

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究(B)
 研究期間：2007 ～ 2009
 課題番号：19300309
 研究課題名（和文） 地理情報技術を用いた人間の空間認知・空間行動の分析とその応用に関する研究
 研究課題名（英文） Analysis of human spatial cognition and spatial behavior using geospatial technologies and its applications
 研究代表者
 若林 芳樹 (WAKABAYASHI YOSHIKI)
 首都大学東京・都市環境科学研究科・教授
 研究者番号：70191723

研究成果の概要（和文）：

本研究は、空間認知・空間行動研究への地理情報技術の応用可能性について組織的に検討するとともに、人間の空間認知・行動特性をふまえた新たな地理情報技術を開発することを目的とする。そのために、(1)測位技術の応用、(2)解析技術の応用、(3)表示技術の応用、(4)空間認知・行動特性に基づく地理情報技術の開発という4つのサブテーマに分け、分担して課題に取り組んだ。その結果、地理情報技術が行動地理学の様々なテーマに応用できることが確かめられ、また地理情報伝達を支援するいくつかの新たなツールを開発することができた。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this research is to examine the applicability of geospatial technologies to studies of spatial cognition and behavior and to develop new geospatial technologies based on the properties of human spatial cognition and behavior. The research project was conducted by dividing into four subthemes: (1) application of geocoding technologies, (2) application of analytical methods, (3) application of representational technologies, and (4) development of geospatial technologies based on the properties of human spatial cognition and behavior. Results of the research confirmed the applicability of geospatial technologies to several subjects of behavioral geography and we developed new tools for supporting communication of geospatial information.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	8,300,000	2,490,000	10,790,000
2008年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2009年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
年度			
総計	15,300,000	4,590,000	19,890,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学

キーワード：GIS, 地理情報技術, 空間認知, 空間行動, 地図, GPS

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

GIS (地理情報システム) や GPS (汎地球測位システム) をはじめとする地理情報技術の発達と普及は、地理学とその関連分野での新たな研究ツールをもたらしてきた。これは、従前の地理学的研究テーマを新技術によってとらえ直し、これまで困難だった研究領域への新たな取り組みを可能にしたといえる。人間の空間認知・空間行動を対象とする行動地理学でも、これらの技術の導入は徐々に進んできたが、国内外を含めてまとまった成果はまだ得られていない。

行動地理学の中でも空間認知と GIS との関わり方には、1)研究ツールとしての GIS, 2)空間認知モデルとしての GIS, 3)空間的知識の情報源としての GIS, 4)空間認知研究の成果を応用した GIS の改善, という4つの側面がある(若林, 2003)。このうち、申請者らのグループは科研費基盤研究(B)「ユビキタスネットワーク社会における地理情報の新しい表現と利用に関する研究」(平成 17-18 年度)の助成を受けて、これまで2)と3)の領域を中心に共同研究を進めてきた。本研究課題は、残る研究領域である1)と4)の中に位置づけられる。

ここで、現在利用可能な地理情報技術を、(a)測位、(b)解析、(c)表示に分けた場合、それぞれ空間認知・空間行動の研究において次のような活用の仕方が考えられる。

(a)測位技術については、GPS を用いた人間の時空間行動の自動記録が可能となる。これについては、野生動物や家畜を対象にした動物生態学分野で応用事例が多数あるものの、人間行動を対象にした研究は、交通計画への応用可能性を探った大森ほか(1999)、行動地理学をテーマとした野外実習での利用を試みた森本ほか(2004)、兼子ほか(2005)など、まだ少数にとどまっている。GPS は、屋外の大規模空間における経路探索 (wayfinding) や時間地理学的な研究のためのデータの収集だけでなく、移動速度や経路の記録を用いて空間認知の要因分析にも活用できる可能性がある。

(b)解析技術については、GIS の空間解析機能を利用した認知地図の空間分析や、可視領域の抽出による景観の知覚に関する研究などに利用できるであろう。これについては、認知空間の広がり空間的自己相関分析を適用した Aitken et al. (1990, 1993)、手描き地図の空間的パターンを GIS のバッファ機能を利用して解析した高井ほか(2003)、Okamoto et al. (2005)などの事例がある。一方、時間地理学的分析では、時空間プリズムの潜在経路域 (PPA) の計算に GIS が利用されている(宮澤 2000)。

(c)表示については、地理空間の 3D (3 次

元)表示やアニメーションによってバーチャル環境 (VE: Virtual Environment) を構築することにより、大規模空間におけるナビゲーションや空間の学習過程に関する実験に応用できる。空間認知への VE の応用は、心理学をはじめとする認知科学分野で盛んに取り組まれてきた (Wilson, 1997; Peruch et al., 2000) とはいえ、GIS を用いた事例は少ない。これに GIS を用いれば、実空間を忠実に再現した VE における空間認知やナビゲーションの実験が可能になる。一方、3D 表示の応用では、GIS を用いて時空間的移動経路を 3D 表示する試みも行われている (Kwan, 2000; Yu, 2006 など)。

これらの技術のうち、(a)については研究分担者の村越が GPS の利用についての一般向けの手引き書(村越, 2003)を著している。(b)については、研究分担者の岡本が手書き地図の GIS 解析を試みており (Okamoto et al., 2005)、研究代表者の若林も認知地図に各種の空間分析手法を適用してきた(若林, 1999)。(c)については、研究分担者の矢野が京都のバーチャル GIS の作成に取り組んできた実績がある。若林もビデオ画像を用いた空間学習についての研究を試みている(若林, 2002)。一方、空間認知・空間行動に関する研究を応用した GIS の改善については、おもに GIS のヒューマン・インターフェースを構成する地図表現の認知科学的検討を対象にした研究が 1990 年代から盛んに進められており (MacEachren, 1995; Lloyd, 2000; Montello, 2002)、言語による空間表現を GIS との関連で検討した研究も取り組まれている (Frank and Mark, 1991)。このほか、空間データモデルへの応用例として Peuquet(1988, 1994) などがあるが、空間認知と空間行動に関する研究成果は、ナビゲーションの支援などにも応用可能である。

本研究グループでも、これに関連する研究として、貞広(1994, 1997, 1998)が地図の点記号や注記の表現の認知に関する一連の研究を手がけ、有川は言葉や実写シーンなどの人間中心メディアを介して人間とコンピュータの間で空間情報を容易にやりとりするための新しい情報ツールの開発を進めている。また、村越(2005)は GPS 携帯のユーザビリティの評価を試み、若林 (Wakabayashi, 2006) はカーナビの地図利用における男女差に関する分析を行っている。

2. 研究の目的

地理情報技術は行動地理学の様々なテーマに応用できる可能性を秘めているが、まだ体系だっ取り組まれていないのが現状である。また、空間認知・空間行動の研究成果を応用した GIS の開発も徐々に進められて

きたとはいえ、まだ実装できる段階には至っていない。

そこで本研究では、空間認知・空間行動研究への地理情報技術の応用可能性について組織的に検討することを第一の目的とする。とくに、地理情報技術によって従来は困難だった研究課題がどのように克服できるかに焦点を当てながら、従前の方法との比較を行いつつ、その有効性と課題を整理することに主眼をおく。具体的な検討課題は、次の通りである。

(a) 測位技術：GPSによって人間の空間行動の時空間情報を詳細に記録することを試みる。

(b) 解析技術：GISを用いた空間認知・空間行動パターン of 新たな解析方法を検討する。

(c) 表示技術：実空間を忠実に再現した VE を作成して、空間移動のシミュレーションを行うことにより、天候や交通条件などが障害となつて実空間では実施が困難な空間学習の反復実験を行う。

第二の目的として、こうした空間認知・空間行動に関する研究成果を地理情報技術の開発や改良に応用するための方法を検討する。具体的には、すでに実用化されているカーナビ等によるナビゲーションのための地理情報技術のユーザビリティ評価を行うとともに、利用にあたっての個人差を検討することで問題点と改善策を探る。

3. 研究の方法

本研究では、下記の4つのサブテーマに分けて、それぞれ次のような分担で研究を実施する。

(1)測位技術の応用：おもに岡本，村越が分担

(2)解析技術の応用：おもに貞広，若林，矢野が分担

(3)表示技術の応用：おもに矢野，武田，若林が分担

(4)空間認知・行動特性に基づく地理情報技術の改善：有川，森田，石川を中心に全員が分担

なお、全体の総括は若林が行う。具体的には、次のような手順で研究を進める。

(1)測位技術の応用

まず、GPSで行動を記録する際に問題となる、環境条件が測位精度に与える影響についても吟味する。

その上で、環境条件の影響が比較的少ないと考えられる発展途上国の農村地域における人間の空間行動の時空間情報をGPSで詳細に記録する。現地では調査協力者を募集し、同意を得た上で調査を実施する。調査期間は1週間で、GPSによる外出行動を記録した活動日誌とトリップ調査票による生活行動調査を試みる。得られたデータから移動先の地点、経路、時刻、移動目的等を取得し、GIS

データに変換する。データから時空間プリズムやバンドル、管理領域の存在を明らかにし、時間地理学的分析を行う。

また、GPSを用いた環境評価など他の対象への応用可能性を併せて検討する。

(2)解析技術の応用

GISを用いた空間認知・空間行動パターンの新たな解析方法を検討する。具体的には、カーネル密度推定、ラスタ解析、セントログラフィ、バッファ解析などのGISの解析ツールを、観光行動、認知地図、空間的イメージなどの分析に応用する。

(3)表示技術の応用

GISの3D表示とアニメーション機能を用いてバーチャル環境(VE)を構築し、それを用いたナビゲーション実験を行う。京都市を対象に分担者の矢野らが作成したVE(バーチャル京都)は、建物レベルで詳細な実空間を再現したものである。これを用いて、空間移動のシミュレーションを行うことにより、実空間では実施が困難な空間学習の反復実験が容易になる。

(4)地理情報技術の改善

既存の地理情報技術としてカーナビ、検索サイトの地図、GPS携帯電話をとりあげ、その利用特性と空間認知特性からみた問題点を検討する。また、空間認知特性をふまえて新たな地理空間情報の伝達ツールを開発するとともに、その実証実験を行う。

4. 研究成果

本研究課題を構成する4つのサブテーマについて、それぞれ下記の成果が得られた。

(1)測位技術の応用

GPSを用いた測位精度が、時間帯、環境条件などによってどの程度の影響を受けるかについて事前に検討したところ、遮蔽物の有無と時間帯によって異なる衛星配置の影響がみられた。

そこで、遮蔽物が少なく高い測位精度が得られると考えられるラオスのビエンチャン近郊農村を対象にして、2006年9月と2008年3月に実施した住民の日常生活行動に関する補足調査を行った。特に今回は、雨季の漁撈の状況について漁撈現場に同行してGPSデータとの整合性を確認した。この結果を乾期に収集したデータと比較することで、季節による生活行動の違い、および都市化の影響などが明らかになった。

また、GPSで記録される時刻と位置の情報と、デジタルカメラで撮影した写真の撮影時刻を同期させることで、写真とその撮影位置を同時に地図上に表示することが可能となるが、これは写真投影法による環境評価の方法として有効であることを確認した。

(2)解析技術の応用

GISの空間解析機能のうち、カーネル密度

推定法とラスタ解析を用いて、日米の観光案内書に掲載された東京の観光名所を視覚化して比較した。その結果、日米の観光行動の違いが名所の分布の違いに反映されていることが定量的に確かめられた。

また、GISを用いた認知地図分析の方法として、ユークリッド回帰分析による座標変換を行い、認知地図上での位置を現実の地図上に重ね合わせた上で標準偏差楕円などのセントログラフィによってそのバラツキとズレを測る方法があるが、これをGIS上で実行する手順を考案し、東京のタクシー運転手と大学生の認知地図とを比較した。

このほか、バッファ解析などのGISの解析手法を用いて、渋谷周辺の交差点の地域イメージと周辺の土地利用特性との関係性を定量的に明らかにした。

(3)表示技術の応用

立命館大学が作成したバーチャル京都の詳細3次元VRモデル(四条通り界限)を応用して、3D画像の携帯電話配信システムを構築した。このシステムでは、ユーザがどの方向を参照したかをログ解析で記録することが可能となる。このシステムを用いて、歩行者ナビゲーションへの利用可能性を検討する実験を行い、目印になる建物やサインなどを特定した。

そうしたVEを比較的容易に構築し、行動実験に用いる方法として、Google Earthの利用可能性についても検討し、一定の有効性が確認された。

(4)地理情報技術の改善

既存の地理情報技術を応用した既存の技術の利用態と課題について、カーナビ、検索サイトの地図、携帯電話ナビゲーションをとりあげて検討した。

カーナビの利用実態については、ドライバーへのアンケート調査を実施し、地図表示の選択などの面で男女差がみられ、それが従前の空間認知研究で指摘されてきた性差の傾向と密接に関連していることが明らかになった。

検索サイトの地図の利用状況については、大学生を対象に調査したところ、表現や情報が異なるGoogleとYahoo!の地図では、利用者特性が異なることが明らかになった。

GPS携帯電話による歩行者ナビゲーションについては、紙の地図帳を用いた場合と比較しながら経路探索実験を行った。その結果、GPS携帯電話での経路探索の方が被験者のパフォーマンスがやや劣ることが明らかになった。

一方、空間認知特性をふまえた地理空間情報伝達を支援する新たな技術の開発を行った。その一つは、携帯型音楽プレイヤーを対象にした、オーディオツアーとエゴセントリックな地図とを同期させるコンテンツの開

発である。具体的には、携帯型音楽プレイヤーの画面に表示した地図で現在地を示しながら、音声による街案内のコンテンツを作成するための支援ソフトウェアを開発し、そのユーザビリティについて実証実験を行った。

このほか、ブログを用いて一般ユーザが位置情報サービスのコンテンツを容易に作成できる枠組みの実現と携帯端末を使った実証実験を行うとともに、屋内や地下での垂直方向も認識できる散策・ナビゲーションのためのプロトタイプシステムを開発し、日常の利用とユーザビリティ、および実用性と将来性を検討した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計22件)

- ① 若林芳樹・西村雄一郎 2010. 「GISと社会」をめぐる諸問題—もう一つの地理情報科学としてのクリティカルGIS—. 地理学評論 83: 60-79. 査読有
- ② Nishimura, Y., Okamoto, K. and Bouldam, S. 2010. Time-geographic Analysis on Natural Resource Use in a Village of the Vientiane Plain. 東南アジア研究 47(4), 426-450. 査読有
- ③ 稲坂晃義・貞広幸雄 2010. 商業集積拡大の方向の分析手法とその可視化. 日本建築学会計画系論文集 75(650): 889-896. 査読有
- ④ 若林芳樹 2009. 日本における知覚・行動地理学の回顧と展望. 人文地理 61(3): 80-95. 査読有
- ⑤ 村越 真 2009. 等高線読解の背後にある知識と推論プロセス. 静岡大学教育学部人文・社会科学篇 59: 97-108. 査読有
- ⑥ 村越 真 2009. 登山者の読図・ナビゲーションスキルとその自己評価に関する調査. 登山研修 24: 55-58. 査読有
- ⑦ 貞広幸雄 2009. 離散地点上に分布する点分布間の空間関係分析手法. 都市計画論文集 44 (3): 787-792. 査読有
- ⑧ 石田恵一・森田 喬 2009. イメージマップおよび視覚的データ分析による街路イメージの日仏比較. 地図 47(1): 12-26. 査読有
- ⑨ 若林芳樹 2008. 地理空間の認知における地図の役割. 認知科学 15(1): 38-50. 査読有
- ⑩ 鈴木晃志郎・若林芳樹 2008. 日本と英語圏の旅行案内書からみた東京の観光名所の空間分析. 地学雑誌 117(2): 522-533. 査読有
- ⑪ 西村雄一郎・岡本耕平・ソムキット=ブリダム 2008. ラオス首都近郊農村におけるGPS・GISを利用した村落住民の生活行動調査. 地学雑誌, 117(2), pp.568-581.

- 査読有
- ⑫ 若林芳樹 2008. 地図のリテラシーと主題図の読図ー日本の女性地図帳の読み方ー. 地図 46(2): 24-27. 査読有
- ⑬ 村越 真・小山真人 2008. 利用マニュアルとドリルマップの提示が火山防災マップからの読み取り課題に与える影響. 静岡大学教育実践総合センター紀要 15: 109-115. 査読有
- ⑭ 村越 真 2008. GPS受信機の特徴と登山における効果的な使い方. 旅行医学会誌 6(1): 39-42. 査読有
- ⑮ 村越 真・宮内佐季子 2008. 登山におけるGPS受信機の利用とその限界. 登山研修 23: 1-9. 査読有
- ⑯ Yano, K., Nakaya, T., Isoda, Y., Takase, T., Kawasumi, T., Matsuoka, K., Seto, T., Kawahara, D., Tsukamoto, A., Inoue, M. and Kirimura, T. 2008. Virtual Kyoto: 4D-GIS comprising spatial and temporal dimensions. 地学雑誌 117: 464-478. 査読有
- ⑰ 貞広幸雄 2008. 同一地域に存在する複数の空間分割の相互関係ー分析・可視化手法の提案とその適用ー. 都市計画論文集 43 (3): 97-102. 査読有
- ⑱ 稲坂晃義・貞広幸雄 2008. 周辺土地利用と地域イメージの相関関係の分析とその可視化. GISー理論と応用 16 (1): 69-76. 査読有
- ⑲ Ishikawa, T., Fujiwara, H., Imai, O., and Okabe, A 2008. Wayfinding with a GPS-based mobile navigation system: A comparison with maps and direct experience. Journal of Environmental Psychology 28: 74-82. 査読有
- ⑳ Nishimura, Y. and Okamoto, K. 2007. Time-Geographic Analysis on the change of Jobs in Vientiane Municipality, Laos. The Lao Agriculture and Forestry Journal, 58-66. 査読有
- Ⓜ 村越 真・小山真人 2007. 火山ハザードマップの読み取りに対するドリルマップ提示の効果. 地図 45(4) : 1-11. 査読有
- Ⓜ Arikawa, A., Tsuruoka, K., Fujita, H. and Ome, A. 2007. Place-tagged Podcasts with Synchronized Maps on Mobile Media Players. Cartography and Geographic Information Science 34: 293-303. 査読有
- [学会発表] (計 13 件)
- ① Yano, K.: The evolution of Virtual Kyoto. AHRC/BT Digital Heritage Project: Landscapes, memories and cultural practices: a GIS/GPS mapping network. Conference Centre, Lancaster House Hotel, Lancaster University, Lancaster, United Kingdom. 2010年2月.
- ② Tsuruoka, K. and Arikawa, M.: A User Environment for Syndicating and Aggregating Map-Integrated Audio Tours: maPodWalk Caster. International Cartography Conference 2009, Santiago, Chile. 2009年11月.
- ③ 若林芳樹・永見洋太・伊藤修一: 東京におけるタクシー運転手の地理空間情報利用と空間認知. 第18回地理情報システム学会学術研究発表大会 朱鷺メッセ(新潟市) 2009年10月.
- ④ Sadahiro, Y.: Analysis of the relation among point distributions on a discrete space. The 16th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography, Maynooth, Ireland, 2009年9月.
- ⑤ Yano, K.: Virtual Kyoto: Historical Virtual Geographic Environment. 14th International Conference of Historical Geographers, Kyoto University, Kyoto, Japan. 2009年8月.
- ⑥ Arikawa, M., Kida, T.: Mobile Real-Time Animated Maps for Moving Trains: Mobile JaPOPO. 3rd International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering, Qingdao, China. 2009年6月.
- ⑦ Sadahiro, Y.: Analysis of the Relations among Spatial Tessellations, The 105th Annual Meeting of the Association of American Geographers, Las Vegas, NV, 2009年3月.
- ⑧ 若林芳樹: カーナビの地図利用とその男女差に関する一考察. 第17回地理情報システム学会学術研究発表大会 東京大学(東京都) 2008年10月.
- ⑨ 若林芳樹: インターネット検索サイトの地図利用とその評価. 日本国際地図学会平成20年度定期大会 国土地理院(つくば市) 2008年8月.
- ⑩ 若林芳樹・鈴木晃志郎: 日本と英語圏の旅行案内書からみた東京の観光空間の可視化と解析. 日本地球惑星科学連合2008年大会 幕張メッセ(千葉市) 2008年5月.
- ⑪ 若林芳樹: 空間認知の視点からみた学生の世界地理認識に関する一考察. 2007年度日本地理学会秋季学術大会 熊本大学(熊本市) 2007年10月.
- ⑫ 若林芳樹: 地図のリテラシーと主題図の読図ー日本の女性地図帳の読み方ー. 日本国際地図学会第41回地方大会 富山大

学（富山市）2007年10月.

- ⑬ Wakabayashi, Y.: Gender-related differences in the map use of in-vehicle navigation systems. 23rd International Cartographic Conference モスクワ（ロシア）2007年8月.

〔図書〕（計3件）

- ① 村越 真・若林芳樹編著 2008. 『GISと空間認知—進化する地図の科学—』. 古今書院.
② 村越 真・宮内佐季子 2008. 『山岳地図の読み方・使い方』エイ出版.
③ 村越 真・宮内佐季子 2007. 『最新読図ワークブック』山と溪谷社.

6. 研究組織

(1)研究代表者

若林 芳樹 (WAKABAYASHI YOSHIKI)
首都大学東京・都市環境科学研究科・教授
研究者番号：70191723

(2)研究分担者

森田 喬 (MORITA TAKASHI)

法政大学・工学研究科・教授

研究者番号：60267325

岡本 耕平 (OKAMOTO KOHEI)

名古屋大学・環境科学研究科・教授

研究者番号：90201988

村越 真 (MURAKOSHI SHIN)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：30210032

矢野 桂司 (YANO KEIJI)

立命館大学・文学部・教授

研究者番号：30210305

有川 正俊 (ARIKAWA MASATOHI)

東京大学・空間情報科学研究センター・
准教授

研究者番号：30202758

貞広 幸雄 (SADAHIRO YUKIO)

東京大学・工学系研究科・准教授

研究者番号：10240722

石川 徹 (ISHIKAWA TORU)

東京大学・情報学環・准教授

研究者番号：70436583

武田 祐子 (TAKEDA YUKO)

首都大学東京・都市環境科学研究科・
助教

研究者番号：30343396

(3)連携研究者

なし