

GPS 携帯電話を利用した目的地探索行動と空間認知に関する研究

Destination Search Behavior and Spatial Perception Using a GPS Mobile Phone

66177 藤原弘道

Abstract : Recently, many functions have been included in mobile phones, and Global Positioning System (GPS) is one of them. In my previous experiment, destination search behavior using a GPS mobile phone had two problems. One was bad precision of GPS mobile phone and the other was small screen size of GPS mobile phone. This study tried two kinds of experiments to solve the two problems. The first experiment was done in low-rise residential area: Kashiwa-no-ha. We compared effectiveness among GPS mobile phone, paper maps, and direct experience of routes. The second experiment was done in high-rise building area: Awaji-cho. We compared the effectiveness of expression of standing point in two ways: circle expression and point expression.

1. 研究の背景と目的

1.1 研究の背景

2000 年代に入り、携帯電話の機能は向上の一途を辿ってきている。中でも、GPS(Global Positioning System)機能は、2007 年より携帯電話の全機種に標準搭載されるようになり、誰もがその存在を認知している機能になった。2007 年現在、観光分野や災害時の情報発信など GPS 携帯電話を利用する試みが広がってきており、その幅広いサービスが期待されている。

2005 年秋季、我々はその当時まだあまり GPS 携帯電話の利用が広がっていなかった理由を探るため、東京メトロ丸の内線沿線、及び東京都文京区西片地区において紙地図と GPS 携帯電話を持って探索行動する場合の有用性の違いを比較する実験を行った。(藤原弘道など)(2006) : 「GPS 携帯電話を利用した目的地探索行動に関する研究」)

2005 年時点で KDDI 社が提供していた GPS 携帯電話を使って実験を行ったのだが、結果としては 高層ビル群が多いところ場所である御茶ノ水、淡路町などといった地区では GPS 携帯電話の精度が非常に悪く、被験者

には不評かつ使いにくかったということ、また

GPS 携帯電話の画面が小さく、画面表示の工夫などを行わないと紙地図よりも有効なツールになりにくい、という2つの問題点を GPS 携帯電話が有していたことが分かった。

1.2 研究の目的

このような点を考慮し、本研究では、2005 年時の実験に於いて問題になった 2 つの課題を解決していくことを目的とし、新しく 2 つの実験を行った。

具体的には、まず GPS 携帯電話の精度が最良と思われる低層住宅地の地域で被験者の人数を増やして再実験を行い GPS の有用性を再検証した。また、仮に低層住宅地では GPS 携帯電話の精度が良かったとしても、高層ビル群で GPS 機能を使用する状況は頻出すると想像されることから、GPS の精度が悪い場所における携帯電話のより良い表示方法について比較実験を行うことで検証した。

2. 低層住宅地での実験

2.1 実験個所と被験者

GPS 携帯電話の有用性を再検証することを

Hiromichi Fujiwara

試みた低層住宅地での実験は、2006 年秋季に千葉県柏市柏の葉 1 丁目～3 丁目の地域、6 コースのルートで行った。(図 1,表 1) 柏の葉地区は、第 1 種住宅専用地域で、2 階建ての住宅の割合が非常に高く、南方にランドマークとなりうる高い鉄塔が一つあるのみであった。



図 1 柏市柏の葉地区

表 1 実験ルートの長さ

単位(m)	長さ	スタート						ゴール
		ノード1	回転角	ノード2	回転角	ノード3	回転角	
実験箇所1	240	100	左90度	75	右90度	30	右90度	35
実験箇所2	298	148	右90度	76	左70度	32	右90度	42
実験箇所3	241	16	左90度	67	右90度	113	左90度	45
実験箇所4	243	13	左90度	71	右90度	115	左80度	44
実験箇所5	168	46	右90度	65	右90度	40	右90度	17
実験箇所6	144	12	右90度	35	右90度	48	左90度	49

左90度= 進行方向にみて、左に90度曲がる方向
 右90度= 進行方向にみて、右に90度曲がる方向

実験に参加した被験者は総数で 66 名であった。内、女性が 55 名で全て聖徳大学(千葉県松戸市)の学生、男性が 11 名で全て東京大学の学生であった。被験者の平均年齢は 20.4 歳であった。

2.2 3 種類の歩き方(GPS, 紙地図, 記憶歩行)

この実験では 3 通りの歩き方で被験者に歩いてもらいその結果を比較した。まず、GPS 携帯電話を持って歩く被験者には、実験開始地点で予め登録しておいた目的地の番号を入力してもらい、携帯画面に表れる地図と携帯電話から発せられる音声案内を頼りに目的地まで歩いてもらった。(図 2, 図 3)

紙地図を持って歩く被験者には、実験開始場所に着いた後、該当する箇所の紙地図(1つのコースにつき 1 種類の紙地図)を手渡した。そして、その地図を頼りに目的地まで歩いてもらった。(図 4)

最後に記憶歩行のグループについてである



図 2, 図 3 実験で使用した GPS 携帯電話



図 4 実験で使用した紙地図

が、このグループの被験者には、自動車を実験開始場所に一反降ろされた後、何も持たずに記録者と一緒に正しいルートを歩いて記憶してもらった。その後、再び自動車に乗って移動してスタート地点まで戻り、何も持たないで先ほど歩いて記憶した道を再び歩いてもらった。

2.3 実験の手順

被験者にはまず空間認知の能力との相関が高くとれるとされる方向感覚質問用紙(Santa Barbara Sense-of-Direction)(Hegarty et al.)に答えてもらった。そして被験者に無作為に決められた 3 種類の歩き方の内のいずれかで目的地まで探索行動を行ってもらった。

実験対象地は計 6 箇所あり、それぞれの箇所で実験が終わるたびに簡単なアンケート及び、ゴール地点からその実験対象地のスタート地点の方角を推定してもらい、専用の記録用紙に記入してもらった。

1 箇所の実験が終わると、次の実験箇所へ移動した。これらを繰り返し、6 箇所での実験が終わると、まとめのアンケートと、スケッチマップを被験者に描いてもらった。スケッチマッ

プでは、6箇所の実験コースの道のりの図を覚えていた範囲で白紙の紙に記入してもらった。

3. 低層住宅地での実験の結果と考察

3.1 実験結果

まず、GPS 携帯電話、紙地図、記憶歩行のいずれの被験者間においても、方向感覚質問用紙 (SOD) の平均得点に有意な差は見られなかったことから、均質な被験者の間で実験が行われたことが言えた。また、図 5 は被験者の行動を捉えた小型 GPS の位置情報を線で結んだものであるが、結んだ線が道路上にあることから、GPS の精度は概ね 5m 以内で実験が行われた。

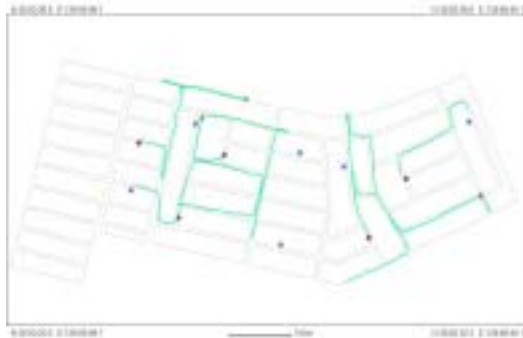


図 5 被験者の歩行ルート

表 2 にグループ間の行動結果の平均値、標準誤差をまとめた。そして、その平均値を多重検定によって比較したものを表 3 にまとめた。総歩行距離、長時間の立ち止まり回数など、多くの場合において GPS 携帯電話の被験者は、同じ道を 2 回歩いている記憶歩行の被験者に比べて数値的に悪い結果となっている。が、しかし、GPS 携帯電話と紙地図の被験者の 2 グループ間においては、平均歩行速度やスケッチマップで描いてもらった図の正解ルート数などの様に有意な差が見られないものもあった。

また到達回数を見ると、1 回のコースの長さが 150m から 300m といった短距離だったこともあり、6 回の実験中で 10 分以内に目的地に到達した被験者がほとんどであった。到達回数においては GPS 携帯電話、紙地図、記憶歩行の被験者の間に有意な差は見られなかった。

表 2 グループ間の結果の平均値

歩き方	GPS 携帯	紙地図	記憶歩行
方向感覚 (Max=7)	3.6(0.24)	3.3(0.24)	3.2(0.19)
総歩行距離 (m)	1918(93)	1569(72)	1519(53)
平均歩行速度 (m/s)	1.1(0.02)	1.1(0.02)	1.3(0.02)
立ち止まり回数	2.5(0.4)	1.4(0.4)	0.1(0.1)
到達回数 (Max=6)	5.1(0.26)	5.4(0.21)	5.8(0.09)
方角推定誤差 (°)	34.2(5.5)	23.6(2.8)	19.2(1.4)
スケッチマップ正解数 (Max=6)	1.3(0.34)	2.4(0.35)	2.7(0.41)

表 3 多重検定の結果

総歩行距離	GPS < 紙地図, 記憶歩行
平均速度	GPS, 紙地図 < 記憶歩行
立ち止まり回数	GPS < 紙地図 < 記憶歩行
方角推定誤差	GPS < 記憶歩行
スケッチマップ正解数	GPS, 紙地図 < 記憶歩行
難易度	GPS < 記憶歩行

また、被験者個人のレベルで行動結果を分析すると、総歩行距離が長い被験者は、目的地への到達回数が少ない、長時間の立ち止まり回数が多いなどの相関があることが分かった。

3.2 実験結果の考察

低層住宅地という GPS の精度が最良となる地域においても、GPS 携帯電話の被験者は他のグループの被験者よりよいパフォーマンスを示さなかったが、GPS 携帯電話を被験者が使い慣れていないことが原因の一つと考えられる。また、GPS 携帯電話は周辺の景色に気を取られなくとも目的地まで辿り着けることから、慣れてくるとカーナビゲーションのように便利になる可能性が高いとも思われる。さらに、被験者の個人差は大きいものの、画面上の表現の工夫や音声案内の出し方などはまだまだ改善の余地があると思われる。今回の実験では到達回数に有意な差が出なかったが、実験ルートの距離の短さも影響している可能性が高い。(図 6)

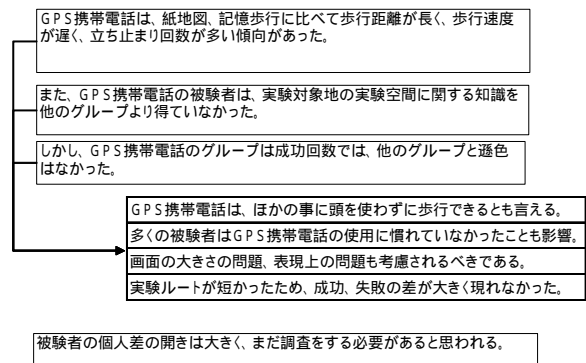


図 6 低層住宅地での実験の考察

4. 携帯画面表示の比較実験

4.1 携帯画面表示の比較実験の仮説

後半の実験では、精度が悪い場所であっても、GPS 携帯電話のパフォーマンスを良くするための携帯電話の画面表示の改善案を探った。

2005 年の実験時に於いて精度が悪い場所に於いては、現在位置が表示される点が実際の立ち位置とは異なることが多く、多くのユーザーを混乱させる要因になっていた。

そこで我々は、精度の悪い場所では敢えて、現在位置を正確な点で表そうとはせず、半径のある円表示で表示したほうが分かりやすいのではないかという仮説を考えた。(図 7)

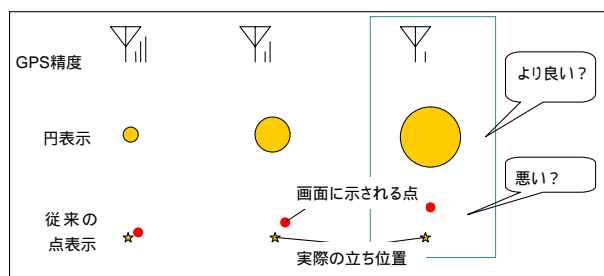


図 7 円表示による現在位置表示の仮説

そして東京大学今井修特任教授が行った淡路町駅周辺における定点観測によると、取得される点のばらつきは約 90%の確率で半径 50m の円内に収まっていることから、実験では半径 50m の円表示を示して実験を行うことにした。(図 8)



図 8, 図 9 円表示の地図, 点表示の地図

4.2 実験の種類と被験者の説明

実験を行う際、本実験を行う前に被験者 9 名(東京大学の学生)で予備実験を行った。

本番の実験に於いては、前半に行った円表示による現在位置表示(図 8)の実験の被験者に

は聖徳大学(千葉県松戸市)の学生 18 名に参加してもらった。また、後半に行った実際の立ち位置からずれている点を表示してある画面表示(図 9)の実験の被験者には、東京大学の学生 10 名に参加してもらった。



図 10 実験対象地 (地下鉄淡路町駅周辺)

被験者にはまず、方向感覚質問用紙(SOD)と、属性に関するアンケートに記入してもらった。その後、最初の実験開始地まで記録者と共に歩いてもらった。

実験開始地に着いて初めて記録者から実験で使用する紙地図を被験者に手渡した。前半の実験の被験者は円表示のもの(図 8)を、後半の実験の被験者は点表示のもの(図 9)を手渡した。この時、被験者が住居表示番号を頼りに現在位置を推定してしまうことが予備実験で多く見られたため、本番の実験では住居表示番号を表示していない地図を手渡すことにした。

被験者は、まず実験開始地で動き回らないという条件で(ただし 360 度周りを見渡しても良い)地図の中で自分がどこ立っていて、どの方向を向いているのかを推定し、渡された地図中に記入してもらった。

その後、記録者による簡単な質問を受けたあと、次に動き回っても良いという条件で、再度、地図中のどこに自分が立っていてどちらを向いていたのかを記入してもらった。

再度アンケートを行った後、次の実験場所に移動してもらった。6 回の実験が終わると、まとめのアンケートなどを行ってもらい、実験を終了した。なお、実験で使用した地図では

東西方向 250m、南北方向 300m を表示した。

5. 携帯画面表示の比較実験の結果と考察

5.1 携帯画面表示の比較実験の結果

まず、前半の円表示の実験の被験者と後半の点表示の被験者間において方向感覚質問用紙(SOD)の得点には平均値に有意な差はみられず、実験では、地図を読む能力に差がない被験者間で行われたことが示された。

アンケートの結果を見ると、住居表示番号を消した地図を使用したことが原因となり、「この地図の表現方法は使いやすかった(分かりやすかった)ですか?」という質問を行ったところ、7段階評価で使いにくいと答えている人の割合が、約80%になった。(図11)

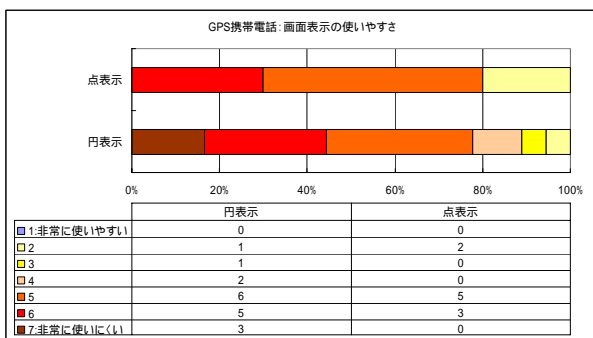


図11 携帯画面表示の使いやすさ

次に被験者個人の行動結果の結果について調べた。被験者個人の方向感覚質問用紙(SOD)の点数、実験に要した所要時間、現在位置推定の正解数などをまとめて相関をとると、明らかに相関が高いと推測されるものを除くと、方向感覚質問用紙(SOD)の点数と他の数値との相関が高いものが多いということが分かった。このことは、後半の点表示の実験を行った10人の被験者についても同じことが言えた。次に、相関で用いた値について、それぞれ標準偏差で基準化したうえで被験者18人についてクラスター分析を行った。(図12)クラスター分析を行った結果、図10の上半分のグループ(グループとする)は方向感覚質問用紙(SOD)の得点が高く、アンケートの回答も点表示の被験者の

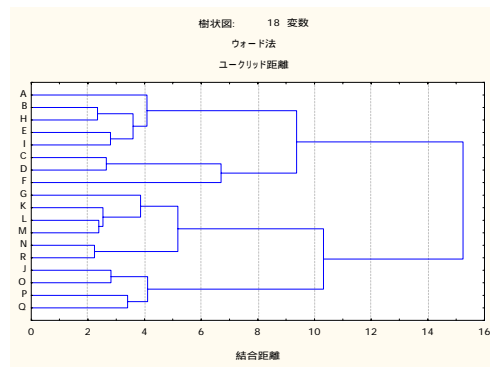


図12 クラスター分析の結果

グループと似通っていた。

また、予備実験では住居表示がある地図で実験を行ったのであるが、この予備実験では円表示の地図は使いやすいと答えた被験者が9名中6名と多く、また方向感覚質問用紙の得点も上記、円表示のグループ、点表示のグループと有意な差が無かったことから、住居表示番号が地図中にあれば、現在位置表示が円表示でも点表示であっても大差がないことが予想されることが分かった。

5.2 携帯画面表示の比較実験の考察

これらの結果をまとめると、次の3つのことが分かった。まず1つ目には、現在位置を把握するには、方向感覚質問用紙(SOD)の項目で点数が高い人の方が、現在位置を把握しやすい傾向にあること。2つ目には、地図中に住居番号の表示がないと、地図を読み解くのがとても困難になること。そして3つ目は住居番号の表示があると、円表示の現在位置表示の地図でも使いやすいと答えた人が多かったであろうと予備実験の結果、方向感覚質問用紙(SOD)の得点との相関などの結果から推測される、ということが分かった。

6. まとめと今後の展望

6.1 研究のまとめ

本研究では、2005年時の実験で問題となった、GPSの精度の問題と画面の表示の仕方の工夫について解決すべく2つの実験を行った。1つは低層住宅地での実験、もう1つは携帯画

面の表示の比較実験を淡路町駅周辺で行った。

低層住宅地での実験では、GPS 携帯電話の精度は概ね 5m前後で、非常に良かった。

GPS 携帯電話の被験者のグループの行動結果によると、所要時間や立ち止まり等が多いということも分かったが、目的地到達という点で役割を十分に果たせそうだということは分かり、また、方角推定などの方向などを考えながら歩行しなくても目的地まで到達できるという点で新しい発見があった。

後半の実験では、住居表示番号を地図中に記載しなかったことで実験を難しく設定しすぎたが、住居表示、ランドマークの表示の重要性の高さ、また、方向感覚質問用紙(SOD)の点数が行動に影響するということが分かった。また、実際の位置とずれた点表示と円表示は方向感覚質問用紙(SOD)の得点が高い人にとっては、読み解くのはさほど難しいことではないということも分かった。

以上の結果を、方向感覚質問用紙 (SOD) の得点が、高い人と低い人、また GPS 携帯電話の精度が良い場所、悪い場所での利用のマトリックスにして表すと、下の表 4 の様になる。

表 4 実験結果のまとめ

	GPSの精度が良い場所	GPSの精度が悪い場所
方向感覚質問用紙 (SOD)の得点が高い人	GPSの精度も良く、問題なく目的地へ到達できる。	画面表示が円表示であっても、住居表示番号、ランドマークを頼りに目的地へ到達できる。
方向感覚質問用紙 (SOD)の得点が高い人	時間は多少かかるかもしれないが、目的地へは到達できる。	住居表示番号や、ランドマークが地図中に分かりやすく表現されていることが重要。地図が苦手な人にとっても分かりやすい地図表現の努力の余地がまだまだある。

6.2 今後の展望

GPS 携帯電話の精度・画面の表現方法を改善する努力は今後も継続されるべきであるが、そのために有効と思われるのは、衛星だけを利用するのではなく地上に RFID (Radio Frequency Identification)等の小型の情報発信機器を設置し、そこから正確な位置・周辺情報を取得する考え方である。(図 13)



図 13 RFID の利用状況のイメージ

すでに東京大学情報学環坂村健教授のグループでは、「ucode(ユーコード)」という RFID を街中につけて、専用の装置「ユビキタスコミュニケーター(uc)」を使って、自律移動支援、観光情報提供などの試みを東京銀座地区を始め、様々な場所で試みている。(図 14, 図 15)



図 14 (左) 銀座ユビキタス計画

図 15 (右) ユビキタスコミュニケーター (uc) 現状では、まだユビキタスコミュニケーター (uc)という専用の機械を使わないと ucode(ユーコード)の読み取りはできないのであるが、このような技術を早く GPS 携帯電話等でも利用できるようにし、様々な用途で活用できるインフラを整えるべきだと我々は考えている。

主要参考文献

- ・Hegarty, M. et al. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30, 425-447.
- ・Thorndyke, P. W., et al. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14, 560-589.
- ・藤原弘道・今井修・岡部篤行(2006)：「GPS 携帯電話を利用した目的地探索行動に関する研究」, 415-418 頁. GIS 学会 Vol.15/2006