

電気自動車用非接触給電に関する国際標準化の動向

International Standardization for Electric Vehicle Wireless Power Transfer System

渡辺 知絵^{*1}

Chie WATANABE

1. はじめに

近年、地球温暖化などの環境問題や、ガソリンの原料となる化石燃料の枯渇傾向などの背景から、電動車両（以下EV）への期待が世界的に高まっている。現在市場に出ているEVには、エンジンと回生エネルギーを溜めた蓄電池でモータを駆動させるハイブリッド電気自動車（HEV）、蓄電池からの電力を用いてモータのみで駆動するバッテリー電気自動車（BEV）、HEVの拡張版でBEVにエンジン駆動を組み合わせたプラグインハイブリッド電気自動車（以下PHEV）などがある。HEVを除く、外部から充電されたエネルギーで走るBEVやPHEVは、家庭や職場の駐車場で充電ケーブルを電源と車両に接続して充電を行う必要があるが、ケーブルによってはかなり重いものもあり、女性や高齢者には片手で作業しづらく、屋外での作業の為夜間では見えにくい、悪天候の状況下では濡れたり手や衣服が汚れてしまうなど充電作業の不便が想定されるようになってきた。

EV普及の課題は、蓄電池の低コスト化や、航続距離を延ばすためのエネルギー密度の向上等があげられているが、もうひとつの鍵がこの充電技術とも言われている。ケーブルを用いる充電インフラは、EVと共に普及・実用化され、国際標準化の整備も進められているが、依然コネクタ形状が多種多様あることに加え、充電作業の煩わしさなど操作性の観点から改善の余地が大きいことが認識されている。その課題を改善する技術として現在注目が高まってきているのが、非接触電力伝送システムである。本稿では、EV用非接触電力伝送システムの国際標準化と開発の動向について解説する。

2. 非接触給電とは

非接触給電とは、inductive wireless charging, ワイヤレス充電, 無接触点電力伝送とも呼ばれており、金属接点やコネクタなどを介さずに電力を送る技術である。コードレス電話, 電気シェイバ, 電動歯ブラシ, このところ普及目覚ましいIHクッキングヒーターもこの技術を活用しており、既に私たちの生活に馴染みのあるものも多い。

3. 非接触給電の方式

非接触で電力供給を可能にする技術には「電波受信方式」, 「電磁誘導方式」, 「磁界共鳴方式」の概ね3つの方式がある。「電波受信方式」は、いわゆるテレビやラジオと同じ原理で、空中の電波をアンテナで受信し、そこから電力のみを回収する方式であるが、後述の2つの方式に比べ、扱える電力がミリWクラスと圧倒的に小さく、EVなどの大電力の非接触給電には不向きとされている為ここでは割愛する。

「電磁誘導方式」と「磁界共鳴方式」は、どちらも充電器（送電側）とEV（受電側）のそれぞれにコイルを設置して向かい合わせに置き、一方に電源を接続して給電し、もう一方のコイルで受電するものである。この2つの方式は形状は似ているが原理が異なる（図1）。以下、この2つの方式の特徴について記す。

3.1 電磁誘導方式

電磁誘導方式は、2つの隣接するコイルの片方に電流を流すと発生する磁束を媒介し、隣接したもう片方に起電力が発生するという、まさに電磁誘導を用いる方法である。電動歯ブラシや電気シェイバなど多くの小型機器の充電に採用されてお

*1 一般財団法人日本自動車研究所 FC・EV研究部

り、先ごろ米国アップル社が発表した新製品 Apple Watchもこの方式を採用しているそうである。EV用には、主に欧州で1990年代から数多くの研究・評価が行われてきた。100kW級の大容量化が可能なのが魅力だが、伝送距離が15cm程度と狭く、この給電間隔の限界がEVへの適用を困難にしていた。

3.2 磁界共鳴方式

磁界共鳴方式は、米国MIT（マサチューセツ工科大学）が2006年にその理論を発表し、翌年に理論に基づいた試作機を作製し実証した方式で、同一の固有周波数を持つコイル同士が電氣的に共鳴する性質を利用した給電方式である。2つのコイルを共振器として利用するもので、コイルやコンデンサを使って共鳴（共振）回路を作り、電界／磁界を共鳴させることで送信側から受診側へ電力を送る。水平方向のコイル位置のずれに強く、異物侵入時の過熱や電磁波、高周波といった問題が避けられる利点がある。磁界結合の共鳴方式であれば走行中のEVに給電できる可能性もある。この方式の評価で給電間隔の自由度が高まり、大容量の給電を必要とするBEV/PHEVへの適用の道を開く大きなブレイクスルーとなった。

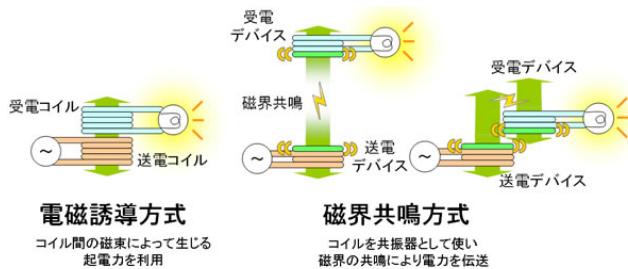


図1 非接触給電の原理¹⁾

4. 非接触電力伝送システムの課題

迅速・容易に充電ができることで、家電製品に始まりEV等においてもニーズが高まってきている非接触電力伝送システムだが、本格的な実用化／産業化を実現するには、規律としての標準が整備されることが重要である。ケーブルを用いた充電と異なり、電力供給の際エアギャップ（無線区間）を持つなどの特性から、①他の無線通信業務への有害な混信の防止、②機器が発生する電磁界による生体への影響の防止、③世界における方

式・周波数の調和と標準化等が課題として挙げられている。

日本は無線電波の制度化に関しては総務省が管轄しており、現在、非接触電力伝送システムのうち50Wを超える電力を使用するものについては（高周波利用設備のうちの各種設備と位置づけ）、総務省令で定める電波法施行規則で個別に許可している。このため5W程度の家電向け、キロワ級のEV向け非接触電力伝送システムに関する国際標準化活動が活発化しており、総務省では、2015年の実用化を目指すロードマップを策定し、官民が連携した役割分担の下、国際協調した非接触給電システムにふさわしい規制値を設定する各種施策をしている。

非接触電力伝送の国際標準化としては、IEC（国際電気標準化会議）の特別委員会で、無線障害や妨害波の許容値や測定法を国際的に定めるCISPR（国際無線障害特別委員会）、国連の無線通信と電気通信分野においての専門機関であるITU（国際電気通信連合）、CEA（米国家電協会）、SAE（米国自動車技術会）等がある。また新しいところでは、電磁誘導方式を主体とした、5Wクラスの小型デバイス（スマートフォン、携帯電話、デジタルカメラ等）対象の業界標準仕様「Qi（チー）規格」を発表した、WPC（ワイヤレス・パワー・コンソーシアム）がある。

5. EV用非接触給電の国際規格

BEV/PHEVは国際的商品であり、多くの自動車メーカーが競合して製造する為、標準化の動向は今後の自動車用システムの展開の方向性に非常に大きな影響を与えると考えられている。特に互換性を保証する製品仕様規格の標準化は、日本の自動車メーカーが国際競争を勝ち抜く為にも大きな要件となる。JARI FC・EV研究部 調査・標準化グループでは、非接触給電関連の国際規格を審議する場として、電池充電標準化ワーキンググループ（以下WG）（トヨタ自動車・三木隆彦主査）の傘下に非接触給電サブWG（以下SWG）（トヨタ自動車・南方真人主査）を設け、事務局として推進し国際的な活動に貢献している。非接触給電SWGの下部には、さらに専門的な議論を行う複数のタスクグループ（以下TG）を設置しており、BEV/PHEVを開発する自動車メーカー、充電器の製造や電力伝

送の技術開発に関わる企業に参加していただきながら定期的に会議を開催して日本の技術に必要な規格が取り入れられるよう積極的に審議を行っている(図2)。以下、非接触給電SWG, 各TGで扱っているEV用非接触給電の国際規格の動向について紹介する。

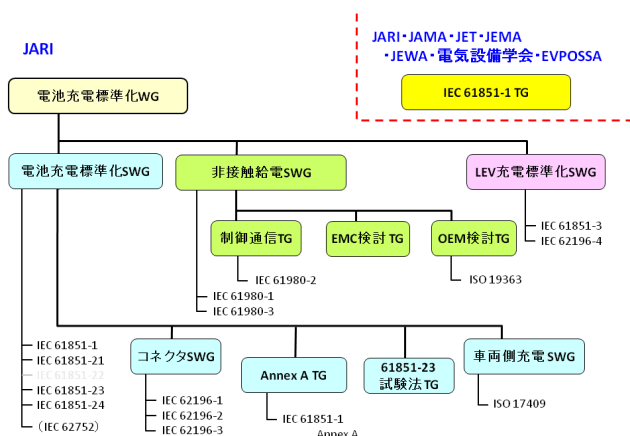


図2 JARI 電池充電関連標準化推進体制

5.1 IEC 61980 EV用非接触給電

IEC 61980は2011年秋に審議が開始され、2015年3月IS(国際規格)化を目指している、EV用非接触給電の国際規格である。2010年スイスからの提案で、IEC(国際電気標準化会議)TC69(電気自動車)とISO(国際標準化機構)TC22(自動車)のモード5(両機関の完全な平等参加)ジョイントプロジェクトとして開始されたが、元々は10年以上前に、パドルタイプ(平板形状)のコネクタを一般的なものとしてCD(委員会原案)まで作成し中断していた規格をベースとしており、現状に適した内容のドラフトに修正していくことで再開されたものである。米国で同じ技術に関する標準化を進めているSAE J2954とも協調して活動中である。なお、本規格の標準AC供給電圧はIEC60038(IEC標準電圧)に対応し690Vまでとしている。幹事国はベルギー、議長はEduard Stolz氏(Park & Charge社・スイス)で、主な参加国はドイツ、フランス、ベルギー、英国、スイス、スウェーデン、カナダ、米国、日本、韓国等である。日本は活動再開時より積極的に取り組んでおり、ドイツ、米国と並んで規格の作成に大いに貢献している。

IEC 61980は親規格の一般要件であるPart1の

他に2つの子規格が存在する。それぞれ将来的にISとしての合意を目指しているが、現時点での技術がまだ成熟していない点を勘案して、まずは互換性を保証する上でのTS(技術仕様書)として2015年6月に発行予定である。

1) IEC 61980-2 制御通信

Part 2は、充電プロセスの制御通信プロトコル・物理層を規定しており、ISO/IEC/PT15118(V2G通信規格)と協調して進められている。専門性が高い為、国際会議ではサブグループ(以下SG)2を設置し活動している。国内では、制御通信TG(住友電気工業・神頭卓司リーダー)を設置し、送電側であるインフラ(充電器/一次機器)と車両との状態推移などの技術議論を重ねているが、まだ技術開発の途上であると共に、各国の既存インフラやお国事情もあり、それらの要件を満たすためのAnnex(付属書)が乱立しているのが悩ましい点である。例えば充電場所ひとつ取っても、住宅の庭などの駐車場使用を想定する日本に対し、欧州は路上駐車帯など公共エリアでの使用を想定しており、それぞれの要求が規格にしっかりと反映されるよう国際Web会議を頻繁に開催し、TS化に向け努力している。また、国際会議開催時には主催国メンバが自社の技術を紹介したり、技術交流や会議場外でのコミュニケーションも積極的に図られている。2013年12月に、IEC 61980セクレタリのJochen Mahlein氏が所属するSEW-Eurodrive社(ドイツ・ブルフザル)ホストで開催された国際会議の際は、会議の合間に同社が開発する非接触給電システムのデモンストレーションを見学する機会があった(図3)。社員駐車場内に設けられた埋め込み式のワイヤレス充電器(図4)や、三菱i-MiEVを非接触給電対応に改造した車両、車内モニタでの給電の様子(図5)などを見学し、開発担当者の説明や質疑も行われた。限られた短い時間内ではあるが、国外の開発動向を知ることが出来る有意義な機会であり、主催者のこのような配慮は参加者にとっては大変有難いものである。



図3 会議ホストの企業で行われた見学会（ドイツ）



図4 埋め込み式ワイヤレス充電器



図5 充電中の車内モニタの様子

車両床下のどの位置に搭載するか、他部品との共存、二次機器の保護など考慮すべき要因を、国内OEM各社が採用している仕様（コイル位置やギャップクラス等）を共有し日本提案をまとめる作業を行っている。

5.2 ISO19363 車両側非接触電力伝送システム

ISO19363は、EV用非接触電力伝送システムの車両側のISO規格である。前述のとおり、EV用非接触電力伝送の国際規格はIEC61980が存在するが、実は2011年にIECで国際規格化が再開されたものの、インフラ側の提案が強く車両側の意見が上手く取入れられず議論が停滞する時期が長く続いていた。これはIECという電気の標準化の場で、若干自動車OEMがイニシアチブを示しづらいついというフィールドの違いもあったが、各社の車両が技術開発の途上であり、まだ詳細議論ができないという好ましくない状況が要因となっていた。日本以外の自動車メーカーの参加が少なく、IECでの運営体質がかなりインフラ重視である懸念と、ある程度車両側の技術開発の目処が見えてきた好機に、車両側の機器仕様・安全要件規格として日本から新規提案を起したという背景がある。

日本原案のNP（新規業務項目提案）投票で賛成多数で2013年10月に承認、ISO/TC22/SC21（電動車両）WG1傘下のプロジェクトとして開始された。2014年2月キックオフ会議にて、まずはPAS（公開仕様書）として作成することが決定し期間2年で2015年内の発行を目指している。プロジェクトリーダーはMichael Scholz氏（PS3社・ドイツ）、副リーダーは非接触給電SWG主査・南方真人氏が務め、日本OEMの意見が望ましい形で規格に反映されるようイニシアチブを持って取り組んでいる。また、IEC61980では望めなかった自動車メーカーも多く参加しており、トヨタ、日産の国内メーカーの他、BMW, Volkswagen, Audi, Mercedes-Benz, Jaguar Land Rover, VOLVO, GM, Ford（図6）等が、車両側を主眼にEV用非接触電力伝送の安全性と接続性の国際基準を定める検討を活発に行っている。

2) IEC 61980-3 磁界利用の非接触電力伝送

Part3は、磁界を利用した非接触電力伝送（電磁誘導、磁気共鳴等）に特有の技術要件を規定するもので、後発で始まったISO 19363と協調して進められている。こちらもPart 2同様専門性が高いため、技術議論の場としてSG1が設けられている。これらの検討は米国SAEが最も先行しており、IECはSAE規格案の技術内容に準拠したものになる見込みだが、OEMの当面の製品開発目標という位置づけでMWPT（Magnetic Wireless Power Transfer）クラス1に関する車両仕様を、OEM検討TG（日産自動車・阿部田浩之リーダー）で検討している。非接触電力伝送の二次機器（受電側）を



図6 ISO19363第3回会議が開催されたFord本社（米国）

6. EV用非接触給電の開発動向

国際標準化を進めている中、一方で複数の自動車メーカー、充電器メーカーは技術開発に日々努力すると共に、早期の実用化を目指した実証試験を行っている。国内自動車メーカー各社のEVは、ほとんどが磁界利用の非接触給電だが、電磁誘導方式と電磁共鳴方式で二分している。日産自動車や日野自動車は、位置合わせに弱点はあるが、高効率で大電力を給電できる電磁誘導方式を採用している（図7）。

一方トヨタ自動車、三菱自動車工業は、電磁波漏洩の安全施策や機械的な強度が求められるが、位置合わせの自由度が高い電磁共鳴方式を採用している（図8）。2011年トヨタ自動車は、電磁共鳴方式を開発した米国・WiTricity社と提携し技術交流を重ねており、2014年2月より愛知県豊田市を中心に同社のプリウスPHVのオーナーを対象とした約1年間の実証試験も開始している。

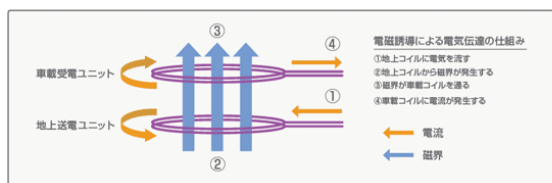
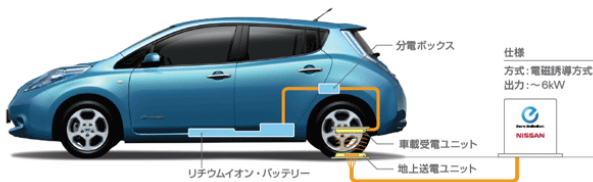


図7 日産の非接触給電システム²⁾



図8 トヨタの非接触給電イメージ³⁾

7. 非接触給電のEVが走る未来

重複するが、非接触電力伝送はEV普及の大きな担い手になると期待されている技術だ。ハンズフリーで充電ができれば、夜間や悪天候を気にすることなく、女性やお年寄りでも容易に充電できる。一般の駐車場にワイヤレス充電器があれば、マンション住まいで貸し駐車場を利用していた家族も次期マイカーにEVを検討するかもしれない。路上駐車帯での充電が可能になれば、配送営業車は停める度に継ぎ足し充電ができオペレータの負担が軽減される。交差点の手前数100mに渡ってコイルを道路に設置すれば、車が減速した際充電が可能となり、充電の為にクルマを長時間駐車する必要が無くなるかもしれない。継ぎ足し充電可能な環境を整えば、EVの駆動用蓄電池の容量低減が可能になり、重量低減で車両効率は上がり、逆に車両コストは下がることが期待できる。利便性が増した上にコストも下がれば、ワイヤレス充電のEVは消費者にとって今までにない新しい発想の乗り物になり魅力を増すだろう。

8. おわりに

個人的に充電ステーションというのは、既存のガソリンスタンドやエネルギー会社が整えていくイメージがあったが、非接触給電システムであれば、街全体がインフラになるのかもしれない。いわゆるWiFiのような便利感だが、生活サイクルの中でいわば勝手にEVが充電をして、電池の残量を心配すること無く、気がつけばいつでもEVは充電されているようなイメージだ。長時間の駐車充電の必要がなくなり時間にゆとりができれば、気持ちにも余裕が生まれ、EVは今よりもっと人や環境に優しい乗り物になるのかもしれない。そして、それ

が実現した未来の空は今よりも澄んでもっと美しいのかもしれない。そんな未来の道筋を作る仕事に関わっていると思うと、少しワクワクして無機質な会議室で日々行なっている会議も何か特別なものに思えてくるから不思議だ。標準化の仕事は地味で地道な長い作業だが、時々空を見上げて未来を想像し、関係者、関係機関と総力を挙げて引き続き取り組んで行きたいと思う。

参考文献

- 1) (株) 富士通研究所 :
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2010/09/13-1.html>
- 2) 日産自動車 (株) :
<http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/wcs.html>
- 3) トヨタ自動車 (株) :
http://www2.toyota.co.jp/jp/news/14/02/nt14_004.html
(2014.02.13)