

特集 I

再生可能エネルギーを促進する蓄電システム

GS ユアサの定置用リチウムイオン電池 事業の取り組み状況

The status of GS Yuasa's stationary lithium-ion battery business

山口雅英・木村卓美・松原岳人*

1. はじめに

脱炭素社会の実現にむけてさまざまな分野で取り組みがおこなわれているが、そのひとつとして太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの導入が加速している。国内ではすでに太陽光発電の電力が余剰となるケースも発生しており、また電力が気象条件で変動することから、これらの発電電力の有効利用や変動対策が必要な状況となっている。

これに対処するために既存発電設備の調整力や揚水発電などが使用されているが、設備容量に限界があり、新設も難しいことから定置用蓄電システムの導入が期待されている。定置用の蓄電池としてはいろいろな種類があるが、EV 普及のベースとなったリチウムイオン電池が使用されるケースが増えてきた。リチウムイオン電池は比較的小型・軽量で充放電効率が高く、昨今長寿命化や低価格化が進んでいる。

本稿では当社の定置用リチウムイオン電池について、その特徴や安全対策、適用事例等について現状を紹介する。

表1 定置用リチウムイオン電池の仕様

	LIM50EL	LEPS-1	LEPS-2
定格容量	48.5Ah	61.75Ah	71.25Ah
公称電圧	3.80V	3.71V	3.71V
長さ	171mm	171mm	171mm
幅	44mm	34mm	44mm
高さ	111mm	121mm	111mm
質量	1.68kg	1.47kg	1.70kg
最大充電電流	125A	63A	73A
最大放電電流	300A	63A	73A

2. 定置用リチウムイオン電池の種類と特徴

2.1 定置用リチウムイオン電池への取り組み

弊社では、1990年前後からリチウムイオン電池の開発を始め、1997年に携帯電話用のリチウムイオン電池の生産を開始した。その後、電池の大型化を進めていき、2002年には産業用リチウムイオン電池「LIM シリーズ」の生産を開始し、鉄道、産業機械、UPSなどの多くの産業用途で20年以上にわたり実績を積み重ねてきた。

定置用リチウムイオン電池においては、蓄電システム用として2013年に「LIM50EN」で本格的な導入を開始した。この LIM50EN は、2008年に世界に先駆けて量産電気自動車に採用された「LEV50 シリーズ」で培われた量産技術を活用することにより、MWh 級の大規模システムにも対応できるようになった。

その後、LIM50EN の互換品でありながら寿命特性を大幅に向上させた「LIM50EL」を2019年に製品化するとともに、大規模の定置用電池に求められる高エネルギー密度化に対応した電池として、2020年から「LEPS シリーズ」の生産を開始している。

表1に弊社が定置用として展開しているおもなリチウムイオン電池の仕様を示す。次節では、これらの電池のうち現在弊社が蓄電システム用の主力製品として展開している LEPS シリーズの特徴を示す。

2.2 LEPS シリーズの特徴

2020年から生産を開始している LEPS シリーズは、大規模蓄電システムでの使用を想定して開発された定置用のリチウムイオン電池である。以下に LEPS シリーズの特徴を示す。

* 株式会社 GS ユアサ

(1) 充電状態が電圧から容易に判別可能

LEPS シリーズの充電状態 (SOC, State Of Charge) と電池電圧との関係を図1に示す。蓄電システムを運用するにあたり、電池の SOC を把握することは重要であるが、LEPS シリーズは使用全領域にわたり SOC の増加とともに電圧も増加するため、電圧から充電状態を容易に把握することが可能である。

(2) 液漏れリスクに配慮した構造の採用

リチウムイオン電池は可燃性の電解液を採用しており、安全な使用のためには液漏れをしないような設計が必要となる。LEPS シリーズは、ステンレス製の丈夫な電槽を採用するとともに、液漏れのリスクにつながるガス排出弁や端子を電池上面部に配置することにより、弁が開放するような異常事象発生時にも液漏れがしにくく安全な構造を採用している。

(3) 高い充放電電力効率

蓄電システム用のリチウムイオン電池は再生可能エネルギーで発電された電力を蓄電することから、発電した電力を効率よく使用できるのが望ましい。LEPS シリーズは、車載駆動用の電池構造を採用することにより低抵抗設計となっている。これにより、充放電電力量効率は3時間率の電流値において97%以上というすぐれた特性を有している。

(4) 水溶性電解液採用による指定数量緩和 (LEPS-2)

リチウムイオン電池は可燃性の電解液を採用しているため、取扱にあたり政令で定める技術基準に従う必要があるが、指定数量未満の取扱の技術基準は市町村条例によるため、少量危険物範囲としての取扱が可能である。

LEPS-1 の電解液の指定数量は 1,000L であり、少

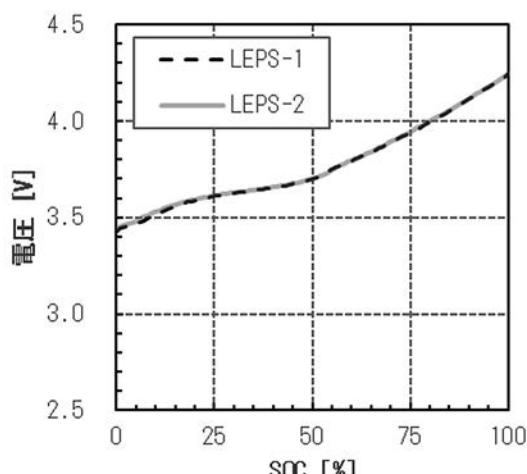


図1 LEPS シリーズの SOC と電圧の関係

量危険物範囲での蓄電容量は約 1MWh である。一方、LEPS-2 は第四類第二石油類水溶性の電解液を採用したことにより、指定数量が 2,000L となり、少量危険物範囲での蓄電容量は約 2MWh と LEPS-1 と比較して約 2 倍となっている。

(5) 長期間の使用に対応した寿命特性 (LEPS-2)

リチウムイオン電池は充放電の使用とともに、充放電をともなわなくとも経時により容量が低下する。定置用のリチウムイオン電池は 15 ~ 20 年の長期間の使用が想定されるため、充放電だけでなく経時による容量低下も抑制することが重要である。

LEPS-1 では再生可能エネルギーの変動吸収用に適した電池として開発したが、LEPS-2 では電力量取引のようなく返し充放電をおこなう用途に対応するため、寿命特性の向上をはかっている。充放電では、20°C 環境下、SOC25-100% で 8,000 回以上の使用が可能であるとともに、25°C SOC100% の状態で 15 年間使用したときには、初期容量の 90% 以上の容量を維持するような良好な寿命特性を有している。

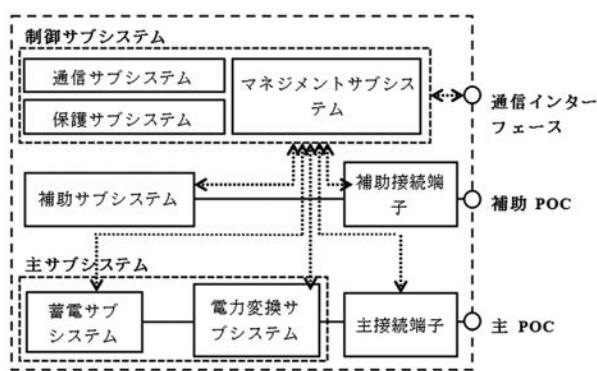
3. 蓄電システムと安全対策

3.1 蓄電システムの構成

蓄電システムを英語表記すると Battery Energy Storage System : BESS となるが、「蓄電池を用いた電気エネルギー貯蔵システム」の総称である。本書ではリチウムイオン蓄電池を用い、電力系統や受電設備の交流電源に接続し、充放電する蓄電システムについて解説する。

蓄電システムの構成を図3.1.1に示す。

この図は、JIS C4441「電気エネルギー貯蔵システム 電力システムに接続される電気エネルギー貯蔵システムの安全要求事項－電気化学的システム」の 6.1.1 項「一般的特徴」の図2で、BESS の構成の



POC: Point Of Connection(接続点)

図3.1.1 蓄電システムの構成の一例

一例である。弊社製リチウムイオン電池は主サブシステムの中にある、蓄電サブシステムに位置する。

大規模な蓄電システムで代表的なのは図3.1.2のように蓄電池をコンテナに収納し、パワーコンディショナ（PCS）、変圧器などの高圧盤と組み合わせて設置する方法で、この組み合わせを多数設置することで、数百MWh、数GWhの蓄電システムの構築が可能であり、システム構築の柔軟性と工期短縮の効果が高い方式である。（後述の図5.2.1参照）

3.2 蓄電池コンテナ内の構成

前記3.1項で紹介した蓄電池コンテナの中には、リチウムイオン電池の単セルを複数直列にしたモジュールが多数搭載されている。そしてモジュールもPCSの入力DC電圧である数百～千数百Vに適合するように直列接続され、直列接続単位をBattery Management Unit (BMU)等で保護し、更に多並列接続して数MWhの蓄電容量を実現している。弊社製蓄電池コンテナ内の構成イメージを図3.2.1に示す。

モジュールにはCell Monitor Unit (CMU)と直列接続された複数のセルが搭載されている。更に蓄電池盤には過充電、過電流、過昇温からリチウムイオン電池を保護しているBMUと、直列接続された複数のモジュールが搭載されている。そして、蓄電池コンテナには並列接続された蓄電池盤と補機および制御盤が搭載されていて、EMS (Energy Management System) およびPCSに接続される。

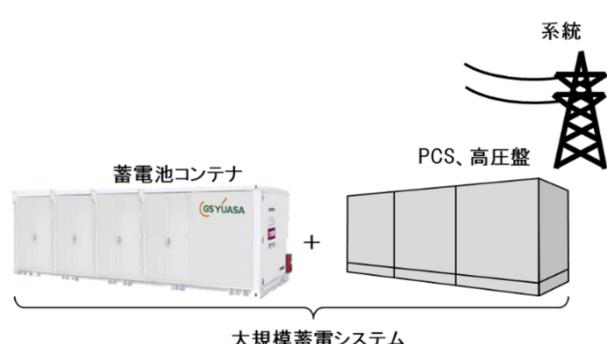


図3.1.2 蓄電システムの構成の一例



図3.2.1 蓄電池コンテナ内の構成イメージ

蓄電池コンテナ内の回路ブロック図を図3.2.2に示す。

弊社ではリチウムイオン電池セルからモジュール、CMU及びBMU、蓄電池コンテナを自社開発・製造している。

3.3 蓄電システムの安全対策

3.3.1 蓄電システムに関する安全性規格

蓄電システムの安全性規格として、JIS C4441「電気エネルギー貯蔵システム 電力システムに接続される電気エネルギー貯蔵システムの安全要求事項－電気化学的システム」が発行されている。この規格はIEC 62933-5-2のJIS版である。BESS全体を網羅した安全性規格である。JIS C4441の中で、リチウムイオン電池についてはJIS C8715-2「産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システム－第2部：安全性要求事項」に適合するとともに、JIS C8715-2の7.3項「内部短絡に対する考慮－設計評価」で選択制になっている7.3.3項「類焼試験(電池システム)」の検証を必須で求めている。

JIS C4441とJIS C8715-2の関係性を図3.3.1に示す。

弊社ではセル、モジュールから蓄電池コンテナまでを製造しているが、各段階で求められる安全規格、法令について適切に対応している。その対応状況を表3.3.1に示す。

以降、特に重要な安全性試験について解説する。

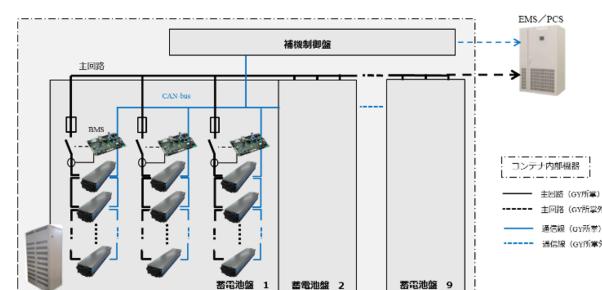


図3.2.2 蓄電池コンテナ内の回路ブロック図

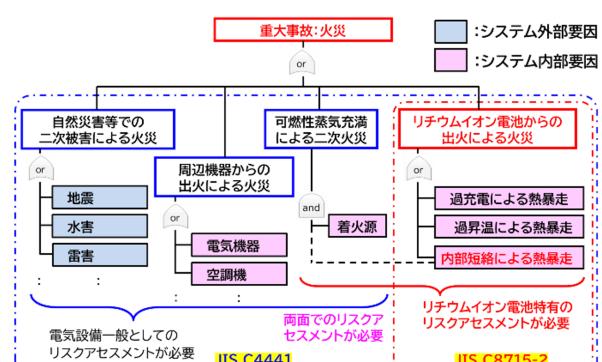


図3.3.1 JIS C4441とJIS C8715-2の関連図

表 3.3.1 各構成要素段階での対応安全性規格一覧

システムレベル	危険源	安全性	規格・法令
セル	火災危険源 化学危険源	使用材料、製造工程管理による内部短絡の防止、及び熱暴走の抑制	・JIS C 8715-2 産業用LIBの安全性要求事項 ・UN38.3 国連輸送勧告試験 ・消防危第303号 (参考) ・IEC62660-3/-4 EV用リチウム電池(セル)の安全要件
モジュール	火災危険源 電気的危険源	モジュール構造によるセル間類焼の防止 モジュール構造による短絡、感電の防止	・JIS C 8715-2 産業用LIBの安全性要求事項 ・UN38.3 国連輸送勧告試験 ・JIS C 4441 電気エネルギー貯蔵システム-電力システムに接続される電気エネルギー貯蔵システムの安全性要求事項-電気化学的システム ・消防危第303号
蓄電池盤	火災危険源 電気的危険源	蓄電池盤構造による盤外への類焼・延焼の防止 蓄電池盤構造による短絡の防止 電池監視装置による過電流、過充電の防止	・JIS C 4441 電気エネルギー貯蔵システム-電力システムに接続される電気エネルギー貯蔵システムの安全性要求事項-電気化学的システム ・消防危第303号 ・火災予防条例
システム	火災危険源 爆発危険源 電気的危険源 化学的危険源	コンテナ構造によるコンテナ外への類焼・延焼の防止 万が一、セルが熱暴走した場合における可燃性ガスが爆発下限界に至る可能性の検討 充電部に直接接触できない構造 万が一、セルが熱暴走した場合における有毒ガスが致死濃度に至る可能性の検討	・JIS C 4441 電気エネルギー貯蔵システム-電力システムに接続される電気エネルギー貯蔵システムの安全性要求事項-電気化学的システム ・火災予防条例 or 消防法 ・消防危第303号 ・消防予第156号

※1. コンテナ以外の建屋(電気室)等への導入の場合は、キューピタル方式での火災予防条例適合が必要となる。

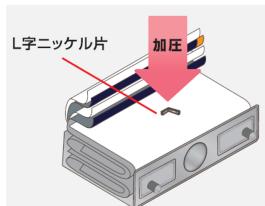


図 3.3.2 JIS C8715-2 の内部短絡試験イメージ

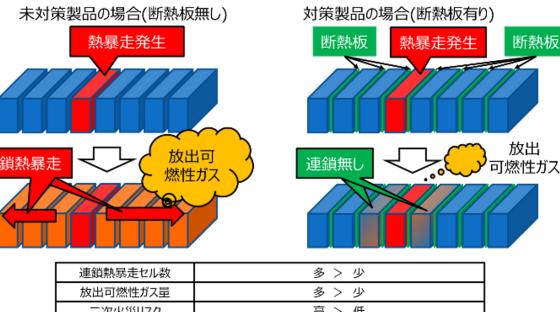


図 3.3.4 連鎖熱暴走の対策有無での違い

ことを確認している。(図 3.3.3 参照)

3.3.3 類焼試験と連鎖熱暴走 (水素ガス低減)

JIS C4441 では必須試験となっている JIS C8715-2 「7.3.3 項「類焼試験 (電池システム)」の判定基準は「電池システムから外部への発火又は電池システム外装の開裂無し」となっている。しかし、類焼試験を合格しているモジュールでも、1つのセルの熱暴走によって、連鎖的に熱暴走が発生する場合がある。連鎖熱暴走対策がされていない場合、図3.3.4の通り、熱暴走したセル全てから水素ガスが放出されるため、放出される水素ガス量が増加する。

大規模な蓄電システムでは連鎖熱暴走が発生すると JIS C4441 「7.11.3.3 爆発からの保護」での水素ガスの濃度基準である 4% を超過する可能性が高く、二次火災などの被害拡大のリスクが増大する。弊社製の大規模な蓄電システムに使用するモジュールは連鎖熱暴走対策を実施している。

今後益々蓄電システムの普及が拡大していくが、

相違点	JIS C8715-2 内部短絡試験	IEC 62660-3 内部短絡試験
L字Ni片サイズ	高さ0.2mm 幅0.1mm 1辺1mm	セル電圧低下できるよう変更可
加圧条件	400Nで加圧	セル電圧低下するまで加圧
セル電圧以下の確認	-	セル電圧低下確認必須 (電池に加圧用穴を確保しても良い)
【試験模式図】		
備考	内部短絡が発生する電池使用状態を再現させる試験方法	電池使用状態ではなく、内部短絡を発生させることに特化した試験手法

図 3.3.3 内部短絡試験内容比較

3.3.2 内部短絡試験

JIS C8715-2 の 7.3.2 項「7.3.2 内部短絡試験 (単電池)」は、セル内に L 字ニッケル片を挿入し、外部から加圧することで、製造工程で混入する金属製異物による内部短絡を模擬した試験である。(図 3.3.2 参照)

弊社では更に試験条件の厳しい車載駆動向け LIB の IEC62660-3 の内部短絡試験も実施して合格する

二次火災のリスクも考慮した安全性の高い蓄電池を導入することによって、海外で多発している蓄電システムでの火災事故を国内で防止できると考える。

4. 遠隔監視と O&M サービス

分散して設置される蓄電システムを効率よく安定的に運用するためには、遠隔監視による状態監視と故障発生時には速やかに原因調査、復旧できることが重要である。

弊社では遠隔監視によるビッグデータをベースにした産業用電池電源のための総合 O&M サービス「STARELINK™ サービス」を提供している。図 4.1



図 4.1 STARELINK™ サービス体系

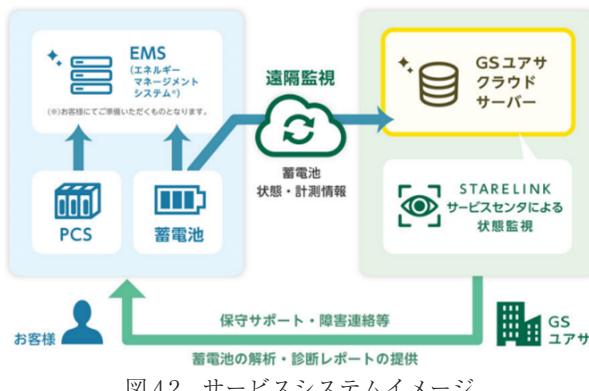


図 4.2 サービスシステムイメージ



図 4.3 GS ユアサの全国保守拠点

に「STARELINK™ サービス」のサービス体系のイメージを示す。

特に電力取引に使用される蓄電システムでは蓄電池の放電が事業収益に直結するため、蓄電池容量の長期の保証が必要になる。弊社では遠隔監視をベースとして、解析・診断、保守・保全で蓄電池の健全性を維持した上で、長期の容量保証を実現している。

保守・保全では全国約 1,000 人のサービススタッフにより、迅速な保守対応を提供している。

5. 納入事例

ここでは定置用リチウムイオン電池を使用した蓄電システムの納入事例についていくつか紹介する。

5.1 北海道（稚内）・風力発電設備向け蓄電池設備

図 5.1.1 は北海道（稚内）の風力発電設備向けに納入した世界最大規模の蓄電池設備である。この蓄電池設備の出力は 240MW、容量は 720MWh で、定置用リチウムイオン電池 LEPS-1 を 16 直列したモジュールを約 21 万モジュール、約 330 万セルにて構成されている。蓄電池設備の構成を図 5.1.2 に

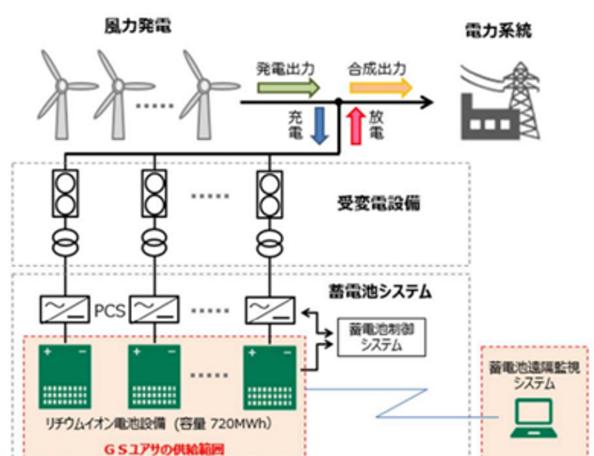
図 5.1.1 北海道（稚内）・風力発電設備向け蓄電池設備
(提供元：千代田化工建設様)

図 5.1.2 蓄電池設備の構成

示す。

この蓄電池設備は北海道北部風力送電株式会社の北豊富変電所に設置されており、2023年3月から稼働を開始した。風力発電設備と連系することで気象変化によって生じる風力発電の出力変動を抑制し、系統の安定化に寄与している。

5.2 北海道（室蘭）・系統用蓄電池設備

図5.2.1は北海道（室蘭）のENEOS（株）の室蘭事業所敷地に、ENEOS Power（株）が運用する系統用として納入した蓄電池設備である。この蓄電池設備の出力は50MW、容量は88MWhで、定置用リチウムイオン電池LEPS-2を14直列したモジュールを540モジュール、7,560セルをコンテナに収納し、計42コンテナにて構成されている。

この蓄電池設備は2024年3月末に稼働を開始し、卸電力取引や需給調整市場、容量市場等に対応したマルチユースとして活用されている。

5.3 九州（熊本）・需要家向け蓄電池設備

図5.3.1は九州（熊本）の本田技研工業株式会社・熊本製作所に太陽光発電と併設したPPA事業用として納入した蓄電池設備である。太陽光発電の設備容量は3.8MW、蓄電池設備の容量は20MWhで、定置用リチウムイオン電池LEPS-2を14直列したモジュールを540モジュール、7,560セルをコンテ



図5.2.1 北海道（室蘭）・系統用蓄電池設備



図5.3.1 九州（熊本）・需要家向け蓄電池設備

ナに収納し、計10コンテナにて構成されている。2023年12月より稼働を開始し、太陽光発電の余剰電力の吸収やピークカットとして活用されている。

6. おわりに

以上、GSユアサの定置用リチウムイオン電池事業の取り組み状況について報告した。再生可能エネルギーの導入は今後もますます進むものと考えられ、電力の安定供給のための蓄電池のニーズもさらに高まるものと考えられる。

リチウムイオン電池についてもこれらのニーズに応えるべく現在も改良がおこなわれており、近い将来には全固体電池の実用化も可能になると予想している。当社としてもこのような期待に応えるべく定置用リチウムイオン電池と蓄電システムの両面において新商品開発を進め、持続可能な社会インフラの構築に貢献していく所存である。

参考文献

- 1) 世界初の角形ケースと車載用に有利な縦巻き電極体の発想、メイキングヒストリー第1号、1-2 (2016), GSユアサ
- 2) 宮脇康貴、井上朋重、吉本健太、上野勉、時井敦志、大規模蓄電システム用リチウムイオン電池モジュールの開発、GS Yuasa Technical Report 第17卷第1号, 9-14 (2020), GSユアサ -
- 3) 吉本健太、野又佳祐、宮崎博之、秦拓馬、美馬正明、コンテナ式LEPS-2蓄電システムの開発、GS Yuasa Technical Report 第19卷第2号, 10-16 (2022), GSユアサ

著者略歴



山口 雅英（ヤマグチ マサヒコ）

1983年 日本電池株式会社（現GSユアサ）入社。主として無停電電源装置、通信用電源装置、電力貯蔵システム、太陽光発電用パワーコンディショナ、リチウムイオン電池関連商品の研究開発に従事。2021年 GSユアサ常務執行役員・リチウムエナジージャパン社長をへて現在はエネルギー・システム関連商品の販売支援を担当。博士（工学）



木村 卓美 (キムラ タクミ)
2000 年 株式会社ユアサコーポレーション (現 GS ユアサ) 入社し、主としてミニ UPS モニタリングシステム の開発に従事。2009 年からは産業分野でのリチウム二次電池の用途開発、システム構築技術の開発部門を経て、2023 年 4 月より系統用・需要家用の大規模 ESS 向けリチウムイオン電池システムの提案・設計・施工での技術支援業務を担当。



松原 岳人 (マツバラ タケヒト)
1996 年日本電池株式会社 (現 GS ユアサ) 入社。ニッケル水素電池、リチウムイオン電池、燃料電池の研究開発、鉛蓄電池やリチウムイオン電池の生産に携わる。2023 年 10 月より現職。主に産業用リチウムイオン電池関連の開発を担当。