

## 定額制時代の大容量・高効率通信を支える技術特集

携帯電話の快適な利用を目指した  
電池パック・充電器の開発

移動端末の電池切れがない快適な利用を実現するためには、安心して小型、軽量、長時間通話可能な電池パックや、いつでも、どこでも充電が可能な技術が必要である。さらに、移動端末のユーザ数の増加や機種変更の頻度に対処すべく電池などの省エネルギー・省資源化の技術も重要であり、電池パック・充電器の技術開発に取り組んでいる。

移動機開発部

たけの かずひこ  
竹野 和彦かない たかゆき  
金井 孝之  
うえむら はるお  
上村 治雄

## 1. まえがき

移動端末は、ワンセグTV機能の搭載、iモーションやiアプリなどのアプリケーションの利用増とともに、HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) \*1による通信の高速化・定額データ化などにより使用時間や消費電力が増える傾向にある。さらに、次世代通信方式であるSuper 3G (LTE) \*2や4G (IMT-Advanced) \*3の開発も進んでおり、移動端末の消費電力の低減も課題である。

移動端末の間欠受信の省電力制御や内蔵回路の低消費電力設計などの取組みを行ってきたが、それでもなお電池パックの容量拡大が必要であり、移動端末の小型・軽量化かつ長時間動作に耐え得る電池が求められてきた。現在、主流として使われて

いるリチウムイオン電池\*4は、高エネルギー密度電池の特徴により、現在の移動端末の普及に大きく貢献した。

さらに、移動端末を快適に使うためには、ACアダプタの開発も重要である。このACアダプタに求められる機能としては小型化、省電力化およ

び共通化などが挙げられる。

本稿では、これまでの移動端末向け電池・電源の開発状況と、今後の次世代電源技術について述べる。

## 2. 移動端末の電源・電池パックの位置づけ

移動端末の電源系の構成を図1に

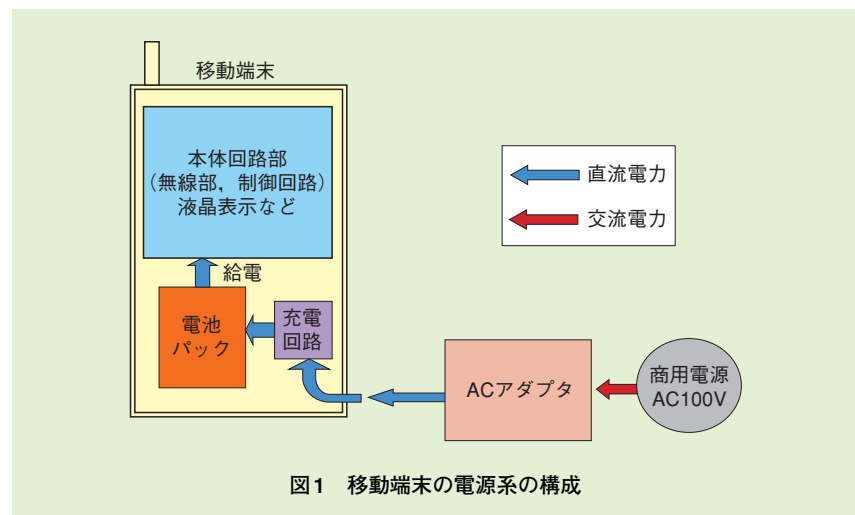


図1 移動端末の電源系の構成

\*1 HSDPA：3GPPで規格化された、W-CDMA方式に基づく下りリンクの高速パケット伝送方式。移動端末の電波受信状況に応じて、変調方式と符号化率を最適化する。

\*2 Super 3G：3GPPで検討されている第3

世代移動通信方式を拡張した高速な無線アクセス方式。ドコモが2004年に提唱し、実用化に向け開発が進められている。

\*3 4G：Super 3G以上の高速な無線アクセス方式を実現する第4世代移動通信方式。

示す [1]。電池パックを充電する場合、商用電力は、ACアダプタを介して、移動端末へ入力される。その電力は、電池パックの充電回路を介して、電池パックに入力される。

移動端末の電源・電池に求められる項目を表1に示す。ACアダプタは、2004年以前では移動端末の製造メーカーごとに充電仕様や電池パック仕様が異なっており、移動端末ごとにACアダプタを用意していた。しかし、ユーザの利便性や重複開発の抑制の観点から、2004年以降の移動端末（FOMA端末）では充電仕様を統一し、ACアダプタを共通化した。

電池パックに関しては、高エネルギー密度が特長であるリチウムイオン電池を移動端末に適用し、小型・軽量・高容量化に大きく貢献した。この電池は、移動端末の充電・通話・待受けなどの動作パターンによる寿命特性や、電池パックの異常使用時の安全性などの評価技術が重要になる。

### 3. 電池パックの性能向上

リチウムイオン電池とは、内部の電極間でリチウムイオンを移動させて充電や放電を行う電池である。移動端末に使用した電池パックの歴史を図2に示す。1995年ごろにリチウムイオン電池が使われ始め、2008年現在までの約13年間でエネルギー密度が約2倍になっている。この進歩により、本移動端末の基本スペックである待受け時間も2倍以上になっている。

電池パックの内部構成を図3に、

表1 移動端末の電源・電池に求められる項目

対象	移動端末機能	常時通信	信頼性	社会性・環境
充電器	省電力(省エネ) ユニバーサル	準速充電 どこでも充電	長寿命 安全性	共通化 リサイクル
電池パック	小型、軽量 高容量	長時間駆動	高信頼 高安全	低環境物質 リサイクル
移動端末内電源回路	小型 高効率	—	低発熱 信頼性	—

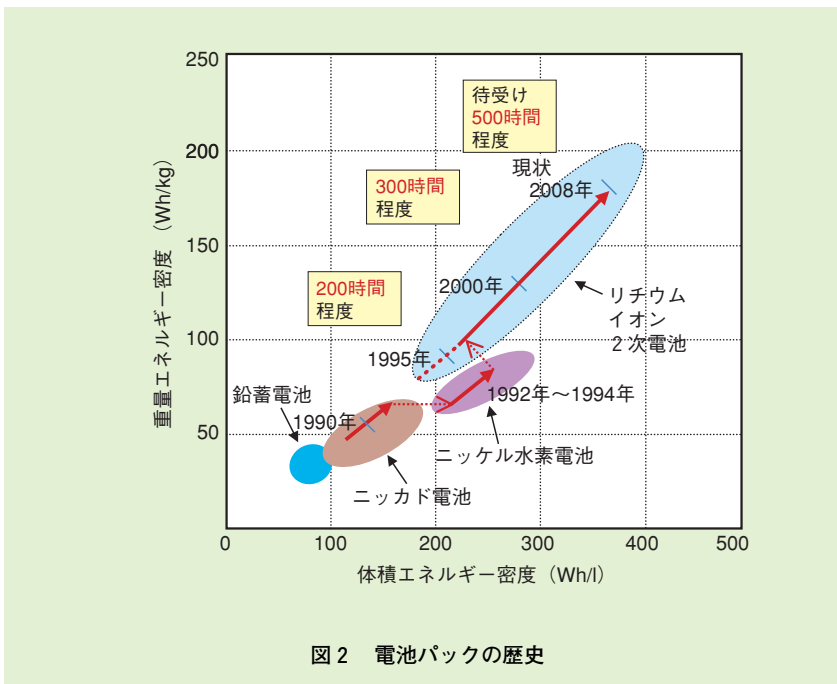


図2 電池パックの歴史

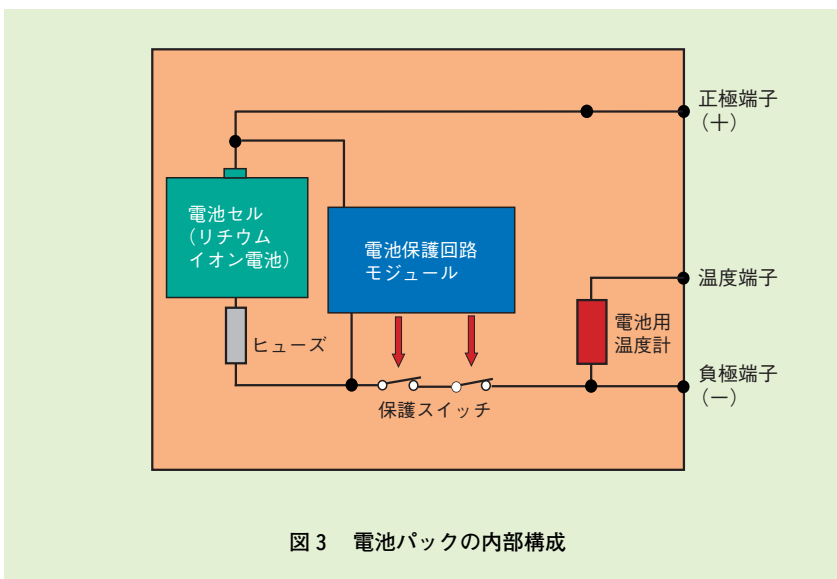


図3 電池パックの内部構成

\*4 リチウムイオン電池：充電可能な電池の一種（2次電池）であり、リチウムイオンが電解液を移動することによって充電・放電を行う電池。

移動端末の電池パックを開発する際の3つの基本的な評価項目を以下に示す。

- ①電池パックの充電特性および保護回路動作
- ②電池パックの寿命評価, 劣化診断
- ③電池パックの安全評価

①電池パックの充電特性および保護回路動作

電池パックの充電特性を図4に示す。充電動作は2つの期間があり、微小電流を流して電池をチェックする予備充電期間と実際に充電電流を流す本充電期間がある。本充電期間では、電池電圧が4.2Vに達するまでは定電流を流し、4.2Vに達した時点で、電流を垂下させ、規定の電流まで減少した段階で満充電と判断する。一方、充電中に電池セルに過大な電圧や電流が印加された場合、故障や不安全的な振る舞いが発生する恐れがある。これを防ぐために、図3に示す電池保護回路モジュール<sup>\*5</sup>が電池セルの状態を監視して各種保護を行っている。図5に同モジュールの保護動作条件を示しており、過充電や過放電が発生した場合に、充電停止などの保護が働く。

②電池パックの寿命評価, 劣化診断

電池パックの寿命評価では、内部の電池セルの劣化や寿命特性の評価技術の確立が必要である。一般に、移動端末以外のモバイル機器用の電池は、完全充電と完全放電を繰り返すサイクル的な使用が主流である。この場合、電池の劣化モードの1つ

であるサイクル劣化<sup>\*6</sup>が発生する。しかし、移動端末は主として充電、通話、待受けの3つの状態があり、電池セルとしてはサイクル劣化のほかに、充電状態を長時間保持することによる劣化モードである、保存劣化<sup>\*7</sup>も発生する。移動端末の3つの状態に対して電池の状態（経過時間）が変化したときに、電池セルの劣化特性を測定した。1年使用経過後の電池セルの寿命特性の測定例を図6に示す。横軸は1日の通話時間、縦軸は電池容量<sup>\*8</sup>、図中のTsは

充電間隔（0.5日、1日おきなど）を示している。図6から、電池容量が左下がりで低下していること、充電間隔が短いほど電池容量が低下していることが分かる。この結果から、通話することなく頻繁に充電を繰り返す動作は電池劣化を速め、さらに、電池の測定条件として通話30分、充電頻度1日とした場合、1年間に約2割電池容量が低下するので、一般的に電池容量が4割低下すると電池の寿命であることから、約2年で寿命（取替え）と分かる [2]。

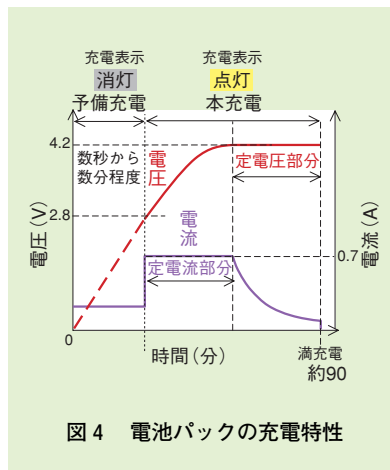


図4 電池パックの充電特性

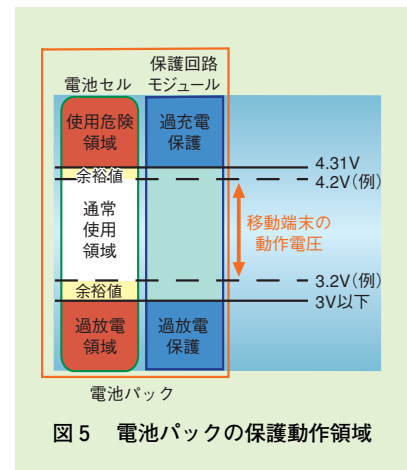


図5 電池パックの保護動作領域

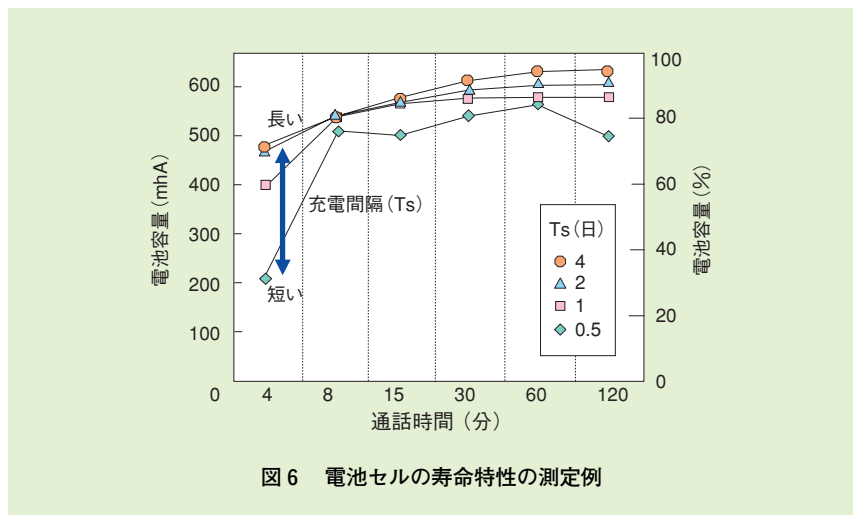


図6 電池セルの寿命特性の測定例

\*5 電池保護回路モジュール：移動端末の電池パックの中にあり、リチウムイオン電池を外部からの過電圧や過電流から保護を行う回路。

\*6 サイクル劣化：電池の電池容量の低下原因の1つ。電池の充電と放電を繰り返すことによって発生する電池の劣化現象のこと。

\*7 保存劣化：電池の電池容量の低下原因の1つ。充電状態の電池を長期間維持(保

存)することによって発生する電池の劣化現象のこと。

\*8 電池容量：電池パックの実際の放電可能な電気容量の総量。電池パックを放電させて放電電流と放電時間の積により算出。

一方、移動端末の通話時間減少などの使用感に頼っていた電池交換を、自動的に電池パックの劣化診断することも重要である。電池セルの交流インピーダンス（1kHz時）の値と電池容量の劣化度合いの関係を測定した例を図7に示す。事前にこのデータが用意できれば、実際の測定対象の電池の内部インピーダンス値を計ることにより、瞬時に電池容量を推定することができ、電池取替え時期を的確に知らせることが可能となる [3]。

③電池パックの安全評価

電池パックの安全評価に関しては、電池パックが落下や高温などの異常使用された場合でもある程度の安全性を確保されていることの確認試験を実施している。電池パックの異常使用の想定ケースを表2に示す。想定されるケースに即した試験条件を設定し、過電圧、圧壊試験および高温試験などを実施して安全な電池を確認し、商用の移動端末に使用している [4]。

4. 充電器の機能向上

従来、移動端末のACアダプタの待機電力<sup>\*9</sup>は、移動端末の総電力の4分の3を占めていた。この対策としてACアダプタの待機電力の削減の取組みを行った。低待機電力型ACアダプタの試作例を図8に、制御波形を図9に示す。動作原理としては、図8の負荷検出端子を利用して、移動端末側の端子が接続されたことを検知して、電源充電制御ICを間欠発信から連続発信に変化させ

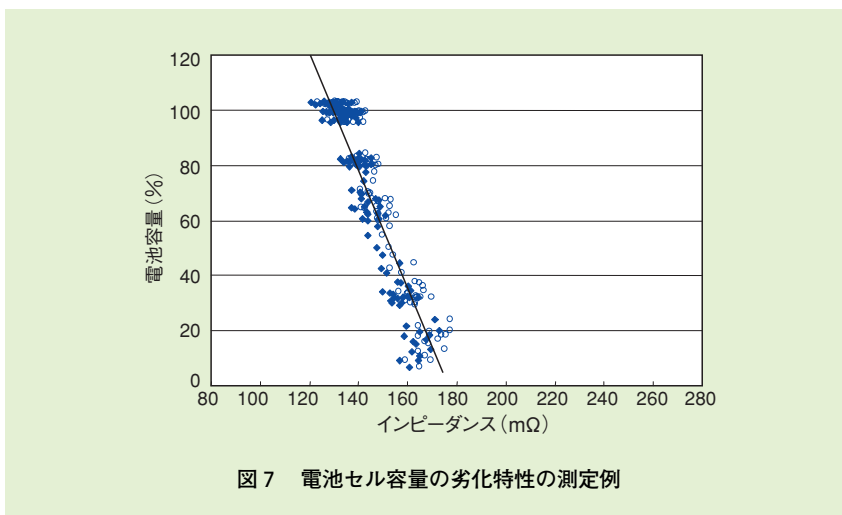


図7 電池セル容量の劣化特性の測定例

表2 電池パックの異常使用の想定ケース

使用環境	原因	影響	確認試験
過充電 (高電圧、大電流)	規格外充電 非純正充電器使用	膨れ、漏液、 発煙、発火など	過電圧 印加試験
電池端子短絡	電池パック単体での チェーンショートなど	温度上昇、 漏液、発火	短絡試験
電池破損	落下、圧壊の影響	温度上昇、 漏液など	複合試験 (圧壊+劣化試験)
水濡れ	不用意な水中投下	膨れ、充電不可 (端子腐食)	塩水水没試験
高温放置	炎天下の車中など	容量劣化、 膨れ、漏液	高温試験

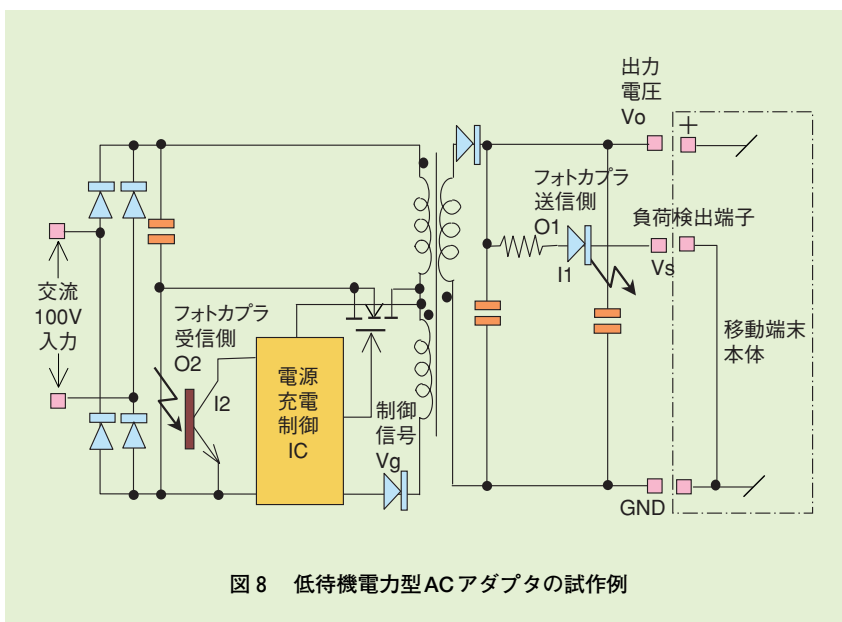


図8 低待機電力型ACアダプタの試作例

\*9 待機電力：電子機器を商用電力に接続している場合で、同電子機器が動作していないときに流れる電力のこと。実際の消費電力ではないので削減することが望ましい。

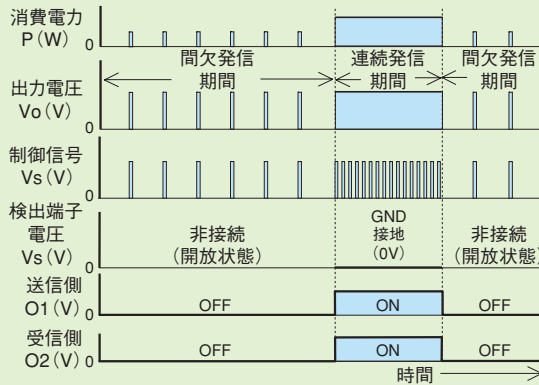


図9 低待機電力型ACアダプタの制御波形

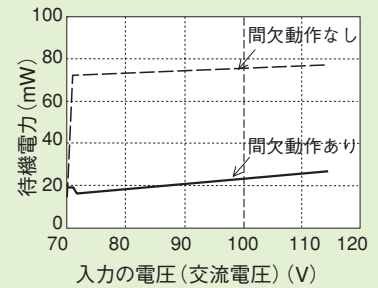


図10 ACアダプタの待機電力

る。この効果により、ACアダプタを使用していない間欠発信期間の消費電力を低減することができ、間欠発信制御の導入により約4分の1の省電力化を実現している（図10）。移動端末の商用ACアダプタの1日の消費電力例を図11に示す。同技術などの電源技術の導入により、10年前と比較して約10分の1の低消費電力化を実現している。

一方、移動端末のACアダプタの共通化に関しては、電気的仕様（電圧、電流）を統合した。共通仕様を図12に示す。ACアダプタ側の出力電圧・出力電流の電気特性を規定し、その電気特性に整合するように移動端末の本体側の充電回路の電気特性を規定している。

## 5. 移動端末用充電オプションと新技術

移動端末の充電環境をより快適にする技術として、移動中でも充電可能な機器の開発を行った。移動端末用充電器の一例を写真1に示す。リ

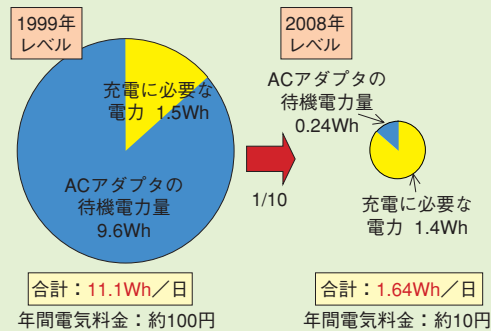


図11 1日のACアダプタの総電力例

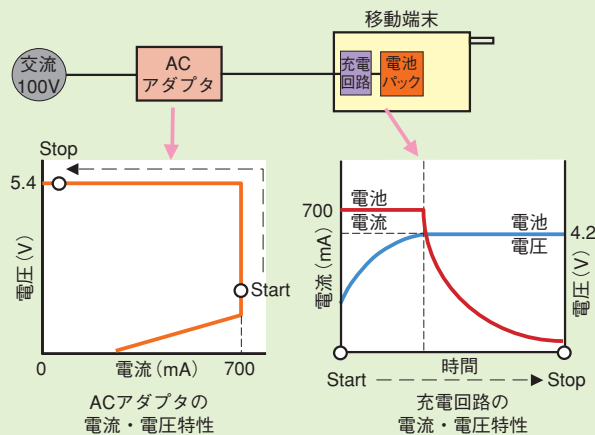


図12 リチウムイオン電池の充電制御と共通仕様

チウムイオン充電器 (写真1 (a)) はリチウムイオン電池を内蔵して、必要に応じて移動端末を充電する。また、USB充電器 (写真1 (b)) は、ノートPCなどに接続しデータ通信をしながら充電を行う。

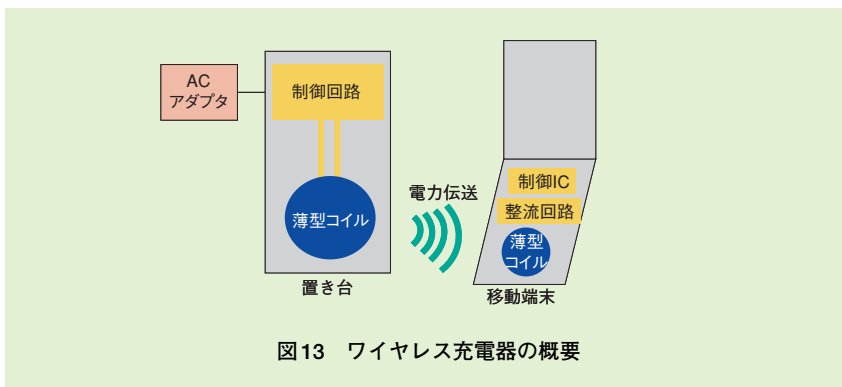
しかし、外部充電器での充電が必要であったりノートPCなどが必要であったり、携帯型充電ツールとしては不便なため、どこでも快適に充電できる機器や充電インフラが望まれている。

そこで将来の充電インフラの技術の1つとして、無線による電力伝送 (ワイヤレス充電<sup>\*10</sup>) 技術、次世代リチウムイオン電池およびマイクロ燃料電池<sup>\*11</sup> の検討を行っている。

ワイヤレス充電技術は、従来ACアダプタ内部にあるトランスの置き台側と移動端末側を空間分離し、薄型コイルを置き台と移動端末それぞれに内蔵し、近接させることにより電力を送る技術である (図13)。従来、本技術は数百ミリワットクラスで実施済みであるが、移動端末に必要な数ワットクラスの技術と薄型コイルの技術を確立している [5]。

## 6. あとがき

本稿では、現状の移動端末用の充電器・電池の開発について解説した。今後も、新型電池搭載を目標に、



電池の高容量化の取組みや、次世代の充電器、燃料電池の開発を行い、快適なモバイル社会に貢献していく。

### 文献

- [1] K. Takeno, J. Yamaki, M. Ichimura and K. Kaneko : "Methods of energy conversion and management for commercial Li-ion battery packs of mobile phones," IEICE Transaction on Communications, No.12, pp.3430-3436, 2004.
- [2] 竹野, ほか: "移動端末用リチウムイ

オン電池の容量劣化特性," 本誌, Vol.13, No.4, pp.62-65, Jul. 2006.

- [3] K. Takeno, J. Yamaki, M. Ichimura and K. Kaneko : "Influence of Battery Cycle Deterioration and Storage Deterioration for Li-ion Battery using Mobile Phone," Journal of Power Sources, 142, pp.298-305, 2005.
- [4] 竹野, ほか: "携帯電話用バッテリーの評価技術," 本誌, Vol.10, No.2, pp.42-46, Jul. 2002.
- [5] NTTドコモ報道発表資料: "FOMA 端末用「非接点充電器」を試作," Jul. 2005.

\*10 ワイヤレス充電: 電気的な接点を介さずに電力を送る技術。電磁気的な方式、光による送電、音波による送電などがある。

\*11 マイクロ燃料電池: 水素 (水素を含む燃料など) と酸素を、有機膜を通して反応させることにより発電する電池。特に、

モバイル機器向けの小型燃料電池をマイクロ燃料電池と呼ぶ。