

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2014

課題番号：21240075

研究課題名(和文) 地理情報科学標準カリキュラムに基づく地理空間的思考の教育方法・教材開発研究

研究課題名(英文) The Research on Geographic Information Science Education and Spatial Thinking

研究代表者

浅見 泰司 (Asami, Yasushi)

東京大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：10192949

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,700,000円

研究成果の概要(和文)：「地理情報科学標準カリキュラム」に基づいた教育内容の検討および教材開発、そして地理情報科学教育の基礎として必要な地理空間的思考の教育方法および教材開発の研究を行った。「地理情報科学の知識体系」、それに基づくe-learning教材の作成、教科書「地理情報科学：GISスタンダード」の刊行、空間的思考能力を測るテストおよび教材の開発、GISのソースコードを書くことでシステムとしてのGISを体験から理解するためのツールキット「gittok」の開発、初等中等教育用の教材としてワークショップの実施および六義園のガイドブック作成、国際会議「空間的思考と地理情報科学」の実施を行った。

研究成果の概要(英文)：Based on “Curriculum standard for geographic information science”, the following teaching materials and methods for developing spatial thinking ability are developed: Publication of “Geographic Information Science Body of knowledge”; Development of e-learning materials; Publication of a text book “Geographic Information Science: GIS standard”; Development of materials to test spatial thinking ability; Development of a tool kit “gittok” for Geographic Information Technology education to enable education in source codes for GIS, Implementation of workshops for primary and secondary school students to develop spatial thinking ability, Publication of a guidebook for Rikugien, a Japanese garden in Tokyo, Holding an international conference for “International Conference: Spatial Thinking and Geographic Information Science (STGIS2011)”.

研究分野：都市工学

キーワード：地理 カリキュラム 教材 空間思考能力 e-learning 教科書

## 1. 研究開始当初の背景

国際科学誌 Nature では、将来の3大科学技術として、地理情報科学技術を挙げ、地理情報科学技術が国の産業発展に大きな影響を与えると予想している。しかし、我が国の地理情報科学技術は、欧米先進国に比べ大きく出遅れており、地理情報科学技術の教育を急速に進めるには、地理情報科学教育を体系的に学べる教育コンテンツとそれを適切に配した自主 learning システムの開発が、国家的な急務であった。また、日本学会会議の対外報告「現代的課題を切り拓く地理教育」(2007)においても指摘されているように、現在の地理教育自体が弱体化してきており、大学生の基礎知識の低下が見られている。現代的な課題を解決していく上では、地理空間的思考能力の強化が不可欠であり、そのための有効な教材開発が望まれていた。

このような状況に対応すべく、科学研究費補助金基盤研究(A)「地理情報科学標準カリキュラム・コンテンツの持続協働型ウェブライブラリーの開発研究」(平成17年度～平成19年度)では、地理情報科学標準カリキュラム(以下、GISカリキュラム)およびコンテンツのwebライブラリー開発研究がなされた。ただ、このGISカリキュラムは、重要なキーワードの整理に留まり、詳細な教育内容の検討および教材開発までは至っておらず、さらに詳細なレベルでの教育内容の検討が求められていた。

## 2. 研究の目的

本研究は、将来の三大科学技術として考えられている地理情報科学技術を日本で押し進め、さらにこれまで開発したGISカリキュラムに基づいた教育を、高等教育をはじめとする教育現場で展開するために、地理情報科学教育を体系的に学べる「地理情報科学標準カリキュラム」に基づいた教育内容の検討および教材開発、そして地理情報科学教育の基礎として必要な地理空間的思考の教育方法および教材開発の研究を行った。

## 3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、(1)「地理情報科学の知識体系(BoK)」の作成、(2)BoKに基づくE-learning教材および高等教育向け教科書の作成、(3)空間的思考の体系化に関する研究、(4)地理情報技術(GIT)向けの教材作成、(5)初等中等教育向けの空間的思考教材の作成、(6)研究成果の共有のための幅広いアウトリーチ活動の実施を行った。

## 4. 研究成果

(1)「地理情報科学の知識体系(BoK)」の作成  
本研究の基本となるGISカリキュラムをさらに詳細なものにすることを目的とし、「地理情報科学の知識体系(GISc Body of Knowledge、以下BoK)」の作成を行った。このBoKは、GISカリキュラムで取り上げ

られたキーワードの内容をより具体的に解説したものであり、特に高等教育における地理情報科学教育に必要な項目が簡潔に網羅されたものとなった。また、GISカリキュラムには含まれていなかった空間的思考に関する項目を新たに追加して、再構成した。

BoKの執筆にあたっては、本研究プロジェクトのメンバーで執筆を行い、相互レビューを実施した。完成したBoKは、プロジェクトのサイトにおいて公開し、現在も最新版の自由にダウンロードが可能である。

このBoKは、2010年6月に発表後、2010年10月、2011年3月および2012年6月の3回にわたり修正および改訂を行い、内容をさらに充実させた。

またこのBoKは、PDFの形式での提供だけでなく、Wikiでの公開を実験的に行った。

(2)BoKに基づくE-learning教材および高等教育向け教科書の作成

韓国におけるGIS教育の動向調査を行った

さらに、このBoKの幅広い活用を目指し、より内容を分かりやすく解説し、大学の講義等で、誰もが使えるスライド集を作成した。これらのスライドは、BoKの内容をほぼ網羅した、大学の授業でも使える品質を目指して作成され、メンバーによる相互評価を経て、2012年3月より「地理情報科学教育用スライド」としてウェブサイト上で無償公開を開始した。

さらに、BoKを基にしながら、内容に高等教育向けの教科書の作成を行った。執筆にあたっては、本研究プロジェクトのメンバーに加え、他の専門家にも協力を広く呼びかけた。そして、2015年3月に地理情報科学の理解の基本となる30章から構成される教科書「地理情報科学:GISスタンダード」(浅見泰司・矢野桂司・貞広幸雄・湯田ミノリ編、古今書院)として刊行された。

(3)空間的思考の体系化に関する研究

まず、空間的思考と関連する概念を整理した上で、日米で作成されたBoKとの関係を検討した。その結果、BoKの項目の多くは空間的思考を構成する3要素(空間的概念、空間的表現、空間的推論)のいずれかと関連性があることなどが明らかになった。

また、空間的思考の基礎となる空間的能力の構成要素を吟味するとともに大学入試センター試験問題で空間的思考を要求する課題と、基礎的な空間能力、大規模空間の認知、質問紙による自己評価との関連を検討する実験を行った。これをもとに、教科に関連する空間的思考の認知的な構造を考察するとともに、非空間的思考との関連についても検討した。

地理情報科学における空間的思考と、基本的な空間能力との関係について、両者を測定するテストに対する地理情報科学関連の学生と研究者の成績に基づいて、実証的に明ら

かにした。

空間的思考能力を測るテストおよび教材の開発を行い、実際に高等学校で実際に活用した。またそれら教材作成の成果については、学会等で発表を行った。

#### (4)地理情報技術(GIT)向けの教材作成

地理情報システム(GIS)を開発、改良、利用および評価を行う人材の育成のために、演習教材の開発、フィジカルコンピューティングを用いるなど新たな GIS のインターフェースの開発、地理情報処理に関する最新動向の調査など、現代社会に合った GIT 教育の内容を検討した。

GIT 教育では、GIS の基本的な構成を理解し、その設計及び開発の体験は必須である。そこで、GIS のソースコードを書くことで、システムとしての GIS を体験から理解するための独自のツールキット「gittok」を作成した。すでに中央大学において大学生がこのツールキットを用いて学習をし、その効果とフィードバックを得て、さらに海外での学会でも gittok の開発の進捗と紹介をし、フィードバックを得て、改良を行い、完成度を高めた。このプログラムは、日本語だけでなく英語でも公開できるよう、開発を進めた。

#### (5)初等中等教育向けの空間的思考教材の作成

初等中等教育における GIS 教育の動向の調査を行うとともに、空間的思考を養うツールの開発の検討を行った。

ブラウザ上で操作可能な小学生向けの日本地図パズルを作成し、滋賀県草津市の小学 4 年生を対象に、実証実験を行い、パズルを解答する様子の変化から、地図上で、都道府県の形、地名と日本列島での位置を合わせて思考する変化が明らかになった。

さらに、東京大学工学部の大学生、大学院生とともに、高校生を対象とした空間的思考を伸ばすためのワークショップを開発した。東日本大震災後であったこともあり、震災と地図を理解すること、またテキストに書かれた位置情報と現実世界を一致させることなどを体験するワークショップとなった。

また東京都文京区にある六義園と連携し、空間的思考を伸ばすために工夫された小学生向けの庭園ガイドブックを作成およびそれを使ったガイドツアーを東京大学工学部の学部生・大学院生とともに開発した。ガイドブックは「六義園てくてくマップ～日本の庭と自然にふれよう～」 「わかる！和歌る！六義園！」の二編作成され、庭園の自然にふれながら地図上で自己同定できることや、和歌に含まれる位置情報と庭園に反映されている景色を合わせて考える内容となった。ガイドブックは、六義園で現在でも訪問者に配布されている。

#### (6)研究成果の共有のための幅広いアウトリ

#### ーチ活動

本研究では、国内外での研究成果の発信、研究者との研究成果の共有、教育現場への成果の還元にも力を入れた。

2010 年には、本研究の取り組みの周知とこれまでの進捗を広く伝えるため、2010 年 9 月に横浜で行われた G 空間 EXPO においてパネルディスカッション、また 10 月には GIS 学会において特別セッションを開催した。

空間的思考と地理情報科学に関する最新の研究成果や研究動向を国内外の人々に知ってもらうために、2011 年 4 月にはアメリカ地理学会(AAG)において「International Research on Spatial Thinking: Implications for Education and Professional Development」と題したパネルディスカッションを、このプロジェクトのメンバーとシンガポール、オーストラリア、アメリカの研究者で実施した。

また、この研究プロジェクト主催の国際会議「空間的思考と地理情報科学」(STGIS2011)を東京大学駒場リサーチキャンパスにおいて、2011 年 9 月開催した。これは空間的思考と地理情報科学に特化した国際会議としては、世界最初のものであり、さらに東日本大震災で地理情報科学分野が果たした役割などの特別発表や展示を行った。その結果、3 日間で 30 か国、延べ 700 人の参加者があった。

中等教育向けの活動としては、「ひらめきときめきサイエンス」の一環として、2012 年 7 月 22 日に高校 1 年生 42 名を対象にした「データと地図で街を救おう - 何が起きているのか？ 私たちにはなにができるか！」を東京大学本郷キャンパスで開催した。空間的思考を伸ばすことを目的とし、災害という設定で地理情報と地図を合わせて考えるワークショップを実施した。

初等教育向けには、空間的思考を伸ばす基礎的な経験ができ、かつ庭園を楽しみながら回れる小学生向けガイドブックを活用した小学生を対象としたガイドツアーを 2013 年 2 月 24 日に実施した。都内を中心に、小学 1 年生から 6 年生まで 20 人が参加した。

これら初等中等教育向けの教材・ワークショップの開発および実践は、先述のとおり、学部生・大学院生が行ったことで、高等教育における空間的思考に関する理解を深める教育活動にもつながった。

これまでのプロジェクトの成果を一般にも周知するために、2014 年 3 月 29 日に公開シンポジウムを行った。これまでの研究成果を報告するとともに、gittok の使い方ワークショップ、空間的思考や GIS について、会場の参加者も交えながらディスカッションを行った。

## 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 44 件)

Murayama, Y. 2013. Development of GIS Studies in Japan, Geographical Review of Japan Series B. 査読有, 86, 75-81.

Wakabayashi, Y. 2013. Role of geographic knowledge and spatial abilities in map reading process: implications for geospatial thinking. Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 査読無, 48, 37-46.

浅見泰司. 2013. ビッグデータと地理空間情報, 都市計画, 査読無, 62(6), 10-13.

Ishikawa, T. 2012. Geospatial thinking and spatial ability: An empirical examination of knowledge and reasoning in geographical science. The Professional Geographer, 査読有, 65(4), 636-646.

DOI:10.1080/00330124.2012.724350.

Kawabata, M., Thapa, R. B., Oguchi, T. and Tsou, M.-H. 2011. Multidisciplinary cooperation in GIS education: a case study of US colleges and universities, Journal of Geography in Higher Education, 査読有, 34-4, 493-509.

Wakabayashi, Y., & Ishikawa, T. 2011. Spatial thinking in geographic information science: A review of past studies and prospects for the future. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 査読有, 21, 304-313.

DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.07.031.

Yuda, M. 2011. Effectiveness of Digital Educational Materials for Developing Spatial Thinking of Elementary School Students. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 査読有, 21, 116-119.

DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.07.045

村越 真. 2010. ナヴィゲーションの地図読み. 地理, 査読無, 55, 10-22.

Ishikawa, T., Murasawa, K. and Okabe, A. 2009. Wayfinding and art viewing by users of a mobile system and a guidebook, Journal of Location Based Services, 査読有, 3-4, 277-293.

〔学会発表〕(計 55 件)

Lee, S., Oguchi, T. and Kawabata, M. GIS education in Korea. IGU 2013 Kyoto Regional Conference, 2013 年 8 月 8 日, 国立京都国際会館(京都府京都市)

Wakabayashi, Y. Measurement of geospatial thinking abilities and the factors affecting them. IGU 2013 Kyoto Regional Conference, 2013 年 8 月 6 日, 国立京都国際会館(京都府京都市)

市)

Ota, M. Software Tool Development for Higher Education on Geospatial Technology. 8th European GIS Education Seminar, 2012 年 9 月 8 日, Leuven, Belgium

Yuda, M. Effectiveness of Digital Educational Materials for Developing Spatial Thinking of Elementary School Students. International Conference: Spatial Thinking and Geographic Information Sciences (STGIS2011), 2011 年 9 月 15 日, 東京大学駒場キャンパス(東京都目黒区)

Ishikawa, T. Spatial Abilities in Geospatial Science. 2011 AAG Annual Meeting, Seattle, 2011 年 4 月 12 日, Seattle, Washington, USA

Murakoshi, S. Processes and characteristics of spatial thinking in the context of spatial problem solving. 2011 AAG Annual Meeting, Seattle, 2011 年 4 月 12 日, Seattle, Washington, USA

浅見 泰司 地理情報科学標準カリキュラムに基づく地理空間的思考の教育方法・教材. 第 19 回地理情報システム学会学術研究発表大会, 2010 年 10 月 24 日, 立命館大学(京都府京都市)

貞広 幸雄 地理情報科学 Body of Knowledge (BoK)の策定. 第 19 回地理情報システム学会学術研究発表大会, 2010 年 10 月 24 日, 立命館大学(京都府京都市)

矢野桂司 地理情報科学標準カリキュラムに基づく教科書の作成. 第 19 回地理情報システム学会学術研究発表大会, 2010 年 10 月 24 日, 立命館大学(京都府京都市)

浅見 泰司・小口 高・伊藤 悟 GIS 教育の新たな展開: 大学教育と社会人教育. G 空間 EXPO 2010, 2010 年 9 月 20 日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

〔図書〕(計 10 件)

浅見泰司・矢野桂司・貞広幸雄・湯田ミノリ編 2015. 『地理情報科学: GIS スタンダード』古今書院, 212.

〔その他〕

ホームページ等

「地理空間的思考の教育研究プロジェクト」

<http://curricula.csis.u-tokyo.ac.jp>

「地理情報科学教育用スライド」

<http://curricula.csis.u-tokyo.ac.jp/slide/index.html>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅見 泰司 (ASAMI, Yasushi)

東京大学・工学研究科・教授

研究者番号：10192949  
(2)研究分担者  
小口 高 (OGUCHI, Takashi)  
東京大学・空間情報科学研究センター・教授  
研究者番号：80221852  
(3)連携研究者  
有川 正俊(ARIKAWA Masatoshi)  
東京大学・空間情報科学研究センター・教授  
研究者番号：30202758  
石川 徹(ISHIKAWA, Toru)  
東京大学・情報学環・准教授  
研究者番号：70436583  
伊藤 悟(ITO, Satoru)  
金沢大学・人間科学系・教授  
研究者番号：20176332  
今井 修(IMAI, Osamu)  
東京大学・空間情報科学研究センター・客員研究員  
研究者番号：80401305  
岡部 篤行(OKABE, Atsuyuki)  
青山学院大学・総合文化政策学部・教授  
研究者番号：10114050  
岡本 耕平(OKAMOTO, Kohei)  
名古屋大学・環境学研究科・教授  
研究者番号：90201988  
奥貫 圭一(OKUNUKI, Keiichi)  
名古屋大学・環境学研究科・准教授  
研究者番号：90272369  
河端 瑞貴(KAWABATA, Mizuki)  
慶應義塾大学・経済学部・教授  
研究者番号：60375425  
久保田 光一(KUBOTA, Koichi)  
中央大学・理工学部・教授  
研究者番号：90178046  
高阪 宏行(KOHSAKA, Hiroyuki)  
日本大学・文理学部・教授  
研究者番号：60092516  
貞広 幸雄 (SADAHIRO, Yukio)  
東京大学・空間情報科学研究センター・教授  
研究者番号：10240722  
佐藤 英人 (SATO, Hideto)  
高崎経済大学・地域政策学部・准教授  
研究者番号：00396798  
鈴木 厚志(SUZUKI, Atsushi)  
立正大学・地球環境科学部・教授  
研究者番号：60187705  
高橋 信人(TAKAHASHI, Nobuto)  
宮城大学・食産業学部・助教  
研究者番号：90422328  
藤田 秀之(FUJITA, Hideyuki)  
電気通信大学・情報システム学研究科・助教  
研究者番号：90431840  
古橋 大地(FURUHASHI, Taichi)  
東京大学・空間情報科学研究センター・研究員  
研究者番号：90401306

村越真 (MURAKOSHI, Shin)  
静岡大学・教育学部・教授  
研究者番号：30210032  
村山 祐司(MURAYAMA, Yuji)  
筑波大学・生命環境科学研究科・教授  
研究者番号：30182140  
森田 喬(MORITA, Takashi)  
法政大学・デザイン工学部・教授  
研究者番号：60267325  
矢野 桂司(YANO, Keiji)  
立命館大学・文学部・教授  
研究者番号：30210305  
湯田 ミノリ(YUDA, Minori)  
東京大学・人文社会系研究科・特任研究員  
研究者番号：60625531  
米澤 千夏(YONEZAWA, Chinatsu)  
東北大学・農学研究科・准教授  
研究者番号：60404844  
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  
(4)研究協力者  
李 召熙 (Lee, Sohee)  
韓国・国立災難安全研究院  
研究者番号：80572974  
太田守重 (OTA, Morishige)  
国際航業株式会社  
黒川史子 (KUROKAWA, Chikako)  
国際航業株式会社