

レドックスフロー蓄電池によるVRE計画送電手法

株式会社オフィス原田

原田 達朗

日本電気学会 基調講演

エネルギーのデジタル化とそれに伴うデータ活用技術調査専門委員会

2020.11.12 東京大学

背景1 CO2削減

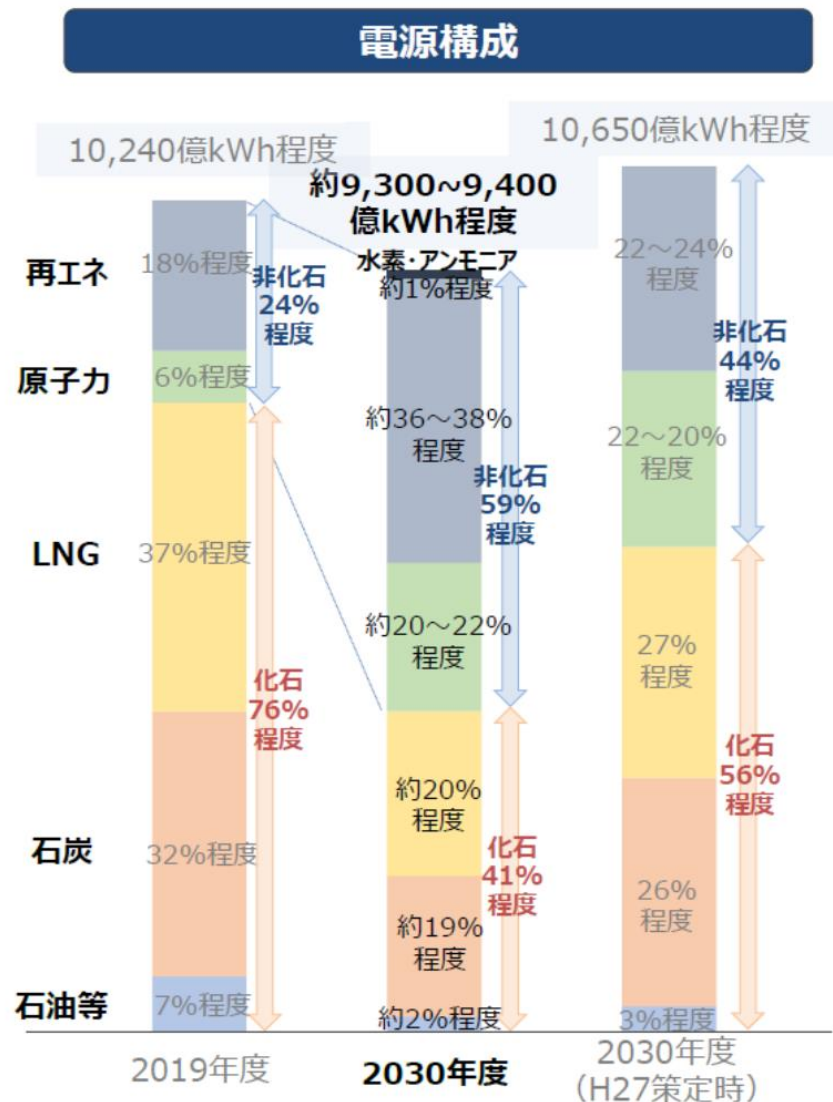
エネルギー基本計画 案（令和3年度）

2030年度46％削減に向けた深堀

- 電力消費を10％圧縮（省エネ）
- 原子力比率を維持
- 再エネ比率を大幅上乘せ

CO2フリー電源（原子力、再エネ）
の利用拡大

→ 調整力の確保
（小型分散設置の再エネには分散型
の調整力が有効）



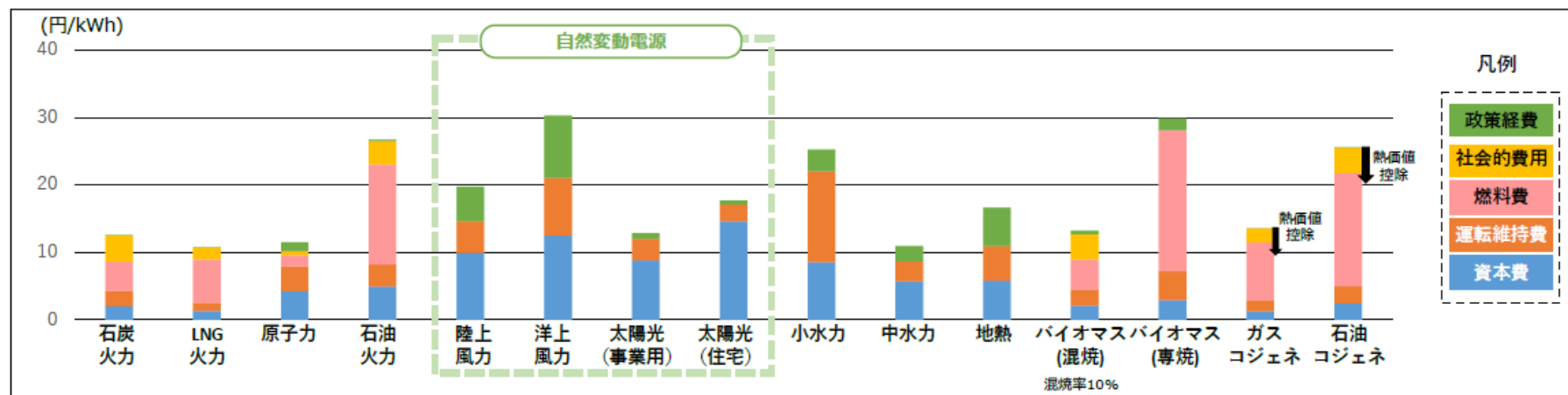
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/046/046_004.pdf

背景2 発電コスト

CO2フリー電源は発電コストが小さい。さらに、再エネ電源は近い将来原子力を凌駕するコストになることも予想されている

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼)	バイオマス(専焼)	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト (円/kWh) ※()内は 政策経費なしの値	12円台後半 (12円台後半)	10円台後半 (10円台後半)	11円台 後半～ (10円台 前半～)	26円台後半 (26円台後半)	19円台 後半 (14円台 後半)	30円台 前半 (21円台 前半)	12円台 後半 (12円台 前半)	17円台 後半 (17円台 前半)	25円台 前半 (22円台 前半)	10円台 後半 (8円台 後半)	16円台後半 (10円台 後半)	13円台前半 (12円台 後半)	29円台後半 (28円台 前半)	9円台前半～ 10円台後半 (9円台 前半～ 10円台 後半)	19円台後半～ 24円台前半 (19円台 後半～ 24円台 前半)
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	30% 40年	25.4% 25年	30% 25年	17.2% 25年	13.8% 25年	60% 40年	60% 40年	83% 40年	70% 40年	87% 40年	72.3% 30年	36% 30年

(注1) グラフの値はOECD (2020)「World Energy Outlook 2020」の公表政策シナリオの数値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコストを使用。



原子力の感度分析 (円/kWh)	
廃止措置費用2倍	試算中
事故廃炉・賠償費用等1兆円増	試算中
再処理費用及びMOX燃料加工費用2倍	試算中

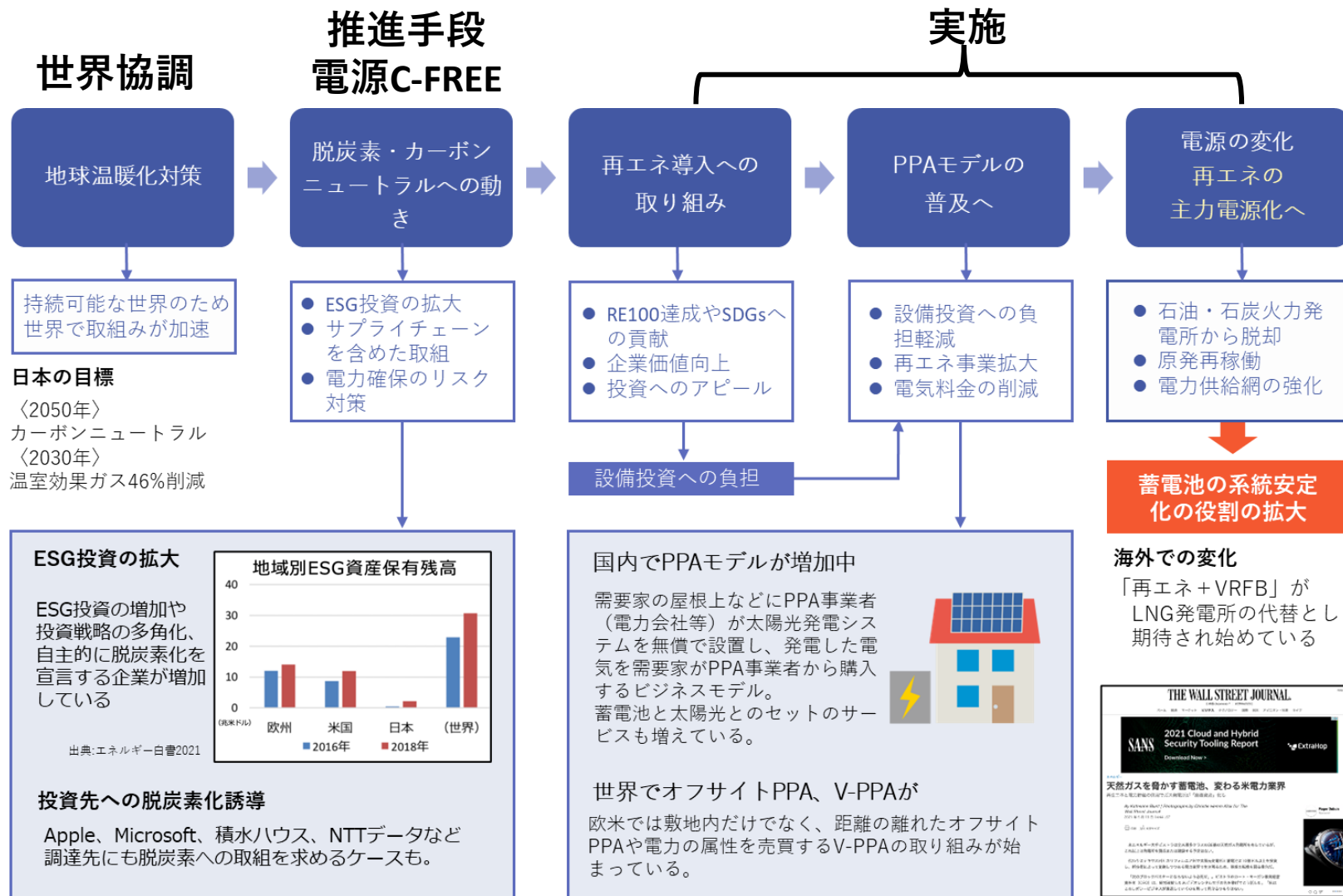
化石燃料価格の感度分析 (円/kWh)			
燃料価格10%の 変化に伴う影響 (円/kWh)	石炭 試算中	LNG 試算中	石油 試算中

令和3年7月12日
発電コスト検証ワーキンググループ

(注2) OECD (2020)「Projected Cost of Generating Electricity 2020」等を参考にして試算

カーボンフリー化

カーボンフリー電源へのシフトに伴い、蓄電池の系統安定化と調整力貢献への期待



再エネ利用拡大の課題

2050年カーボンフリー社会構築に対し、CO₂を発生しない再エネ、原子力は重要性を増している。これらの発電コストは火力電源を凌駕し、主力電源たる水準になってゆく。

一方

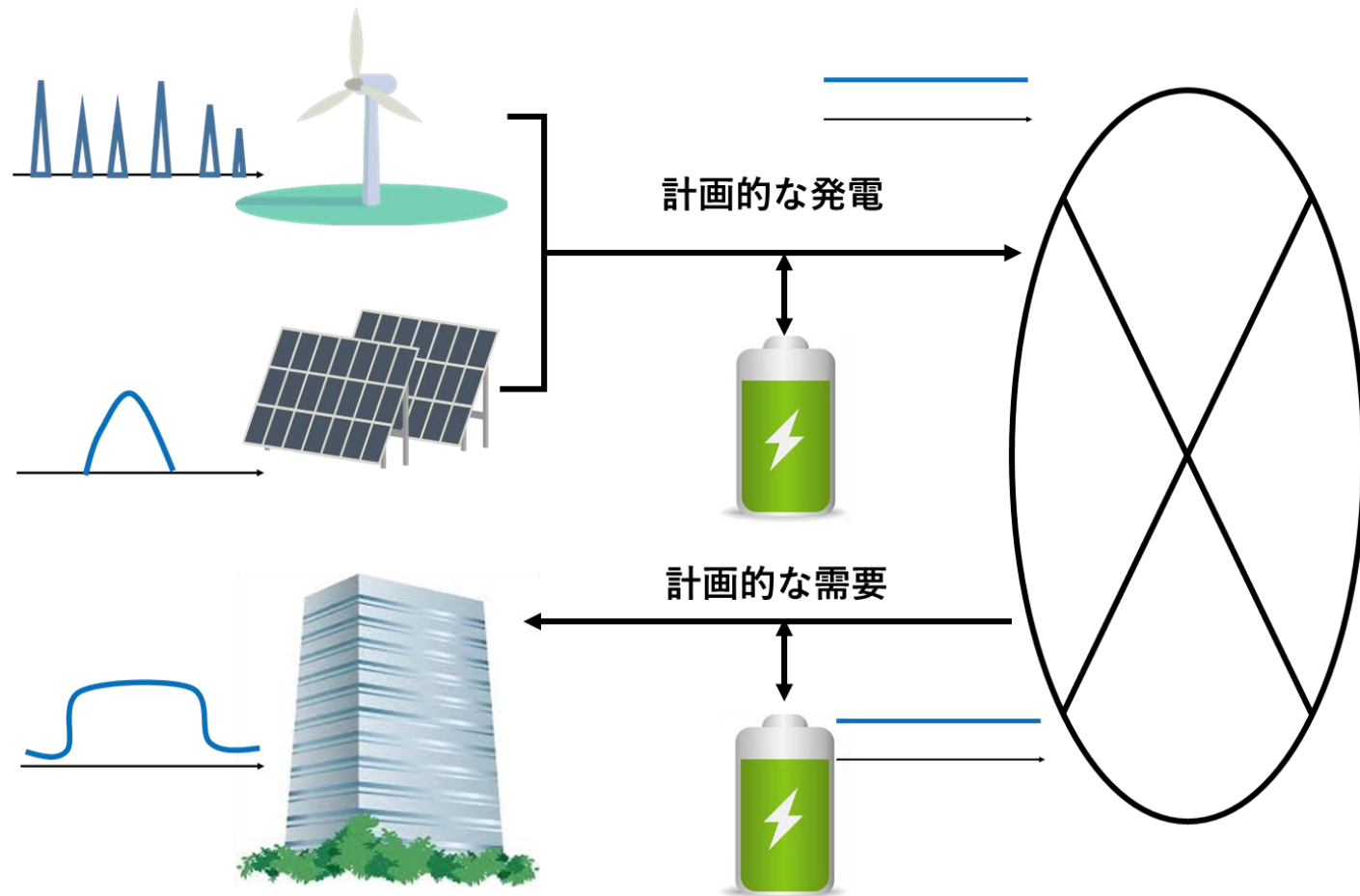
- ✓ カーボンフリー電源は需要に合わせた出力調整能力を有しておらず、何らかの調整力との協調運用が不可欠
- ✓ 小型分散電源に対応する調整力（大型集中電源原子力は揚水発電所の調整力）が必要

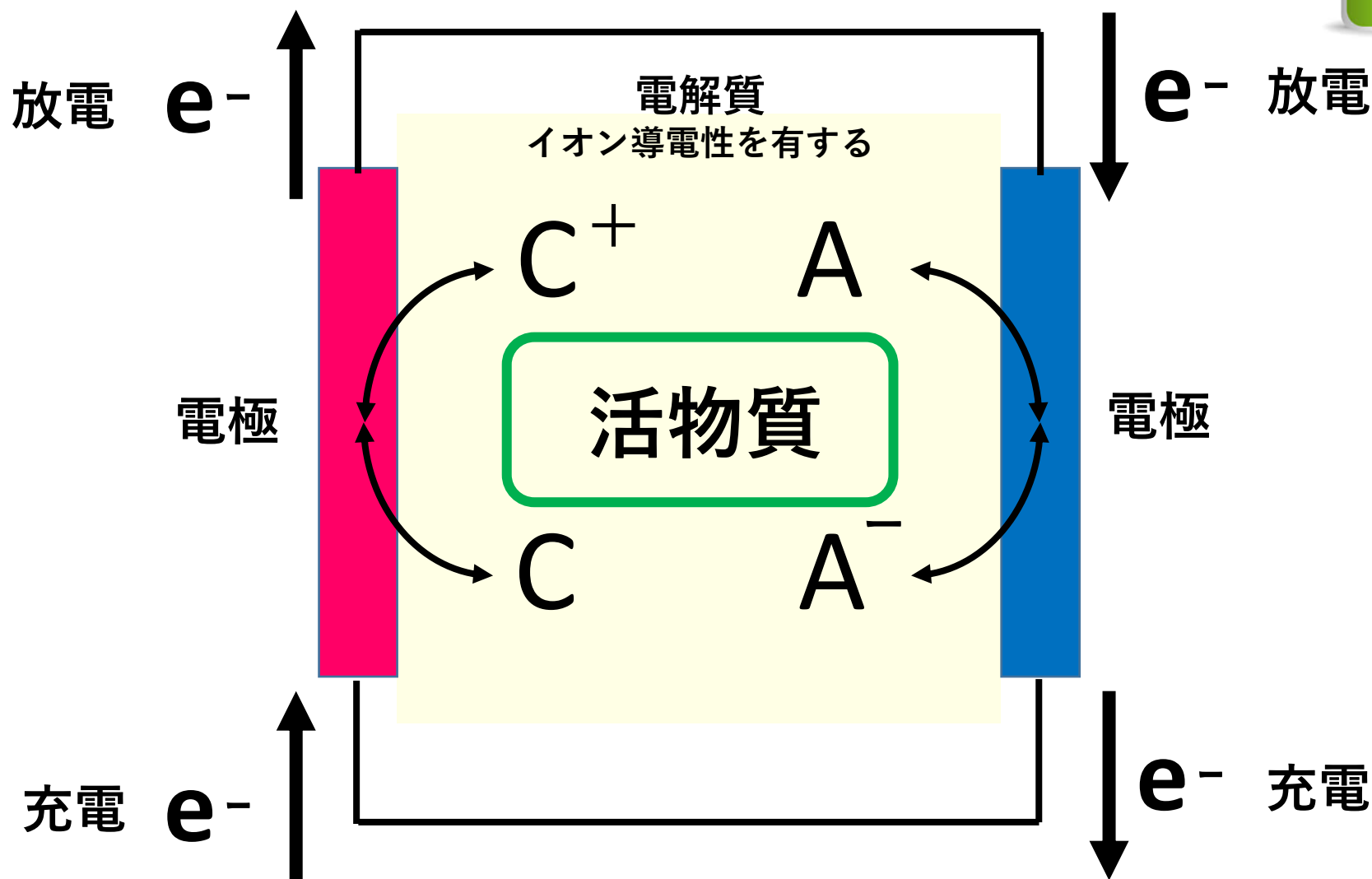
蓄電池への期待

- ・ 分散電源からの計画送電（分散電源の調整力）
- ・ 発電サイドに依存する調整力機能を需要サイドにも付与

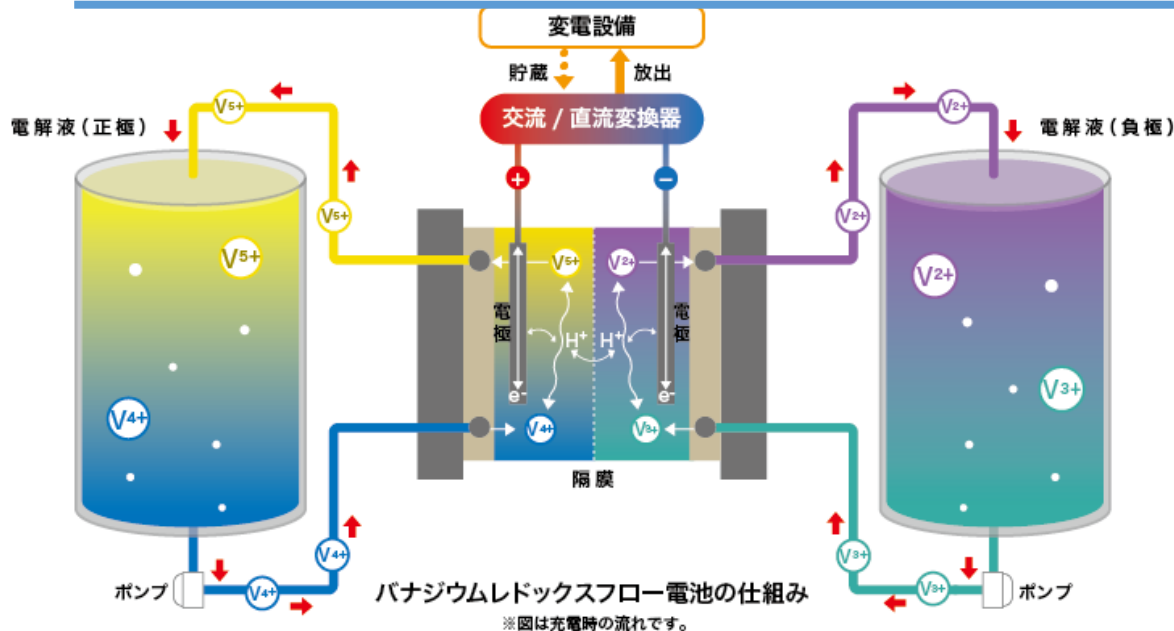
蓄電池による調整機能のイメージ

供給/需要双方に調節機能を持ち協調できれば、系統安定化に貢献できる





蓄電池比較



レドックスフロー蓄電池 (半電池)

OCV : 1.4 V

正極



負極

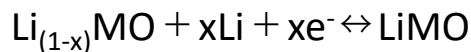


レドックスフロー電池は2種の異なる電解液をセパレータで隔て利用する半電池

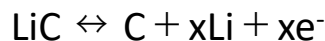
リチウムイオン蓄電池

OCV : 3.6—3.8 V

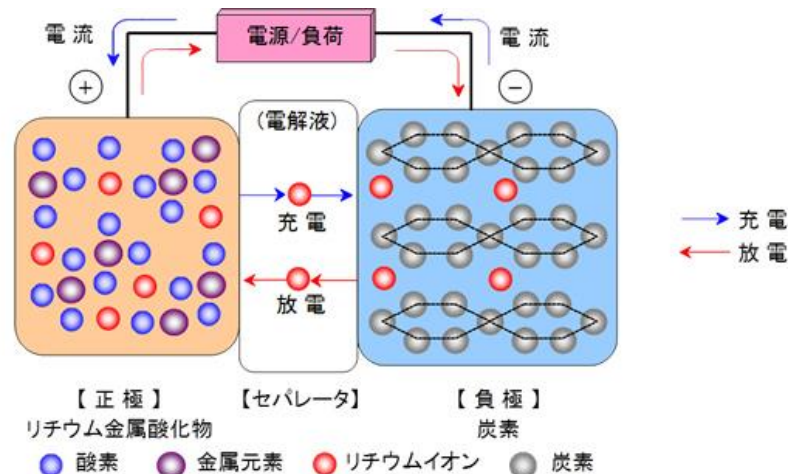
正極



負極



<https://www.mc.showadenko.com/japanese/products/sds/lbattery/006.html>



レドックスフロー電池の特長



安全性

- 不燃性の電解液なので、発火による事故の心配がありません

長寿命

- 充放電を繰り返しても電池の劣化がほとんどなく長寿命
- 電解液は半永久的に利用が可能です

拡張性

- 電池セルサイズで出力、電解液量で容量を自由に設計可能
- 必要に応じて出力/容量拡張も可能

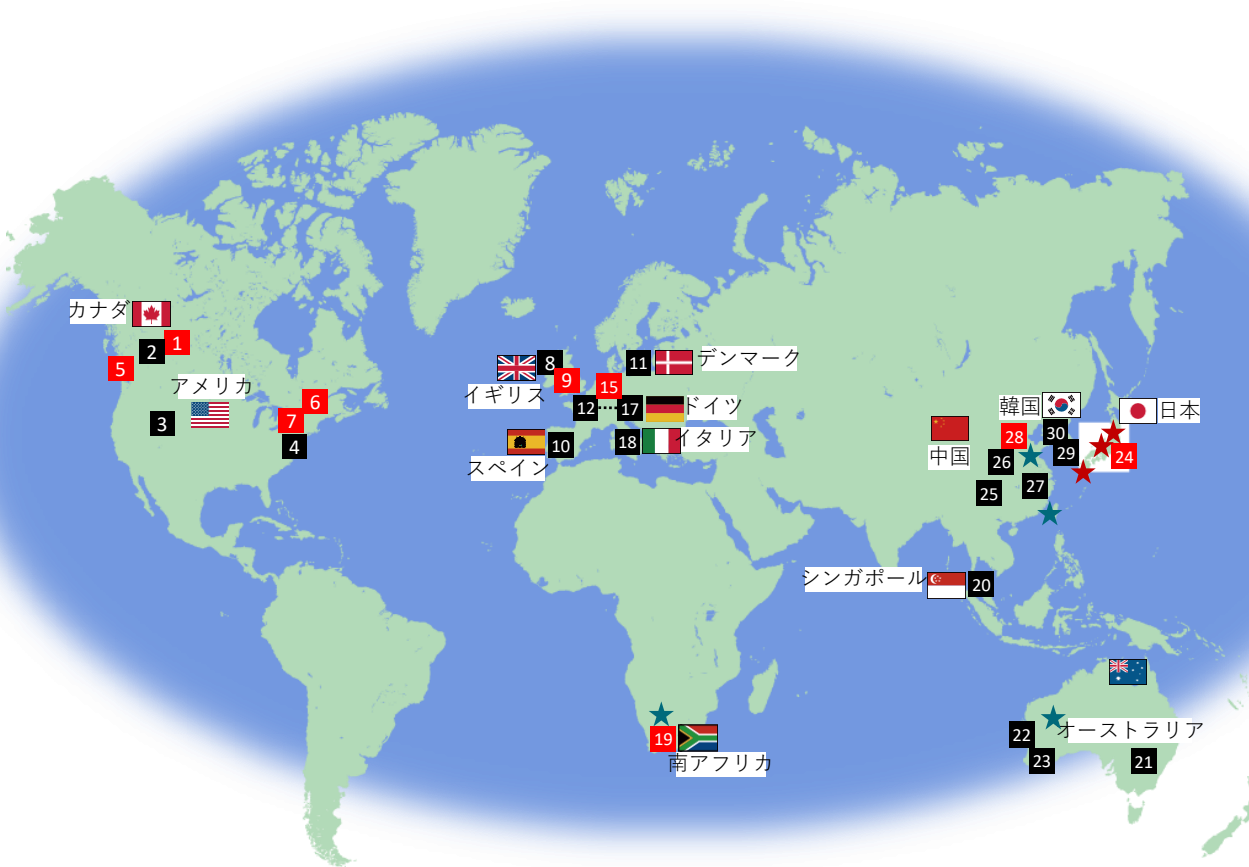
運用性

- 蓄電量・放電量の正確な測定が可能

大容量

- 電解液の追加性、大容量化可能。

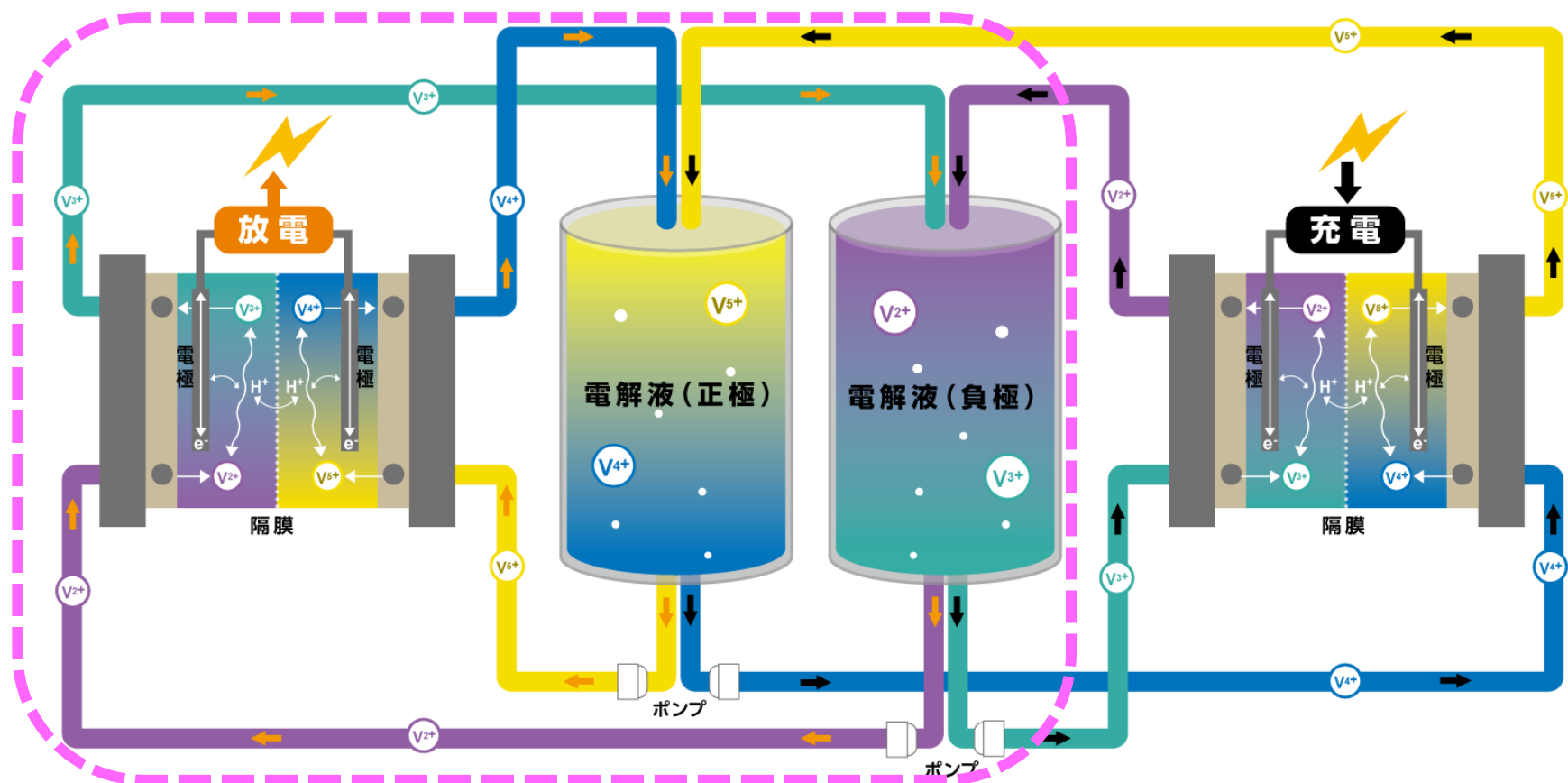
レドックスフロー電池供給社



世界の主なVRFBメーカー

	Canada	Avalon Battery→Invinity Energy Systems
		CellCube Energy Storage Systems Inc.
	USA	Storion
		StorEn Technologies
		UniEnergy Technologies
		Vionx Energy Corp
		WattJoule
	United Kingdom	HydraRedox
		redT→Invinity Energy Systems
	Spain	Energy Storage Solutions
	Denmark	Visblue
	Germany	Schmid Energy Systems→EVERFLOW
		Solibra
		ThyssenKrupp (company/Innovation)
		Volterion
		VoltStorage GmbH
		GILDEMEISTER energy solutions GmbH
	Italy	Proxima
	South Africa	Bushveld energy→Invinity Energy Systems
	Singapore	Vflow Tech
	Australia	Power Stac
		V-Kor/Protean Energy
		Australian Vanadium Limited
	Japan	Sumitomo Electric
	China	Big Power
		Rongke Power
		Shen-Li High Tech
		VRB Energy (北京普能)
	Korea	H2 Inc
		LG Chem

セル毎個別運用(充電/放電)



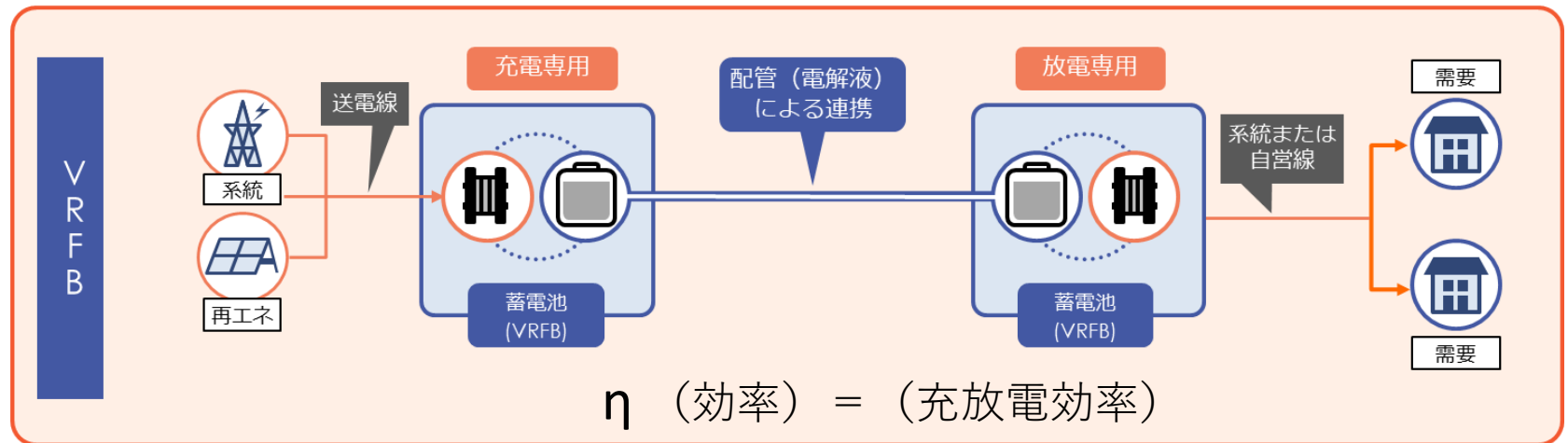
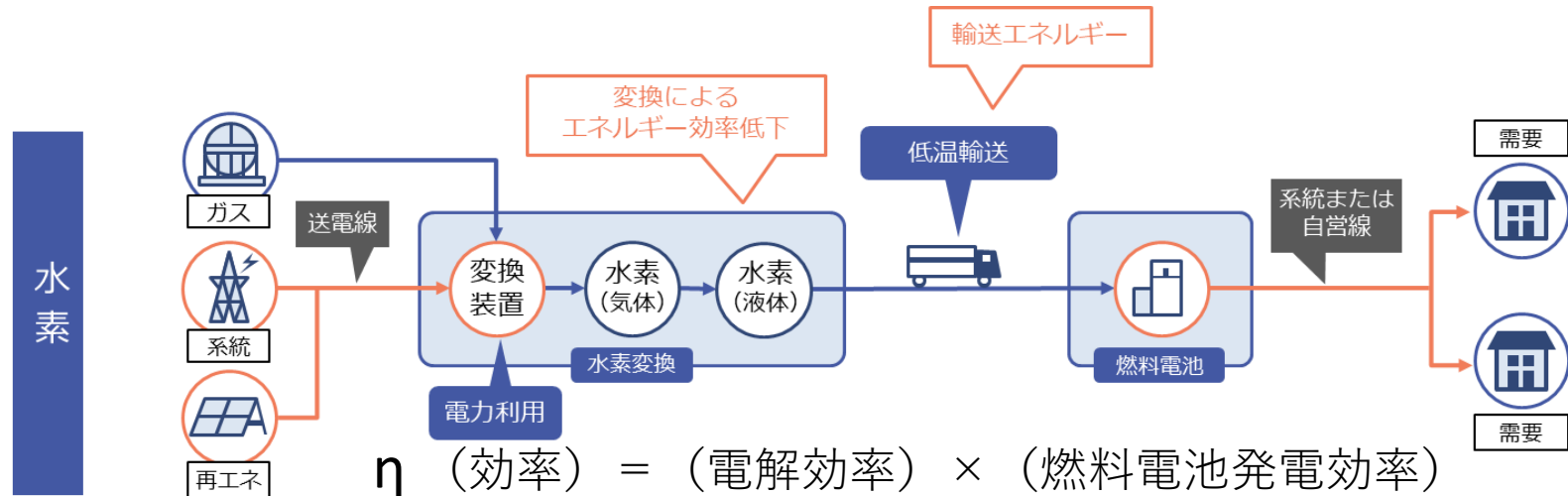
バナジウムレドックスフロー電池の特徴を使ったアプリケーション

VRFBでは、正極/負極活物質は電解液中のVイオンなので、

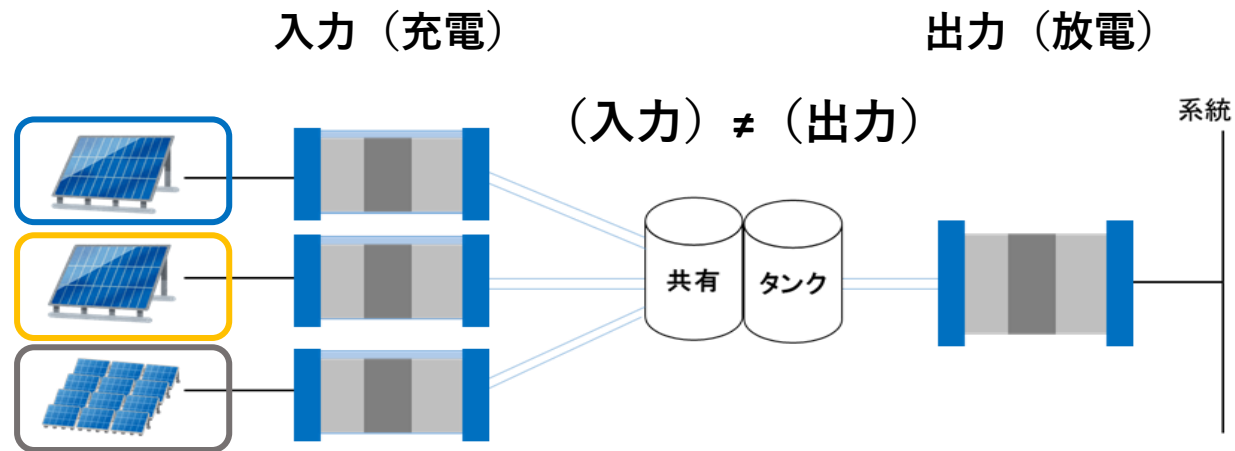
電解液移動 = 電力輸送

水素とレドックスフロー電池による電気エネルギー輸送モデル比較

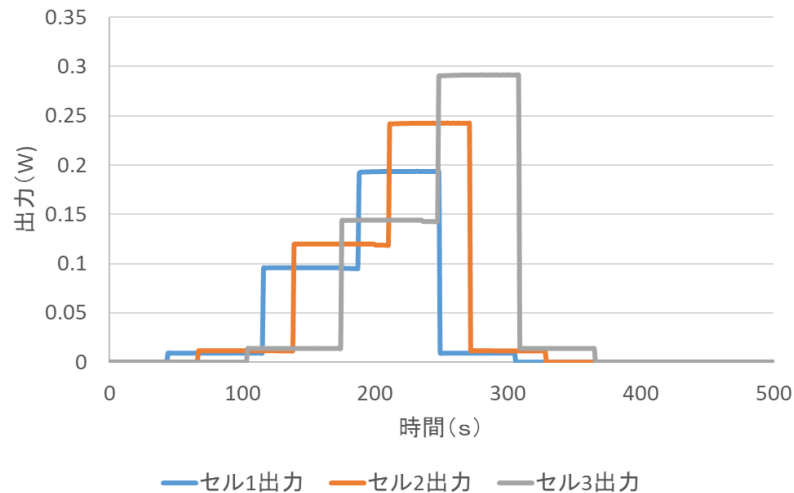
電解液による電力移送は水素システムに近い



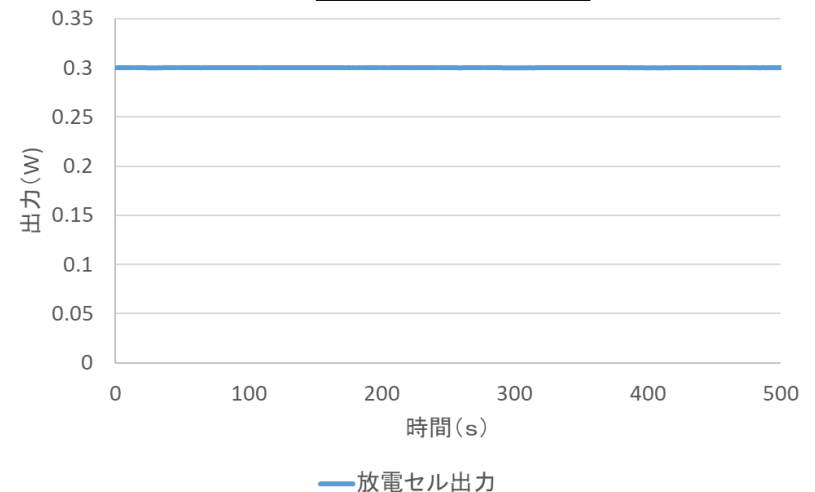
充電/放電セル個別運用試験



変動する複数の電源入力



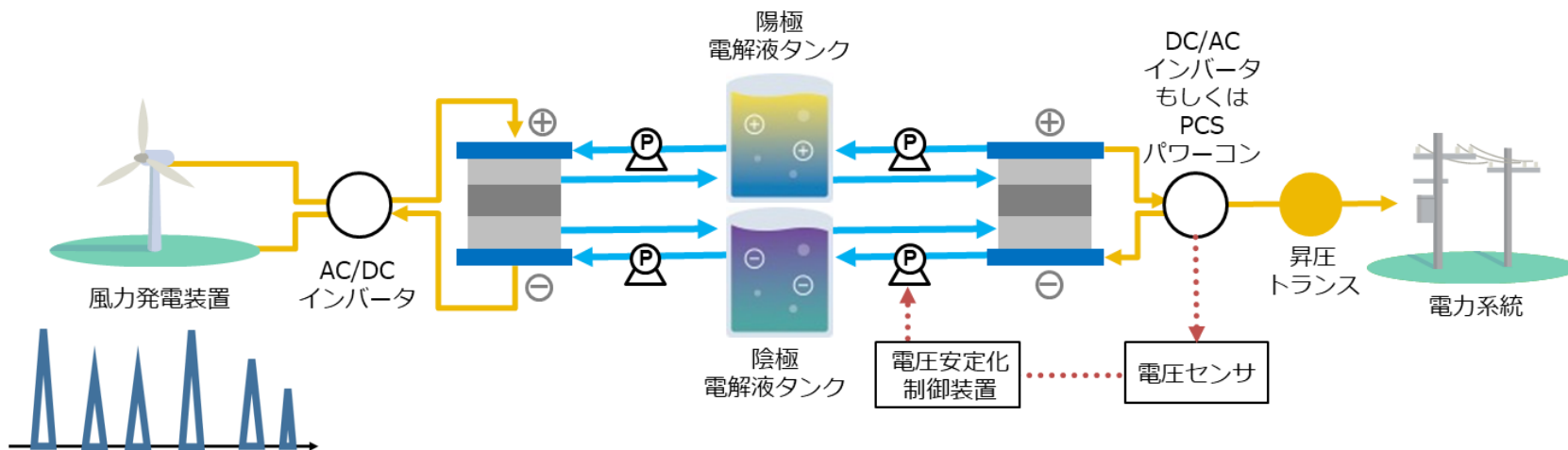
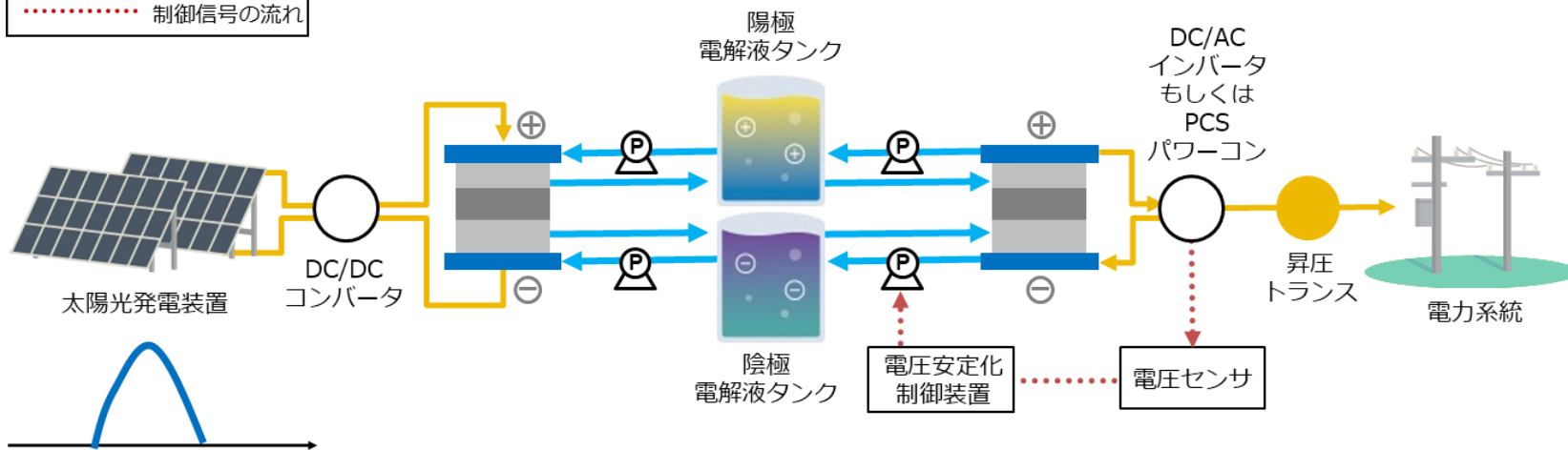
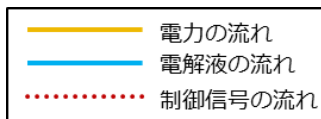
計画放電



充電の変動が放電出力に一切影響しない

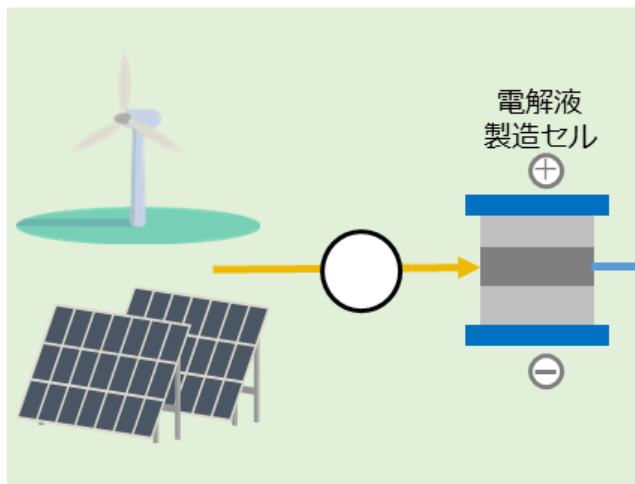
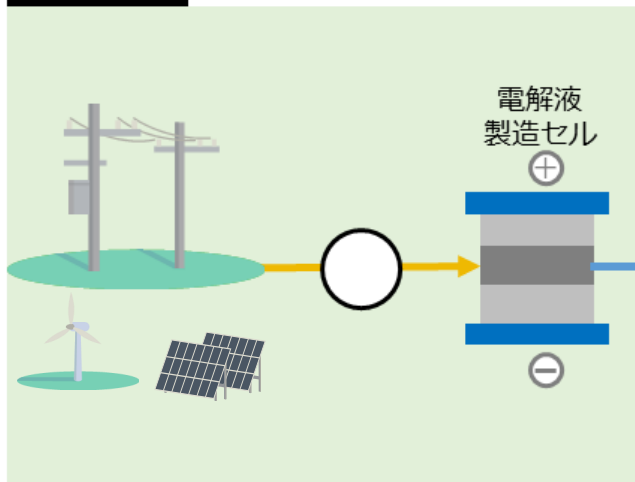
VRE出力安定化方法(例)

大容量設計可能



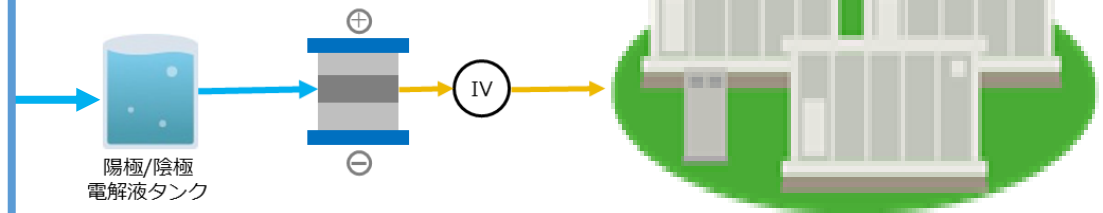
無停電供給/電源選択(例)

入力サイド



RE100データセンター
(大容量供給可能)

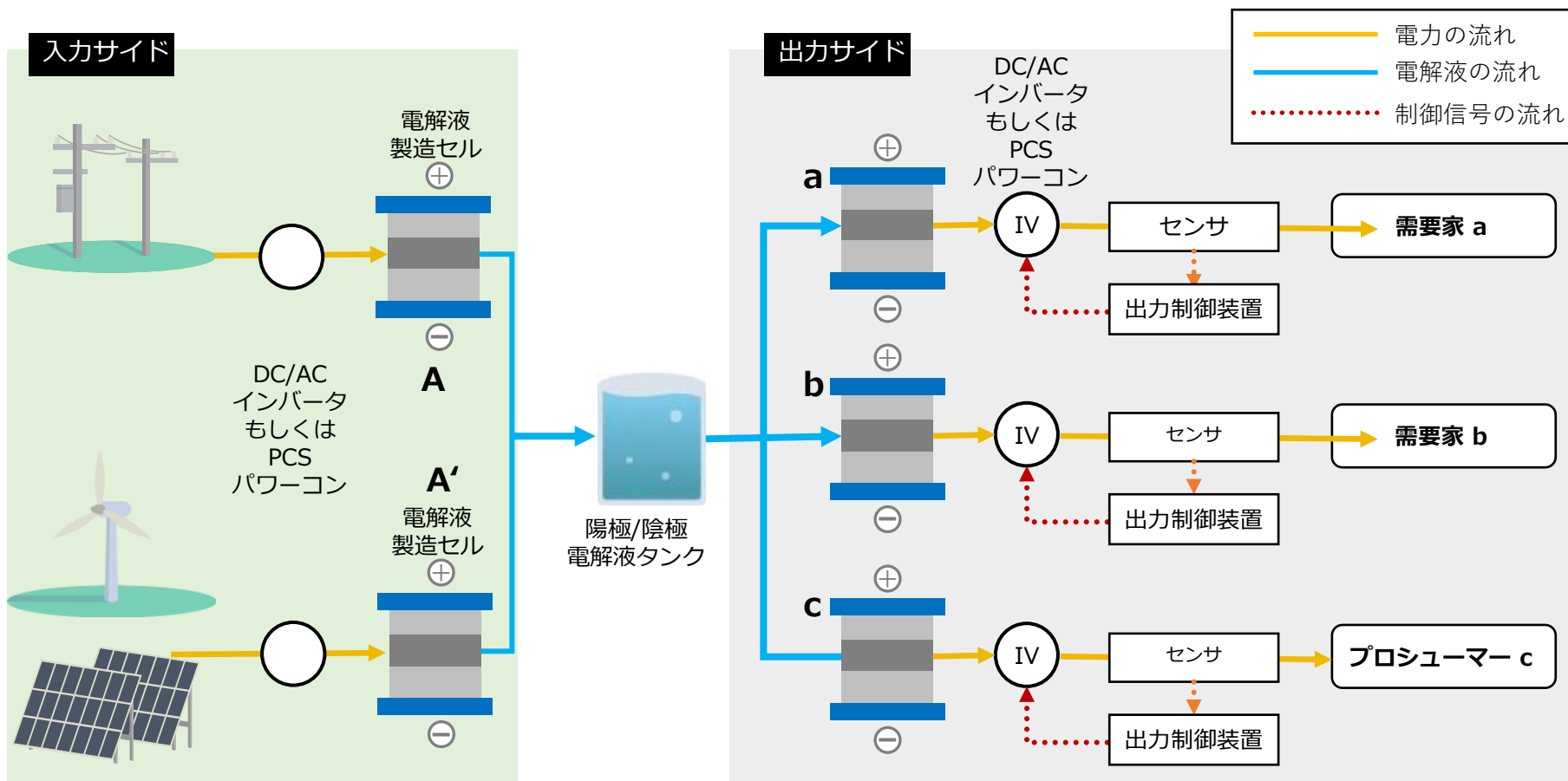
無停電電力供給
電源の選択可能



出力サイド
データセンターなど

— 電力の流れ
— 電解液の流れ

電解液による電気の分配(例)



系統に連係するAもしくは再エネA'からの入力を電解液を介して需要家/プロシューマーa、b、cに計画的に分配。電解液タンクは受電/放電の誤差を補正する機能を有する (a,b,cは各々系統からの受電も受けられる) 受電エネルギー、放電エネルギーを管理し電源別のエネルギー在庫管理も可能。

系統容量制限下での蓄電池利用による再エネ活用

- ① 再エネ発電の連係容量圧縮
- ② 商用系統への計画的な送電
- ③ 近隣需要への直接供給
- ④ 余剰電気の預かり
- ⑤ データセンターなどへの無
停電電力供給

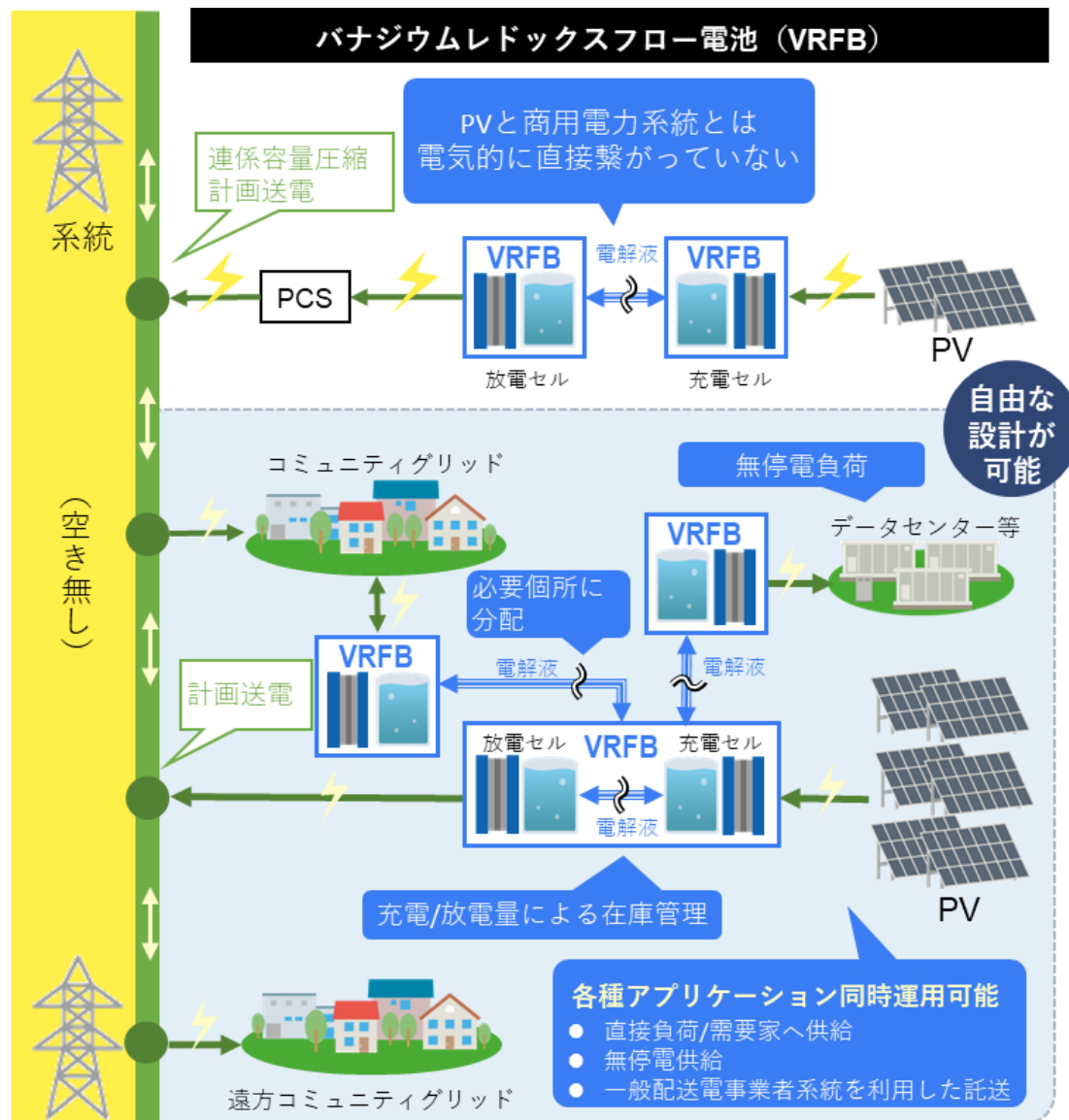
etc

・単なる電気をためるだけでは
ない、多機能な蓄電池の活用

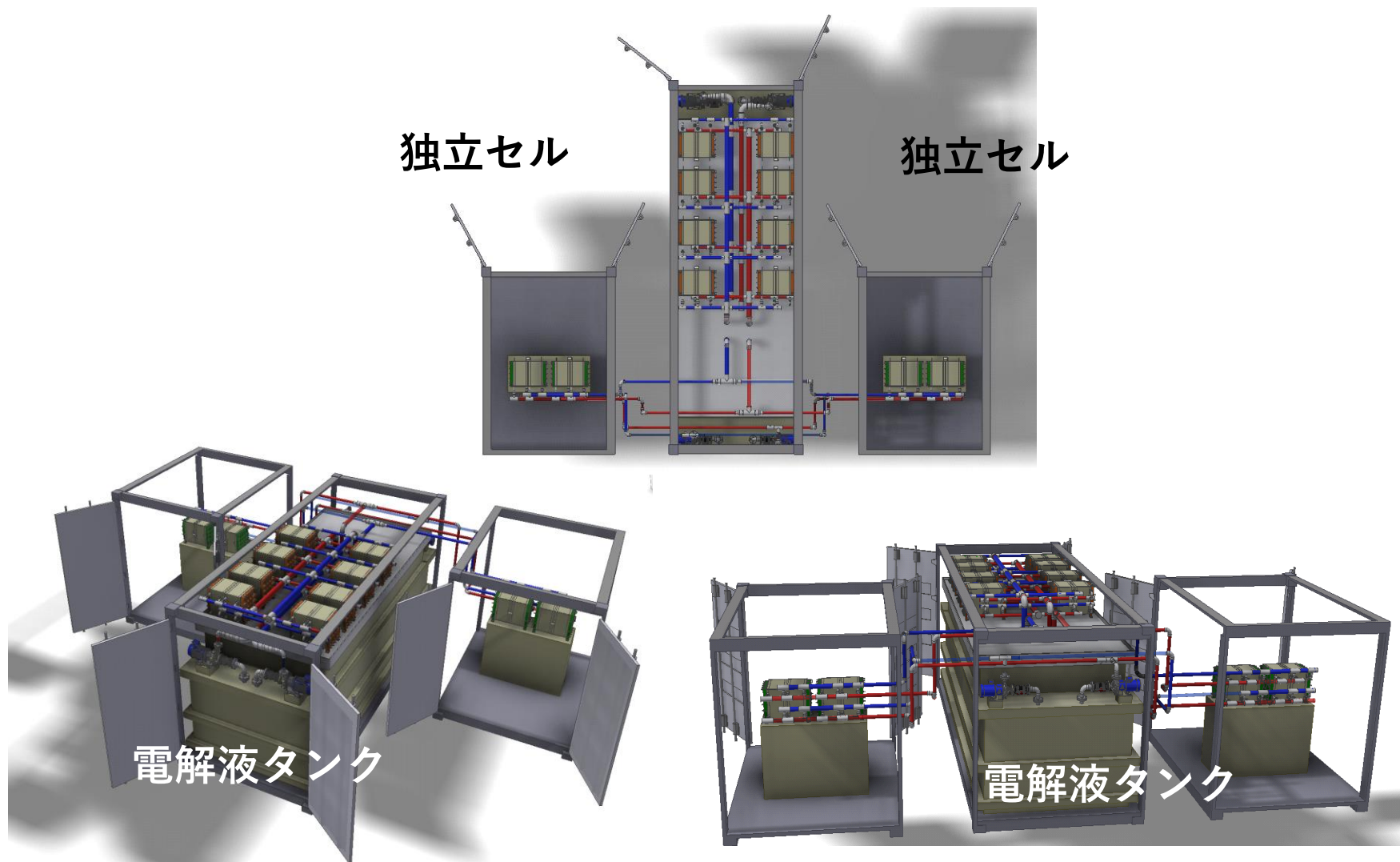
- ・ REBは大容量に対応



系統安定化への貢献



レドックスフロー電池のイメージ



レドックスフロー まとめ

2050年カーボンニュートラル達成に向け、再エネの大量活用が想定される。それに伴い、調整力として大量の蓄電池の導入が予想されている。

1. 再エネ安定活用への貢献
2. 再エネ大量連係に伴う系統不安定化是正への貢献
3. 再エネを複数の需要家で分配/直接利用で系統負担軽減
4. 再エネの計画発電による、補償電源負担の軽減
5. 地域レジリエンスへの貢献
6. 大容量化（kWh）で電力の預かり/在庫管理

レドックスフロー蓄電池（半電池）は、再エネ電源の安定運用をはじめ電力融通など、電力をためる以外の多くのアプリケーションを提供する

レドックスフロー電池のイメージ

VRFBの
強み

送電だけでなく、電解液の配管や
輸送による電力供給が可能

送電時の様々な制約に対応

再生可能エネルギー普及の阻害要因

- 系統容量制限
- 出力抑制

再生エネの増加により、送電線を利用する
リスクが増加。電力輸送で送電線に限ら
ないVRFBが有利に。

VRFBの
強み

- 充放電回数による劣化がほとんど無い
- 正確な充放電の量を把握できる

長寿命で様々な役割に対応できる多機能電池

蓄電池に求められる役割

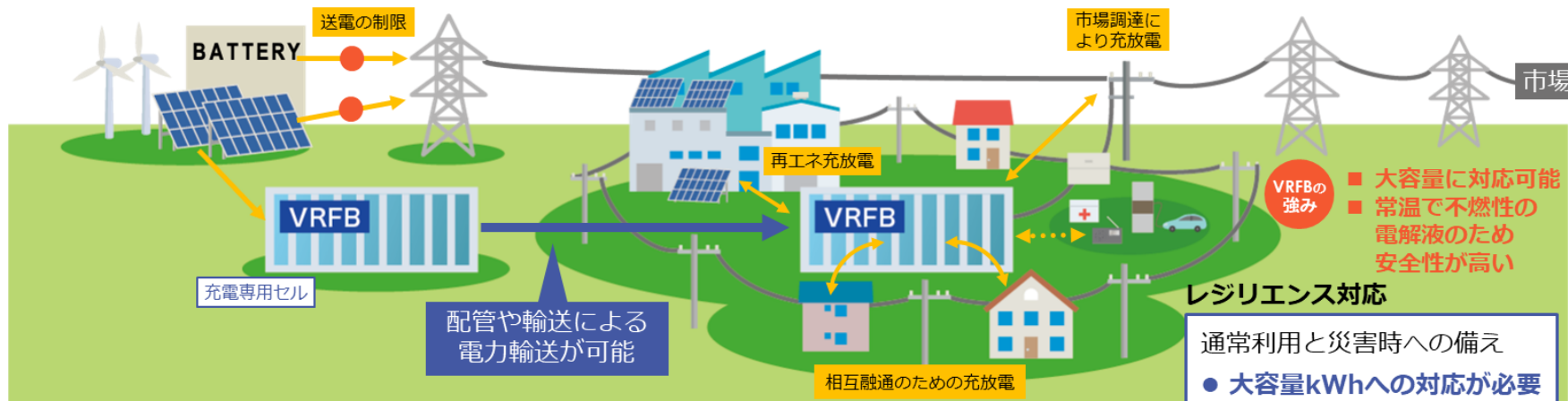
- 再生可能エネルギー
の充放電

+

- 電力相互融通の
ための充放電
- 市場調達価格差
に対する充放電

充放電：1日1サイクルから複数回必要に

蓄電池の役割が増え、
充放電のサイクル数が増加すると、他電池は
劣化が早まりリプレイスを
繰り返す必要があり
長寿命なVRFBが有利に。



VRFBは再生エネの有効活用に最適な蓄電池であり、今後需要が増えると予想される

Copyright © LE SYSTEM CO., Ltd. All Rights Reserved.