

Network based Cellular Probe の社会的効果と実用化への提案

Network based Cellular Probe, social benefit and proposal to the practical use

八木浩一¹

Yagi Koichi

抄録：携帯電話の契約台数は1億台に達し最も普及したモバイル端末となり、利用者個人の利益だけでなく公共の利益を追求した用途も期待される。これに対し携帯端末に位置情報を記録し移動情報を収集するプローブパーソンやWebサイトの掲示板により交通障害などを収集するしくみが試行されているが、ユーザーに操作と通信料の負担が生じることから大きな広がりにはいたっていない。本稿では携帯電話端末と基地局の間でやり取りされる制御情報（位置登録情報）から移動情報を自動的に抽出する Network based Cellular Probe に注目し、その情報をもたらす社会的効果と実現への課題を整理し、日本での導入を提案する。

キーワード： プローブ，交通流観測，携帯電話，基地局，位置登録

Keywords : Probe, Traffic Flow, Cellular Phone, Base Station, Location Registration

1. はじめに

移動情報の取得には、さまざまな方式が実用化されている。たとえば、道路上に設置したセンサー情報から自動車の交通量を観測する VICS や、自動車に設置した GPS 情報から移動軌跡を観測するプローブカーなどである。また鉄道会社には運行管理システムなどもある。さらにはアンケート形式で実施されるパーソントリップ調査などからも人々の移動がわかる。このように多くの方式が実用化されているものの、自動車、鉄道など移動手段ごとにシステムが分かれていたり、観測対象の地域、移動者、期間が限られており、日本全国にわたって、リアルタイムで人の移動を観測することは難しい。Network based Cellular Probe はこのような観測を可能とする技術である。

2. プローブ技術の分類

測位機器を携行した移動者自身を探針 (Probe) にみたくて、位置情報、移動情報を得る技術をプローブ技術と呼び、測位機器に携帯電話を用いるものをセルラープローブと呼ぶ。これらは位置情報を端末側で取得する方式と、網側 (基地局側) で取得する方式 (Network based Cellular Probe) に大別される。端末取得方式は日本でもプローブカー、プローブパーソンなど研究や実用化が進んでおり、多くの場合プローブ技術と言えばこの方式を指す。一方の網側取得方式は日本ではあまり注目されていないが、欧米では研究¹⁾や実用化²⁾が進んでおり、英国 Applied Generics 社のシステム「RoDIN24」は、2003年10月からオランダの携帯電

話会社 Vodafone Libertel 社と共同で Noord Brabant 州において商用サービスを開始し、米国においても携帯電話会社 Sprint Nextel 社のシステム「X-10」が、2005年より政府向け商用サービスを開始している。

3. 網側取得方式の概要

携帯端末と基地局の間で無線通信が行われたとき、使用された基地局のアンテナ (セル) から携帯端末のおおまかな位置がわかり、これを履歴化すれば移動が観測できる。無線通信は通話やメールなどユーザー操作によるものと、操作に依らず自動的に行われる制御用通信がある。海外の事例では両者を活用しているが、本稿の提案は制御用通信のみを活用するものであり、区別のためにセルサイドプローブと呼ぶこととする。

(1) セルサイドプローブの原理

制御用通信には次のように移動と密接に関係するものがある。携帯電話に電話をかけたとき、全国すべての基地局から着信呼び出しを行うと、電波の有効利用ができない上、着信にかかる時間も長くなる。そのため携帯端末がどのエリアにいるかを事前に網側に登録し、限られたエリア内で呼び出すことで、すばやい着信を実現している。携帯端末が移動し登録内容と実際の位置にずれが生じると着信できない。このため携帯端末は基地局から発信されるエリア番号をもとに移動を検出して自ら更新を要求し、実際の位置と登録内容を一致させている。これを位置登録と呼ぶ。

網側でセルごとに位置登録の回数を数えれば、その場所での通過者数が得られ、携帯端末ごとに前回と今回の位置登録情報をペアにすれば移動情報が得られる。

1 : 正会員 工修 災害時交通流監視システム研究会

(〒468-0012 愛知県名古屋市中天白区向が丘 3-1306-101, Tel :052-848-2005, E-mail : yagi@k.email.ne.jp)

(2) セルサイドプローブの特徴

最大の特徴は網羅性の高さにある。携帯電話の契約台数は1億台を超えており、これを活用すれば全国民の移動状況を観測したのに匹敵する情報が得られる。総務省の「携帯電話サービスにおけるエリア整備の在り方に関する調査研究会」の報告書³⁾によると、地域メッシュ統計（一辺1kmのメッシュを基準にした統計）において携帯電話のサービスエリアは全メッシュ（国土面積）に対して61%であり、夜間人口が1人以上のメッシュでは87%に達する。過疎地域のメッシュに限っても76%と、対象エリアが非常に広い。

2つ目の特徴は既存のしくみを活用する点にある。VICSやプローブカーなどは、いずれも観測機器を地域や車両ごとに用意する必要があり、日本全国で観測するには多額の費用がかかる。携帯電話が既に用いている位置登録情報を抽出して統計処理するセルサイドプローブでは、これをより少ない投資で実現できる。

4. セルサイドプローブの社会的効果

網羅性が非常に高い移動情報は、次に挙げるようなさまざまな社会的効果を生み出すと期待される。

(1) 効果測定

a) 新路線の開設効果測定

つくばエクスプレスや新名神など、鉄道や道路の新路線が開通したとき、その効果を確認することは、その後の都市計画や、交通政策、温暖化対策を立案する上で重要である。しかしマイカー利用から鉄道利用に替わるような場合、不特定多数の人の移動を観測する手段がないため把握が難しい。現状では道路の混み具合や所要時間、鉄道利用者数などで判断しているが、移動者総数が増加し経済が活性化した、などの判断は難しい。セルサイドプローブは人の移動を網羅性高く観測でき新路線の開設効果をより精度よく判断できる。

b) 観光客誘致の広告宣伝効果測定

観光客の誘致を狙って広告宣伝を行った後、観光客が増えたとしても、その相関を定量的に判断するのは難しい。広告宣伝を行った場所と、観光客の出発地がわかれば判断できるが、地域全体の宿泊施設の記録を集計することは容易でなく、集計できても日帰りの観光客は把握できない。多くの人が携行する携帯電話の情報をもとにしたセルサイドプローブの移動情報を用いれば観光客の流れが把握でき、広告宣伝の改善とそれによる観光産業の振興、地域の活性化に寄与できる。

(2) 計画利用（感染症対策）

近年、新型インフルエンザなどの感染症の爆発的な流行（パンデミック）への警戒感が高まっている。これに対し国立感染症研究所ではパーソントリップ（PT）調査の結果から人の動きをシミュレーションし

て感染の拡大を予測し、行政機関や医療機関の広域連携の必要性を訴えている。同じ都市圏でのPT調査は10年に1回だけであり、その調査も平日の1日の行動だけである。そのため最新の状況に合わせた検討はどうか、週間変動、季節変動に合わせた検討も難しい。セルサイドプローブは全国の移動状況を常時観測でき、最新状況での予測と対策立案が可能となる。

(3) 広域災害対応（救援ルート判定）

地震等の広域災害時に被災地外から被災地へ救援救助、復旧復興活動に向かう際、交通情報の不足により現地に到達できるルートがわからず、活動に支障をきたす事例が散見される⁴⁾。これは道路の実延長119万kmに対して、VICS情報の提供区間は4.2万km(3.5%)、プローブカー情報を用いた本田技研工業のインターネットプレミアムクラブでも35万km(29%)に過ぎず、情報空白域の広さが原因のひとつとなっている。携帯電話のサービスエリアは夜間人口が1人以上の地域の87%と非常に広い。それをもとにしたセルサイドプローブはこの空白域を埋め、県外からの応援部隊が移動ルートを判断する場面などで大きな効果を発揮する。

5. 日本導入への課題と対応

セルサイドプローブを日本に導入するにあたっての課題と対応を、法制度面と経営面の観点から整理する。

(1) 法制度面の課題と対応

a) 憲法第21条「通信の秘密」

海外で実用化が進む技術であっても、日本で実施するには、日本の法律への準拠が不可欠である。総務省の「電気通信分野における個人情報保護法制の在り方に関する研究会」の最終報告書⁵⁾の冒頭に憲法第21条の「通信の秘密」が取り上げられており、もっとも考慮すべき事項だとわかる。第1章第3節の4(2)①「通信の秘密と個人情報との関係」に次のようにある。

現行法の下にあっては、「通信の秘密」に該当するか否かの判断が極めて重要な分水嶺であり、これにより大きく異なる結果が導かれる。携帯電話・PHS事業者が保有する位置情報は、個々の通信に係る場合には、「通信の秘密」として保護される。これに対し、通話時以外に移動体端末の所持者がエリアを移動するごとに送られる位置登録情報は、通話を成立させる前提として電気通信事業者に機械的に送られる情報に過ぎないことから、「通信の秘密」ではなく、保護の対象外の事項と考えられる。しかし、ある人がどこに所在するかという情報はプライバシーの中でも特に保護の必要性が高い事項であるから、「通信の秘密」に準じて強く保護することが適当であると考えられる。

セルサイドプローブが位置登録情報のみを用いるのはこの「通信の秘密」を遵守するためである。さらに

その上でプライバシーの保護が求められる。

b) 個人情報保護

「個人情報の保護に関する法律」の第二条に個人情報の定義がある。

「個人情報」とは、生存する個人に関する情報であつて、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの（他の情報と容易に照合することができ、それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む）をいう。

このように保護の対象となるのは個人が識別できる情報のため、セルサイドプローブでは、前回と今回の位置登録地点と時刻のみを取得して移動情報を扱う。

(2) 経営面の課題と対応

a) 運営体制

法制度面の課題に確実に対応するため、位置登録情報を抽出する事業者と、そこから移動情報を得る事業者を分離すべきと考える。

位置登録情報は着信呼出用の情報なので電話番号の特定につながる識別子とそのとき滞在しているエリアの番号で構成されている。これを匿名化、履歴化して得た移動情報はエリア番号と時刻で構成されている。移動情報と位置登録情報をマッチングしても1つの電話番号に特定できないが、いくつかの番号に絞り込むことはできる。移動ごとにこれを繰り返すと、特定の移動履歴を1つの番号に特定できる可能性がある。このような操作を防ぐためシステム系の防御策とともに、人間系の防御策が求められ、それには位置登録情報と移動情報の管理事業者を分離することが効果的である。

事業者の分離は網羅性の確保と情報精度の向上にもつながる。複数の携帯電話会社がそれぞれで移動分析を行うと観測対象者を市場シェアで分割するので網羅性の低下と情報精度の低下をまねく。またそれぞれから発表される分析結果が異なると利用者の混乱を招く。これらを防ぐには携帯電話会社から独立した1つの事業者で移動情報を管理、分析することが望ましい。

b) ビジネスモデル

社会的効果が高くても、ビジネスとして成立しなければ事業の継続は望めない。セルサイドプローブの特徴である高い網羅性が最も発揮されるのは、地域の状況を把握しようとする組織に向けた情報サービスであると捉え、将来のビジネス検討に先立ちビジネスモデルの分類、整理を試みる。

1つめは観測データを連続して提供するモニタリング型である。交通状況の監視などがこれにあたる。リアルタイムで得られるデータそのものが商品となり、データの鮮度が価値となる。しかし何らかのノウハウで鮮度以上の付加価値を与えるわけではなく、情報単価は比較的安く設定されるが、継続して収益が得られ

るタイプである。

2つめは過去の観測データを一括して提供するアーカイブ型である。感染症拡大シミュレーションに用いる基礎データの提供などがこれにあたる。データに蓄積と言う付加価値を与えているがデータの鮮度が落ちているため、情報単価はモニタリング型以上には設定しにくい。しかし提供データの対象地域が広く対象期間が長ければ情報総量が多いため、売り上げ高の期待できるタイプとなる。

3つめは観測データを用いて分析を行い、そこから読み取った結果を提供するコンサルティング型である。新路線開設の効果測定などがこれにあたる。分析により高い付加価値を与えるタイプであり、情報単価は高く収益も期待される。その一方でコンサルティング会社や解析結果を必要とするユーザー自身がアーカイブデータを購入して解析することも考えられ、分析力が問われるタイプでもある。

4つめは観測データに異常が見られたときに警報を出すアラーム型である。地震のような広域災害時の異常検出などがこれにあたる。モニタリング型の変形タイプで平常時にはデータを提供しない。事前に契約を結び低額の運用料金を設定する保険に似た形態も考えられるが、消防や行政機関など公益性が高い組織に対しては事前の契約がなくても実費や無償で提供することも想定される。収益性は低いが公益性は高く、位置登録情報の提供元となる携帯電話の契約者からコミットメントを得る重要な役割としても位置づけられる。

以上をまとめると、モニタリング型で事業を安定化させながら、アーカイブ型とコンサルティング型で収益を高め、アラーム型で社会に貢献する、というビジネスモデルが考えられる。

6. 実用化に向けた取り組み

全国規模での人の移動の常時観測は都市計画、交通計画などの平常時活用だけでなく、災害時も含めたさまざまな場面で大きな効果が期待される。セルサイドプローブは既存の位置登録情報を活用するため総投資額を他の方法より低く抑えられるが、位置登録は一括管理されているため、地域ごとに分割して小さく始めることが難しい。そのためスタート時に必要な投資額は逆に他の方法より高くなる恐れもある。この投資を直接行うことになるのは携帯電話事業者で、ヒアリングを行ったところ、基地局単位の粗い測位情報でも実用上十分な精度を有していることや、それが高い網羅性で取得されればこれまでにない社会的効果やビジネスチャンスが生まれることに対して、交通分野の専門家よりも厳しい見方をしており、実用化には慎重な姿勢でいることが分かった。

(1) 実用化に至るまでのステップ

このような状況の中で実用化への検討を進めるには具体的な事例を示す必要がある。そこで網側で取得されるのと同等の情報が携帯端末側にも記録できることに着目し検証実験を始めた。この方法では高い網羅性は得られないが情報の精度と有用性を確認できる。これにより、①移動情報の中でも重要な経路判別性を検証し、②実際の交通流調査に適用することで効果を具体的に示しながら、③情報利用者へのヒアリングを進め市場規模を明らかにしていく。本稿では最初のステップとして経路判別性の検証内容について報告する。

(2) 経路判別性の検証

携帯端末側での位置登録情報の記録には、ソフトランクモバイルのV501SHと待ち受けアプリ“場所録り”、そして電界強度計を用いた。“場所録り”は最寄りの基地局の緯度経度と時刻の記録に用い、電界強度計は位置登録信号の検出に用いた。観測実験は2007.6.24～2008.5.4に名古屋～豊橋間で行った。この区間には東海道新幹線、JR東海道線、名古屋鉄道(以下、新幹線、JR、名鉄と表記)の3つの鉄道路線が並走している。区間距離はJRの営業キロで72.4kmで、すぐ横を並走する区間と、約9km離れて走る区間が含まれる。

図-1に観測結果を示す。路線ごとに位置登録基地局の位置をプロットしており、上から新幹線、JR、名鉄である。紙面の関係から図は西に45度傾けており、左上が北となる。図を見ると、路線により位置登録基地局が異なる地点と、同じ地点がある。

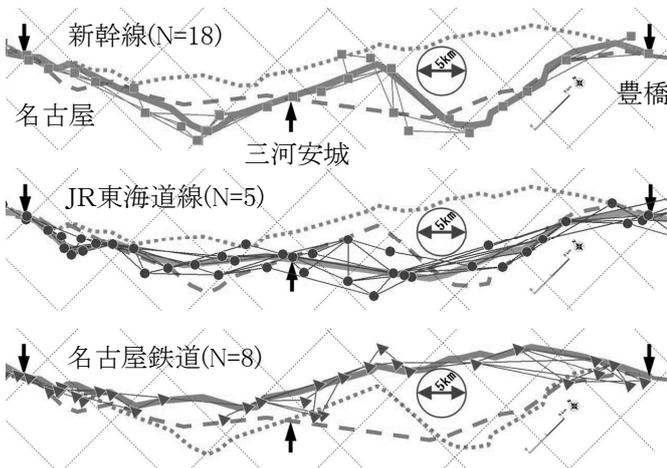


図-1 路線別の位置登録基地局(名古屋→豊橋方向)

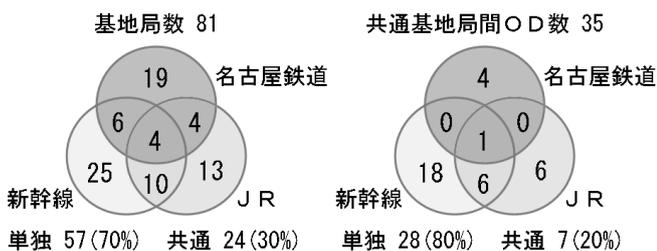


図-2 路線別の基地局数

これを集計したものが図-2である。3つの路線で観測された基地局は合計81箇所、新幹線乗車時のみが25箇所、新幹線とJRでの共通の基地局は10箇所であった。単独の路線のみは3路線合計で57箇所(70%)であり、これらは位置登録基地局から路線が判別できる。残りの24箇所(30%)はこれだけでは判別できない。そこで次に前回と今回の基地局のペアに注目した。共通の24の基地局で構成される35のペアを分類したものが図-3である。新幹線のみで観測されたペアが18、新幹線とJRで共通のペアが6であった。単独路線で観測されたペアの合計は28(80%)で、複数路線で観測されたペアの合計は7(20%)であった。以上で全体の94%(=70%+30%×80%)が判別できた。

これらは3路線間の単純化された状態での結果であり、実際には自動車など自由な経路を走ったデータも含まれた、より複雑な状態での判別が必要となるが、事前に主要な路線の特徴を示すマスタデータを用意すれば実用的な経路判別性が得られると考えられる。

7. おわりに

第2章で述べたように欧米で実用化が進むNetwork based Cellular Probeも日本においてはその知名度は低い。しかし第4章で述べたように、そこから得られる網羅性の高い移動情報がもたらす社会的効果は大きく、社会の利便性・快適性の向上だけでなく、安心安全の向上にもつながる。そしてこれは第5章で述べたように法制度面、経営面で克服すべき課題もあるものの、実現不可能なものではない。本稿を通じて日本におけるセルサイドプローブの研究が盛んになり、社会的効果を得る日が来ることを期待している。

参考文献

- 1) Johan P. Wideberg : Deriving Traffic Data from a Cellular Network, 13th World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, 2006.
- 2) KDDI 総研 : 米欧における交通渋滞予測のための携帯プローブ利用の動き, KDDI 総研 R&A 2006年9月第1号, <http://www.kddi-ri.jp/ja/r_a/pdf/KDDI-RA-200609-12-PRT.pdf>, pp. 7-13, (入手 2008.7.10) .
- 3) 総務省 : 携帯電話サービスにおけるエリア整備の在り方について, 「携帯電話サービスにおけるエリア整備の在り方に関する調査研究会」報告書, <http://www.soumu.go.jp/s-news/2003/030310_2.html>, (入手 2008.7.10) .
- 4) (独)防災科学技術研究所 : 危機管理対応情報共有技術による減災対策, 平成18年度委託業務成果報告書, <http://www.kedm.bosai.go.jp/project/info-share/report/H18/H18_all.pdf>, pp. 45, (入手 2008.7.10) .
- 5) 総務省 : 電気通信分野における個人情報保護法制の在り方に関する研究会, 最終報告書, <http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/pressrelease/japanese/denki/001215j603.html>, (入手 2008.7.10) .

図-3 路線別のペア数