

車上エネルギー測定の世界規格と欧州の動向

古関 隆章* (東京大学)

Technical interactional standardization of onboard power measurement and recent trends in Europe

Takafumi KOSEKI (The University of Tokyo)

1. はじめに

1990年代に急速に進んだ、電気車におけるパワーエレクトロニクス応用とそれに伴う交流機化は、車両の軽量化と高性能化、さらに回生制動有効活用を通じた省エネルギー化に大きく貢献し⁽¹⁾、そのことは、新幹線における高速化と省電力化という形で最も顕著に示されている⁽²⁾。さらに、昨今のエネルギー蓄積技術の発達は、地上電力設備や車上に電力蓄勢装置を設置し、これまで以上に柔軟なパワーマネジメントを行うことを可能にしつつある。そのような中で、車両の電力および電力量の測定技術の重要性が増している。車上での電力および電力量の測定は、

- (1) 車両性能のエネルギー性能の評価、他社あるいは他の世代の車両との比較
- (2) 省エネルギー効果の定量比較を通じた省エネルギー技術の開発—回生制動有効活用、運転方法により異なる省エネルギー評価、エネルギー蓄勢導入効果の検証、エネルギーマネジメント技術の評価など
- (3) 列車へのエネルギー課金のための基本データ提供などの技術開発およびビジネスの目的に資する重要な技術であるが、大電圧、大電流の連続した測定と記録を要するので、そのデータ取得、記録、加工および情報通は決して安価なものではない。そこで、国際的水準で第三者との比較や取引を行う観点から、グローバルな視点で共通の考えかたを定めることが重要である。本稿では、この視点から、これまで欧州で積極的に進められてきた車上エネルギー測定に関する取り決めの概要を概観し、昨今の車上エネルギー測定に関わる国際標準化 IEC 62888 の審議動向と問題、

および昨今の日本関係者の取り組みを概説する。

2. 欧州の技術動向と規格 EN-50463 シリーズ

<2.1> 欧州の電気鉄道運営の考え方

欧州では、各国が独自の鉄道技術の方式を持ち、独立した鉄道事業の運営をしてきたが、欧州連合 EU の設立と経済的な統合の動きの中で、鉄道の国際的な相互乗り入れ、ヨーロッパ鉄道網の統合に向け、信号保安、運行管理、電力供給など様々な技術要素におけるヨーロッパ規格⁽³⁾の制定、技術標準化が UIC (国際鉄道連合) や CENELEC (欧州電気技術標準化委員会) などの組織を通じ積極的に進められてきている。特に、欧州の多くの幹線系の鉄道事業は、地上のインフラストラクチャを保有し管理する会社と、鉄道車両を保有し運行を行う会社が協力して鉄道事業を行う「上限分離方式」を取っている。このため、列車が消費する電力量を、時刻、位置情報とともに正確に記録し、その消費電力量に応じてインフラ会社が列車の運用会社に課金をするというビジネスモデルである。これは事業者が主として地域ごとに分割され、鉄道事業としては下から上まで一体として運営している日本の環境と大きく異なっている。

<2.2> 欧州規格 EN-50463 シリーズ

列車の省エネルギーの技術的研究成果⁽⁴⁾を取り込む形で、ヨーロッパ規格 EN50463 「Railway applications - Energy measurement on board trains -」シリーズ⁽³⁾が、列車の消費エネルギーの課金を国際的に円滑に行うことを目的に、前述のような欧州の鉄道ビジネス環境のもと、数年間の審議を経て整備され、現在 2012 年版が実務に用いられている。

欧州の規定では、この情報は、商取引の直接の根拠となるため、電力測定データは、パンタ点で把握され、その点を CP: consumption point として、その CP には世界中で一意に定義され、ID が付与されねばならない。また、その電力測定は、測定器として信頼に足る第三者による精度の認証が必要である。さらに電力測定データは、国際標準時に基づく時刻情報および（路線におけるキロ程ではなく）緯度・経度の組み合わせからなるグローバルな位置情報とセットとして記録されていなければならない。関係者によるデータの改竄がなされぬよう暗号化を含むデータの保護、取り扱い方法や地上とのデータ通信の方法も明確に規定される。さらに、系統的にそれらのシステムとしての適合性評価がなされねばならない、とされている。このため、EN-50463 シリーズは、下記の 5 文書からなる。

車上電力測定技術の欧州規格 EN-50463 シリーズ一覧

EN-50463 Part I: General 総論

EN-50463 Part II: Energy measuring 測定方法

EN-50463 Part III: Data handling データの取り扱い

EN-50463 Part IV: Communication データ通信法

EN-50463 Part V: Conformity assessment 適合性評価法

すでに、欧州ではこれらの規格に基づく様々な車上エネルギー測定のための工業製品が生産され販売されている⁽⁵⁾。

3. 国際標準化 IEC62888

<3.1> IEC 62888 プロジェクト⁽⁶⁾発足の経緯

2013 年 6 月付けの IEC/9/1817/Q という文書で、CENELEC の鉄道技術関係委員会 TC9X から IEC (国際電気技術委員会) の鉄道関係儀技術を扱う技術委員会 TC9 に、電気鉄道車両の車上電力測定技術に関する国際規格文書 IEC62888-1~5 を欧州規格 EN50463-1:2012~5:2012 をもとに制定すべく文書審議を開始する提案がなされ、2 ヶ月後の 2013 年 8 月に、IEC-9/1842/QR という文書で、日本を含む 11 カ国の賛成を経て、イタリアを主査・幹事国とする国際プロジェクトチーム PT62888 の発足が決定した。主なエキスパートは

イタリア、スウェーデン、ノルウェー、フランス、ベルギーと欧州連合が中心だが、日中も積極的に審議に参加している。後述の理由で、もともとあまりこの標準化には積極的賛成をしていなかった日本は、北原氏、古関、菌田氏、水間氏、山本氏の 5 名がエキスパート登録をして、特に熱心に審議に積極的参加をしている。

PT62888 の 2015 年 1 月時点でのエキスパートのリスト

Leader: Mr Carlo Fasoli IT

Mr Björn Ållebrand SE

Mr Gianosvaldo Fadin IT

Mr Andrea Gatti IT

Mr Arnaud Girard FR

Mr Alessandro Girardi IT

Mr Gen Kitahara JP (鉄道総研 事務局)

Mr Takafumi Koseki JP (国内作業部会主査)

Mr Jingsong LV CN

Mr Bjørn Lysne NO

Mr Takeshi Mizuma JP (中立的専門家)

Mr Hideki Sonoda JP (鉄道事業者代表)

Mr Bart Van der Spiegel BE

Mr Aiwu Wang CN

Mr Fei Wang CN

Hajime Yamamoto JP (関係メーカー代表)

Mr Jin Yu CN

Mr Li Zhou CN

<3.2> 日本の審議体制

日本では、メーカーや各鉄道事業者が、主として技術開発目的から個別に様々な車上電力測定を従来行ってきたが、<2.2>で述べたような、課金目的の電力測定の必要はなく、そのため、<2.2>に要約した測定精度やデータ管理、適合性評価などのコストの高い方法は用いてこなかったし、その必要もなかった。このような状況への対応を迅速かつ適切に行うことを主たる動機として、2013 年夏の PT62888 発足を受け、鉄道技術関係の国際標準化を集中的に扱う (公財)

鉄道総合技術研究所国際規格センターで、松村氏、北原氏が中心となって、関連技術の勉強会を発足させた。さらに、それを母体に、2013年10月から国内作業部会を、鉄道総研事務局、東京大学、東京工業大学、交通安全環境研究所、東日本旅客鉄道、東海旅客鉄道、西日本旅客鉄道、日本貨物鉄道、日立製作所、東芝、三菱電機、富士電機のメンバーを集めて組織し、日本としての意見のとりまとめと国際審議への対応を行って現在に至っている。

〈3.3〉 日本側から見た問題点

日本の鉄道事業は、パンタ点で契約を分けて、電力に対する課金をするという仕組みになっていないため、パンタ点で事業者が分離され、異なる事業者間での課金を主たる目的とした EN-50463 シリーズで要求されている〈2.2〉に要約した技術的要求は、日本の関係者には必要なく、意味をなさない。IEC62888 の枠組みは、イタリア主査の強い意向もあり、課金を主たる目的とするものではないと Part-I の冒頭で明確に謳っている。そのため EN-50563 シリーズの個々の技術的要求は、課金以外の目的に対応させる形で大幅に緩和されるべきであり、また Part-V の適合性評価も課金目的以外の計測では不要であるというのが日本の考え方である。特に、省エネルギーの評価、技術開発のためには、専用の電力計を設置するのではなく変換器の制御に用いる電圧および電流センサの情報を記録し、それから電力およびその積算で電力量を算出するという方法を日本では取ってきた。このやり方で合理的に出せる精度のデータが、少なくとも課金以外の目的で技術的に意味有るものとして受容されるルール作りが、日本の鉄道関係者にとって非常に重要である。これは、日本のみの身勝手な主張ではなく、いまや世界でもっとも大きな鉄道ネットワークを持つ中国をはじめとする非欧州諸国に共通する事情である。一方、世界で広く製品取引をする日本の鉄道電気品メーカーの立場からは、欧州規定による測定およびデータ取扱いの要求に対応した製品の準備も重要で、課金目的有無の双方を視野に入れた適切な国際規格の審議が重要となる。

〈3.4〉 第1回プロジェクトチーム会合

最初の国際プロジェクト会合は、日本作業部会における数ヶ月の予備的な準備作業を経て2014年1月21-22日に、ミラノで開催された。日本からは、北原氏（鉄道総研）、山本氏（東芝）と古関（東京大）がエキスパートして参加した。そこまでの準備作業として、鉄道総研事務局の松村氏が Part-I Part-II を丁寧に読み込んで、EN 準拠の課金を要する場合の要求事項と、課金を要しない場合に不必要に厳しいと思われる要求事項を区別し、後者は課金目的でない場合に削除するというコメントを具体的に用意してこのキックオフ会合に臨んだ。その際の審議は基本的に和やかな雰囲気の中で進められたが、IEC62888 は、課金を含む、より一般的な車上電力測定を目的とした「測定学的に信用のできる = metrologically trustable エネルギー測定技術の」国際規格として審議すること、課金以外の目的に資する新たな要求事項を日本等の提案によって追記することは良いが、欧州規格との整合性に問題を生ずるような文書構成の変更や、ENにある記述の削除等は一切認められないこと、日本が主張するような変換器内蔵のセンサを用いたエネルギーの算出は、第三者による測定器としての校正がなされないので metrologically trustable とはいえない、との考え方がイタリア幹事団から示され、日本提案をこの先通していくことの難しさを感じざるを得ない議論の展開となった。一方、時刻情報、位置情報の形式や取り扱い方法については、すでに文書審議の進んでいる運転情報記録装置の国際規格と IEC 規格としての整合性を保つよう幹事側として最大の努力を図るということで、先行しているその運転情報記録装置の国際規格審議の中で、日本の実態にあった方法論がすでに記述されていることがわかったため、やや安堵できる情報も同時に得られた。この会合では Part-I に関しての日本や中国からのコメントについての審議をほぼ終了し、それに基づいてイタリア幹事側で改訂作業を進めることとなった。

〈3.5〉 第2回プロジェクトチーム会合

第1回のプロジェクトチーム会合後も、ネット回線を利用した国際審議が複数回行われたが、形式的な議論で紛糾することが多く、実質的な技術審議があまり進まぬまま2014年5月27, 28日にストックホルムでの第2回プロジェクトチーム会合を行った。この会議までに、日本側から、国際規格としては、課金目的のEN準拠のLevel-Iの測定、第三者との比較を伴う技術開発目的のベンチマークテストに資するLevel-IIの測定（測定精度についてはEN準拠とするが、データや通信のセキュリティについては意図的な改竄の防止措置に関わる要求事項を緩和したもの）、自社の継続的な技術開発の基礎とするためのLevel-IIIの測定（相対的比較のための再現性が得られるなら、エネルギーの絶対量の精度に対する要求事項も緩和したもの）の3つに分けて、Level-Iについては欧州規格をほぼそのままの形で踏襲し、それと平行してLevel-II, IIIの具体的技術要求を、日本等からの提案に基づいて追記する文書審議の進め方を提案していた。その方針で、測定方法やその誤差の計算方法など測定精度にかかわる具体的記述の多いPart-IIの審議を一部具体的に行った。日本からの欧州規格の測定精度の温度依存性に関する記述への疑問に対し、フランスのエキスパートからも同感との意見が出され、必ずしも欧州が一枚岩ではないということが垣間見えた。

<3.6> インターネットを通じた複数の会合

文書審議を効率良く進めるとの目的で、フェース・トゥー・フェースの会合の間に複数のネット会合も行っているが、参加者が多く、特に日本からの提案に対して、あくまでも課金目的に資するエネルギー測定のみがスコープであるとする北欧からの強硬な意見表明も有って、Level-II, IIIに重点を置いた具体的文書審議は紛糾し進行しない状態が数ヶ月続いた。

<3.7> 2014年9月の審議方針の変更

上記のようなデッドロックを打開するため、イタリア幹事団から、審議方法の変更の提案があった。すなわち、Part-IIからPart-IVまでは、課金目的のLevel-I専用の文

書として、審議を加速し、日本がタスクフォースとしてLevel-II, IIIの新たな（具体的に緩和された）技術的要求事項をまとめ、それをPart-VIとして並行して審議、その後、すべての適合性試験の考え方を横通しでPart-Vとしてまとめるとの審議方針が示された。その是非を日本作業部会で検討し、基本的にその提案を認める方針を回答した。

<3.8> 第3回プロジェクトチーム会合

2014年10月21, 22日ミラノで開催された第3回プロジェクト会合では、上記の方針にのっとり、2015年2月下旬を目標に日本でPart-VI骨子を起草し、次のプロジェクト会合を2015年4月に東京で行うとの合意を得た。

4. おわりに

本シンポジウムが開催される2015年3月末には国内の実証試験も経た上での日本提案のLevel-II, IIIの概要が見えてはいるはずなので、口頭発表でさらに具体的紹介を行いたい。

文 献

- (1) 鉄道技術ハンドブック オーム社 など
- (2) 新幹線の情報 たとえば <http://eco.jr-central.co.jp/ecoshuccho/>
（新幹線でエコ出張）など
- (3) 欧州規格の情報 <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european->
- (4) 欧州における電気鉄道エネルギー消費に関する国際的な技術研究プログラム RailEnergy に関する情報:
http://www.railenergy.org/standards/harmonised-standards/interoperability-rail-system/index_en.htm
- (5) 欧州車上電力測定に関する製品情報例
[https://ecms.railaccess.be/DMS/ds/nl/10375513,](https://ecms.railaccess.be/DMS/ds/nl/10375513)
<http://www.railcomp.cz/uploads/kategorie/181-Traction-MSAV.pdf>
など
- (6) IEC 62888 審議情報
http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:14:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LAN_ID:10140,25