

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—

川 瀬 正 樹

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| I はじめに | IV-2 授業計画案 |
| II 大学における GIS 教育の現状と問題点 | 1) GIS とは何か |
| II-1 地理学教育への GIS 教育導入の遅れ | 2) デモデータを用いて操作する |
| II-2 教官と学生のコンピューター操作能力の現状 | 3) オリジナルデータを入れて地図を表示する |
| III GIS 教育環境の構築 | 4) 既存の地図データとオリジナルデータをリンクさせる |
| III-1 GIS 教育に必要なハードウェア | 5) オリジナルの地図データを作る |
| III-2 低価格で実現する GIS 教育環境の提案 | V GIS フリーソフトを使用した GIS 実習授業 |
| 1) 地理学専攻学生に求められる GIS の知識 | V-1 "Arc Explorer" を用いて GIS を体験する |
| 2) 実習授業に必要な GIS 教育環境 | V-2 "Mandara" を用いてオリジナルデータから主題図を作成する |
| 3) レポート・卒業論文作成用に提供する GIS 環境 | V-3 "Mandara" を用いた地図データ作成から主題図作成までの実習 |
| IV 予算ゼロで実現する GIS 教育の授業計画の提案 | VI おわりに |
| IV-1 授業の方針 | |

キーワード：大学教育，GIS，授業計画，低価格，フリーソフト

I はじめに

地理情報システム (GIS) の運用には、GIS ソフトウェアと地図データ、およびコンピューター本体をはじめとするハードウェアが必要不可欠である。一部の大学では、従来からこれらの設備が充実していたものの、地理学科を持たない文系学部や教員養成学部などでは、予算の都合上、GIS 教育に必要な設備を確保できない教室も多かった。しかしここ数年、地図データの充実や低価格化、インターネット経由でダウンロードが可能な地図データや GIS 用シェアウェア等の流通により、かつては予算に恵まれた大学においてのみ可能と考えられていた GIS 教育の環境が変わりつつある。

しかし、実際にはこうした環境の変化が地理学の教官に認知されず、未だに GIS 教育の導入に踏み切れない地理学教室も多い。情報化社会と言われて久しい今日、GIS の社会的貢献度は毎日に高まっており、地理学専攻学生に対しても、GIS に関する基礎知識や基礎的技能が求められる時代はすでに到来している。

パソコンの急速な普及と低価格化、およびインターネット時代の到来により、パソコンが整備されている大学は急増した。現在では、それらのパソコン上で動作が十分に可能で、かつ安価な GIS ソフトウェアもリリースされている。プロフェッショナルな用途には不向きであっても、GIS の考え方や

基礎知識、基礎的技能を修得するには十分なシェアウェアもあり、むしろ教育用には、複雑な機能を持たないこれらのソフトウェアの方が相応しい場合もある。

そこで本稿では、大学におけるGIS教育を、より低予算でかつ有効に行うことを目標に、そのためのハードウェア、ソフトウェアの整備と、それを用いたGIS教育の可能性について考えていきたい。まずⅡ章で、大学におけるGIS教育の現状を述べ、その問題点を指摘する。次にⅢ章で、GIS教育に最低限必要なコンピュータ環境について概説し、特に予算面で厳しい状況にある文系学部においてGIS教育を可能にする方法を考える。Ⅳ章では、実際に無料のGISソフトウェアによって実現するGIS教育の授業計画を提示する。さらにⅤ章では、GISフリーウェア、シェアウェアを使用した授業の進め方とソフトウェアの使用法について、同章の記述をそのまま実践することで実習授業が可能となるよう、詳細に記述する。

Ⅱ 大学におけるGIS教育の現状と問題点

Ⅱ-1 地理学教育へのGIS教育導入の遅れ

大学教育における地理学、とりわけ人文地理学のカリキュラムにおいて、GIS教育が授業等でなされている大学は、むしろ少数派といえるのではないだろうか。そこでまず、こうした現状にとどまっていることの原因について考えてみる。

言うまでもなく、地理学の研究分野は多岐に渡っており、GIS研究は、そのごく一部の領域でしかない。地理学教室の教官の中に、GISの研究者が含まれていることはまれであり、GISを使用したことがある教官も少ないのが現状であろう。この理由として、以下のことが考えられる。

GISは、そもそも主題図作成ツールとしてよりも、分析ツール、アプリケーション開発ツールとして使用するのが本来の目的と言っても良い。行政の防災システム等の構築やマーケティングへの利用を目的としたシステムの開発等はまさにそうである。これらの用途には、商用のGISソフトウェアが求められる。ESRI社のArc/Infoなどは、まさにその好例である。しかし、これらの商用ソフトウェアはあまりにも高価であり、予算の少ない小規模な地理学教室では到底導入できない代物であった。1990年代前半の段階では、ハードウェアとソフトウェアを合わせ、システム全体で1,000万円以上の費用を要していた。

ところが、地理学におけるGISの用途は、アプリケーション開発を目的としていない。一部の研究者は分析ツールとして利用しているが、大部分の地理学者にとって、マッピングは主題図作成を目的としたものであることが多い。GISで不可欠であるとされるデータベースの作成は、基礎研究では常に新しい項目が付加されていくという方向には進むが、既存項目の数値の更新は、ある研究が終了し論文となってしまうとほとんど行われない。また、自分の研究対象地域以外のデータベースを構築することもまず行われない。地理学における主題図の作成において、GISはデータのリンク作業ばかりが増え、それがかえって煩わしい作業となるケースが多かった。地理学では複数の人間が同じベースマップを日常的にかつ頻繁に使うことは少なく、それぞれの研究に必要な様々なベースマップが必要となる。しかも、GISに用いる地図データは未整備で、地図データをデジタイザなどを用いて最初か

ら作成しなければならないケースの方が多かった。

その一方で、パソコンの分野では、全くGISとは関係のない分野で、Adobe社のIllustratorやDENEBA社のCANVASなどの描画ソフトウェアの性能が高まってきた。普段から利用しているパソコン上で、こうしたソフトウェアを用いて必要な地図を適宜作成する方が簡便であり、また、描画ソフトは表現能力に長けていて図の仕上がりも良いことから、地理学における主題図作成においては有効であった。その結果、GISは、卒業論文の作成に取り入れられないだけでなく、地理学教官ですら、自分の研究にGISを用いることは少なかった。当然ながら地理学教室における実習授業などでもGISを教えることができず、このことが、地理学教育へのGIS教育の導入を遅らせたことの原因になっている。

しかし、描画ソフトによる主題図作成は、言うまでもなく手作業をパソコン上の作業に置き換えただけであり、描画内容の修正が容易であること以外は、手作業と大差はない。GISとは根本的に異なり、データと地図がリンクしているわけではないため、データが変われば、地図も描き換えなければならない。GISの知識・能力が地理学専攻学生に対して今後ますます求められることを考えると、これはゆゆしき事態であるといえる。

II-2 教官と学生のコンピューター操作能力の現状

最近では、文系学部でも情報処理に関する講義や実習を受講することが必須となっている大学が多い。しかし、その多くはコンピュータに関する知識や使用法をひと通り伝授するといった形ではあるものの、それを反復することは時間の制約上難しい。筆者の教えている学生を見る限りにおいて、大学2年生の段階で確実に身に付いているのは、結局のところ、日常的に行っているホームページの見方と電子メールの使い方、ワープロソフトの使い方程度である。表計算ソフトについては、文系学生にもレポート作成に用いる者が増えてきたものの、実習で経験して以降使用したことがなく、結局身についていない者が多い。なかには、表計算ソフトを単なる集計用紙として使用し、電卓で計算した数値を入力している学生もいた。結局、コンピューター技術の修得においては「習うより慣れろ」が大前提であり、一度教わったことを反復する必要性がない限り、身に付かないものである。

一方の教官の側はどうであろうか。個人差や世代差にもよるであろうが、電子メールの利用やホームページ閲覧の「技術」に関しては、学生の方がはるかに上回っていることも多いはずである。つまり、地理学教官も学生も、パソコンという共通の媒体の前では、習熟度は同等のレベルなのである。また、中村ほか(1998)の巻頭言でも指摘されているように、地理学研究、地理学教育の現場で活躍する多くの人々が、GISに対して「むずかしさ」「とっつきにくさ」を感じ、関心を持ちながら利用できていない状況にある。このため、学生に対してGISを教えることもできず、地理学教育にGISが普及しないという悪循環に陥っている。

GISを含め、コンピューターの世界は、あまりにも「日進月歩」であり、学生以上に教官達の方がその進歩についていけないという問題もある。確かに、機能が増えることでそうした側面もあるが、その一方でGUI環境の充実などにより、近年では一般ユーザーにも使いやすくなってきている。

近年のパソコンの急速な普及により、ハードウェアやソフトウェアも安価になった。学生の中にもパソコンを購入する者が増えており、それに加え、学生は知識や技術の吸収が早い、最近の学生のパソコン操作能力は著しく向上しており、文系学生の中にもコンピューターに精通している者も多い。教官側がGISの技術をある程度修得できれば、学生が追従できないはずはなく、教官の努力次第でGIS教育の可能性は開けるはずである。

Ⅲ GIS教育環境の構築

Ⅲ-1 GIS教育に必要なハードウェア

GISには「高価である、だから導入できない」というイメージがつきまとう。では、果たして本当にGIS教育には多額の費用が必要なのだろうか。

確かに1990年代初頭においては、GISソフトウェアといえば、ESRI社のArc/Infoなどの商用アプリケーションが必須であり、これらが動作するコンピューターはワークステーションしかなかった。出力機器はXYプロッターか、当時まだ高価だったレーザープリンタであり、それらの機器を同時に揃えることができるのは、一度に多額の研究費が得られた場合のみであった。また、OSがUNIX系であったため、ユーザーはUNIXコマンドをある程度使用でき、しかも、GISソフトウェアもコマンドラインで使用しなければならなかった。パソコン用のソフトウェアも存在はしていたが、市販ソフトはその性能の割に高価であり、パソコンや出力装置の能力の限界などにより、ワークステーションの性能には遠く及ばなかった。

しかし、現在ではほとんどのGISソフトウェアが、ごく一般に販売されてるパソコンで動作可能であり、ESRI社のArc/InfoもWindows NT, 2000が動くパソコンで動作する。筆者の所属する筑波大学地球科学系では、CPUがIntel社のPentium 133MHzのデスクトップパソコンでESRI社のArc/Infoが問題なく動作している。これは、1996年に導入されたシステムであり、2001年である現在の主流と比べると、はるかに低スペックである。プリンタの性能もここ数年で著しく向上し、現在では市販されている安価なインクジェットカラープリンタでも、地図の出力に十分以上の性能を有している。

つまり、普及型のパソコンとプリンタを使用できる環境があり、これにスキャナーを追加すれば、ハードウェア的なGIS動作環境が整うと断言できる。かつては地図を作成するのにデジタイザが不可欠だったが、デジタイザは現在でも高価である。スキャナーで地図画像を取り込み、パソコン画面上でマウスを使って地図を描くことも可能である。もはや、パソコンのない大学は存在しない。地理学教室でパソコンを持っていなくても、何らかの形で学生がパソコンを操作できる環境はあるだろう。

文献によっては、スキャナーはラスターデータしか取ることができないため、行政界や道路網など、線画で構成される地図データの作成には不向きであるとの記述もあるが、現在では必ずしもそうは言えない。スキャナーでとった画像をドロー系ソフトで読み出して、画面上でデジタイザーと同じようにマウスでなぞることにより、ベクターデータを生成することもできる。この方法なら高価なデジタイザーは不要であり、拡大・縮小も修正も容易である。また、画面上の操作なのでデジタイザーのように場所もとらず、性能はパソコン本体の性能向上と共に向上する。さらに、スキャナー等で読みとっ

たラスターデータを、ベクトルデータに変換するソフトウェアも存在し、本稿で紹介するGISシェアウェアのMandara（谷 謙二氏作成）でもそれが可能である。デジタイザーは高価であるだけでなく他に用途が見出せないが、スキャナーはあらゆる用途が考えられ、安価でもあることから購入して損をすることはまずないであろう。

なお、スキャナーを用いて取得した画像データはデータ量が大きくなるので、フロッピーディスクでは容量が足りない場合がある。個人が使う場合には、ハードディスクに保存すればよいが、学生など複数の人間が複数のパソコンを使うような状況の場合には、データを持ち運ぶことができるようにするために、MOドライブやCD-R/RWドライブなどの外部記憶装置があると良い。

Ⅲ-2 低価格で実現するGIS教育環境の提案

1) 地理学専攻学生に求められるGISの知識

それでは、地理学専攻学生に求められるGISの知識とは、どういったものであろうか。もちろん、より詳しい知識を修得するほど良いが、大学生4年間で修得できるものは限られる。また、地理学専攻学生すべてがGISを積極的に活用して卒業論文を作成するわけではない。

では、限られた時間でGIS教育に関する何を教えれば良いだろうか。それは、細かい技術力や分析能力よりも、GIS考え方と操作の基礎を身に付けさせることにあると思われる。すなわち、GISのスペシャリストを養成するのではなく、GISの基礎知識と基礎的技能を有する地理学専攻学生を育てることを目指すことになる。[GISとは何か]と問われた際に説明できる基礎的知識、また使用するGISソフトウェアが変わっても、基本的な操作を応用力でカバーできるだけの基礎的技能といったところであろう。

地理学専攻学生には、研究職のほか、民間企業はもちろんのこと、行政職（公務員）に就く者も多い。商業的、行政的なGISシステムの開発に、地理学専攻出身者が少しでも寄与できるようにすべきである。GISを知らなくても卒業論文を執筆することは可能であるが、地理学を勉強するのにGISを知らないというのは、今後は済まされないだろう。

2) 実習授業に必要なGIS教育環境

予算の問題を考えると、GISの授業を行うことがもっとも大きな問題となるであろう。受講者が10名以上いるような授業となれば、学生1人につき1台のパソコンとGISソフトウェアを提供することは至難の業である。

前述の通り、GISは地理学における1分野に過ぎないため、「地理学実習」や「地域情報処理法」などといった実習関係の授業があったとしても、GISの教育に1年間を費やすことは不可能である。せいぜい数回の授業をGISに割り当てるのが精一杯であると考えられる。したがって、1年を通じて人数分のパソコンを確保する必要はない。授業時間分だけ、大学のどこかにあるコンピューター室を借用する形で利用できれば良い。

3) レポート・卒業論文作成用に提供するGIS環境

いくらGISを授業で取り扱っても、それで終わってしまったら「体験学習」になってしまう。やは

り、その後のレポートにGISで作成した地図を提出させるような課題を与えるなどして、卒業論文でもGISを使えるようにしたい。そのためには、自由に使えるGIS環境を、できれば地理学教室で確保したい。パソコン本体のほか、IV章であげたような、カラープリンタ、スキャナー、外部記憶装置などを順次揃えていけば良い。現在は10万円を切るパソコンが数多く売られており、中には5万円前後のものもある。これらのパソコンでも、GISを動作させるのに全く支障がない。これならば、予算の少ない地理学教室でも購入が可能であろう。問題は予算ではなく、むしろ機材の設置場所の確保かもしれない。

予算が少ない場合には、パソコンの台数を多く揃える必要はない。むしろ、GISソフトを大学にあるコンピューター室にインストールする許可を得ることに力を注ぎ、授業はそちらで行うようにすればよい。コンピューター室の授業でシェアウェアの導入を拒否された場合には、地理学教室のパソコンにインストールして、授業で交代で体験使用させたのち、卒業論文作成の段階で適宜指導しても良い。

ワープロ専用機の生産を中止するメーカーが増えてきた今日、レポートや卒業論文の作成用として、ワープロ専用機ではなくパソコンを購入する学生がほとんどであろう。パソコンが使えなければ就職活動すらできないのが現状であり、パソコンを所有する学生の割合は急上昇している。したがって、地理学教室におけるGIS教育環境の整備においては、大学のコンピューター室にはない周辺機器の整備とソフトウェア・地図データの充実に重点を置き、「できることを増やす」方向で環境を整えていきたい。パソコンを持ってもプリンタ出力は大学で行う学生は意外と多い。ましてや、スキャナーを所有する者は少なく、デジタイザーを個人で所有する者はまずいない。地図は大学で作成し、分析やデータ入力作業は自宅で行うことも可能である。地理学教室にはGISの稼働するパソコンが1～2台あるだけでも効果は大きい。フリーソフトやシェアウェアなら、学生の経済的負担も少なく、卒業論文の作成にも使用することができる。

さらに5～10万円程度の予算が捻出できるなら、商用GISソフトを買うことができる。例えばESRI社のArc View 8.1は、アカデミック価格で65,000円（税別）、追加ライセンス料が1ライセンス26,000円（税別）である。ライセンスを複数購入する予算がなければ、商用ソフトは1台のパソコンのみにインストールして、他のパソコンはシェアウェアやフリーソフトで環境を構築しても良い。商用ソフトウェアは分析機能が充実しており、たとえ1台でも商用ソフトが動くパソコンがあると、GISの運用の可能性が大きく広がってくる。また、前述のArc Explorerは、それ自体はフリーソフトであり、地図を作成することはできないが、Arc Viewで作成した地図をArc Explorerで閲覧することは可能である。これ以上の金額は、一度に捻出することが難しいかもしれないが、複数年度に跨る形でソフトウェア、地図データ、周辺機器を買い揃えていけば、次第に充実した設備が整っていくだろう。

IV 予算ゼロで実現するGIS教育の授業計画の提案

ここでは、前章第2節第2項で述べた環境をもとに、GIS教育を無料で実現するためのGIS実習の授業計画案を提示したい。

IV-1 授業の方針

情報処理教育で陥りやすい問題として、時として通り一遍の教え方になってしまい、結局学生の身に付いていないというケースが多いことがあげられる。これではGISの理解を深めることにならない。「習うより慣れろ」がコンピューター技術修得における鉄則である。効率よいカリキュラムよりも、反復することを重視すべきであり、そのことが、真の効率よいカリキュラムとなるはずである。つまり、まずユーザーレベルに到達させ、徐々に上級者、開発者レベルに近づける手法で望むことが望ましい。これをGISにあてはめると、「地図がないと始まらない」からといって、GISについて何の知識もない学生に対して、地図の作成法から教えてしまつては、ひと通りの実習が終わって見た時には、地図作成法をすっかり忘れていくということになりかねない。

IV-2 授業計画案

以上の点をふまえ、本稿では以下の手順でGISの実習を進めることを提案する。

1) GISとは何か

これは、いわば「GISとは何か」に関する講義である。詳しい説明は実習を追って説明していけばよいので、はじめはGISの概略にとどめる。

2) デモデータを用いて操作する

まず、GISを体験することからはじめ、GISとはデータと地図を関連づけていることを体感的に感じ取らせる。高等学校までの教育ならば、この段階までも良いかもしれないが、研究に用いる場合には、オリジナルのデータや地図が必要となることに理解させることに努めたい。

この段階で用いるソフトには、ESRI社の代理店である（株）パスコのホームページからダウンロードできるフリーソフトであるArc Explorerを用いると良い。大学のパソコン室にインストールさせてもらえるかどうかが問題であるが、フリーソフトとはいえ、商用GISソフトウェアを開発・販売しているソフトウェア会社が作成しており、信頼できるソフトウェアであることを説得してみると良い。もし、教官がArc/InfoやArc Viewを所有していれば、教官自身が作成したデモデータを閲覧することも可能であるが、サンプルデータをWeb上からダウンロードすることができる。

3) オリジナルデータを入れて地図を表示する

次に、オリジナルの属性データを入力して、地図に表示させる。これにより、自分で収集データをコンピューター上で地図化できることを理解させる。この段階ですでに、卒業論文への応用が可能となるはずである。

中村ほか（1998）では、Microsoft社の表計算ソフト「Excel」のマップ機能を用いる方法が紹介されている。Excelのマップ機能には、地図データがExcel専用のものでなくてはならないなどの制約があるが、Excel自体が市販の表計算ソフトの中でも最も普及しており、大学のパソコンにも採用されている事例が多いこと、表計算ソフトは、卒業論文におけるデータ処理などで非常に有用であり、GISの実習と共に、表計算ソフト利用法の練習にもなることなどから、強く推奨できる。情報処理実習の授業などで、すでに学生がExcelの利用を経験している場合も多い。その場合は、表計算ソフト

の反復練習の効果も得られる。

4) 既存の地図データとオリジナルデータをリンクさせる

本来は、地図とデータのリンク作業が必要になることを理解させ、その方法を教授する。

これまで紹介してきたソフトウェアでは、ここから先の実習は難しい。Excelの地図データは専用フォーマットであるため、地図の種類が制限されるだけでなく、地図データと属性データのリンクを考慮することなく表示できてしまう。しかし、このことはGISの真の理解にはむしろマイナスである。そこで、大学のコンピューター室のパソコンにインストールすることが可能ならば、シェアウェアをインストールしてもよいだろう。シェアウェアについては、セキュリティの面から、システム管理者にインストールを拒否される可能性もある。長期間インストールすることが不可能なら、短期間だけでも、インストールさせてもらえるように交渉してみると良い。Mandaraは谷 謙二氏作成のシェアウェア（3,000円）であるが、研究・教育機関では無料で使用することができる。地図データも日本全国の市区町村地図が用意されているので、授業で使用する際に困ることはまずないだろう。実際の活用法については、谷（2000）にも詳説されている。Mandaraは、地理学の卒業論文等の作成に必要な機能を考慮して作成されており、地理学専攻学生が使うGISシェアウェアとしては最適ではないかと思われる。さらに、前述のExcelを用いてデータを作成し、CSV形式でファイル出力した上で、Mandaraの地図とリンクさせる作業を行う。この作業を通して、GISが地図データと属性データをリンクさせることの必要性を、より正確に理解させることができる。

5) オリジナルの地図を作る

地図データもない場合は、地図を作成する必要があることを理解させ、実際の地図データの作成方法を教える。作成方法は、使用するGISソフトによって異なるが、授業で学生全員に高価な商用GISソフトウェアを使用させることは難しい。そこで、シェアウェアであるMandaraを使用し、Mandaraの中の地図作成ツール（マップエディタ）で地図を作成すると良いだろう。

6) 作成した地図とオリジナルデータを使って地図を作成してみよう

5) でオリジナルの地図を作成したら、表計算ソフトのExcelで属性データを作成し、4) で行った地図データと属性データのリンク作業を行い、主題図の作成を行うという一連の作業を反復する。これによって、最終的に、地図データ作成から主題図作成までの一連の作業を修得できたかどうかを確認できる。

このように、地図作成から表示までの作業を、操作を遡るように順に教育していくと、気がつけば属性データを地図化して画面に表示する作業を何度も反復していることになる。最も困難な地図作成の作業も、GISの基礎が身に付いた上で最後に行ったので忘れにくい。実際の授業では、前回の授業で行った作業を再度行わせるなど、操作を反復させることができるように心がけると良い。そうすれば、基本的な操作から順に身についていくだろう。

それならば、一貫して同じソフトウェアを用いるべきでないかという意見があるだろう。地図作成から主題図の表示、印刷までを一貫して行えるのは、上記のソフトウェアではシェアウェアのMandaraである。しかし、コンピューター室などの教育現場の状況がそれを許さない場合もある。ま

た、各ソフトウェアはそれぞれ優位な点を持っている。Arc Explorerは、機能は制約されるものの、業界標準ともいえるESRI社の製品に準じたソフトウェアであり、フリーソフトでもあることから、業界標準のユーザーインターフェースを気軽に体験できるというメリットがある。「テーマ」や「カバレッジ」などの聞き慣れない言葉も、このソフトウェアを使用しているうちに理解できるようになるだろう。Excelは表計算ソフトであり、これに習熟することは表計算ソフトの利用法を修得することにも繋がり、卒業論文の作成にも大いに役に立つ。Mandaraも、表計算ソフトで作ったCSVファイルを属性データとして付加することができるため、この2つのソフトウェアの利用法を習熟することによる相乗効果は高い。「習うより慣れろ」の観点からも、1つのソフトウェアに大きく依存してしまつて応用力が働かなくなるよりも、複数のソフトウェアの利点を生かして使いわけ、使いこなせるようになる方が、長い目で見ると有効である。Mandaraは非常に秀逸なソフトウェアであるが、いざ学生が社会人となって、GISの知識を要求された場合に、Mandaraの使い方しか知らないのでは、GISを知っているとはいえないだろう。

V GISフリーソフトを使用したGIS実習授業

V-1 “Arc Explorer”を用いてGISを体験する

ここでは、Arc Explorerを用いて、学生にGISとは何かを体験させる方法について提案する。

授業を開始する事前に、Arc Explorerと、それで用いるデモデータをダウンロードし、使用するパソコンにインストールしなければならない。Arc Explorer（日本語版）は、ESRI社の代理店である（株）パスコのホームページからダウンロードするのが最もわかりやすいだろう。大学のコンピューター室などにあるクライアントマシンにインストールする場合は、管理者権限を有するアカウントでログインしなければならないのが普通である。コンピューター管理者の許可か、実際にインストールへの協力を得て作業を行う。

“Arc Explorer”（日本語版）ダウンロード先は以下のURLである。

<http://www.pasco.co.jp/frame2/download/dl1.html>

ダウンロードした“arcex.exe”というファイルをダブルクリックして実行すると、インストール画面が表示される。後は指示に従って「OK」と「次へ」をクリックし続けると、標準インストールが行われる。インストール先は、デフォルトでは“C:\Program files\Esr\Arc Explorer J”フォルダであるが、別のフォルダにインストールしたい場合は、インストール先の設定画面で変更する。

全国市区町村界データ ダウンロード先は以下のURLである。

<http://www.pasco.co.jp/frame2/download/dl4.html>

ダウンロードした“znkdata.exe”をダブルクリックして実行すると、インストール画面になる。「OK」と「次へ」をクリックし続けると、“C:\jpn_2”フォルダにインストールされる。別の場所にインストールしたい場合は、インストール先の設定画面で変更する。なお、ダウンロードの際には、Webブラウザ上で、登録カードに必要事項を入力しなければならない。

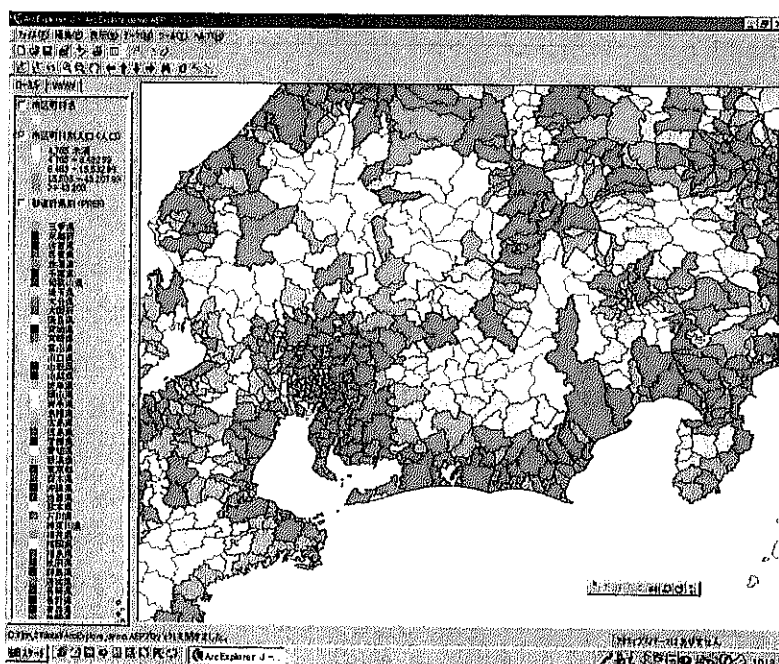
インストール作業が無事に終了したら、実習授業で使用してみよう。最初に、GISとはいったい何

なのかを体験することを第一の目的として Arc Explorer を使用してみる。作業の流れの例として、以下のような流れが考えられる。

まず、スタート→Arc Explorer Jで Arc Explorer を起動する。ファイル→プロジェクトファイルを開く→市区町村データを格納したフォルダ（ここでは C:\jpn_2）を参照→data フォルダ内の“ArcExplore_demo.AEP”を選択すると、凡例と地図が表示される（第1図）。凡例が表示されている部分を凡例域、地図が表示されている部分を地図表示域という。はじめは、虫メガネの絵が描かれた拡大・縮小ボタンをクリックして地図の拡大・縮小を行ったり、矢印のボタンを押して地図を東西南北に移動したりさせることにより、地図表示域の扱いに慣れさせる。

凡例域には、すでに、市区町村名、市区町村人口、都道府県別というテーマができていて、テーマは、地理行列でいえば列に相当する属性データである。表示されているのは3つの属性であるが、実は、japan.shp には、他に世帯数のデータが含まれている。そこで、市区町村別の世帯数を表示させてみる。

まず、テーマ→テーマの追加→データをダウンロードしたフォルダ（ここでは、C:\jpn_2）内の、japan.shp を開く。すると、凡例域に“JAPAN”というテーマが追加される。テーマ“JAPAN”のチェックボックスをチェックすると、地図表示域の日本地図が“JAPAN”の凡例一色に塗られる。次に、テーマのプロパティで、テーマ「世帯数」の階級区分を行う。対象となるテーマ（JAPAN）を左クリックしてアクティブにし、テーマ→テーマのプロパティで設定変更を行う。設定画面が表示されたら、テーマ名を「JAPAN」から「世帯数」に変更し、数値フィールドを「世帯数」に変更してみる（第2



第1図 Arc Explorerでプロジェクトファイル“ArcExplore_demo.AEP”を読み込んだ時の画面表示

図)。分類オプションはクラス分割に変更する。ここでは分類数を「5」から「4」に変更し、「OK」をクリックすると、市区町村別の世帯数の主題図が表示される。この作業により、凡例の設定の方法を理解することができる。

チェックボックスにチェックしたテーマだけが地図領域に表示されるので、あえてテーマの削除方法を教授する必要もないが、教えても良い。凡例域にある都道府県別のテーマをクリックしてアクティブにし、右クリック→テーマの削除によって削除してみよう。

あとは、以下のようなテーマを与えて、操作させると良いだろう。

(スケールバーの表示)

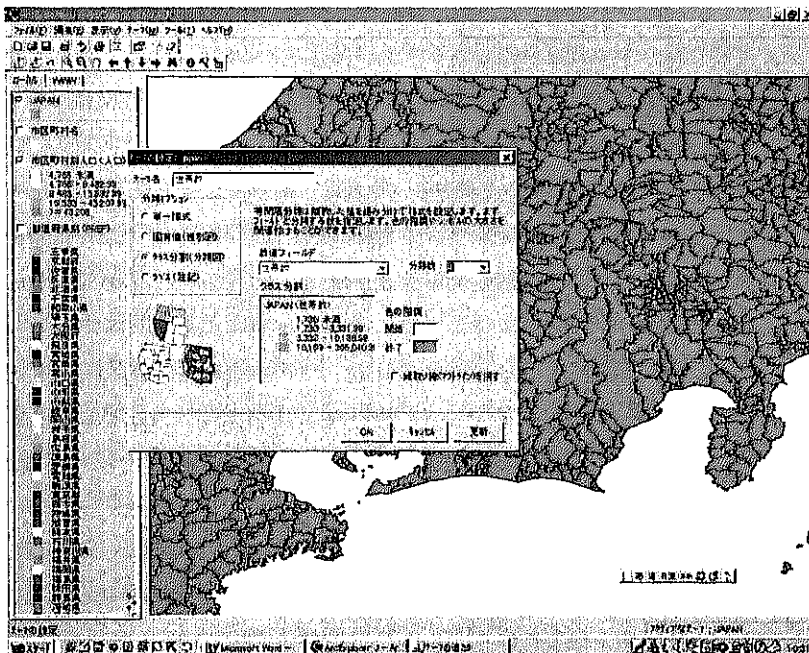
表示→スケールバーの表示で表示させる。地理学で用いる地図には、かならずスケールを表示するよう指導する。

(属性データの表示)

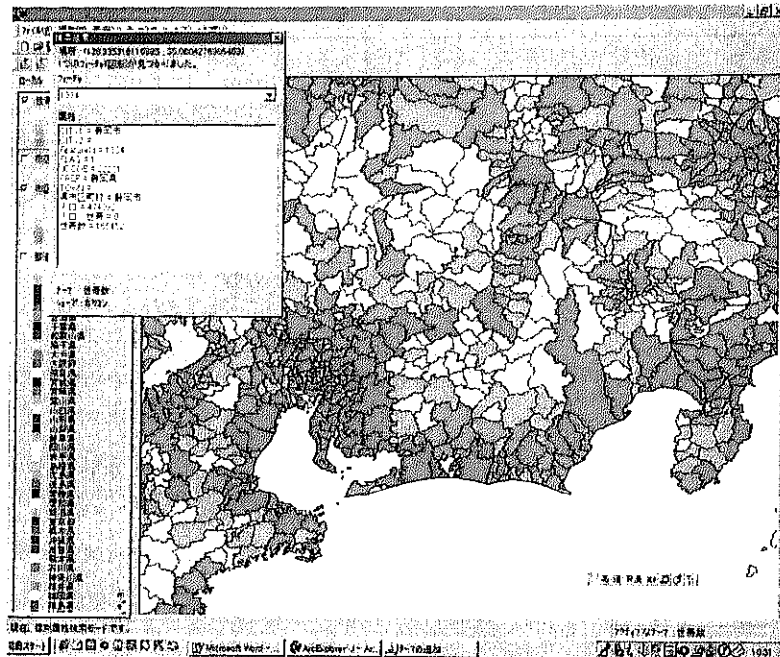
凡例域のテーマを左クリックしてアクティブにした後、地図表示域でマウスを右クリックして「個別属性表示」モードにし、地図上の任意の1市町村にマウスカースルを移動して左クリックすると、その市区町村の各属性のデータが表示される(第3図)。これにより、地図データと属性データがリンクしていることを理解させる。

(条件検索)

マウスを右クリックして「条件検索」モードにする。その市町村の各属性のデータが表示される。「フィールド選択」で検索対象となる属性を選択し、論理符号のボタンをクリックして、手入力で数



第2図 Arc Explorerの「テーマのプロパティ」による凡例の設定画面



第3図 Arc Explorerの個別属性表示機能による属性データ表示画面

値を入力する。例えば、「世帯数が1000以上10000未満の市区町村」を検索したい場合は、

世帯数 >=1000 and 世帯数 <10000

と指定し、実行ボタンをクリックする。“1000<=世帯数<10000”では検索できないので注意が必要である。

最後にプロジェクトの保存をすれば修正したデータが保存されるが、それをするかどうかは、各大学のコンピューター環境による。保存したくない場合は、保存しないで終了作業に移行する。ファイル→終了でArc Explorerを終了することができる。

ただし、このArc Explorerには最大の欠点がある。それは、図形表現図を描画できないことである。人口密度などの相対数であれば、コロプレスマップで表示して良いのだが、人口や世帯数などの絶対数をコロプレスマップで示すことは、地図学上不適とされている。しかし、Arc Explorerではコロプレスマップでしか表現できない。学生に対しては、そのことをよく説明しておくべきであろう。ESRI社に記号図を作成する機能を追加していただくか、パスコ社に全国市区町村データに相対値データを加えていただくよう、改善を求めたい。Arc Viewを1ライセンス分でも購入することのできる教室では、Arc Viewを用いてコロプレスマップに適合するシェイプファイルを教官が作成し、実習でそのシェイプファイルを使用すると良いだろう。

ここまでは、Arc Explorerのプロジェクトファイルのサンプルデータを用いて実習を行ってきた。しかし、本来は初めからプロジェクトファイルがあるわけではなく、テーマの追加によりシェイプファイルを読み込んで諸設定を行い、最後に保存することで初めてプロジェクトファイルが作成される。そこで、反復練習も意味も含めて、プロジェクトファイルを使用しない状態から再度実習を行う。

まず、Arc Explorerを起動する。次に、地図が何も表示されていない状態で、先の実習で行った「テーマの追加」を行う。テーマ→テーマの追加→データをダウンロードしたフォルダ（ここでは、C:\jpn_2）内の“japan.shp”を開く。すると、凡例域に“japan”というテーマが追加される。あとは、先の実習で行ったように凡例の設定を行う。前は「世帯数」をテーマに追加したので、今度は「人口」を追加しても良いだろう。さらに、「市区町村名」を追加してみる。ただし、市区町村名は数値データではないので、テーマのプロパティで分類オプションを「ラベル」にしなければならないことに注意する。テーマはレイヤー構造になっており、凡例域で上位に示されているテーマほどレイヤーでも上位に位置する。市区町村名テーマは、最上位に位置しなければならないので、凡例域で市区町村名のテーマをアクティブにし、最上位にドラッグする。さらに、市区町村名のチェックボックスをオンにすれば、市区町村名が表示されるはずである。地図の縮尺が小さい場合は見えないが、地図を拡大すれば文字を見ることができる。文字の種類と大きさは、市区町村名のテーマのプロパティのフォント欄で変更できる。これらの作業により、凡例域の設定やテーマのレイヤー設定について理解を深めることができる。

最後に、プロジェクトファイルを保存する。ファイル→プロジェクトの保存で保存画面を表示させ、プロジェクト名（ここでは「人口と世帯数」）を付けて保存する。保存先は、どこでも（フロッピーディスクでも）良い。保存作業が完了したら、前述の要領でArc Explorerを終了させる。

さて、保存したプロジェクトファイルは本当にきちんと作成されたであろうか。再度Arc Explorerを起動し、ファイル→プロジェクトを開く。により、先ほど保存したプロジェクトファイルの存在を確認できたら開いてみる。保存前の状態が再現されれば「成功」である。

こうして結局、Arc Explorerの起動を3回繰り返し、テーマの追加も2回繰り返した。さらに、学生に操作を慣れさせるために課題を与えると習熟度が高まる。例えば、条件検索を行わせて、人口20万以上の都市はいくつあるか回答させたり、教官から凡例設定の条件を与え、結果をプリントアウトさせて提出させたりしてもよいだろう。

V-2 “Mandara”を用いてオリジナルデータから主題図を作成する

次に、谷 謙二氏作成のシェアウェアである、“Mandara”を用いて、オリジナルデータから主題図を作成する方法の実習の流れを示す。

授業を開始する事前に、Mandara本体と全国市町村地図データをダウンロードし、使用するパソコンにインストールしなければならない。Arc Explorerの時と同様に、大学のコンピューター室などにあるクライアントマシンにインストールする場合は、管理者権限を有するアカウントでログインしなければならないのが普通である。コンピューター管理者の許可か、実際にインストールへの協力を得て作業を行う。

“Mandara”は、作者である谷 謙二氏が作成している「Mandaraのホームページ」から最新版とサンプルデータをダウンロードすることができる。2001年10月14日現在で、Ver. 4.64がリリースされている。MandaraのホームページのURLは以下のとおりである。

<http://www5c.biglobe.ne.jp/~mandara/>

この中に、Mandara本体と地図データのダウンロードサイトがあるので、そこからダウンロードする。

インストール方法は、以下の通りである。まず、任意の場所にインストール用の一時フォルダを作成し、そこにダウンロードする。そこで、ダウンロードしたファイルをダブルクリックして実行すると、“setup.exe”というファイルが解凍される。このファイルをダブルクリックして実行すると、インストールが開始される。基本的に画面の指示に従って「はい」を繰り返していけば良いが、事情によりインストール先フォルダを変更したい場合は、インストール先指定の画面で変更する。これで、Mandaraのインストールは完了する。なお、Mandaraは3,000円のシェアウェアであるが、教育用として使用する場合、作者の谷 謙二氏に連絡すると無料で使用することができる。その際、パスワードが支給される。このパスワードを入力しなければ、印刷機能等が使用できない。パスワードの入力するには、まずMandaraを起動しなければならない。スタート→Mandara→MandaraでMandaraを起動し、初期画面をキャンセルした後、ヘルプ→パスワード入力が出てきた画面にパスワードを入力する。

次に、全国市町村の地図データであるが、これは、最新版を使用することをお薦めする。上記のホームページからダウンロードしたファイルをダブルクリックすると、インストール先指定の画面が表示される。ここではカレントフォルダが表示されているが、参照ボタンを押して、“C:\Program files\Mandara\Map”を指定（Mandara本体のインストール先を変更した場合は、その先のMapフォルダを指定）して“OK”をクリックする。これで、Mandara本体と全国市町村地図データの最新版のインストールが完了した。

無事にインストールが済んだら、実際に授業で使用してみる。まずは、ダウンロードした全国市町村地図データに、Excelで自作したデータを用いて主題図を作成する実習を行う。本稿では、広島県の事業所数に関するデータを事例に用いる。

Excelによるデータ作成の様式は第4図のとおりである。数値データより上に、MAP, LAYER, TIME, TITLE, UNITなどといった、「タグ」と称するものを指定する。これにより、地図データとのリンクを行うので、ミスなく指定することが必須となる。MAPの行には地図名（ここでは「日本市町村2001」）、TITLEの行には各列の属性名（変数名）を入力する。なお、LAYERは属性データをレイヤー化するタグ、TIMEは属性データの時期を示すタグである。これらのタグの指定によって、はじめて地図データと属性データのリンクが可能となることを、学生に周知させる。

次に、一番左の列に地域名を入力する。これにも決まった入力形式があるので、注意しなければならない。通常は「広島県福山市」「広島県府中町」などのように、「県名+市町村名」の形式で入力する。また、広島市のように区制をとっている市は、「市名+区名」とする（ただし、東京23区の場合は「東京都+区名」とする）。また稀に、同一県内に同じ町村名が複数存在する場合がある。その場合は「県名+郡名+町村名」とする。ここでとりあげた広島県の場合は、「三和町」が2つあるので、それぞれ「広島県神石郡三和町」「広島県双三郡三和町」とした（第4図）。

地域名の隣の列からは、数値データを入力すればよい。ただし、データに桁区切りのカンマを入れ

Microsoft Excel - Book1

1 入力(Alt) 編集(Edit) 表示(Alt) 挿入(Alt) フォーマット(Alt) ツール(Alt) ヘルプ(Help)

2 標準ツールバー

3 MS-Excel 97 標準テンプレート 標準テンプレート 標準テンプレート 標準テンプレート 標準テンプレート

4 C64

	A	B	C	D
1	MAY	日本市町村2001		
2	LAYER	1999年		
3	TIME	1999		
4	TITLE	市区町村別事業所数(1999年) 新設事業所数(1996~1999年) 新設事業所(1996~1999年)の割合(1999年)		
5	UNIT			96
6	広島市中区	17731	3246	1832
7	広島市東区	3954	539	1361
8	広島市南区	6327	1112	1335
9	広島市西区	8464	981	1152
10	広島市安佐南区	6426	941	1464
11	広島市安佐北区	4623	650	1425
12	広島市安芸区	1930	195	1010
13	広島市佐伯区	4030	604	1439
14	広島県呉市	9312	911	919
15	広島県竹原市	1735	136	784
16	広島県三原市	4090	446	1090
17	広島県尾道市	5522	496	898

18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200

Microsoft Excel - Book1

1 入力(Alt) 編集(Edit) 表示(Alt) 挿入(Alt) フォーマット(Alt) ツール(Alt) ヘルプ(Help)

2 標準ツールバー

3 MS-Excel 97 標準テンプレート 標準テンプレート 標準テンプレート 標準テンプレート 標準テンプレート

4 C64

	A	B	C	D
83	広島県豊松町	100	3	2.83
84	広島県神石郡三和町	254	7	2.76
85	広島県上下町	409	18	4.40
86	広島県総領町	80	1	1.25
87	広島県甲斐町	167	15	8.98
88	広島県吉田村	66	12	13.95
89	広島県布野村	94	3	8.51
90	広島県作木村	81	8	9.60
91	広島県吉舎町	284	14	4.93
92	広島県三良坂町	233	33	14.16
93	広島県双三郡三和町	182	10	5.49
94	広島県西郷町	265	20	7.55

101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200

第4図 オリジナルデータ(広島県の市区町村別データ)の入力フォーマット

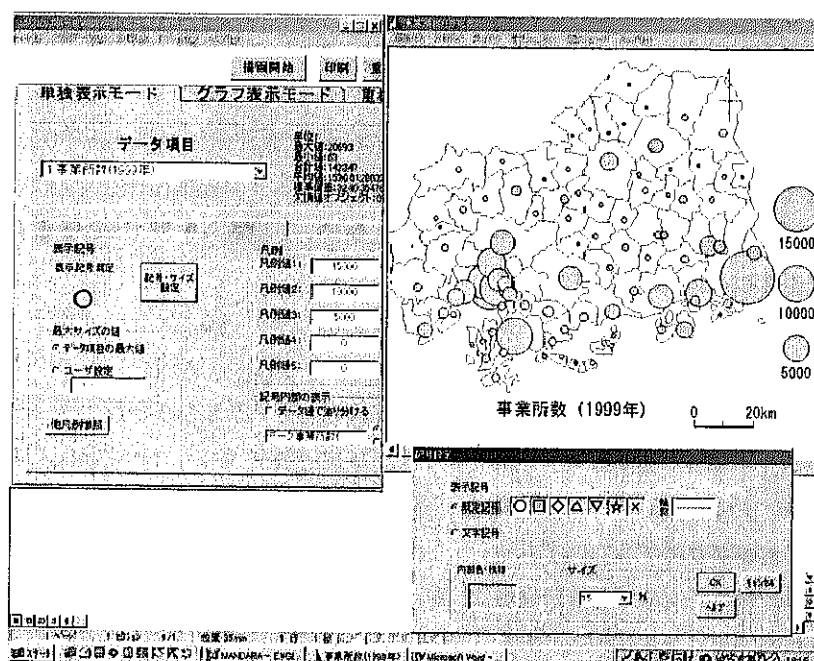
てしまうと、誤った結果を表示するので入れないようにする。第4図のような形式で入力できたら、データを保存する。この時、Excelのブック形式で保存しても、Mandaraでは使用できないので、CSV形式で保存する。ファイル→名前を付けて保存→保存先を指定→ファイルの種類をCSV(カンマ区切り)に変更し、ファイル名を付けて保存する。

次にMandaraを起動する。スタート→Mandara→Mandaraにより起動し、データファイルの読み込みを行う。初期メニュー画面から「データから読み込む」あるいは、ファイル→データ読み込みで、データの読み込み画面が表示される。まず、主題図作成の元データとなるCSVファイルを指定して開く。次に、データ項目を選択する。ここではまず、事業所数(1999年)の主題図を表示する。描画開始ボタンをクリックすると、地図表示画面が表れて主題図が表示される。データの入力形式が誤っていなければ、地図が表示されるはずである。

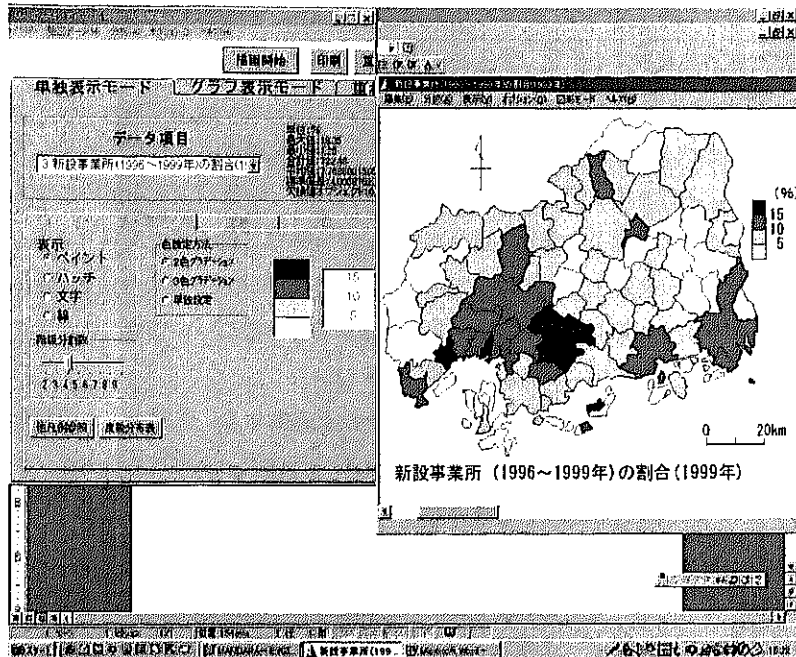
この段階では、コロプレスマップが表示される。しかし、データが絶対数なので、本来なら比例円などの図形表現図で表示させるべきである。そこで、表示形式を比例円を用いた図形表現図に変更する。学生にはここで、絶対数を主題図にする場合は図形表現図、比率を表す場合はコロプレスマップ

で表示すべきであることを説明して理解させたい。Mandaraの画面で「記号」タグをクリックし、描画開始ボタンを押すと、表示形式が比例円に変更される。表示結果を見て、記号・サイズ設定や凡例値の変更を行い、描画開始ボタンをクリックして修正結果を確かめながら、最適と思われる設定に変更する。凡例値は数字で、記号・サイズ設定は、記号・サイズ設定ボタンをクリックして表示される画面で行う。第5図は、凡例値を5000, 10000, 15000に変更し、表示記号は円のまま変更せず、サイズを10%から15%に変更して描画したものである。スケールと方位が地図と重なってしまう場合には、適当な位置にドラッグして移動すれば良い。図のタイトルには、CSVデータに入力した項目名(変数名)がそのまま表示されるので、CSVデータの作成段階で、図のタイトルとなるべき名前を入力しておく必要がある。しかし、地図表示画面の編集→コピーで、作成した主題図をクリップボードにコピーし、Wordなどのアプリケーションソフト上に貼り付けることが可能であり、アプリケーション上で図のタイトル等を修正することができる。

次に、データ項目を「3. 新設事業所(1996~1999年)の割合(1999年)」に変更して描画開始ボタンをクリックしてみる。今度は相対数データなので、地図の表示形式はコロプレスマップのままでよい。凡例の階級区分の数を変更する場合は階級分割数を、階級区分の数値を変更する場合は凡例値の数値を変更する。第6図は階級区分数を4に、数値を5刻みに変更してみた。凡例にカラーを用いたければ凡例をクリックして色を変更すれば良い。色設定方法が2色グラデーションなら、1つの凡例を指定すればグラデーションで色が設定され、単独設定に設定すればそれぞれの凡例ごとに色指定ができる。ただし、コンピューターの環境で、カラープリンターが使用できない場合は、白黒のまま



第5図 Mandaraによる図形表現図の設定と出力画面



第6図 Mandaraによるコロプレスマップの設定と出力画面

にしておいた方がよい。

以上の作業が終わったら、ファイル→名前を付けてデータ保存、により、ここまでの変更内容をMadara形式のデータで保存する。保存作業が終わったら、ファイル→Mandaraの終了でMandaraを終了させる。

これでひと通りの作業が終わったが、もう一度保存したデータを呼び出して、続きの作業ができることを確認してみたい。Mandaraを起動して、データから読み込みで「広島事業所数.MDR」を指定し、描画開始ボタンをクリックして地図を表示させる。先ほどの作業内容が保存されていることを確認させたら、終了作業を行ってMandaraを終了させる。

V-3 “Mandara”を用いた地図データ作成から主題図作成までの実習

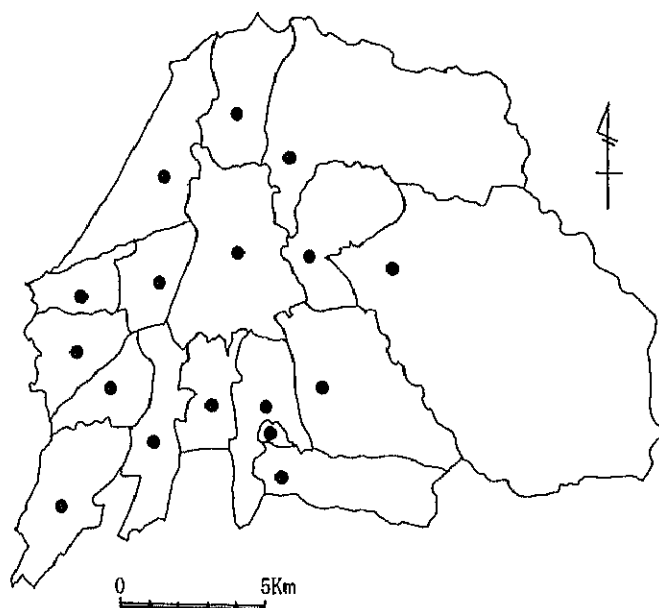
前回の実習では、用意された地図を用いて、自分の作成したデータから主題図を作成する方法を学んだ、しかし、自分が欲しい地図データが常に存在するとは限らない。今回は、地図の作成を行う方法を修得し、オリジナルデータを用いて主題図を作成する作業を反復する。

はじめに、白地図データを作成する。今回は、地図上の地区の境界線を手作業でトレースして作成した白地図をスキャナで取り込み、地図データに変換する方法を用いる。この方法であれば、スキャナーのあるパソコン環境さえ用意できれば、地図のトレースに必要なトレーシングペーパーとペンを学生に準備させるだけで、パソコンによる主題図の作成が簡単に行えるようになり、卒業論文にも大いに役立つと思われる。

手作業により、必要な線（今回は長野県松本市の地区の境界）と方位、スケールをトレースし、比例円などの図形や地名を表示する位置（地区の支所の位置など）にラベル点となる点を打った地図を用意する（第7図）。これをスキャナーで取り込み、ビットマップ形式（.bmp）で保存した画像データをMandaraで読み込み、Mandaraに適したベクトルデータに変換する。したがって、手でトレースした白地図ではなく、スキャナーで取り込んだ画像をペインティングソフトを用いてマウスでトレースし、ビットマップ形式で保存した画像を用いても良い。今回は、低予算で実現できることを目的としているため、ペインティングソフトが用意できなくても白地図作成が可能な方法を優先し、手作業でトレースした図をスキャナーで取り込んでみる。スキャナーの使用法については、スキャナーまたはスキャナー用アプリケーションのマニュアルを参照して欲しい。

次に、スタート→Mandara→Mandaraにより、Mandaraを起動する。地図データ→白地図処理で白地図処理画面を表示させる。白地図処理画面で、ファイル→画像データの取り込みで、スキャナーで取り込んだ画像を指定する。「すぐにベクトル化の処理を開始しますか？」とメッセージが出たら「はい」をクリックする。すると、ベクトル化処理が施され、「処理を終了しますか？」のメッセージに「OK」と答える。「マップエディタに移りますか？」とメッセージに「はい」と答えると、マップエディタに移行する。マップエディタでは、点はオブジェクト編集、線はライン編集で編集するが、その切替は、マップエディタ画面上のラジオボタンで切り替える。

マップエディタに表示された、ベクトル化された地図を見ると、スキャナーで取った地図上のゴミなどの影響で、不要なところにラベル点が生成されている場合がある（第8図）。そこで、該当する不要な点を左クリックし、削除ボタンをクリックして削除する。逆に、必要な点を左クリックすると、



第7図 手作業によりトレースしたスキャン用の白地図

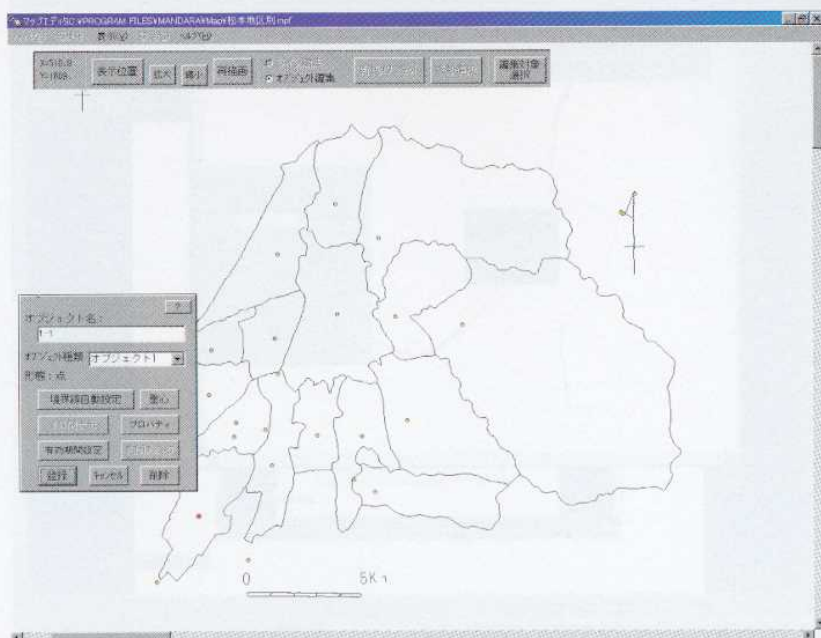
オブジェクト名に「1-1」などと書かれている。このままでは地図とデータがリンクしないので、オブジェクト名にそれぞれの地区名を記入する。例えば、第8図の場合、オブジェクト名が「1-1」となっている点のある地区の名前は「今井」なので、「1-1」を「今井」に修正する。

さらに、ここで、ラインのポリゴン変換を行う。同じ画面に「境界線自動設定」というボタンがある。これを押すと、修正中のオブジェクトのまわりを取り囲むラインが選択される（第9図）。さらに登録ボタンを押すと、オブジェクト名が「今井」に変更されると共にポリゴンが作成され、「今井」という名前のポリゴンが作成されたことになる。同様に、他の地区についてもポリゴンを作成する。

なお、必要な地区にオブジェクトとなる点が作成されなかった場合は、編集→オブジェクトの新規作成で作成し、作成されたオブジェクトを適当な場所へ移動する。この際、新規オブジェクトのオブジェクト名を付けなければならないので、該当する地区名を入れる。もう一度オブジェクトを左クリックし、「境界線自動設定」ボタンを押せば、他と同様にポリゴンが作成される。

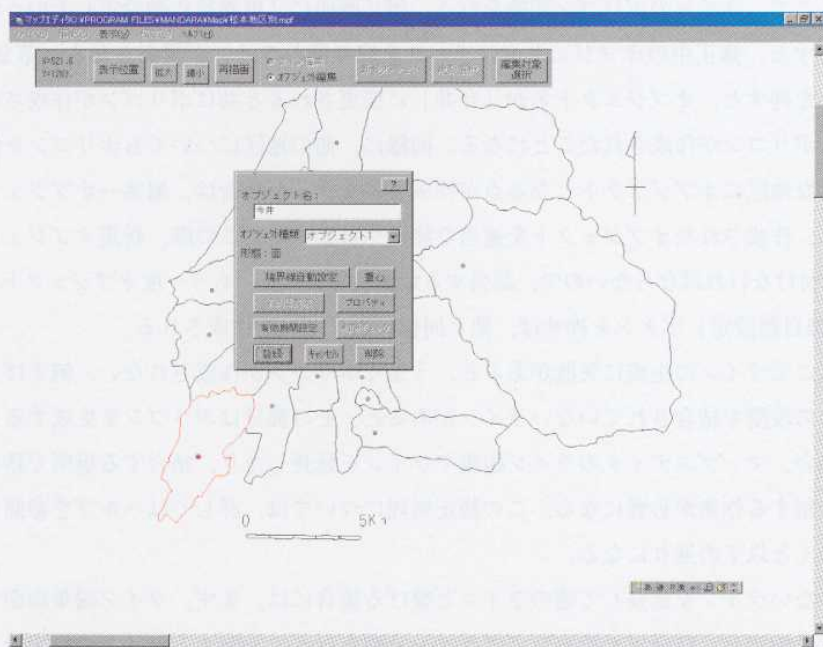
ただし、ここでラインの生成に失敗があると、うまくポリゴンが作成されない。例えば、手作業によるトレースの段階で結合されていないラインがあると、その部分はポリゴンを生成することができない。この場合、マップエディタのライン編集でラインを延長したり、結合する場所で結合される側のラインを分割する作業が必要になる。この修正処理については、詳しくはヘルプを参照して欲しいが、簡潔に書くと以下の通りになる。

繋がっていないラインを延長して他のラインと繋げる場合には、まず、ライン編集画面で結合される方のラインを指定し、結合点を指定してライン分割を行う。分割するラインの指定後、結合点となる点にマウスカーソルを置き、右クリックしてメニュー中にある「ライン分割」を選択すると（第

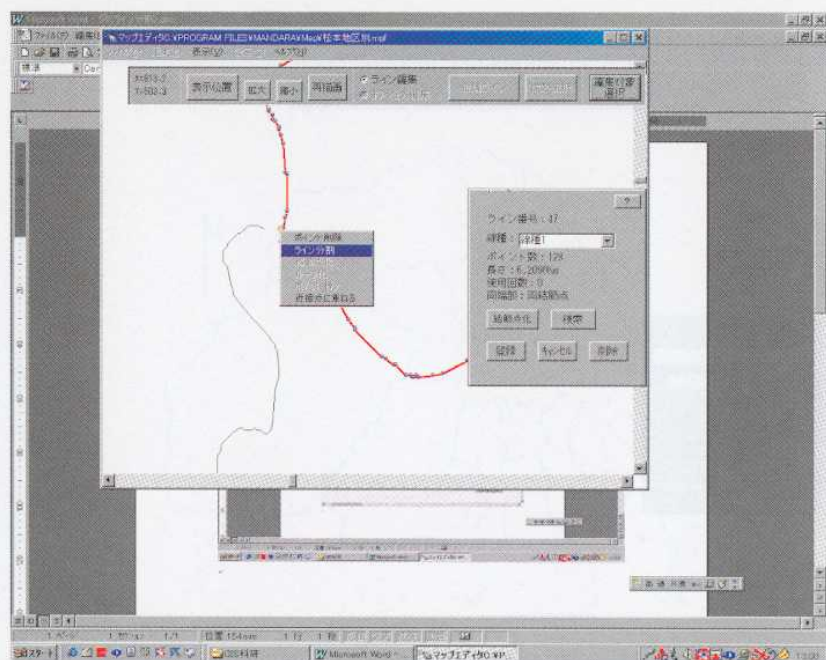


第8図 ベクトル化したオリジナル地図データをマップエディタで読み込んだ時の表示画面

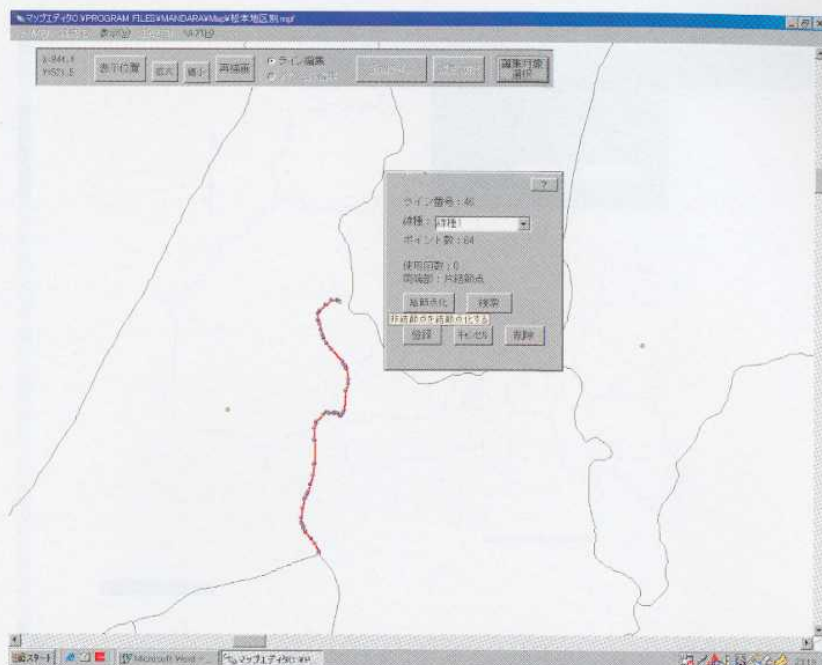
10図), ラインが分割される。次に, 延長するラインを指定し, 「結節点化」ボタンをクリック(第11図)して両結節点化すると, 先ほどライン分割で指定した結節点までラインが延長され, ラインが連結される。これで行うと, 生成に失敗したポリゴンの生成が可能となる。オブジェクト編集画



第9図 マップエディタの境界線自動設定によるポリゴンの生成



第10図 マップエディタにおけるライン分割



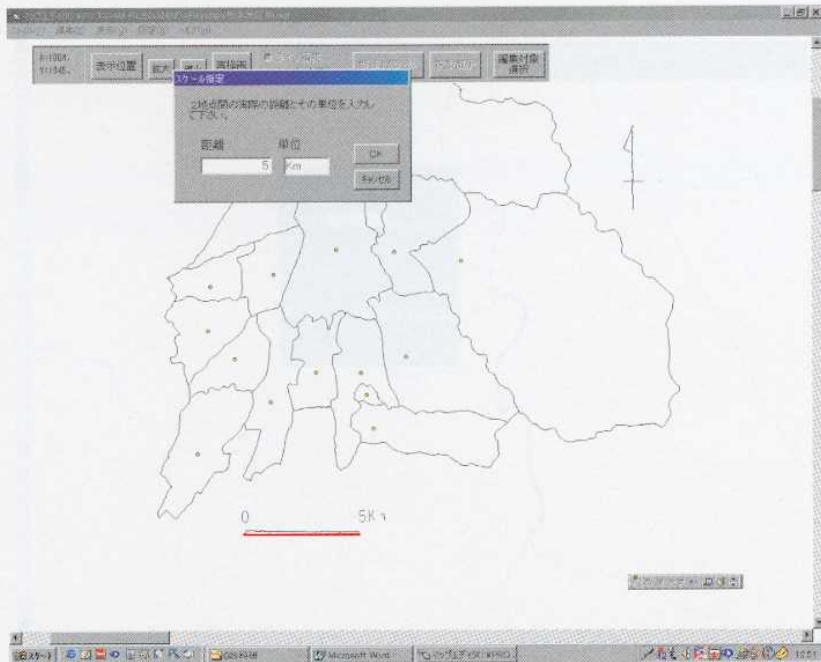
第11図 マップエディタにおけるラインの両結節点化

面に切り替え、先にポリゴン生成に失敗したラベル点を指定し、「境界自動設定」ボタンでポリゴン生成を試みる。

実習の授業では、トラブルを避けるために、こうした失敗が起こらないよう確認した白地図を用いてもよいが、故意に1か所だけ失敗か所を設け、その修正作業の実習をしても良いだろう。いずれにしても、この段階では、学生全員に同じ白地図を持たせて実習を行った方がよい。地図のトレースも学生それぞれに任せてしまうと、トラブルが多発することが予想されるからである。地図の手作業によるトレースは、GIS以外の実習で教授すれば良いし、今回の実習が終わった後に、自由研究として課題を与える場合に課しても良い。なお、ポリゴンを生成する必要がない、あるいは生成すると不都合がある場合は、この「境界線自動設定」の作業を行わなくてよい。

次に、スケールと方位の設定を行う。設定→スケール設定でスケールを設定する。トレースしたスケールの左端から右端にマウスをドラッグし、その後に出てくる「距離」に数字、「単位」に単位を入力する。例えば、5 Kmならば、距離は「5」、単位は「Km」と入力する（第12図）。「OK」をクリックすると「スケールを設定しました」と表示される。

次に、設定→方位設定で、方位の種類と角度を設定する。今回は画面の上が北に当たるので必要ないが、そうでない場合は左回りでの回転角度を入力する。角度のスケールバーを動かしながら、スキャナーで読み込んだ方位と平行になるように調整すれば良い。方位とスケールの設定が終われば、スキャナーで取り込んだ方位とスケールは不要なので、ライン編集→削除範囲をドラッグで不要なラインを指定し、複数ライン選択→削除で削除する。



第12図 マップエディタにおけるスケールの設定

ここまでくれば、地図データは完成である。ファイル→名前をつけて地図データ保存で、作成した地図データに名前（ここでは「松本地区別」）を付けて保存する。保存先はC:\Program files\Mandara\Mapとする。地図データの保存先がインストール時にこのフォルダに設定されているおり、他のフォルダでは使用できないので注意が必要である。

あとは、前回と同様に、オリジナルデータをExcelで作成してCSVテキストファイルに変換する。Excelでのデータ作成においては、タグの位置を間違えないように注意する。なお、LAYERとTIMEのタグは、今回作成した地図データには含まれていない機能なので入力してはならない（第13図）。もちろん、Excelによるデータ作成を白地図データの作成より先に行っても構わない。しかし、ここから先の作業は、前回の実習の反復となるので、復習の意味も含めて、細かい指示を与えなくても学生が入力作業を行えるか確認しながら実習を進めると良い。ただし、CSVファイル形式で保存させることを忘れないよう注意する。

次に、Mandaraを起動し、作成したCSVファイルを読み込む。ファイル→データファイルから読み込みで作成したCSVファイルを指定する。「1. 女性15歳以上人口」は絶対数なので図形表現図で表示しなければならない。「記号」タブの中で諸設定を行い、「描画開始」で描画する。「3. 女性就業率（1990年）」は相対数データなので、コロプレスマップで表示する。「ペイント・ハッチ・文字・線」タブで諸設定を行い、描画開始ボタンを押す。また、この図は地区数が少なく、地名を表示しても邪魔にならないので、図上に地区名を表示してみよう。地図表示画面のオプション→飾り・背景・凡例設定、で「全オブジェクト名表示」をチェックして“OK”をクリックすると、各地区に地区名が

表示される (第14図)。

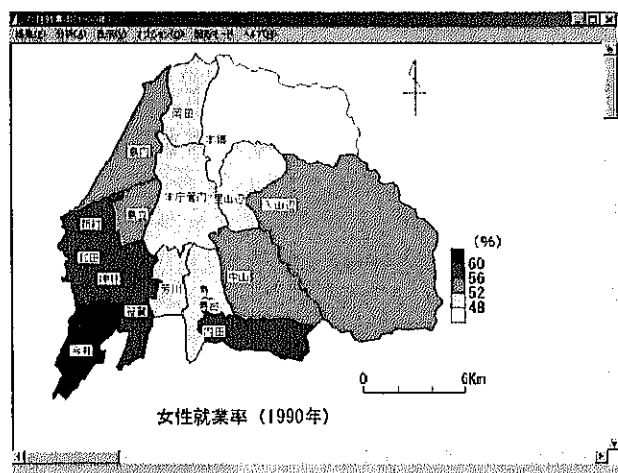
設定は以上で終了である。必要ならば印刷ボタンをクリックして地図の印刷を行えばよい。最後に、ファイル→Madara形式でデータ保存により保存し、ファイル→Mandaraの終了によってMandaraを終了する。

再度Mandaraを起動し、今保存したMandara形式のファイル (松本地区別.MDR) を呼び出して、続きの作業ができることを確認する。ちなみに、データに変更がある場合は、Excelで変更しただけではMadaraファイル (.MDR) には反映されない。再度CSVファイルを読み出し、最初から同様の作業をする必要があるので注意する。

以上のMandaraを使用した実習を通して、学生はまず、自分が収集したデータを既存の地図データ

Microsoft Excel - Book1			
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000			
1	MAP	松本地区別	
2	TITLE	女性18歳以上人口(1990年)	女性就業率(1990年)
3	UNIT	人	人
4	1	松本市内	35783
5	2	島内	4195
6	3	中山	1423
7	4	島立	3099
8	5	新井	1623
9	6	山田	1509
10	7	山田	2141
11	8	山田	3947
12	9	山田	6331
13	10	山田	4656
14	11	山田	2173
15	12	山田	2512
16	13	山田	1341
17	14	山田	4474
18	15	山田	1788
19	16	山田	733
20	17	山田	6903
21			

第13図 オリジナルデータ (松本市の地区別データ) の入力フォーマット



第14図 Mandaraによるコロプレスマップへの地区名出力画面

にリンクして主題図を作成する方法を修得した。さらに、必要に応じて地図データを自ら作成し、データをリンクして主題図を作成することもできるようになった。地図データの作成についてはさらに反復練習が必要であるが、主題図を描画するためのMandaraの操作は、描画作業を反復したことより、おおかた身に付いているはずである。

Ⅵ お わ り に

本稿では、大学におけるGIS教育を低予算で実現するための方法を考えてきた。地理学の教育においてGIS教育の導入が遅れた原因として、予算不足と、地理学教官のGISに対する理解不足を指摘した。そして、近年のハードウェア環境の充実から、パソコンと安価な周辺機器でGIS環境を構築することが可能であることを説明し、ビジネスアプリケーションやシェアウェアなどの安価なソフトウェアを用いた、低予算でも可能なGIS教育の可能性について考えてきた。さらに、地理学教室におけるGIS教育環境の整備において重視すべきは、パソコンの台数の確保ではなく、大学のコンピューター室にはない周辺機器やソフトウェア、地図データの充実であることも指摘した。さらに、実際の授業計画では、通り一遍の教授法ではなく、作業の反復を重視した教授法をとるべきであることを指摘し、そのための実習方法を提案した。さらに、実際にGIS教育の実習授業を無料で実現するために、GISフリーウェアである“Arc Explorer”と、GISシェアウェアである“Mandara”を使用したGIS実習の授業計画を提示すると共に、実習授業の進め方について、ソフトウェアの操作方法を含め、本稿を読めばそのまま実習が実施できるよう詳細に解説してきた。

最後に今後の課題として、GISデータの共通仕様化について指摘しておきたい。以前から言われている地図データの整備については、国土地理院が発行する空間データ基盤などの整備も徐々に進みつつある。しかし、単なる地図データではなく、それにデータが関連づけられたGIS用のデータは、共通の仕様が確立されていない。そのため、データはそれぞれのアプリケーションによってまちまちであり、ソフト間のデータ互換性はない場合がほとんどである。このことが、個人レベルや地理学教室レベルでのGIS導入の障害になっているのではなからうか。今後は、技術的には困難であろうが、ワープロソフトにおけるリッチテキスト形式のように、ソフトは違っても読み込めるような共通のGISデータフォーマットの整備を望みたい。そうすれば、商用アプリケーションで作ったデータを、より安価なGISソフトやシェアウェアのGISソフトで利用することも可能となり、GISの普及にも寄与することと思われる。

本研究は、2000年度文部科学省科学研究費基盤研究(B)(1)「地理教育におけるGISの活用に関する研究」(No.12480014)に基づく研究成果の一部である。研究代表者である村山祐司先生(筑波大学)には、有益なる御助言をいただくとともに、英文校閲をしていただきました。また、GISソフトウェア“Mandara”の作者である谷謙二氏には、同ソフトウェアを本稿で取りあげることにに関して、快く承諾していただきました。以上、記して厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 谷 謙二 2001. 学校教育用GISに求められる条件とその開発. 地理学研究報告 (埼玉大学教育学部) 20 : 19-26.
- 中村和郎・寄藤 昂・村山祐司 1998. 『地理情報システムを学ぶ』古今書院.

The Construction of the Environment of GIS on the University Education: To Enable the GIS Education with a Low Price

Masaki KAWASE

GIS software, map data and hardware such as computers, printers, scanners and so on, are essential components for operating Geographical Information System (GIS). However, geography departments in universities have not prepared these computer systems because of the budgetary deficit. In these years, the teaching environment of GIS is changing. Various map data have been made and their prices have been gradually going down. Moreover, today we can download map data and some GIS softwares from the Internet. In this paper, I showed how to set up hardware and software to enable the GIS education on the university education with a low price, and I proposed the method of teaching GIS with them.

I pointed out that the budgetary deficit and the poor knowledge of GIS among geography teachers have delayed introducing GIS into geography education at the university. I explained that we could construct the computer system for teaching GIS with a low price, by preparing personal computers and cheap peripheral equipment. I showed the possibility of teaching GIS with cheap software such as business application software and shareware. Moreover, in the construction of the computer system for teaching GIS, I pointed out that we do not have to prepare many PCs, but have to fill up any kinds of peripheral equipment, software and map data, which are not in computer labs of the university. Finally, I explained in detail the teaching plan and method on GIS which including how to operate the GIS software to enable the GIS education without expenses, by using GIS free software "Arc Explorer" and GIS shareware "Mandara". In teaching plan, I considered that students repeat to operate GIS software on the training. I planed that students begin to use GIS at first. Next, I made them acquire how to make thematic maps, by linking original data to existing map data. Futhermore, I taught them how to make original map data, and they got abilities to make thematic maps by linking original data to original map data.

Key words: university education, GIS, teaching plan, low price, free software.