

脱炭素社会に貢献する レドックスフロー電池

住友電気工業株式会社
RF電池事業開発部
部長
蒲田 和幸



1. はじめに

脱炭素社会の実現に向けて再生可能エネルギー（以下、再エネ）の普及が進展している。これに伴い発電量を需要に応じて調整することが難しい再エネに対し、電力システムの安定化を図るため、蓄電池の必要性が高まっている。

本稿では、定置用蓄電池の中で、長寿命で火災のリスクが低く、充放電回数に制限がないことに加え、高いリユース・リサイクル率を誇り環境に優しいレドックスフロー電池について紹介する。

2. 蓄電池市場の動向¹

定置用蓄電池の導入量は2020年38.1GWhから2035年には165.4GWhと約4.3倍になるという試算もあり（図1）、急激な伸びが期待されている。

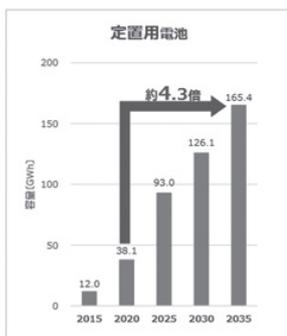


図1 蓄電池世界市場の推移（容量ベース、世界）

国別では、日本国内は、従来、大規模な定置用蓄電池案件は少なく、小規模、短時間容量が主流であった。しかし、長期脱炭素電源オークションに代表される、長期的な脱炭素を目指す政府の施策などに伴い大型かつ長時間仕様の案件が増加しつつある。

米国は再エネの導入が進んでおり、案件も多いマーケットだが、市場にはプレーヤーも多く、価格競争が熾烈な市場環境となっている。また、保護主義政策による関税の引き上げが新たな火種となっており、その動向を注意深く観察していく必要がある。

豪州はカーボンニュートラルの実現に向けて、石炭火力を廃止し、太陽光発電と蓄電池への置き換えが進められている。また、バナジウムの主要な生産国であり、資源活用に向けた行政の支援も行われている。バナジウムを使ったレドックスフロー電池への関心も高まっており、各地域で電解液メーカーもできつつあるが、蓄電池案件の本格的な増加が見込まれるには、まだ、一定の時間を要するとみられる。

欧州は再エネの普及が進んでおり、各国政府の補助金や税制優遇および導入促進政策等により市場は成長を続けている。欧州での電池や製品の販売・輸出に関するCEマーキング、REACH規則、バッテリーパスポートなどの規制を遵守する必要があるものの、魅力的な市場といえる。

中国は世界最大の蓄電池市場であり、政府がエネルギー計画に基づいて大型プロジェクトを主導し、製造メーカーに対する補助金等の優遇政策も実施されている。フロー電池においても中国国内において、多くの企業の参入が確認できるが、他国からの参入は容易ではなく、中国企業とのアライアンス等が必要となり、慎重な対応が求められる状況である。

以上のように、蓄電池市場全体は件数と規模の両面で拡大を続けており、リチウムイオン電池が依然として市場の大部分を占める状況は変わらないものの、近年問題となっている火災事故の懸念がなく、長時間の

充放電に強みをもつ、レドックスフロー電池のニーズが高まることが予想されている。

以下にレドックスフロー電池の特長および導入事例を紹介する。

3. レドックスフロー電池の原理と構造²

レドックスフロー電池の「レドックス (Redox)」は化学変化により電気を起こす活物質 (当社の場合バナジウム (以下V)) が還元 (reduction)、酸化 (oxidation) されることからつくられた造語であり、「フロー (flow)」はタンクに貯蔵した活物質の溶液 (電解液) をポンプで循環 (flow) させることを示している。

レドックスフロー電池の原理図を図2に示す。正極と負極を隔てている隔膜を通してプロトン (H⁺) が移動することにより電流が流れ、充電時には正極側は4価のV (V⁴⁺) が5価のV (V⁵⁺) に、負極側は3価のV (V³⁺) が2価のV (V²⁺) になることにより電気を蓄え、放電時には正極側は5価のV (V⁵⁺) が4価のV (V⁴⁺) に、負極側は2価のV (V²⁺) が3価のV (V³⁺) になることにより電気を放出する。電解液中のVイオンの価数の変化で充放電が行われるレドックスフロー

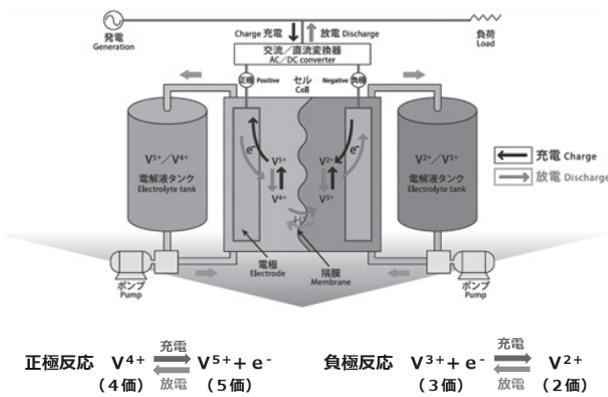


図2 レドックスフロー電池の原理

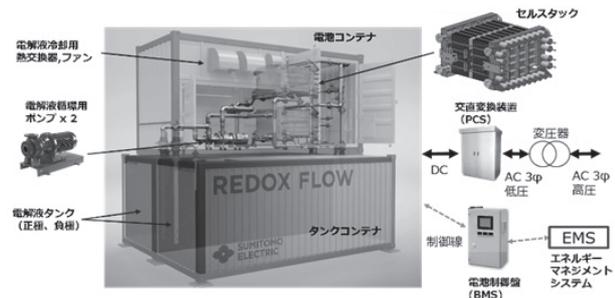


図3 レドックスフロー電池の構成

電池は原理的に劣化しない電池といえる。

電池システムは図3に示す通り、充放電を行うセルスタック、電解液を貯蔵するタンク、液を循環させるポンプ、電解液を冷却する熱交換器、直流と交流を変換する交直変換装置などから構成されている。

コンテナタイプの採用により、運搬が容易で、設置時の工数も大幅に短縮されている。

4. レドックスフロー電池の特長²

レドックスフロー電池の特長を以下に示す。

- ①長寿命：電極ではなく、電解液でのイオンの酸化還元反応を利用して充放電を行う原理で、電解液は劣化せず、電極の劣化も極めて少ないため、**20年間の運用が可能**。さらに**2025年度発売開始予定の新型モデルは材料の見直しなどにより、30年間の運用が可能**となる。
- ②高い安全性：電解液には不燃性の水溶液を使用しており、各設備も難燃性の材料で構成されているため、**発火リスクが極めて低く、危険物に非該当**であり、設置時の行政許可や届出が容易。
- ③**充放電回数が無制限**：充放電により劣化することがないため、充放電回数の制約がなく自由な運転パターンを選択が可能。
- ④環境に優しい：電解液は劣化がなくリユースが可能。その他構成部品も大部分がリサイクル可能で、撤去時の産業廃棄物がほとんど発生しない。(1%未満)
- ⑤電池制御のしやすさ：同一の電解液タンクから各セルスタックに電解液を供給するため、各セルスタックの充電状態が等しく、また、その測定が正確かつリアルタイムに行えるため、**セルごとの充電状態管理が容易で、システムの簡素化が可能**。
- ⑥出力と時間容量が独立に設計可能：出力はセルスタックの台数、時間容量は電解液の量で決まり、それぞれ独立に設計可能であることから、用途に応じた設計の自由度が高い。また、**電解液量の増量で長時間化が図れることから長時間容量ほど設備コスト (kWh単価) が低くなる**。

5. 導入事例

レドックスフロー電池は電力会社での周波数調整に

よる電力品質の安定、需要家の再エネ比率の向上、さらには地域マイクログリッド[※]の形成など多様な用途で活用されている。

また、導入地域も広がっており、当社も日本国内にとどまらず、米国、豪州、欧州、台湾といったさまざまな地域のプロジェクトに対応している。

以下にいくつかの導入事例を示す。

(1) 北海道電力ネットワーク向け案件 [17MW×3h、竣工2022年度]³

風力発電の出力変動を吸収する系統安定化用途として納入。

従来は発電事業者が風力発電を設置する際には個別に蓄電池を併設することが必要とされていたが、北海道電力ネットワークが電力系統側に当社のレドックスフロー電池を設置することにより、発電事業者の蓄電池設置の負担の軽減を図った案件。

充放電サイクルの制限がなく、また、劣化が極めて少なく、長寿命で、高い安全性を誇ることから、当社のレドックスフロー電池が採用された。本取り組みにより、風力発電の導入拡大への貢献が評価され、「令和5年度 新エネ大賞 新エネルギー財団会長賞」を北海道電力ネットワークと共同で受賞した。(図4)



図4 北海道電力ネットワーク向け案件電池外観

(2) 北米でのNEDO実証案件⁴

米国カリフォルニア州において、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託事業として、配電網や卸売市場でのマルチユース実証を行った事例。

配電網でのマルチユースでは、再エネ等により電力系統が乱れた際の変動抑制。卸売市場でのマルチユースでは、本設備を使いカリフォルニア州電力卸売市場に参加し、収益をあげることに成功。

また、非常時を想定した、実際の配電網の一部（需要家66軒、契約容量400kW）を停電させての実証では、系統切り離し操作後の電池からの電力供給（ブラックスタート）およびマイクログリッド状態へのスムーズな遷移（シームレス移行）に成功した。

この実配電系統でのマイクログリッド実証事業についての功績が認められ、当社は日本企業としては3例目となる「ISGAN Award 2024 Honorable Mention」(奨励賞)を受賞した。(図5)

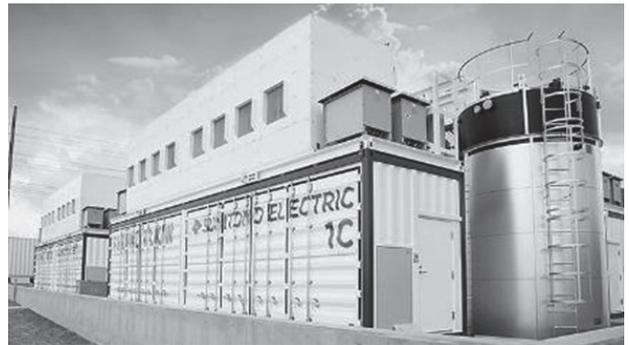


図5 北米NEDO実証案件電池外観

(3) 柏崎あい・あーるエナジー向け案件（新潟県柏崎市 地域電力会社）⁵

再エネの有効活用や地域の電力安定化、エネルギーの地産地消を目的として、採用が決定。柏崎市の目指す「脱炭素のまち」に貢献する電池として、2023年度と2024年度の2年連続で選ばれている。(図6)



図6 柏崎あい・あーるエナジー向け案件電池外観

(4) 中国電力ネットワーク案件（島嶼地域でのカーボンニュートラル・電力レジリエンス向上⁶

中国電力ネットワークに採用され、隠岐諸島海士町（あまちょう）に設置が決定。

「離島等における再エネ主力化に向けた設備導入等支援事業」(環境省の補助事業)として進められている

プロジェクトで、隠岐諸島における脱炭素社会の実現を加速し、災害時の独立運用（マイクログリッド）の電源としても活用される予定。

レドックスフロー電池のもつ高い安全性により、設置や運用の際に危険物取扱者の常駐が必要ないことも、採用の理由のひとつとなった。

(5) 日本ピーエス向け案件（再エネ比率向上、電気代削減、レジリエンス向上）⁷

同社の敷地内の再エネ電力比率を50%に向上させる目的で導入され、ピークカットによる電気代削減、停電時の重要設備への給電を目的とした自立電源としての運用等、目標を上回る実績を上げている。（図7）

6. まとめ

再エネ導入の活性化に伴い、レドックスフロー電池として、優位性を発揮できる長時間（6h以上）仕様



図7 日本ピーエス向け案件電池外観

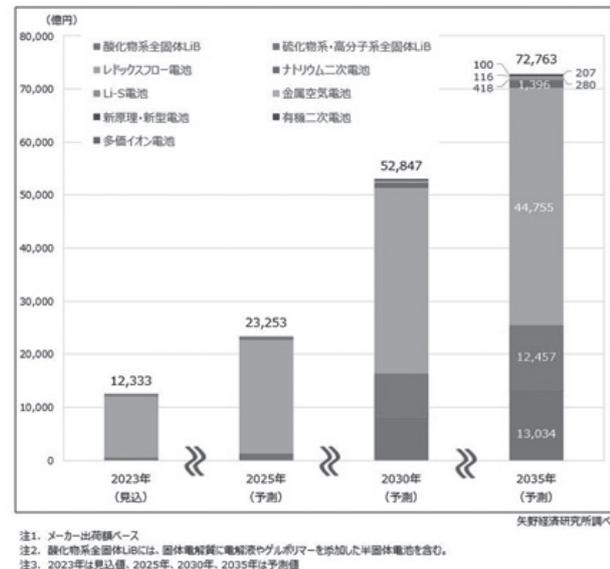


図8 次世代電池世界市場規模予測⁸

のニーズも拡大しており、レドックスフロー電池は多用途に使える電池として採用が増えつつある。

その市場は2035年には約4.5兆円に達する（図8）と予測されており、今後の大きな成長が期待されている。

当社の2025年4月時点における竣工済プロジェクトは、7カ国で46プロジェクトとなり、容量は189MWhに達している（図9）。今後もレドックスフロー電池の優れた特性を活かし、広範に採用されるよう努め、脱炭素社会の実現に貢献していく。

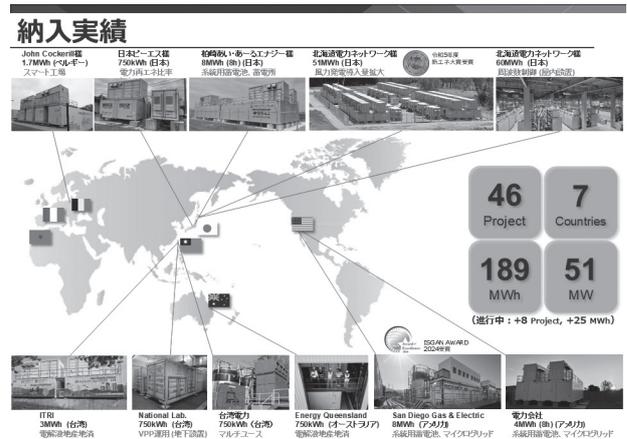


図9 当社レドックスフロー電池竣工済プロジェクト

注：特定の地域や施設で小規模な発電設備を整備して、地域内の電力を自給自足するエネルギーシステム

(参考文献)

1. 経済産業省：「蓄電池産業の現状と課題について」P 4、2021年11月18日
2. 住友電気工業株式会社広報部：id vol.19 再生可能エネルギーを支える。「レドックスフロー電池」が担う使命 P 4、2022年 8月
3. 住友電気工業株式会社：プレスリリース「レドックスフロー電池「新エネ大賞：新エネルギー財団会長賞」を受賞」2024年 1月31日
4. 住友電気工業株式会社：プレスリリース「米国でのレドックスフロー電池を用いたNEDO実証事業で「ISGAN Award 2024」を受賞」2024年10月10日
5. 住友電気工業株式会社：プレスリリース「新潟県柏崎市「脱炭素のまち」に貢献～レドックスフロー電池」2024年12月11日
6. 住友電気工業株式会社：プレスリリース「隠岐諸島でレドックスフロー電池システム構築開始」2025年 1月15日
7. 住友電気工業株式会社：プレスリリース「株式会社日本ピーエス 本社・工場向けレドックスフロー電池を受注」2022年10月 4日
8. 株式会社矢野経済研究所：プレスリリース「次世代電池世界市場に関する調査を実施（2024年）」2024年 5月20日

(筆者略歴)

- 1987年 住友電気工業株式会社入社
- 2012年 同社 インフラ事業推進部製造企画部長
- 2023年 同社 エネルギーシステム事業開発部長
- 2024年 同社 R F電池事業開発部長