



革新的な&信頼性の高い エネルギーストレージソリューション

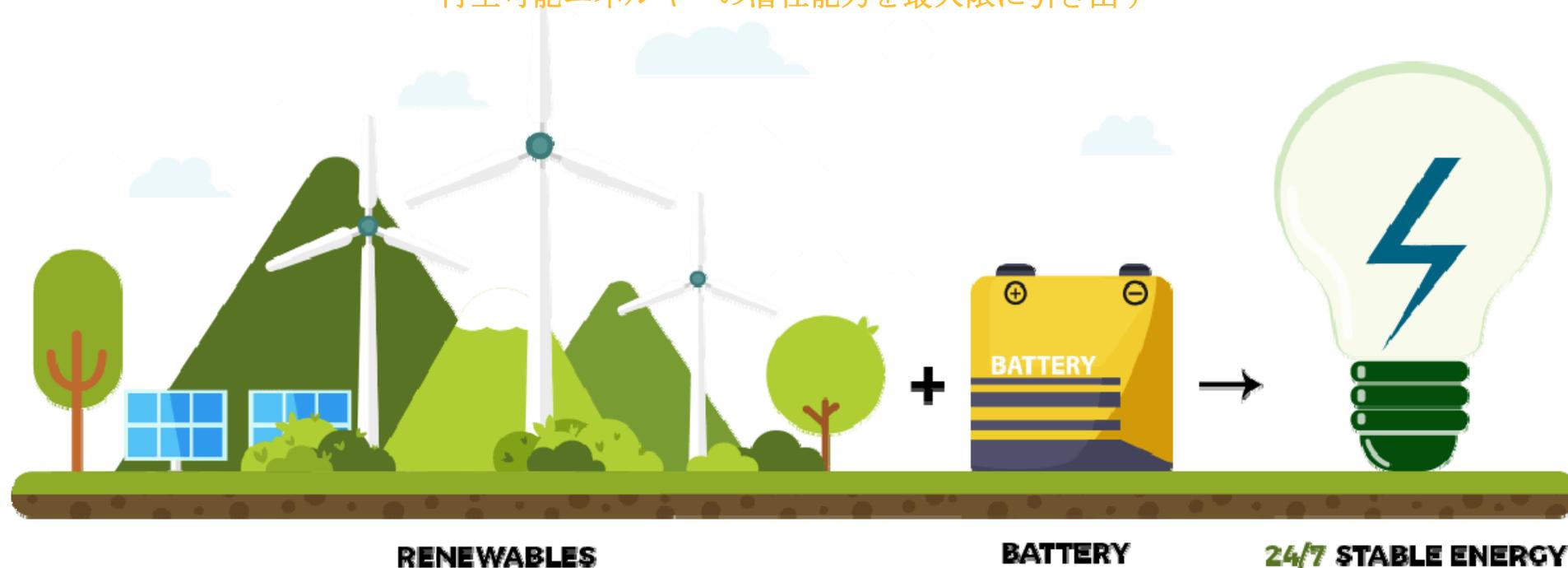
再生可能エネルギーの真のポテンシャルを解放

VFlowTech | Powering Tomorrow
Feb 2025



長期エネルギー貯蔵 (LDES)

再生可能エネルギーの潜在能力を最大限に引き出す



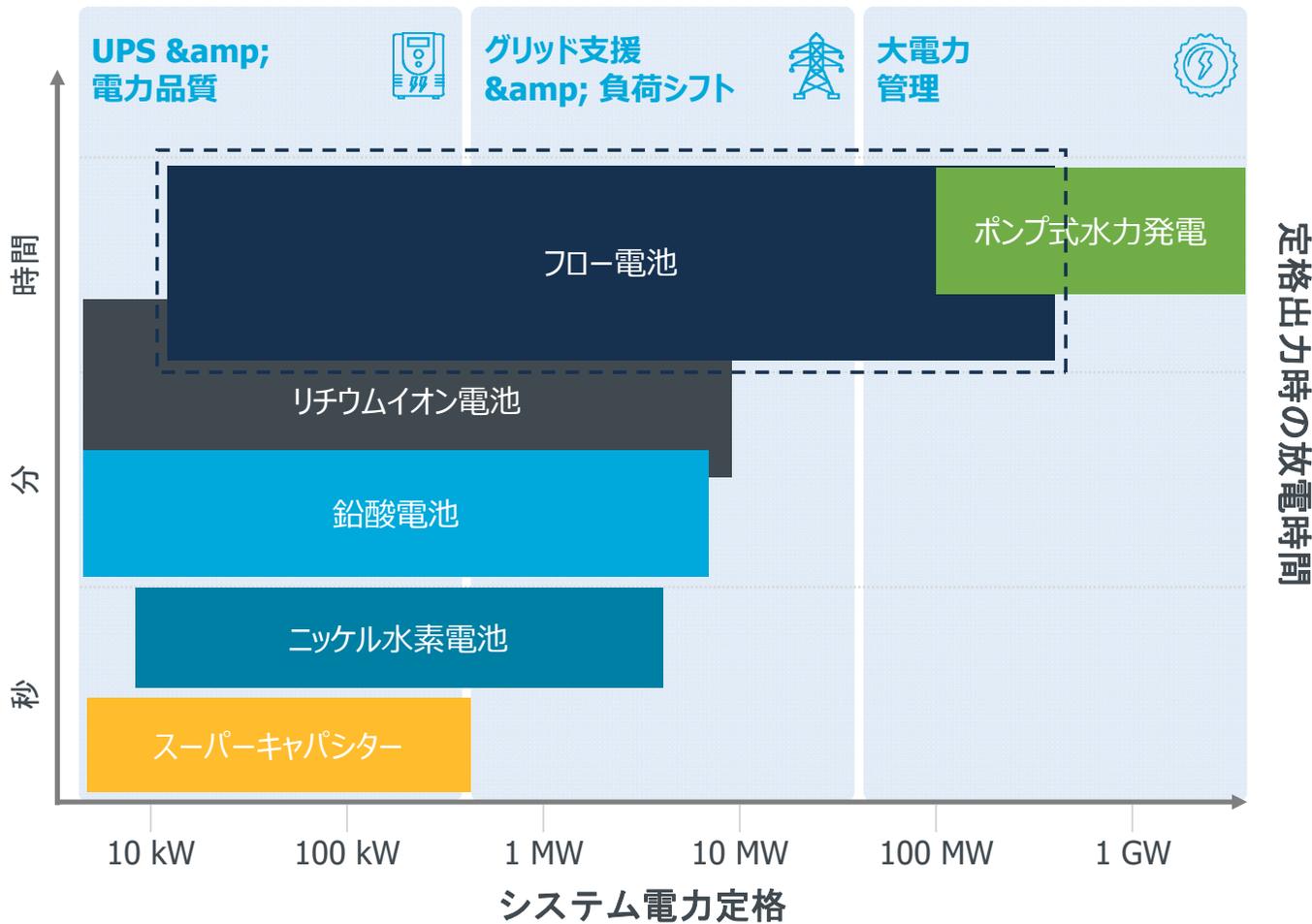
再生可能エネルギーのコストは過去10年間で指数関数的に低下してきました



LDESの緊急導入が必要
再生可能エネルギーの需要をさらに拡大するため

フロー電池

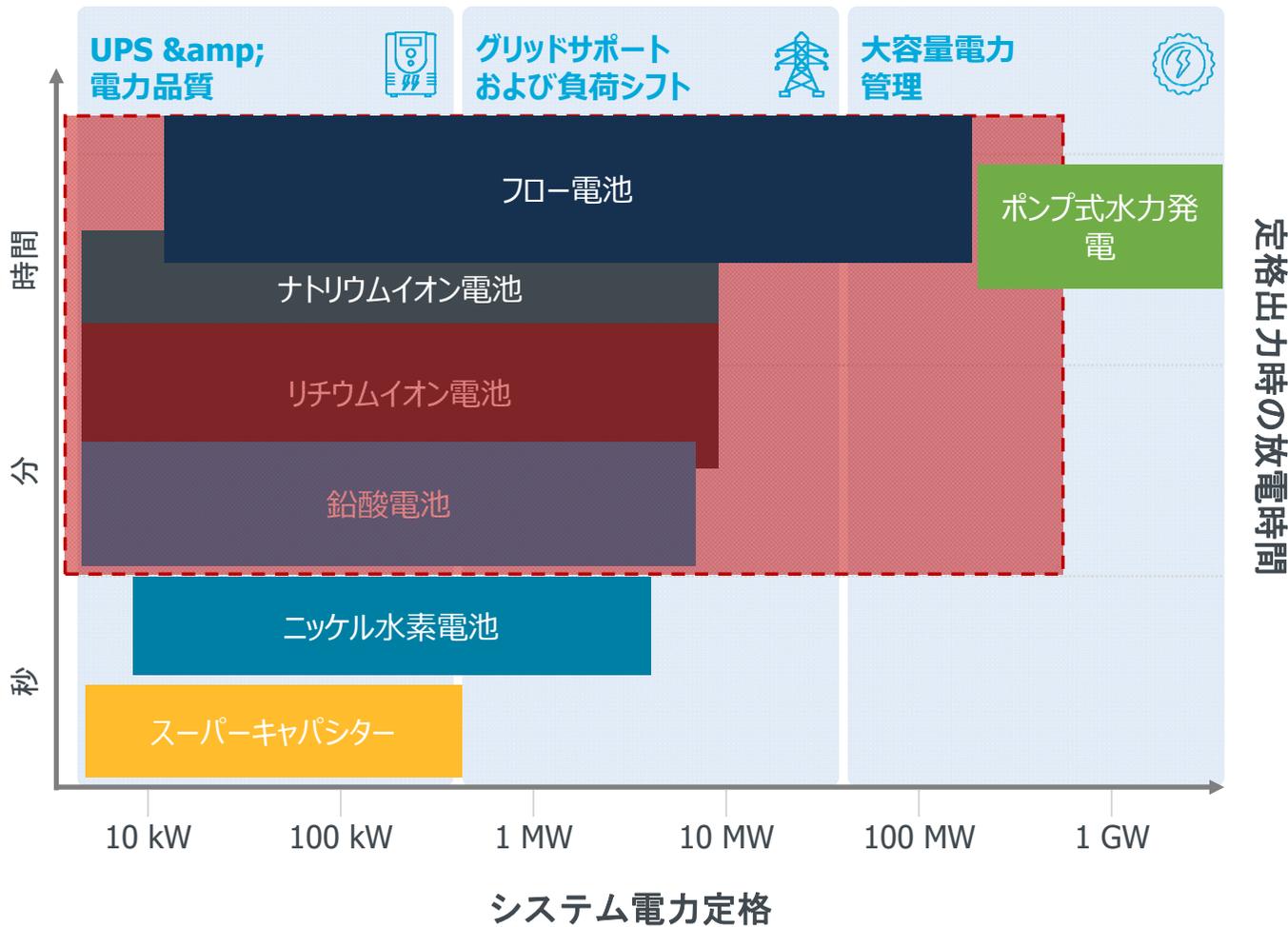
LDES アプリケーションにおいて独自のポジションを確立



- 市場は、信頼性が高く、コスト効率に優れ、安全で、高出力、高エネルギー、およびグリッド規模のアプリケーションに適したエネルギー貯蔵システム (ESS) を必要としています
- リチウムイオン電池と鉛酸電池は短時間貯蔵に適しています。しかし、熱暴走、性能劣化、環境への影響 (リサイクルが困難) といった課題を抱えています
- フロー電池は、大規模 (100kWh超) かつ長時間 (数時間から数日) のエネルギー貯蔵に特に適しています

単一の技術ではすべての需要を満たすことはできません！

ハイブリッドESS



- 市場は、高出力と高エネルギーの両方のアプリケーション向けに、信頼性が高く低コストで安全なバッテリー貯蔵システムを必要としています。
- ハイブリッドESSシステムは、個々のバッテリーの性能を向上させ、顧客にさらなる価値を提供するように設計されています。
- ハイブリッドESSは、より経済的で顧客にさらなる柔軟性を提供すると期待されています。
- ハイブリッドESSは、バッテリーの利点を活用し、より優れた往復効率を実現します。

主要な革新

南洋理工大学 (NTU) と当該企業による10年間の研究



7件以上の特許出願済み & 30件の公開文献

- インターディジテッドフローフィールドと最適化されたヘッダーにより、レドックスフローバッテリー内の電解液の均一な分布を実現
- 電解液の配合 (PCT/SG2022/050416)
- レドックスフロー電池用のフローフレームおよびレドックスフロー電池 PCT/SG2021/050647
- フロー電池の充電開始方法、フロー電池システム用コントローラーおよびフロー電池システム PCT/SG2022/050617
- フロー電池システムおよび方法
- 分割蛇行型フローフィールドプレート、システムおよび方法
- バッテリー発電機



革新的なスタック設計

コンパクトでスケーラブルな設計



寄生損失とポンプ損失の低減

高い効率と安定性、および容量



最適化された化学組成

より広い熱窓を実現



バナジウムの溶解度向上

25%高いエネルギー密度

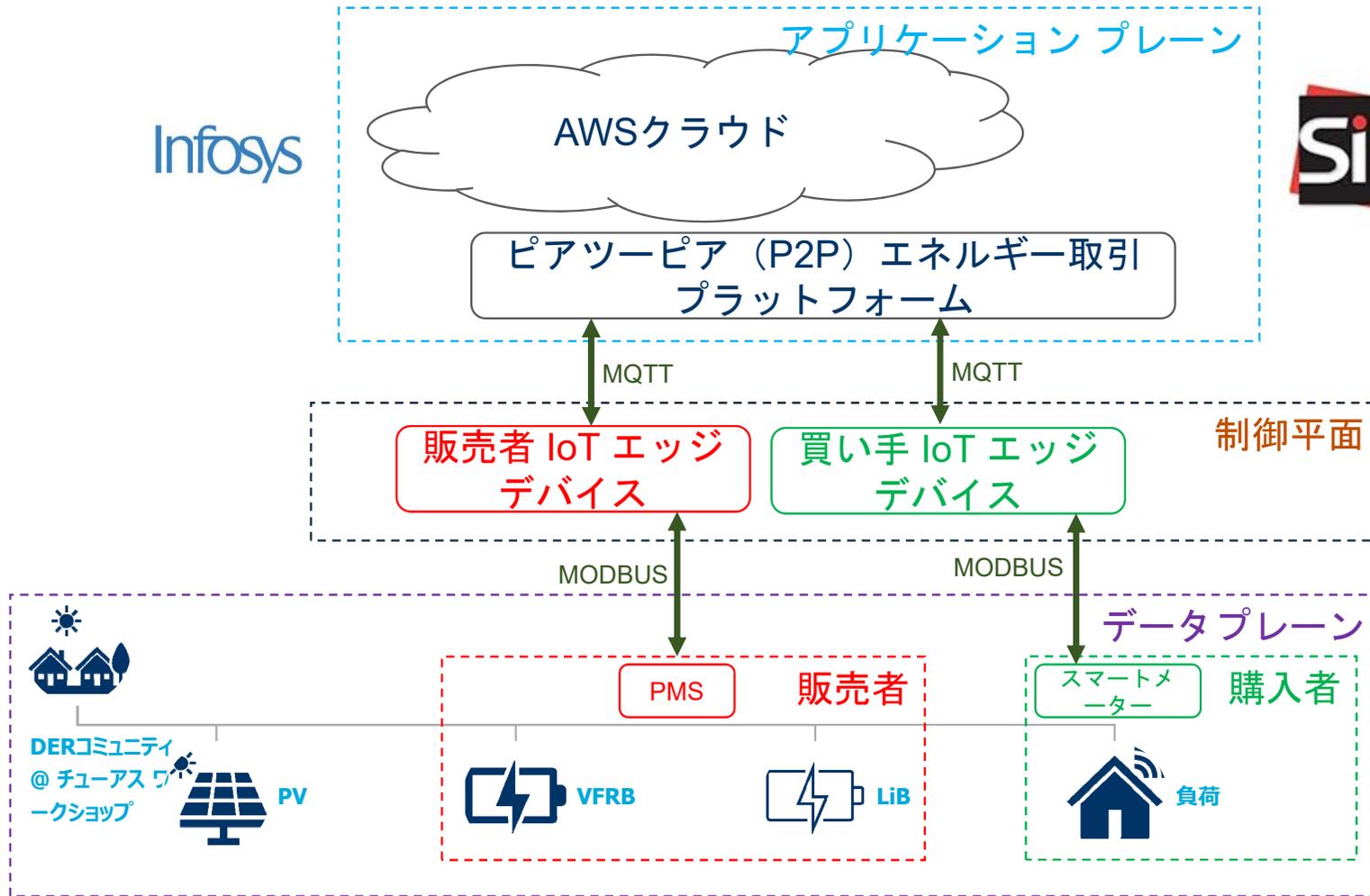


独自開発のBMS、EMSおよびIoT

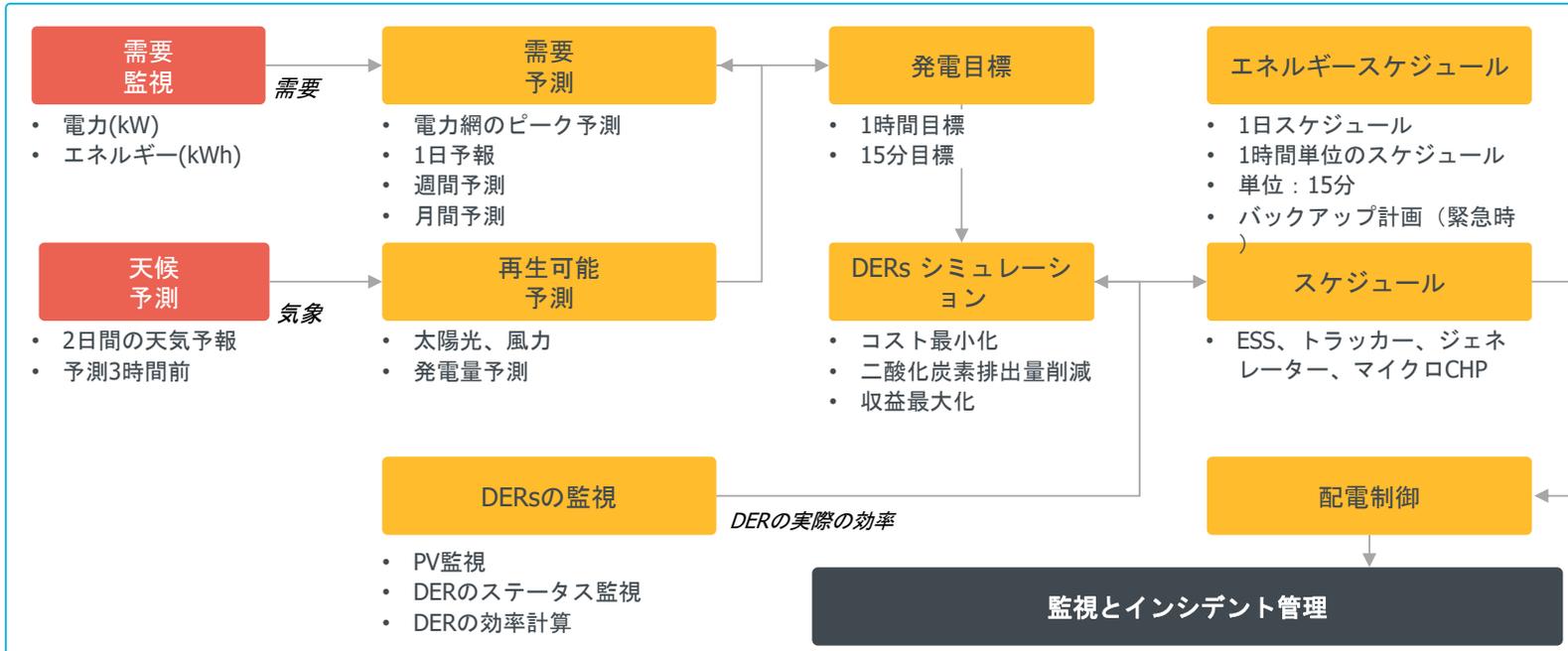
バッテリー管理、充電/放電管理、およびバッテリー性能を最適化する高度な分析機能

クラウドエネルギー管理プラットフォーム (CEMP)

Infosys



CEMPは複数の機能と収益をサポートします



- マイクログリッドの運用
- 最適化された配電スケジュール
- スポット価格設定
- ピークシフトとエネルギーアービトラージ

最適化プロセス



システムUI



LCOE分析

LDDESとハイブリッド化は、5-7c/kWhの最も低いLCOEを実現可能です

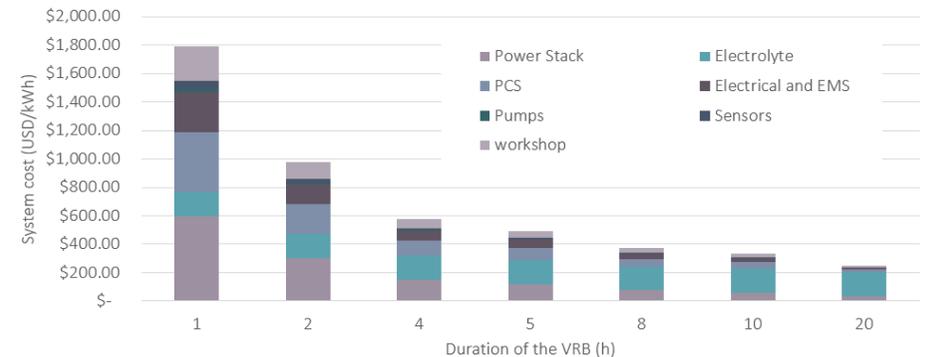
ライフタイムエネルギーコスト (LCOE)

2026	VRLA	Li-Ion	ZnBr	VRB 4 hours	VRB - 8Hours
Solar Rooftop	0.55	0.22	0.30	0.12	0.07
Diesel Replacement	0.62	0.18	0.38	0.12	
Telecom	0.63	0.18	0.39	0.12	
Rural microgrids	0.62	0.18	0.38	0.12	0.07
RE Integration	0.50	0.12	0.25	0.07	0.05
Distribution utility ESS	0.50	0.12	0.25	0.07	

- バナジウムレドックスバッテリー (VRB) はCAPEXが比較的高いものの、5つの技術の中で最も低いLCOE (約5-7c/kWh) を実現しています。これは、高いサイクル寿命 (20,000回)、100%のSOC利用率、および劣化しない電解液 (最も環境に優しいオプション) によるものです
- リチウムイオン電池は、中程度のCAPEXコスト、比較的高いサイクル寿命、および高い効率を特徴とし、次善の選択肢です。
- 鉛酸 (VRLA) 電池は、低いサイクル寿命と低い使用可能SOCのため、最も高いLCOEを有しています

長寿命化によりコストがさらに削減

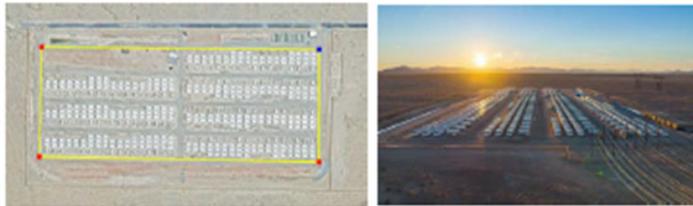
- フロー電池の一般的な特徴の一つは、出力定格 (kW) とエネルギー定格 (kWh) が独立している点です。これにより、放電速度が遅い (使用時間長い) システム容量や、放電速度が速い (使用時間短い) システム容量を設計することが可能です
- 例えば、4時間のBESSのコストは~\$600/kWhですが、8時間システムでは~\$400/kWhに削減されます。さらに、20時間システムでは~\$160/kWhまでコストが削減されます。



フロー電池の土地占有面積は、垂直方向の拡張が可能であるため、他の電池タイプと比べて競争力があります。



フロリダ州パリッシュのリチウムイオン電池、409MW/900MWh (16kWh/m²)²



カリフォルニア州リバーサイド郡、350MW/1,400MWh (17kWh/m²)



リチウムイオン、モス・ランディング、カリフォルニア
 A. PG&E、182MW/730MWh (54kWh/m²)
 B) VISTRA I、300MW/1,200MWh (56kWh/m²)
 C. VISTRA II、100MW/400MWh (62kWh/m²)



世界最大級のフロー電池、大連、中国
 100MW/400MWh (50 kWh/m²)



リチウムイオン、ゴルムド、中国 50MW/100MWh (8 kWh/m²)



最大ナトリウム-硫黄電池、日本・布沢、260MW/260MWh (21 kWh/m²)



リチウムイオン電池、PG&E、カリフォルニア
 (13,500 m², 182MW/730MWh (54 kWh/m²))

7カ国に展開済み



EDPR (1MWh)
島全体を太陽光発電 + ESS
マイクログリッドで完全電力供給



ブルーエナジー (60kWh)
潮力タービン



クリーンテック (100kWh)
太陽光発電 + ESSで電力供給される建物



PDEU (100kWh)
EV充電ステーション。グリッド接続型太陽光発電、風力発電 + ESSシステム




PLN-SESM (30kWh)
グリッド接続型太陽光発電 + ESSシステム



VSUN (90kWh)
オーストラリアの水道会社の塩素注入システム



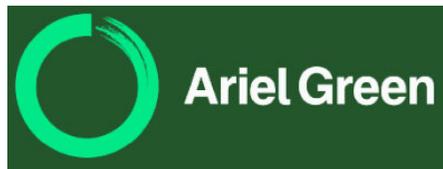
VIETES (30kWh)
通信塔



PTTEP (100kWh)
24時間365日グリーン水素

1	<p>認証</p> <p>✓ UL 1973 セルスタック用</p>	<p>BESS（固定式アプリケーション） セルスタックの構造および安全性 設計、寸法、安全性能の要件</p>
2	<p>適合証明書</p> <p>✓ IEC 62932-1, IEC 62932-2-2</p>	<p>用語 安全要件; 設置マニュアル、工場試験またはホットコミッショニング、ラベル表示、重要部品リストなど</p>
3	<p>適合証明書</p> <p>IEC 62932-2-1 目標完了時期：2025年1月</p>	<p>性能の一般要件/試験方法 エネルギー、電力、効率、サイクル寿命の測定</p>
4	<p>認証</p> <p>EU/ JIS（日本工業規格） 進行中</p>	<p>欧州市場向けの規格および認証を取得するための手続きに関するお問い合わせ</p>

認証準拠と保険



ミュンヘン・リーと以下の補償内容について交渉中:

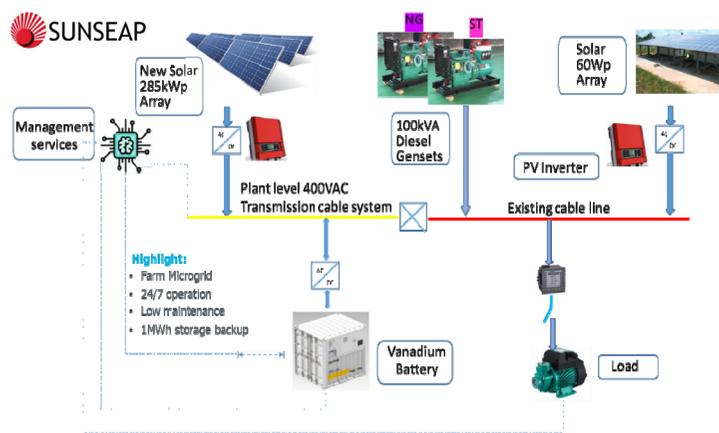
- ESSの性能不履行による損害を補償する
- 資産保険による損害補償
- 製造業者破綻に対する補償

さらに、

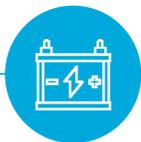
- 商業プロジェクトにおいては、顧客が長期メンテナンスおよびサービス契約に署名した場合、パフォーマンス保証を含む長期サービス契約を提供し、パフォーマンス低下に対する請求権を付与します。
- すべてのESSは当社のクラウドプラットフォームで24時間365日監視されており、顧客は迅速な対応とサポートに満足しています。
- サービスとメンテナンスをサポートするための充実したドキュメントを提供しています。
- 顧客の資産との統合および制御設計に関する拡張サービスを提供しています。

100%再生可能エネルギーで島全体を供給

EDPRとシュナイダーエレクトリックが協力し、パウル・ウビン島で1MWhのマイクログリッドプロジェクトを成功裏に完了



1MWh V-Flow
バッテリー



50kWの負荷を
24時間供給



需要と供給を管理
するインテリジェント
EMS*

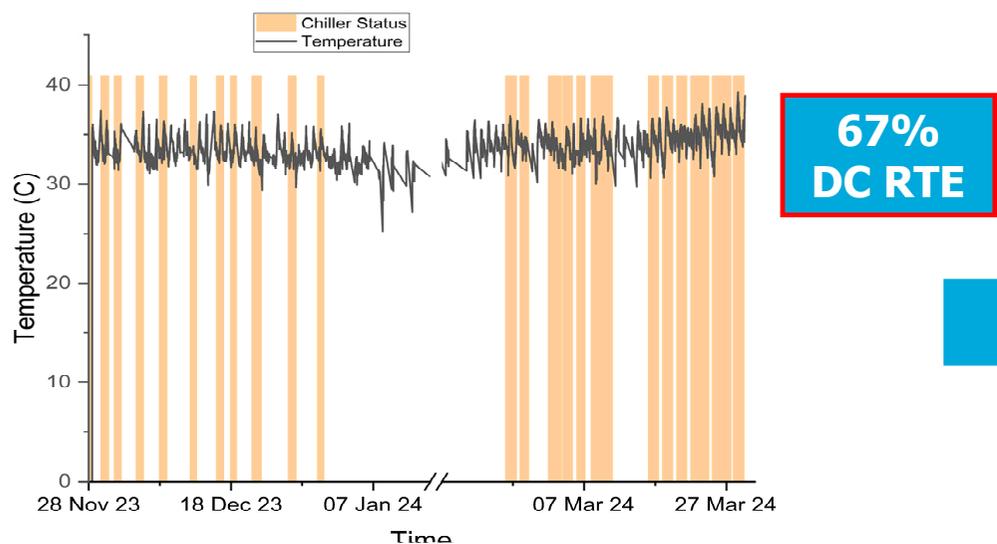


*EMS : エネルギー管理システム

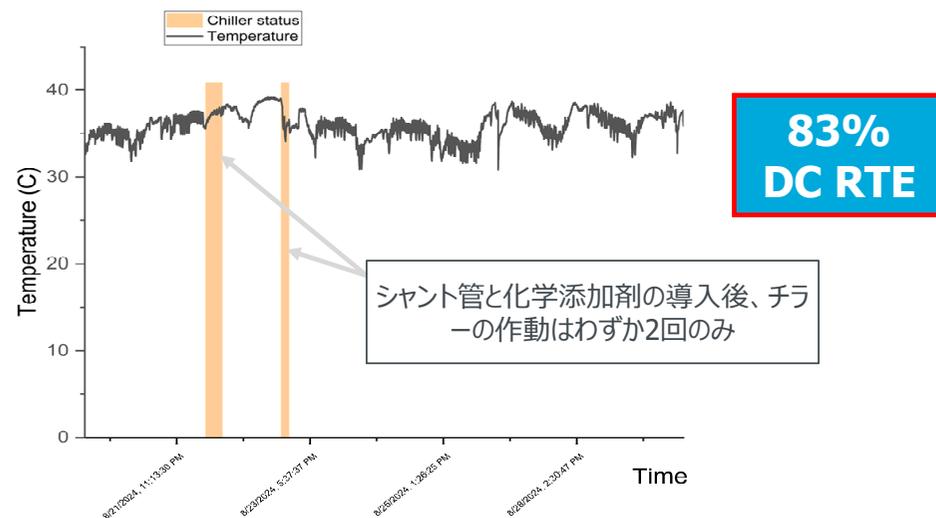


>80%の効率を実現したMWHシステム

EDPR / Schneiderプロジェクト（パウル・ウビン島）において達成されました



図A. 2023年11月から2024年3月までの電解液温度変動とチラー起動回数

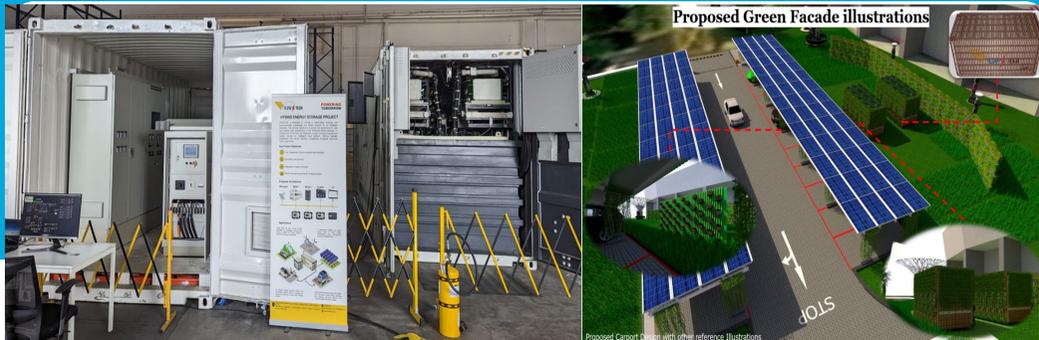


図B. 化学添加剤導入後の電解液温度変動とチラーの起動回数

- VFTの独自有機化学添加剤により、冷却機の使用量が大幅に減少
- 化学添加剤とスタックの革新により、MWhシステムで16%のRTE向上

主要プロジェクト：電気自動車充電

310kWhハイブリッドバッテリー（PUB搭載）



プロジェクト概要:

場所: マリーナ・バリアージュ、シンガポール
貯蔵容量: 50 kW/250 kWh フローバッテリー + 60 kW/60 kWh リチウムイオンバッテリー
充電源: 太陽光発電によるオフグリッド
用途: オフグリッドの太陽光発電とバッテリーを用いて、EV充電器とPUB負荷への電力供給
特徴: 自社開発のハイブリッドESS管理システムを採用し、エネルギー効率の最適化、安全性の向上、および寿命の延長を実現。

500kWhプロジェクト（当社との共同開発）



プロジェクト概要:

所在地: 韓国・全州市
蓄電容量: 2×50kW/250kWh フローバッテリー
充電源: オフグリッド太陽光発電
用途: オフグリッドの太陽光発電とバッテリーからEV充電器への電力供給
特徴: 充電済み電解液の輸送用拡張タンクの追加オプションとエネルギー容量の拡張性を考慮した設計

GWh規模への拡張可能

EMAとJTCによる\$2.1Mプロジェクト既存の石油タンクをフローバッテリーに転換



ADVIRIO
Partners for progress

PSA



フラッグシップESSパイロットプロジェクトでGWh規模のポテンシャルを実証



3つのプロジェクトのうち
の1つ
30件の中から選定



プロジェクトではリサイクルされたバナジウムを使用



アドバリオの既存の石油タンクをフローバッテリーに変換



スマートEMSでアドバリオの複雑な産業用負荷を管理

執行要約



背景

1. **Advorio**は、化学、ガス、新エネルギー分野に焦点を当てた成長戦略を推進し、ESGと持続可能性を事業全体に組み込む強いコミットメントを有する、ターミナル貯蔵業界のグローバルリーダーです。AdvorioはOiltanking GmbHから分離独立した企業であり、変革的なパートナーシップの構築を通じてエネルギー転換の先駆的役割を果たすことを誓っています。
2. VFlowTechは、バナジウムレドックスフローエネルギー貯蔵ソリューションを提供し、地域社会と産業におけるエネルギー転換を可能にしています。

目的と要件

本プロジェクトの目的は、現場にバナジウム・レドックス・フロー・バッテリー・ストレージ・システムを配備することです。

プロジェクト要件。

前提条件に基づくBESSの容量：**40MWh**

Google マップ付き概要。



配管距離 - 約300m、ケーブル敷設距離 - 約500m



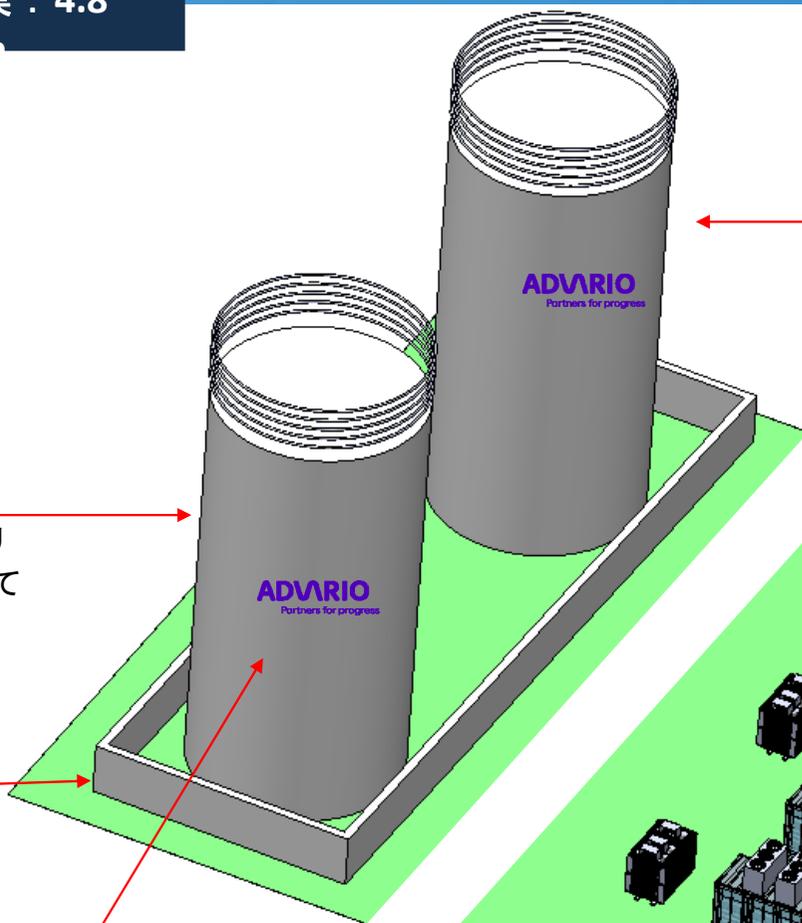
プロジェクトレイアウト-アドバリオ

プロジェクト規模 : 4.8
MW/40MWh

+veタンク
1,600立方メートルタンク
(このタンクには128,000リ
ットルの電解液が含まれて
います)

バンドウォール

既存のタンク : 炭素鋼

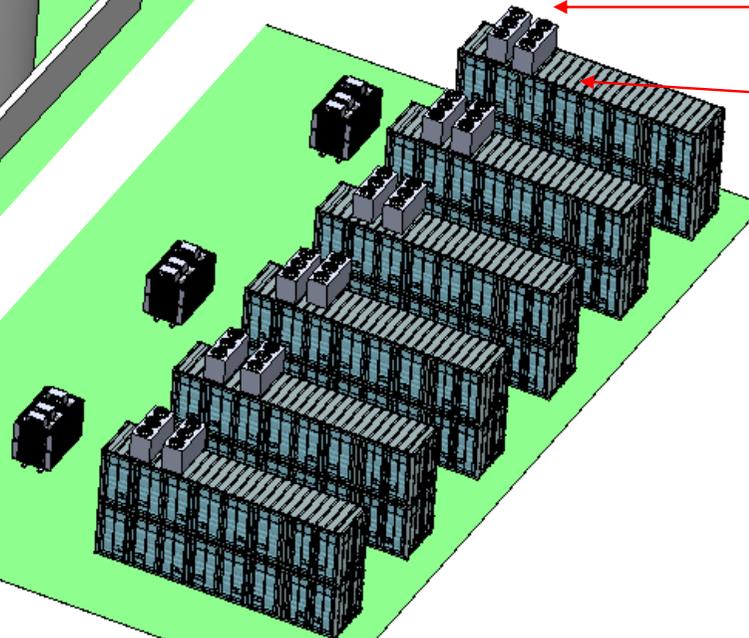


-veタンク
1,600立方メートルタンク
(このタンク内に128,000リットルの電
解液が含まれています)[高さ20m、直径
10m]

チラーユニット

40フィートハイキューブコ
ンテナ
(スタック、センサー、配
管、
その他の機械部品、PCS、
BMS、
その他の電気部品を含む)
[ダブルデッキコンテナ]

変圧器の設置場所は
屋外



注:-
スタックコンテナと電解液タンクは同一エリアに配置されていません。タンクと電源コンテナの間には300メートルの距離があります。
提案されたレイアウトは、パワースタックコンテナと変圧器の配置に基づいて設計されています。最終的な実現可能な出力容量は4.8MWです



1ST 地下エネルギー貯蔵プロジェクト

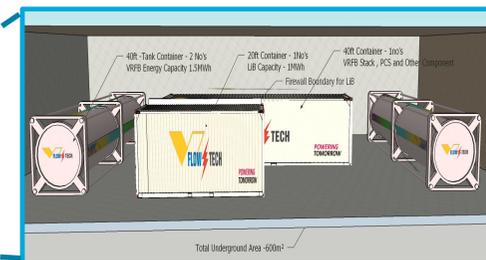
rd2.5 MWh 地下ハイブリッドエネルギー貯蔵（EMA助成金の交付が2024年10月23日に発表されました）

プロジェクト概要:

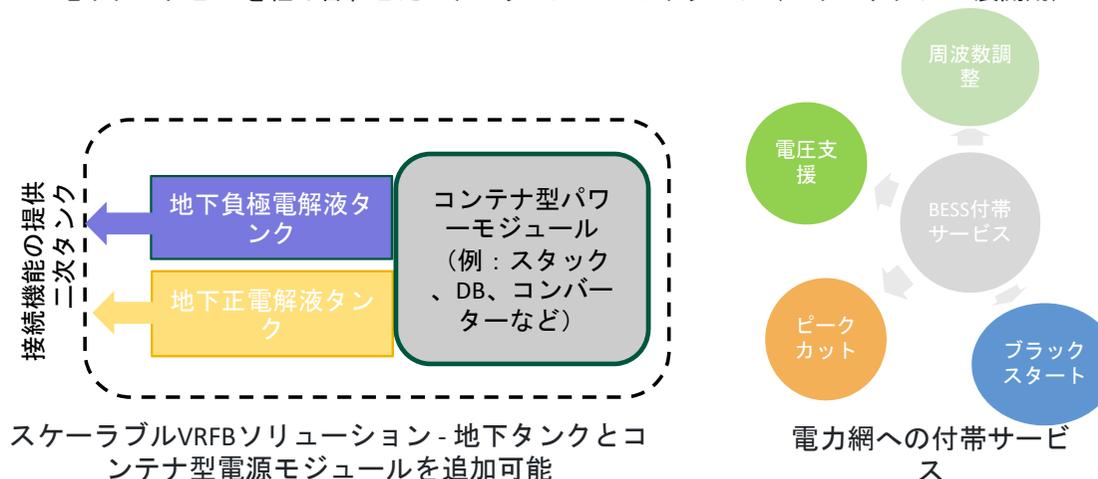
- 場所（予定）：未定
- 貯蔵容量：300kW/1.5MWh スケーラブルVRFB + 1MW/1MWh LiB
- エネルギー貯蔵容量：2.5MWh
- 敷地面積：600m²（約）
- 充電源：電力網 + 太陽光発電
- 用途：ディーゼル発電機の代替 再生可能エネルギーからの電力供給と長時間のVRFBにより、停電時におけるディーゼル発電機の使用を排除し、付帯サービスを提供

主要な研究開発:

- ✓ パワーコンバーター開発
- ✓ 膜のパイロット生産
- ✓ 地下設計
- ✓ ハイブリッド制御
- ✓ グリッド応用と付帯サービス - ソフトウェア



地下タンクとLiBを組み合わせたスケーラブルVRFBのイラスト（ハイブリッドESS展開用）



500MW レドックスフローバッテリーをデータセンターに導入

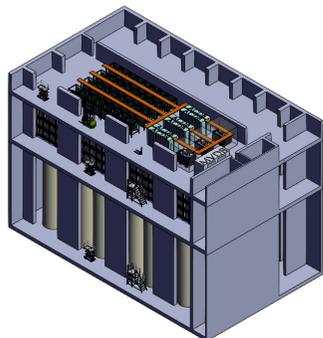
Flexbase plans 500 MW redox flow storage project in Switzerland

The world's largest redox flow storage facility is to be built at Europe's oldest grid node.

By Marian Willuhn | Sep 23, 2024

Flow batteries Grid-scale Projects & Applications Technologies

1

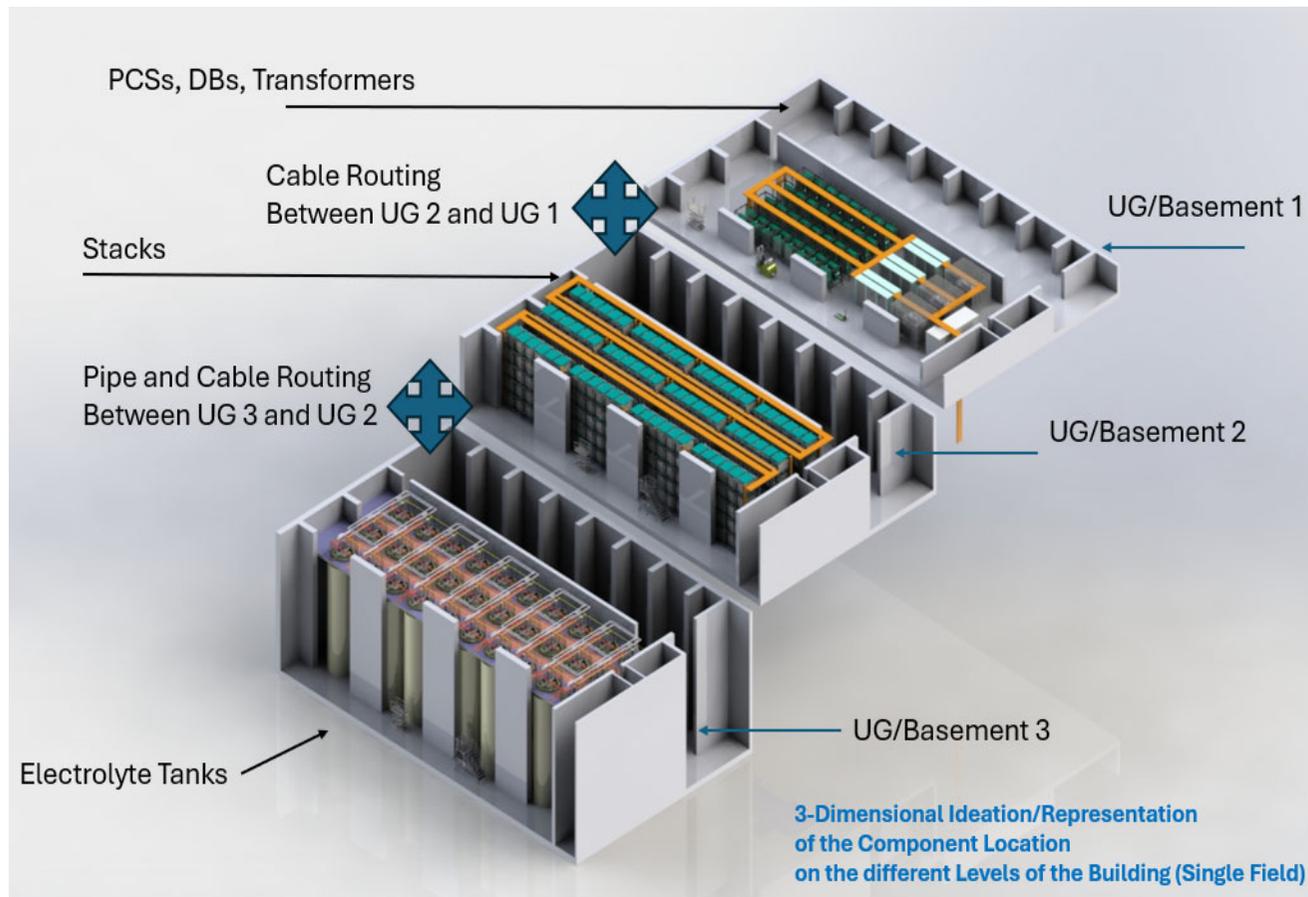


The star of Laufenburg. The storage facility and an AI data center will be built next year on a field next to the power lines. | Photo: Swissgrid

A redox flow battery energy storage facility with an output of 500 MW will be built in Switzerland. The development was announced by the company Flexbase, which said the project is being built in Laufenburg, a town on the Rhine that lies partly in Switzerland and partly in Germany.

Unlike the lithium-ion batteries commonly available on the market, redox flow batteries cannot burn and do not degrade. Flow batteries also do not require critical raw materials such as lithium or cobalt. Flexbase said the project will be the largest redox flow storage facility in the world. Construction is scheduled to begin in early 2025.

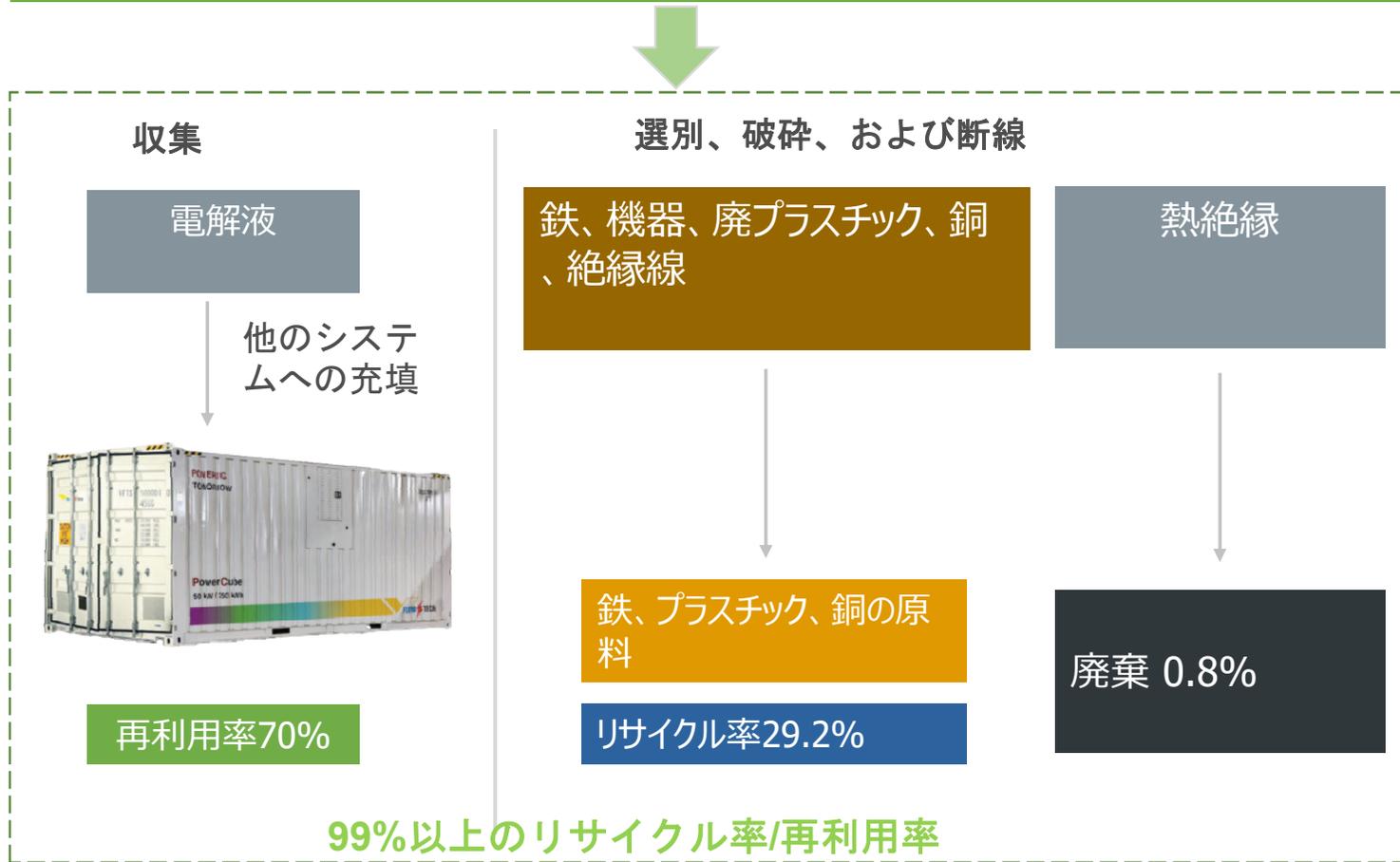
The developer said it is also building a data center for artificial intelligence. The company's new technology



- 500MW/1.5GWhのプロジェクトが、データセンター向けにFlexベースで検討中。

VFlowTechバッテリーは、循環型経済の促進のため、高いリサイクル性と再利用性を備えています。

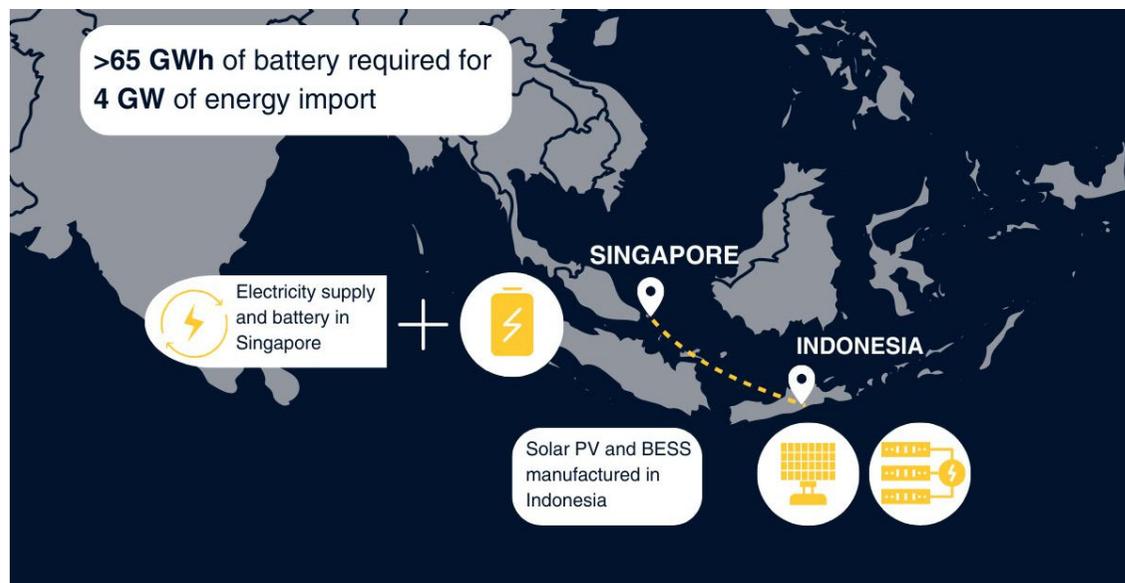
レドックスフロー電池



- VFRBの再生可能率は重量比で**99.2%**を超えています。
- VRFB電解液は劣化せず、他の用途に再利用可能です。
- VFlowTechは、ペットコークス灰からバナジウムを回収するため、浸出プロセスも採用しています。

シンガポールの再生可能エネルギー輸入を支援

>9GWhのパイプライン；EMAは地下貯蔵にVRFB技術の利用に強い関心



シンガポールとインドネシア

国内利用と輸出を目的とした再生可能エネルギー開発に関する覚書が締結されました



4GWの平準負荷を達成するには65GWh以上のバッテリーが必要



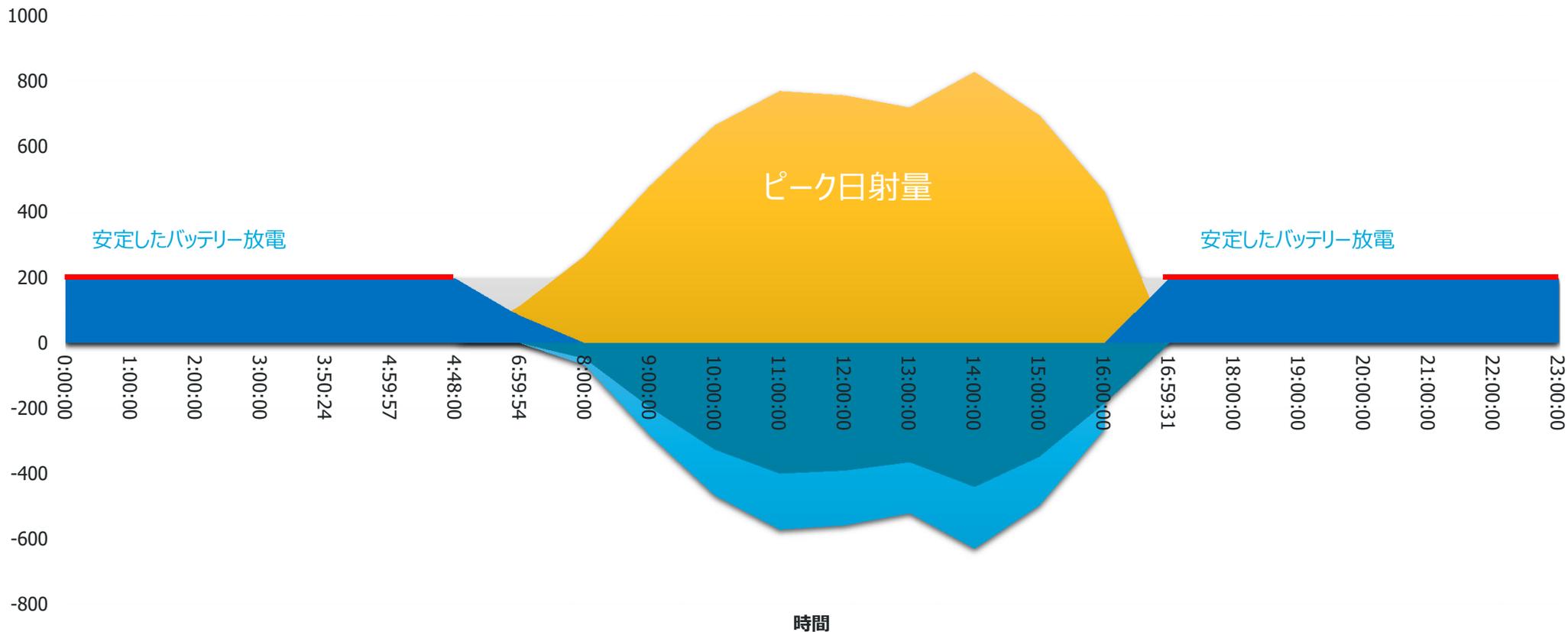
エネルギー貯蔵は、発電側と需要側の両方で必要です



VFTの拡張可能なESSソリューションは、シンガポールのLDES要件に最適です

VFlowTechは、企業がネットゼロを達成するための支援を提供します
 太陽光発電と組み合わせた長寿命エネルギー貯蔵システムは、24時間365日のクリーンな電力供給を実現します

全体グラフ (エネルギーパターン)



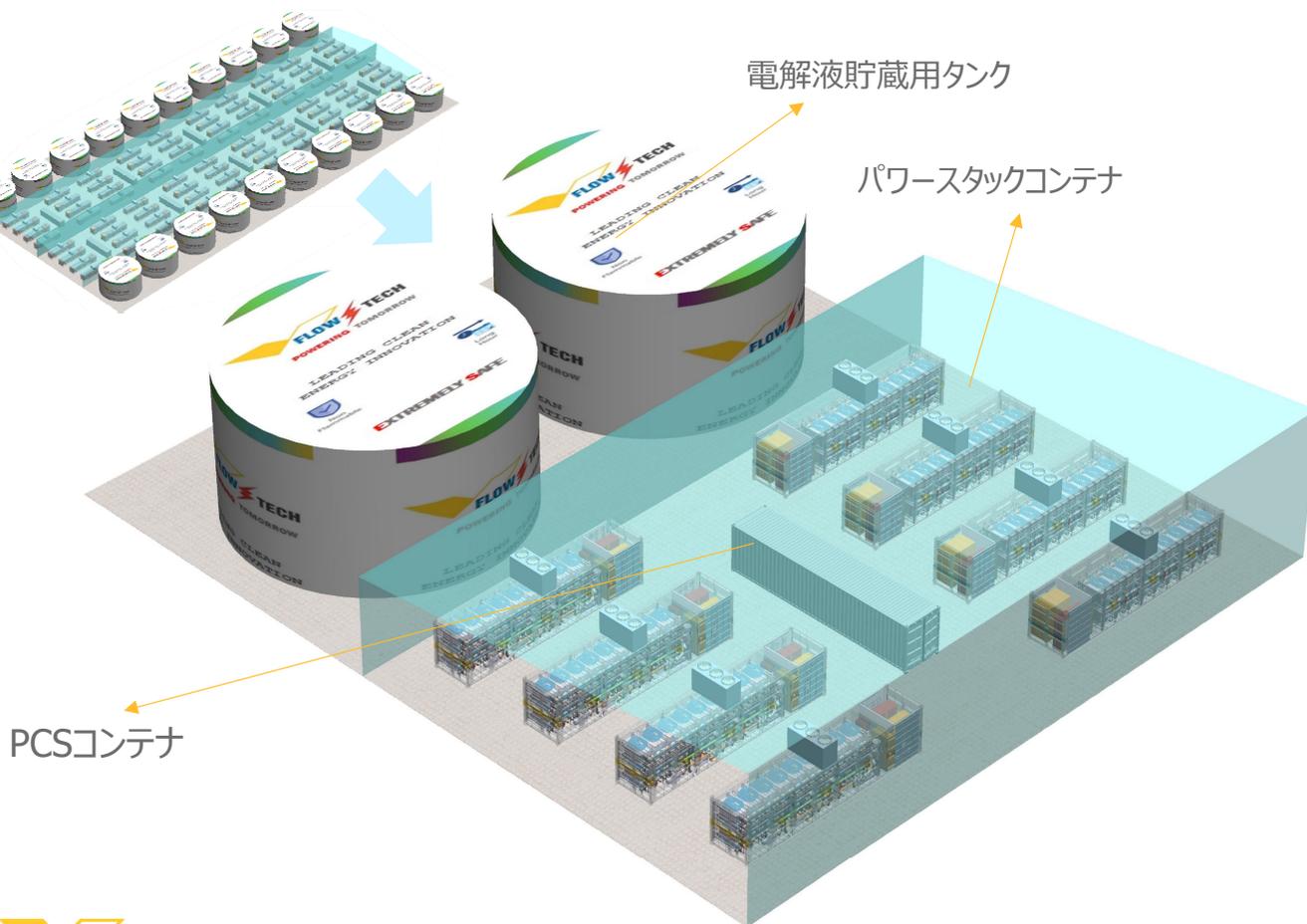
- サイト負荷 (MW)
- 太陽光発電量 (最小) (MWh)
- バッテリーに蓄積された余剰エネルギー (MWh)
- バッテリー充電量 (MWh) @70% RTE
- 貯蔵後のエネルギー削減量 (MWh)
- バッテリー放電量 (MWh)



ネットゼロソリューションにおけるエネルギー貯蔵の商業的実現可能性 \$0.10/kWh未満で手頃で信頼性の高いクリーン電力

260MW/2,600MWh

4MW/40MWhのユニット65基



プロジェクトIRR : 12~14%

回収期間 : 5~7年

料金 (USD) に基づく収益率
: 0.07~0.10/kWh

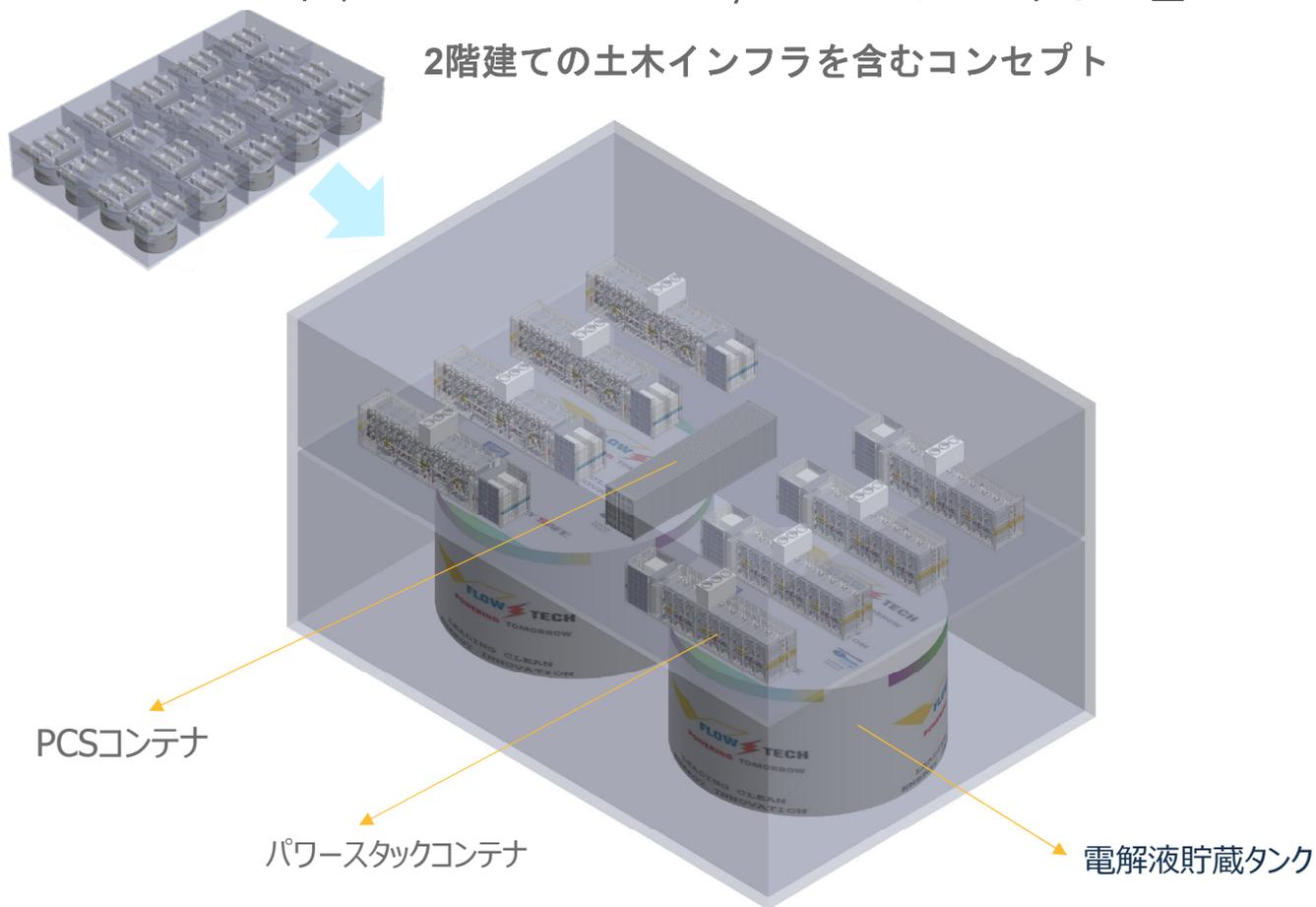
必要面積 : 約140,000㎡
システム : 520コンテナ + 130円
筒形タンク
バックアップ電源 : 200MWの電
力供給で13時間

ネットゼロソリューションにおけるエネルギー貯蔵の商業的実現可能性 \$0.10/kWh未満で手頃で信頼性の高いクリーン電力

260MW/2,600MWh

4MW/40MWhのユニット65基

2階建ての土木インフラを含むコンセプト



プロジェクトIRR : 12~14%

回収期間 : 5~7年

料金 (USD) に基づく収益率
: 0.08~0.11/kWh

必要面積 : 約80,000㎡
システム : 520コンテナ + 130円
筒形タンク
バックアップ電源 : 200MWの電
力供給で13時間

GIGA FACTORY : スケーラブルな自動化生産

VFTは、スケーラブルなGWh生産に対応した「Advance Automation Line」を開発しました。



- 50MWの自動化スタック生産ラインのコストは約\$2M
- 1GWh VRFB自動化生産ラインのコストは\$10Mで、リチウムイオンの\$65Mと比較して大幅に低コストです。
- バリューチェーン全体で99%の再生可能率

局所電解質產生



System Quantity Assumed / Yr (in Kwh)	20000
Litre of Electrolyte / Kwh	60
Electrolyte Quantity Needed / Year (in Litres)	1200000
No of working Days / Year	280
Quantity of Electrolyte to be produced / Day	4500
Assuming Average Processing time per Reactor (in Days)	2
No of Reactors required (Capacity @ 3000 Litre / Reactor)	3

- 25,000平方フィートの面積で、200MWhの施設を設立可能です。
- 設備投資額：\$1.2百万ドル。
- このような電解質組立工場の投資回収期間は約2年です。

東南アジアおよびインドで展開されたMWh規模のエネルギー貯蔵システム

シンガポールにおける6GWhのパイプライン



ウビン島で1MWh (EDPR)



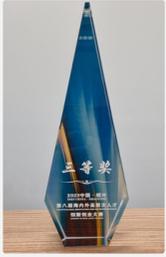
ジュロン島で2MWhから40MWhまで拡張可能

- シンガポールとインドの主要政府機関と複数のプロジェクトを展開
- シンガポールのEMAとJTCの信頼できるESSパートナーとして確立。
- EMAから世界初の地下ESS開発プロジェクトを受注（契約額S\$600万）。
- VFTはSEASとMOUを締結し、9GWhを超えるESSを必要とする電力輸入プロジェクトを支援します。

受賞歴

VFTの先進技術と専門知識を評価

第8回グローバル・イノベーション&起業家精神コンテスト
ハイレベル人材（中国）- ファイナリスト



中国で多数のスタートアップが参加するイノベーションコンテスト

アブダビで開催された「The Emirates Start-up Pitch Competition」優勝者



産業の脱炭素化とデジタル化を推進するコンテスト、AED100,000の賞金

SGTechのTechBlazer
アワード第5回カーボンゼロ部門 - 優勝



革新的な技術を活用して二酸化炭素排出量を削減する企業に授与
カーボン排出量を削減する

ENTICE 2023（インド）- 最も革新的なソリューション（受賞者）



革新的なエネルギー転換ソリューションを称え、最大\$10Mの資金提供機会を提供

アジア・ビジネス・レビュー
& シンガポール・ビジネス・レビュー 2023 20の注目スタートアップ



2023年にアジアで最も注目される新興スタートアップ

フォーブスアジア 2022
年注目の100人



現実の課題に新たな発想と革新的な製品・サービスで取り組む企業を表彰

ERIANのEcoLabs
ライジングスターズ賞



製品において卓越性と革新性を示した企業を表彰

クリーンテック・グループ 2021年APAC25



持続可能なイノベーション企業で市場専門家から注目され、大きな影響を与える可能性が高い企業

スタートアップ・エネルギー・トランジション100リスト



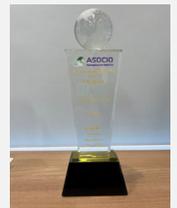
業界を変革し、エネルギーの未来を形作る最も有望なグローバルイノベーター

テラ・アワード・スマートエネルギー・イノベーション・コンペティション（中国）- トップ10



革新的な製品を有する企業を表彰

ASOCIO 2023 ICTアワード：ESG賞



環境への影響を軽減し、公平性を向上させ、良好なガバナンスを促進するための実証済みの戦略の開発と適用

実行に焦点を当てたリーダーシップチーム

~90名のチームでイノベーションと製造を推進

アヴィシエク・クマール博士
CEO



- 太陽電池技術博士号
- 再生可能エネルギー分野で10年以上の経験
- 製品開発の専門家
- 製造分野の深い専門知識



Dr. Arjun Bhattarai
CTO



- 材料科学の博士号
- VFRB技術に関する深い専門知識
- VFRB技術に関する特許
- フローバッテリースタック設計に関する主要特許
- 引用数500件以上



ブー・テン・トゥアン
COO



- プロジェクト管理（品質保証およびサプライチェーン）における20年以上の経験
- 多分野にわたる環境でのリーダーシップ経験
- 海洋産業（石油・ガス業界）における豊富な経験



アナン・アヌパム
CCO



- グローバルなディープテック企業の拡大において20年以上の経験
- エンタープライズおよび公共部門向けのテクノロジー販売において実績あり（2件のIPOと3件のエグジット）



世界トップクラスの理事会によって支援されています

エンジニアリング、ファイナンス、コンサルティングの多様なバックグラウンド

ケング・ナム・リー
取締役



- ベンチャー投資家およびテクノロジー経営者としての豊富な経験
- Vertex Venture Holdingsで28年の経験
- VFTの資金調達とチームビルディングを支援

Granite Asia



アルヴィン・フー
取締役会オブザーバー



- 自動化とスマートインフラストラクチャ分野で戦略的イニシアチブとテクノロジーの推進に20年以上の経験
- PSAのテクノロジーとサステナビリティ部門責任者
- 港湾の脱炭素化に向けたVFTソリューションの開発を支援



マイケル・グリゼール
取締役



- エンジェル投資家、40社以上のグローバルなディープテックスタートアップの取締役兼メンター
- マッキンゼーで20年間勤務し、マッキンゼー・デジタル・ラボのアジア太平洋地域リーダーを務め、アンタレス・ベンチャーズの創設者
- 企業顧客の紹介と資金調達支援



ヘアン・ファイン・ウォン
アドバイザー



- 元Surbana Jurong CEO
- エンジニアリング企業の拡大に40年以上の経験
- オーストラリアのサン・ケーブル・プロジェクトの開発を主導
- VFTの大規模プロジェクトにおける能力構築を支援



革新的な & 信頼性の高いエネルギー貯蔵ソリューション



Dr Avishek Kumar, CEO
avishek.kumar@vflowtech.com
+65-9737 9499

WWW.VFLOWTECH.COM

ハイブリッドVRB/リチウムイオンバッテリー マリーナ・バリアージュ

LiV Energy Venture (Banpu Innovation Ventureとの合弁企業) がハイブリッドバッテリーを製造する



 **スペースと照明負荷**  **EV充電**

インドに100MWhの製造施設を建設

パルワルに 40,000平方フィートの広さを誇るギガファクトリー建設中



シンガポールに20MWhの製造施設とインドに100MWhの製造施設を保有しています。インドの製造能力を近日中に1GWhに拡大する計画です。



インド国内で原材料の約60%を現地調達



ペトコーク灰から純粋なV2O5を精製する技術を実証済み。来年中にインドでパイロット生産ラインの設置を計画しています