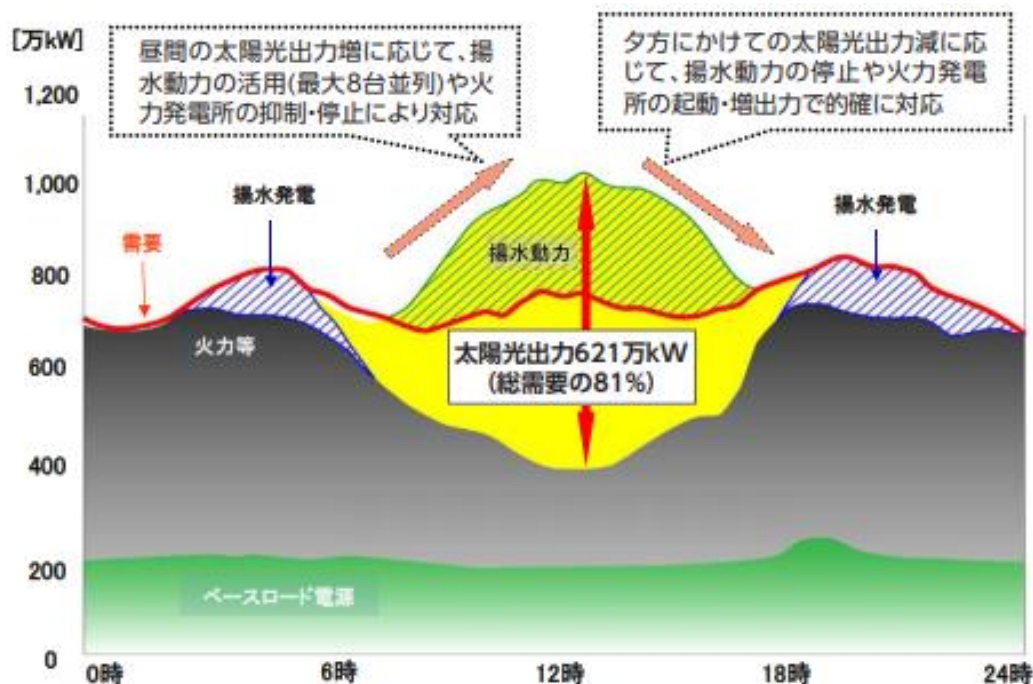


2050年カーボンニュートラルに向けRE大量導入

出力制御、系統電力の不安定化

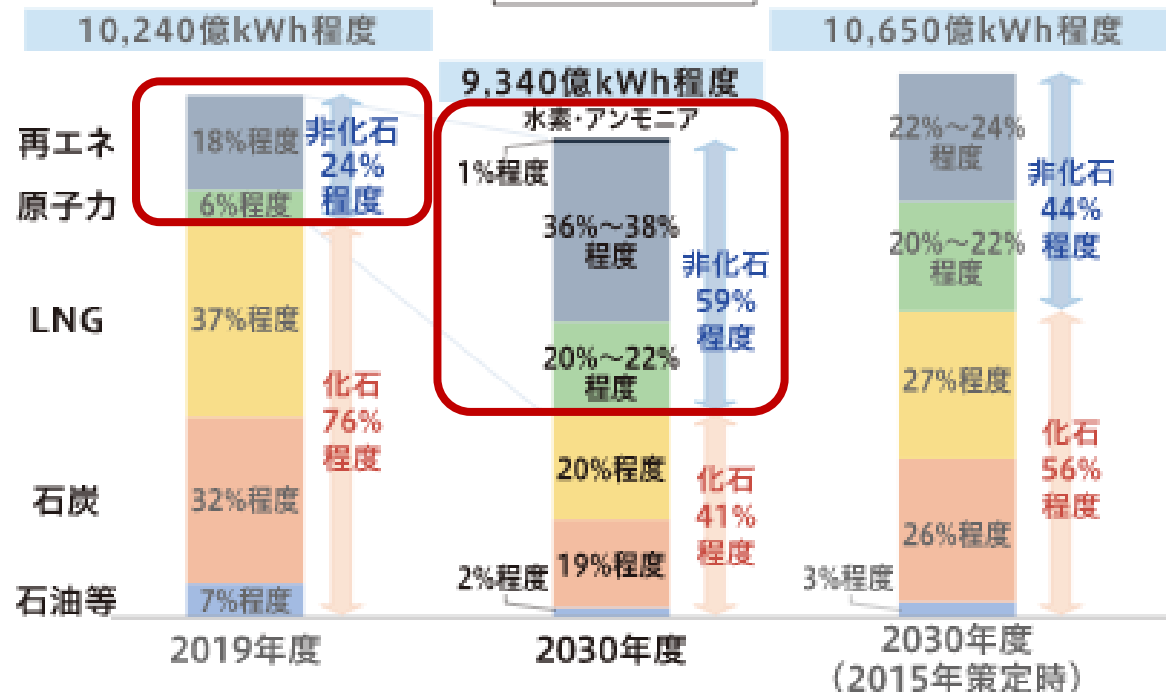
大規模で特に長周期の出力変動吸収が必須に

2018年5月3日の電力需給実績 (九州電力管内)



九電グループ環境報告書(2018)

電源構成



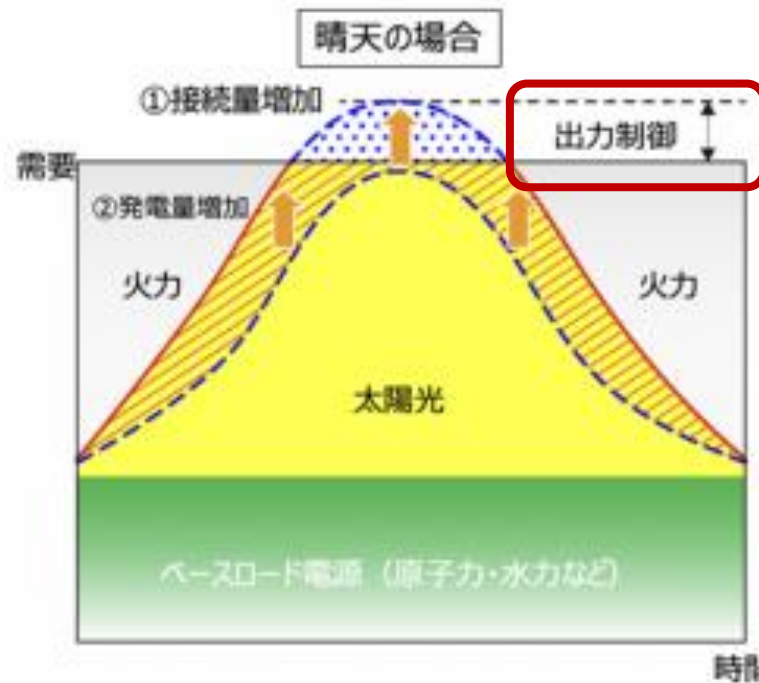
出典：資源エネルギー庁資料

✓ 変動の大きいRE電力をいかに有効に活用できるようにするかが鍵となる

出力制御の顕在化

- ✓ 太陽光発電導入量の増加に伴い、今年三大都市圏での出力制御が実施され始めた
- ✓ 出力制御は発電事業者にとっての大きな経営リスクであり、近年より顕著になりつつある

全国で出力制御が続く	
2018年	九州電力（離島以外）
22年	四国電力
	東北電力
	中国電力
	北海道電力
23年	沖縄電力
	中部電力
	北陸電力
	関西電力



発電電力を捨てることになる

- - - : 太陽光出力カーブ (出力制御無しにて受入可能な太陽光接続量)
- : 太陽光出力カーブ (出力制御を前提に受入可能な太陽光接続量)
- ▨ : 接続量増加により増加した太陽光発電量

日経BP(2022)
<https://project.nikkeibp.co.jp/energy/atcl/19/feature/00002/00020/>

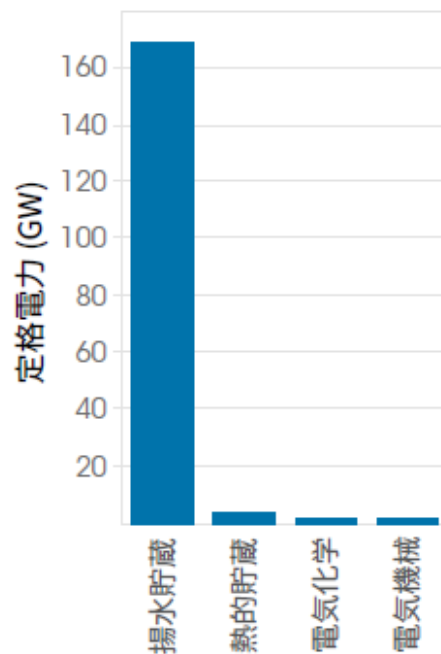
	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
出力制御率	53.6	54.2	3.4	2.8	4.2	3.8	25.5	2.8	26	0.87

日本経済新聞 (2023.6.3)

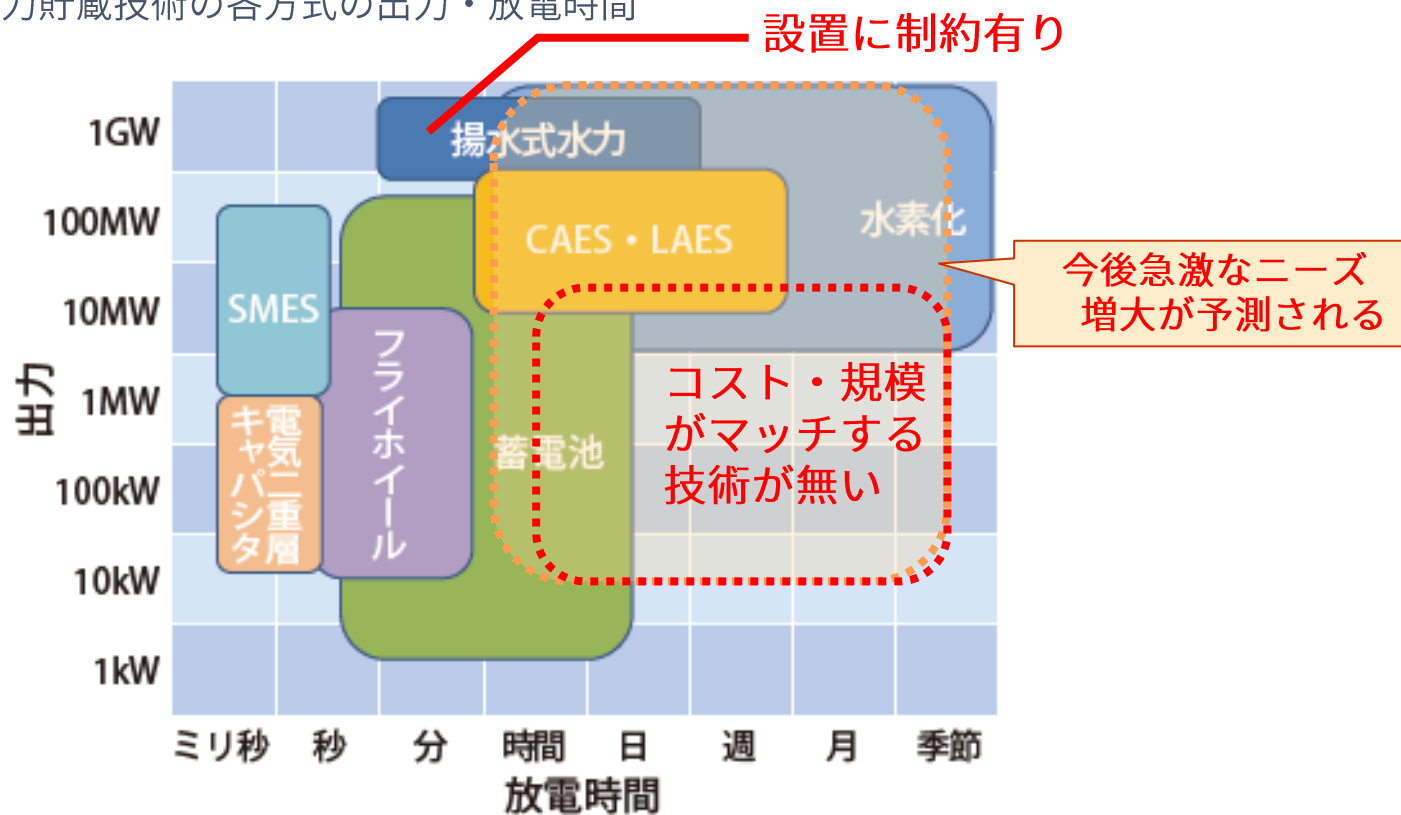
経済産業省 再生可能エネルギー出力制御の長期見通しについて (2023.3.14)

現状、大規模電力の長周期変動（日単位以上）は揚水発電で吸収

世界の電力貯蔵電力比較



電力貯蔵技術の各方式の出力・放電時間



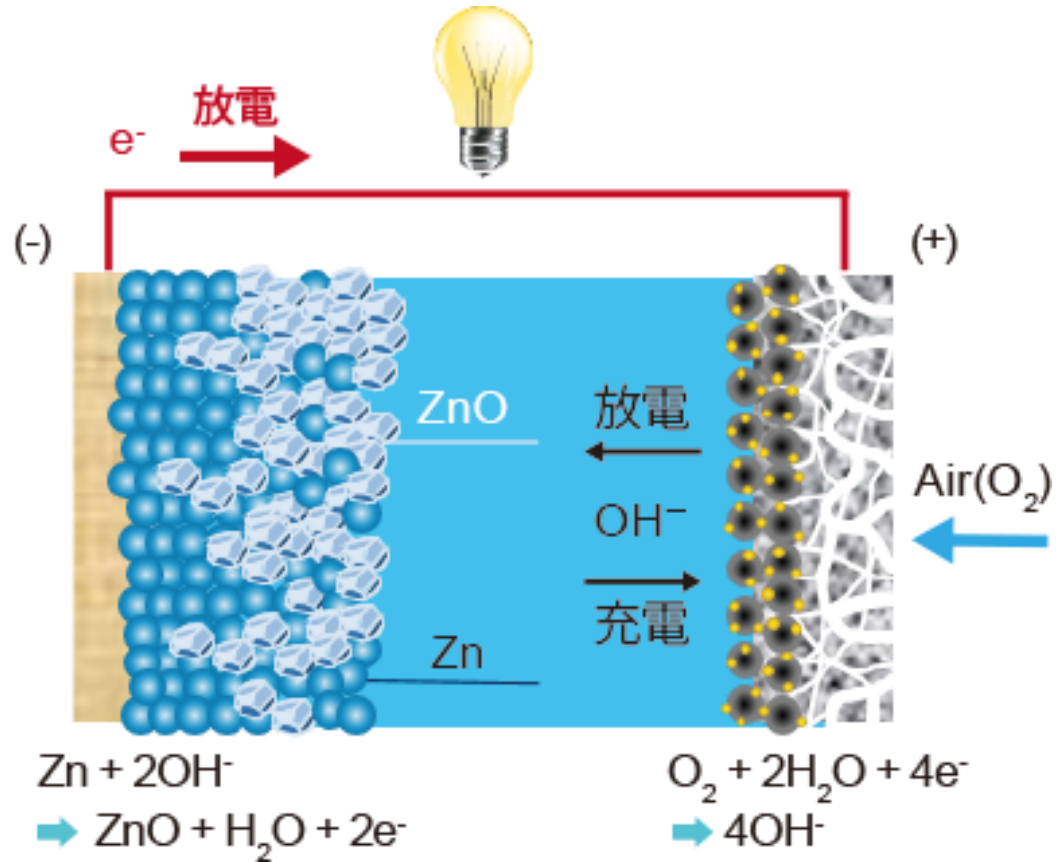
揚水発電：95%以上を占める

電力の貯蔵と再生可能エネルギー：2030年に向けたコストと市場 (IRENA 2017)

NEDO TSC Foresight Vol.20 (2017)

- ✓ 既存技術の活用（既存蓄電池の低コスト化、揚水発電）のみでは、ニーズが増大する長期変動吸収が困難
- ✓ 再生可能エネルギーを主力電源にするには、蓄電システムの発想の転換と新規蓄エネ手段の創出が必要

- ✓ 負極活物質に亜鉛、正極活物質に酸素を利用する電池
- ✓ 補聴器用の電源（一次電池：使い切り）として実用化されている

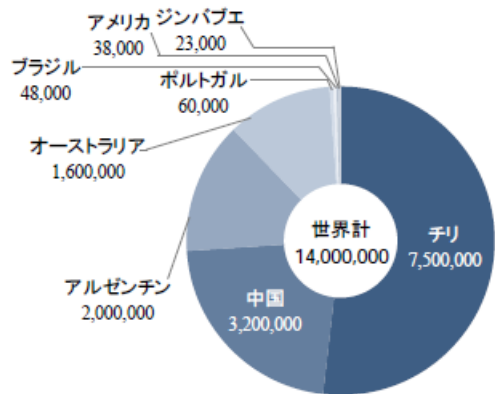


<https://www.rising.saci.kyoto-u.ac.jp/rising2/zab/>

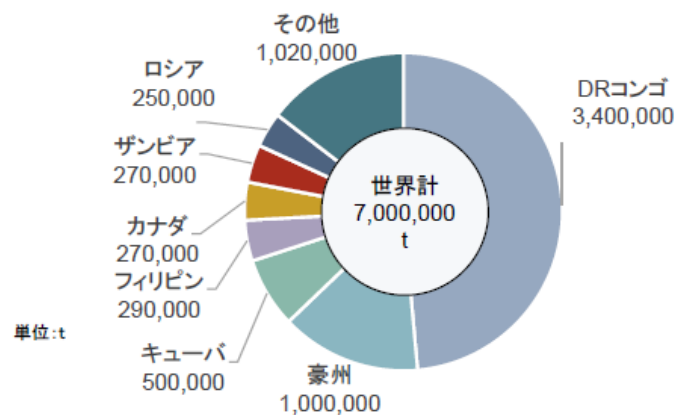
<https://www.nexcell.co.jp/docs/airbattery/air-bat.html>

- ✓ 低コスト・・・希少金属を用いない
- ✓ 安全・・・水系の電解液
- ✓ 大容量・・・高エネルギー密度

元素戦略上安全



リチウム埋蔵量

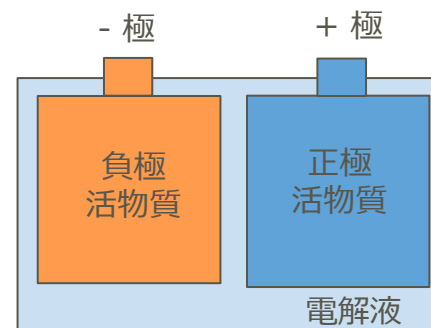


コバルト埋蔵量

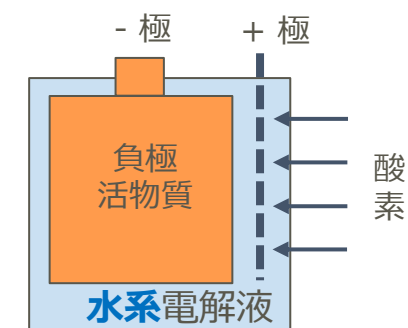
元素	埋蔵量 (t)
Li	14,000,000
Co	7,000,000
Zn	330,000,000

三菱総合研究所 (2018)

原理的に高安全・大容量



一般的な電池
(リチウムイオン電池など)
*正極/負極、共に活物質が必要



空気電池
*電池内には、負極活物質のみ
⇒ 大容量化が可能

- ✓ 亜鉛空気二次電池の要素技術研究開始 (NEDO 2015-2016)
- ✓ 大きな成果が得られた一方、実用化に向けた課題が残されている

①長寿命かつ高活性の空気極触媒技術

酸化物での中間体の
確実な捕捉

高電位の酸化性環境に
耐える安定な炭素材料

高い触媒能を
有する活性点

理想的な炭素触媒活性点3次元構造

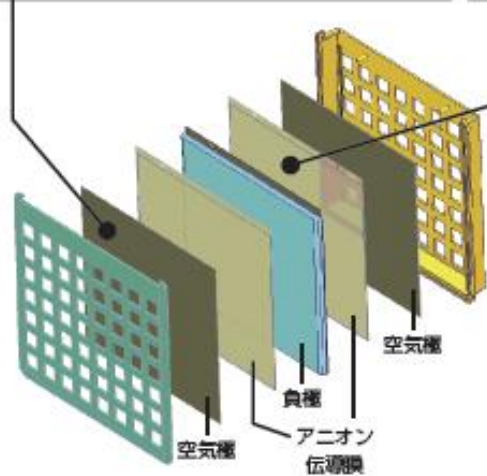
微細な凹凸を形成した黒鉛表面上への触媒材料担持により、低過電圧での酸素発生を確認、革新的な高効率・高寿命触媒材料を開発

②デンドライト抑制技術

アニオン伝導膜による
亜鉛イオンの透過抑制

負極内の電子・イオン
伝導ネットワークの構築

8時間放電可能な負極及びデンドライト耐性に優れたイオン導電膜を開発



③高信頼性メンテナンスフリーセル/システム化技術

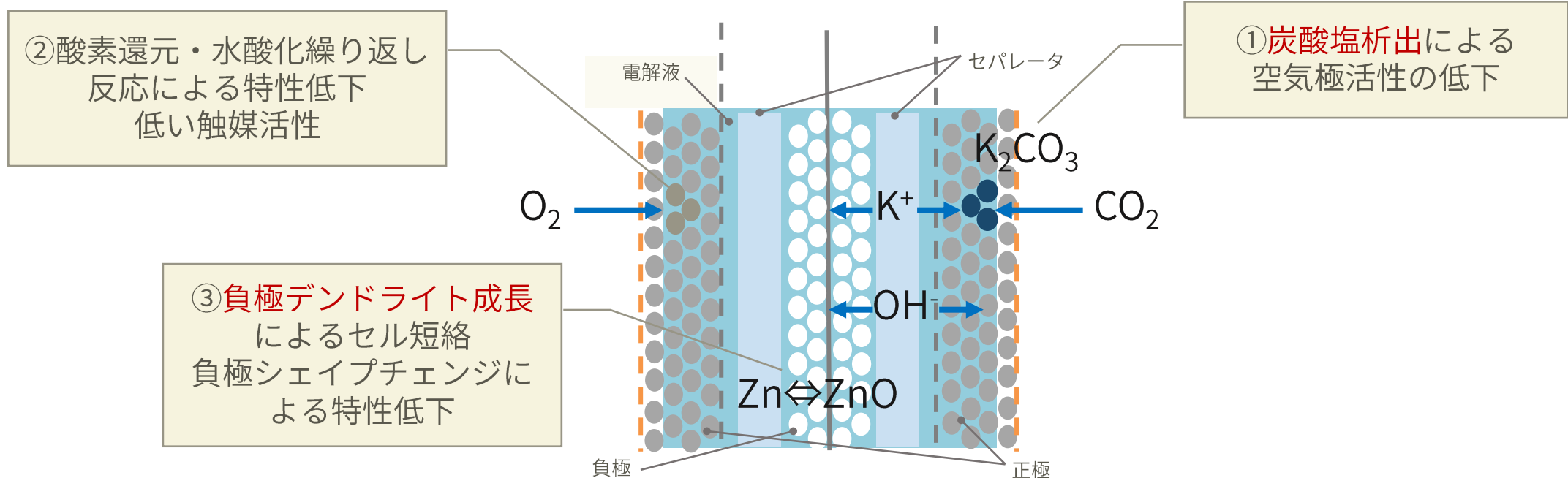
- 通気性、撥水性を両立した長寿命・高効率空気極
- CO₂、O₂の影響抑制のためのシステム化技術
- ・クラックフリーの空気極シートを作製、寿命評価系を構築
- ・セル内でのCO₂の影響抑制効果について検証



9.6Wh, 1,353Wh/Lのエネルギー密度
(電極積層体基準)を確認
0.5mm幅のセル/空気流路を設ける場合
1,105 Wh/Lのエネルギー密度に相当

- ①大気中に含まれるCO₂による炭酸塩析出の抑制
- ②空気極触媒の長寿命かつ高活性化
- ③亜鉛極の高サイクル特性実現

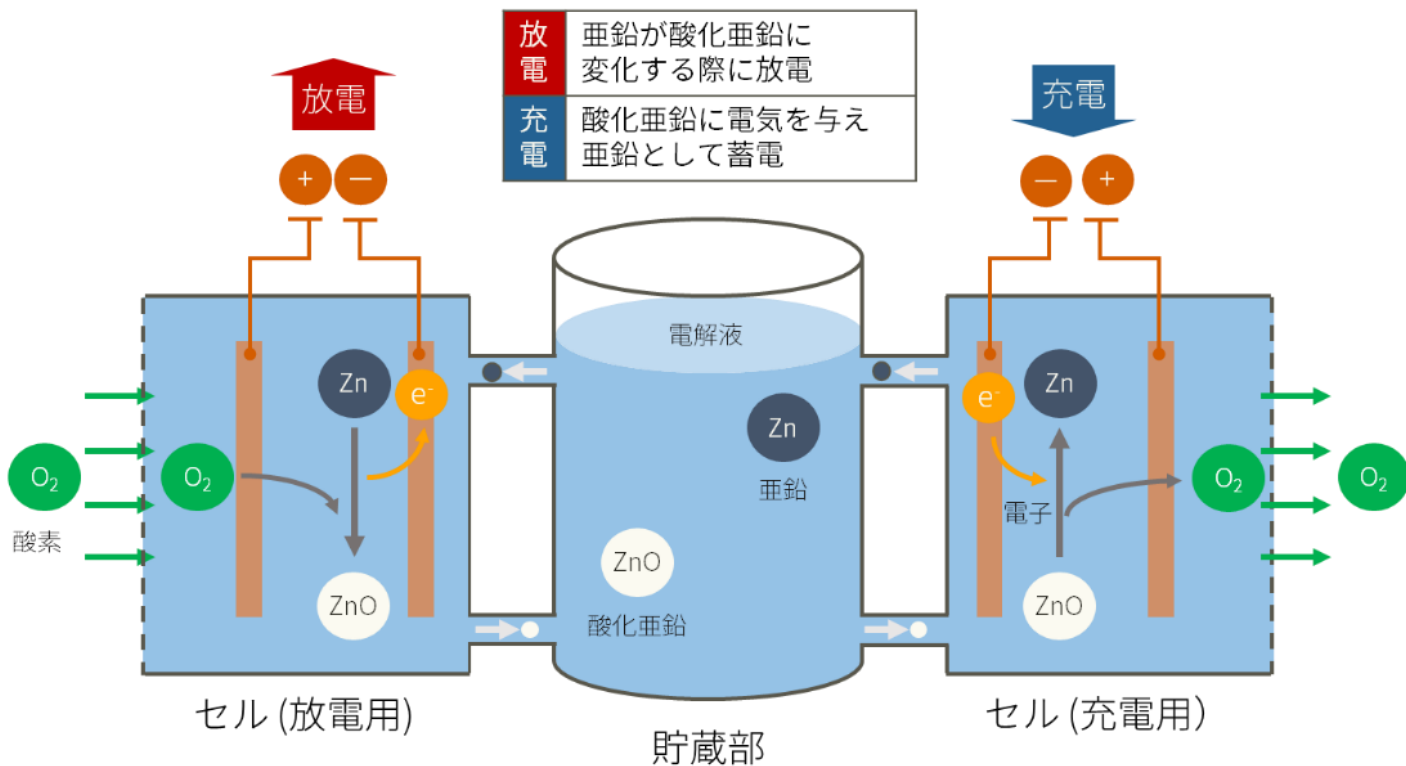
亜鉛空気電池セルの構成例と課題



- ✓ 上記課題に対して、特に高エネルギー密度を狙う上では既存の構成での実用化は困難
- ✓ 課題対策のためには、発想の転換が必要

フロー型亜鉛空気電池技術の構成と動作原理

- ✓ 既存の”固定型”亜鉛空気電池と同様、亜鉛と酸化亜鉛の変化サイクルにより、繰り返し充電／放電が可能な蓄電池として活用
- ✓ 放電時は、貯蔵部の亜鉛スラリーを放電用セルへ送液し放電反応
- ✓ 充電時は、貯蔵部の亜鉛スラリーを充電用セルへ送液し充電反応



充電反応

酸化亜鉛 (ZnO) が電子を受け取り、酸素が脱離、亜鉛 (Zn) に還元される



放電反応

亜鉛が、空気中に含まれる酸素と結合 (酸化) する際に電子を放出する



フロー型亜鉛空気電池の優位性

亜鉛を”蓄エネルギー物質”として利用するため、低コスト化が可能

多くの地域で産出されるため、安価なうえ供給も安定

亜鉛=2-5 \$/kg (ベースメタル)

<https://www.mitsui-kinzoku.com/aen/> : 亜鉛

フロー型方式のため、大容量化が容易

セル (W) と貯蔵部 (Wh) が独立しており、貯蔵部の大型化によって容易に大容量化が可能

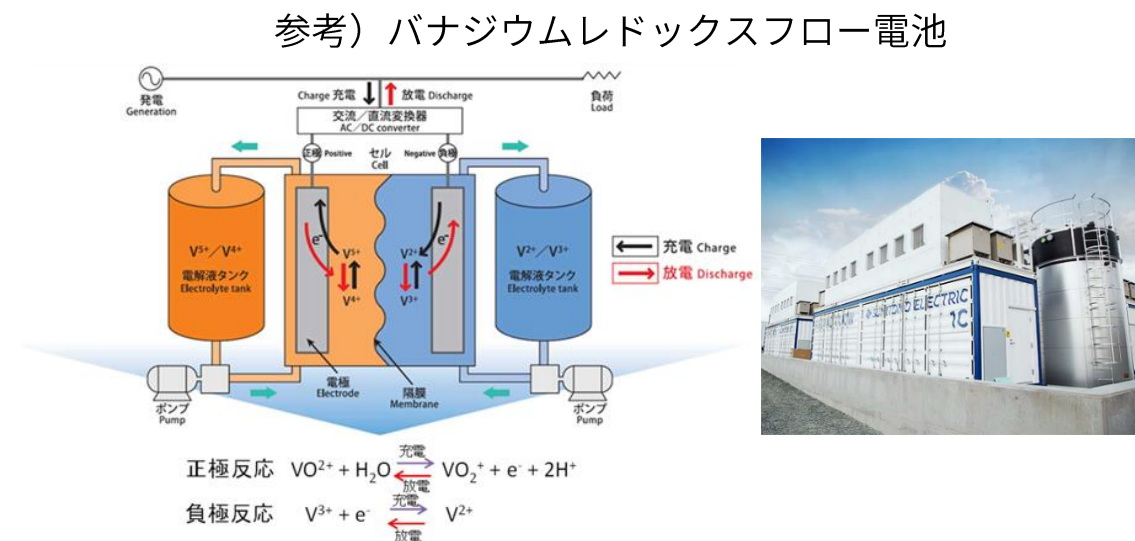
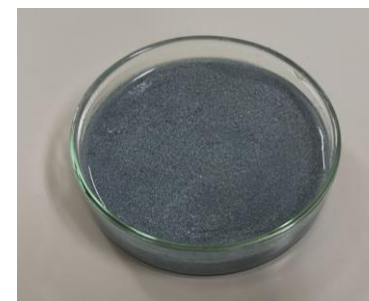
貯蔵部はセルより低コスト

水系電解液による高い安全性

発火の可能性が極めて低い

従来の亜鉛空気電池が抱える技術課題を解決可能

- CO₂による炭酸塩析出による性能低下を抑制
- 負極デンドライト成長による短絡を抑制

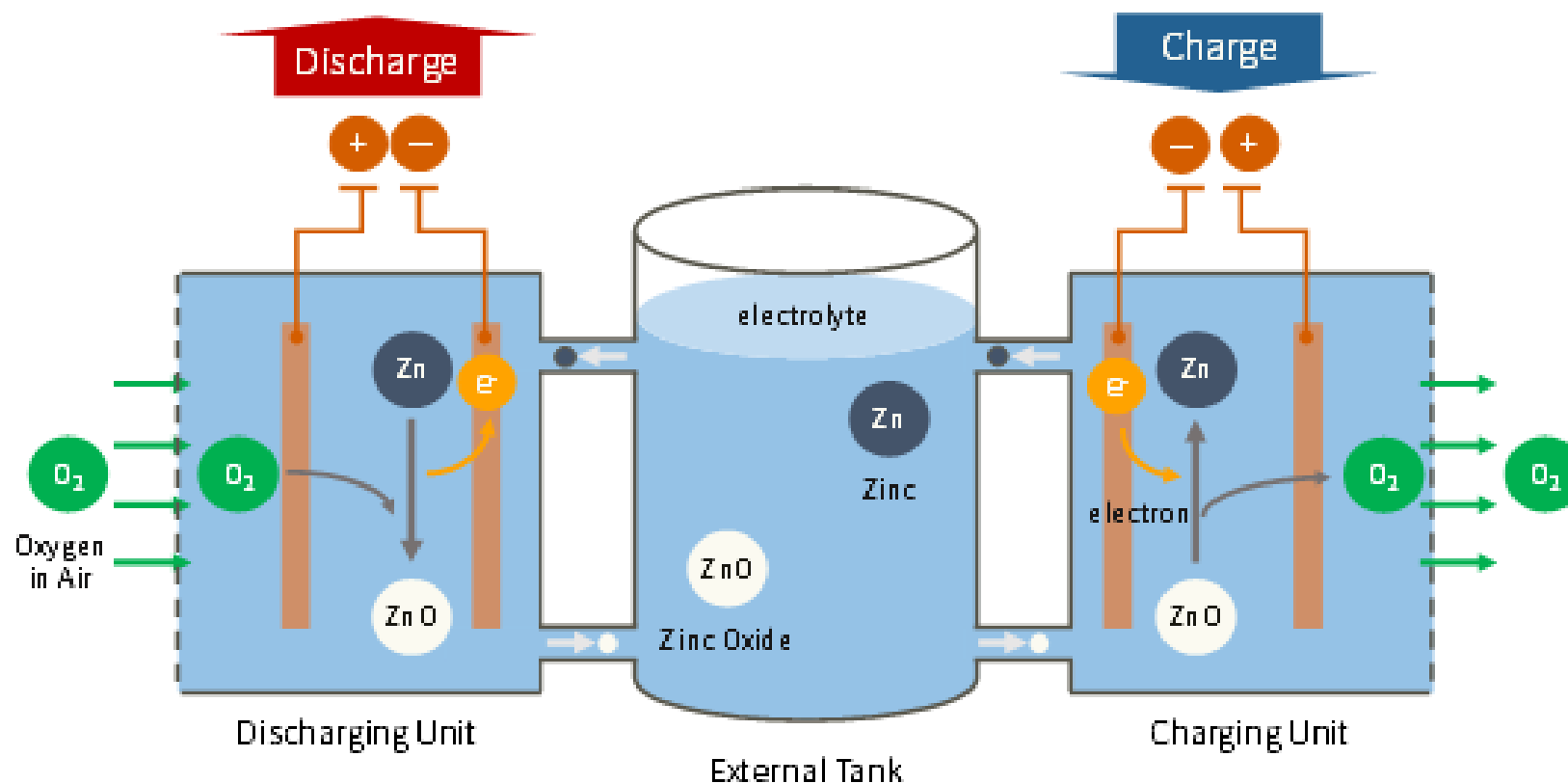


https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101032.html

バナジウム=10-25 \$/kg (レアメタル)

<https://chori-mukifine.com/2022/04/21/status-of-vanadium-market/> : 五酸化バナジウム

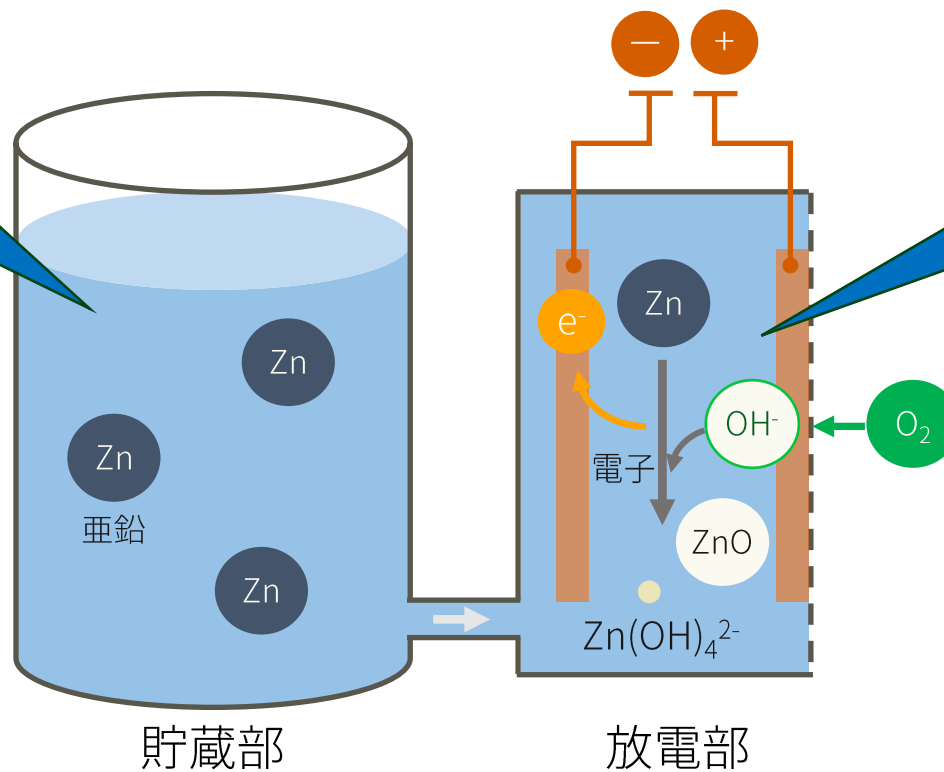
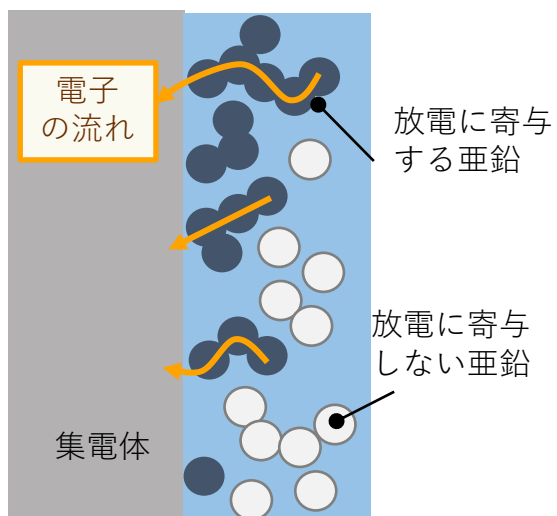
- ✓ 構成要素：「発電部」「亜鉛再生部」「貯蔵部」
- ✓ 1. 発電部、2. 亜鉛再生部、に関する取り組みの一部について紹介



発電部：技術課題

- ✓ 放電反応に影響を及ぼす制御因子（スラリー組成等）の特定
- ✓ 発電部の設計（セル・スタック）

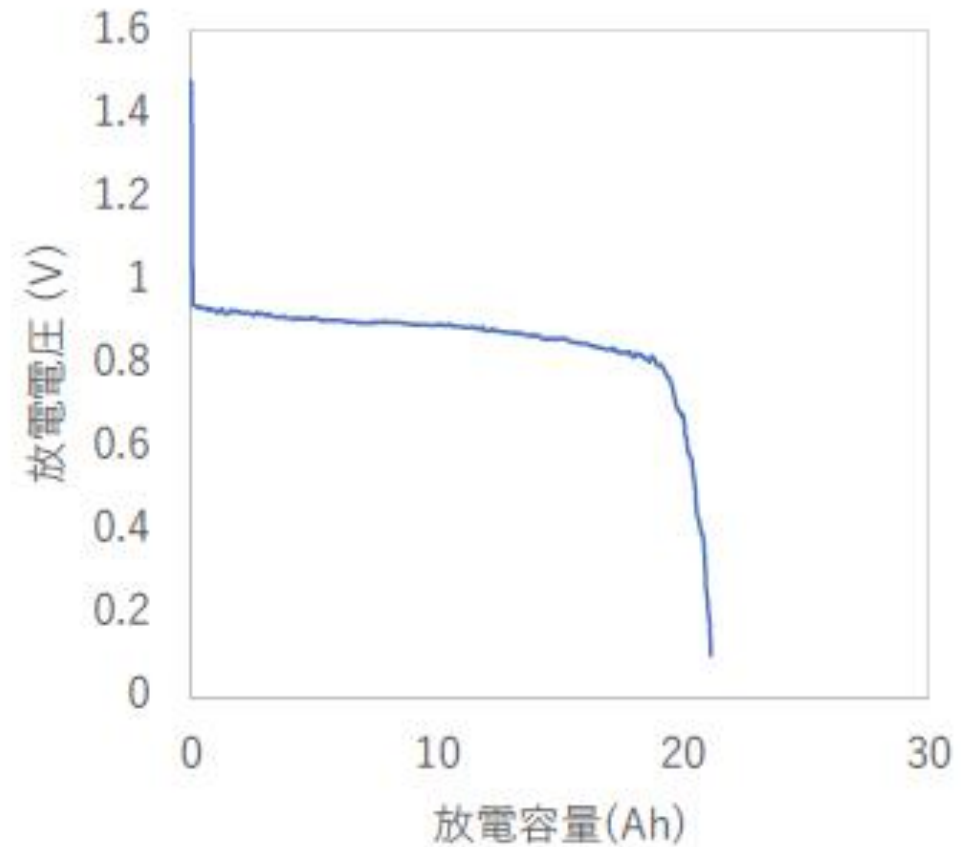
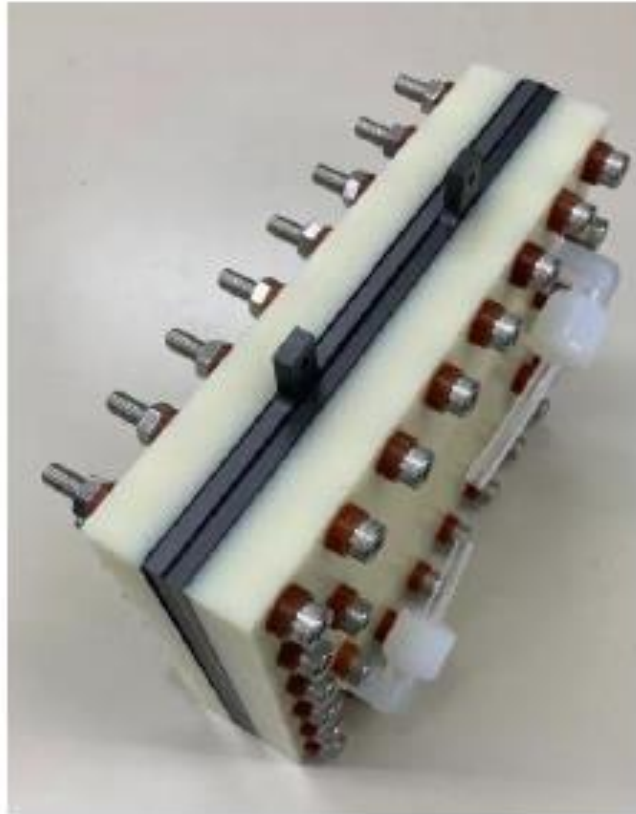
- ① スラリー組成範囲の決定
- 送液性
 - 亜鉛利用率



- ② 放電反応の安定化
- 電流密度
 - 亜鉛利用率

- ③ 発電部の設計
- 送液
 - セル・スタック

✓ フロー型セルを用い、セル内容積に収まるスラリー容量を超える放電容量を確認

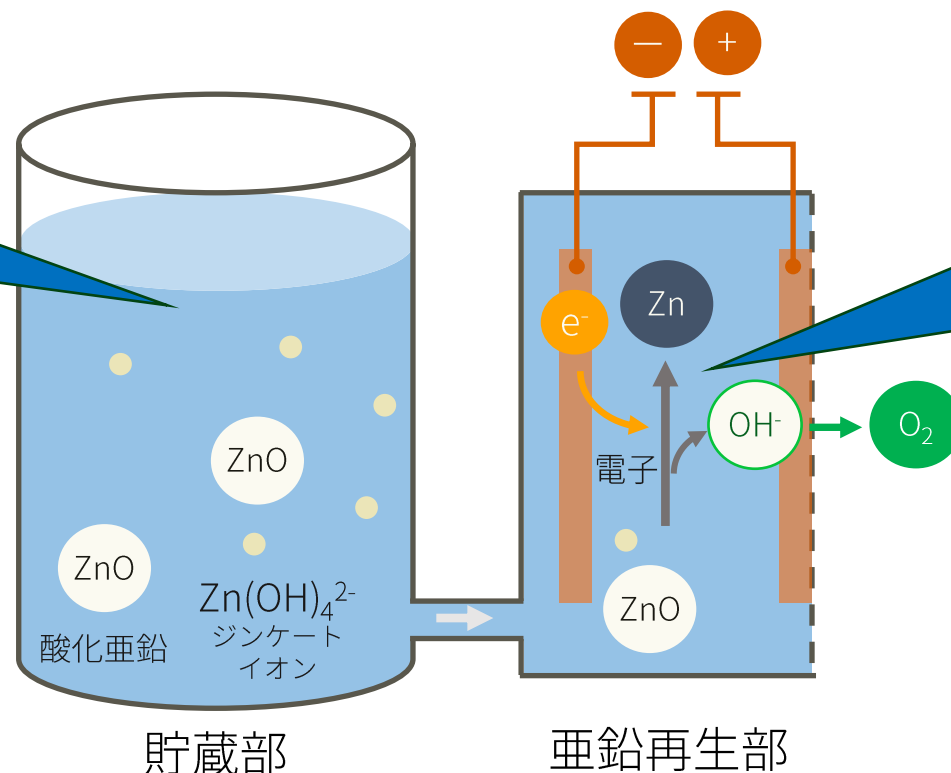


亜鉛再生部：技術課題

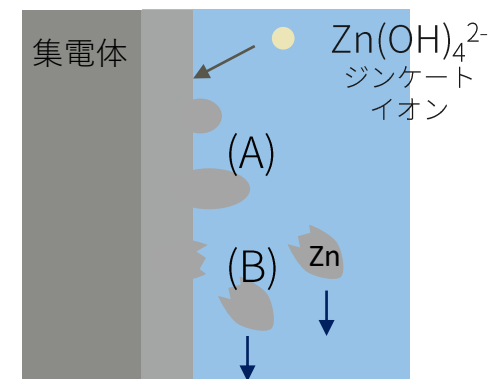
- ✓ 亜鉛再生反応に影響を及ぼす制御因子（スラリー組成、電流密度など）の特定
- ✓ 亜鉛再生部の設計（スタック化）

- ① スラリー組成範囲の決定
- ・ 送液性
 - ・ 充電電圧

- ③ 亜鉛再生部の設計
- ・ スタック化
 - ・ 送液性



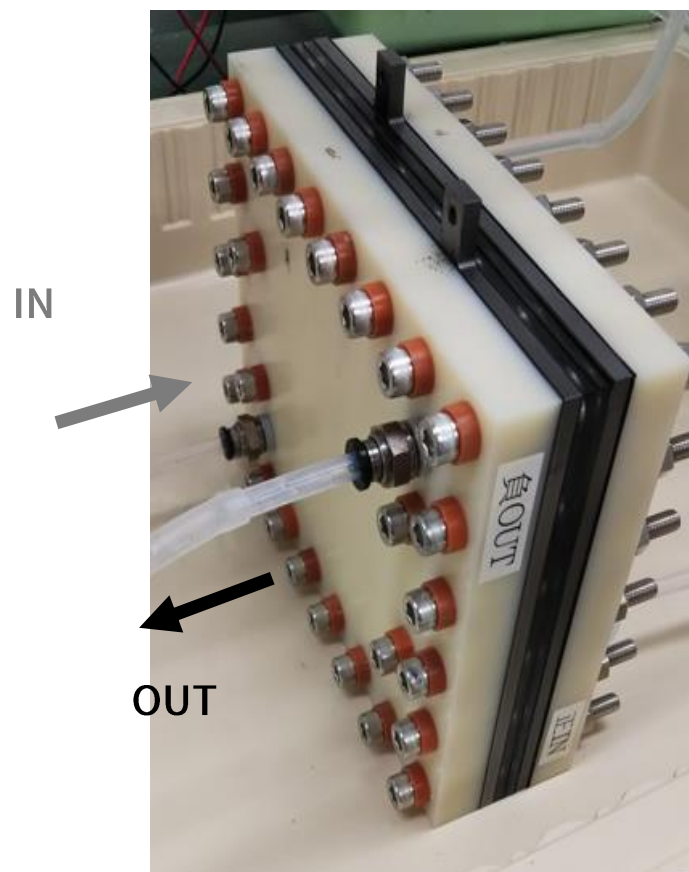
- ② 充電反応の安定化
- ・ 充電電流密度
 - ・ 再生粒子形状制御
 - ・ 発生酸素ガスの排出性



- (A) 成長亜鉛の形状制御
(B) 粒子状での亜鉛回収

粒子状での亜鉛回収条件の特定

- ✓ セルに電解液を流通させ、電流を流すことにより亜鉛再生について検証を行った
- ✓ 安定的に亜鉛粒子が生成することを確認



亜鉛再生部セルの外観



フロー型亜鉛再生部セルにおける粒子状亜鉛生成

SHARP

Be Original.

