

電動車両用電池・充電に関する国際標準化の動向

International Standardization for Electric Vehicle Batteries and Charging

高橋 雅子*1

Masako TAKAHASHI

1. はじめに

電動車両(EV)は、地球規模で深刻化する環境・エネルギー問題への貢献が期待されており、近年、各国が相次いで電動モビリティへのシフトを表明している。日本は世界に先駆けてEVを製品化し、駆動用リチウムイオン二次電池(LIB)や、直流(DC)充電システムなどの開発・製品化において各国に先行してきたものの、EV分野における国際競争は年々激化している。

EVの普及促進と市場拡大のためには、EV・電池・充電器等の基本的な性能・安全性の確保、充電インフラ整備、互換性・相互運用性の確保等が不可欠であり、その基礎となる国際規格の整備は特に重要な意味を持つ。日本の製品・技術の国際展開に果たす役割はもちろん、国際市場の経験や、技術・サービスの進化・拡張への対応の観点からも、各国との協調に基づく国際規格整備の重要性は高い。

本稿では、日本自動車研究所(JARI)が開発・審議を担当するEV駆動用電池及び充電システムに関連するIEC(International Electrotechnical Commission)、ISO(International Organization for Standardization)における国際標準化の動向について紹介する。

2. EV用電池関連規格

2.1 全般

EV用電池については、LIBセル及びパック・システムに関する試験法や、安全要件等の国際標準化が進められている(表1参照)。

表1 EV用電池に関する主な国際標準

提案国	規格	現状
日本	IEC 62660-1 EV用リチウムイオン二次電池(セル)の性能試験	Ed. 1: 2010-12 発行 Ed. 2: 発行準備中
日本	IEC 62660-2 EV用リチウムイオン二次電池(セル)の信頼性・誤用試験	Ed. 1: 2010-12 発行 Ed. 2: 発行準備中
日本	IEC 62660-3 EV用リチウムイオン二次電池(セル)の安全要件	Ed. 1: 2016-8 発行
	IEC/TR 62660-4 IEC 62660-3 内部短絡試験の代替試験法候補	Ed. 1: 2017-02 発行
日本・ドイツ	ISO/IEC PAS 16898 EV用リチウムイオンセルの寸法と記号表示	PAS:2012-12 発行
日本	IEC 61982-4 EV用ニッケル水素セル・モジュールの安全要件	Ed. 1: 2015-10 発行
日本	IEC 62576 HEV用電気二重層キャパシタの電気的性能の試験方法	Ed. 1: 2009-8 発行 Ed. 2: 2018-02 発行
ドイツ	ISO 12405-3 EV用LIBパック・システム試験仕様 - 安全性能要件	Ed. 1: 2014-5 発行
ドイツ	ISO 12405-4 EV用LIBパック・システム試験仕様 - 性能試験	Ed. 1: 2018-07 発行
ドイツ	ISO 6469-1 EV安全仕様 - RESS Amd. 1(熱連鎖安全管理)	Ed. 3: FDIS 準備中
		Amd. 1: WD
ドイツ	ISO 19453-6 EV用駆動電池パック/システム環境試験	Ed. 1: CD
-	IEC 61982 EV用二次電池(LIBを除く)の性能・持久力試験	Ed. 1: 2012-4 発行

*1 一般財団法人日本自動車研究所 電動モビリティ研究部

日本提案に基づく IEC 62660 シリーズは、EV 駆動用 LIB セルの試験法と安全要件を規定している。自動車用セルは民生用・産業用等と異なり BEV/PHEV/HEV 用の多様なパック設計に対応する必要があり、試験条件はそれを考慮して規定する必要がある。IEC 62660 では、EV 用セルに精通した日本メーカーが、パック試験との整合も考慮の上、適切な標準試験法を規定した。パート 1 は、LIB セルの基本的性能の確認を目的とする試験法(出力密度・エネルギー密度・容量保存特性・保存寿命・サイクル寿命・エネルギー効率)を規定、パート 2 は基本的安全性能の確認を目的とする試験法(振動・衝撃・衝突・耐熱・温度サイクル・外部短絡・過充電・強制放電)を規定している。両規格は、一部試験目的、試験手順の明確化・適正化を行った上で、近く第二版が発行予定である。共に LIB セルの基本的試験法として各国での参照が広がっているが、急速充電・ハイパワー充電に対応した試験法の必要性を指摘する意見もあり、また将来の全固体電池への対応も検討課題となっている。パート 3 は、LIB セルの基本的安全性の確認を目的とする試験法(振動・衝撃・衝突・耐熱・温度サイクル・外部短絡・過充電・強制放電・内部短絡)と合否基準を規定している。この内、内部短絡試験及びそれに関連するパート 4 については次項で概要を紹介する。

EV 用電池については、各自動車メーカーのシステム設計に最終的な安全性や性能の確保が委ねられているものの、電池パックやシステム的设计は、セルレベルでの基本的安全性・性能を前提としている。自動車用セル・モジュールは、パック、システムとは異なるメーカーが製造しているケースも多いため、セルレベルでの安全要件・性能確認の標準は重要性が高いと言える。

LIB パック・システムの試験仕様を規定する ISO 12405 シリーズは、改定途中で大幅な規格構成の変更が行われた。パート 1(高出力用)とパート 2(高エネルギー用)は新たにパート 4(性能試験)として統合し、更に、環境試験(熱サイクル・耐久性・衝撃・防水等)を分離して ISO 19453-6 として審議中である。また、パート 3(安全要件)は、現在改定審議中の ISO 6469-1 に統合され、同規格発行後に廃止される予定である。

EV 用 LIB セルの寸法表記に関する ISO/IEC

PAS 16898 は、セル寸法の標準化/限定の可否を巡り議論が紛糾したが、最終的には概ね全ての既存セルの寸法を参考記載することで決着した。この PAS については 2019 年初旬に、廃止か IS 化審議の開始かを判断する投票が行われる予定である。

2.2 LIB 安全要件

EV 用 LIB の安全要件については、2013 年の航空機用 LIB の発火事故等を背景に、特にセルの内部短絡試験とパックの熱連鎖試験を焦点とした標準化審議が開始した。

セルの内部短絡試験については、IEC 62660-3 に、強制内部短絡試験(FISC)を規定するとともに、条件付きで FISC の代替試験、またはモジュール・パックの熱連鎖試験の選択を可能とした。FISC 試験は、欧州自動車メーカー等にとって難易度が高く、より簡便な試験法への要望が強かったことから、セラミック釘を使用した押圧試験法を、IEC/TR 62660-4 に参考情報として纏めた。パート 4 には、日本と韓国による試験データも限定的ながら参考記載しているが、試験条件は暫定案であり、セル製造時の異物混入の模擬を目的とする FISC 試験との同等性、標準試験法としての再現性、信頼性、適用性の確保については、課題として継続審議する事とした。簡便な試験法は、試験実施者の利便性を高め、試験適用の拡大による安全性の向上に繋がる事が期待されるが、標準試験として採用するためには、十分な検証が求められる。不完全な試験法が一人歩きする危険性を防止する意味でも、標準試験法としての完成を目指し、最終的には IEC 62660-3 に反映させる予定である。現在は、高容量電池への適用も可能な、新たな手法を日本から提案し、検証を進めている。

IEC 62660-3 では、セルより上の構造レベルで熱暴走を防止する電池設計を考慮し、熱連鎖試験などによる代替も認めている。試験法はセルブロック/モジュールについては IEC 62619(産業用大型リチウム電池の安全要件)、パック/システムについては ISO 12405-3 を参照する事とした。上述の通り、ISO 12405-3 は ISO 6469-1 に統合されるが、熱連鎖試験については熱連鎖リスク低減の証明方法と合わせて、追補

(Amd)として別途審議が進められている。特に、熱暴走の起因となるセル内部短絡のトリガー手法については、日本を含め各国で様々な研究が行われている。しかし、熱連鎖を強制的に発生させる事の可否、パックにどこまでの耐熱連鎖性を求めるべきか等、試験目的を含め試験法に関する合意形成は進んでいない。国連基準 Electrical Vehicle Safety - Global Technical Regulation (EVS-GTR)における同試験の議論についても同様に各国意見の調整に時間を要している。

3. EV 充電関連規格

3.1 全般

EVの充電システムに関しては、コンダクティブ充電、ワイヤレス充電、通信インタフェース、充放電インフラ管理プロトコル、電池交換等について30件を超える規格または規格案が存在する(表2参照)。

コンダクティブ充電については、IEC 61851 シリーズ(充電システム)、IEC 62196 シリーズ(車両カプラ等充電アクセサリ)、ISO 17409 (車両側安全要件)に、基本的な機能・安全性・互換性/相互運用性の確保を目的とする要件・試験法等が規定されている。コンダクティブ充電規格は、約20年前にIEC 61851-1の審議が開始して以来、技術の進展と製品の拡張に合わせて継続的に標準整備が行われている。現在は、特に直流(DC)充電関連や充電管理・サービス関連で新たな内容が複数審議されている。DC充電については次節でその概要を紹介する。

ワイヤレス給電については、IEC 61980 シリーズ(給電システム)とISO 19363(車両側要件)に、機能要件、感電防止等安全要件、通信要件、システム要件、相互運用要件等が規定されている。日本提案を含む複数の通信方式やコイル仕様が併記されている。

車両・グリッド間の通信インタフェースに関するISO 15118 シリーズでは、充電、課金・支払い、負荷平準化、顧客サービス、双方向充電等の通信プロトコル等を規定している。但し、現時点では当該規格シリーズを適用した日本製品の実例は無く、欧州等に於ける適用例も限定的である。

充放電インフラ管理プロトコルに関するIEC 63110 シリーズの審議は2017年から開始した。コンダクティブ、ワイヤレスを含む充放電器全般

と管理システム間の通信プロトコルを対象とし、欧州のオープンスタンダード OCPP(Open Charge Point Protocol)の反映が検討されている。

また、充電サービスプロバイダー間のローミングサービスに関するIEC 63119 シリーズについても、中国提案に基づき2017年から審議が開始した。

電池交換については、IEC 62840 シリーズにて基本要件が規定されている。

表2 EV充電に関する主な国際標準

提案国	規格	現状
日本	IEC 61851-23 EVコンダクティブ充電システム:DC 充電ステーション	Ed. 1: 2014-3 発行 Ed. 2: CD3
日本	IEC 61851-24 EVコンダクティブ充電システム:DC 充電制御デジタル通信	Ed. 1:2014-3 発行 Ed. 2:CD3
日本	IEC 62196-2 EVコンダクティブ充電用プラグ・ソ ケット・車両カプラ: AC充電用アク セサリの寸法互換性	Ed. 1:2011-10 発行 Ed. 2:2016-2 発行
日本	IEC 62196-3 EVコンダクティブ充電用プラグ・ソ ケット・車両カプラ: DC充電用車両 カプラの寸法互換性	Ed. 1:2014-6 発行 Amd. 1: CD
日本	ISO 19363 磁界 WPT 車両安全・相互運用性要件	PAS:2017-1 発行 Ed. 1: DIS
日本	IEC 61851-23-2 電气的分離保護の DC 充電器	Ed. 1: CDV
日本	IEC 62196-6 電气的分離保護の DC 充電機器用 DC 車両カプラの寸法互換性	Ed. 1: CD
フランス	IEC 61851-1 EV コンダクティブ充電システム:一 般要件	Ed. 3: 2017-2 発行 Ed. 4:WD
-	IEC 61851-21-1 EV コンダクティブ充電システム: AC/DC 電源接続時の車載充電器の EMC 要件	Ed. 1: 2017-6 発行
-	IEC 61851-21-2 EV 充電システム:オフボード充電シ ステムの EMC 要件	Ed. 1: 2018-4 発行
スイス	IEC/TS 61851-3-1~3-7 コンダクティブ充電システム 3-1: 二重・強化絶縁充電器一般要件, 3-2: 電圧変換器, 3-3: 電池交換シ ステム, 3-4~3-7: 通信	DTS 準備中 (パート 3-3: CD)
オランダ	IEC 61851-23-1 EVコンダクティブ充電システム: 自 動接続DC充電ステーション	Ed. 1: CD3

スイ	IEC 61980-1 EV ワイヤレス給電システム：一般要件	Ed. 1:2015-5発行 Ed. 2: WD
	IEC/TS 61980-2 EV ワイヤレス給電システム：EV・インフラ間通信特別要件	TS発行準備中
	IEC/TS 61980-3 EV ワイヤレス給電システム：磁界電力電送システム特別要件	TS発行準備中
-	IEC 62196-1 EV コンダクティブ充電用プラグ・ソケット・車両カプラ：一般要件	Ed. 3: 2014-6発行 Ed. 4: CD
ドイ	IEC/TS 62196-3-1 DC 充電の熱管理システム用車両カプラ及びケーブルアセンブリ	Ed. 1: CD
スイ	IEC/TS 62196-4 EV コンダクティブ充電用クラスⅡ/クラスⅢDC アクセサリの寸法互換性	TS発行準備中
中国	IEC/TS 62840-1 EV 電池交換システム：一般要件	2016-7発行
中国・イスラエル	IEC 62840-2 EV 電池交換インフラの安全要件	IS :2016-10発行
ドイ ・ フランス	ISO 15118-1 自動車と配電網の通信インタフェース：一般情報とユースケース定義	Ed. 1:2013-4発行 Ed. 2:DIS/CDV
	ISO 15118-2 ネットワークとアプリケーション・プロトコル要件	Ed. 1:2014-4発行 Ed. 2:DIS/CDV
	ISO 15118-3 物理層・データリンク層要件	Ed. 1:2015-5発行
	ISO 15118-4 ネットワーク・アプリケーションプロトコル適合性試験	Ed. 1:2018-3発行
	ISO 15118-5 物理層・データリンク層適合性試験	Ed. 1:2018-3発行
	ISO 15118-8 ワイヤレス通信の物理層とデータリンク層要件	Ed. 1:2018-2発行
	ISO 15118-9 ワイヤレス通信の物理層とデータリンク層の適合性試験	WD
ドイ	ISO 17409 外部電源接続時の EV 安全要件	Ed. 1:2015-11発行 Ed. 2:CD
ドイ ・ フランス	IEC 63110 EV 充放電インフラ管理 パート1：定義・ユースケース，パート2：技術仕様・要件，パート3：適合性試験	Ed. 1 パート1：CD
中国	IEC 63119 EV 充電ローミングサービスの情報交換- パート1：一般要件，パート2：ユースケース，パート3：メッセージ構成，パート4：サイバーセキュリティ	Ed. 1 パート1:FDIS

3.2 DC 充電システム(コンダクティブ)

電気自動車(BEV)の普及推進において、DC 充電による急速充電の重要性は高く、日本を始め各国で DC 充電器の開発・導入が拡大している。DC 充電に関する基本的機能・安全要件は、日本提案に基づく IEC 61851-23(DC 充電ステーション要件)、IEC 61851-24(DC 充電制御デジタル通信)、IEC 62196-3(DC 充電用車両カプラ寸法互換性)によって規定され、日本の DC 充電システム(システム A/CHAdEMO)は、他のシステムとともに国際標準として各国で適用されている。

現在審議中の IEC 61851-23 第二版には、初版で保留となった適合性試験法に加え、新規項目として、ハイパワー充電、双方向充電、デュアル/マルチ充電に関する基本要件が追加される予定である。更に、昨年からは、一部海外メーカーのコネクタの破損・発火事故事例等を受け、ハザード(潜在的危険性)分析に基づく安全要件や試験法の追加・見直しも開始し、改定審議は複雑化且つ長期化している。

市場では、2017年に CHAdEMO のハイパワー充電器(連続 100 kW, 最大定格 500 V DC, 400 A)等が発表され、充電時間の一層の短縮に向けた開発が加速している。今後本格化するハイパワー化に対応し、充電器(IEC 61851-23)、充電コネクタ(IEC/TR 62196-3-1, IEC 62196-3)、車両、充電ケーブル等関連規格の安全要件・試験法の追加・見直しが行われている。

双方向充電については、「電動自動車用充放電システムガイドライン：V2H DC 版」(電動車両用電力供給システム協議会)に基づき、システム A 要件として規定する予定である。

また、DC 充電の適用範囲も、大型バス等の自動接続システムや二輪車等軽量車に拡大している。日本は、電動二輪等を対象とした公共 DC 充電ステーションの実用化と国際標準化を目指して、IEC 61851-23-2(電氣的分離保護の DC 充電器)及び IEC 62196-6(電氣的分離保護の DC 充電器用車両カプラ)を提案し、現在審議中である。同システムは、システム A をベースとしており、二次側回路が一次側回路から電氣的分離により保護された、定格 120 V DC, 100 A DC の充電器を対象としている。大型車の自動接続システム(IEC 61851-23-1)についても、実証プロジェクトに基づ

きシステム A を拡張適用し、他のシステムとともに、国際標準として規定される見込みである。

4. まとめ

気候変動に起因する深刻な自然災害が各国で多発する中、一方で、中国・インド等巨大市場を取り込んで、自動車社会の成長は加速している。自動車を取り巻く環境・エネルギー問題への対応は喫緊の課題であり、EV 普及を急ぐ必要がある。

EV 普及には、開発・進化が続く EV 関連製品・サービスの基本的安全性、性能、互換性等の確保が不可欠であり、それに対応する関連規格の整備・拡張への取り組みが休みなく続いている。

EV 技術の核となる電池及び充電技術については、日本の強みを生かした国際標準化を推進する事で、日本の関連製品・サービスの国際市場への導入拡大の基礎となる事が期待される。同分野では、日本(JARI 電池標準化ワーキンググループ、JARI 電池充電標準化ワーキンググループ)から、これまでに計 14 件の国際標準提案を行い、内 12 件が発行している(一部は改訂審議中)。

JARI では、今後も EV 分野における標準化活動を継続し、EV 普及促進に資する国際標準の整備を推進する。

謝辞

なお、今回紹介した標準化活動は、経済産業省エネルギー使用合理化国際標準化推進事業(省エネルギー等国際標準共同研究開発・普及基盤構築事業)(車載蓄電池及び充電器に関する国際標準化・普及基盤構築)などの一環として実施された。御支援御協力頂いた関係各位に心より謝意を表する。

略称の一覧

略称	正式名称・意味など
Amd	Amendment : 追補
BEV	Battery Electric Vehicle : 電気自動車
CD	Committee Draft : 委員会原案
CDV	Committee Draft for Vote : 投票用委員会原案
DC	Direct Current : 直流
DIS	Draft International Standard : 国際規格案
DTR	Draft Technical Report : 技術報告書案
EV	Electric Vehicle, Electric Road Vehicle : 電動車両。BEV, HEV, PHEV の総称
FISC	Forced Internal Short Circuit : 強制内部短絡
FDIS	Final Draft International Standard : 最終国際規格案
HEV	Hybrid Electric Vehicle : ハイブリッド自動車
IEC	International Electrotechnical Commission : 国際電気標準会議
IS	International Standard : 国際規格
ISO	International Organization for Standardization : 国際標準化機構
LIB	Lithium-Ion secondary Battery : リチウムイオン二次電池
PAS	Publicly Available Specifications:公開仕様書
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle : プラグイン・ハイブリッド自動車
RESS	Rechargeable Energy Storage System : 充電式エネルギー貯蔵システム