

コンテナ式 LEPS-2 蓄電システムの開発

Development of container type LEPS-2 energy storage system

吉本健太* 野又佳祐* 宮崎博之* 秦拓馬*
美馬正明* 宮脇康貴** 伊藤広和** 吉岡孝兼**
上野勉** 井上朋重** 赤木貴文** 中山仁**
山崎佳代** 松本哲郎** 中井啓太** 北川拓弥**
鎌田 審** 林健太郎** 村田憲保**

Kenta Yoshimoto Keisuke Nomata Hiroyuki Miyazaki Takuma Shin
Masaaki Mima Yasutaka Miyawaki Hirokazu Ito Takatomo Yoshioka
Tsutomu Ueno Tomoshige Inoue Takafumi Akagi Hitoshi Nakayama
Kayo Yamasaki Tetsuro Matsumoto Keita Nakai Takuya Kitagawa
Akira Kamata Kentaro Hayashi Noriyasu Murata

Abstract

In recent years, the Japanese government has accelerated the introduction of renewable energy, increasing the need for large-scale storage battery systems. In order to meet the needs, we have newly developed a container-type LEPS-2 energy storage system. Storage batteries, protective equipment, and control functions are installed in the container and provided to customers as an integrated unit. Since the period from delivery of storage batteries to operation can be shortened, this product has many advantages for customers.

Key words : Li-ion battery module, Remote monitoring system, Energy storage system

1 まえがき

2020年10月、日本政府が宣言した「カーボンニュートラル」の実現に向けてさまざまな用途での蓄電池需要が拡大している。2020年12月に掲げられたグリーン成長戦略のなかで発電量の再エネ比率を現

行比3倍の50～60%への引き上げが明記され、洋上風力においては2030年までに1,000万kW、2040年までに4,500万kWの案件創出が計画されており、成長著しい洋上風力市場での競争力強化へ向け、官民一体となって取り組んでいる状況にある。また、電力システムの変化により蓄電池需要のさらなる拡大が見込まれる^{1,2}。

これらの需要拡大によるニーズに対応すべく、今回当社は「コンテナ式 LEPS-2 蓄電システム」を開発した。ここに製品概要を報告する。

* 産業電池電源事業部 電源システム生産本部
技術部

** 産業電池電源事業部 電源システム生産本部
開発部

2 蓄電システム

2.1 システム概要

コンテナ式 LEPS-2 蓄電システムは主にコンテナ本体、蓄電池盤および制御盤にて構成される。蓄電池盤は主にリチウムイオン電池モジュール(LEPS-2A-14)と電池保護ユニット BPU (Battey Protection Unit) で構成され、制御盤は主に電池管理装置 (BMU: Battery Management Unit), ネットワークカード (NIC) および制御電源で構成される。システム全体イメージを図 1 に示す。

2.2.1 LEPS-2A-14

大規模蓄電システム向けにリチウムイオン電池モジュール (LEPS-2A-14) を新たに開発した。LEPS-2A-14 は前機種 (LEPS-1-16) からエネルギー容量を約 15% 増加, 寿命性能を約 8%^{※1} 改善した新規開発セルを採用し, 高エネルギー密度, 高安全性, 長期

※1 代表的な変動吸収用途における運用末期の容量維持率改善率として算出

信頼性を兼ね備えた産業用リチウムイオン電池モジュールである。また, 水溶性電解液を採用しており, 少量危険物範囲での搭載容量が従来品比で 2 倍となる。

高水準の品質管理にもとづく信頼性の高いセル製造に加えて, 産業用リチウムイオン電池の安全性規格 JIS C 8715-2 (産業用リチウムイオン二次電池の単

表 1 LEPS-2A-14 モジュールの仕様
Table 1 Specifications of LEPS-2A-14 module.

仕様	開発機
	LEPS-2A-14
セル構成	14セル直列×1並列
公称電圧	51.94 V
使用電圧範囲	38.5 ~ 59.5 V
公称容量	75 Ah
定格容量	71.25 Ah
エネルギー容量	3,700 Wh
体積エネルギー密度	213 Wh/L
寸法 ^{※2} W × D × H	182 × 777 × 123 mm
質量	約 29 kg

※2 ハーネスおよび突起部を除く

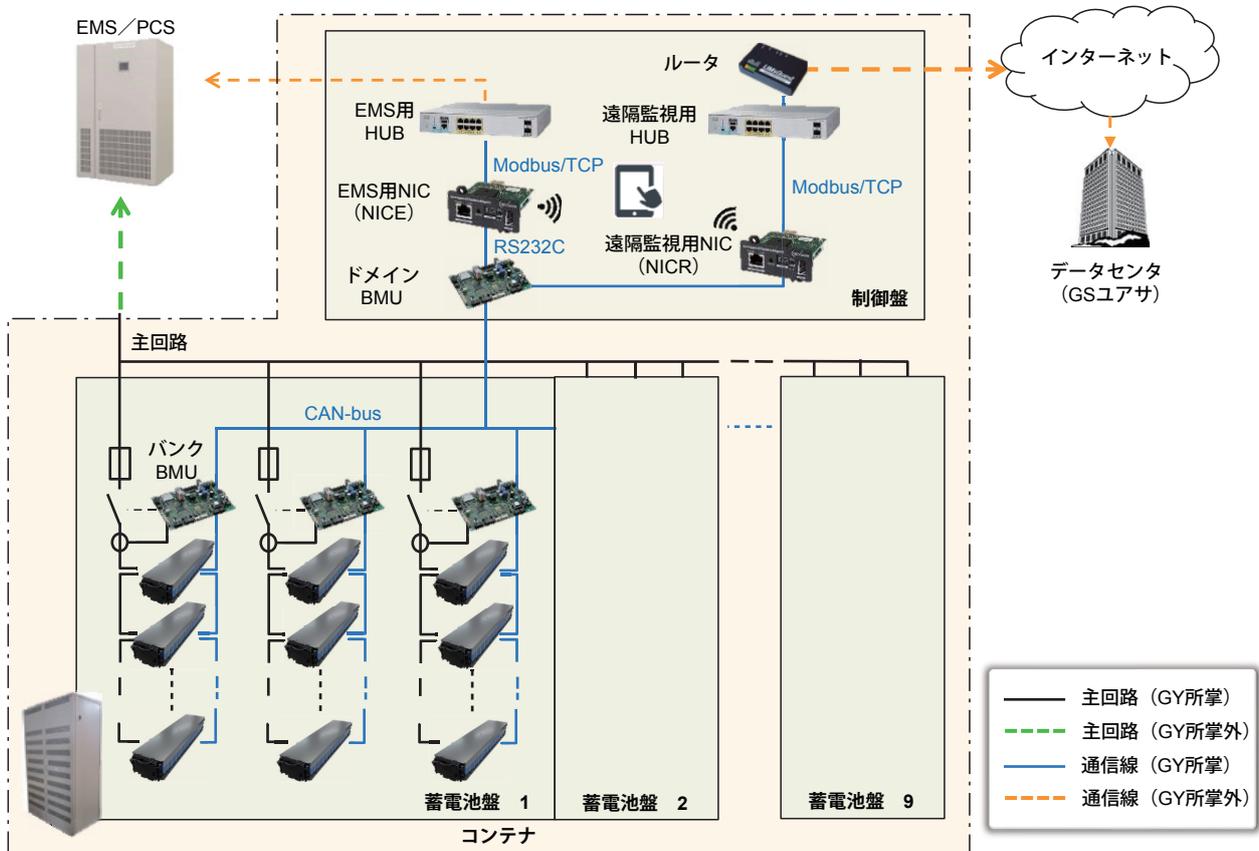


図 1 コンテナ式 LEPS-2 蓄電システム全体イメージ

Fig. 1 Overall image of container-type LEPS-2 energy storage system.

電池及び電池システム（第2部：安全性要求事項）で選択制となっている「内部短絡に対する考慮」はセルレベルの安全性を担保する「内部短絡試験」とシステムレベルの安全性を担保する「類焼試験」の両方をクリアする。セル、モジュールの各段階において類焼対策を重ねた高安全性設計を実現している。また、大規模蓄電システムで要求される10～20年の電池寿命を実現するため、セルには構造耐久性を有する強靱なSUSケースを採用し、高信頼性設計により長寿命化したCMUを搭載した。

2.2.2 BPU

電池保護ユニットBPU（Battery Protection Unit）はリチウムイオン電池モジュールの異常を検出した際に、システム保護を目的に主回路から電池モジュールを切り離す機能をもつ。従来機種では配線用遮断器（MCCB）を用いていたが、小型化や自動開閉機能実現（後述のMC制御）といったニーズに応えるため、電磁接触器（MC）に変更した。MCのみでは短絡事故に対応できないため、ヒューズを追加し安全性を担保している。MCとヒューズは、それぞれ異なる保護特性をもつが、保護協調を考慮した設計により短絡インピーダンスによらず確実に主回路から切り離す（短絡電流を遮断する）ことを可能とした。

また、監視バンク数を従来機種の3バンク一体型から1バンクごとのユニット型に変更している。これにより1台あたりのサイズは80%減、質量は83%減を達成し、製造容易性やメンテナンス性を向上させている。本蓄電システムでは複数の電圧帯への対応が必要となるが、1バンクごとのユニット型であるため、実装数を変更することですべての電圧帯に対応することを可能とした。

2.2.3 蓄電池盤

蓄電池盤は複数の直列接続したLEPS-2A-14とBPUで構成され、コンテナ内に蓄電池を設置する際

の最小単位となる。直流電圧帯のラインナップとしてDC1200V系とDC900V系の2機種を開発した。蓄電池盤の仕様を表3に示す。

DC1200V系およびDC900V系において同一の蓄電池盤金枠で設計可能な仕様とし、コスト低減を実現した。図2に蓄電池盤の外観イメージを示す。



図2 蓄電池盤外観イメージ

Fig. 2 Appearance image of Battery cabinet

表3 蓄電池盤の仕様

Table 3 Specifications of Battery cabinet.

項目	電圧帯	DC1200V系	DC900V系
公称電圧 ^{※4}		1038.80V	727.16V
公称容量 ^{※4}		225Ah	300Ah
直列モジュール数 (直列セル数)		20モジュール (280セル)	14モジュール (196セル)
盤内バンク数		3バンク	4バンク
BPU搭載数		3台	4台
質量		約2,400kg	

※4 LEPS-2セルの仕様として公称容量75Ah、公称電圧3.71Vより算出。

表2 BPUの仕様

Table 2 Specifications of BPU.

項目	機種	開発機 BPU	前機種 電気ユニット
最大使用電圧		1190V	1224V
最大使用電流		50.0A	32.1A
保護デバイス		MC+ヒューズ	MCCB
監視バンク数		1バンク	3バンク
寸法 ^{※3} (W×D×H)		210×531.6×235mm	1000×435×300mm
質量		5kg	30kg

※3 ハーネスおよび突起部を除く

2.2.4 制御盤

制御盤は1台のコンテナ内に制御盤1面が設置され、外部機器とのインターフェースおよびコンテナ内蓄電池の状態管理をおこなう。制御盤内の構成は主にBMU、ネットワーク機器、制御電源で構成される。顧客要求に応じた機器構成のカスタマイズも対応可能とした。また、外形寸法についても従来機種と比べてコンパクト化を実現し、コンテナ内壁面への配置を可能とした。制御盤の仕様を表4、外観イメージを図3に示す。

2.2.5 コンテナ式蓄電システム

コンテナには蓄電池盤9面、制御盤1面およびコンテナ付帯設備（空調機など）を配置し、最低限の保守・メンテナンス作業エリアを確保した。市場ニーズに対応すべく、よりコンパクトなサイズになるように設計をおこなった。蓄電池盤の保守作業はコンテナ長側面に設けた扉より外部からおこなうことでコンテナ内部の省スペース化を実現した。コンテナ内は空調設備により適切に温度管理され、電池スペックを最大限



図3 制御盤外観イメージ

Fig. 3 Appearance image of Control cabinet.

表4 制御盤の仕様

Table 4 Specifications of Control cabinet

項目	仕様
方式	壁掛け式分電盤
寸法 (W × D × H)	800 × 200 × 1000 mm
質量	約 60 kg
制御回路	制御電源, MCCB, BMU 遠隔監視機器など

発揮できるように内部環境を維持する。

コンテナの納入形態はコンテナメーカーで完全製品化した状態で顧客へ納入する「工場完成方式」を主とし、施工時の工数低減により顧客負担の軽減をはかった。生産体制としては、1台/日の生産能力を維持することで、安定した製品提供により拡販をはかる。コンテナ式蓄電システムの仕様を表5、外観イメージを図4に示す。

3 特徴的な機能

3.1 充放電制御

リチウムイオン電池は高いエネルギー密度をもつ反面、セル電圧が上限を超えないように充電をおこなう。低温時には充電電流を制限するなどの充放電制御が必要である。これらの充放電制御を怠ると電池の寿命を縮めることになる。従来の当社蓄電システムでは



図4 コンテナ式蓄電システム外観イメージ

Fig. 4 Appearance image of Container-type LEPS-2 energy storage system.

表5 コンテナ式蓄電システムの仕様

Table 5 Specifications of Container-type LEPS-2 energy storage system.

項目	電圧帯	
	DC1200 V系	DC900 V系
公称電圧 ^{※5}	1038.80 V	727.16 V
公称容量 ^{※5}	2025 Ah	2700 Ah
公称電力容量	2,104 kWh	1,963 kWh
最大搭載 モジュール数 (セル数)	540 モジュール (7,560 セル)	504 モジュール (7,056 セル)
電解液総量	2,000 リットル未満 (少量危険物)	
最大バンク数	27 バンク	36 バンク
寸法 (W × D × H)	2350 × 9400 × 2800 mm	
質量	約 27 t	
保護等級	IP34 相当以上	
その他	重耐塩仕様, 火災予防条例準拠	

※5 LEPS-2 セルの仕様として公称容量 75 Ah, 公称電圧 3.71 V より算出

制御に必要な「セル電圧」,「温度」および「電流」などの情報をBMUから通信で出力して上位機器(PCSなど)により充放電制御をおこなっていた。しかしながら,上位機器側を当社システムの仕様に合わせてもらうことは,全体の開発期間の増加につながりかねない。そのため,電池温度,セル電圧などの情報から,通電可能な最大電力(または電流)を上位機器に通信で出力する電力制限値出力機能をBMUに搭載した。

顧客機器とのカップリングを想定した通信遅延時間や大型蓄電システムにみられる温度バラつきなどを考慮した電力制限値を通知することで,当社蓄電池の充放電制御をおこない易くした。

3.2 MC制御

これまでは蓄電池システムの主回路遮断装置としてMCCBを採用していた。この場合,バンクを主回路に接続する度に,MCCBを操作する必要があり,作業工数が掛かっていた。しかし,LEPS-2蓄電池システムでは遮断装置として新たに電磁接触器(MC)を採用することで,タッチパネルやタブレットからバンクのオン/オフ制御を可能とした。また,複数バンク構成では蓄電池が並列接続されており,バンク間の電圧差が大きい状態で主回路接続すると,過大な横流(循環電流とも呼ばれ,並列接続された異なる電位の電池間に流れる電流のこと)が発生し,故障の要因となることがある。このような事故を防止するために,BMUが各バンクの電圧,電流および温度情報より主回路接続可否を判断するMC制御という機能を開発した。特に定置用の大規模蓄電池システムではMC制御による工数低減効果は大きく,設備立ち上げ時や保守に掛かる負担の大幅な軽減を実現した。

4 STARELINK® サービス

4.1 概要

STARELINKサービスとは,GSユアサ独自の遠隔監視技術と予測・予兆技術を組み合わせることで,顧客の蓄電システムを全方位的に見守り,安心・安全・安定稼働の実現に向けた新保守サポートサービスである。

本サービスは「遠隔監視」「解析・診断」「容量保証」「保守・保全」の4つのサービスからなる(図5)。蓄電システムの蓄電池状態・計測情報はネットワーク経由でGSユアサクラウドに収集・蓄積し,サービス期間中の長期にわたり管理する。本情報をもとに後述するサービスにて蓄電システムの長期の保守



図5 STARELINK サービス概要

Fig.5 Overview of STARELINK Service.

管理をサポートする(図6)。

4.2 サービス詳細

4.2.1 遠隔監視

遠隔監視サービスとは,遠隔監視機器を用いて蓄電池データを自動測定・収集することで,蓄電池の状態を遠隔地から把握可能にするサービスである。

蓄電池の状態はブラウザ上から閲覧可能であり,専用ソフトウェアのインストールは不要である。蓄電池の状態表示^{3,4}は図7に示すように個々の施設にカスタマイズした施設MAPで表示しており,充電状態(SOC: States Of Charge)や蓄電池温度状態などが視覚的に判断できる。また,図8のように施設全体から電池モジュールのセル単位まで,ドリルダウンして表示することができ,故障発生時に場所の特定が迅速におこなえる。さらに,SOCや蓄電池温度などのグラフ表示機能,故障発生時のメール通知機能を備えており,顧客での日常管理のスマート化を実現する。

4.2.2 解析・診断

解析・診断サービスとは,遠隔監視サービスで取得した蓄電池データにもとづき,運用状態,劣化診断,異常予兆などに関するレポートを提供するサービスである。

蓄電システムの運用状態や劣化診断などの蓄積したビッグデータを解析することで更新時期・異常予兆を診断し,システム安定稼働の維持・継続に貢献する。運用状態解析レポートでは充放電電力量・温度・警報発生状況などを解析し,蓄電池の運用状態を把握することが可能となる。また,解析結果から専門技術者にて蓄電池使用に関する改善を提案する。蓄電池劣化診断レポート(図9)では,現在の蓄電池容量や今後の

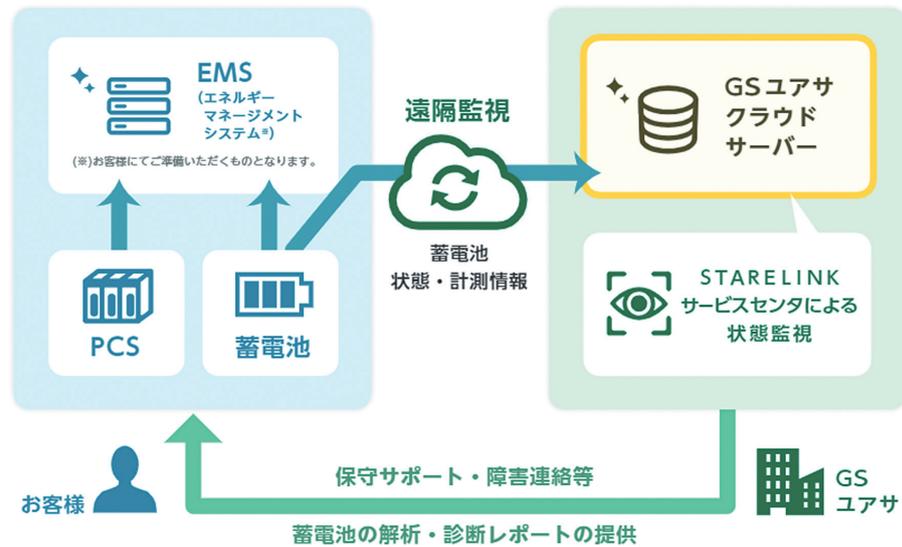


図6 STARELINKサービスの提供イメージ
Fig.6 Image of providing STARELINK Service.



図7 遠隔監視による状態表示
Fig.7 Status display by remote monitoring.

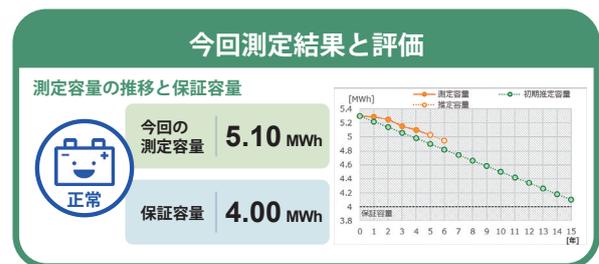


図9 蓄電池劣化診断レポートイメージ
Fig.9 Image of battery deterioration diagnosis report.



図8 遠隔監視による階層表示
Fig.8 Hierarchical display by remote monitoring.

劣化推移を診断し、劣化状態を把握することが可能となる。これにより、蓄電システムの今後の運用方法、更新時期などの顧客での運用計画の検討をサポートする。蓄電池異常予兆レポートでは、偶発的故障の予兆

診断をおこない、必要に応じて修理提案をおこなう。事前に部品の手配や修理計画を立てることが出来るため、故障部品の修理などによるシステム停止の影響を最小限に抑えることが期待される。これらのレポート

および診断は、当社独自の技術⁵⁻⁹により、レポート自動化や容量測定の見直し、さらなる診断精度向上を目指す。

4.2.3 容量保証

容量保証サービスとは、蓄電池の劣化推定、長期間の保証容量の維持、運用の改善提案をおこない、適切な蓄電池システム運用をサポートするサービスである。

蓄電システム導入前には、想定される運用情報（負荷パターンや環境温度など）に応じて、初期の蓄電池容量、保証期間中の容量推移を算出するとともに、保証容量を維持するための適切な運用条件を提案する。蓄電システム運用後には定期的に容量測定を実施し、現在の蓄電池容量を確認する。容量測定結果と遠隔監視による運用データから今後の容量推移を推定し、保証期間内に保証容量を下回ると判断した場合には、蓄電池の交換などの対応をおこなう。運用データを解析し、想定される運用情報から乖離があった場合には、運用方法の改善提案や保証内容の見直し提案をおこなう。

4.2.4 保守・保全

保守・保全サービスとは、蓄電システムの定期点検、定期部品交換、異常発生時の修理・復旧対応をおこなうサービスである。

顧客の設備や運用に併せて定期点検を計画・実施し、当社の専門技術員にて蓄電システムの健全性を確認する。定期部品交換では、交換推奨部品の使用年数を管理し、計画的に部品交換を実施することで、設備の安定稼働をサポートする。異常発生時には当社コールセンタにて異常の内容を一次受付する。また、遠隔監視により、当社においても異常の発生状況をいち早く検知し、異常内容や発生箇所から復旧対応を判断する。そして、全国の拠点から当社の専門技術員が修

理・復旧対応を実施し、蓄電システムの安定稼働をサポートする。

5 まとめ

国内外の再エネ大型蓄電システムや大容量需要家のニーズに対応すべく、コンテナ式 LEPS-2 蓄電システムを開発した。前機種に比べて電池性能が向上した LEPS-2A-14 を最大限に活かしたシステム設計をおこなっており、市場ニーズに応えられる製品となっている。

再生可能エネルギーのさらなる普及と持続可能な社会の実現に貢献すべく、今後も性能向上および低コスト化に注力し、蓄電システムの開発に取り組んでいく。

参考文献

1. 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」令和3年6月18日
内閣官房 経済産業省 内閣府 金融庁 総務省 外務省 文部科学省 農林水産省 国土交通省 環境省
2. 令和3年度「エネルギーに関する年次報告」
資源エネルギー庁
3. 日本特許第 6822624 号
4. 日本特許第 7006835 号
5. 日本特許第 6904380 号
6. 日本特許第 7095779 号
7. 日本特許第 6897748 号
8. 日本特許第 6428957 号
9. 日本特許第 7031649 号