

# 高効率車載Wireless Chargerの取り組み

Development of High-Efficiency Power Delivery Wireless Charger

坂本 敬一\*

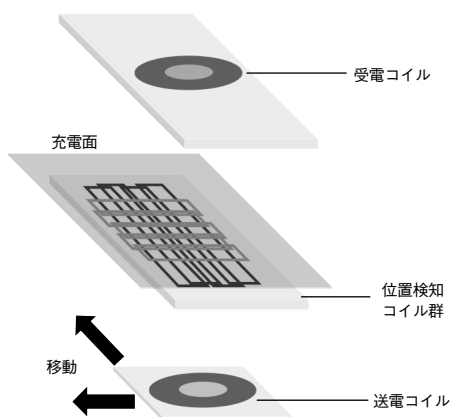
Keiichi Sakamoto

Movingコイル方式は、主に携帯電話などの内蔵電池をワイヤレス充電する磁界結合の充電方式Qi (チー) のなかの coils 位置制御方式の1つで、受電コイルの位置を検知して送電コイルを移動させることにより、送受電コイル間の磁界結合を高めて高効率に電力を伝送する。さらに、異物検出と無線機器への干渉でも優位性がある方式である。

The Moving coil system is one of the coil position control systems in the magnetic field coupling charging system Qi (Chee) for wirelessly charging built-in batteries such as those of cellular phones, etc. It moves the power transmission coil by detecting the position of the power receiving coil. This enables it to enhance the magnetic field coupling between the transmitting and receiving coils, resulting in high-efficiency transmission of power. It is also superior in foreign object detection and interference with radio equipment.

## 1. 高効率電力伝送のMovingコイル方式

Qi (注1) 方式は、送電コイルが発生させた磁界が受電コイルを100%通過時に理想的な電力伝送が行われ電力伝送効率は最高となる。理想的な電力伝送に近づけるには、送受電コイルの位置ずれが約5 mm-6 mmの範囲内で精度の高い coils 位置制御が要求される。そのため、送受電コイルの位置ずれが6 mm以上異なると伝送効率が大きく低下する。上記のようなユーザーが理解しにくい特性をMovingコイル方式では、送電コイル位置制御により改善している。第1図にMovingコイル方式の内部構造イメージを示す。充電面上の任意の場所に置かれた携帯電話内部の受電コイル位

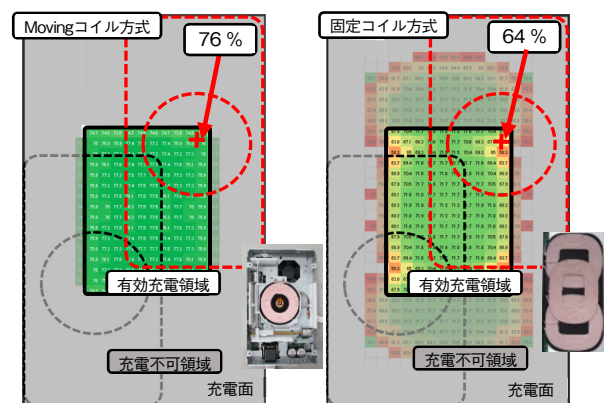


第1図 Movingコイル方式構造イメージ

Fig. 1 Key structure of moving-coil wireless charger

置を位置検知 coils 群で検出し、送電コイルを移動させた後に充電開始する。受電コイル位置の検出方法は、充電面の裏面に受電コイル検知用 coils が縦軸位置と横軸位置を検出するように配置され、これらに順次位置検出パルスを加え、充電面上に受電コイルがあると位置検出パルスが受電コイルに電流として流れた後、再び位置検知 coils に遅延して戻ってくる。このときの時間差とレベル差を元に受電コイルの正確な位置を検出し、2軸のモータ制御によって送電コイル位置を調整している。

第2図にMovingコイル方式 (左) と固定 coils 方式 (右) の充電面上における電力伝送効率測定結果の一例を示す。濃い緑色は76%以上、黄色～赤色は65%～47%以下を示し、充電面中央にある携帯電話を充電する場合の有効充電領域においてMovingコイル方式はほぼ均一な電力伝送効率を示す。一方の固定 coils 方式では全体的に効率が低く有効充電領域内の外側で効率低下がみられる。第2図で示す実測例の図中矢印で示す位置ではMovingコイル方式は約76



第2図 電力伝送効率の分布比較

Fig. 2 Comparison of power transmission efficiency distribution

(注1) Wireless Power Consortium, Inc.の商標。

\* オートモーティブ社 インフォテインメントシステムズ事業部  
Infotainment Systems Div., Automotive Company

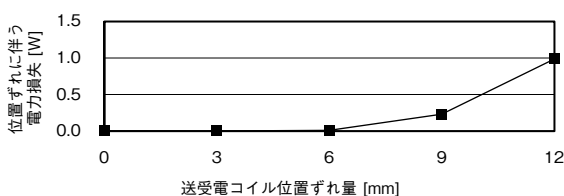
%となり、固定コイル方式の64%より10ポイント以上効率が上がっていることがわかる。このようにMovingコイル方式では、送受電コイルの位置を精度高く制御することで高効率な電力伝送を実現している。

## 2. 金属異物検出における優位性

磁界を用いたワイヤレス充電システムでは、発生する磁界内に金属異物（硬貨など）が存在する場合、金属異物を通過する磁束に応じた渦電流が金属異物内を流れ金属異物が発熱する。発熱は金属異物の大きさ／透磁率と金属異物を通る磁束に依存し、硬貨の種類によっては100℃を超えることもあり大変危険である。特に車内でのドライバーが意図しない発熱は、交通事故の原因となりかねず対策は必須である。最新のQi規格でも金属異物の有無を検出する機能は必須要件となっている。

Qi規格金属異物検出に適合するための具体的な金属異物の検出方法は、送電電力と受電電力の差分を電力損失として算出し、金属異物が発生磁界内にある場合に電力損失が判定閾（しきい）値を上回ることを金属異物ありと判定する方法である。この方法において送受電コイルが正対状態にある場合、Movingコイル方式と固定コイル方式の検出精度にほとんど差はない。しかし、固定コイル方式では金属異物に因る電力損失の他に、送受電コイルの位置ずれに伴う電力損失があり、送受電コイルが正対しない状態では送受電コイルの位置ずれ量に応じた電力損失が発生する。

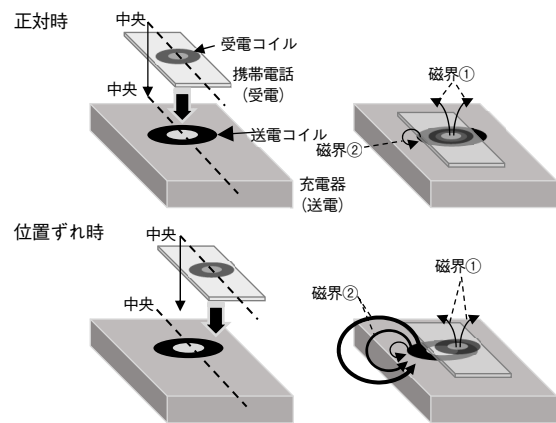
第3図は送受電コイル位置ずれで発生する電力損失を固定コイル方式の充電器で測定した一例である。送受電コイルの位置ずれ量が12 mmの状態では約1 Wの電力損失が発生し、金属異物有無を検出する電力損失閾値とほぼ同等の電力損失となる。金属異物と位置ずれのおおので発生する電力損失の区別は送電電力と受電電力の計算では区別できないため、有効充電領域内で電力損失が一定のMovingコイル方式が金属異物検出精度においてもその優位性がある。つまり、車載用充電器に求められる安全性において優位性があると言える。



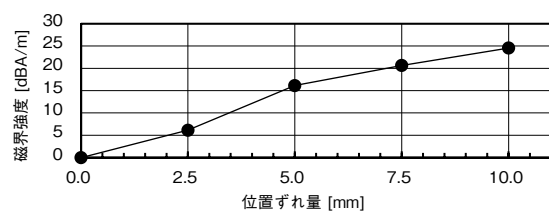
第3図 送受電コイルの位置ずれに伴う電力損失変化  
Fig. 3 Power loss due to position difference between coils

## 3. 電磁両立性（EMC）における優位性

ワイヤレス充電に使用する磁界周波数はQi規格に従い約120 kHzに設定しているが、既存無線局（例えばラジオ放送局）の放送周波数帯域内に上記送電基本周波数の高調波が高いレベルで入るとラジオ受信時に聴感上不快なノイズ音が発生することがある。この発生リスクの高さは、充電中の充電システムとラジオ受信設備との距離に大きく依存し、またラジオ受信設備の妨害耐性にもある程度依存するが、ノイズ発生源となる充電システムからの放射量が低いほど、他の通信機器に対し電磁的干渉を与える可能性は低下する。ここで、充電システムからの放射量は、主に次の2つの要素で決まる。1つは、充電時に発生する磁界が携帯電話を通過し外部に漏洩（ろうえい）する磁界①、もう1つは、送受電両コイルの物理的位置ずれに伴い送電コイルからの磁界が受電コイルを通過しない磁界②である。第4図に送受電コイルの正対時と位置ずれ時の磁界のイメージを図示する。正対時は、磁界①の強度が磁界②より約8 dB高く、磁界②は充電システムとしての最大輻射（ふくしゃ）量には寄与しない。しかし、位置ずれ時は、磁界①よりも磁界②が急激に増加し充電システムの最大輻射量に対し支配的になる。第5図に位置ずれ量と磁界②の強度の実測例を示す。電力



第4図 送受電コイルの位置ずれに伴う磁界変化  
Fig. 4 Magnetic field change due to position difference between coils



第5図 送受電コイル位置ずれに伴う磁界②の変化  
Fig. 5 Change at magnetic field ② due to position difference between transmission and receiving coils

伝送時の受電電力が5 W→10 W時に増加する磁界①が通常3 dB-4 dBに対し、磁界②は位置ずれに伴い5 dB-25 dBと大幅に増加している。Movingコイル方式では、送電コイル位置制御で磁界②を最小限に抑制することができるため、充電システムとしての最大輻射量が小さく不要輻射に対する優位性をもつ。つまり、充電システム周囲に存在する通信機器への電磁的干渉の可能性が低いと言える。

---

#### 4. 動向と展望

---

携帯電話はグローバルに普及し世代が継続して更新され、今後も5G対応に伴い消費電力増加および内蔵電池の大容量化が進み、この流れのなかでワイヤレス充電システムに対するユーザー要求は、更なる利便性向上が予想される。グローバルにワイヤレス充電を牽引（けんいん）するQi規格の策定団体であるWPC（Wireless Power Consortium, Inc.）では、既にQi規格Ver.1.2で15 Wの対応しており、市場の要望に応えるべく次期規格では30 Wの充電電力を検討すると予想される。こうした大電力化に伴い、最大の技術的課題となるのは、送電コイルおよび受電コイルの発熱抑制と、携帯電話自体の冷却を行い、いかに携帯電話内蔵電池の過熱保護機能を動作させずに充電を行うかである。高効率に電力伝送を行い、システムの発熱量を最小化するMovingコイル方式は、これらの技術的課題に対し優位性をもつ有望な方式である。