

M2M端末の動作特性を考慮したネットワーク機能開発

M2M市場の拡大により、今後、M2M端末のモバイル契約者全体に占める比率が大きくなっていくことが想定される。

そのような状況下においても、携帯電話事業者は高い信頼性を維持したまま効率的に大量端末を収容し、ネットワーク全体の安定した通信品質を提供していく必要がある。ドコモでは、それに応える取組みとして、M2M端末特性を考慮したネットワーク開発を実施した。

ネットワーク開発部 **比嘉 玲華**
無線アクセス開発部 **なかむら ゆういちろう**
中村 雄一郎

1. まえがき

M2M (Machine to Machine) 端末とは、携帯電話の無線通信制御部と、それを自動制御し人手を介さずサーバや他の通信機器と情報のやりとりを行う制御部を一体化した通信機である。近年、小型化・軽量化が進み安価になったこと、また高速な無線通信を低価格に利用できるようになったことで、無線通信を用いたM2Mが注目を集めている。M2Mは自動販売機やカーシェアリングなどさまざまな産業・分野で利用されており、無線通信を用いたM2Mの需要が高まることで、モバイル契約者全体に占める割合も大きくなることが想定される。そのような状況下において、増加していくM2M端末を既存設備に効率的に収容する必要がある、その中でも安定した通信品質の提供が

求められる。それに応える取組みとして、コアネットワーク^{*1}および無線ネットワークに対してM2M端末特性を考慮した機能を開発した。

2. M2M端末特性

M2M端末はフィーチャーフォンやスマートフォンなどの携帯電話の利用とは異なる特性をもった端末があり、本稿ではその端末を対象とし解説する。M2M端末特性の概要と実現機能の対応を表1に示す。

2.1 特性：通信間隔・頻度

通信間隔は定期的であり、通信頻度は少ないという特性をもった表1のM2M端末を前提とした場合、無線リソース^{*2}の有効利用のためにも、M2M端末との通信終了後はPreservation^{*3}機能を用いて早期に無線区間のコネクションを解放することが望ましい。

そのため、Preservationに遷移するまでの時間をM2M端末特性に合わせて短縮するPreservation遷移効

表1 特徴的なM2M端末特性と実現機能

	通信間隔・頻度	移動頻度	異常時の動作	使用開始
スマートフォン など	通信間隔：不定期 通信頻度：多	多	—	契約開始直後
M2M端末	通信間隔：定期 通信頻度：少	無	ネットワーク通信 が途絶えた場合の 定期的ネットワーク アクセス	契約開始からの 時間経過あり
特性を考慮した 実現機能	Preservation 遷移効率化 (新規開発)	エリア限定着信 の実施 (新規開発)	端末連続発信 対策 (新規開発)	回線の自動活性化 機能 (既存開発)

率化機能を開発した。

2.2 特性：移動頻度

M2M端末が大量設置された場合であっても、Preservation遷移効率化機能を導入することで、ある時間で見た場合のNWへの同時接続ユーザ数は大幅増にはならずシステム負荷増による品質低下は回避可能である。しかし、一斉にM2M端末に対する着信信号が送出される場合、M2M端末の設置数に比例した大量の着信信号が予想されるため、無線容量超過やシステム負荷増となり、着信信号送信不能を引き起こす懸念があり対策が必要である。

固定的に設置され地理的に移動しないという特性をもったM2M端末の場合、無線容量の効率化、システム負荷低減のためにエリアを限定して着信信号を送信することが必要であり、エリア限定着信機能を開発した。

2.3 特性：異常時の動作

事業者サーバが故障しネットワーク通信が途絶えたと判断するとM2M端末は異常箇所が特定できないため定期的にネットワークアクセスを行い、通信の回復を試みることを繰り返すことが想定される。

同一事業者の大量のM2M端末が一斉に再発信を繰り返した場合、無線リソースの無駄な消費とパケット交換機への負荷が発生する問題がある。これを回避するために、端末の連続発信を抑止することが必要であり、端末連続発信対策機能を開発し

た。

2.4 特性：使用開始

M2M端末では端末が設置されてからサービスが開始されるまでにある程度の期間を要するという特性をもっているものがある。その場合、実際のサービス提供日から基本料金を適用させることが望まれる。

サービス提供日から基本料金を適用させるための機能として「回線の自動活性化機能」を開発している[1]。

3. 実現機能

表1の機能に加えて、実現機能の適用方法について解説する。

3.1 Preservation遷移効率化

Preservationとは、3GPP（3rd Generation Partnership Project）の23.606において規定された、パケット通信確立中において無通信状態が一定時間続いた場合に無線区間のみコネクションを解放する機能である。有線区間はコネクションを保持しているため、再接続の際は無線区間のみの再確立で済み、接続時間の短縮と無線リソースの有効活用が可能である。

無通信時間を監視し無通信時間が一定時間続いた場合には無線リソースを解放するということを実施している。通信間隔は定期的であり、通信頻度は少ないという特徴の場合、無線区間のコネクションは長く設定する必要はなく、早期に解放することで無線リソースの有効利用が可能となる。しかし、一般的には無通信

時間を監視する無通信監視タイマは端末によらず同一のタイマを利用している。M2M端末に合わせてスマートフォンなどの一般的な端末における無通信監視タイマを短くした場合、スマートフォンなどの一般的な端末は頻繁に再発信を行うため、信号が増加しNW設備に負荷を与えるという問題がある。

したがって、無線リソースの有効活用のためにM2M端末特性を考慮し無通信監視タイマを一般的な端末とは分けて、M2M用に設定することが必要となる。

本開発のイメージ図を図1に示す。加入者情報をネットワークで保持し、対象のM2M端末からのパケット発信と判断された場合は、Preservation遷移のためのM2M用無通信監視タイマを新規に設定する。パケットの送受信がM2M用無通信監視タイマの間に発生しなかった場合は無線区間のコネクションを切断し無線リソースを解放する。M2M用無通信監視タイマはスマートフォンなどの一般的な端末よりも短く設定することで、早期に無線区間のコネクションを解放し無線利用の効率化を実現している。

3.2 エリア限定着信機能

まず、移动通信システムにおける無線通信端末の着信方法について解説する。移动通信システムでは、移動機へ着信信号を送信するために、地理的に移動する無線通信端末の所在をネットワーク側で常に把握している。一般的に複数の無線セルから

構成される位置登録エリア*⁴単位に無線通信端末の所在を管理しており、ネットワーク側から無線通信端末を呼び出す際は着信信号を位置登録エリア全体に送信する(図2)。本方式は、不達となる着信信号が多いが、無線通信端末が地理的に移動することを前提とした場合は有効である。

一方で、固定設置され地理的に移動しないM2M端末へ着信信号を送達する場合に同じ方式とすると、不達となる着信信号ばかりが増加することとなり、無線容量超過やシステム負荷増により着信信号送信不能などの影響を引き起こす懸念がある。

(1)在圏セルが変わらないM2M端末の場合

固定設置され地理的に移動しないM2M端末へ効率的に着信信号を送

信するため、最後に通信したセルにのみ限定して着信信号を送信する方式を適用する。それにより無線容量の効率化、システム負荷低減の効果

が期待できる。本方式は、交換機側(SGSN (Serving GPRS Support Node)*⁵)と無線制御装置側(RNC (Radio Network Controller)*⁶)で

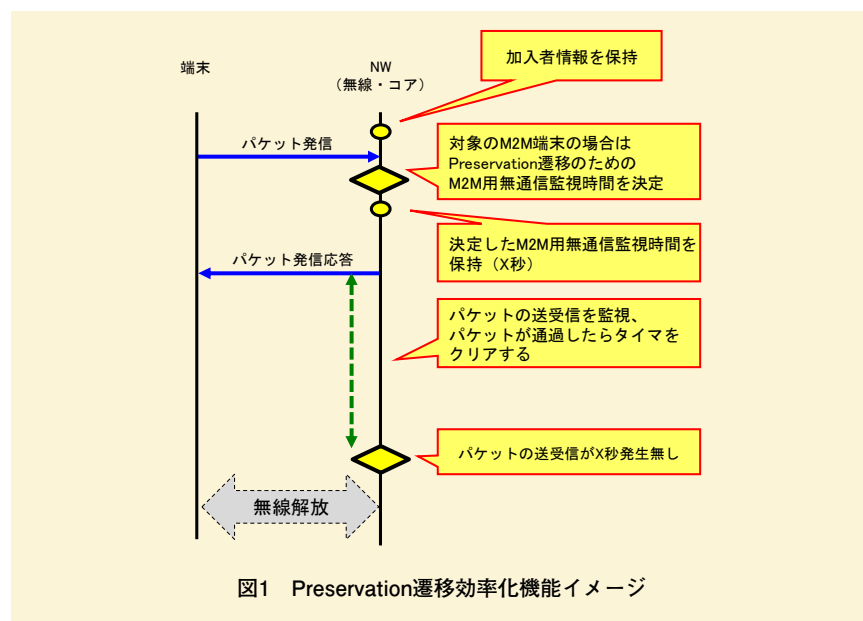


図1 Preservation遷移効率化機能イメージ

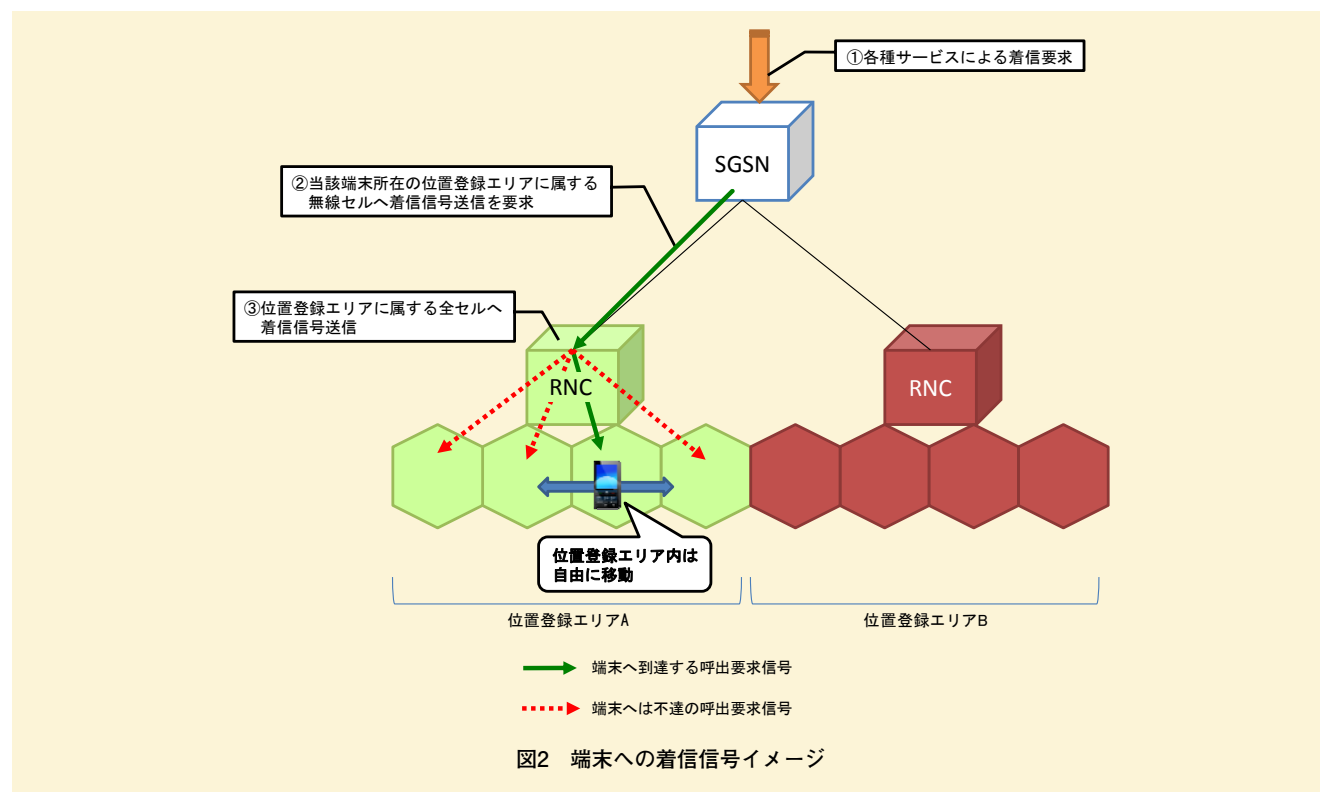


図2 端末への着信信号イメージ

*⁴ 位置登録エリア: 移動端末が位置登録を行わずに移動することが可能なエリア。

*⁵ SGSN: 3GPP上で規定されている3Gネットワークにおけるパケット通信機能を有する装置。

実現しており、その開発内容について紹介する。本方式の動作イメージを図3に示す。

RNCは位置登録やパケット発着信などの通信において、SGSNに対し、RNC～SGSN間の制御信号を送信する。その制御信号に通信セル情報を付与し、SGSNへ当該無線通信端末の通信セルを通知する。SGSNでは、最後に通信が行われたセル情報を記憶しておき、地理的に移動しないM2M端末への着信信号送信要求にセル情報を付与し、RNCへ通知する。セル情報が付与された着信信号を受信すると、RNCは当該セルに対してのみ、着信信号を送信する。

移動しないM2M端末であれば、本方式により特定セルのみへの着信信号で呼び出しが可能であり、他無線セルでの不要な着信信号送信を避

けられる。

(2)在圏セルが変わってしまうM2M端末の場合

一方、移動しないM2M端末であったとしても在圏セルが変わってしまう可能性がある。M2M端末を含む無線通信端末は、無線制御装置からの待ち受け時に利用する報知情報^{*7}の指示により、在圏セルの電波強度・無線品質が劣化した場合に、より電波強度の強く・無線品質の良いセルへ在圏しようとする。定位置であったとしても、電波強度・無線品質は周辺の環境（通信混雑度合いの変化による干渉量増減、車などの遮蔽物の移動有無など）により刻一刻と変化するため、在圏セルを変更することがある。

その救済を行うための開発内容について、図4に示す。SGSNにて特

定セルに限定した着信信号への無応答が検出された場合、次の着信信号送信要求には特定セルの情報は付与せず、通常的位置登録エリア全体への着信信号送信を要求する。そうすることで、在圏セル移動をした場合でも着信信号を送達可能である。

3.3 端末連続発信対策

3GPPのRel. 10で標準化された発信抑止機能としてMM-Backoff (Mobility Management Backoff) が規定されている[2]。

MM-Backoffとは、アタッチ^{*8}／位置登録がネットワーク側で受け付けられない場合に、交換機側から端末側へのReject信号にランダム化されたタイマ値を設定し、その指定されたタイマの時間は端末からの再発信を防止する機能である。交換機側

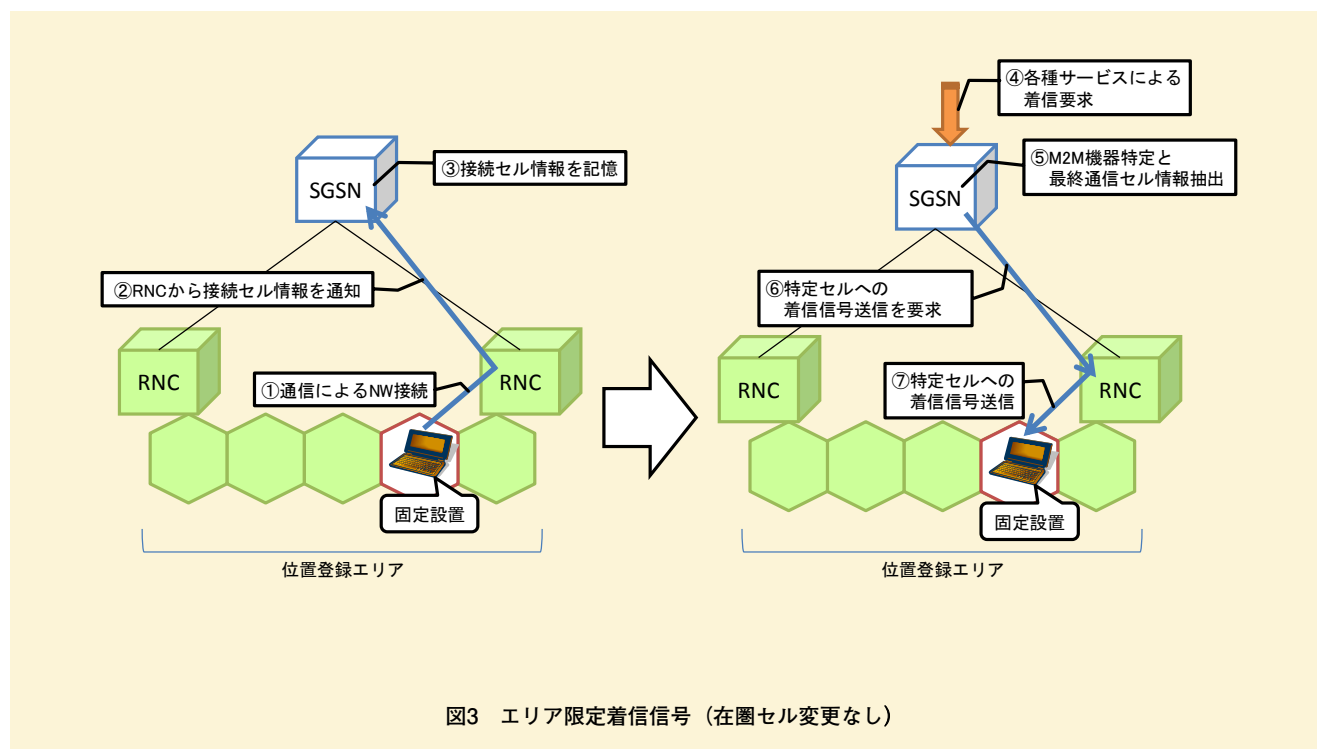


図3 エリア限定着信信号（在圏セル変更なし）

*6 RNC：3GPP上規定されている3Gネットワークにおける無線回線制御や移動制御を行う装置。

*7 報知情報：移動端末における位置登録要否の判断に必要な位置登録エリア番号、周辺セル情報とそのセルへ在圏するための電波品質等の情報、および発信規制制御を行うための情報などを含み、セルごとに一斉通報される。

*8 アタッチ：移動端末の電源投入時などにおいて、移動端末をネットワークに登録する処理および状態。

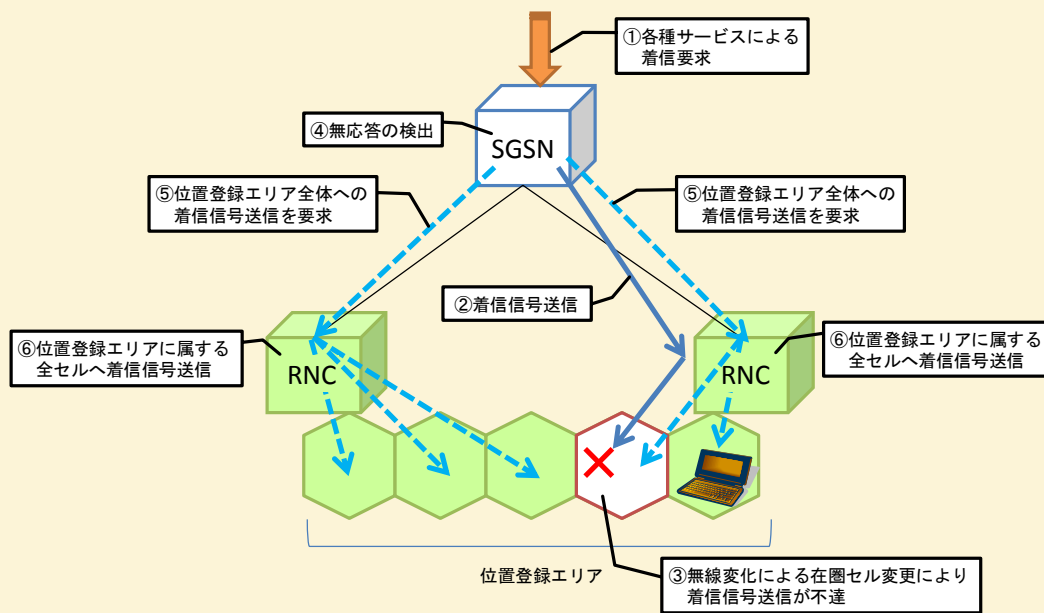


図4 エリア限定着信信号（在圏セル変更あり）

から再発信防止のタイマ値を受信した端末は、設定されたタイマ値が満了するまで発信を待機する。

ただし、端末製造コストを考えた場合M2M端末は安価な端末が利用される傾向があり、端末の多くがRel. 10のMM-Backoff機能を備えていないことが想定されるためネットワーク上で制御することが必要となる。

本開発においては、事業者サーバが故障した場合は連続発信してくるM2M端末をネットワークで特定する。これにより、特定したM2M端末からのアタッチ／発信抑止をネットワーク上で実施することで、過度な再接続によるネットワークへの負荷を防止するアクセス制御を実現している。

3.4 回線の自動活性化機能

M2M端末の正常性はサービス提供前の段階で確認しなければならない。そのため、基本使用料適用前の状態において該当のM2M端末からの発信試験を可能とする機能が必要となる。

ドコモでは、試験用利用とサービス利用を区別させる機能と、サービス利用での端末からの初回発信時に自動的に開通状態にさせる機能を「回線の自動活性化機能」として実現している[1]。

3.5 機能適用

今回開発した機能については、柔軟に機能適用可否を判断できるよう機能開発を実施している。

例えば、検針機器などのM2M端

末では、通信間隔が定期的であり通信頻度は少ないという特性をもっているのでPreservation遷移効率化機能を実施する、自動販売機など動かないというM2M端末にはエリア限定着信を実施するといった機能適用である。

機能適用可否の判断については、契約情報やIMSI（International Mobile Subscriber Identity）^{*9}などの端末情報を利用している。

4. あとがき

今回は、M2M端末特性を考慮した電波利用の効率化のための開発について解説した。これらは、今後M2M市場が活性化しM2M端末のモバイル契約者全体に占める比率が大きくなっていく状況下において、ユ

^{*9} IMSI：契約者を一意に識別するための番号。契約の際にUIM（User Identity Module）内に格納される。

ーザの満足度向上に向けたステップの1つである。これにより増加していくM2M端末を効率的に既存設備に導入しNW全体の安定した通信品質の提供を実現することができる。

ドコモだけではなく、3GPPでも2010年ごろから現在にかけてM2M

市場のさらなる拡大発展をめざしネットワークの信頼性向上をめざした技術検討が進められている。

3GPPなど、標準化の動向も注視しつつ、ネットワーク基盤機能の拡充を今後も進めていく予定である。

文 献

- [1] 増井, ほか: “FOMAユビキタスモジュールの開発とネットワークへの機能追加,” 本誌, Vol. 14, No. 1, pp. 61-65, Apr. 2006.
- [2] 笹田, ほか: “M2M通信コアネットワーク基盤と輻輳対策技術,” 本誌, Vol. 21, No. 2, pp. 30-34, Jul. 2013.