

# 地理情報科学の教授法の確立－筑波大学の取り組みと今後の課題－

村山 祐司

## Development of Teaching Method of Geographical Information Science: A Case of University of Tsukuba

Yuji MURAYAMA

**Abstract:** Since the 1990s, GIS has been developing as *Geographical Information Science* rather than as *Geographical Information System*. In this connection, systematic and comprehensive teaching method as a *science* is required in the present university education. This paper discusses the effective GIS teaching methods including curriculum, equipments syllabus, teaching organization, intra-university linkages through the practice in the University of Tsukuba. Talented and capable lectures are a key for the further development of GIS education.

**Keywords:** 地理情報科学 (Geographical Information Science), GIS 教育 (GIS Education), 大学 (University), 教授法 (Teaching Method), 学習支援 (Learning Assistance)

### 1. はじめに

GIS はツールとしての地理情報システム (Geographical Information Systems) からサイエンスとしての地理情報科学 (Geographical Information Science) へと進化を遂げている。この動きを背景に、大学では、理論と実践を組み合わせた体系的かつ包括的な GIS 教育の実践が喫緊の課題に浮上している。

科研費基盤研究(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－」では、4年間にわたり、講義・実習やカリキュラム・シラバス、設備、ソフトウェア・教材開発、空間データの整備、担当教員の編成などに着目しながら、地理情報科学の効果的な教授法について検討を重ねてきた(村山編, 2006)。この発表では、筑波大学のこれまでの取り組みを報告するとともに、教育実践を通じて明らかになった問題点などを踏まえ、高等教育における GIS 教授法のあり方や今

村山：〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学大学院生命環境科学研究科

TEL:029-853-4211 FAX:029-853-4211

E-mail: mura1@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

後の課題について論じたい(図1)。



図1 「地理情報科学の教授法の確立」のホームページ

### 2. GIS 基礎教育のためのプラットホームの構築

GIS の実習をスムーズに行うには、汎用性の高い GIS ソフトウェアの導入が欠かせない。さらに受講者の学習意欲を高めるためには、いつでもどこでも学生が自分のパソコンで自由自在に GIS を操れる環境を構築することが望ましい。筑波大学では、ArcGIS の全学サイトライセンスのセットを試験的に導入し、これをプラットホームに GIS 教育の実証実験をおこなってきた。高額なソフトウェアが無償で利用可能

になったため、私たちの予想を遙かに超え、現在までの3年間で1,200以上がダウンロードされた。サービス開始時は、地理学や社会学などGISと深い関わりのある学生が中心であったが、次第に関心が全学に広がり、今では人文社会科学や医学、農学などの学生も頻りにダウンロードするようになっている。GISの有用性が学生に認知され、昨年度あたりから卒業論文にGISを援用する学生も増えてきた。

**試験的導入から本格的導入へ** 現在、学類レベルでは、自然学類、比較文化学類、社会学類などで、大学院レベルでは、地球科学専攻、環境科学専攻、社会システム工学専攻、リスク工学専攻、世界遺産専攻などでArcGISのサイトライセンスを利用した実習が行われている。2008年3月時点で、全学135台の端末にArcGISがインストールされた。この実績により2009年度からは、大学本部によって予算的措置が講じられ、全学教育用ソフトとして維持管理されることになった。高価なGISソフトを全学予算で購入し保守契約も行うのは、日本ではまだ例が少ないと思われる。私たちのボトムアップの活動がこの結果をもたらしたと自負している。

### 3. 空間データの共有

筑波大学ではGeography Networkポータルサイトを構築し、統計、デジタル地図、授業で利用する空間データなどを学生に無償で提供する体制を敷いている(図2)。



図2 筑波大学 Geography Networkポータルサイトのホームページ

さらに、学生が授業を通して作成したオリジナルなデータなども、正確で良質なものは学生の理解を得てこのサイトにアップロードすることにしており、利用者間での使い回しや次年度の授業での再利用を可能にしている。

また、筑波大学では、空間情報科学分野が中心となって、入手が困難な過去の地図や統計類などをデジタル化し、一般に提供するプロジェクトを進めてきた(村山・渡邊, 2007)。明治・大正・昭和期における空間データ(地図・統計)を整備し、データベース「歴史地域統計データ」のサイトを立ち上げて学生の利用を促している(図3)。

図3 歴史地域統計プロジェクトのホームページ

表1 「歴史地域統計データ」の概要

| データ名               | 時期      | 単位地域   | 提供範囲 | 形式   | 出典                      |
|--------------------|---------|--------|------|------|-------------------------|
| <b>行政界データ</b>      |         |        |      |      |                         |
| 大正・昭和期行政界データ       | T・S     | 市町村    | 全国   | .shp | 地理調査所「50万分の1市町村界素図」     |
| 行政界変遷データベース        | M22~H18 | 町丁字    | 全国   | .xls | 各種行政界変遷資料               |
| 行政界変遷データベース(地図データ) | M22~H18 | 市町村    | 全国   | .shp | 「行政界変遷データベース」           |
| 明治24年行政界データ        | M23     | 市町村    | 一部   | .shp | 「行政界変遷データベース」           |
| <b>統計データ</b>       |         |        |      |      |                         |
| 明治期日本全国人口統計データ     | M5~19   | 市郡/府県  | 全国   | .xls | 内務省編「国勢調査以前日本人口統計集」     |
| 共武政表・徴発物件一覧表       | M13~40  | 市郡/市町村 | 全国   | .xls | 各年共武政表・徴発物件一覧表          |
| 明治33年日本帝国人口動態統計    | M33     | 府県     | 全国   | .xls | 内閣統計局「明治33年日本帝国人口動態統計」  |
| 明治中期における船舶データ      | M19, 20 | 府県     | 全国   | .xls | 海軍省艦政局海運課編「汽船表」など       |
| 第1回国勢調査市町村別データ     | T9      | 市町村    | 全国   | .xls | 内閣統計局「第1回国勢調査」          |
| 大正9年日本帝国死因統計       | T9      | 府県     | 全国   | .xls | 内閣統計局「大正9年日本帝国死因統計」     |
| 大正13年・鉄道輸送主要貨物数量   | T13     | 府県     | 全国   | .xls | 鉄道省運輸局「大正13年鉄道輸送主要貨物数量」 |
| 第3回国勢調査都道府県別データ    | S5      | 市町村    | 全国   | .xls | 内閣統計局「第3回国勢調査」          |

地図データはシェイプデータ (.shp) 形式、統計

データはエクセル (.xls) 形式で公開している (表 1). 公開データとその収録項目は WEB 上で確認できるほか、各データのサンプルの閲覧も可能である。大容量のデータは圧縮データ (.lzh 形式または .zip 形式)、小容量のデータは非圧縮データにて提供される。統計データは汎用性の高いエクセル形式で公開しており、利用者は利用ソフトや目的に応じて、その形式を .csv 形式や .dbf 形式に変換できる。

#### 4. 専門教育と専門ソフトウェアの開発

卒業論文の指導や大学院の授業になると、汎用 GIS では対処できない課題に遭遇することも多い。筆者の専門とする人文地理学、とくに計量地理学の分野では、社会経済的諸事象を空間的に解析する方法が探求されてきたが、汎用 GIS で操作可能になっている機能はそのごく一部に過ぎない。これに対処するには、アドオンモジュールの構築や空間解析専門のソフトウェアが必要になってくる。

筑波大学空間情報科学分野では、オープンソースの R (統計解析言語) と GeoTool (GIS エンジン) を組み合わせて、空間解析の操作環境を実現させる方式を考案し、授業に利活用している (図 4)。「空間データ分析マシン (SDAM)」と名付けられたこのシステムは、次のような解析が可能である。地図作成 (コロプレス図, 円ドット図, カルトグラム), カーネル密度推定, 空間・属性検索, オーバーレイ, バッファ, ユニオン, TIN, ボロノイ, 凸包, 記述統計, 多変量解析 (回帰分析, 因子分析, クラスタ分析), 探索的空間分析 (ESDA, Explanatory Spatial Data Analysis), ポイント・パターン分析 (方格法, 最近隣法, K 関数法), 空間的自己相関分析 (グローバル・モラン統計量, グローバル・ギアリ統計量, モラン・プロット, ローカル・モラン統計量, ローカル G 統計量, ローカル G\* 統計量), 空間的相互作用分析 (古典的重力モデル, 発生制約型モデル, 吸収制約型モデル, 二重制約型モデル), 地理加重回帰分析 (GWR). 必要とあれば順次新しい機能をフレキシブルに追加していけるので、この方式は効果的である (村山・駒

木, 2006).

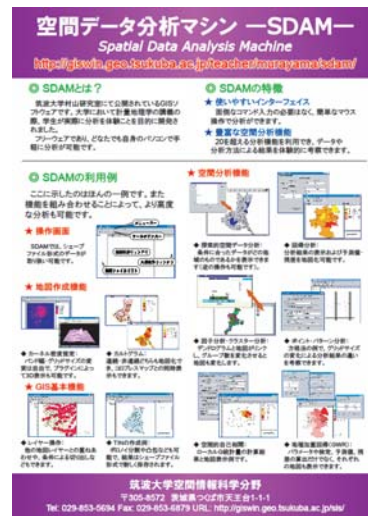


図 4 空間データ分析マシン (SDAM)

また、当分野では、GIS を活用したフィールドワークの研究を進めている。学生の地域調査を支援する「フィールドワーク GIS ステーション」を構築し、野外実習でその有効性の実証実験を行っている (村山ほか, 2008)。



図 5 フィールドワーク GIS ステーション

このシステムは、空間データ入力・編集・データエラー検出に秀でた JUMP (JUMP Unified Mapping Platform) の機能を向上させた OpenJUMP をプラットフォームとして、各種拡張機能を追加したものである (図 5)。OpenJUMP の日本語化 (GUI の日本語化・日本語を含むシェープファイルへの対応) をおこなっ

て、日本語環境でのフィールドワークに対応できるようにしている。野外実習の現場において、地図作成やオーバーレイ、距離測定、図形データの作成や修正、属性データの追加や編集が可能である。ウェブを通じた情報の収集機能も有する。

フィールドワークは、現地で地理的事象に接し、そこから地域性や構造を見いだすことに特徴があるが、GIS と組み合わせると、リアルワールドとバーチャルワールドの往来によって、帰納的思考を涵養できるきわめて有効な方法であると思われる。

## 5. WebGIS の構築

学生に空間的思考を植え付けるには WebGIS の活用が効果的である(村山編, 2004)。近年では Map Server や ArcIMS などを利用して誰でも簡単に WebGIS を構築できるようになっており、需要は今後ますます増えていくものと予想される。たとえば、ArcGIS Server では、ウェブ上で、バッファリング、オーバーレイ、ネットワーク分析、空間・属性検索などが操作できるので重宝である(図6)。

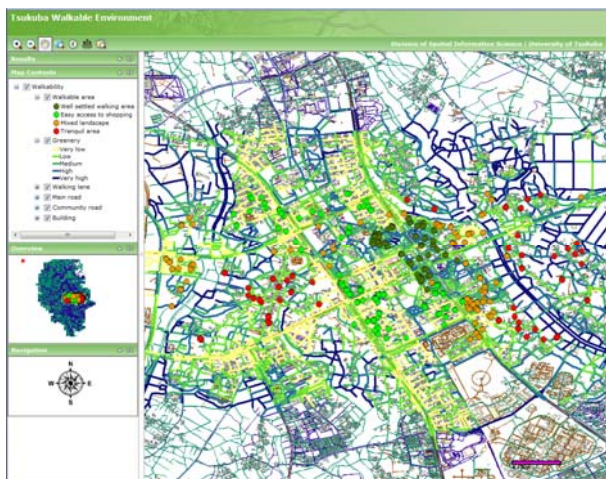


図6 GIS サーバーを援用した地域分析(つくば市中心部を対象にした歩行環境調査の事例)

本科研では、行政区画変遷WebGIS, 歴史統計インターネットGIS, 交通流動のWebGIS, 人口移動 WebGIS, 地理教育用 WebGIS, 環境教育用 WebGIS, 地球環境教育WebGIS, マレーシアの人口統計地図, つくば歩行環境マップなど、主に人文地理学関連のWebGISを

構築して、ホームページで公開している(<http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/teacher/murayama/internetgis.html>)

## 6. 学内連携

わが国の大学で組織的に GIS 教育が進展しない理由の一つに、学問分野が縦割り構造になっていることがある。GIS は必然的に既存の学問分野をまたぐ多専門性・学際性を有するが、実はこれが体系的な GIS 教育の推進に障害になっている。GIS に関心を持つ教員が学内に分散的に配置されているため、カリキュラム編成において教員が連携しにくい仕組みになっている。

当節、大学で定員を増やすことは難しい。この状況下において、大学人がいま取り組むべきは、学内ネットワークの強化にあるように思う。社会科学系の教員と工学系の教員が協力して、オムニバス形式で専門科目を担当する、あるいは関係者が総力を結集して低学年向けに総合科目を設置することなどが手始めに考えられよう。また、教員側では、隣接諸分野が連携し研究者同士が相互に情報を交換・共有するとともに、広く社会に情報発信できる組織づくりが求められている。筑波大学では、GIS に関する情報交換を目的に、教授法科研メンバーが中心となって「筑波大学 GIS 研究教育コンソーシアム」(2008年7月)を立ち上げた(図7)。幸い、全学各分野から多くの賛同が得られ、現在、地理学、社会工学、コンピュータ科学、環境学、社会医学、歴史学、衛星画像工学、教育学をはじめ40人近くが参加している。このコンソーシアムが掲げる主要タスクは以下の4点である。

**(1) 情報発信** 入学希望者、在学生、研究者に対して、GIS に関する研究プロジェクト・研究室および研究者・ソフトウェアやハードウェアなどの研究設備・GIS に関するカリキュラムや取得できる資格等の情報を提供する。**(2) 教育研究活動の支援** 地理情報、空間情報の紹介、収集、提供、また空間情報データベースの作成により研究教育活動を支援する。

さらに ArcGIS サイトライセンスをはじめ、GIS ソフトウェアの入手方法、使用方法について解説するとともに、E-Learning 等による学習支援、学習情報の提供を行う。(3) **情報交換・交流の場の提供** 研究会、フォーラム、交流会、シンポジウム、懇親会等の開催により、異なる学問分野を専攻する研究者間の交流を図る。(4) **社会貢献** 市民向けのイベント、フォーラム等を通じて、地理情報科学の認知度を向上させ、地域社会への情報発信、市民参加を促進する。



図7 「筑波大学 GIS 研究教育コンソーシアム」のホームページ

## 7. GIS 技術資格

学生に受講のインセンティブを与えるには資格制度を有効に活用するのが効果的である。大学で取得できる GIS 関係の資格には、測量士補、JABEE、社会調査士・専門社会調査士などがあるが、2008 年 4 月からは GIS 学術士（学部生向け）と GIS 専門学術士（大学院修士向け）の資格が新たに加わった（認定機関は日本地理学会）。実績証明団体としての認定、科目編成や学生指導などを通じて、教員組織のネットワーク化が進むものと期待される。

GIS 学術士の実績証明団体の認定を受けるには、GIS の基本機能を教授する講義、GIS による地図作成や空間分析の実習科目の開設が必要であるが、私立大学を中心にこれらの科目を新設する動きが出てきている。筑波大学では、自然学類、比較文化学類が実績証明団体としての認定を受け、本年度は社会工学類もこれに加わる予定である（図 8）。現在、学類単位で認定を受けているが、これを全学レベルに拡張することも視野に入れている。この方式を採用すると、

学生は大学に設置されている科目を自由に選択することができ、学際性が有効に働くからである。



図8 筑波大学における GIS 学術士と GIS 専門学術士の取り組み

資格の取得者は、社会人となったのち、職業人向けの GIS 上級技術者（GIS 資格認定協会認定）の資格取得をめざすようになれば、日常業務において絶えず研鑽を積んでいく道筋がつけられ、生涯教育や人材育成の観点からもきわめて効果的である。たとえば、GIS 学術士の保有者には、GIS 上級技術者の資格申請の際にポイントを加算して優遇するなど、資格群の連携を強める措置が有効であろう。

## 8. これからの GIS 教育と大学の役割

**コアカリキュラムの普及と浸透** 米国では、NGCIA が 1990 年代初頭からコアカリキュラムの策定に精力的に取り組んできた。さらにこれを具体化するために、2006 年には UCGIS が「地理情報科学・技術一知識の体系」を発表している（2010 年には第 2 版発行予定）。これらは GIS 教育のガイドラインとなつて、米国における地理情報科学の普及に大きく貢献してきた。

一方、日本では、東京大学の岡部篤行教授を中心とするグループが、2008 年春に日本版 GIS のコアカリキュラムを公表した（岡部編，2008）。これは 3 年間にわたる科研費による研究活動によつてもたらされたものであり、今後はこのコアカリキュラムに

準拠して各大学でシラバスが作られ、効果的な GIS 教育がなされていくことが期待される。「筑波大学研究教育コンソーシアム」では、このコアカリキュラムをもとにしたシラバス作りを進めている。

**大学間連携の必要性** 米国では、GIS 教育を実施している大学が集まって UCGIS (GIS 大学連合) を組織し、情報交換やセミナーの開催、コアカリキュラムの策定、教材の開発、技術サポートなどを通して、各大学の GIS 教育を支援している。現在、このコンソーシアムには全米で 80 を越える大学が参加している。ヨーロッパにも同様な組織、すなわち AGILE が 1998 年に結成され、精力的に活動している。

各大学が個別に手探りで GIS 教育に取り組んでいては十分な成果をあげられないのは明らかであり、わが国でもそろそろ UCGIS や AGILE などのような GIS 教育目的の大学連合コンソーシアムが創設されることが望まれる。

## 9. 基本法を追い風に

2008 年 4 月に閣議決定された「地理空間情報活用推進基本計画」には、全般的施策の一つに、調査・研究、知識の普及、人材の育成、国際協力の推進などが掲げられている。とくに人材の育成については、「国は、測量、GIS に関する技術及び地理空間情報の活用方法に関する講習会の実施、大学などと連携したカリキュラムの提供及びテキストの作成などを行い、大学等や地域において地理空間情報の活用を担う人材の育成を推進する」と明記されている。GIS 普及の拠点としての大学の役割に期待が寄せられている。とくに大学を核とした産官学の連携を推進するとともに、地域社会との関わりを強化することが大切であろう。

筑波研究学園都市には、国や民間の研究所が多数集積しており、GISに関心のある研究者の数も多い。これらの研究者の情報交換を目的に 2006 年には、「つくばGISサロン」が設立された。また、行政と民間と大学を結ぶ、NPO法人「GIS総合研究所いばらき」が活発な活動を展開している

(<http://www.gis-ibaraki.or.jp/>)。今年度から、茨城県は統合型GISの本格運用に取りかかっており、この法人にはセミナーやワークショップなどを通じて、県庁職員や市町村職員、そして民間企業との橋渡しが期待される。大学は、これらの組織に積極的に関わり、研究教育、啓蒙活動の拠点となることが望まれる。



図9 つくばGISサロンのホームページ

## 参考文献

- 岡部篤行編(2008) 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~19年度科研費基盤研究A研究成果報告書, 294p.
- 村山祐司編(2004) 『教育GISの理論と実践』, 184p, 古今書院.
- 村山祐司編(2006) 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年度~20年度科研費基盤研究A研究成果中間報告書, 112p.
- 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. 人文地理学研究, 30, 99-112.
- 村山祐司・渡邊敬逸(2007) 歴史地域統計データの整備と今後の課題. 多目的統計データバンク年報, 83, 1-17.
- 村山祐司・駒木伸比古・尾野久二(2008) 「フィールドワークGISステーション」の開発と利用. 人文地理学研究, 32, 37-50.