解説記事

GISの標準コアカリキュラムと知識体系を踏まえた 実習用オープン教材の開発と評価

Development and Evaluation of Open-Access e-Learning Materials for GIS Education Based on
the Existing Core Curriculum and Body of Knowledge

山内 啓之・小口 高・早川 裕弐・瀬戸 寿一

YAMAUCHI Hiroyuki, OGUCHI Takashi, HAYAKAWA Yuichi S. and SETO Toshikazu

(2019年4月9日受付 2019年5月27日受理)

筆者らは、大学の学部や大学院のGISの実習授業を充実させるための教材を開発し、オープンな活用ができるコンテンツとして広く公開するためのプロジェクトを実施している。教材は、既存プロジェクトの成果である書籍『地理情報科学GISスタンダード』と対応するように構成した。GISを用いたデータの処理には、フリーかつオープンソースのソフトウェアを利用した。これらの教材は、GIS実習の課題や使用するソフトウェアの特性を考慮し、二次利用しやすいようにオープンライセンスのパッケージとして整備し、GitHubを用いて試験公開を行っている。本稿では、開発中の教材の設計と初期の構築の経緯をまとめ、既存のGIS教材との比較を行い、本教材の有用性について評価した結果を解説する。

We have been conducting a project on the “Development of Open-Access e-Learning Materials for GIS Education Based on the Existing Core Curriculum and the Body of Knowledge.” This project aims to develop and publish online GIS materials for GIS exercises in higher education. The materials were compiled following a textbook of GIS standards published in a past project, mainly using free software. The educational resource package of the materials is provided on the GitHub platform with an open license to enable secondary use. Here we report the process of developing the materials and discuss their advantages in comparison with existing GIS learning materials.

キーワード: GIS教育, 実習教材, オープンアクセス, フリー&オープンソースGIS (FOSS4G), GitHub
Key words: GIS education, exercise material, open access, free and open-source GIS, GitHub

I はじめに

GIS (Geographic Information Systems) の教育を通じた人材育成は、地理学の社会貢献として重要である。GISを活用できる人材を育成するためには、実際にソフトウェアを操作して地図の作成や空間解析を行う実習形式の教育が必要である。欧米では1980年代にGISが急速に発展し、地理学にも積極的に導入されたが、日本での導入は遅れた(岡部 1989)。この遅れは今日までかなり解消されたが、全国の大学の地理学教室や関連学科におけるGIS教育の量と質が十分ではないことも指摘されてきた(佐々木ほか 2008)。

このような状況を踏まえて、日本の地理学関係の研究者は、大学や大学院におけるGIS教育を充実させるために、科学研究費補助金による複数の研究プロジェ

クトを行ってきた。たとえば、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17～19年度、代表者: 岡部篤行)、基盤研究(A)「地理情報科学の教授法の確立—大学でいかに効果的にGISを教えるか—」(平成17～20年度、代表者: 村山祐司)、基盤研究(A)「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」(平成21～25年度、代表者: 浅見泰司)が挙げられる。これらのプロジェクトによって、GISのコアカリキュラムやそれを基礎とした地理情報科学の知識体系の編纂が行われ、それらを講義用教材として編集した書籍『地理情報科学GISスタンダード』(浅見ほか編2015、以下、「GISスタンダード」と記す)の出版やWEBを通じた講義用資料の公開が行われた。

上記のプロジェクトでは、講義用の教材や資料の整備が主な目的であったが、実習授業に関する検討も一部で行われた。たとえば、高橋・岡部（2008a）は、GIS実習のためのオンライン教材の開発とそれを用いた授業実践について報告した。高橋・岡部（2008b, 2010）は、開発したオンライン教材を用いて、学習者の類型化や学習効果を規定する要因を検討した。渡辺（2008）は、独学でもGISが学習できるe-learning教材を構築し、それを用いた授業実践と学習状況の調査をした。村山・駒木（2006）は、空間統計に特化した無償（フリー）のGISソフトウェアを開発し、実習利用例を紹介した。しかしながら、これらの事例はGISのコアカリキュラムと部分的に対応した実習用教材の整備にとどまっており、コアカリキュラムを網羅的に反映する教材の整備には至っていなかった。

そこで筆者らは、既存プロジェクトにおける体系的な成果である「GISスタンダード」と対応した高等教育向けのGISの実習用教材を開発するプロジェクトを進めている（科学研究費基盤研究（A）「GISの標準コアカリキュラムと知識体系を踏まえた実習用オープン教材の開発」，平成27～31年度，代表者：小口 高。以下，本プロジェクトとする）。本プロジェクトでは、近年フリーかつオープンソースのGISソフトウェアを活用した教育が、世界的に普及しつつある現状を考慮し、その流れに沿った実習用教材を整備した。また、整備した教材を用いた実習授業も行い、本教材の難易度の調査や、受講者の意見をもとに教材を改良した。本稿では、開発した教材の設計と初期の構築の経緯をまとめ、実習授業での利用結果を踏まえて、既存のGIS教材と比較し、本教材の有用性について評価した結果を解説する。

II オンライン教材の構築手法

1. 教材のシステム設計

地理学教室におけるGISの実習授業では、幅広い空間解析機能と世界的なシェアを持つ商用（有償）のソフトウェアであるESRI社のArcGISが用いられることが多かった。高橋・岡部（2008a）や渡辺（2008）も、ArcGISの使用法を解説した学習サイトの構築や授業の実践を行っている。一方で、教員養成系大学と地理

学系の学部のシラバスを分析し、GIS教育の現状をまとめた矢部・橋本（2016）は、フリーのGISソフトウェアであるMANDARAの利用率をとりあげ、有償GISのコストとフリー・ソフトウェアの活用について議論した。最近では、世界中にいるプログラム開発者が主にWEBを通じて持続的に保守管理しているオープンソースのソフトウェアを用いた教育や教材が増えつつある。たとえば、オープンソースの地理情報技術の開発や共有を行うコミュニティを支援しているOSGeo財団（The Open Source Geospatial Foundation）は、フリー&オープンソースのGISの総称であるFOSS4G（Free and Open Source Software for Geospatial）を用いて、世界中で平等に地理空間情報に関する教育や学習が可能となるような社会的な取り組み（GeoForAll）を行っている。この一環として、FOSS4G GeoAcademy Curriculum¹⁾のようなFOSS4Gの利用方法を解説したオンライン学習サイトも運営されている。国内でもOSGeo財団日本支部が中心となり、FOSS4Gの利用方法を日本語で解説したマニュアルや資料を整備している²⁾。また、大野ほか（2006）や岩崎ほか（2014）は、学習管理機能を有するGISのオンライン学習サイトを構築した。

以上の動向を踏まえて、本プロジェクトでは、FOSS4GのGISソフトウェアを積極的に活用して教材を構成することにした。中でも国内で多くの利用例（たとえば青山 2016, 薄井ほか 2017）や資料があり、多様なプラグインが利用できるQGISを主に利用した。QGISは、有償のGISと比べてバージョン更新の頻度が高いため、本教材では1年間のバグ更新が保証された長期リリースバージョン2.8を採用した。ただしQGISのみでは実習が難しい場合もあるため、GRASS GIS, PostGIS, SAGA GIS等のフリー&オープンソースソフトウェアや、オープンソースではないがフリーで利用できるSAM（Spatial Analysis in Macroecology）等のソフトウェアも適宜利用した。本プロジェクトでは、文系理系を問わないGISの実習用教材を提供するために、プログラミングの知識が必要なソフトウェアの使用は最小限とし、マウスの操作で扱える内容を優先した。ソフトウェアと同様に実習に使用したデータも、基盤地図情報や国土数値情報のように無償で利用できるものを用いた。また、地方公共団体

のオープンデータのように、ライセンス上再配布や改変が可能なものは、実習用データに加工して提供した。

最近の高等教育におけるオープンエデュケーションでは、MOOC (Massive Open Online Course) のような講義を撮影した動画を主体とするオンライン教材の開発と提供が積極的に行われている。一方、本プロジェクトで開発した教材は実習授業での活用を想定しているため、多様な環境や学習対象に応じて教材の改変や補足が容易にできるように、電子テキストとして設計した。教材はHTMLに変換可能なテキストファイルをいくつかの記号を組み合わせることで簡易的に記述するMarkdownの形式で構築した。GISの基本操作はマウスを用いたものが多いため、操作を解説した図を多用して直観的に理解できる教材となるように工夫した。

GISの実習では、ソフトウェアの活用法だけでなく、地理情報科学の理論や空間データの構造も理解する必要がある。一方で、これらを実習の内容と併記すると、教材が複雑化して利用者の混乱や学習意欲の低下に繋がる恐れがある。また、教材が複雑化すると、ソフトウェアやプラグインのバージョン更新に伴う教材の変更に要する負担も大きくなると予想された。そこで、既存のプロジェクトで整備されたGISやデータ処理の概念に関する教材を参照できるようにリンクづけし、本教材内での解説はソフトウェアの操作に関わるものを主体とした。また、ベクタデータとラスターデータの違いのような初学者が躓きやすいGIS特有の学習項目については、わかりやすく丁寧な解説を試み、必要に応じて概念図を挿入した。さらに、学習を補助するための用語集やエラー集も作成し、効率的な学習ができるように工夫した。

上記したコアカリキュラムに対応した教材の内容を補足するような副教材も整備した。具体的には、野外調査によって空間データを取得するための機材の活用法を解説した教材や、インターネットで空間データを公開する手法を解説した教材を整備した。

このようにして整備した教材群は、Node.js³⁾ で使用できるGitBookライブラリを用いて視認性を高めることを目的に、電子書籍のようなスタイルで閲覧できるようにした(図1)。また、プロジェクトの概要や教材のソースコードを参照できるページも作成した。以

図1 教材のインターフェース

Fig. 1 Interface of the materials
(<https://gis-oer.github.io/gitbook/book/>)

上で述べたコンテンツを、GIS Open Educational Resources (GIS-OER) としてパッケージ化し、利用者の用途に適した提供手法とライセンスに関する検討を行った後に試験公開した。

2. 教材の提供手法

国外では、マサチューセッツ工科大学によるMIT Open Course WareのGeographic Information System (GIS) Tutorial⁴⁾ や、ノースカロライナ州立大学によるNCSU GeoForAll lab⁵⁾ のように、幅広い利活用を想定して教材と閲覧のための設計ファイルをまとめたパッケージをオープンなライセンスで提供する事例がある。本教材でも教材のパッケージ化とオープンライセンスの適用を行った。パッケージを運用するプラットフォームにはGitHubを採用した。GitHubは、ソースコードのバージョン管理システムのGitを用いたWEBサービスであり、ソフトウェアの開発チームやその支援者が協力してコンテンツの整備を行うための機能を持つ。たとえば、GitHubにおけるコミュニケーションツールであるIssues機能、改善案を送信するPull Request機能、コンテンツ制作のためのタスク管理ができるProjects機能、リポジトリの複製ができるForkおよびClone機能、コンテンツを静的なWEBページにホスティングするGitHub Pagesがある。GitHubでは、ファイルの保管場所であるリポジトリをWEB上に作成できる。本プロジェクトでは、開発したコンテンツを用途ごとにリポジトリに格納した。たとえば、教材の補足や修正といった編集に必要な教材のソース

コードである Markdown ファイル群と、教材の閲覧に適した HTML ファイル群は、別のリポジトリとして提供した。

開発した教材パッケージには、誰もが自由に活用できるようにクリエイティブ・コモンズに基づく CC-BY-SA（表示-継承）4.0 国際ライセンスを付与した。利用者は、出典の表記をライセンスと同じものとするを条件に、教材の複製、改変を伴う二次利用、および再配布が可能である。

3. 教材のコンテンツ構築

教材の学習項目は、前記の書籍「GIS スタンダード」のうち、実習が可能な内容を含む 6 ～ 23 章および 26 章と対応するように構成した。表 1 は、「GIS スタンダード」の章ごとに、教材の学習レベルと教材名、空間データの処理に用いたソフトウェアを示したものである。学習レベルは、大学の地理学教室で実施されている GIS 実習のシラバスの構成等を参考に、「入門」「基礎」「応用」の 3 つのレベルに区分した。

入門レベルの教材は、「GIS スタンダード」の 22 章と 23 章と対応し、GIS の基本的な操作手法であるデータの読み込み、重ね合わせ、ビジュアライズ、地図のレイアウト等を解説している。基礎レベルの教材は、

ベクタデータやラスターデータを用いたさまざまな空間解析の手法、空間データの管理手法、空間データの入手方法を解説しており、「GIS スタンダード」の 6 ～ 15 章、21 章、26 章と対応する。応用レベルの教材は、空間的自己相関や空間補間のような、空間統計学と関連性の高いデータ処理を解説したものであり、「GIS スタンダード」の 16 ～ 20 章と対応する。

GIS の操作手法はソフトウェアによって大きく異なる。本教材で対象となるデータ処理には、既述の通り主に QGIS をソフトウェアとして用いたが、QGIS の主要機能を用いるのみでは処理が難しい場合や、QGIS のプラグインがない空間統計学的な処理を行う場合には、CrimeStat, GeoDa, SAGA GIS, R, SAM 等のソフトウェアも併用することとした。ただし、基礎的操作である入門レベルについては、本教材の全体を通じて利用頻度が高い QGIS と GRASS GIS のみを用いた。

教材では、GIS ソフトウェアの操作法を解説するのみならず、入門レベルと基礎レベルの教材を中心に理解度の向上を目的とした学習課題を設定し、受講者が学習を深められるように工夫した。また、大学の実習授業で利用しやすいように、各教材を組み合わせ、集中授業向け（1 ～ 2 コマ分）、四半期分（6 コマ）、

表 1 室内における GIS ソフトウェア活用教材の特徴と「GIS スタンダード」との対応

Table 1 Major sections related to the GIS core curriculum and features of materials

学習レベル	教材名	主なソフトウェア	「GIS スタンダード」の章との対応
入門	QGIS ビギナーズマニュアル GRASS GIS ビギナーズマニュアル	QGIS GRASS GIS	22, 23
基礎	リモートセンシングとその解析	MultiSpec, QGIS	6
	既存データの地図データと属性データ	WEB ブラウザ	7
	空間データ	QGIS	8
	空間データベース	PostGIS, QGIS	9
	空間データの結合・修正	QGIS	10
	基本的な空間解析	QGIS	11
	ネットワーク分析	GRASS GIS, QGIS	12
	領域分析	QGIS	13
	点データの分析	QGIS, CrimeStat	14
	ラスターデータの分析	QGIS, GRASS GIS	15
	視覚的伝達	QGIS	21
	参加型 GIS と社会貢献	OpenStreetMap	26
応用	傾向面分析	SAM	16
	空間的自己相関	CrimeStat	17
	空間補間	QGIS, GRASS GIS, SAGA GIS	18
	空間相関分析	R, SAM	19
	空間分析におけるスケール	GeoDa	20

半期分（14コマ）の授業案も作成した。1～2コマを想定した集中授業向けの授業案では、短期間でGISを用いたデータ処理が体験できるように「GISスタンダード」の22, 23章と15章の内容を部分的に取り出し、再構成した教材を整備した。四半期分と半期分の授業案は、各教材のコマ数に応じた利用を想定し、教材の学習の順番を指示するページを整備した。

III 大学のGIS実習における本教材の利用

1. GIS実習の概要

本教材を用いた最初の具体的な実践として、東京大学理学部地球惑星環境学科での授業の一部で実習を行った。実習を含む授業は2016年9月22日から11月10日の期間に6回行われた。受講者の大半は、事前に

はGISの操作を未経験だった学部3年生であった。授業は3限から5限の3コマ連続（1コマは、105分）で行われ、1コマ目ではGISに関する講義を行い、残りの2コマで実習を行った。実習では本教材を活用し、表2のように構成した。実習の冒頭では課題の簡単な説明をし、次に受講者が教材を参考にしつつ、一人につき一台用意されたパソコンを用いて作業を進めた。各実習の最後には、学習内容と対応した地図の作成と、いくつかの設問への回答を課題とした。地図の作成枚数は実習の項目によって異なるが、平均で3～4枚であった。

各回の実習の終了後には、教材の難易度や改良点等を回答するアンケートを実施した。その結果をもとに次回に使用する教材を改良した。教材の改良作業は、GitHubを通じて教員とTAが行った。実習中のトラブル等に応じて、リアルタイムに教材の補足を行うこともあった。改良には解説の補足や図の視認性の向上が含まれる。授業の最終日には、全ての実習を通じた教材と実習の難易度や、教材の改良の効果などを5段階で評価するアンケートを実施した。さらに自由記述欄も用意し、幅広い意見を収集した。

2. アンケート調査の結果

全ての実習に継続して参加した15名のアンケートを集計した結果を紹介する（表3）。「a. 全ての実習を通じた教材および実習の難易度」の項目では、受講者の6人が「普通」、9人が「難しい」と評価した。「b. 全ての実習を通じた教材改良に関する評価」の項目では、受講者の10人が「わかりやすくなった」、5人が

表2 実習授業の構成
Table 2 Constitution of GIS exercise class

第1回	・ QGIS ビギナーズマニュアル ・ 任意課題: GRASS GIS ビギナーズマニュアル
第2回	・ 既存の地図データと属性データ ・ 空間データ（空間座標系の変換、ジオリファレンス等）
第3回	・ 空間データの結合・修正 ・ 視覚的伝達（属性値の分類等）
第4回	・ 基本的な空間解析（ディゾルブ、クリップ等） ・ ネットワーク分析（最短経路検索）
第5回	・ 点データの分析（メッシュ集計、カーネル密度推定等） ・ 領域分析
第6回	・ ラスタデータの分析 ・ 空間補間（不整形三角網、逆距離加重平均法）

表3 アンケート調査の結果
Table 3 Results of a questionnaire survey

a. 全ての実習を通じた教材および実習の難易度

1. とても易しい	2. 易しい	3. 普通	4. 難しい	5. とても難しい
0	0	6	9	0

b. 全ての実習を通じた教材改良に関する評価

1. とても分かりやすくなった	2. わかりやすくなった	3. どちらともいえない	4. わかりにくくなった	5. とても分かりにくくなった
0	10	5	0	0

注: 値は票数を示す。

Note: The values show number of votes.

「どちらともいえない」と評価した。

自由記述では、「基礎的な操作についての解説が不足」「間違いやすい箇所についての補足説明が必要」「操作を解説した図の一部が小さく読み取りづらい」等の回答を得た。受講者の意見を踏まえた教材改良については、「教材がだんだんわかりやすくなった」等の回答を得た。

IV 運用状況を踏まえた本教材の評価

1. 実習内容の評価

本実習の授業は、高橋・岡部（2008a）、高橋・岡部（2010）、青山（2016）、薄井ほか（2017）の先行事例に比べて1コマあたりの内容が多かった。しかしIIIで述べたように、実習の4割の受講者は難易度を「普通」と評価した。この結果は、内容が多くても難しさをあまり感じずに学習できた受講者がいたことを示す。一方で、6割の受講者は難易度を「難しい」とし、受講者によって評価が分かれた。高橋・岡部（2008b）は、オンライン教材を用いたGIS実習の受講者の学習進度には大きな差があり、オンライン学習へのなじみやすさ等によって受講者の評価が変わると指摘した。本実習で用いた教材についても、事前の知識量やパソコン操作への慣れといった個人差が、受講者の評価に影響したと考えられる。

アンケートでは実習教材の解説のわかりにくさが多く指摘された。上記した個人差に加え、この問題が受講生に難しさを感じさせる要因となった可能性がある。解説のわかりにくさに関する指摘は、解説文の不足と使用した図の視認性の悪さに大別できる。前者については、学習の入門段階でのソフトウェアの操作やデータ形式の理解の際に受講者が難しさを感じる傾向があった。GISの操作に慣れた段階でも、空間座標系の変換といったGISに特有のデータ処理の際に、受講者が解説文の不足を感じる傾向があった。これらの点を考慮して、教材の解説文の充実度を高めることが重要と考えられる。たとえば、誤った操作をしやすい処理について、正誤の事例を併記するといった工夫が必要である。

後者の図の視認性の問題は、図が小さいために処理の手順や使用するパラメータの値が読み取りにくいと

いう指摘である。GISの操作はマウスを用いたものが多いため、コンピュータの画面をキャプチャした画像を解説に用いることが有用である。その表示の大きさを最適化することが、学習を効率的に行うために重要と判明した。画面をキャプチャした図を用いる際に、画面全体ではなく対象の箇所のみをトリミングした上で拡大した図を用いるといった対応が必要である。

2. 教材の管理および提供手法の評価

QGISを用いて実習授業を行った薄井ほか（2017）は、担当教員が直面する課題として、授業用の操作マニュアルの更新を指摘している。QGISに限らずGISの実習用教材は、定期的な更新が必要であるが、その負担は授業の担当者や教材の作成者に集中していた。一方、本教材ではGitHubを教材の管理と提供の基盤としているため、IIIで述べたような複数人による教材の改良が可能である。また、第三者による改良案の提示を行う機能も有している。実際に本プロジェクトでは、GitHubのリポジトリを通じて、第三者から教材の管理手法や、ライセンスの表記法に関する提案もなされている。したがって本教材は、教員の連携による授業前後の迅速な教材の改良や、ソーシャルコーディングによる持続的な教材の管理の可能性を示す事例となっている。

近年、GISの教材をクリエイティブ・コモンズに代表されるオープンライセンスで提供することにより、幅広い活用を目指した事例がある（たとえば、GITA⁶⁾、GIS Commons⁷⁾、Datapolitan⁸⁾）。本教材もクリエイティブ・コモンズに基づいたオープンライセンスで提供されており、受講する学生の専攻などに応じて、自由に内容を補足・変更できるという柔軟性を有している。

V まとめと今後の展開

本稿では、フリーかつオープンソースのソフトウェアを活用し、「GISスタンダード」とも対応したGISの実習用教材を紹介した。また、授業での利用例と受講者の評価結果を解説した。本教材は、誰もが自由に活用できるようにクリエイティブ・コモンズに基づくライセンスを付与し、GitHubを用いて試験提供し

ている。本教材の主な特色は、1) フリーかつオープンソースのGISソフトウェアを複数活用、2) 大学の授業に対応した体系的な内容、3) 複数人による持続的な教材の保守管理、4) オープンライセンスに基づいた多様な目的での利活用の可能性の4点である。一方、実習の授業で本教材を利用するために解決すべき課題もあり、教材の解説文の充実や、操作を解説した図の視認性の向上といった改良が必要である。これらは受講者が躓きやすいソフトウェアの操作やデータ処理において、特に重要である。

本教材の持続的な発展のためには、上記のような教材の改良とともに、教材の保守管理や改良についてオンラインで対応ができる協力者を募ることも重要である。後者をどのように実現するかについても、今後検討していく予定である。

謝 辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (A) 「GISの標準コアカリキュラムと知識体系を踏まえた実習用オープン教材の開発 (課題番号: 15H01782)」 (研究代表者: 小口 高) による成果の一部である。

注

- 1) <http://spatialquerylab.com/foss4g-academy-curriculum/> (最終閲覧日: 2019年4月8日)
- 2) たとえば、OSGeo財団日本支部が提供する資料として「QGISセミナー初級・基礎編 (V2.4)」がある。 (<https://www.slideshare.net/wata909/qgis> (最終閲覧日: 2019年4月8日))
- 3) Node.jsは、サーバーサイドで動作するJavaScriptの実行環境である。
- 4) <https://ocw.mit.edu/resources/res-str-001-geographic-information-system-gis-tutorial-january-iap-2016/index.htm> (最終閲覧日: 2019年4月8日)
- 5) <https://geospatial.ncsu.edu/osgeorel/> (最終閲覧日: 2019年4月8日)
- 6) <http://www.gitta.info/website/en/html/index.html> (最終閲覧日: 2019年4月8日)

- 7) <http://giscommons.org/> (最終閲覧日: 2019年4月8日)
- 8) <http://www.datapolitan.com/> (最終閲覧日: 2019年4月8日)

文 献

- 青山雅史 2016. 教員養成系学部の地理学実習科目へのGIS導入の効果と課題——群馬大学教育学部社会専攻「地理学実習」における実践報告. 群馬大学教育実践研究 33: 1-8.
- 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.
- 岩崎亘典・森 亮・平敷兼貴・嘉山陽一・古橋大地・升本眞二・米澤 豪・吉田大介・ラガワン ベンカテッシュ 2014. FOSS4Gを活用した衛星利用と環境劣化評価のためのキャパシティビルディング. 日本地球惑星科学連合大会2014年大会予稿HTT07-07.
- 薄井宏行・樋野公宏・真鍋陸太郎 2017. GIS操作法の教育の現状と課題——東京大学工学部都市工学科の演習におけるArcGISとQGISの同時教育を通じて. 第26回地理情報システム学会講演論文集 (CD-ROM) 26: A-3-1.
- 大野翠子・ベンカテッシュ ラガワン・升本眞二・中野秀男 2006. Moodle CMSを用いたGIS教育のためのeラーニングコンテンツの開発. 情報地質17: 128-129.
- 岡部篤行 1989. 空間情報科学の曙. 写真とリモートセンシング37(3): 1.
- 佐々木緑・小口 高・貞広幸雄・岡部篤行 2008. 日本の大学におけるGIS教育の調査: 地理学関係学科・専攻の事例. GIS-理論と応用 16: 131-136.
- 高橋昭子・岡部篤行 2008a. GISソフトウェア実習のオンライン学習教材の開発と授業実践. GIS-理論と応用 16: 49-85.
- 高橋昭子・岡部篤行 2008b. オンライン学習教材を用いたGIS実習における学習者の類型化とその特徴. 地学雑誌 117: 354-369.
- 高橋昭子・岡部篤行 2010. オンライン教材によるGIS実習の学習効果を高める要因の分析とそれに基づく授業改善. GIS-理論と応用 18: 29-38.
- 村山祐司・駒木伸比古 2006. 空間データ分析マシン (SDAM) を活用した計量地理学の講義と実習. 筑波大学人文地理学研究 30: 99-112.
- 矢部直人・橋本暁子 2016. 教員養成系大学・学部におけるシラバスからみたGIS教育の現状. 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科教育実践学論集 17: 213-218.
- 渡辺 俊 2008. GIS教育のためのE-learningシステムの開発. 地理情報システム学会平成20年度研究発表大会梗概集 17: 513-518.

〈著者略歴〉

山内 啓之（やまうち ひろゆき）

現在 東京大学空間情報科学研究センター 特任研究員.

小口 高（おぐち たかし）

現在 東京大学空間情報科学研究センター 教授.

早川 裕弼（はやかわ ゆういち）

現在 北海道大学地球環境科学研究院 准教授.

瀬戸 寿一（せと としかず）

現在 東京大学空間情報科学研究センター 特任講師.