電池持ち　自動測定システム　基地局シミュレータ

Technology Reports

移動環境での端末の消費電力自動測定システム
―スマートフォンの電池持ち時間に関する測定環境改善に向けた取組み―

移動機開発部　中村 光宏（なかむら みつひろ）　荻原 知洋（おぎわら ともひろ）
大森 博雄（おおもり ひろお）†　林 和夫（はやし かずお）

スマートフォンの電力消費が激しいというユーザの不満に応えるため，ドコモでは「実使用時間」という指標で端末の電池持ち時間の情報をユーザへ公表している．しかし，実使用時間の評価項目の1つである移動環境測定については，基地局の増設などによるエリア環境の変化や交通状況などにより測定結果が左右されてしまうため再現性に課題があり，指標の信頼性に影響を与えていた．そこでドコモは端末の実使用時間の測定のシステム化を進め，高い再現性があり自動試験が可能な消費電力自動測定システムを開発した．

1. まえがき

ユーザがスマートフォンを選ぶ際のポイントの1つに電池の持ち時間があげられる．ドコモでは販売機種の電池持ち時間を統一された基準で評価するために「実使用時間」という指標を定めている．実使用時間は，一般的なユーザの想定される利用状況をモデル化し評価を行うため，定量的かつユーザ体感に近い指標となっている．

その一方で，ユーザの想定される利用状況の1つとして定義されている移動環境（ユーザの移動中における消費電力評価）では，基地局の増設やエリアの品質改善の取組みによるエリア環境の変化や交通渋滞などの影響により測定結果が左右され，再現性が低く，測定に要するコストが高いといった問題があった．そのためドコモでは，移動環境を疑似的に再現して消費電力を測定するシステムを開発し，さらに自動測定を可能とした．これにより，より低コストで実使用時間の信頼性が向上した．

本稿では，開発した端末消費電力自動測定システムについて解説する．

2. 実使用時間概要と課題

2.1 定義

ドコモでは，一般に想定されるスマートフォンの利用時間をWeb閲覧，SNSアプリ，その他のアプリの利用など，1日当り計約85分間とし，その際の電池の持ち時間を「実使用時間」と定め，スマートフォンのスペックの1つとして公表している[1]．

2.2 測定条件

消費電力評価における測定条件は，スマートフォンを使用状態（ユーザによる端末の操作がある状態）と待受状態（端末が待受状態で静止している状態，端末が待受状態かつ移動中の状態）に大別できる．このうち，待受状態においては，移動時の無線通信のモビリティ制御*1（ハンドオーバ*2やセルサーチなど）により発生する電力消費を考慮し，静止環境と移動環境の2パターンに分けている．

ドコモでは，ユーザの利用環境と合わせるため，実フィールド環境下で，**図1**に示すそれぞれの状態における消費電力を測定している．

©2014 NTT DOCOMO, INC.
本誌掲載記事の無断転載を禁じます．

† 現在，ドコモ・テクノロジ株式会社 携帯事業部

*1 **モビリティ制御**：端末が移動しても，発着信および通信を継続して提供可能とする制御．

*2 **ハンドオーバ**：移動端末が接続する基地局を切り替えること．

2.3　現状の課題

移動環境の測定方法は実際に端末を自動車に乗せた状態で公道を走行し測定している．そのため，基地局の増設などによるエリア環境の変化，交通渋滞や天候などによって，無線通信の送受信電力が変わり，端末全体としての消費電力に影響を与えるため，再現性の課題が生じ，複数回試験を実施する必要があった．

3.　端末消費電力自動測定システムの概要

前述の再現性の課題を解決するため，ドコモは端末消費電力自動測定システムを開発した．以下に，そのシステムについて解説する．

3.1　システム構成

図2にシステム構成図を示す．本システムは再現性の高い測定と測定効率の向上のために，端末からの通信要求やパケット転送にインタラクティブに応答が可能な基地局シミュレータを採用している．基地局シミュレータは移動中の通信品質を模擬し，電流測定器は基地局シミュレータ動作時に発生した端末の消費電力を測定している．それぞれの測定装置は1台の制御用PCで制御可能となっている．

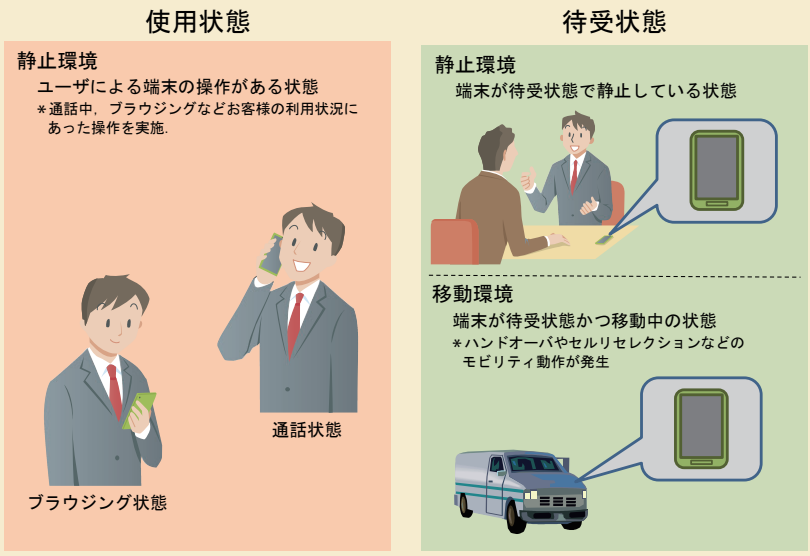
また，測定装置の制御を自動で行うことを目標とし，測定の開始時と終了時以外は無人で実施可能となっている．

3.2　システム動作

本システムでは消費電力への影響が懸念されるポイントに絞って機能を実装し，システム構築時に以下の検証を行った．

(1)無線品質の変動

端末がおかれている通信環境によって消費電力が異なることが分かっている．無線品質が悪い環境では端末は送信電力を増加させるため，消費電力が増加することが1つの要因である．実フィールド環境では，走行時の車線や周囲の車両に加え，渋滞状況や天候によって測定ごとに



※使用状態の移動環境は現在は測定無し

図1　実使用時間測定条件

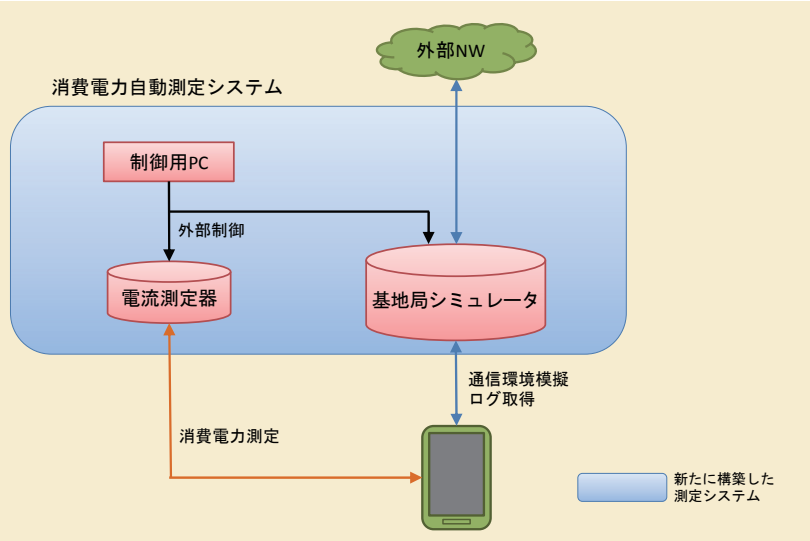


図2　消費電力自動測定システム構成図

無線品質が異なってしまうため，測定結果にばらつきが生じ，複数回実施し妥当な測定結果かどうかを見極める必要があった．

本システムでは，実フィールド環境下で複数回の測定を実施した際の平均的な無線品質をモデル化することにより，実網での測定を行った時と同等の試験結果が得られることを確認した．

⑵セル切替え

移動環境では端末と基地局間で常に良好な無線品質が得られるようにセルを切り替えながら動作している．そのため，移動中はセル切替えが頻発し，端末の消費電力が増大することになる．

本システムでは，セル切替動作を再現するために，システム構築コストを考慮するうえで以下のように課題を解決した．

①複数セルの模擬

模擬するセルを増やせば増やすほど場所や装置が必要になりコストが上昇してしまう．そのため既存のシステムでは，基地局シミュレータは同時に2セルまでしか模擬することができず，種類の異なる3つ以上のセル間で連続してセル切替えを実施することができないという問題があった．

そこで，本システムでは**図3**に示すように，同時に多数のセルを用意するのではなく，RF1受信→RF1およびRF2受信→RF2受信→RF1およびRF2受信→RF1受信…と受信レベルを変動させていく過程で，移動機が受信していない方のセルのパラメータを順次入れ替えることによって，端末は実フィールド環境下と同様に複数の異なるセルの切替動作を模擬した環境を構築している．

②セル切替時間

セル切替動作で端末が消費する電力は，その動作に要する時間に依存しており，これを実フィールド環境と合わせるため，本システムでは端末と基地局シミュレータ間における通信に要する時間（応答速度）を実フィールド環境に整合させ，消費電力を一致させている．

また，実フィールド環境で発生するセル切替えは複数種類（異なる周波数間でのセル移動など）があるが，消費電力観点で影響の有無を調査し，実フィールドと一致させている．

3.3　本システムによる測定結果

実フィールド環境での測定結果の一例を示す（**図4**）．端末の消費電力の測定はドコモで指定した走行コースで実施しており，走行中に発生するさまざまな端末動作によって電力消費が発生していることが図から確認できる．最終的な測定結果は平均消費電力として算出しているが，実フィールド環境の測定ではばらつきが大きいため，多数のサンプルを取得しそれらの平均値を採用する必

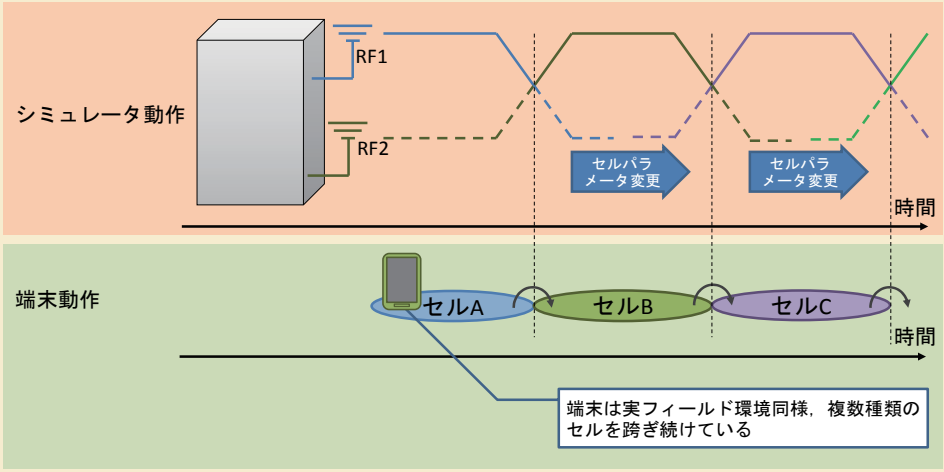


図3　仮想的複数セルの再現

要があった．

本システムでの消費電力の測定結果の一例を示す（**図5**）．測定結果はそれぞれ実フィールド環境にて測定した移動時の消費電力の平均値，および本システムによる走行疑似モデルでの消費電力の平均値の分布を示している．図を見ると，実フィールド環境ではコストの関係から測定時間が短く外乱の影響も大きいため，測定結果のばらつきが大きくなっているが，本システムでは測定時間の長時間化および，エリア環境の変化や交通渋滞などの影響の低減によりばらつきが抑えられていることが確認できる．

4. あとがき

スマートフォンユーザが増加を続ける現在では，電池の持ち時間はお客様満足度に直結する項目の1つであり，その改善に向けてドコモではさまざまな取組みを実施しており，その効果を検証するための評価方法は重要である．

本システムは実使用時間の移動環境測定において，高い再現性かつ，低コストでの測定を可能としたが，ドコモでは他の測定項目の自動化も検討しており，さらなる測定環境の改善を検討している．

また，本システムは移動環境での端末消費電力の自動測定装置として開発しているが，無線ネットワークパラメータの変更による消費電力影響の事前検証にも応用可能となっている．各種パラメータ設定やセル配置を組み込むことで，今後ドコモで運用予定のパラメータを端末の消費電力の観点で事前に評価することが可能となる．

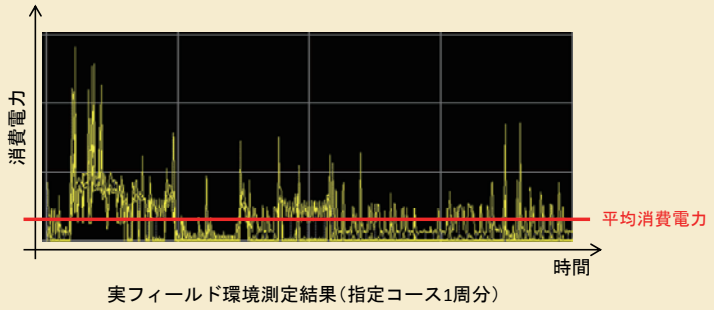


図4　端末消費電力の実例

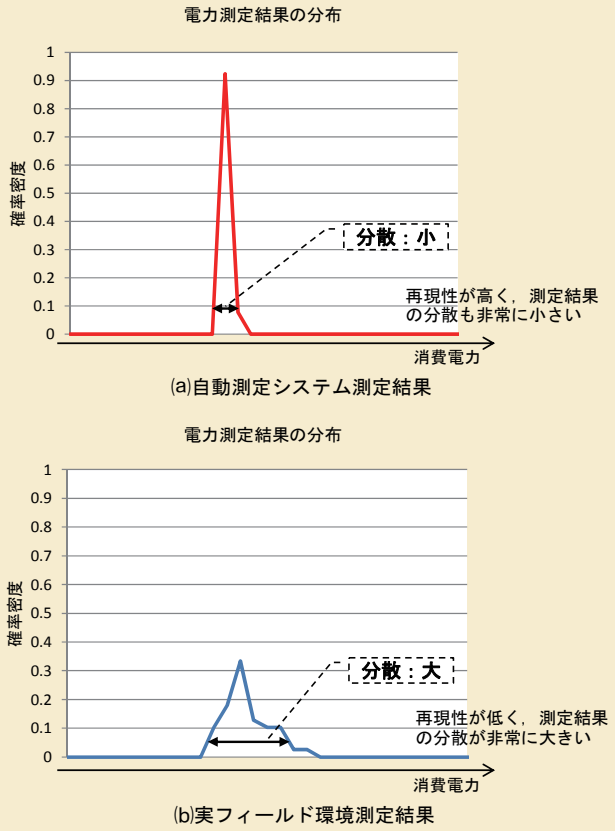


図5　自動測定システム測定結果 - 実フィールド測定結果比較

文　献

[1] NTTドコモ：“スマートフォン・タブレットの実使用時間シミュレーション．” https://www.nttdocomo.co.jp/product/battery_life/