

## 経済学部の学生を対象としたネットワークを活用した GIS 教育の実践

新村 太郎（熊本学園大学 経済学部准教授）

### An Experiment on Practical GIS Education by Using Network for Students in Department of Economy

Taro SHINMURA

#### はじめに

地理情報システム（Geographic Information System = GIS、以下 GIS と記述）は、コンピュータ上で空間データと属性データを統合してデータベースを構築し、それを検索・分析・表示（可視化）できるようにしたシステム（高橋ほか, 2005）であり、コンピュータの普及と高速化、ソフトウェアの充実とともに、行政および民間の様々な分野で必要性が高まっている。Gwen（2004）は、GIS は今後さらに重要となる技術であることを指摘し、Butler（2006）は、多様な分野における雇用機会が拡大することを予測している。日本国内においても、2008 年に発表された内閣官房による地理空間情報活用推進基本計画では、地理空間情報高度活用社会を担う人材の育成が重要であることが指摘されている（内閣官房, 2008）。そのため大学教育において、地理学や情報関連分野の学部のみならず、社会科学の分野でも教育の一部として取り上げられるようになってきた（河端, 2014 など）。

熊本学園大学の e-キャンパスセンターには、最大約 120 名程度の受講者を収容できるパソコン室をはじめ大小数々のパソコン実習室が備えられている。そこでは、受講者一人一人がインターネットに接続されたほぼ最新型のパソコンを使用できる。また、最も標準的な GIS ソフトウェアである ArcGIS（ESRI 社）がインストールされている。このような環境の元、熊本学園大学経済学部で開講されている情報系の授業の一部において、GIS に関する講義と実習を含めた授業を実施している。本論はこの授業の概要と、GIS 教育をすすめる上での IT 環境を含めたいくつかの問題点、およびそこから導かれる今後の課題について報告する。

#### 1. GIS の普及と大学における GIS 教育

GIS 研究は、1960 年代の米国およびカナダにおける国土管理や地理学研究での地理データの計量化に始まり、コンピュータを使用した GIS（例えばカナダの CGIS、米国の ODYSSEI など）が開発された（碓井, 1993）。さらに 1970 年代に入ると、米国では地球観測衛星 LANDSAT が打ち上げられ、リモートセンシングデータが GIS へ活用されるようになった。1980 年代から GIS に関する多くの専門雑誌が発行され始めた（藤田, 1991；高坂・岡部, 1996 など）。1982 年には現在もなお GIS ソフトウェアでは主流の、ARC/INFO が ESRI 社

から発売された。日本国内で初期に導入された GIS としては、1969 年に大阪ガスが爆発事故再発防止を目的とした敷設情報管理のために導入された GIS、1974 年に旧建設省が導入した都市情報システム (Urban Information System = UIS) などがあげられる (特許庁, 2003)。日本国内における GIS の学術的研究は、1991 年に地理情報システム学会が発足したことによって本格的に始まり、それを機会に行政、ビジネスおよびマーケティングで広く活用され始めた (高阪, 1994; 町田, 2004 など)。活用分野は環境や農業分野、災害対策など広範囲に広がっていった (高阪・関根, 2005; 鈴木, 2012; 大西, 2009 など)。GIS では、画像情報も含めて一度に多くの情報を扱うことからコンピュータにかかる負荷が大きいため、1990 年代前半頃まで、また処理の内容によっては 1990 年代後半頃までは高性能のサーバやワークステーションによってデータの処理が行われていた。さらに、GIS のソフトウェアおよびデータは、現在よりもずっと高価格であった。これらの理由から、GIS を取り扱うことができる者は限定されていた。時間の経過とともにパソコンは、演算処理も含めて高機能化しながらも価格は下がっていった。また市販の ARC/INFO (ESRI 社) に代表される GIS ソフトも徐々に価格が下がり、さらには高機能なフリーソフト (MANDARA、QGIS など) もあらわれた。これらは GIS が普及するための大きな要因となり、2000 年代になると、日本国内においても GIS に関する総合的な書籍が増え始めた (古田ほか, 2005; 橋本, 2009 など)。

GIS が早くから導入された米国では、GIS に関する教育がパソコンとインターネットの普及にともなって 1990 年代中頃から活発になった (伊藤ほか, 1998)。日本国内の大学における GIS 教育の必要性は、碓井 (1993) などによって早い段階から指摘されていた。日本国内ではパソコンとインターネットの普及によって、地理学およびその関連分野を専門とする学科・専攻で取り入れられ始めた (村山・横山, 2000; 佐々木ほか, 2008; 近藤, 2013; 兼子ほか, 2014 など)。また、地理学以外の専攻・学科の学生に対する GIS 教育の事例もいくつか報告されており、そこでは特に、市販の主要な GIS ソフトウェアの導入に費用がかかることから、低価格もしくはフリーの GIS ソフトウェアを導入した事例が多い (川瀬, 2002; 大西, 2008; 黒木, 2003)。かれらは GIS 教育導入の問題点として、市販ソフトウェアの教室規模の導入に費用がかかること、またそれに関連して GIS 教育への理解が浸透していないことを問題点としてあげている。一方で地理学関連以外でも、田中 (2008) および黒木 (2012) の事例では、市販ソフトウェアである ArcGIS を使用している。ここではソフトウェア使用に関する問題点は指摘されていない。導入のための費用の問題を除けば、市販の主要ソフトウェアの方が導入に際してハードルが低いことがうかがえる。また南埜 (2003) では、大学のみならず小中学校や高等学校も対象とした GIS 教育の必要性や、導入に関する問題点を指摘している。山縣ほか (2004) は、デジタル化した地理データを Web 上でリンクによって系統的に配列したものを GIS として大学の授業で活用した事例を報告するとともに、利用方法やシステムの簡便さから、小中学校や高等学校における活用について提案している。谷 (2005) は、初等・中等教育における GIS 活用の方法および課題について報告した。水島 (2012) は市民における地理情報活用の可能性と、高等学校における GIS 教育導入について報告している。

以上のように、大学をはじめ小中学校および高等学校においても、GIS 教育の必要性や実際に行われている GIS 教育の事例報告および事例研究が多数ある。このような GIS 教育の

需要の高まりや事例の積み重ねによって、ここ数年で、主として大学の授業での教科書や実習でのマニュアルとしても使用できるように、事例や例題を多く含んだ書籍も増えている。このうち高橋ほか (2005)、佐土原ほか (2012)、橋本 (2014)、川崎・吉田 (2013)、川崎 (2014)、河端 (2015) などは、GIS の主要ソフトウェアである ESRI 社の ArcGIS を使用している。一方で、伊藤 (2010) はフリーソフトやインターネット上の無料サービスを利用した GIS の授業を紹介している。また、橋本 (2015) および今木・岡安 (2015) では、現在世界で広く使用されている多機能な GIS のフリーソフトである QGIS の使用方法を、初学者でも理解し易い構成で書かれている。これまで日本語によるマニュアルがなかったため、QGIS の利用が増えるきっかけとなる可能性がある。

## 2. 経済学および経済学教育に関連した GIS

高橋ほか (2005) は経済学部における ArcGIS を利用した GIS 教育の教科書の 1 つであり、その中の演習のテーマとして政策や経済に関連する内容を扱っている。河端 (2014) は経済学における GIS の有用性を、Buts and Torrey (2006) の「GIS が社会科学のフロンティアを押し広げる可能性」にあるとし、その一例として、分野間の連携を促進する GIS によって地理学とマクロ経済学の融合が、発展途上国や中央に対する地方が経済的に立ち遅れている理由を、明解に説明できる可能性をあげている。さらに河端 (2014) は、Overman (2010) の「経済学者にとって GIS の有益性は広く認識されているものの、GIS が具体的にどのように有益なのか必ずしも明らかではない」という指摘から、経済学および経済学者にとっての GIS の現状を調査してその結果を報告した。また、河端 (2015) は経済および政策分析への GIS 活用の利点を、1) 空間データの視覚化、2) 空間データの加工・作成、3) 空間データ分析の 3 つにまとめた。図 1 は、河端 (2014) による経済に関わる GIS 文献数の調査結果であるが、文献数は 1991 年から徐々に増加し、2005 年付近から増加の程度が強まっている。また科学全体の中では、社会科学と GIS が関連した文献数は少ないが、社会科学の中では、経済学と GIS が関連した文献数が突出して多いことも指摘されている。経済学者に対するアンケート結果から、GIS の経験がある者が全体の約 3 割を占め、経済学を専門とし、か



図 1. GIS と経済に関連する学術文献数の推移

データは川端 (2014) を引用。2013 年 11 月 11 日現在、Web of Science において「経済学」の分野に登録されている文献の数を年ごとにカウントした結果。1999 年に初めて 5 件の文献が登録されて以降増加し、2005 年辺りで増加量が増している。

つ GIS を学んだことのある大学院生のほとんどが経済分析に GIS が有用であると認識している結果を示した。

三條 (2010) は「読み書きそろばん GIS」というユニークなタイトルを使用したその報告の中で、青山学院大学経済学部の長期戦略の一つに「社会・経済事象を空間的にとらえ、空間的に分析できるスキルとセンスを身につけた人材の育成」があることを報告した。またその中で、経済地理学など空間の視点から論じられるべき分野では GIS が不可欠であること、社会のグローバル化においては空間の視点が不可欠であること、さらに地域特性を生かした活動においても重要であることを指摘し、経済学部の教育の中で GIS を扱うことの重要性から、カリキュラムの整備を行い、ArcGIS を使用できる定員 27 名の「地理情報システム室」を実習室としてして設置したことを報告した。

### 3. 熊本学園大学経済学部における GIS 教育

#### ① GIS 教育の開始とその背景

筆者が担当する「情報ネットワーク論 I」および「情報ネットワーク論 II」(それぞれ 15 回)は、経済学部における情報教育の一部として開設された授業であり、その趣旨はネットワークを活用した情報処理に関するテーマをとりあげて、そのテーマの一連の内容を学習するというものである。受講対象は 2 年生以上で、経済学科の学生が大半を占める。平成 11 年度に教室に ArcGIS が整備されたことを受けて、準備期間を経て平成 14 年度からネットワークを活用した GIS が授業のテーマとなった。その背景として第一に、前述のように GIS 教育、特に経済学部における GIS 教育の必要性の高まりがある。第二には、教室のハードウェア環境、ソフトウェア環境およびネットワーク環境が GIS 教育に十分な状態になったことである。第三には、インターネット上に多数の無料の GIS データが存在することである。

#### ② パソコン教室環境と GIS ソフトウェア

熊本学園大学の 14 号館の 4 階には授業用のパソコン実習室が 9 室と、実習室とほぼ同様のパソコン環境を備えた自習コーナーが 1 箇所ある。教室設置のパソコンの OS は、7 室で MS-Windows (いくつかは Linux とのデュアル OS)、2 室で iOS、自習コーナーでは Windows と iOS のパソコンが混在している。Windows OS は執筆時点で Windows 7 である。また Windows パソコンの CPU はインテル Core i3、4GB メモリ、500GB ハードディスクで構成され、それぞれに 21.5 インチの LCD モニタが接続されている。パソコンはすべてギガビットイーサネット構成された学内 LAN に接続され、学内のルータを通して SINET4 に接続している。論文執筆現在、Windows には二通りの使用方法がある。一つは共通のアカウントでログインして使用するが、パソコンのシャットダウンと同時にハードディスク (C ドライブ) 内は初期状態に戻る (変更されたファイルは元に戻り追加されたファイルは消える)。もう一つは、各自のアカウント (大学から配布された学生アカウントおよび教員アカウント) でログインする方法であり、起動時に Windows の環境に関するデータやマイドキュメントなどにあるユーザデータがファイルサーバから読み込まれ、使用中にユーザが保存したデータはサーバとリアルタイムに同期し、シャットダウン時に設定や環境データも含



めサーバに書き戻される。通常は後者を利用することが多い。

GIS ソフトウェアは ESRI 社の ArcGIS10（購入時のパッケージ名は ArcInfo10）である。e-キャンパスセンターの教育予算を使用して平成 11 年に教室用基本 30 ライセンスパックを 2 教室分購入した。ソフトウェア購入のための費用は約 170 万円であった。保守契約はしていないため、購入費用のみである。また、ライセンスの認証のために、学内に認証用のサーバが必要であるが、既に他のソフトウェアの認証のために使用しているサーバを兼用した。e-キャンパスセンターのパソコン実習室の 9 教室と、大学院および学部の自由利用スペースと自習コーナーのパソコン全約 400 台に ArcGIS10 がインストールされており、授業や学生の自習および大学院生の研究において最大 60 名が同時に使用可能である。

### ③ 授業形態

e-キャンパスセンターの教室はすべてパソコン実習室として利用可能になっている。ここで授業を行う場合、e-キャンパスセンターから派遣される学部の 2 年生以上で比較的 IT 能力の高い学生を、授業のサポート役（授業アシスタントという名称）として参加させることができる。熊本学園大学経済学部では、2003 年に大学の授業における e-learning 活用の取組みの一環として LMS（Learning Management System）を導入した。富士通社製 Internet Navigware version7（Linux 版）を学内の専用サーバーにインストールして、学内外からアクセスできるようにしている。120 アカウントが同時アクセス可能である。当初のシステムでは授業の運用上、不足する機能があったために、授業評価結果から得られた受講者の意見も取り入れて、独自に開発した機能・システムを組み合わせることで改良を行ってきた（新村，2006, 2012）。新村（2013）では LMS を 8 年間運用する中でほぼ毎年実施した授業アンケートの結果をまとめて、改良のプロセスとの関連と、LMS の効果および課題について報告した。LMS 上では講義資料の閲覧や、小テストの実施、課題の提出等が可能であり、さらに学習の履歴、テストの結果およびレポート課題の提出状況と評価等を確認できる簡易的なポートフォリオ機能もある。対象の授業ではこれらの機能を組み合わせて進めてきた。授業評価では、最終的に大きなミスやトラブルがない限り、LMS を利用した形態の授業に対して 9 割近い受講者が良い評価をしていた。また、旧来の板書による授業よりも、このようなタイプの授業を望む割合も同様に多かった。

情報ネットワーク論 I および II とも、この LMS を使用した。授業の流れは、前回の内容の確認テスト、新規の内容の説明、課題作成と提出であり、授業時間内で課題が提出できない場合は宿題となる。課題は LMS 上で提出するために、パソコンとインターネット接続があれば、自宅からでも資料を再度確認した上で提出することが可能である。授業中の課題作成では、授業アシスタント 5 名も受講者（40～50 名）のサポートを行う。使用した教室の定員数は 120 名程度であるが、ソフトウェア（ArcGIS）のライセンス数が 60 のため、アシスタントおよび講師の使用数を考慮して受講定員を 50 名とした。GIS 教育導入以前には、受講定員は教室の収容人数を基本としていたために、受講可能な人数は大幅に減少して、希望しても受講できない学生の数が増えた。受講希望は先着順で決めている。しかし授業アンケート結果では、受講の動機は「授業の内容に関心があったから」よりも「スケジュールに入れやすい時間帯であった」ということが若干上回っていた。

#### ④ 授業内容 (春学期)

春学期は GIS の基礎、ArcMap の使い方、主題図の作成、簡単な空間解析について、講義と実習を交えて進めた。実習においては、主題図を作成し、それを元に簡単なレポートを作成した上で LMS 上に提出することとした。授業内に作成や提出が間に合わない場合や欠席した場合は、e-キャンパスセンターの自習コーナーにおいて授業資料を閲覧し、ArcMap を使用して課題を作成して提出することが可能である。以下に授業の回数に応じたテーマと課題例を示す。すでに前の回で学習した事項は記載していない。全体として積み上げで知識や技術を習得する構成となっている。なお、以下のうち 7)、9)、13) ~ 15) の内容は佐土原ほか (2012) の内容の一部および Web 上に提供されている GIS データを使用した。なお、ArcMap とは、GIS データを表示加工するための ArcGIS における主要なソフトウェアである。

- 1) GIS の概要 (GIS の意味と活用事例)
- 2) 座標系について
  - ・地球楕円体
  - ・投影法
- 3) GIS の基本
  - ・ベクターデータとラスターデータ
- 4) ベクターデータ
  - ・図形情報と属性情報 (シェープファイル)
  - ・ジオメトリクラスによるベクターデータの分類 (ポイント、ライン、ポリゴン)
- 5) ラスターデータ
  - ・グリッドについて
- 6) ArcMap ①
  - ・レイヤーの呼び出し
  - ・レイヤーの重ね合わせ
  - ・ArcCatalog によるメタデータの確認
- 7) ArcMap ②
  - ・データの読み込み
  - ・フィーチャーのカスタマイズ
  - ・凡例
  - ・データの保存
- 8) WebGIS の活用
  - ・Google マップ
  - ・地理院地図 (電子国土 Web)
  - ・人口統計ラボ
  - ・市町村が提供するサービス
- 9) ArcMap ③ (特性図の作成①)
  - ・属性テーブルでのフィールド演算
  - ・シンボルの色分け
- 10) ArcMap ④ (特性図の作成②)
  - ・人口統計ラボからの熊本市の GIS データ検索とダウンロード
  - ・人口密度図の作成
- 11) ArcMap ⑤ (特性図の作成③)
  - ・エクセルデータのインポート
  - ・フィールド (属性データ) の結合
  - ・熊本市の高齢化率分布図の作成
- 12) ArcMap ⑥ (特性図の作成④)
  - ・任意の市町村の特性図と熊本市の比較
  - ・特性図の保存とレポート等への活用
- 13) ArcMap ⑦ (ベクタ解析①)
  - ・ポイントに対する近接バッファ
  - ・ラインに対する近接バッファ
- 14) ArcMap ⑧ (ベクタ解析②)
  - ・DEM データの読み込み
  - ・傾斜方向の抽出
  - ・条件の重ね合わせ (ユニオン)
- 15) ArcMap ⑨ (ベクタ解析③)
  - ・空間検索
  - ・属性の結合 (リレート)
  - ・条件の重ね合わせ (インターセクト)



図 2. 11 回目に実施する熊本市の高齢化率分布図の課題例

元のデータは統計 GIS（総務省）からダウンロードしたシェープファイルおよび属性データ（年齢ごとの人口データ）であり、これをエクセルで計算してインポート、図示という一連の作業を各自で行う。図を作成した後に、熊本市の任意の地域を拡大し、図のような分布になっている背景を考察して、図とともにレポートとして提出する。



図 3. 13 回目以降に実施するベクタ解析の課題例

佐土原ほか（2012）の内容の一部に従った。使いやすく加工された GIS データが、ここで指定された Web 上に用意されており、それらを使用した。バッファや DEM の利用、条件の重ね合わせ（ユニオンとインターセクト）、属性の結合など、多くの加工および分析機能を使用する。

### ⑤ 授業内容（秋学期）

春学期に実施の「情報ネットワーク論 I」と秋学期に実施の「情報ネットワーク論 II」は、本来は両方履修することを前提とした積み上げの内容にすることが理想的であったが、カリキュラム上では別の授業であるため、IIのみを受講した場合でも十分に内容を理解することができる構成にした。今年度（平成 27 年度）では「情報ネットワーク論 II」受講者の約 2 割が「情報ネットワーク論 I」を履修していなかった。「情報ネットワーク論 II」の最初の 5 回目までは、「情報ネットワーク論 I」とほぼ同様な GIS の基礎に関する内容を実施した。

情報ネットワーク論 II ではラスタ解析、特にリモートセンシングデータの解析が主たるテーマである。そのためデータの特性について知る必要があり、最初の何回かは電磁波の基礎およびリモートセンシングに関する内容となっている。扱うデータは LANDSAT8 号のデータである。LANDSAT はアメリカ航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration = NASA）、アメリカ海洋大気庁（National Oceanic and Atmospheric Administration = NOAA）、米国地質調査所（US Geological Survey = USGS）などが打ち上げおよび管理を行ってきた人工衛星のシリーズで、1972 年の 1 号機から始まり、現在 7、8 号機が運用中である。地球観測衛星の中でも長寿のシリーズで、データは過去のものに比

較が可能であり、地域環境、農業、都市計画、安全保障分野、その他様々な分野で活用されている (USGS のホームページによる)。ここでは、最新の8号の観測装置の一つ OLI (Operational Land Imager) のデータを利用した。1つの観測データは約180kmの幅、中解像度で、地上の同じ地点は16日周期で観測されるため、応用の幅が広い。データは米国メリーランド大学 GLCF (Global Land Cover Facility) の ESDI (Earth Science Data Interface) や産業総合研究所「Landsat - 8 日本受信・即時公開サイト」から無料でダウンロードすることができる。後者は日本列島を観測したデータのみが対象であるが、日本語表示されていて、検索画面も使いやすいため、授業ではここからデータをダウンロードして使用した。

画像解析のRGBバンド合成では ArcMap、土地被覆分類図の作成では Multispec を使用した。ArcMap で土地被覆分類図の作成を行うにはエクステンションが必要であるが、教室の ArcMap にはインストールされていないため、Multispec を使用した。Multispec は、米国 Purdue 大学で開発されたフリーの衛星画像データ解析ソフトウェアであり、農林水産研究情報総合センターのホームページ上で日本語マニュアルが配布されている。実行のために必要なファイルは全体で約32MBであり、OSのレジストリとは独立なため、USBメモリに入れた状態でPC上で実行することができる。ここではバンド間のRGB合成 (Natural Color, False Color, Color Infrared, NDVI) と土地被覆分類図 (教師なし分類および教師付き分類) の作成を行うとともに、地域の土地および利用に関する特徴を簡単なレポートにまとめることを課題とした。授業内容は以下の通りである。

- 1) GIS の概要 (GIS の意味と活用事例)
- 2) 座標系について
  - ・地球楕円体
  - ・投影法
- 3) GIS の基本
  - ・ベクターデータとラスターデータ
- 4) ベクターデータ
  - ・図形情報と属性情報 (シェープファイル)
  - ・ジオメトリクラスによるベクターデータの分類 (ポイント、ライン、ポリゴン)
- 5) ラスターデータ
  - ・グリッドについて
  - ・RGB合成とグリッド
- 6) 電磁波と光について
  - ・可視光線
  - ・赤外線と紫外線
  - ・その他の電磁波
  - ・リモートセンシングと電磁波
- 7) 地球観測衛星
  - ・軌道
  - ・センサー
  - ・地上解像度、観測幅と観測頻度
  - ・LANDSATについて
- 8) LANDSAT8 のデータ
  - ・各バンドのデータ
  - ・検索とダウンロードの方法
  - ・熊本市周辺のデータの検索とダウンロード
  - ・画像を見る
- 9) RGB合成①
  - ・合成する意味
  - ・Multispecのダウンロード
- 10) RGB合成②
  - ・Natural Color
  - ・False Color
  - ・Color Infrared
  - ・NDVI



- 11) RGB 合成③
  - ・他の地域のデータのダウンロードと RGB 合成
  - ・熊本市周辺との比較
  - ・画像のエクスポートとレポートの作成方法
- 12) 土地被覆分類図の作成①
  - ・電磁波特性とクラスター
  - ・教師付き分類と教師なし分類について
- 13) 土地被覆分類図の作成②
  - ・熊本市周辺データの教師なし分類による土地被覆分類図の作成
- 14) 土地被覆分類図の作成③
  - ・熊本市周辺データの教師付き分類による土地被覆分類図の作成
- 15) 土地被覆分類図の作成④
  - ・教師なし分類と教師付き分類による土地被覆分類図の比較
  - ・他の地域の土地被覆分類図との比較

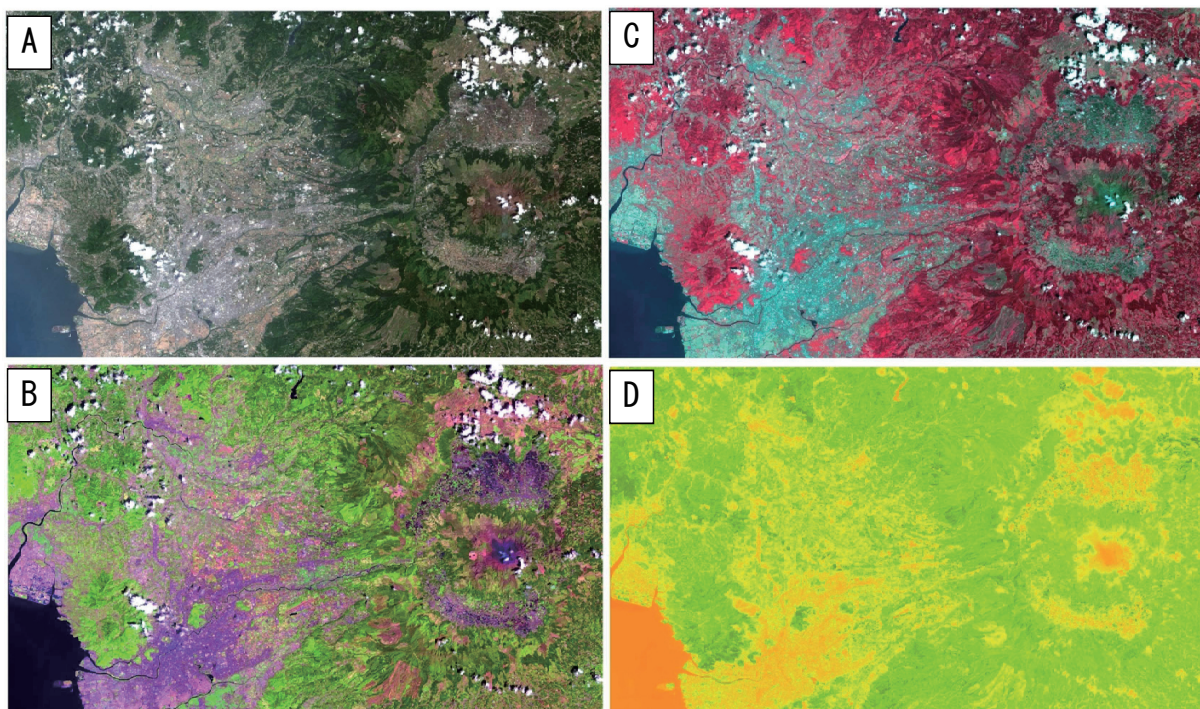


図 4. 11 回目に実施した LANDSAT8 の OLI の RGB 合成（熊本市周辺）

2014 年 5 月 2 日 11 時頃の画像。ArcMap10 を使用した。画像の種類と RGB のバンド合成内訳は A : Natural Color (R : G : B=4 : 3 : 2) , B : False Color (R : G : B=6 : 5 : 4) , C : Color Infrared (R : G : B=5 : 4 : 3) , D : NDVI  $(CH5 - CH4) / (CH5 + CH4)$ 。市街地および住宅地は全体として限られた範囲にあり、濃い緑の植林地が広いことが分かる。NDVI から、植生による緑地が全体として優勢なことが明らかである。

The source data was downloaded from AIST's Landsat-8 Data Immediate Release Site, Japan (<http://landsat8.geogrid.org/>) . Landsat 8 data courtesy of the U.S. Geological Survey.



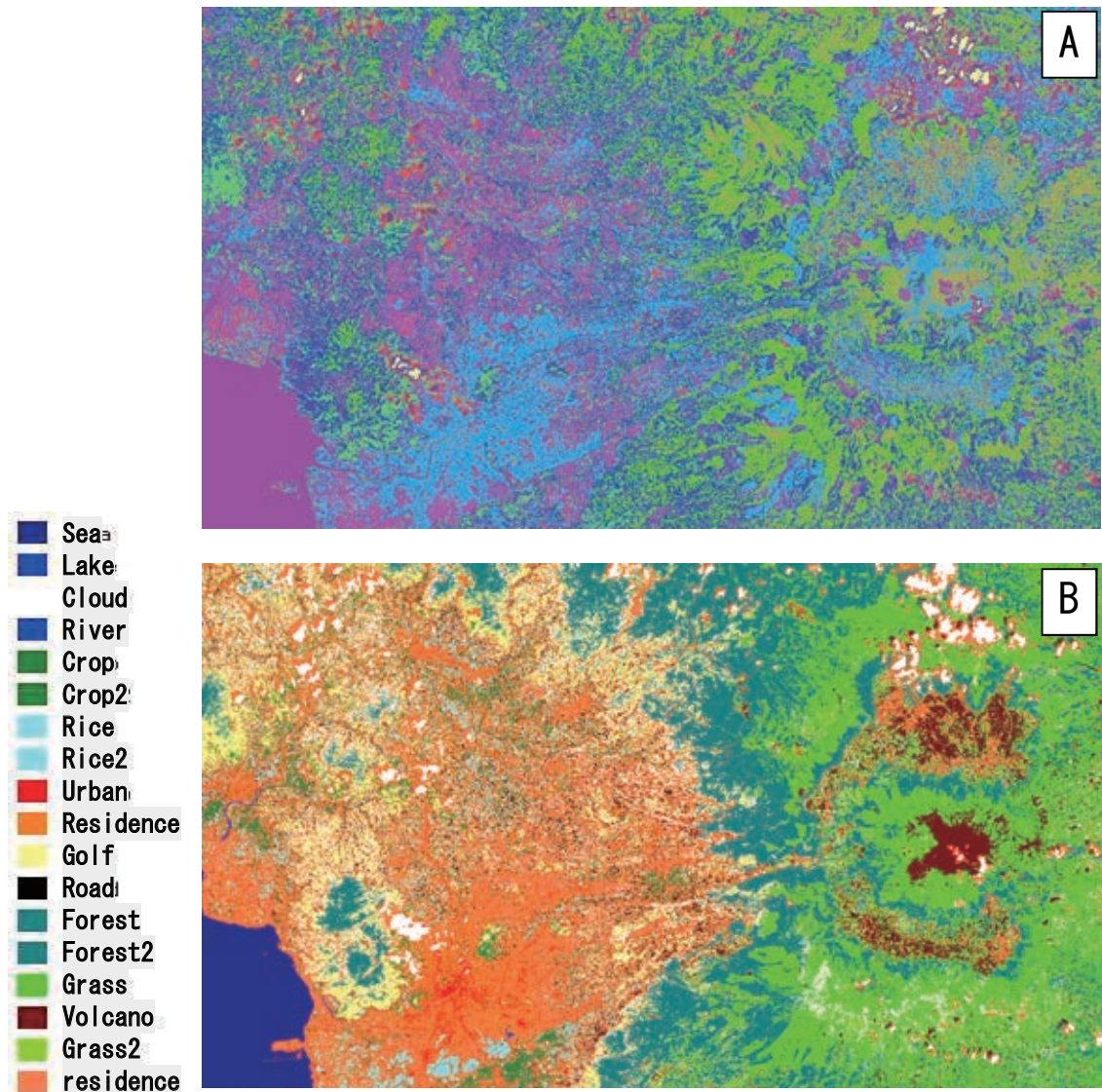


図5. 13回目および14回目に実施したLANDSAT8のOLIを利用した熊本市周辺の土地被覆分類図 (A:教師なし分類; B:教師付き分類)

2014年5月2日11時頃の画像を元に作成。ArcMap10を使用した。左側の凡例は教師付き分類における凡例。ここではトレーニングエリアとして18箇所を選択して分類にかけた。どちらも計算時間は数秒間であり、一般的なパソコンでも非常に高速に処理される。教師付き分類ではゴルフ場の分類が実際より過剰に出力されていることを除いて、全体的にほぼ正確に分類されている。ここでは土地分類どうしの比較で終わってしまうが、今後はベクターデータと統合して、土地被覆分類とGISの属性データ、例えば地価などと重ね合わせて対応させるなど、経済に関連した項目を加える予定である。

The source data was downloaded from AIST's Landsat-8 Data Immediate Release Site, Japan (<http://landsat8.geogrid.org/>) . Landsat 8 data courtesy of the U.S. Geological Survey.

## ⑥ GIS 教育におけるネットワークの活用の重要性

前述の通り GIS および GIS 教育が普及した要因として、コンピュータの普及と高速化、さらに GIS ソフトウェアの価格が下がったことやフリーウェアの出現によって入手しやすくなったことがあげられる。しかしながら、地理学等の GIS に深い関連のある学部や学科以外、もしくはそれ以外の組織的に GIS 教育に力を入れている学部や学科以外で、特に単独の授業で GIS 教育を行うためには、上記の要因だけでは十分とは言えない。情報ネットワーク論 I および II で GIS 教育を可能にしたのは上記の要因のほかに、インターネットおよびそれに接続する大学 LAN の存在が大きい。

図 6 に当授業において、どのようにネットワークを利用したかを図示した。総務省による人口統計ラボや国土地理院の地理院地図等では、Web を介して様々な条件に応じてインタラクティブに GIS データが出力される。出力に対して具体的な利用目的がある場合大変有用であることは無論であるが、ここでは初学者が GIS がどのようなもので、どう役に立つかを事例を通じて学ぶために活用した。これは⑤に示されるインターネット接続の存在によって可能になった。また、①および④で示されるアクセスは、インターネットを介してフリーの GIS ソフトウェアである QGIS や衛星画像解析ソフトウェアである Multispec を、授業や自宅等での課題作成のためにダウンロードするためのものである。地球観測衛星のデータの多くはかつて比較的高額で、CD-ROM などのメディアを通じてオフラインで販売されていた。さらに、購入したとしても、授業で使用する際にはライセンスの問題も大きな壁となっていた。②のアクセスで示したように、現在では産業総合研究所の GEO Grid プロジェクトを通じて LANDSAT8 号の日本付近の観測データを自由に検索して無償でダウンロードすることができる。データやそれを使用したプロダクツの利用に関しては、クレジット表示以外に特に制限はない。またネットワークの帯域が大きいことも、800MB 前後ある巨大なデータを授業進行の大きな妨げにはならない短時間でダウンロード可能にしている点で重要である。前述の、2008 年の内閣官房発表による地理空間情報活用推進基本計画を受けて、関連省庁や市町村による GIS データの開発および公開が急速に進んでおり、インターネットの普及と相まって、これらを手軽にストレスなく利用できるようになった。③はその一部であり、当授業では総務省による統計 GIS 上の行政境界のシェープファイルや人口、行政区の面積等の GIS データをダウンロードして活用した。ここのデータも無償である。前述の通り当授業は LMS を活用したが、⑦の学内におけるアクセスのほか、⑥のようにインターネットを介して、受講者の自宅のパソコンやスマートフォンからもアクセス可能であり、課題提出や予復習に LMS を活用できるようにしている。ArcInfo は 60 ライセンス購入したが、パソコンにライセンスを固定して教室と自習コーナーのパソコンにインストールした場合、授業で利用できる台数が大幅に減少する。そのため学内にライセンスサーバを設置して、⑧に示したネットワーク（学内 LAN）経由によるライセンス認証を行うしくみにした。これによって、同時アクセスが最大 60 の条件で、教室および自由利用合わせて ArcInfo をインストールした約 400 台のパソコンにおいて、受講者の利用形態に応じた場所で ArcInfo を使用できるようになった。⑨に示した学内のファイルサーバへのアクセスは、前述の通り、学内のパソコンから個別のアカウントでアクセスした場合に、アカウントに応じたそれぞれのデータの読み書きを可能にしている。



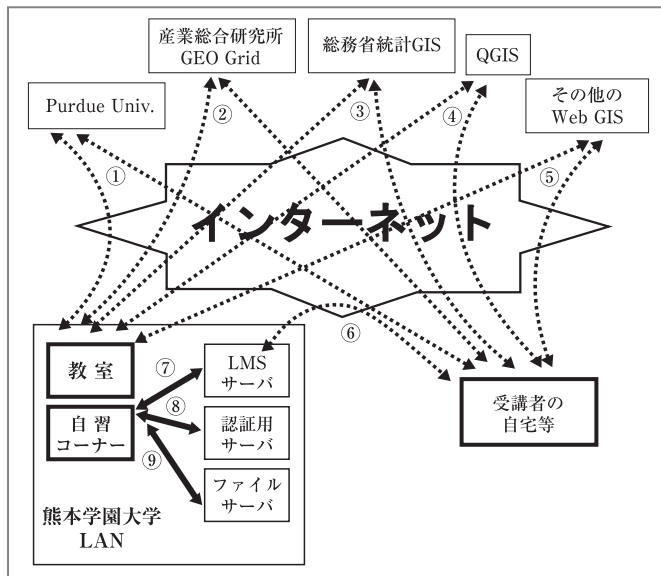


図6. 情報ネットワーク論 I および II における GIS 教育でのネットワークの活用

① 衛星画像解析ソフトウェア Multispec のダウンロード、② LANDSAT8 データの検索 & ダウンロード、③ GIS データの検索 & ダウンロード、④ GIS フリーソフト QGIS のダウンロード、⑤ 様々な GIS プロダクツの検索 & 閲覧、⑥ 授業で利用する LMS への学外からのアクセス、⑦ LMS への学内からのアクセス、⑧ ArcGIS を利用する際の認証、⑨ 学内のパソコン利用の際のデータ等保存 & 読込

#### 4. 問題点と課題

##### ① ライセンス数による受講制限

前述の通り ArcInfo のライセンス数が 60 であるために、授業アシスタントと講師分を差し引いた 50 を受講者に割り当てた。そのために受講制限（申込時に先着 50 名のみ受講可）を行った。GIS 導入以前には、例年受講者数は 60 名以上、年度によっては 90 名を超えていた。GIS 導入とともに受講希望者の機会を奪う結果となった。経済学部は学年あたりの人数が 300 名を超え、需要は多様である。その多様性に応じるためにも、希望する学生の多くが GIS に触れる機会を持てるようにすることが望ましい。また、ArcGIS を扱う内容については、授業外であっても e-キャンパスセンターの自習コーナーのパソコンを使用して課題を進めることができるが、自宅のパソコンではできない（学生個人で授業のために ArcGIS を購入するには費用負担が大きすぎる）。前者については、ライセンス数を増やすこと、もしくは複数クラスを開講することが単純な解決方法であるが、現時点では難しい。第一章で述べたように、GIS 教育に関する先行研究では、費用の問題から当初はフリーソフトを使用して、予算を確保できた後に ArcGIS を導入した例がほとんどであり、その逆はない。しかしながら上記の問題の解決方法の一つとして、フリーソフトの導入があげられる。フリーソフトであれば、受講者が自宅のパソコンで使用することも可能であり、さらには受講者が後に他の授業でのレポート作成や卒論に応用することも可能になる。特に多機能な GIS のフリーソフトである QGIS は、バージョンアップを重ね、また最近になって日本語の解説本や活用方法を示した書籍も出ている（橋本, 2015 ; 今木・岡安, 2015）。特に情報ネットワーク論 I で扱う特性図およびベクタ解析については、QGIS によって ArcGIS を使った場合とほぼ同様の内容を扱うことができることを確認した。QGIS を使用した授業内容に変更することが、最も現実的な解決方法と考えられる。



## ② 教室環境が起因する問題

前述の通りパソコン実習室および自習コーナーでWindowsにログオンする際に各自のアカウントでログオンすると、どのパソコンを使用しても以前にマイドキュメントなどに保存したファイルがネットワークを通じてファイルサーバから読み込まれる。デスクトップ上のファイルやアプリケーションの設定も同様であり、自分専用のパソコンを所有している感覚で使用できる非常に便利な機能である。逆にパソコンに設定やファイルを保存すると、ファイルサーバにも保存される（同期をとられる）。通常のワードやエクセルファイル等の、大きくても数メガ、もしくは数十メガバイトのファイルであれば、授業で一斉に使用しても問題が起きることはなかった。しかしながら、情報ネットワーク論Ⅱで行ったLANDSATデータの解析では、百メガバイト以上のファイルを複数作成することになり、作業ファイルも含めて大量の読み書きがファイルサーバとの間で発生した。しかも授業で行う時は、ほぼ一斉にアクセスが発生することが多い。このシステムはこのような状況を想定して設計されていなかったため、負荷を分散させるしくみにはなっていない。その結果1台のサーバにアクセスが集中しており、上記のように大きなファイルを取扱った処理がいつまでたっても終わらず、ほとんどハングアップしたような状況になった。

これを避けるために、ファイルサーバへのアクセスが発生しないように共通のアカウントを使用してWindowsにログオンするように変更した。この場合は、パソコンをシャットダウンするとマイドキュメント等のローカルのハードディスク上に保存されたデータはすべて消去される。そのため、あらかじめファイルをUSBメモリ等の外部記憶装置に保存しておかなければならないが、通常はファイルサーバを利用する方法でログインすることが多いため、ファイルを失うトラブルが多く発生した。特に、ArcMapで作業を行う場合、中間作業ファイルを含めて、デフォルトではマイドキュメント以下のフォルダにファイルを保存するようになっているため、ファイル操作を含めた細かい指示を徹底させる必要があった。また、LANDSATデータを使用する場合、ファイルが大きいために、USBメモリへの保存の際に長い時間がかかるケースもあった。ファイルサーバに関連するシステムで負荷を分散させるしくみをとることが理想であるが、当面はUSB3.0に対応した高速なデータ転送が可能なUSBメモリを使用させ、なおかつファイル保存に関する詳細なマニュアルの作成および指示の徹底をするなどによって問題の発生を防ぐ予定である。

## ③ 授業内容について

・授業アンケートから（難解さについて）

春学期の情報ネットワーク論Ⅰで実施した授業アンケートから、約4割の回答者が「操作が複雑で非常に難しい」という印象を持っていたことが分かった。GISそのものよりむしろ前述のファイル保存に関する複雑さやトラブルの影響も考えられる。無記名式なので、その結果受講者が単位を放棄することになったかどうかの追跡調査はしていない。LMSを使用したGIS教育について高橋・岡部（2008）は、

オンライン教材を使用したほぼ独学形式の授業に関して報告した。ここではアンケートの結果から受講者のタイプを3つのグループに分けており、全体の約54%に相当するそのうちの1つのグループは、その形式に満足している。残りの満足していない受講者のうち、教員が主導でペースを作れば満足するであろうグループが2つ目、そして第3は教員が受講者の理解度を積極的に確認して、それに応じた働きかけをしなければならないグループとした。情報ネットワーク論IおよびIIでは前述した通り、資料をLMS上で提示するものの、内容は講師が講義形式と同様に解説し、課題のペースも詳細に指示する。さらに課題作成の段階では、授業アシスタント5名が受講者の質問に応じて個別に指導する形態をとっている。それでも「非常に難しい」という回答が約4割も出た背景には、前述のファイル保存の問題や、授業のペース、資料の内容のほかに、授業アシスタントも内容を十分に理解できていないということが理由の1つとして考えられる。授業アシスタントはワードやエクセル、ファイル操作などの情報リテラシーについては熟知していても、GISに触れるのは初めての者がほとんどで、ArcMapの操作については、受講者と一緒に授業を聞いて初めて理解するという状況であった。GIS教育が始まってまだ2年目であるため、最も内容を理解しているアシスタントであってもまだ2回目である。今後GISのアプリケーション操作の経験を積んだ授業アシスタントが育つのを期待したい。このように現在の体制では授業アシスタントによるサポートにも限界があるため、受講者が誤解や見落としなくスムーズに操作できるよう、授業資料をより分かりやすく、かつ詳細にしていく必要がある。

#### ・卒業論文等への発展

この授業を受講して、GISを経済学に関する卒業論文に取り入れたいという受講者もあらわれた。しかしながら当人の所属するゼミはGISを扱うものではなかったため、目的とする分析結果を得るために、どのようなGISデータをどこで取得するか、またArcGISのどのような機能を使えばよいかについて独力で学ぶ必要があった。独立で学ぶことの難しさ、時間的制約、パソコン環境の問題等により、結果的に断念した様子だった。授業では多様な解析方法を紹介するために、広く浅くという方針であり、何ができるかは分かっても、どうしたらできるかについてまで完全に習得することは難しい。単独の授業では、このような限界があるため、場合によっては希望者を募ってサブゼミ等の学習会を開いて発展的な学習ができるように検討をする必要がある。

## 5. まとめ

1960年代に生まれたGISは、ITの進化と普及とともに社会に広く浸透してきた。日本でも2007年には地理空間情報活用推進基本法が制定され、さらに翌年に内閣官房から発表された地理空間情報活用推進基本計画では、地理空間情報高度活用社会を担う人材の育成が重要であることが指摘された。すでに経済学でもGISの利用やGISの研究は増えつつあり、経済学部で独自にGIS教育を進める大学もあらわれ

てきた。

熊本学園大学経済学部の情報関連の一部の授業である情報ネットワーク論Iおよび情報ネットワーク論IIにおいて、2014年度からGIS教育を開始した。すでにパソコン実習室に整備されたGISソフトウェアArcInfoやLMSを活用した。インターネット上にある無料のGISデータの利用も含めて、短期間で様々な内容について実習を取り入れながら進められ、受講者は授業以外に自習コーナー等でGISソフトを使う機会もある。これらを実現するためには、学内LANおよびインターネットというネットワークの存在が欠かせない。いくつかの他大学における事例を参考にして、授業の内容の充実と円滑な進行を目指したが、2年間実施する中で予想されていなかったいくつかの問題点も明らかになった。そのほとんどは教室のIT環境の改善、QGISなどGISのフリーソフトの導入、講義資料の充実化によって解決が見込まれる。

### 謝辞

本論で取り上げたGISソフトウェアArcInfoの多くの教室への導入および運用には、技術的にも難解で手間がかかることが多く、本学e-キャンパスセンターの職員諸氏の多大な協力がなければ不可能であった。ここに心より感謝の意を表します。

### 参考資料一覧

- Butler, D. (2006) : The web-wide world. *Nature*, 439, 776-778.
- 地理情報システム学会 : ホームページ < <https://www.gisa-japan.org/> > , (2016年1月20日閲覧).
- Earth Science Data Interface GLCF : ホームページ < <http://glcf.umd.edu/> > , (2016年1月20日閲覧).
- ESRI社 : ホームページ < <http://www.esri.com/> > , (2016年1月20日閲覧).
- 藤田尚美 (1991) : 米国・カナダ GIS 事情, 測量, 41, 12, 74-7.
- 古田均・吉川真・田中成典・北川悦司 (2005) : 基礎からわかる GIS, 森北出版, 181p.
- Gwen, V. (2004) : Mapping opportunities, *Nature*, 427, 376-377.
- 橋本雄一 (2009) : 地理空間情報の基本と活用, 古今書院, 174p.
- 橋本雄一 (2014) : GIS と地理空間情報 -ArcGIS 10.2 とダウンロードデータの活用, 古今書院, 176p.
- 橋本雄一 (2015) : QGIS の基本と防災活用, 古今書院, 183p.
- 今木洋大・岡安利治 (2015) : QGIS 入門第2版, 古今書院, 270p.
- 伊藤悟・井田仁康・中村康子 (1998) : 学校教育における GIS 利用 : アメリカ合衆国の動向とわが国の可能性, GIS - 理論と応用 Theory and Applications of GIS, 6, 2, 65-70.
- 伊藤智章 (2010) : いちとり式地理の授業に GIS, 古今書院, 88p.
- 兼子純・山下亜紀郎・宮坂和人 (2014) : 大学教育における土地利用調査と分析の試み - 筑波大学生命環境学群地球学類「人文地理学・地誌学実験」の事例, 人文地理学研究, 34, 143-154.
- 河端瑞貴 (2014) : 経済学における GIS 活用の現状と課題, GIS - 理論と応用 Theory and Applications of GIS, 22, 1, 47-52.
- 河端瑞貴 (2015) : 経済・政策分析のための GIS 入門 - ArcGIS 10.2&10.3 対応, 古今書院, 184p.

- 近藤暁夫 (2013) : 愛知大学地理学専攻における GIS 教育の成果と課題, 愛知大学情報メディアセンター紀要, 23, 1, 1-12.
- 川崎昭如 (2014) : 図解!ArcGIS10 —ジオデータベース活用マニュアル, 古今書院, 283p.
- 川崎昭如・吉田聡 (2013) : 図解!ArcGIS10 (Part 2) GIS 実践に向けてのステップアップ, 古今書院, 180p.
- 川瀬正樹 (2002) : 大学教育における GIS 環境の構築: 低予算で実現する GIS 教育, 筑波大学人文地理学研究, 26, 125-149.
- 国土地理院: ホームページ「地理院地図」 < <http://maps.gsi.go.jp/> >, (2016年1月20日閲覧).
- 黒木貴一 (2003) : 福岡教育大学での GIS 教育の実践 - GIS がない場合, 教育実践研究, 11, 15-21.
- 黒木貴一 (2012) : ArcView9 による GIS 教育の実践 - 福岡教育大学での模索, 教育実践研究, 20, 7-13.
- 町田聡 (2004) : GIS・地理情報システム—入門 & マスター, 山海堂, 132p.
- MANDARA: ホームページ <<http://ktgis.net/mandara/>>, (2016年1月20日閲覧).
- 水島聡 (2012) : 地図情報の活用事例と動向、研究報告コンピュータと教育 (CE), 2012-CE-116, 13, 1-4.
- 南埜猛 (2003) : わが国の学校教育における GIS 活用の現状と課題, 地理科学, 58, 4, 268-281.
- 村山祐司・横山智 (2000) : 大学における GIS 教育 - 地理学専攻学生を対象とする実習 -, 筑波大学人文地理学研究, 24, 77-97.
- National Aeronautics and Space Administration, NASA: ホームページ <<http://www.nasa.gov/>>, (2016年1月20日閲覧).
- National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA: ホームページ <<http://www.noaa.gov/>>, (2016年1月20日閲覧).
- 内閣官房 (2008) : 地理空間情報活用推進基本計画 <<http://www.gsi.go.jp/common/000065943.pdf>>, (2016年1月20日閲覧).
- 農林水産研究情報総合センター: ホームページ「Multispec について」 <<http://itcweb.cc.affrc.go.jp/affrit/sidab-info/satellite/multispec>>, (2016年1月20日閲覧).
- 大西宏治 (2008) : 地理情報システム (GIS) のフリーソフトを用いた地理学実習の運営, 富山大学総合情報基盤センター広報, 5, 4-6.
- 大西文秀 (2009) : GIS で学ぶ日本のヒト・自然系, 弘文堂, 167p.
- QGIS: ホームページ <<http://www.qgis.org/>>, (2016年1月20日閲覧).
- 佐土原聡・吉田聡・古屋貴司・稲垣景子 (2012) : 図解!ArcGIS10 (Part 1) 身近な事例で学ぼう, 古今書院, 176p.
- 産業総合研究所: ホームページ「Landsat-8 日本受信・即時公開サイト」 <<http://www.geogrid.org/>>, (2016年1月20日閲覧).
- 三條和博 (2010) : 読み書きそろばん GIS ~青山学院大学のめざす GIS 教育~, 大学教育と情報, 19, 2, 19-21.
- 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, 2, 131-136.
- 新村太郎 (2006) : Linux と e-learning を用いた情報の基礎教育に関する事例報告, 熊本学園大学論集『総合科学』, 13, 1, 1-13.
- 新村太郎 (2012) : 市販 e-learning システムに自作プログラムを組合わせた拡張システムの活用, 大学 ICT 推進協議会 2012 年度年次大会 (AXIES2012) 論文集 (2012) .
- 新村太郎 (2013) : LMS システムの改良と 2004 年から 2012 年における授業評価結果の時系列変化, 熊本学園大学論集『総合科学』, 19, 1, 81-99.
- 総務省統計局: ホームページ「人口統計ラボ」 < <http://toukei-labo.com/> >, (2016年1月20日閲覧).



- 総務省統計局：ホームページ「統計 GIS」 < <https://www.e-stat.go.jp/> > , (2016 年 1 月 20 日閲覧).
- 鈴木充夫 (2012)：市町村スケールにおける実践的な農業 GIS 構築の課題, 農村研究, 115, 54-69.
- 高橋昭子・岡部篤行 (2008)：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, 2, 354-369.
- 高橋重雄・井上孝・三条和博・高橋朋一 (編) (2005)：事例で学ぶ GIS と地域分析—ArcGIS 用いて, 古今書院, 180p.
- 高阪宏行 (1994)：行政とビジネスのための地理情報システム, 古今書院, 233p.
- 高阪宏行・岡部篤行 (1996)：GIS ソースブッカー—データ・ソフトウェア・応用事例, 古今書院, 365p.
- 高阪宏行・関根智子 (2005)：GIS を利用した社会・経済の空間分析, 古今書院, 158p.
- 田中耕市 (2008)：文系学生を対象とした GIS 教育法の実践とその効果, 地理情報科学教授法 2008 年度研究成果報告書.
- 谷謙二 (2005)：教育現場における GIS 活用の現状と課題, 学校の経営 (群馬県総合教育センター), 37, 89-95.
- 特許庁 (2003)：平成 15 年度特許出願技術動向調査報告書—電子地図 (GIS) 利用技術 (要約版) .
- US Geological Survey, USGS：ホームページ <<http://www.usgs.gov/>>, (2016 年 1 月 20 日閲覧).
- 碓井照子 (1993)：地理情報システム (GIS) 研究と GIS 教育の必要性, 奈良大学紀要, 21, 157-165.
- 山縣耕太郎・栗田秀人・田部俊充 (2004)：地理情報システム (GIS) を活用した地域学習教材作成の試み, 上越教育大学研究紀要, 23, 2, 675-689.