

## ワイヤレス電力伝送の制度化・標準化の動向と取り組み

Trends in and Approaches to Institutionalization and Standardization of Wireless Power Transfer/Transmission

石田 正明 ISHIDA Masaaki 庄木 裕樹 SHOKI Hiroki 尾林 秀一 OBAYASHI Shuichi

ワイヤレス電力伝送（WPT：Wireless Power Transfer/Transmission）を産業として国際的に発展させるためには、利用周波数や規格などを国際的に統一することが重要である。電気自動車（EV）用WPT充電システムについては、国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）や、国際電気標準会議（IEC）と国際標準化機構（ISO）、米国自動車技術会（SAE）と一般財団法人日本自動車研究所（JARI）で制度化・標準化に向けた活動が進められている。我が国では、一般乗用EV用WPTの制度化が世界に先駆けて行われた。

東芝は、ブロードバンドワイヤレスフォーラム（BWF）などに参画し、EV用WPTをはじめ、電気バス（EVバス）など大型車両用WPTの大電力化や産業機器向けWPTなどへも適用領域を拡大し、早期事業化を目指した技術開発を行うとともに、制度化・標準化活動にも取り組んでいる。

In order to develop wireless power transfer/transmission (WPT) as a global industry, it is important to set global standards for WPT technologies including available frequencies. Active efforts are being made to achieve institutionalization and standardization in the field of WPT technologies by both Japanese and overseas organizations, including the International Telecommunication Union Radiocommunication Sector (ITU-R), the International Electrotechnical Commission (IEC), the International Organization for Standardization (ISO), the Society of Automotive Engineers (SAE), and the Japan Automobile Research Institute (JARI), for application to the wireless charging of electric vehicles (EVs). In Japan, the Act for Partial Revision of the Wireless Radio Act went into effect in March 2016 to promote EV wireless charging, positioning Japan ahead of other countries in enacting such legislation.

Toshiba Corporation is engaged in research and development aimed at the early commercialization of WPT technologies for wireless charging of passenger EVs and large-sized EVs such as electric buses, as well as expansion of the applicability of these technologies to industrial equipment. We are also participating in activities for the institutionalization and standardization of these technologies.

### 1. まえがき

世界的に、排出ガスのない自動車への移行、特にEV化の流れが顕著になってきている。米国ではZEV（Zero Emission Vehicle）規制<sup>(注1)</sup>が導入され、中国でも同様のNEV（New Energy Vehicle）規制<sup>(注2)</sup>が検討されている。更に、ドイツでは2030年以降、英国とフランスでは2040年以降の、ガソリン及びディーゼル車の販売廃止が決定されている。

EVは、有線接続により充電する方式で既に実用化されている。しかし、今後EVの普及が急速に進む中では、所定位置に停車するだけで簡単に充電できるWPT方式の方が、利

便性が高い。特に、定期的若しくは頻繁に充電を行う利用シーンでは有効である。WPT方式のEVの充電では、送電コイルと受電コイルの間での磁界結合を利用し、特定周波数での共振現象を活用して高効率化や伝送距離の伸長を行う磁界共振型WPT方式（広義的に磁界結合型WPTとも呼ばれる）が検討されている。

このような背景から、WPTによるEV用ワイヤレス充電システムの開発が積極的に進められており、並行して、その制度化・標準化も進められている。現状、一般乗用のEVの普通充電クラス（最大7.7 kW）を対象としたWPTシステムの制度・標準規格については整備されつつある。今後は、急速充電やEVバスなどの大型車両への充電に向けた大電力化や、無人搬送車（AGV：Automatic Guided Vehicle）など産業機器向けへの展開も進むと考えられる。

(注1) 一定台数以上の自動車販売するメーカーに対し、排出ガスを出さないEVや燃料電池車などを一定比率以上販売することを義務付ける制度。

(注2) 中国が検討しているZEVと同様の制度。

東芝は、一般乗用EV用WPTの技術開発とともに、大電力化や産業機器向けのWPTシステムの技術開発も進めている。ここでは、一般乗用EV用WPTシステムを中心として進められている制度化・標準化の状況の中で、大電力のWPTや産業機器向けWPTに対する取り組み状況について述べる。

## 2. 制度化・標準化に関わる組織・団体

図1に、EV用WPT及び今後の大電力・産業機器向けWPTの制度化・標準化に関わる組織や団体の関係を示す。

ここで、“制度”とは国内外の法規制などを、“標準”は製品の互換性や相互運用のための仕様や利用条件を定めた民間規格・国際規格をそれぞれ指す。SAEのタスクフォースJ2954TF、ISOの自動車専門委員会TC22、及びIECのEV及び電動産業車両関連の専門委員会TC69がEV向けWPTの標準化を行っている。JARIはそれらの国内の取りまとめを行っている。ITU-Rで周波数管理を行っており、APT (Asia-Pacific Telecommunity)とCJK (China・Japan・Korea) IT Standards MeetingでITU-R対応の議論がなされている。また、国際無線障害特別委員会(CISPR)で標準化している無線障害規格とその測定法や、IECの専門委員会TC106で標準化している電波防護測定法などが、各国でのWPTの制度化に影響を与える<sup>(1)</sup>。

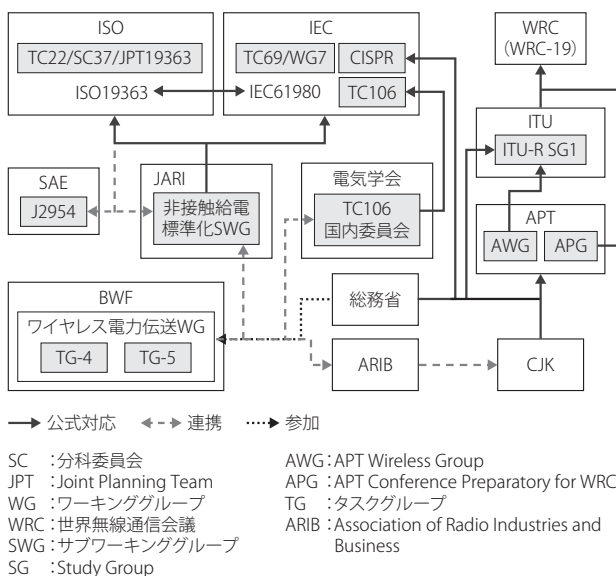


図1. EV用WPTの制度化・標準化に関わる組織・団体の関係図

EV用WPTの国際的な制度化・標準化は、ITU-RやIEC、ISO、SAE、JARIでそれぞれ進められている。

Relationships between organizations contributing to institutionalization and standardization of WPT for EV charging

## 3. 国内制度化の状況

我が国では、電波法施行規則第46条の2第1項10号にEV用WPT装置に関する規則を追加する改正省令(総務省令第15号)が、2016年3月15日に公布・施行され、世界に先駆けてEV用WPTシステムの制度化が行われた。磁界共振型WPT方式により、利用周波数79～90kHz(以下、85kHz帯と略記)、最大送電電力7.7kW、電力伝送距離最大30cm程度が利用条件になる。図2にWPT機器から離隔距離10mにおける不要放射磁界強度の上限値を示す。利用周波数の85kHz帯と150kHz以下の不要放射磁界強度の許容値は、他システムとの共用化の検討結果から決められた。150kHz以上の不要放射磁界強度については、基本的にCISPRの規格CISPR 11、グループ2、クラスBの許容値と一致しているものの、5次までの高調波については10dB緩和され、中波放送帯(526.5～1,606.5kHz)については共用検討の結果から、これより許容値が厳しくなっている。

更に、この省令で規定された不要放射波の許容値を測定する際には、平成28年総務省告示第69号に基づいて、一般乗用車を前提とする測定方法を用いる必要がある。この省令で定められたEV用WPT機器は、電波法の高周波利用設備の中の型式指定機器に位置付けられており、総務大臣からの型式指定が受けられれば、無線設備の免許などがなくても販売や利用ができる。

一方、EVバス用などの大電力WPT機器やAGVなどの産

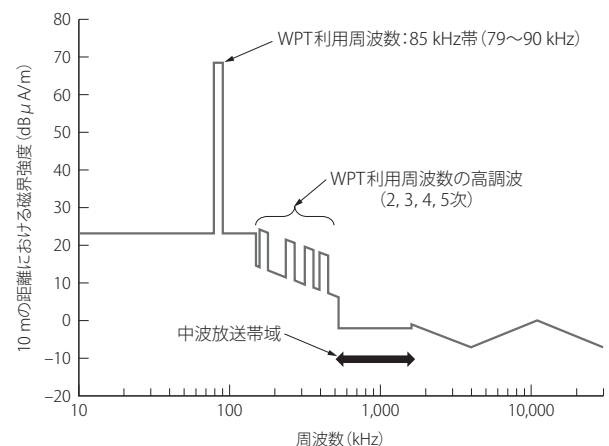


図2. EV用WPTの不要放射磁界強度の許容値

利用周波数が79～90kHzで伝送電力が7.7kWまでのEV向けWPTにおける、離隔距離10mでの磁界強度の許容値を示す。

Allowable limits of strength of magnetic field radiated by WPT for EV charging

業機器用WPT機器に関しては、現状では、一般の高周波利用設備の扱いになっている。前述の型式指定との違いは、装置ごとに個別の設置許可申請が必要で、利用場所の制限を受けることである。しかし、今後は、このようなWPTの大電力化や産業機器への応用も広がると予想されることから、これらのWPT機器に関しても型式指定のように簡易に利用できるようにするための制度化が必要と考えられる。業界団体であるBWFのワイヤレス電力伝送ワーキンググループ(WPT-WG)のTG-5では、EV用WPTで省令化された85 kHz帯での対象機器を大電力化して一般乗用EV以外にも拡張し、大電力WPT機器や産業機器用WPT機器に対する制度化を行う方向で検討を開始している。当社も、2014年度から2016年度までに実施した環境省委託事業「EVバス早期普及にむけた充電設備を乗用車と共有するワイヤレス充電バスの実証研究」や、2017年度から開始した総務省委託事業「大電力ワイヤレス電力伝送システムの漏えい電磁界低減化技術の研究開発」の成果などで、今後の制度化の議論に貢献したいと考えている。

#### 4. 国際制度化の状況

ITU-RのSG1 (Study Group 1 : 第1研究委員会)では、WPT機器に対する国際協調(利用周波数管理)について議論されている。特に、世界無線通信会議(WRC)では、2019年に開催されるWRC-19において、EV用WPTの利用周波数の国際協調を“緊急の対処を要する研究(urgent studies)”として議題とすることを、2015年のWRC-15で合意している。ここで、国際的規則である無線通信規則(RR: Radio Regulations)の中にWPTシステムを組み込むかどうかという議論が行われる可能性がある。そのためには、ITU-Rの中での関連するレポート<sup>(2)</sup>、<sup>(3)</sup>や勧告<sup>(4)</sup>をWRC-19の前までに策定しておく必要がある。2017年6月時点の状況としては、ITU-RレポートSM.2303-2が承認され、EV用WPTシステムと他システムとの共用検討の結果が盛り込まれている。85 kHz帯のEV用WPTシステムに関しては、中波放送システムとの共用化が議論になっているが、その方法論に関して、我が国と欧州の放送事業者の間での合意がまだなされていない。また、勧告に関しては、モバイル機器向けWPTシステムの利用周波数である6.78 MHz帯で、ITU-Rの勧告が採択される見込みである。今後は、この勧告にEV用WPTシステムの85 kHz帯を追加していく取り組みを主導していくことが重要であり、当社も、この取り組みに積極的に参画している。この85 kHz帯を一般乗用EVだけにとどまらず、大電力

WPTや産業機器用WPTにも利用できるようにしたいと考えている。

#### 5. CISPRにおけるEMC規制の国際標準化の状況

IECのCISPRでは、無線機器のEMC (Electro Magnetic Compatibility) 規制や測定法に関する国際標準化を行っている。我が国も含めて、各国の電波法に適用されるケースも多い。近年のWPTシステムへの注目度が高まっていることから、CISPRの各小委員会の中でWPT機器に対するEMC規制が議論されている。特に、EV用WPTシステムに関して、CISPRではWPTシステムをISM (Industry Science Medical) 機器の一つとみなし、ISM機器からの無線障害を担当するCISPRのB小委員会にあるアドホックグループ4 (AHG4) で、WPT機器に対するEMC規制値を含めた標準規格 CISPR 11の改訂について議論している。

この中で、我が国の型式指定に対応し、一般住宅環境で利用する、クラスB機器の放射妨害波の許容値やその測定方法については、我が国における制度化を議論した結果が大いに貢献しており、規格の内容が固まりつつある。一方で、大電力WPT機器、産業機器用WPT機器については、クラスA機器(産業用などクラスB機器以外の機器)の扱いになるが、この放射妨害波の許容値や測定方法などはまだ議論の余地が多い。また、EVバス向けなど大電力WPTシステムに対しては、韓国からかなり特殊な放射妨害波の測定法が提案されたことなど、注意して対応する必要もある。当社は、前述の総務省委託事業の成果を活用してこのCISPRの議論に貢献し、国内制度化にも反映していきたいと考えている。

#### 6. EV用WPTシステムの国際標準化の状況

自動車業界が進めている、EV用WPTシステムの標準化動向の概要について以下に説明する。

IECが送電側、ISOが車載の受電側という分担で、連携して標準規格を策定している。IECがIEC 61980 (Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems, Part 1 (一般要求条件), Part 2 (制御通信), Part 3 (磁界結合WPT)), ISOがISO 19363 (Electrically propelled road vehicles - Magnetic field wireless power transfer) という規格になる。このうち、IEC 61980-1は、既にIS (International Standard) として発行済みである。IEC 61980-2と-3は、どちらも2017年末までにTS (Technical Specification) の発行、2019年半ばにISの発行を目標に作業を進めている。一方ISO 19363は、

2018年中のISの発行を目指している。

制御通信に関しては、IEC 61980-2を中心に、有線充電器の標準化を行っているISO/IEC 15118、及び非接触充電制御通信を先行して検討してきたSAEのJ2847/6とのハーモナイズを念頭に検討が進んでいる。特に、公共駐車場など複数の送電パッドが並んでいる場合に、対向している送受信パッドが互いに所定の相手であること、及びパッド同士の位置ずれが許容範囲内であることを、それぞれチェックする手続きの細部について議論が続いている。

制御通信以外の分野の詳細な技術内容に関しては、SAEのJ2954での議論が先行している。2017年1月の会合で議論が先行している送電電力3.7 kWと7.7 kWの2クラスの基準試験装置(Normative test stand)のコイルをcircular(単一水平巻き)とすることが投票により決まった。その後、主にドイツOEM(Original Equipment Manufacturing)が推す11 kWと22 kWの二つのクラスも含めた議論が継続されており、途中成果として2017年8月に最初のRP(Recommended Practice)がまとまった。近く、車両を用いたテストを開始し、規格に反映する予定である。

乗用車より大容量の二次電池を搭載するEVバス用の大電力WPTシステムは、早くも2002年には欧州での実証が始まり、現在は公道で実運用している例も見られる。また、中国の複数の都市でも実用に供されている。一方、国際標準化活動として、上記のSAE J2954のうち、Heavy duty vehicle(大型車両)向けを対象とするJ2954/2が2017年2月に本格的に再開された。当社は、前述の環境省委託事業において、2017年1月まで学校法人早稲田大学とEVバス公道運行に対する実証を行った、85 kHz帯44 kW級ワイヤレス充電システム<sup>(5)</sup>をJ2954/2に紹介した。更に、中国や欧米で実証や実用を行っているワイヤレス充電システムを踏まえ、米国を中心とした、バス事業者からの要求条件の収集結果と乗用車で行った運用周波数の検討結果をレビューし、最大200 kW程度となる大電力化を踏まえた周波数の検討を行っている<sup>(6)</sup>。

## 7. あとがき

同一の短距離ルートを往復するバスは、EV適用性が高く、WPTシステムによる短時間・高頻度充電により搭載される二次電池容量の削減が可能となり、EVバスの実用化に有効である。特に運行ダイヤに余裕のない都市部の路線バスなどは、充電時間の短縮が必要なため、当社は、前述の総務省委託事業を活用し、急速充電を可能とする大電力WPTシ

ステムの技術開発とともに、その評価技術を確立する。

また、工場や物流倉庫で使用される、AGVのような産業機器の稼働率を向上させるため、搭載された二次電池を短時間・高頻度充電する急速WPT充電システムの市場要求がある。大容量の二次電池を搭載する大型の産業機器も、メンテナンスフリーであることや使用環境における安全性など、WPTシステムの長所を生かすことができる適用領域と考えられる。

このようなWPTの大電力化や適用領域の拡大などにより、事業的な観点からWPT技術の発展が見込まれる。この方向性は当社の事業領域とも合致するものであり、技術開発とともに制度化・標準化に取り組み、WPT機器やシステムの早期事業化を目指す。

## 文献

- (1) 庄木裕樹. ワイヤレス電力伝送技術の実用化に向けた課題と取り組み. 東芝レビュー. 2013, **68**, 7, p.2-5.
- (2) ITU-R. Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam. ITU, 2015, Rep. ITU-R SM.2303-1, 78p. <[https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2303-1-2015-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2303-1-2015-PDF-E.pdf)>, (accessed 2017-09-30).
- (3) ITU-R. Application of wireless power transmission via radio frequency beam. ITU, 2016, Rep. ITU-R SM.2392-0, 32p. <[https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2392-2016-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2392-2016-PDF-E.pdf)>, (accessed 2017-09-30).
- (4) ITU-R. Frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission systems. ITU, 2017, Rec. ITU-R SM.2110-0, 4p. <[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.2110-0-201709-!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.2110-0-201709-!!PDF-E.pdf)>, (accessed 2017-09-30).
- (5) 尾林秀一, ほか. 電気自動車・電気バス用ワイヤレス充電の実用化を目指す85 kHz帯ワイヤレス電力伝送技術. 東芝レビュー. 2017, **72**, 3, p.42-46. <[http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/03/72\\_03pdf/f01.pdf](http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/03/72_03pdf/f01.pdf)>, (参照 2017-09-30).
- (6) 鈴木勝宜, 尾林秀一. 電気バス普及に向けたワイヤレス充電技術. 東芝レビュー. 2017, **72**, 3, p.38-41. <[http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/03/72\\_03pdf/a10.pdf](http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/03/72_03pdf/a10.pdf)>, (参照 2017-09-30).



石田 正明 ISHIDA Masaaki  
研究開発本部 研究開発センター  
ワイヤレスシステムラボラトリー  
電子情報通信学会会員  
Wireless System Lab.



庄木 裕樹 SHOKI Hiroki, D.Eng.  
技術・生産統括部  
技術企画室  
博士(工学) 電子情報通信学会・IEEE 会員  
Technology & Productivity Planning Div.



尾林 秀一 OBAYASHI Shuichi  
研究開発本部 研究開発センター  
ワイヤレスシステムラボラトリー  
電子情報通信学会・IEEE・SAE International 会員  
Wireless System Lab.