

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12454

研究課題名(和文) デジタル地理空間情報時代の空間リテラシー

研究課題名(英文) Spatial Literacy in the Age of Digital Geospatial Information

研究代表者

石川 徹 (Ishikawa, Toru)

東京大学・大学院情報学環・教授

研究者番号：70436583

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：最近の情報通信技術の発展と地理空間情報の整備に伴い、現在では、各種の位置情報サービスが日常的に利用される状況となっている。これら最新のシステムについては、その革新性・利便性が注目されると同時に、利用者の空間認知・行動に与える影響についても、「空間的思考」という観点から学問的・応用的な関心を集めている。そのような関心を背景に、本研究は、ナビゲーションシステムの日常的利用が利用者の空間認知行動に与える中長期的な影響について、利用状況や空間能力との関係を考慮に入れ、実空間での経路探索実験にもとづき、実証的に調べた。

研究成果の概要(英文)：Our society has become increasingly spatially enabled, where geospatial technologies and georeferenced data infrastructures allow us to access a vast amount and variety of information whenever we need it, at any place, at any time. Such a spatially enabled society, however, poses potential problems for our cognition and behavior in the environment. In particular, some concerns have been raised about geospatial awareness in the age of satellite navigation. Although these concerns are legitimate, they await empirical examination--existing studies examined short-term or momentary effects of the use of navigation systems, but not long-term effects. Thus, this research examined the relationship between accumulated experience of using different types of navigation tools and spatial learning in a large-scale space, through a correlational study of spatial aptitudes and use of navigation tools and a behavioral experiment of wayfinding and spatial orientation with different navigation tools.

研究分野：認知行動地理学

キーワード：地理学 地理情報システム 地理情報科学 認知行動地理学 空間認知・心理・行動

## 1. 研究開始当初の背景

最近の情報通信技術の発展により、コンピュータチップの小型化、インターネット環境の遍在化が進み、デジタル情報はわれわれの日常でごく身近なものとなった。さらにここ数年はこのような情報空間が実際の地理・都市空間に展開し、「空間情報」、「地理情報」は生活に不可欠なものとなっている。カーナビやスマートフォンによる歩行者ナビ、デジタル地図はその代表的な例であり、地理情報システムも行政・民間において活用が進んでいる。

また地理空間情報の取得・利用・分析・表現に関わる根本的な諸問題を扱う学問分野として登場した「地理情報科学」も誕生から20年が過ぎ、さらなる発展期に入った (Goodchild 1992, 2010)。この地理情報科学において、近年重要視されているのが「空間的思考」の問題である (National Research Council 2006)。その重要性は、科学・技術分野の学習に重要な役割を果たすことに表れており (Newcombe 2010) とくに地理学では、広いスケールに渡る高度な空間的思考が必要とされる (Kastens and Ishikawa 2006)。

一方、社会的な背景に目を転じてみると、上記のような最近の情報通信技術の発展と地理空間情報の整備に伴い、現在では、各種の位置情報サービスが日常的に利用される状況となっている。これら最新のシステムについては、その革新性・利便性が注目されると同時に、利用者の空間認知・行動に与える影響についても学問的・応用的な関心が集まっている。

とくに、衛星測位等の技術を用いたナビゲーションシステムの日常的な利用が利用者の空間能力に与える影響 (衛星測位ナビゲーションが地理空間的思考および方向感覚に与える中長期的影響) に対する懸念が種々の場面で議論されている。実際、過去の研究では、衛星測位ナビゲーションの利用の短期的な影響が示されている。たとえば、ナビゲーションシステムの利用者は、端末画面に示されたルートや音声案内の指示に従うだけで能動的に経路探索をおこなわないという受動性が指摘されており、紙地図の利用者にくらべて空間知識の獲得の程度が劣るといった結果が報告されている (Bakdash et al. 2008; Gaunet et al. 2001; Péruch et al. 1995)。

このような結果を受け、デジタル地理情報時代の空間リテラシーについて、地理関連学会等からその低下を懸念する声も出ている。Frean (2006) はナビゲーションシステムの利用が地理空間リテラシーに負の影響を与えることを危惧しており、Axon (2012) はナビゲーションシステムと紙地図の認識の相違を指摘し、今後の経路探索行動が変化する可能性を指摘している。このようないわば「方向感覚の退化」の可能性は、社会的にも注目をひいており、科学雑誌等においても

"Smartphones and the Uncertain Future of 'Spatial Thinking'" (CityLab 2014)、"Uncharted Territory: Where Digital Maps Are Leading Us" (New Scientist 2013)、"Don't Throw Away Your Paper Maps Just Yet" (Miller-McCune 2010) などのタイトルで特集記事が組まれる状況になっている。

これらの学術的および社会的な関心の高まりの一方で、ナビゲーションシステムが利用者の空間認知および行動に与える影響については、さらに詳細な研究が必要とされる。とくに、既存の研究は、特定のナビゲーションシステムを数分から数十分程度使った場合の空間把握に対する影響という短期的な分析にとどまっており、より長いスパンでの中長期的な影響の考察はなされていない。

## 2. 研究の目的

上記のような学問的・社会的背景のもと、本研究は以下の二点の解明を目指す。

(1) ナビゲーションシステムの利用が利用者の空間認知行動にどのような中長期的な影響を与えるかについて、利用状況や他の属性に関連させて多くの回答者の空間把握能力および特性を分析する質問調査をおこない、回答結果の横断的な分析をおこなう。

(2) 上記(1)の結果をさらに詳細に分析するため、同調査の回答者から、年齢およびナビゲーションシステムの利用歴が広くばらついたサンプルを構成するためのさらなる回答者を抽出し、対面・実空間での行動実験をおこない、地図および歩行者用ナビゲーションシステムを用いた実空間での空間把握の違いを調べる。

本研究は、昨今、さまざまな分野で重要性が認識されている空間的思考の問題に関連して、最新の位置情報システムの利用と空間認知・行動の関係を中長期的な影響という視点から調べる点に特色があり、ナビゲーションシステム利用歴を含め、年齢、性別、方向感覚、空間能力など属性が多岐に渡る回答者を募り、いわばデジタル地理空間情報時代の地理空間能力を横断的および行動実験的に分析するところに独創性を有する。本研究で得られる結果は、年齢や空間能力の影響を制御したうえで、ナビゲーションシステムの利用が空間把握を阻害する理由が一時的なものなのか、より中長期的なものなのかを明らかにする実証データを与える点に意義がある。

## 3. 研究の方法

(1) 初年度は、ナビゲーションシステムの利用歴と空間能力および空間把握特性との関係を、広範囲の回答者を対象とした質問調査により、大規模かつ詳細に調べた。

空間能力に影響を与える変数に関しては、加齢に伴う空間能力の低下 (Allen et al. 2001;

Kirasic 2001) や性別による空間能力の差 (Linn and Petersen 1985; Voyer et al. 1995) が報告されている。また地理的スケールでの空間行動については、心的回転テストや視点取得能力テストなどで測られる基本的な空間能力とともに、「方向感覚」と呼ばれる能力が関係していることがわかっている (Hegarty et al. 2006)。さらに空間把握の特性として、周辺空間の場所相互の位置関係を 2 次元的にとらえるか、個々の場所とそれを結ぶルートを 1 次元的にとらえるかという違いが指摘されている (Pazzaglia and De Beni 2001)。これらの特性については、測定のための質問用紙が開発されており、本研究においてもそれらを利用した。

ナビゲーションシステムの利用歴については、利用期間、頻度、目的、地図利用に与える影響などを尋ねた例があり (Axon et al. 2012)、本研究では、これを参考にしながら、さらなる質問項目を加えた質問紙を作成し、多くの回答者からできるだけ詳細にナビゲーションシステムの利用状況に関する情報を得られるよう配慮した。

標本数については、上記の各属性に十分な多様性をもった回答者を得ることを考慮し、20 歳代から 60 歳代まで合計 249 人の参加者を募り、調査をおこなった。

(2) 次年度は、前年度の横断的調査で得られた結果をさらに詳細に分析するため、同調査の回答者から、年齢およびナビゲーションシステムの利用歴が異なる回答者を抽出し、対面・実空間での行動実験をおこない、実空間での経路探索および空間把握の違いを調べた。

標本数については、20 歳代から 60 歳代まで合計 74 人の参加者に、現地での行動実験に協力してもらった。

具体的な実験内容としては、参加者にこれまで訪れたことのない場所に行ってもらい、地図または歩行者用ナビゲーションシステムを利用して 2 組のルート (スタート地点からゴール地点まで) を歩いてもらった。それぞれのルートでゴール地点にたどり着いた際に、ゴール地点からルート上の主要な 2 つのランドマークまでの方向を推定してもらった。これらの空間的作業への回答にもとづき、経路探索の効率性と周辺環境の 2 次元的な把握の正確さを調べた。

分析としては、空間属性などの指標との関係を示した理論モデルを複数構築し、その妥当性を共分散構造分析により検証した。

#### 4. 研究成果

初年度の大規模な質問調査から、回答者の空間属性 (方向感覚、空間把握特性、空間能力) と各種ナビゲーションシステムの利用状況の関係が明らかになった。

方向感覚と空間能力の間には正の相関が

みられ、両者は共通の部分があるものの、同一の能力ではなく、前者の方が大規模空間における空間学習および位置把握により強い関係があることが示された。同様に、方向感覚と空間把握特性の間にも相関がみられ、方向感覚の高い人は周辺環境を面的にとらえる傾向が高く、方向感覚の低い人は周辺環境を個々のランドマークやルートおよび自己中心座標にもとづいてとらえる傾向が高くなっていた。

空間属性とナビゲーションシステム利用の関係としては、歩行者ナビゲーションシステムを頻繁に利用している人ほど方向感覚が低い傾向がみられた。他方、地図の利用歴が長い人は、方向感覚が高く、周辺環境を面的に把握する傾向が高かった。このことより、空間属性によって、日ごろ利用することの多いナビゲーションツールが異なることがわかった。

続く現地での行動実験からは、カーナビゲーションシステムのこれまでの利用歴が経路探索の効率性と空間把握の正確さに負の影響を与えることが示された。具体的には、カーナビゲーションシステムの利用経験が多い人ほど、地図を用いた経路探索の効率性が低く、地図および歩行者ナビゲーションシステムを用いた歩行での周辺環境の 2 次元的な把握の正確さに劣ることがわかった。

経路探索および空間把握は空間属性によっても影響を受け、空間能力の高い人は経路探索の効率性が高く、また、方向感覚の高い人は空間把握の正確さが高くなっていた。そのうえで注目には値するのは、空間能力および方向感覚の影響の大きさ (パス係数 0.19~0.29) と比較して、カーナビゲーションシステムのこれまでの利用歴の影響の大きさ (パス係数 0.32~0.42) の方が大きい点である。このことから、カーナビゲーションシステムの利用が利用者の空間学習・空間把握に中長期的な負の影響を与え、その影響は空間属性による影響とは独立であり、かつ、より大きいことが示された。

本研究の結果は、これまでの研究で得られていたナビゲーションシステム利用の短期的影響とは別の視点から、利用経験の中長期的な影響があることを実証的に明らかにし、今後のデジタル地理空間情報時代の空間リテラシーを考える際の基礎的データの一つになると考えられる。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石川 徹 (ISHIKAWA, Toru)

東京大学・大学院情報学環・教授

研究者番号：70436583

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし