

ワイヤレス電力伝送技術に関する最新の標準化動向

庄木 裕樹[†] 大舘 紀章[‡]

[†] (株) 東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー
〒210-8582 川崎市幸区小向東芝町 1

E-mail: [†]hiroki.shoki@toshiba.co.jp

あらまし 家電機器や電力インフラ機器などの用途に無線による電源供給や充電を行う技術に対する注目が高まっている。このような状況の中、標準化活動が活発になってきている。本稿では、家電応用、電気自動車応用、人体防護関係における最新の標準化動向について紹介する。

キーワード ワイヤレス電力伝送、人体防護、標準化

Standardization Trends on Wireless Power Transmission

Hiroki Shoki[†] and Noriaki Oodachi[‡]

[†] Wireless System Laboratory, Corporate R & D Center, Toshiba Corp.

1, Komukai-Toshiba-cho, Saiwai-ku, Kawasaki, 210-8582 Japan

E-mail: [†]Hiroki.shoki@toshiba.co.jp

Abstract Growing attention to wireless power transmission technologies for applications to home appliances, electric vehicles and other electric systems and devices. In such situations, many organizations and groups are working actively for standardization. In this paper, the latest activities for standardization are described in the fields of applications to home appliances, electric vehicles, and human body protection.

Keyword Wireless Power Transmission, Human Body Protection, Standard

1. ワイヤレス電力伝送技術への期待

近年、電源供給や充電のため電力伝送の無線化への期待が高まってきている。その利用形態は広範囲に渡り、例えば、家庭内やオフィス内では、

- ・ ノート PC、ポケット PC、携帯端末、音楽などエンターテインメント携帯機器などを机等の上に置くだけで電源供給や充電
- ・ 家屋の壁に埋め込まれた電源供給装置を用いた TV の完全電源コードレス化
- ・ 冷蔵庫、洗濯機、エアコンなど据え置き型家電機器や掃除機、ドライヤーなど数百 W を超える電力の家電機器への充電や給電

がある。また、屋外や各種産業機器に目を向けると、

- ・ 電気自動車や電車などへの電源供給や充電など電力インフラ機器への適用
- ・ 体内の撮影、体内の腫瘍摘出などを行う超小型体内医療機器への無線電力供給

- ・ 電子機器内や IC 内部／近傍での無線の電源供給

など適用できる範囲は広く、ワイヤレス電力伝送 (WPT) 技術への期待は非常に大きいと言える。WPT の実用化により、社会を変え、一般ユーザに利便性などの点で大きく貢献できると考えられる。

このような状況の中、各種の団体で WPT 技術を中心にした標準化活動が開始されている。本稿では、家電応用、電気自動車、人体防護の各々の領域における標準化活動の最新動向について述べる。

2. WPT 技術に関する標準化

WPT 技術に関する標準化は、以下のような様々な観点から議論されており、各々が複雑に絡み合っている。まずは考慮すべきポイントを整理しておく。

(1) 強制規格か任意規格か

標準規格は、利用する周波数帯や干渉対策など法律・制度により明確に規定される強制規格的なもの、システムや制御プロトコルなどの標準化など任意規格的なものに分けられる。ただし、現状の各標準化組織の議論項目としては、各国や国際的な法律・制度に密着する前者の議論が中心関連する利用周波数帯の明確化など前者が中心となっているようである。が、一部、WPC (Wireless Power Consortium) の Qi 規格など、コイルサイズやプロトコルなどまで明確に規定しているものもある。

(2) 応用製品は何か

数 10W クラスまでの小電力伝送を行うものと数 kW を超える大電力伝送のものでは、その利用シーンが異なり、要求される仕様・性能なども異なってくる。例えば大電力伝送の場合には 90%以上の伝送効率が最重要な仕様として要求されるが、小電力機器に対しては受電機器の位置や向きに対する柔軟性や複数送電などへの要求が高い。このような事情もあり、応用製品毎に異なる標準化組織が設立される傾向にある。

(3) 電力伝送方式による区別

WPT 技術[1]として、①電磁誘導方式、②磁界共振方式（磁気共鳴方式と呼ばれることもある）[2]、③電界結合方式または電界共振方式、④電波放射方式がある。この他にも、並行平板伝搬モードやエバネッセント波などを用いた二次元電力伝送なども検討されている。標準化を行う場合に、このような技術方式を個別に扱うかどうかという議論がある。後述するように、CEA（米国家電協会、Consumer Electronics Association）のように技術方式毎に WG を設置し議論しているところもある一方で、BWF（Broadband Wireless Forum）のように技術方式を明記しないところもある。

(4) 垂直規格か水平規格か

前述の(2)のように、応用製品毎にその製品開発やインターオペラビリティに必要な部分を全て規格化するいわゆる垂直規格という考え方がある。これは製造者側から見れば大変分かりやすい規格と言える。が、一方で、人体防護指針に対する評価・測定法や発熱に対する安全性など全ての応用範囲を網羅した水平規格が重要という考え方もある。

3. 標準化において考慮すべき課題

図 1 に、磁界共振方式によるワイヤレス電力伝送システムの構成例を示す。このようなシステム

を実用化する上で以下のような課題があると考えられる。これらの課題は標準規格化を行う上で考慮すべき点ともなると言える。

[技術開発上の課題]

- 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エコの観点からも重要な課題である。コイルの他に、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などの技術が重要である。
- ③ 実装技術の開発：伝送効率を劣化させないように小型化、薄型化、軽量化することが重要である。
- ④ 安全かつ効率的なシステム制御方式の開発：図 1 に示すように、電力伝送装置の他に通信および制御を行う機能が必要になると考えられる。送電相手を認証したり、異常時に送電停止を行ったり、複数の相手に送電を行う方法などが必要になる。

[制度上での課題]

- ⑤ 電波法など法令整備：法令や制度上、どのような枠組みでワイヤレス電力伝送装置が利用できるかを明確にする必要がある。場合によっては、無線通信機としての扱いになる場合には、周波数帯の確保が必要である。
- ⑥ 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を明確化する必要がある。そのための測定法・評価法も必要になってくる。
- ⑦ 発熱対策：電力伝送時に発熱等による事故があってはならない。ガイドラインなどにより発熱対策の実施等を明確化し、ユーザに安心して利用してもらえるようにする必要がある。
- ⑧ 電磁干渉：他機器への影響があってはならず、そのための条件および測定法などを明確化する必要がある。

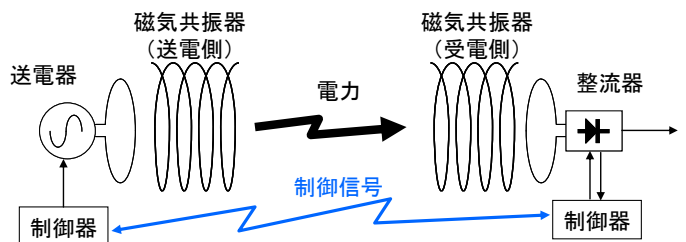


図 1 実用時のシステム構成例

4. 家電応用における WPT 標準化動向

本章では、家電応用における標準化動向について列記する。

(a) WPC (Wireless Power Consortium) [3]

電磁誘導方式を主体とした非接触電力伝送方式の標準化団体であり、2011年5月23日現在で84社がメンバ登録をしている。標準仕様および適合試験の策定により、相互接続性を確立することが目的であり、2010年9月に出力5W以下の機器(スマートフォン、携帯、デジカメなど)を対象とした技術仕様「Qi」(チー、気)を策定し、搭載製品も多数出てきている。

この規格の Part 1 (Interface Definition) のみはインターネットで公開されている。Qi 規格の特徴は次の通りである。

- ・ 周波数： 110kHz～205kHz
- ・ 方式：電磁誘導方式(inductively coupled power transfer)、Q 値は 100(Typical)、結合係数 0.3～0.6(Typical)
- ・ 送電電力： 5W 以下
- ・ 送電方式：位置合わせのため、①可動コイル方式(三洋電機提案、1次コイルをモータで動かし2次コイルと位置合わせ、2次コイルの位置は位置検出用コイルで推定)、②マルチコイル方式(ConvenientPower 提案、1次コイルをアレイ化し、2次コイルに最も近いコイルのみ動作させる)、③マグネット吸引方式(Fulton Innovation 提案、1次コイル中央に磁石を配置し、磁石の吸引力により2次コイルと位置合わせする)の3方式を利用できる。
- ・ 制御方式：負荷変調を利用し、電力伝送と同一周波数通信による制御

WPC では、次の規格として、PC 向けに出力 120W クラスの機器を対象に標準化活動を進めている。これ以外に社会インフラ応用も視野に入れている模様である。

(b) CEA R6.3 Wireless Power Subcommittee[4]

ポータブル携帯機器および車載機器を対象として、R6.3 Wireless Power Subcommittee が組織化された。まず技術資料「CEA-2042_1」が 2011.10.18 に公開され、ワイヤレス電力伝送に関連する用語を用語集(glossary of terms)として整理した。また、以下の五つの WG による活動を行っている。

① WG1(Wireless Power Nomenclature)：用語の統一がミッションであり、「CEA-2042.1」として公開した。

② WG2(Wireless Power Safety & Emissions)：安全性と RF エミッションに関する規格の作成がミッ

ションであり、「CEA-2042.2」として公開予定である。

③ WG3(Wireless Power Transfer Efficiency & Standby Power)：ワイヤレス電力伝送の効率や待機電力に関する技術的要件や標準的測定法の開発がミッションであり、「CEA-2042.3」として公開予定である。

④ WG4(Highly Resonant Wireless Power Transfer Work Group)：磁界共振方式に関する標準規格化を行い、その規格は「CEA-2042.4」として公開予定である。磁界共振方式の定義として、コイル間の結合係数(Coupling factor) k を 0.1 以下としている。ただし、規格としては、 k が 1 程度になる状況もサポートする。

⑤ WG5(Tightly Coupled Wireless Power Transfer Work Group)：電磁誘導方式に関する標準規格化を行い、「CEA-2042.5」として公開予定であるが、Qi 規格は「CEA-2042.5a」、CEA 自身が策定する規格は「CEA-2042.5b」になる見込み。

(c) 韓国 TTA (Tele-communications Technology Association) PG709

2011年3月に発足し、“Wireless Charging and Application”をテーマに活動開始した。活動方針としては、①モバイル端末(5W, 30W, 120W)への無線給電の標準規格化が目標、②送電電力や伝送距離に注目したロードマップを明確化すること、③ In-band による制御に注目である。標準化に関しては、①Inductive wireless power transfer interface、②Resonance wireless power transfer interface、③ Wireless Power Transfer control technology、④ Wireless Power Transfer efficiency definition、⑤Use case and scenario for wireless power transfer のプロジェクトを組織化して検討し、2011年が規格化の目標である。CEA R6.3 とリエゾン関係にある。韓国政府(KCC:韓国放送通信委員会)も積極的にサポートしている。なお、TTA PG709 への規格化の提案母体としての位置づけで、MFAN (Magnetic Field Area Network)[5]というフォーラムがある。

(d) WiPower Alliance[6]

Qualcomm、Duracell、Powermat が中心となって組織化し、10 数社が参加している。対象とする技術方式は磁界共振方式(Flexibly Coupled)であり、利用する周波数帯として 6.78MHz を考えている。

(e) 日本国内での標準化活動の動き

後述するように、ブロードバンドワイヤレスフォーラム(BWF)の中のワイヤレス電力伝送 WG において、標準化についての方法・体制について議論を行っている。国内に標準化を検討する組織

をつくり、CEA R6.3 や TTA PG709、IEC（国際電気標準会議、International Electrotechnical Commission）の TC 100 などと連携しグローバルに対応できる規格化を行うことを意識している。

以上の家電関係における標準化の各組織の関係を図 2 にまとめる。

5. 電気自動車応用における WPT 標準化動向

1kW を超える大電力の無線電力伝送に関して、特に電気自動車への応用に関する議論が活発になってきている。本章では、電気自動車応用における標準化動向について列記する。

(a) SAE J2954[7]

SAE(米国自動車技術会、Society of Automotive Engineers)の中に J2954（非接触給電標準化 TF）が設立され、2010 年 10 月より活動を開始している。電磁誘導方式（Inductive Coupling）、磁界共鳴方式（Magnetic Resonance）が対象である。無線による充電を行う利用シーンとして、「家庭」、「EV スタンド」、「走行中」を想定している。2014 年までに標準仕様を完成させ公開することが目標である。現在、利用周波数の検討の検討を行っている模様であり、干渉周波数等の割り出しなどを行っている。技術的には、共振周波数調整（コンデンサなどによる）による高効率化方法も話題になっている。また、電力伝送制御等のための無線通信は、他のシステムを利用する Outband 方式の議論が中心であり、①遠距離（携帯電話を利用）、②中距離～直近（DSRC を利用）、③位置合わせ（RFID を利用）での議論を行っている。

(b) IEC TC69 および ISO TC22

IEC（国際電気標準化会議）の TC69（電気自動車）と ISO（国際標準化機構）の TC22 のジョイントワーキング(ISO と IEC が対等の立場で協調)として PT 61980 が組織化され非接触充電の標準化活動を開始している。IEC 61980-1（一般要求案件）に加えて、IEC 61980 シリーズとして公開される予定である。スイスの提案によりインダクティブ充電システム一般要求事項の標準化作業が始動しており、磁気を利用した電力伝送システム（電磁誘導、磁気共鳴、共振型電磁誘導）を対象とすること、SAE J2594 とも協調して進めること、詳細技術規定を議論するに先立ちインダクティブ充電規格全体（IEC 61980 シリーズ）の構成を議論して明確化することなどが方針として決められている。

(c) 日本国内での標準化活動の動き

前述の PT 61980 の日本側の受け皿として、JARI（日本自動車研究所）に非接触給電標準化 SWG が設置されて、日本側の意見をまとめる組織として活動している。この非接触給電標準化 SWG に対して JSAE（自動車技術会）がリエゾンとして参加し、連携している体制になっている。また、BWF のワイヤレス電力伝送 WG においても電気自動車を対象とした議論を行っており、JARI や JSAE と連携していく方向である。

以上の家電関係における標準化の各組織の関係を図 3 にまとめる。

6. 人体防護指針に関する標準化組織の関係

電波暴露に対する安全性を保障するためには、総務省の電波防護指針[8],[9]や ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）のガイドライン[10]に準拠させることが必須である。電波防護指針では、人体の安全性を評価するための基本的物理量である「基礎指針」が明確に示されている。また、その「基礎指針」を満たすために実測できる物理量である「管理指針」についても規制値は示されている。しかし、ワイヤレス電力伝送を想定した実際の利用シーンに対する評価方法や測定方法については課題や問題がある。つまり、ワイヤレス電力伝送がまだ新しい利用分野であるため、その想定される周波数帯や利用シーンに対して人体防護指針は不十分な点があると言える。従って、ワイヤレス電力伝送に実用化のためには、これらの指針や規定を満足するための条件の明確化し、関連する測定法や評価法を検討し、場合によっては新たな評価法・測定法を提案していく必要がある。人体防護ガイドラインに対応するための評価・測定方法については IEC の TC106 で議論されており、対応する国内委員会も組織化されている（図 4）。このような組織の中で、今後、ワイヤレス電力伝送機器を対象とした標準の評価・測定技術の提案などが行われる可能性がある。

7. BWF ワイヤレス電力伝送 WG での標準化活動

ワイヤレス電力伝送 WG では、図 5 のように利用シーンをカテゴリー分けした上で、(1) ロードマップの共有化、(2)電波法など利用環境・利用条件の整備、(3)人体防護指针对応のための条件作りなどの課題について議論を行っている。このうち、利用シーン 1 を対象とする「ワイヤレス電力伝送

技術の利用に関するガイドライン Ver1.0] [10]を制定し、公表した。このガイドラインの中では、現行の電波法など制度上での WPT 機器の枠組みを明確化し、発熱に対する安全対策の実施方法を規定し、電波防護指針の遵守することについて述べている。現在は他の利用シーンに対応したガイドライン Ver2.0 の作成に向けた議論を進めている。

このような議論と並行し、日本国内で標準規格化を行うためのフレームワークの検討も進めている。2011 年末までには、その体制や方向性について明確化し、2012 年初めより具体的な標準化活動を進めていく予定である。また、CEA、韓国 TTA、JARI、JASE や IEC の各委員会とも連携できるよう調整も進めている。

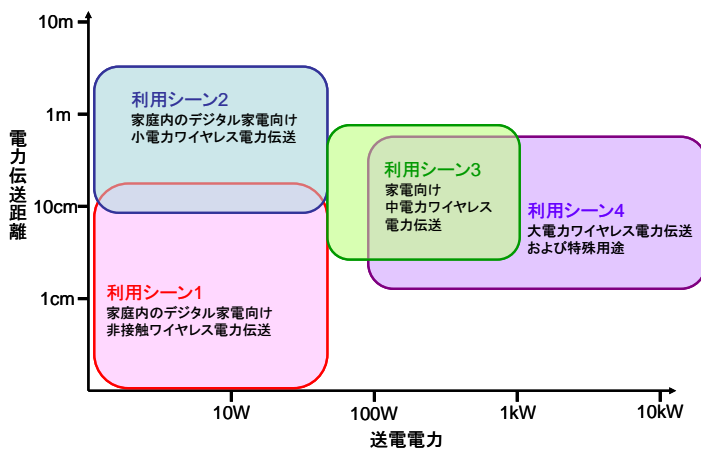


図 5 WPT-WG での利用シーンのカテゴリー分け

8. まとめ

WPT 技術の実用化に向けた標準化活動が、家電応用分野や電気自動車応用分野において大変活発になっていることを紹介した。が、標準化活動は、利用周波数帯の明確化やインターオペラビリティなどまだ最初のフェーズの議論が始まったところである。今後、法律・制度に関わる規格化やシステム制御やプロトコルなどの規格の議論が進められていくと考えられる。ワイヤレス電力伝送技術に関わる研究者・技術者の皆さんが貢献できる部分も多いと思われるので、動向を注視しつつ、提案等をしていただければと思う。

謝 辞

本稿に関わる調査は総務省技術試験事務「短波帯等における磁界共鳴方式を使用した近距離無線伝送システムの高度利用に向けた周波数共用技術の調査検討に関する請負」の中で実施されたものである。

文 献

- [1] 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”, 無線電力伝送研究会 (第 30 回), WPT2010-07, July 2010.
- [2] A. Kurs et al., “Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances”, Science, Vol.317, No.5834, pp.84-86, 6 July, 2007.
- [3] Wireless Power Consortium,
<http://www.wirelesspowerconsortium.com/>
- [4] CEA R6.3 Wireless Power Subcommittee,
http://www.ce.org/Standards/CEA-2042_1_Preview.pdf
- [5] Magnetic Field Area Network,
<http://www.mfan.or.kr/> (韓国語)
- [6] WiPower Alliance,
<http://www.wirelesspowerplanet.com/tag/wipower/>
- [7] SAE J2954
http://projectgetready.com/wp-content/uploads/2011/02/SAE-J2954-Wireless-Charging-Dec.-2010_2.pdf
- [8] 電気通信技術審議会答申諮問第 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>
- [9] 電気通信技術審議会答申 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>
- [10] 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-01ver. 1.0 WPT_GL_Web 公表版,
<http://bwf-yrp.net/update/2011/07/post.html>

