

【若手プロデューサー10】

13

## 電源コードをなくす

～無線電力伝送とエネルギーハーベスティング～

川原圭博 | 東京大学

### 無線電力伝送の歴史

携帯電話やノートパソコンのバッテリーの持ち時間は、利便性を大きく左右する性能の1つと言える。携帯を前提とした情報機器が充電を気にせず使えるようになれば、利便性が格段に向上することは想像に難くない。

無線で電力を送る試みはおよそ100年前の Nikola Tesla の実験にまで遡ることができる。Tesla は、米国東海岸に建設した巨大な無線送信塔を使って、空を飛んでいる飛行船や走行中の車にも直接無線送電するという壮大な夢を描いていた<sup>1)</sup>。残念ながらこの計画は道半ばにて失敗に終わるが、その後いくつかの無線電力伝送方式が多面で検討され、一部が実用化されるに至った。

現在主流な方式は電磁誘導方式である。コイルに電流を流すと電流の変化がコイルを通る磁束の変化を引き起こす。この磁束の変化をもう一方のコイルが受けるとコイルの両端に起電力が発生する。この電磁誘導は、現在電動歯ブラシや電気シェーバーなどの充電に多く利用され、さらにはバスや電気自動車をも非接触で充電する実証実験も始まっている。電磁誘導方式は、送受信間のギャップが数センチから数十センチメートルという比較的短い距離の場合のみ高効率で送電できる。

一方で、長距離をカバーする方法としてマイクロ波を用いる方法が長く研究されてきた。宇宙太陽発電衛星 (SPS : Solar Power Satellite) 計画から、UHF 帯を利用する RFID といった身近なものにも使われている技術である。電磁誘導方式ではエネルギーを非放射の磁界により伝送しているのに対し、マイクロ波方式は空間中を伝搬する電波を利用して伝送することが最も大きな違いである。通常、電磁波は四

方八方に広がるため、広い範囲をカバーしようとする、一部のエネルギーしか受信できない、指向性の高いアンテナを使って受信効率を高めればアンテナサイズが大きくなったり、受信できる範囲が減少したりするといったデメリットにつながる。また電波の出力には人体への影響や放送通信への混信を防ぐ目的で規制が設定されているため、大電力の伝送にも課題が多く、通常 10W 程度以下の送電が対象となる。

### 共鳴式電力伝送方式

2007 年、無線電力伝送方式のそれまでの常識を覆す報告が、MIT の研究チームから発表された<sup>2)</sup>。送受信に Q 値の高いコイルを利用し、これらを特定の周波数で共振させることで、数 m というギャップを電磁誘導よりも遥かに高効率で伝送できることが示された。60W の白熱電球に 2m 離れた場所から給電するデモは見た目にもインパクトが大きかったことから、無線電力伝送の新たな展開に大きな期待が寄せられた。

その後 Intel Research Seattle, ワシントン大、国内では東京大学の居村氏など、多くのチームが共鳴式電力伝送方式の理論的研究を進めている<sup>3)</sup>。筆者も共振器を複数アレイ状に並べた場合の挙動を解析することで、壁紙やカーペットを伝って部屋のどこでも電子機器の充電を可能にする技術の研究を進めている<sup>4)</sup>。本手法は共振状態を動的に制御することによって必要な機器にのみ給電する、効率の高い電力送信インフラの実現を目指している(図-1)。



図-1 マルチホップ型無線電力伝送の利用イメージ

## エネルギーハーベスティング

進化しているのは電力伝送方式だけではない。情報通信端末自身が消費する電力自体は年々低下している。ふと人の生活空間を見回すと、光、振動、そして電磁波と、意外と多くのエネルギーが存在している。こうした環境中に存在する微少なエネルギーをうまく電気に変換して回収することができれば、明示的に充電操作をすることなく機器を永続稼働することが可能になる。この考え方はエネルギーハーベスティングと呼ばれる。筆者らのグループでは、身の回りの電磁波からエネルギーを得られる可能性を評価し、東京タワー周辺において数百 $\mu\text{W}$ のエネルギーを得られることを実験により示した<sup>5)</sup>。

## 電源コードの消える日

国内外の標準活動に目を向けると、Wireless Power Consortium (WPC) が携帯型電子機器の無線給電に向けた、電磁誘導型無線給電インタフェース標準規格の策定を進めている。WPCの標準規格に準拠すれば、異なる企業の機器間で互換性が確保できる。すなわち、メーカーおよび機器ごとにバラバラの充電器を持ち歩く必要はなくなり、各機器を鞆に入れたまま、無線充電器の上に鞆ごと置くだけで充電が完

了するというのも夢ではない。むろん充電器は家や仕事場、ファストフード店などどこに設置されているものでも充電可能になる。

電力伝送の話は情報処理とは一見して無関係に思われるかもしれないが、これらの新たな伝送方式を活用し、電気電子機器の利用パターンにイノベーションをもたらすのは情報処理技術にほかならない。旧来の電池を使った情報通信機器は、満充電の状態からエネルギーは減る一方であり、これをいかに節約して使えるかが機器の動作寿命を決めている。一方でエネルギーハーベスティングや無線給電を用いる場合「ちょこちょこ充電」が可能になる。次に充電されるタイミングを予測し、現在与えられたタスクを臨機応変に行うスケジューリングができれば永続動作が可能になる。また、エネルギーハーベスティングと無線電力伝送方式、そして既存の無線通信方式が融合することができれば、情報ではなく電力を無線により機器同士で融通し合うということも不可能ではなからう。無線電力伝送と無線通信に垣根がなくなり、情報が空間中を無線で飛び交うがごとく電力の経路を無線で操れるようになれば、「充電する」という能動的な行為すら不要になる日が来るかもしれない。

### 参考文献

- 1) Schneider, D. : Wireless Power at a Distance is Still Far Away, IEEE Spectrum, Vol.47, No.5, pp.34-39 (2010).
- 2) Karalis, A., Joannopoulos, J. D., Marin Soljacic, M. : Efficient Wireless Non-radiative Mid-range Energy Transfer, Annals of Physics, Vol.323, No.1, pp.34-48 (2007).
- 3) 居村岳広, 堀 洋一: 電磁界共振結合による伝送技術, 電気学会誌, Vol.129, No.7, pp.414-417 (2009).
- 4) 澤上佳希, 宮坂拓也, 川原圭博, 浅見 徹: 磁界共振結合式マルチホップ無線電力伝送方式の解析と評価, DICOMO 2010, pp.1844-1850 (2010).
- 5) 川原圭博, 塚田恵佑, 浅見 徹: 放送通信用電波からのエネルギーハーベストに関する定量調査, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.3, pp.824-834 (2010).

(平成 22 年 11 月 10 日受付)

川原圭博 (正会員) kawahara@akg.t.u-tokyo.ac.jp

2005 年東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了。同大助手、助教を経て現在、同大講師。現在は、エネルギーハーベスティングと無線給電の研究に注力。電子情報通信学会、IEEE 各会員。