

ワイヤレス電力伝送技術の実用化に向けた課題と取組み

Efforts toward Practical Use of Wireless Power Transfer/Transmission Technologies

庄木 裕樹

■ SHOKI Hiroki

家電機器や電力インフラ機器などへの充電、電源供給の用途のために、ワイヤレス電力伝送 (WPT) 技術に対する注目が高まっている。そうしたなかで、ブロードバンドワイヤレスフォーラム (BWF) が実用化シナリオを明示しており、特に電気自動車 (EV) への応用としては2015年から商用化が開始される予定である。しかし、実用化のためには、技術的な課題の他に、使用周波数の明確化、制度化や、人体防護指针对応、標準規格化など政策・制度上の課題も多い。

東芝は、WPT 技術の研究開発のほか、これら実用化に向けた課題解決に積極的に取り組んでいる。

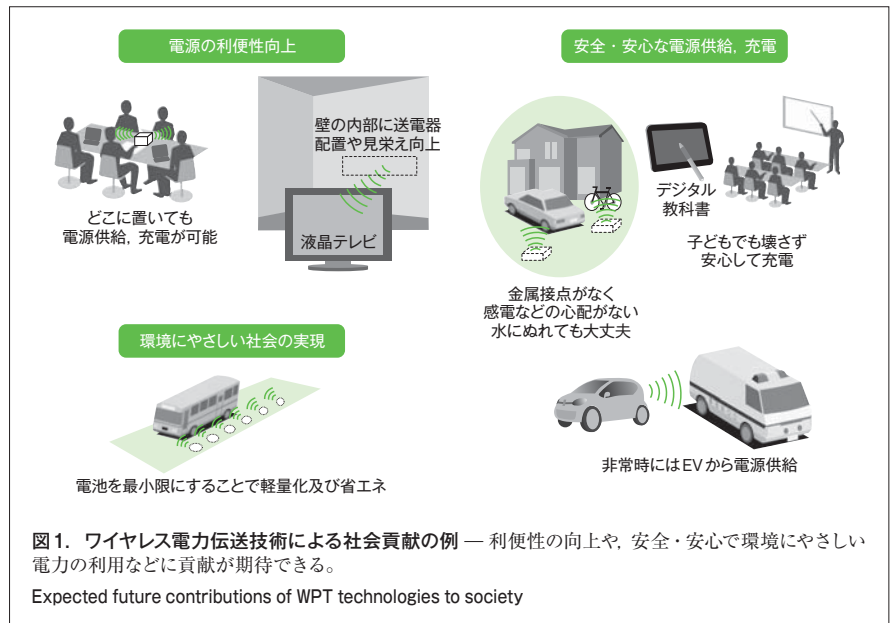
Wireless power transfer/transmission (WPT) technologies have been attracting considerable attention in recent years for application to charging and power supply functions for home appliances, electric vehicles (EVs), and other electric systems and devices. With this trend as a background, the Broadband Wireless Forum (BWF), which was established in 2009 in Japan, has formulated a scenario for the commercialization of WPT technologies. In particular, a wireless EV charging system is scheduled to be commercialized in 2015. In order to realize the practical use of WPT technologies, however, various institutional and regulatory issues remain to be resolved including frequency allocations for WPT, WPT-related regulations, guidelines for protecting the human body from radio frequency (RF) exposure, and standardization, as well as the development of WPT technologies themselves.

To overcome these issues, Toshiba is actively promoting the practical application of WPT in cooperation with related organizations as well as the research and development of its technologies.

実用化に近いWPT技術

2007年にマサチューセッツ工科大学 (MIT) が磁界共振方式によるワイヤレス電力伝送 (WPT) 技術の論文を発表した⁽¹⁾のをきっかけとして、WPTに関する研究開発が活発に行われ、本格的な実用化が見えてきた⁽²⁾。しかし、ワイヤレスによる電力伝送に関する研究は、100年以上前の1880年代にNikola Tesla^{(3), (4)}によって始められており、その歴史は長い。言いかえると、WPTに対する積年の夢がやっと実現する時代になったと言える。

WPT技術の応用範囲は広く、スマートフォンやタブレットへの充電など小電力の家電機器から、EVへの充電や給電など大電力の電力インフラ機器まで適用が考えられている。また、図1に示すような、WPT技術による社会貢献の例も考えられる。このため、実用化に向けた研究開発が盛んに行われており、並行して、標準規格化の議論も活発になってい



る⁽⁵⁾⁻⁽⁸⁾。特に、国内では、ブロードバンドワイヤレスフォーラム (BWF)⁽⁸⁾の中に組織化されたWPT-WG (ワーキンググループ) が中心となって、実用化シナリオの明確化 (囲み記事参照) や、使用周波数帯の明確化及び制度化、人体防護

指针对応、標準規格化などの活動を行っている。

ここでは、WPT技術の実用化のための課題について整理し、特に制度化や人体防護などの政策上の課題に対する解決に向けた施策について述べる。

ブロードバンドワイヤレスフォーラムの掲げるWPT機器の実用化シナリオ

WPT-WGでは、国内外の約60社以上のメンバーが議論して、図Aに示すようなWPT機器のロードマップを描き、総務省の「電波有効利用の促進に関する検討会」で報告した⁽⁹⁾。

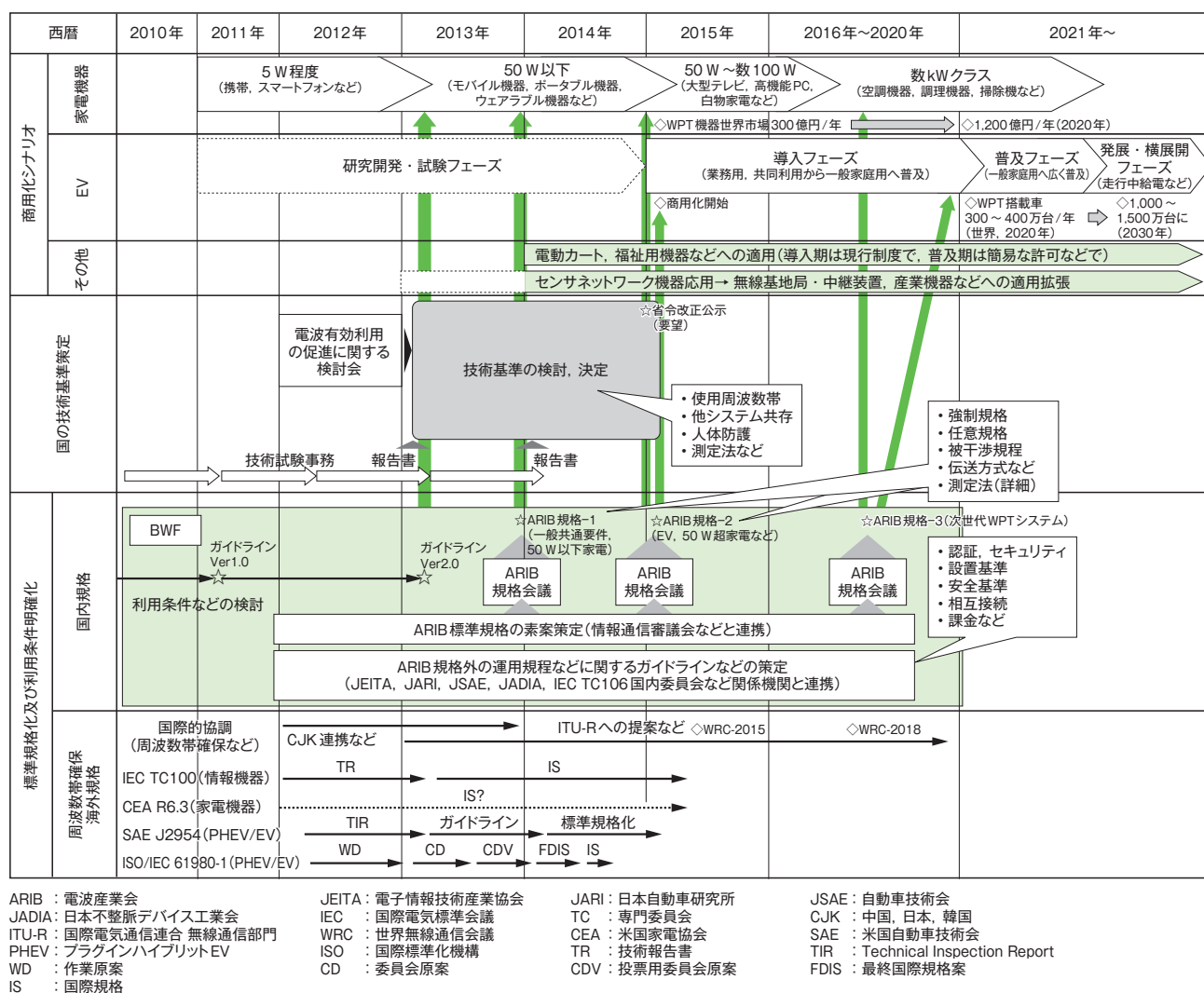
その中で家電機器への実用化シナリオとして、以下を挙げています。

- (1) 5 W以下の機器(携帯, スマートフォンなど)については既に商用化

- (2) 50 W以下の機器(モバイル機器, ポータブル機器, ウェアラブル機器など)については2013年以降に商用化
 - (3) 50 Wを超える機器(大型テレビ, 高性能パソコン(PC), 白物家電など)については2015年以降に商用化
- また、EVへの充電応用の実用化シナリオとして、以下を挙げています。

- (1) 現在は研究・開発フェーズであり、

- 2015年以降に商用化がスタート
 - (2) 2020年以降には一般ユーザーも含め市場が広がる
- その他に、電動カートや、福祉用機器、センサネットワーク機器応用、無線基地局・中継装置、産業機器などへの応用も考えられ、商用化の導入期は現行制度で、普及期は簡易な許可などで対応することを想定している。



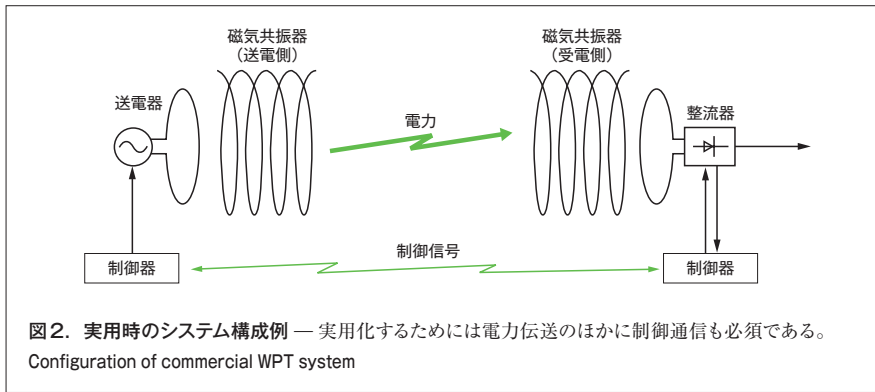
図A ワイヤレス電力伝送技術の実用化に向けたシナリオ

WPT 技術実用化に向けた課題

磁気共振方式によるWPTシステムの構成例を図2に示す。

コイルによって構成される磁気共振器が送電側と受電側にあり、送電側磁気共振器により発生した磁界(磁束)が受電側共振器に結合することで電力が

伝達される。コイルが共振器となる理由は、その線状導体素子の長さに対応するインダクタンス(L)が形成され、コイルの導体素子間で発生する浮遊容量



によりキャパシタ (C) が形成され、等価回路的に LC の直列共振器となっているからである。このコイルを励振するために、送受電側ともにループ素子を用いて電磁界的に結合させている。

また、受電相手を認証したり、送電の開始や停止などを行うための制御器が必要になり、送受電間で何かしらの信号のやり取り (通信) が必要になる。

このようなシステムを実用化するうえで、以下に示すような技術開発上の課題がある。

- (1) 高効率な電力伝送技術の開発
電力伝送路における高効率化は環境の観点からも重要な課題である。コイルのほかに、送電系や整流回路の高効率化も重要な技術課題である。
- (2) 利用環境に依存しないシステム構築
特に共振方式では周辺環境の影響により伝送効率が劣化する可能性があり、その劣化を低減したり補償したりするための制御技術などが重要である。
- (3) 実装技術の開発
伝送効率を劣化させないよう小型化、薄型化、及び軽量化のための実装技術が重要である。
- (4) 安全かつ効率的なシステム制御方式の開発
図2に示す制御器を用い、送電相手の認証や、異常時の送電停止、複数の相手への送電などを行う方法が必要になる。

一方、政策・制度上として、以下に示すような課題がある。

- (1) 使用周波数帯の明確化
WPT 機器が使用できる周波数帯を確保し、できれば国際的に統一する必要がある。
- (2) 電波法など制度整備
WPT 機器が利用できるように制度上の枠組みを明確にする必要がある。
- (3) 人体防護
総務省の電波防護指針など人体防護のガイドラインを遵守するための利用条件、測定法、及び評価法を明確化する必要がある。
- (4) 発熱対策
電力伝送時に発熱などによる事故があってはならない。発熱対策の方法や仕組みなどを明確化し、ユーザーが安心して利用できるようにする必要がある。
- (5) 電磁干渉
他機器への影響があってはならず、そのための条件及び測定法などを明確化する必要がある。
- (6) 標準規格化
ユーザーの立場から、製造者の異なる機器を使用しても、相互に利用できることが必須である。そのための標準化が望まれる。

政策・制度上課題解決のために

前述の政策・制度上の課題の解決のための取組みとして、特にBWFにおける活動内容を中心に説明する。

■使用周波数帯の確保

現状、WPT 機器に明確に割り当てら

れている周波数帯は世界的にどこにもない。一方、国内では電波利用に関する制度により、“高周波利用設備”の枠組みの中で、送電電力が50 W以下で、かつ無線通信を電力伝送と同一周波数で共用しなければ、設置許可なしでの電波の周波数でも利用できる。

しかし、EVなど大電力用途のためには、専用周波数帯が必要である。BWFでは、応用分野ごとに使用周波数帯の絞込みを実施している。例えば、家電機器用では20～450 kHz、6.78 MHz帯など、EV用では20～150 kHzの中での絞込みを実施している。この周波数帯の絞込みについては、国際電気標準会議 (IEC) など国際標準化団体と連携して整合をとりつつ活動している。また並行して、わが国と韓国、中国による無線標準化団体合会や政府系のアジア・太平洋地区の無線通信系合会における活動を進め、最終的には国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) への提案、国際的な周波数帯確保を目指している。

■WPT 機器の制度化

前述のように、わが国では高周波利用設備の枠組みで利用可能であり、米国や欧州ではISM機器 (Industrial, Scientific and Medical equipment) の扱いで製品化するケースがある。しかし、将来的には専用の制度化が望まれる。

BWFでは、制度化を2015年までに実施するように要望を総務省へ提出した⁽⁹⁾。その結果、2015年を目標に制度化検討を行うことになった。その制度化の候補として、電子レンジやIH (電磁誘導加熱) 調理器のような高周波利用設備の“型式確認”が考えられる。

■人体防護指針の遵守

電波による人体ばく露に関しては、わが国では「電波防護指針」^{(10), (11)}、国際的には国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) のガイドライン⁽¹²⁾などを遵守することが基本になる。

一般論として、100 kHz以下では刺激作用が、100 kHz以上では熱作用が重要になり、守らなければならない規制値は決められている。例えば、電波防護指針の中では、人体影響に直接的に関係する指標である“基礎指針”，及びその基礎指針に対応して測定可能な指標である“補助指針”は明確である。しかし、一方で、WPT機器の利用シーンが近年新しく出てきたことや、その使用周波数帯がこれまでの他の無線システムに比べてかなり低いために、指針値は明確であるが、その測定法及び評価法が整備されていないという問題がある。

最近の研究例では、数百Wクラスの家電機器での一般的な利用環境でも基礎指針値をクリアできたり、数kWのEVでも車の下に入り込んだりしないかぎり指針値をクリアできるという例も多く出されている。

BWFでは、必要以上に利用範囲を制限しないように、これらの例を精査し、人体防護指針を遵守させるための手順や方法を明確化した。具体的には、2013年5月に公開された「ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドラインver2.0」に記載されている¹³⁾。将来的には、IECなどにおける人体防護指針対応の測定・評価法の国際規格化も視野に入れている。

■国際標準化活動

家電応用ではIECの専門委員会TC100や米国家電協会(CEA)のワイヤレス電力委員会R6.3、韓国情報通信技術協会(TTA)など、EV応用ではIECのプロジェクトチームPT61980や米国自動車協会(SAE)のタスクフォースJ2954などでWPT機器に対する標準化活動が開始され、規格化が検討されている。

このような状況で、国内における標準規格化を推進するために、2012年2月に、BWFのWPT-WGの中にWPT標準開発部会が設置された。適用対象分野や技術などにより、六つのSG(サブ

グループ)を構成し、各々のSGの中で規格化及び関連標準化団体との連携を進めている。国内では、電波産業会(ARIB)規格化を目標とし、以下のような標準化シナリオを掲げている。

- (1) ARIB標準規格 第1版(2014年目標) 一般共通要件, 50 W以下の家電機器が対象
 - (2) ARIB標準規格 第2版(2015年目標) EV, 50 W超の家電機器などが対象
 - (3) ARIB標準規格 第3版(2018年～20年) 次世代WPTシステム
- 2015年以降の規格化については、総務省による制度化と連動した内容となる予定である。

また、ARIB規格以外の部分については経済産業省や厚生労働省などの関連組織との連携を行う予定である。WPT標準開発部会では、2013年から標準規格の骨格となる技術や方式の議論が開始される予定である。

■その他の活動

発熱などの安全対策や制度化のための測定技術などについても課題があり、関係組織と連携した活動を推進している。

東芝の取組み

東芝は、WPT技術の実現のため、研究開発を進める一方で、政策・制度上の課題解決への活動も積極的に取り組んでいる。利便性向上や電気の安全利用、効率的利用などの点でいち早く社会へ貢献しようと努力している。

文 献

- (1) Kurs, A. et al. Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances. *Science*. 317, 5834, 2007, p.84 - 86.
- (2) 庄木裕樹. “ワイヤレス電力伝送の技術動向・課題と実用化に向けた取り組み”. 電子情報通信学会ホームページ. <<http://www.ieice.org/~wpt/paper/WPT2010-07.pdf>>. (参照2013-06-17).
- (3) Marincic, A. et al. "Tesla's Contribution to

Radiowave Propagation". 5th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Service, 2001 (TELSIKS 2001). 1, 2001, p.327 - 331.

- (4) Marincic, A.S. Nikola Tesla and the Wireless Transmission of Energy. *IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems*. PAS-101, 10, 1982, p.4064 - 4068.
- (5) Wireless Power Consortium. <<http://www.wirelesspowerconsortium.com/>>. (accessed 2013-05-22).
- (6) CEA R6.3 Wireless Power Subcommittee. <<http://www.ce.org/Standards/Standard-Listings/R6-3-Wireless-Power-Subcommittee.aspx>>. (accessed 2013-05-30).
- (7) Schneider, J. SAE J2954 OVERVIEW AND PATH FORWARD. SAE International. <http://www.sae.org/smartgrid/sae-j2954-status_1-2012.pdf>. (accessed 2013-05-27).
- (8) ブロードバンドワイヤレスフォーラム. <<http://bwf-yrp.net/>>. (参照2013-05-22).
- (9) ブロードバンドワイヤレスフォーラム. “ワイヤレス電力伝送技術による社会貢献とその実用化に向けた検討課題”. 総務省 電波有効利用の促進に関する検討会 第3回会合 資料3-3 (2012年5月24日). <http://www.soumu.go.jp/main_content/000161540.pdf>. (参照2013-05-22).
- (10) 総務省 電気通信技術審議会答申. 電波防護指針 諮問第38号「電波利用における人体の防護指針」(平成2年6月). <<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/dwn/guide38.pdf>>. (参照2013-05-22).
- (11) 総務省 電気通信技術審議会答申. 電波防護指針 諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」(平成9年4月). <<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/dwn/guide89.pdf>>. (参照2013-05-22).
- (12) ICNIRP. "Publications-EMF". <<http://www.icnirp.de/PubEMF.htm>>. (accessed 2013-05-22).
- (13) ブロードバンドワイヤレスフォーラム. “ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドライン BWF TR-01 2.0版”. <<http://bwf-yrp.net/update/docs/ワイヤレス電力伝送技術の利用に関するガイドラインver2.0.pdf>>. (参照2013-06-19).



庄木 裕樹
SHOKI Hiroki, D.Eng.

研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー 研究主幹, 博士(工学)。アンテナ, 無線通信システム, 及びワイヤレス電力伝送技術の研究・開発に従事。電子情報通信学会, IEEE会員。ブロードバンドワイヤレスフォーラム/ワイヤレス電力伝送WGリーダー。Wireless System Lab.