

モバイルネットワークに接続する端末の位置の変化 を推定し、最適な位置管理を実現する技術を開発

日本電気株式会社

ご紹介の趣旨

■ NECは、モバイルネットワークにつながるネットワーク端末の位置の変化を推定し、その移動範囲の予測を行うことで、不規則に位置が変化する端末との通信にかかる管理負荷を大幅に削減する技術を開発しました。

■ モバイルネットワークの急速な拡大に伴い、モバイル端末や自動車など多数のモノがモバイルネットワークを介して相互に通信を行うようになり、そこで発生する膨大なデータ(ビッグデータ)を活用することが期待されています。

■ 通信事業者は、多種多様なモノ(デバイス)の位置の変化を低コストで管理する必要がありますが、現在のヒト(携帯電話)の移動パターンを前提とした管理では、無駄な位置管理信号が大量に発生してしまい、位置管理のための管理サーバ(MME)の低コスト化を妨げる大きな要因となっています。

■ このたび開発した端末の位置管理最適化技術は、端末の位置の変化を推定する独自アルゴリズムによって、端末の移動予測に基づいて管理エリアを動的に精細制御することが可能になり、管理負荷を大幅に削減し、コアネットワークで管理する端末数を増加することで、設備投資コストを抑制できます。

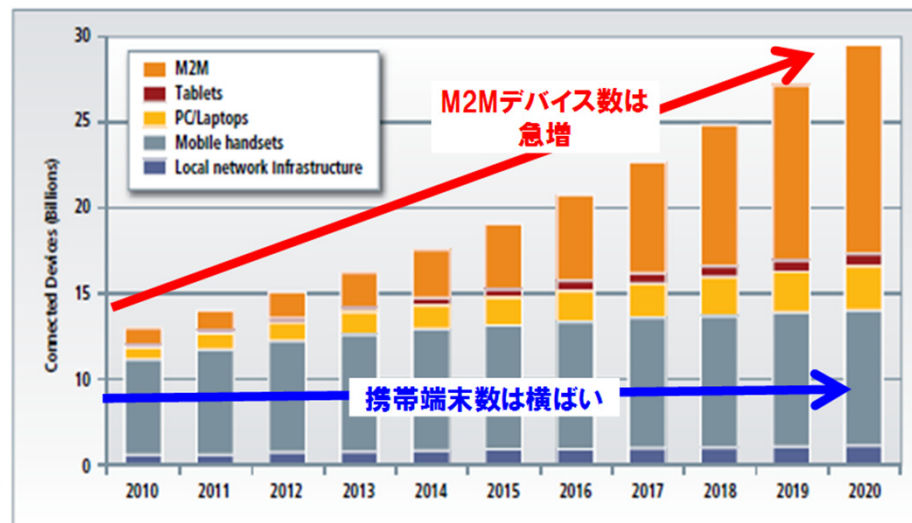
モノ同士が連携する新しく多様なサービス

相互に接続されるモノ(車や機械)の数が増加し、それらから発生するデータ(ビッグデータ)を活用した様々な社会システム・サービスが創出

モバイルネットワークは、あらゆるモノを接続するネットワークインフラに

【参考】M2Mデバイス数の増加予測(ソース:GSMA Connected Life Position Paperより抜粋。修正転載)

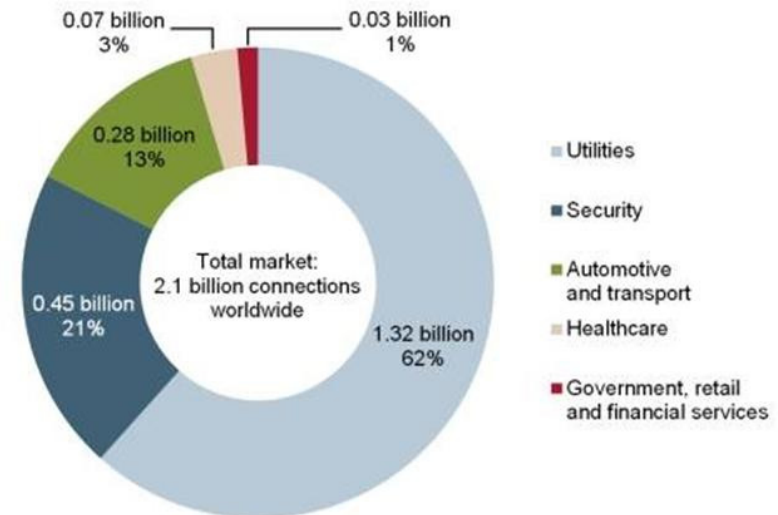
Global connected devices 2010-2020



Source: Machine Research

<http://connectedlife.gsma.com/gsma-connected-life-position-paper/>

【参考】M2Mデバイスの内訳予測(ソース、Analysys Mason)



2020年のM2Mデバイスの利用分野の内訳予測

Analysys Mason, "Commercial and consumer M2M device connections by industry sector, worldwide, 2020"

http://www.analysismason.com/About-Us/News/Insight/M2M_forecast_Jan2011/#.UiUxBX8Sqhm

M2M時代の位置管理省力化に向けた課題

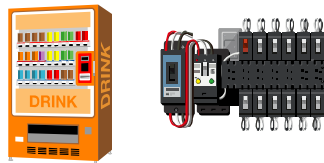
端末の位置管理の省力化

様々なモノ(車や機械など)の移動パターンは多種多様(止まったり動いたり、複雑で予測不能に移動)



携帯電話(ヒト)の動きを前提にした従来の位置管理手法では、無駄な位置管理のための**管理信号(位置登録、ページング)**が膨大に発生し、**管理可能な端末数の制限要因**

自動販売機やスマートメータ
基本的に動かないデバイス



バス
バス停や信号で停止。高速な不規則移動



徒歩
低速移動と停止の頻繁な変化



物流
不規則移動で、長距離移動から集荷・配達まで様々な移動モード



自動車
無稼働時間が長く、不規則移動



電車
駅での停止や、高速な等速移動

端末の位置管理負荷

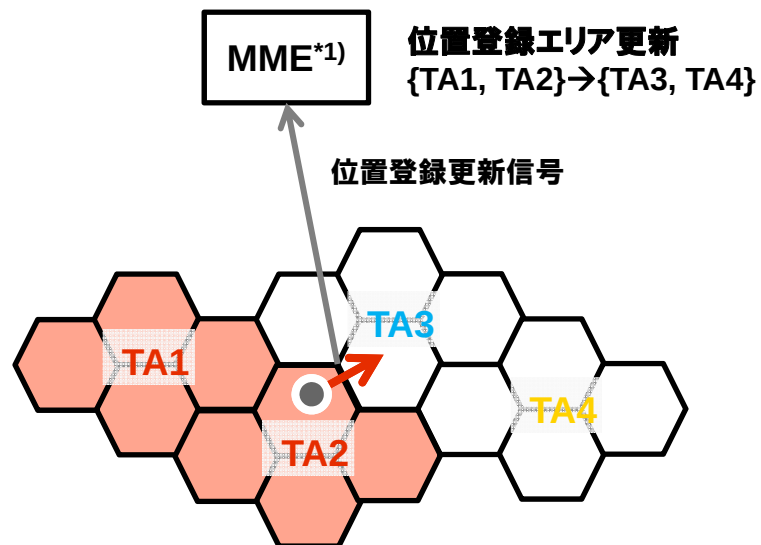
管理サーバでの位置管理に必要な管理信号:

- ①位置登録 ⇒ 端末が現在どこにいるかを管理
- ②ページング ⇒ 端末への呼び出し処理

端末の移動パターンによっては非常に無駄が多い

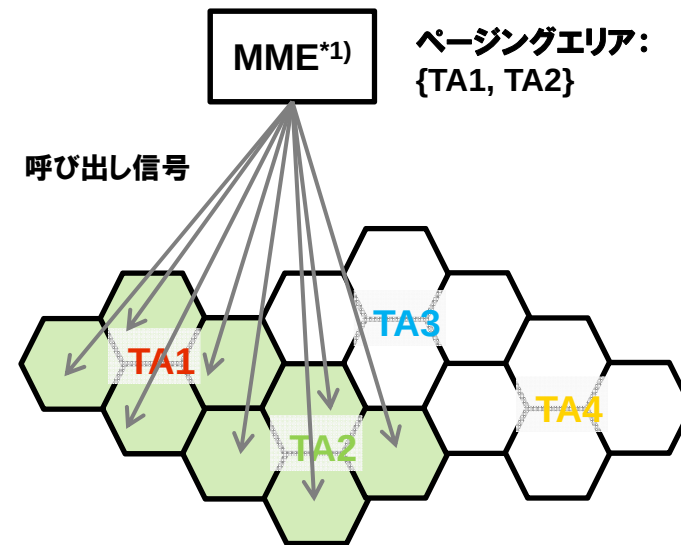
位置登録

位置登録エリア(端末が必ず存在する範囲)を管理



ページング

ページングエリア(端末呼び出しをかける範囲)を管理



*1)MME: Mobility Management Entity(端末の位置管理などを行う管理サーバ)

端末の位置管理最適化技術の概要

位置管理最適化技術によって、位置登録負荷／ページング負荷の最大50％／75％程度削減を実現

端末の位置管理最適化技術の特長

位置履歴の保存を必要としない、**軽量な位置推定**アルゴリズム

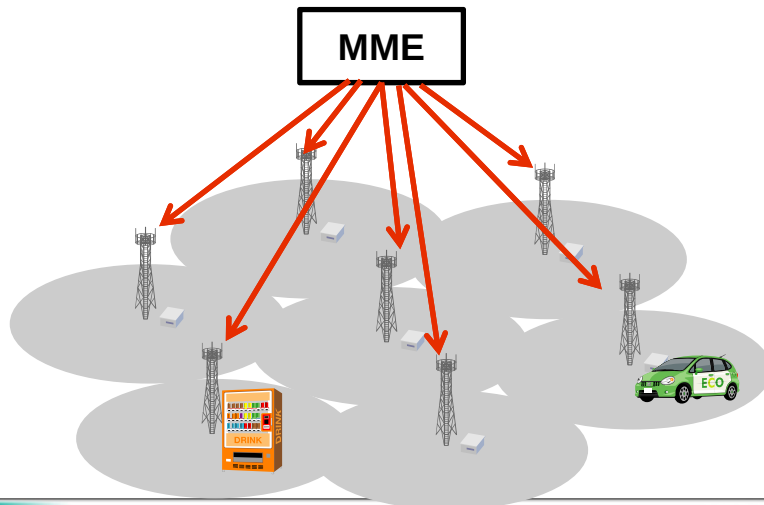
- 端末数が増えても少ないリソースで管理可能

移動パターンの不規則な変化に**リアルタイムに追従**して管理エリアを動的設定

- 端末の位置変化予測に基づいて、高速移動の場合は進行方向に広く、低速移動の場合は狭く管理エリア（位置登録エリアやページングエリア）を動的に精細制御

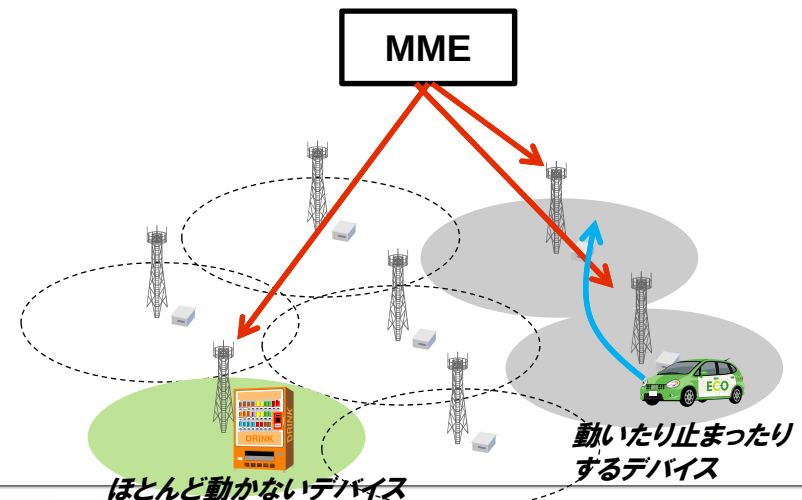
静的管理エリア設定

端末の移動状態によらず、管理エリアを静的設定



動的管理エリア設定

端末の移動状態に合わせて管理エリアを動的に精細制御

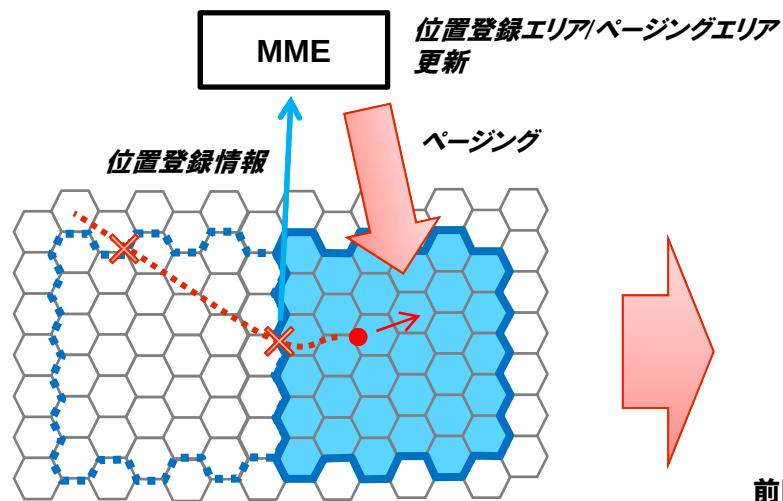


位置変化の推定による管理エリアの動的設定の仕組み

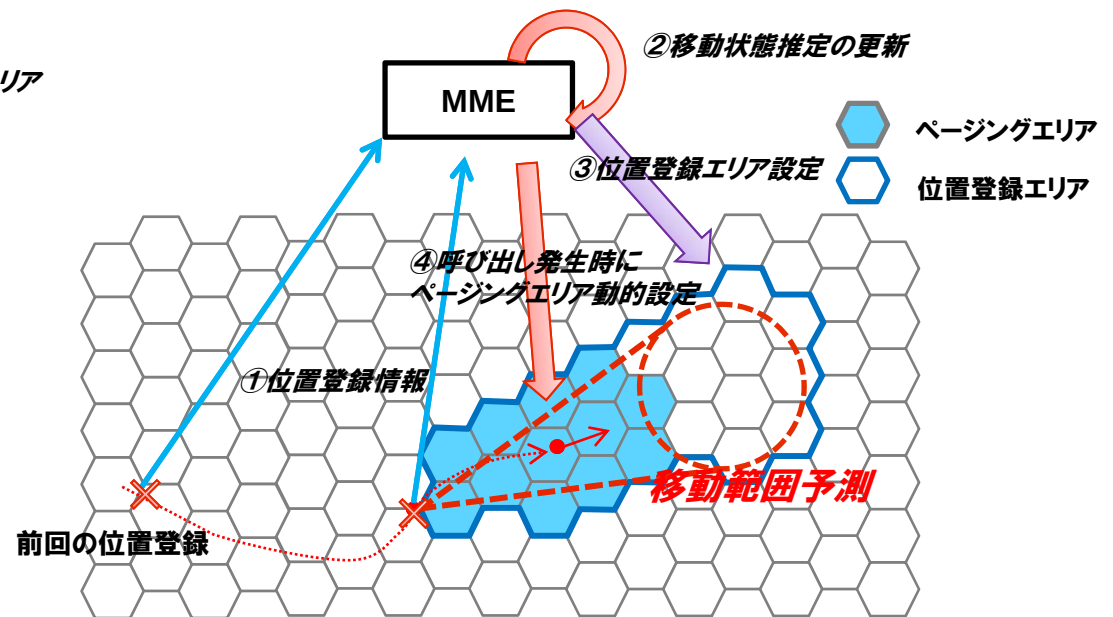
位置登録エリアを跨ぐ時に発生する位置登録情報を受信するたびに、各端末の位置変化の推定を更新

- 次の位置変化予測に基づき新しい位置登録エリアを設定
 - ・ 一定時間後の位置の確率分布(信頼区間)から、新しい位置登録エリアを計算
- 呼び出し発生時に、最適なページングエリアを動的設定
 - ・ 呼び出し発生時の予測位置の確率分布からページングエリアを計算

静的に固定設定された管理エリア



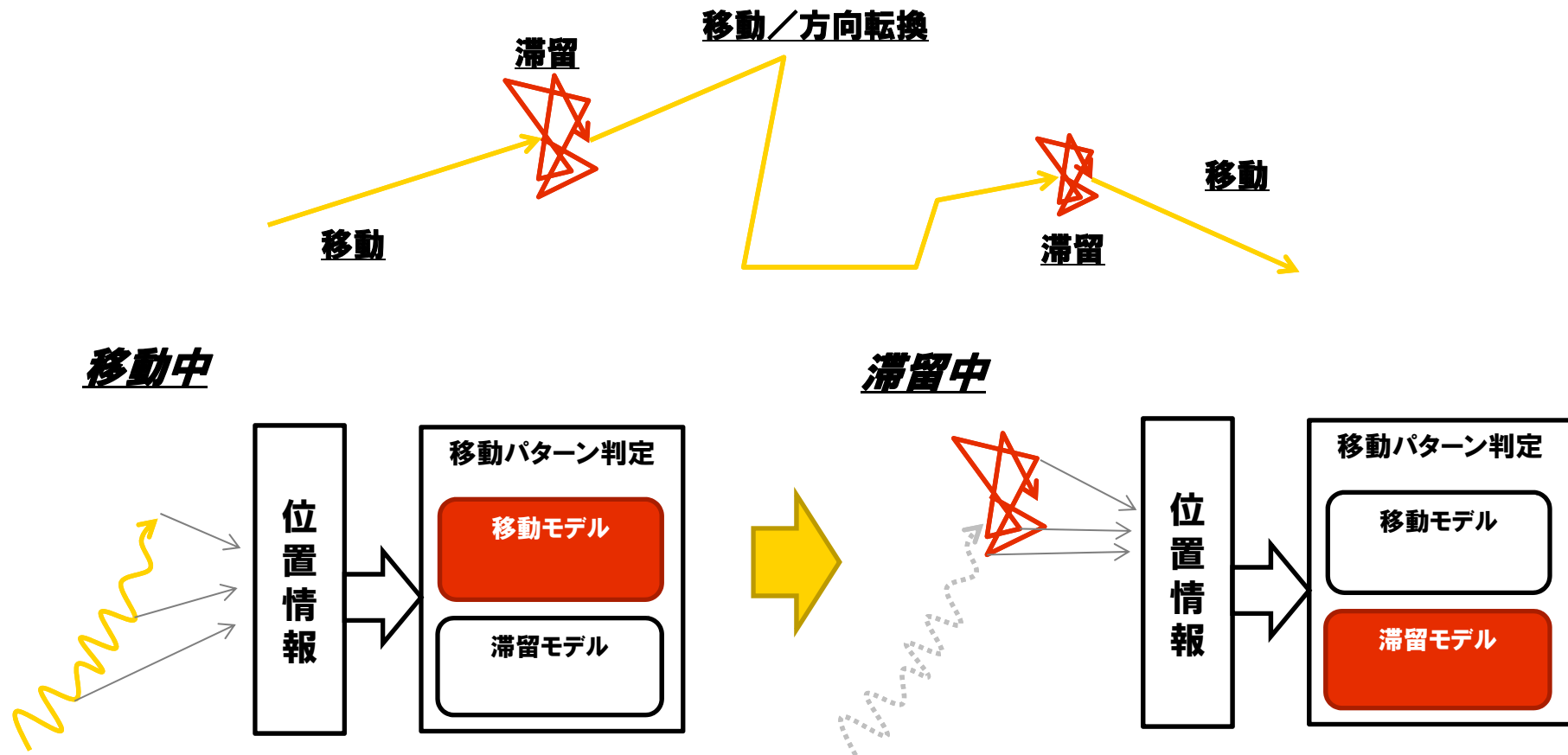
位置変化推定から動的に設定される管理エリア



不規則な移動パターンの変化への追従

■ 複数の移動モデルの中から、もっとも最適なモデルをリアルタイムに選択

- 不規則で急な変化(移動中→滞留中など)にも動的に対応



参考: 移動管理負荷の効果

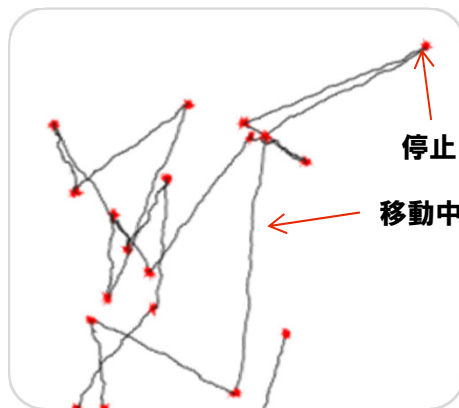
移動と停止を繰り返すテスト移動データを用いて、位置管理最適化技術进行评估

- 比較対象:

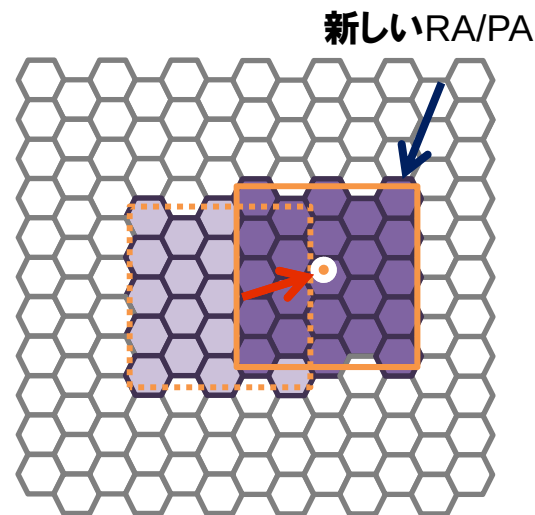
- 位置登録エリア(RA)を跨いだ時に、固定サイズのエリアを使ってRA(位置登録エリア)/PA(ページングエリア)を更新

- 評価項目:

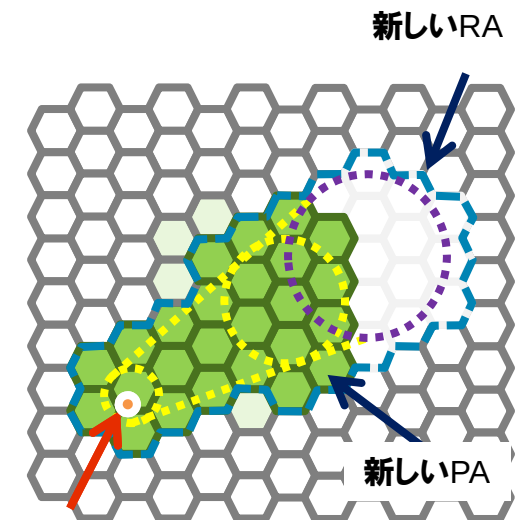
- 位置登録頻度
- ページング負荷量(ページングするセルの数)



テストデータ



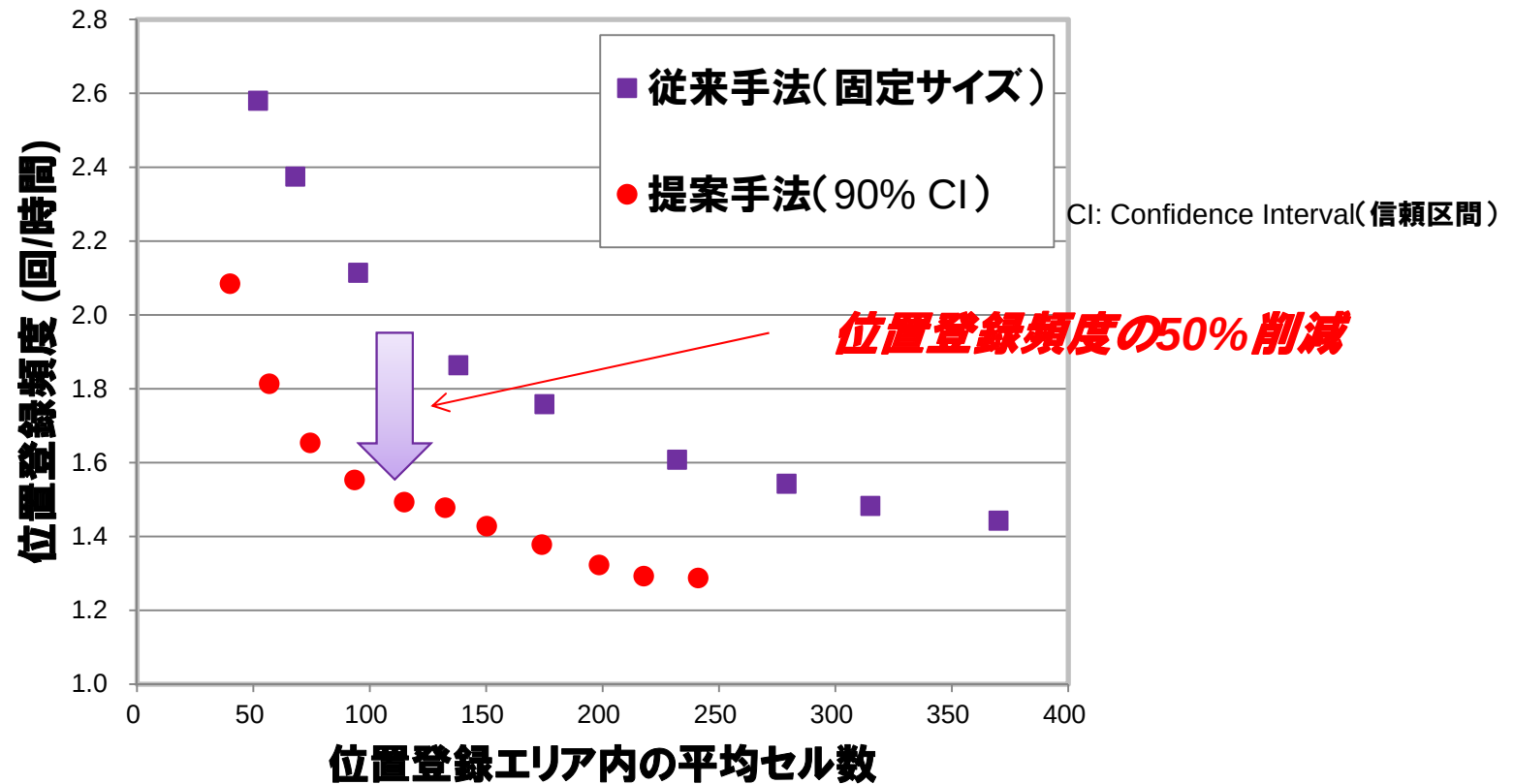
従来手法:
固定サイズ、RAとPAは同じ



提案手法:
移動範囲予測に基づくRA、PA
の動的設定

参考:位置登録頻度の削減効果

- 様々なエリアサイズに対して、平均位置登録頻度を評価
- 従来手法に比べ位置登録頻度が**50%以上削減**※1することを確認



※1 固定的に発生する1時間に1回程度の位置登録信号分を除く

参考: ページング負荷評価指標(平均実効ページングエリアサイズ)

実効ページング(PA)エリアサイズ

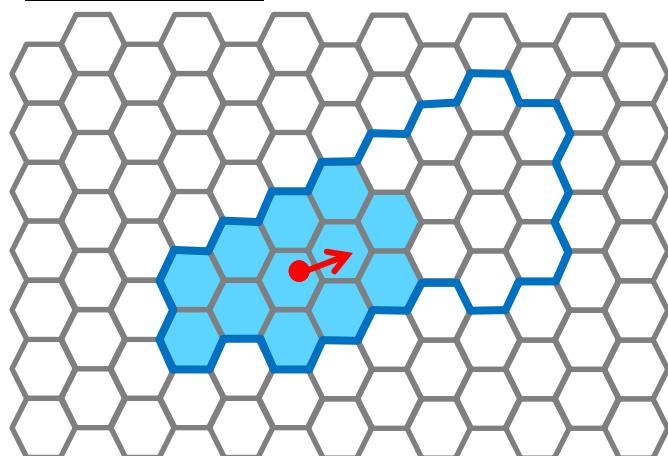
- PAエリアサイズ(成功時)
- 位置登録エリアサイズ(失敗時)

シミュレーション全時間での平均実効PAエリアサイズを比較

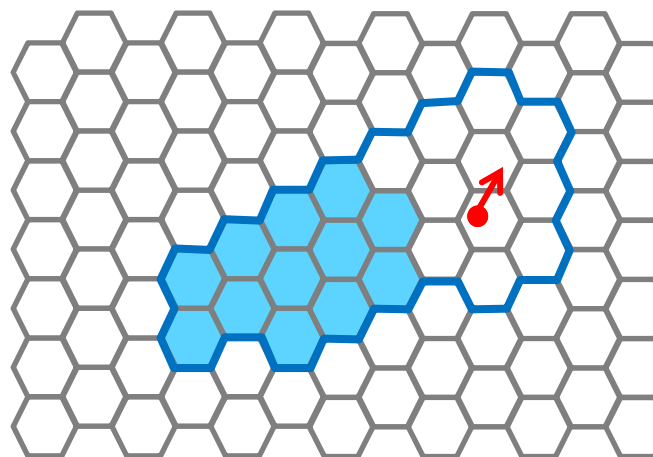
- 従来手法(手法2): PAエリアと位置登録エリアは同じ
- 提案手法1: 手法2の位置登録エリア+適応的PAエリア
- 提案手法2: 適応的な位置登録エリア+適応的PAエリア

$$\text{平均実効PAエリアサイズ} = \frac{\text{成功回数} \times \text{PAエリアサイズ} + \text{失敗回数} \times \text{位置登録エリアサイズ}}{\text{成功回数} + \text{失敗回数}}$$

ページング成功



ページング失敗

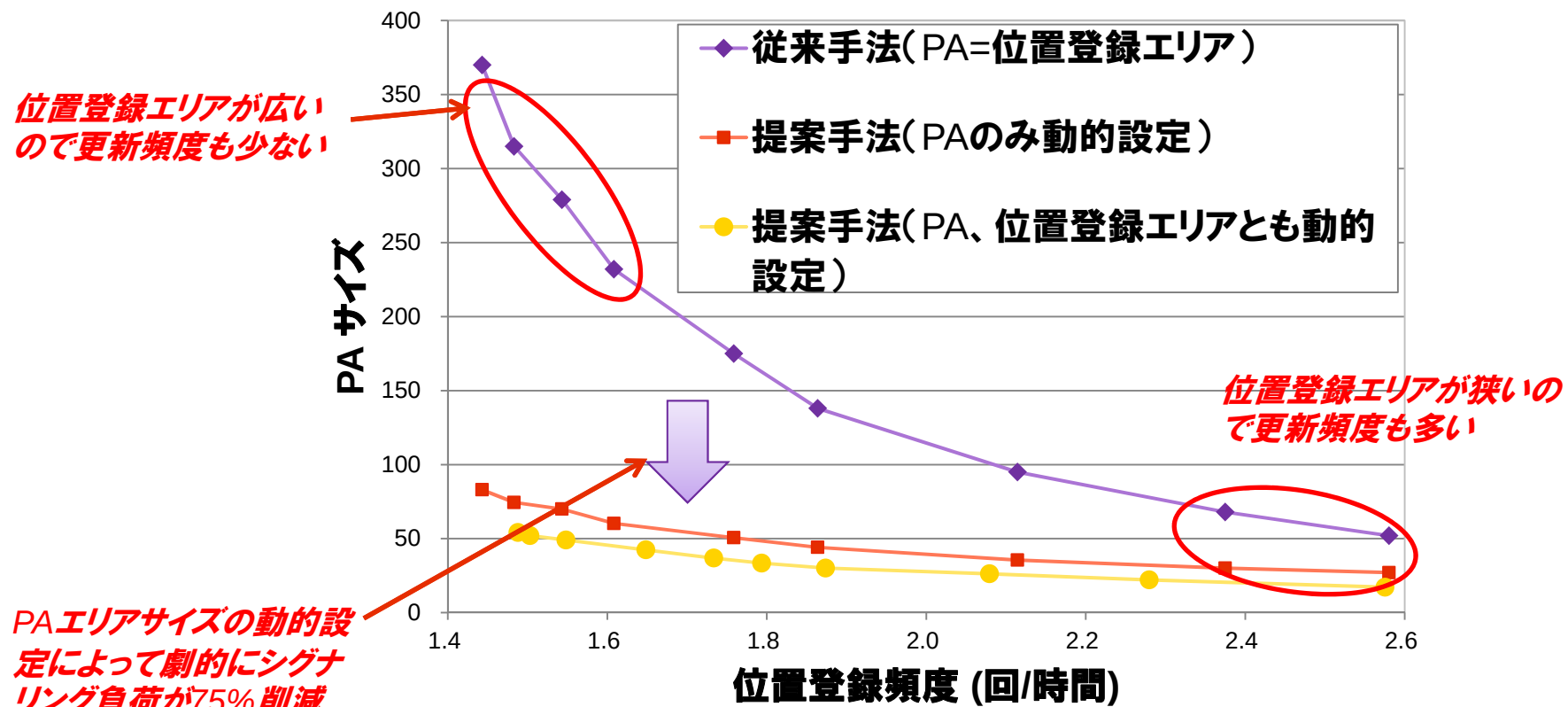


● ページングエリア
○ 位置登録エリア

参考：ページングエリアのサイズ削減効果

位置登録頻度(位置登録エリアの大きさ)に対する、平均実効位置登録エリアサイズを比較

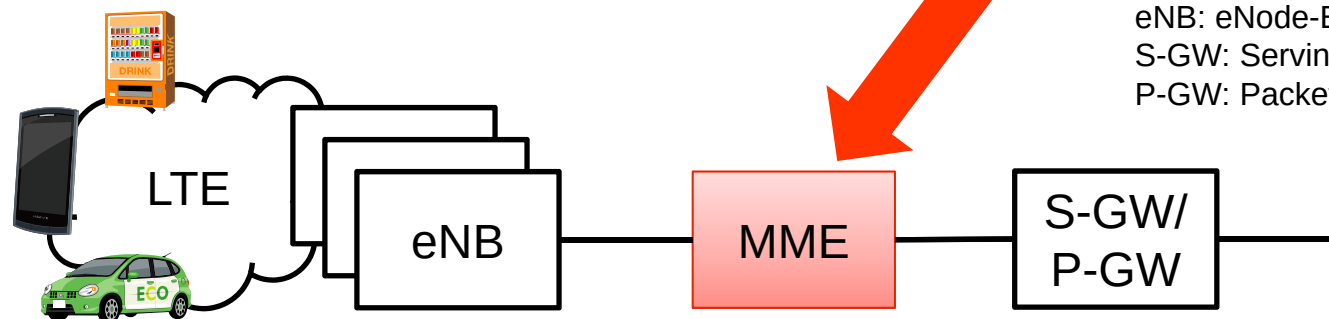
従来手法に比べ、ページング負荷が最大**75%程度削減**



本技術の標準アーキテクチャとの関連

- モバイルコア標準アーキテクチャにおいて、位置管理機能(MME)を強化
- 位置管理処理の省力化により、端末収容能力や可用性を大幅に増強し、端末数の増加に対して容易に対処可能

モバイルコア標準アーキテクチャ



eNB: eNode-B
S-GW: Serving Gateway
P-GW: Packet data Network Gateway

本技術の応用例

モバイルネットワークを介したIoT(Internet of Things)、M2M(Machine-to-machine)システム

- 物流や農業、交通、エネルギー、各種情報提供サービスなど、様々な移動パターンをもつデバイスで構成されるシステム／サービスを支えるモバイルネットワーク



本技術の応用例

テレマティクスへの適用

- 自動車の移動軌跡や各種交通／車両データの効率的な管理による高度なテレマティクスサービスや交通管制システムの適用

