

<研究課題> GPSを用いた自転車移動経路調査システムの構築と高齢者にやさしい  
自転車道路網整備計画案の検討

研究代表者 佐賀大学大学院工学系研究科 教授 清田 勝  
研究分担者 佐賀大学大学院工学系研究科 教授 郭 其新  
研究分担者 福岡工業大学短期大学部 教授 曾 超

【まとめ】

高齢者は、自転車の走行環境が劣悪であるにもかかわらず、買物の交通手段として自転車を利用している。この交通環境を改善するためには、顧客の経路情報等が必要である。そこで、本研究では、旅レコとスマートフォンを用いて捕捉した移動軌跡（点の集合）をネットワーク上で重ね合わせることができる情報に変換するためのシステムを構築し、その有用性をスーパーMで実施した調査結果に基づいて検証する。

1. 研究の目的

自転車は手軽でエネルギー効率が良いことから、長い距離は歩けない人でも自転車をよく利用している。特に、日常の買物等によく利用されている。しかし、自転車のための専用空間（自転車道や自転車レーン）はほとんどなく、自転車利用者は常に交通事故の危険にさらされている。このような危険な状況を改善するためには、高齢の自転車利用者がどのような動きをしているか、すなわち出発地点や出発時刻の他に、時々刻々変化する通過地点の位置（緯度・経度）と時刻などに関する情報を把握する必要がある。しかし、交通の分野でこれらのデータを集めるのは極めて難しいと考えられていた。

そこで、本研究では、まずGPS機能を持つ旅レコ（GPS ロガー）で移動軌跡のデータを捕捉し、これをGIS上のマップ上に表わし、この移動軌跡をネットワーク（実際の道路網を交差点を示すノードと道路区間を示すリンクで表現したもの）上の点の集合（列）に変換する方法を提案する。

しかし、何百人、何千人という大量のデータを扱う場合には、GPS ロガーを大量に準備しなければならないので、現実には実施するのはかなり難しい。コストを抑えるためには、既にあるものを活用するのが望



写真-1 旅レコ

ましい。そこで、最近、多くの人々が所有するようになったスマートフォンの経路調査への適用可能性について検討する。

最後に、比較的広い商圈を持っているスーパーMでアンケート調査を実施し、この調査結果に基づいて、高齢者の自転車利用距離や経路、および危険や通りたくないと感じる道路区間や交差点を明確にし、今後の改善策について検討する。

2. 研究方法と経過

2-1 自転車移動経路調査システムの構築

はじめに、写真-1に示すようなGPS機能を持つ旅レコ（GPS ロガー）を使った移動経路調査システムについて考えることにする。

GPS ロガー（旅レコ）の精度が悪いと移動経路調査システムが成り立たなくなる可能性があるため、以下の4つの項目について調査・実験を実施した。

①GPS ロガーを携帯して自転車で移動した場合に、その軌跡が実際に自転車で走行した経路をどの程度再現できるか、すなわち実際の移動経路とGPS ロガーから得られた移動軌跡にど

の程度差が生じるか、

②GPS ロガーの捕捉時間間隔がどの程度影響するか、

③道路のどちら側を通行したかを識別できる道路幅員は何メートルぐらいか、

④個体差 (GPS ロガー) がどれぐらいあるかなどについて検討した。紙面の都合上、ここでは主な結果だけを示すことにする。

Ⓐ幹線道路を移動する場合なら5秒間隔でも対応できるが、狭い道路まで含める場合は5秒間隔では誤差が大きくなり、正しく経路を追えない場合がある。1秒間隔で捕捉すれば、確実に実際の移動経路を追跡することができること、  
Ⓑ両側に歩道がある比較的広い2車線道路なら道路のどちら側を通ったかを識別できるが、歩道のない道路、狭い生活道路などでは識別できないこと、  
ⒸGPS ロガーの個体差は問題になるほど大きくないことが明らかになった。

1秒間隔で捕捉すれば、旅レコでも実際の移動経路を追跡できることが確認できたので、GISマップ上に表わした移動軌跡(黒で塗りつぶした丸で示した点)をネットワーク情報に変換することを考える。この軌跡は単なる点の集合で、どのノードを通ったかという情報を持っていない。そこで、移動軌跡を構成する点から番号の付いているノード(中抜き丸で示した点)までの最短距離を計算し、一番近いノードを選択し、エクセルに記録する(図-1の場合1001)。次の黒丸に移動し、同じ操作を繰り返すと1004が得られる。ノード番号1001と1004が直接つながっていることを確認して、この操作を繰り返す。この操作を続けていくと、ノード1004の次は1010が選ばれることになる。両者が直接つながっていないときは、両ノードと連結しているノード1009を間に入れる操作を行う必要がある。図-1の場合には、ノード番号1001, 1004, 1009, 1010, 1005, 1006, 1007, 1008, 1012がリストアップされる。各リンクは連続する二つのノード番号で表すことができるので、経路をリンク番号で表現することができる(リ

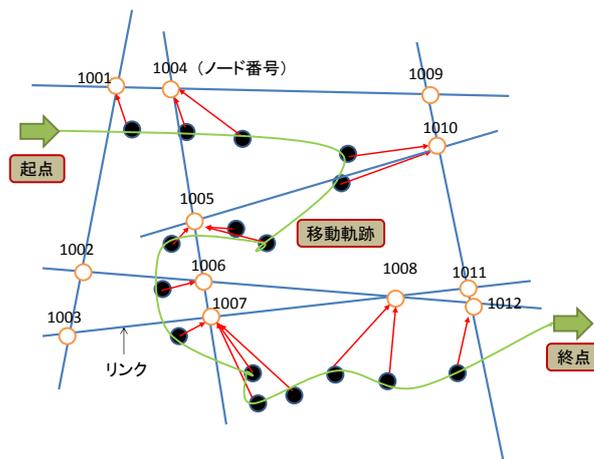


図-1 ネットワーク上の移動軌跡

ンク・パスマトリックス)。このマトリックスを用いると、道路区間を通る自転車交通量や交差点に集まる自転車の台数を短い時間間隔ごとに求めることができる。

つぎに、スマートフォン対応の移動経路調査システムについて考えることにする。スマートフォンについてもGPS ロガーと同様に精度に関する調査・実験をした結果、ほぼ同程度であることがわかった。

スマートフォンを使ったシステムとGPS ロガーを使ったシステムの決定的な違いは、データの保存の仕方である。GPS ロガーが本体に記録するのに対して、スマートフォンの場合は、合意の上でアプリをインストールしてもらう必要がある。このアプリを通して個人の移動軌跡が巨大な記録媒体(クラウド)に記録される方式で、データをクラウドから取り出せば、後はGPS ロガーと同様の操作で自動的に経路を見つけることができる。なお、今回は、時間の余裕がなかったので、アプリの開発とクラウドの管理を株式会社コアーに委託した。

図-2と図-3は4人がスマートフォンとGPS ロガーを携帯して同時に移動した場合の移動経路の一部(スマートフォンの二人分)を示したものである。図-3、4から明らかなように、細い道が多いにもかかわらず、自転車の動きをよく捉えていることがわかる。

## 2-2 スーパーMにおけるアンケート調査

買物難民を救済する手段の一つとして自転車



図-2 スマホを用いたときの移動経路 (学生A)

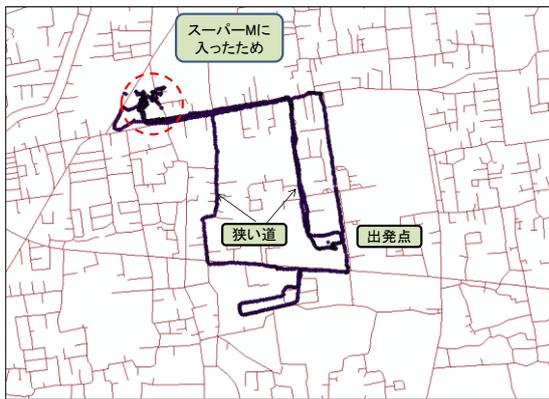


図-3 スマホを用いたときの移動経路 (学生B)

を活用することは考えられないか、自転車専用の空間がほとんどない道路でそれが可能であるか、高齢者の利用を促進するためにはどのような対策が必要かを調べるために、アンケート調査を実施した。

### (1) 調査の概要

#### ①調査場所

スーパーM: 売場面積 1608m<sup>2</sup>、駐車場の収容台数 130 台

#### ②調査日時

2013年12月22日～5日、9:30～19:00

#### ③調査内容

本調査では、利用頻度、来店理由、価格や品揃えに対する評価などとともに、『自宅からの距離を遠いと感じるか』、『自転車乗車中に車と衝突や接触したり、しそうなことがあったか』、『転倒したり、しそうなことがあったか』などの自転車乗車中の安全性に関する項目を加え、さらに、来店距離を求めるために自宅や勤務先などの住所を書いてもらうか、地図に記入してもらうアンケート調査を実施した。

### (2) 調査結果

アンケート調査に協力していただいた方は566人で、その内訳は徒歩:49人(38)、自転車:119人(102)、自動車:398人(273)であった。括弧の中の数字は来店距離を算定できる被験者の数である。ここでは、紙面の都合上、自転車に関する説明にとどめることにする。

#### ① 自転車で来店する顧客の買物距離

図-4と図-5は、それぞれ20～59歳と60歳以上の自転車利用者の来店距離の分布を示したものである。図から明らかなように、60歳以上のグループが若いグループよりも平均で約200m長くなっており、また1km以上離れたところから来ている割合も17%大きいことから、高齢の人ほど遠いところから来ていることがわかる。また、図は省略するが、自転車を主な交通手段とする人の平均買物距離は1314mで、車も利用できる人の平均値(687m)の約2倍になっていることがわかった。スーパーまでの距離を適正と考える被験者の割合と遠いと考える(少し遠いを含む)人の割合と来店距離との関係を示したのが図-6である。図から明らかなように、1.2kmを超えた1.2～1.4kmの所で適正で

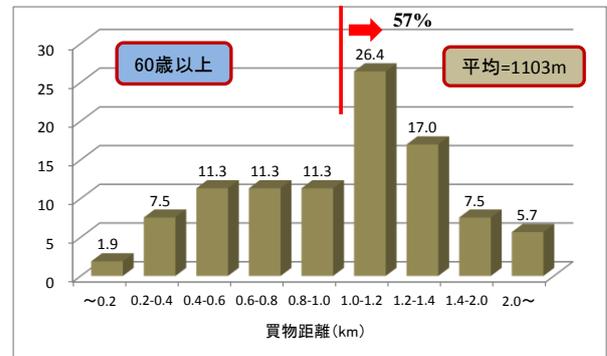


図-4 自転車利用者の来店距離 (60歳以上)

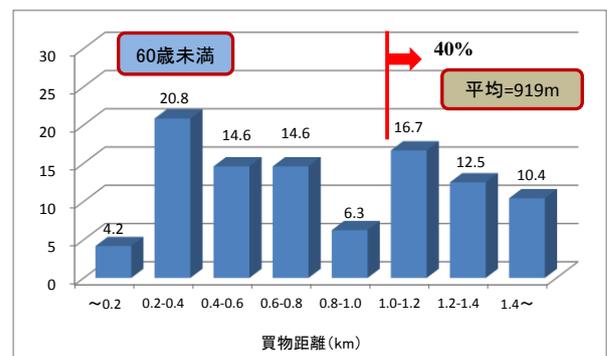


図-5 自転車利用者の来店距離 (20～60歳)

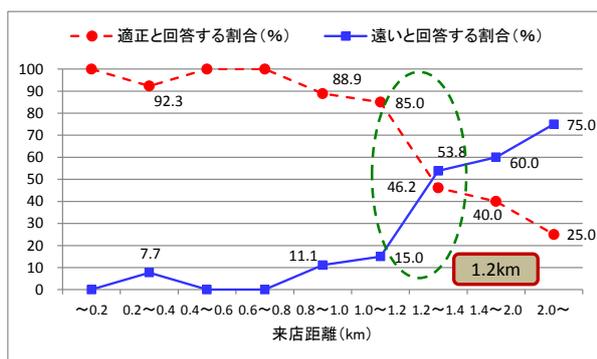


図-6 自転車の適正な買物距離

あると回答する割合と遠いと回答する割合が逆転していること、および図-4 から、1.2 kmを超えると自転車で来店する割合が減少し、1.4 kmで極端に下がることから、1.2 kmを買物における自転車利用の適正距離と定義することにする。

## ② 自転車利用者の安全性

図-7 は自転車走行中の安全性に関する質問に対する回答を年代別にまとめたものである。大学生が中心である若い世代は58%が危険であると感じているのに対して、60歳以上ではその割合は32%で、46%が危険ではないと回答している。この意識の差が交通事故の発生率に反映されていると推察される。

写真-2 に示した歩道の設置されていない幅員6.5mの道路が危険な道路として挙げられた。

## 3. 研究成果

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

(1) GPS ロガーでもスマートフォンでも捕捉時間間隔を1秒にすれば、自転車で移動したときの軌跡を追跡することができる。

(2) 移動軌跡の各点から最も近いノード(交差点)を選ぶ方法を用いると、移動軌跡上の点を重ね合わせができるネットワーク情報に変換することができる。

(3) 高齢の人ほど遠くから自転車で来店している(平均買物距離:1100m(60歳以上)と60歳未満(920m))。

(4) 高齢者になるほど、交通状況に対する危険意識が低い。

(5) 図面は省略したが、高齢者ほど衝突したり、しそうなった、あるいは転倒、転倒しそ

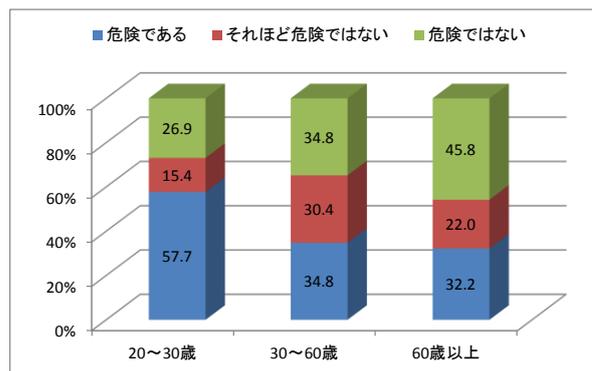


図-7 自転車走行中の安全性



写真-2 危険であると指摘されている道路うになったという割合が低くなっている。

(6) 危険な箇所として、多くの人が写真-2の道路を挙げている。この道路は幅員が狭く、車と自転車と歩行者が混在している道路で対応は難しい。

## 4. 今後の課題

今回は、4人を対象にしてスマートフォンを使った移動経路調査システムの有効性を示した。サンプルが小さい場合は手作業でクラウドからデータを取ることができるが、サンプルが大きくなるとクラウドからデータを取るのにプログラムを組む必要がある。また、被験者にアプリをインストールしてもらえよう方法を検討する必要がある。

## 研究成果の公表方法

研究成果を都市計画学一般研究論文に投稿予定である。