

物流調査におけるPHSの利用可能性に関する研究

東京大学工学部附属総合試験所	正会員	室町泰徳
東京大学大学院工学系研究科	学生会員	大森宣暁
東京大学大学院新領域創成科学研究科	正会員	原田 昇
東京大学大学院工学系研究科	正会員	太田勝敏

1. はじめに

渋滞対策や環境対策として物流システムの効率化に寄せられる期待は大きい。我が国の物流の大半をトラック輸送が担っており、また、道路交通量の約半分はトラックによるものであることから考えても、効率的な物流システムの構築は、我が国の道路交通システムの効率化に大きく貢献することとなる。物流センサス、物資流動調査、道路交通センサスなどによる大規模調査により、物流の概要は明らかになり¹⁾²⁾、また、実証的な研究により既存の物流システムの分析も行われてきた³⁾。しかし、人流と比較した場合、物流システムの分析に必要となるデータと既存の調査との開きは依然として大きく、関連する交通政策のインパクトを定量的に評価することを非常に困難にしている。

例えば、最終消費財であれば、そのODを物資流動調査などで捕捉可能であろうが、OD間全てをトラックで輸送する場合でも、人流(乗用車)のように、OD間最短経路及びその代替経路をトラックが走行すると仮定するには無理がある。また、トラックのOD自体は道路交通センサスなどで捕捉可能であろうが、荷物を積み替えたり、集荷・配送が組み合わされている場合、荷物のODとトラックのODは必ずしも一致せず、物流システム全体としての捉えることが困難となる。

既存の大規模物流調査、特にOD調査は基本的に荷主やドライバーによる回答を頼りに実施されてきた。しかし、昨今の高度情報機器(GPS、PHS等)を利用することにより、これらの回答の一部、あるいは全部をより簡便、かつ詳細に調査することが可能となってきた⁴⁾⁵⁾。また、既存調査の補完、代替のみならず、従来の回答ベースの調査では実質的に困難であった、短距離、多頻度、長時間な

どに特徴付けられる交通も捕捉可能である。例えば、宅配便、及びこれを運ぶトラックの動きはこれらの特徴をいずれも満たしており、トラックドライバーに全経路、集荷・配送の回答を求めるのは無理である。しかし、高度情報機器を利用することによって、ドライバーに負担を強いることなく、詳細に荷物の動きを捕捉できる可能性がある。

以上のような視点を踏まえ、本研究では宅配便を対象として、物流調査におけるPHSの利用可能性を検討した。まず、利用したPHSシステムの概要を簡単にまとめる。次に、都市間OD2ケース(往復)、都市内OD2ケース(往復)を対象として実施した経路、及び時刻調査結果を検討する。最後に、このPHSシステムの利用可能性と限界、今後の利用の方向性に関してまとめる。

2. PHSシステムの概要

本研究で利用したPHSシステムは、一つの基地局が半径100m~500mの通話範囲をカバーするマイクロセル方式を利用しており、発信元が使用している基地局を特定することで、半径数m~数百mの精度で発信元の位置を特定できる。PHS発信元が使用している基地局アンテナの緯度・経度と時刻を利用して情報を提供する仕組みとなっている。位置情報を得られる範囲は、PHSのサービスエリア内に限

表1 都市内・都市間ODの概要

No.	調査日(1999)	出発地	目的地
1	4.24.-4.25.	東京都文京区	秋田県秋田市
2	4.25.-4.26.	秋田県秋田市	東京都文京区
3	4.30.-5.01.	東京都文京区	兵庫県川西市
4	5.01.-5.02.	兵庫県川西市	東京都文京区
5	5.04.-5.05.	東京都文京区	千葉県千葉市
6	5.05.-5.06.	千葉県千葉市	東京都文京区
7	5.08.-5.09.	東京都文京区	神奈川県相模原市
8	5.09.-5.10.	神奈川県相模原市	東京都文京区

られ、時速約 50 km 以上で移動中はデータ収集の可能性は低い。また、位置特定に数秒～数十秒かかるため、データ収集が可能な時間間隔は 5 分以上という特性がある。なお、今回 PHS システムの利用可能性の検討に用いた都市内・都市間 OD の概要を表 1 に示す。

3. 都市間 OD 2 ケースの場合

前節による PHS システムを利用して、まず、都市間 OD ケースの調査結果の概要を示す。図 1、図 2 は、東京都文京区 < - > 秋田県秋田市ケースにおける荷物の動きを、往路復路別に各位置時刻と共に表したものである。

往路における荷物は、15:25 に取り扱いコンビニエンスストア A に預けられた後、17:44 頃まで当該ストアに留め置かれるか、あるいは周辺の町丁目を周回するトラックの中にある。いずれかであるかは、利用した PHS システムの限界から判別ができない。その後、集配センターと推定される B に移動し、さらに、約 2 時間後、臨海部の集配センターと推定される C に移動している。C を出発した正確な時刻は不明であるが、少なくとも 22:22 までは C に置かれ、23:31 には東北自動車道浦和料金所付近に到達していることから、22:30 頃であったと推定される。トラックの速度が速い場合、及びサービスエリア外に PHS が存在する場合も、今回利用した PHS システムでは捕捉できない（浦和料金所付近では速度が一時下がったものと推定される）。荷物自体は翌朝 10 時頃最終目的地に到着している。

復路における荷物の経路はほぼ復路の逆となっている。午後同様にコンビニエンスストアに預けられた荷物が最初に首都圏で捕捉されたのは、03:42 埼玉県戸田市内である。その後の経路軌跡と位置時刻から推定される速度から、トラックドライバーは（東京近辺では）一般道を利用したと推定され、配送センターと推定される C に運び込まれている。04:52 から 05:26 まで C に留め置かれた後、06:07 には B に移動し、さらに 08:53 には最終目的地 A 付近に到着している。

東京都文京区 < - > 兵庫県川西市ケースのケースにおいても、往路 A - > B - > C、復路 C - > B -

> A の順番には変化が無かった。ただし、往路は中央自動車道を利用したのに対し、復路は東名自動車道を利用したことが推察され、何らかの経路選択が行われていることが明らかとなった。

都市間 OD ケースでは、その大半を占める高速道路部分において、トラックの速度が速いため PHS システムが利用できないという限界が確認できた。しかし、高速道路の経路自体は限定される場合が多く、ドライバーの休憩や料金所など速度が下がる瞬間に位置と時刻を捕捉できれば十分と考えることもできよう。そのために捕捉時間間隔をより短くできるようなシステムが必要となる。

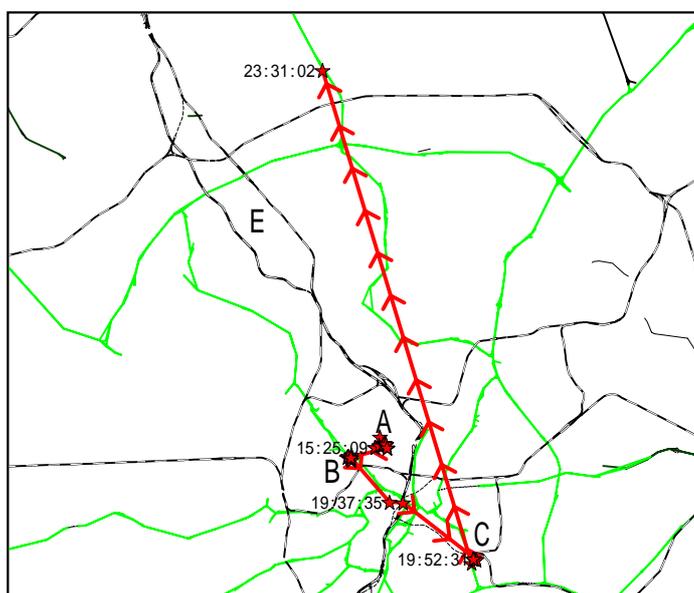


図 1 東京都文京区 - > 秋田県秋田市の荷物軌跡

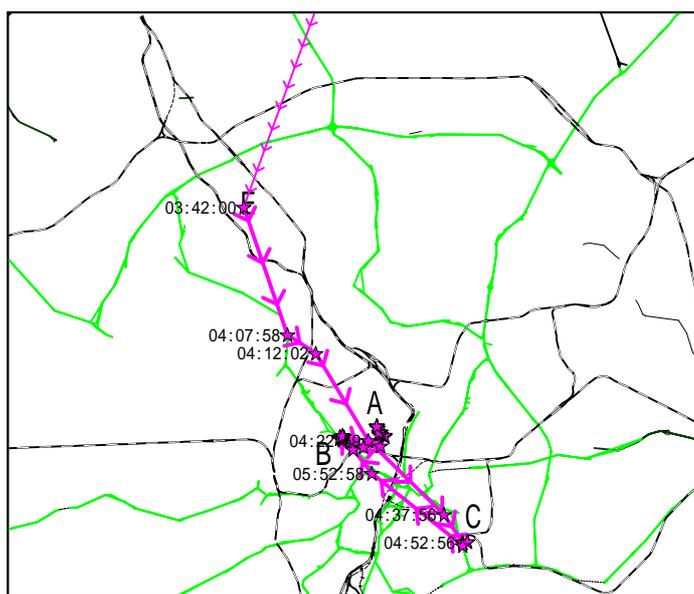


図 2 秋田県秋田市 - > 東京都文京区の荷物軌跡

4. 都市内OD2 ケースの場合

図 3、図 4 は、東京都文京区 < - > 千葉県千葉市ケースにおける荷物の動きを、往路復路別に各位置時刻と共に表したものである。都市内ODケースにおいても、復路の経路は都市間ODケース復路 C - > B - > A の順番となっている。

往路は A - > B までは同様であるが、19:52 頃 B を出発して、埼玉県のエに向かっていている。E に到着した 21:33 から 00:21 まで位置が捕捉できなかったことから、この間当地に保管されていたものと推定できる。都市間ODケースと比較して、出発時刻は 2 時間程度遅くなっている。また、千葉市側の配送センターと考えられる F には 01:22 に到着している。その後 04:22 まで再び位置が捕捉できなかったが、04:37 には G に到着している。その後、G を 08:27 頃出発したトラックにより荷物は 09:30 に最終目的地に届けられている。

復路は F に 19:27 頃から 00:11 頃まで保管され、その後 00:56 には C に移動している。C を出発するのは 05:52 であり、20 分程度で B に移動している。B を出発するのは 08:42 であり、最終目的地付近には 10:40 頃に到着している。

東京都文京区 < - > 神奈川県相模原市ケースにおける経路は、F の代わりに相模原市側の配送センターと推定される場所を経由する他は、往路 A - > B - > C、復路 C - > B - > A の順番に輸送が行われていた。各位置時刻もほぼ同様であった。

都市内ODケースでは、高速道路部分において PHS システムが利用できないという限界は、都市間ODケースと同様であり、さらに、一般道路利用が多くなるため、捕捉位置の精度向上、捕捉時間間隔の短縮を図らなければ、詳細な経路選択状況を把握することが難しい。また、部分的に建物内部に保管されたために位置捕捉が不可能となった時間帯が存在した。

最後に、都市間ケースと都市内ケースの移動時間と保管時間の分布を図 5 にまとめている。基本的に集荷地点付近の配送センターと出発地の配送センターまでは、いずれも類似したスケジュールを組んでおり、その後は目的地の遠近で出発時刻が変化している点が見取れる。

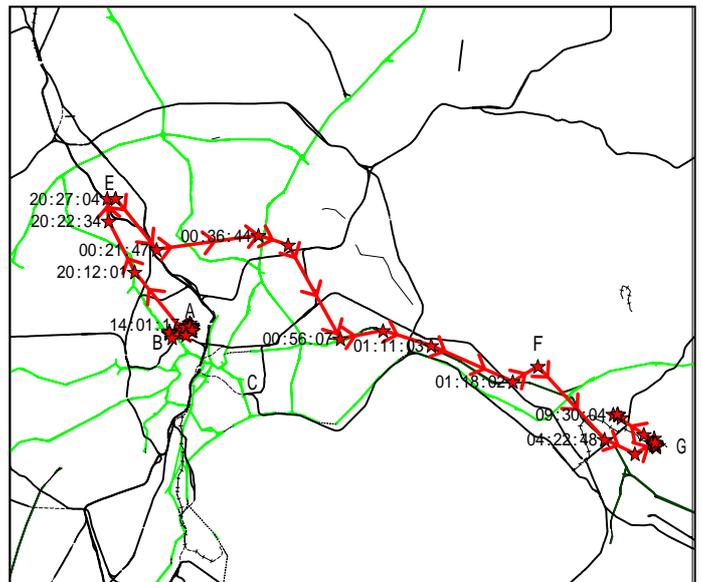


図 3 東京都文京区 - > 千葉県千葉市の荷物軌跡

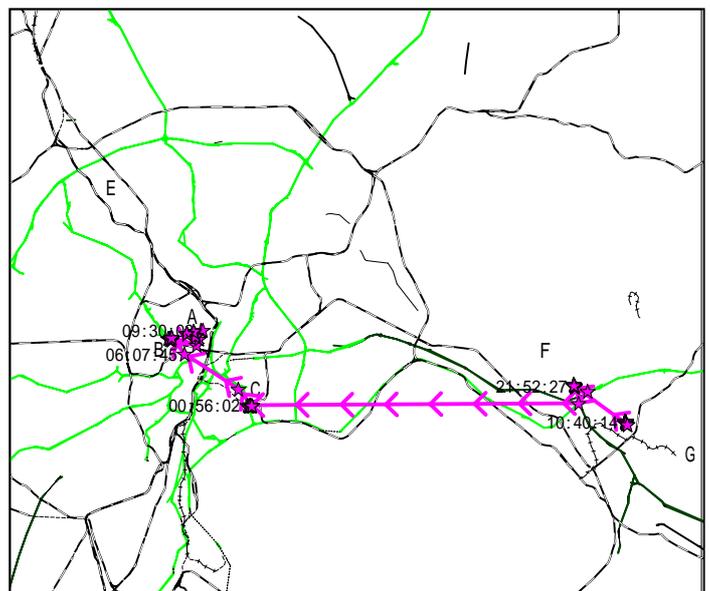


図 4 千葉県千葉市 - > 東京都文京区の荷物軌跡

5. 結論と今後の課題

本研究では宅配便を対象として、物流調査における PHS の利用可能性を検討した。PHS システムを利用することの利点としては、

- 1) 荷主やドライバーに調査回答負担を強いることなく、多頻度の移動を捕捉することができる。
 - 2) 移動経路の捕捉と同時に各位置時刻を捕捉出来ることから、荷物の保管時間を調査できる。
- といった点を挙げる事ができよう。

本研究で利用した PHS システムの限界としては、

- 1) 高速道路部分において、速度が速いために位置が

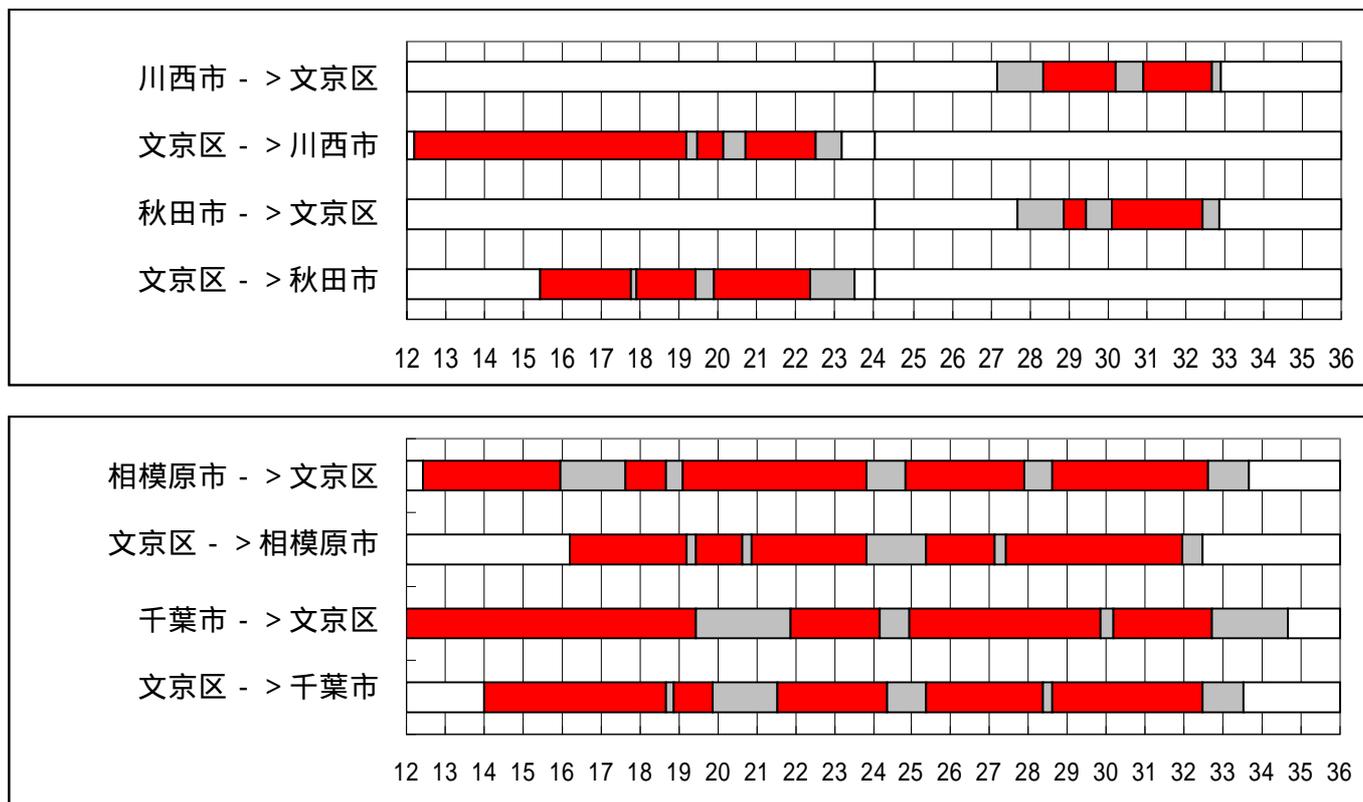


図5 都市間ケース（上）と都市内ケース（下）の移動時間（薄帯）と保管時間（濃帯）の分布（横軸は48時間制の時刻を表す、白帯は調査対象外）

捕捉出来ない。

2)一般道路でも捕捉位置の精度が十分でなく、経路が明確に特定できない場合がある。

といった点がある。1)との関係では、捕捉時間間隔の短縮化を図れば、高速道路上でも重要な位置（ICや料金所など）を捕捉する確率は上がるであろう。また、これらの限界の一部は最新の技術により改善されつつある。

もちろん、物流システムの体系は業種、業者などにより多様性に富んでおり、これらのPHSを含めた高度情報システムの利用可能な範囲も限定されるかも知れない。しかし、PHSシステム自体は非常にコンパクトであり、荷物や運搬具への組み込みを工夫することで対象を拡げることが可能ではないかと考えられる。ダミー荷物を用いた物流システム調査自体は、一企業内では既に活用されていると推察される。本研究の結果は一般に各宅配便業者が説明している物流システムの内容を確認したに過ぎないかも知れない。しかし、複数の企業や業種に関わる調査などにおいて、利用可能性を検討する余地は少なからずあるのではないかと考えられる。

最後に、本研究は、「ITSに関する基礎的先端的研究（建設省土木研究所からの受託研究）」の一部として実施したものである。関係各位の御協力に深く謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 東京都市圏交通計画協議会（1985），東京都市圏総合都市交通体系調査報告書4 物資流同調査予測編
- 2) 渡部富博，奥田薫吉松正浩村田利治（1997），全国貨物純流動調査を用いた産業間貨物流動の構造分析，土木計画学研究・論文集 No.14, pp.559-566
- 3) 佐野可寸志，小根山裕之（1996），都市内物流における貨物車交通量変換モデル，土木計画学研究・論文集 No.13, pp.649-655
- 4) 大森宣暁，室町泰徳，原田昇，太田勝敏（1998），交通行動調査へのGPSの適用可能性に関する研究，第18回交通工学研究発表会論文報告集，pp.5-8
- 5) 社団法人土木学会 交通調査技術検討小委員会（1998），総合交通データ検討分科会 第1回分科会資料