

## GIS : ツールか科学か? 「ツール」対「科学」, GIS の曖昧さとその解明

ドーン・J・ライト\*, マイケル・F・グッドチャイルド\*\*,  
ジェームス・D・プロクター\*\*  
(小林 哲郎\*\*\*・池口 明子\*\*\*\* 訳)

Dawn J. WRIGHT, Michael F. GOODCHILD, and James D. PROCTOR  
GIS: Tool or Science ?

Demystifying the Persistent Ambiguity of GIS as “Tool” versus “Science”  
*Annals of the Association of American Geographers*, 87(2), 1997, pp.346-362.

### 要旨

GIS はツールかそれとも科学か? これは地理学教室の日々の運営にとって明らかに重要な問題である。GIS は学部レベルでのみ教えるべきツールなのか、それとも GIS は科学であり、よって教員や大学院生の正当な研究分野の1つであるのかを、教室は知る必要がある。本稿は、1993年後期に GIS-L 電子リストで繰り広げられたこの問題に関する議論をまとめたものである。議論の検討により、次の点が明らかになった。GIS は、ツールと科学という、議論参加者がとろうとした2つの立場からではなく、両者の連続における3つの立場からとらえることができる。(1) ツールとしての GIS : 特定の目的を達成するための、ある特定の種類のソフトウェア、ハードウェア、デジタル地理データの使用 (2) ツール作成としての GIS : ツールの有効性や使いやすさを向上させること (3) GIS の科学 : GIS の使用に関わる根本的問題の分析 「科学をすること」と「GIS をすること」が意味することを理解する重要性を認識したうえで結論は、これら3つの立場のうち「GIS の科学」のみが科学として十分な条件をもつ。「ツール作成としての科学」の立場はほとんど科学とはいえず、「ツールとしての GIS」の立場では、それが実質的問題に進展をもたらすときのみ「科学をしている」といえる。議論は科学と GIS への様々な見解を含んでおり、多くの問題を提示している。問題の持続性からみて、GIS コミュニティは引き続きその解決に取り組むべきであるといえる。

キーワード : GIS-L, システム, 地理情報科学, 地理思想, 科学の性格と哲学, 地理情報システムの性格

1960 年代初頭、ロジャー・トムリンソン Roger Tomlinson がカナダ政府のために「地理情報システム」という言葉を創ったとき (Coppock and Rhind 1991), 彼は「GIS」が地理学という学問分野に与え

る影響や、この一見無害な3文字の頭字語 (GIS) によって引き起こされた議論の強烈さを到底想像することができなかつただろう。もちろん地理学では以前から方法論的議論が行われており、GIS に関するいくつかの議論は 1950 年代の計量化に関する議論を彷彿とさせる。我々は GIS の議論がそれらよりも強烈であるかどうかかわからないが、GIS には学際的な性格があり、そこには地理学が独自の役割を持っているとされていることは確かである (Morrison

\* オレゴン州立大学

\*\* カリフォルニア大学サンタバーバラ校

\*\*\* 名古屋大学・学

\*\*\*\* 名古屋大学・院

1991, Kennedy 1994)。GISに関する地理学者の議論はそれゆえ一般の見解にさらされている。

ここでの目的はGISの様々な評価をレビューすることではない。この評価とは、GISを「地理学のハンブティダンプティ」を1つに戻す救世主とする Openshaw の論 (Openshaw 1991) から GIS を「非知的な専門技術」とする Jordan の論 (Jordan 1988) まで、また GIS を実証主義者の2度目の到来として騒ぐ Heywood の論 (Heywood 1990) から GIS を実証主義者の弱々しい生き残りによるピリ争いのラリーだとする Taylor の論 (Taylor 1990) までを含むものである。より興味深いのは、GISの社会的意味である。すなわち、GISが伝えるメッセージ、GISが支持する人々、そしてGISを発展させる人々がGISの最終的な使用法について負うべき責任である (Smith 1992, Pickles 1994, Harvey and Chrisman forthcoming)。英国では、学問分野内のこれらの議論は Times Higher Education Supplement などの権威ある文献にさえ取り上げられるようになった (Davis 1995)。

核心を言うと、これらの議論は、GISはツールなのか科学なのかという点での曖昧さに端を発している。トムリンソンは、GISとはある特定の機能を使うために作られたコンピューターのアプリケーションであると明確に定義づけているが (Coppock and Rhind 1991)、「GISをすること」や「GISコミュニティ」や「GIS研究」が一体何を意味しているのかが全く不明確である。というのは、これら全ての場合に、頭字語と言葉づかいの間のつながりがかなり不明確であるからだ。額面上の意味は「GISをすること」は特定の種類のソフトウェアとの相互作用以外の何物でもなく、「GISコミュニティ」はそのソフトウェアに対し強い関心をもつ人々の集まりでしかなく、「GIS研究」は矛盾した言葉のように聞こえる。ツールとしてのGISと科学としてのGISの間の緊張 この緊張とは最終的に「GISをすること」が地理学において何を意味するのかを定義づけるものなのだが を検証することによって、これらの問題にある程度の光を当てることができればと思う。そしてそれらの問題とは地理学教室における日々の運営において明らかに重要なのである。GISは学部レベルのみ教えるべきツールなのか、それともGISは

科学であり、よって教員や大学院生の正当な研究分野の1つであるのかを、教室は知る必要がある。

「GISをやっている」学生は本質的な科学をやっているのか？ GISとの関連性は研究が本質的であるということを確認させるのに効果的であるのか、そしてもしそうでないならば、他にどのような条件が必要となるのか？

この論文の動機は1993年後半のGIS-L電子リストサーバーで行われた議論に多くを負っている。「見えない大学」(Crane 1972)ともされていたこれら電子リストは、学問分野間の障壁をゆるめた。そのおかげで、GIS-LはGIS問題に関する多様な議論を発展させた (Mark and Zubrow 1993, Thoen 1996)。1993年の10月から11月にかけて、「科学としてのGIS」というトピックに対し、6つの国、8つの州の40人から64の記載があった (図1)。その議論の長さや熱意から、「ツール対科学」の議論が多く、科学者、技術者、専門家(彼らの専門分野が何であるかは問わず)に多大な興味を抱かせたことが明らかである。本稿の1つの目的は、この電子議論と地理学における最近の議論でとられているいくつかの立場の間関係を探求することである。

「ツール対科学」の議論は地理学の出版物ではほとんど言及されてこなかった。これは過去10年間の、GISに対する注目を考慮すると驚くべきことである。その議論にもっとも近い文献は Goodchild (1992)による「地理情報科学」であり、また Sui (1994)によるGIS支持者と批判者の相違を和解させる議論、そして1993年の The Professional Geographer に掲載された「自動化された地理学」に関する論文である。後者は、Dobson (1983)が「分析手法とコンピューターテクノロジーは地理学の研究や問題解決におけるいくつかの側面を自動化することを可能にした」と述べてから10年間の発展についての意見集である。

以下に述べるGIS-Lの議論は、地理学と地理学が埋め込まれている社会の両方の視点による、「GISをすること」の議論の出発点として位置付けられる。本論は「ツールとしてのGIS」と「科学としてのGIS」の間の緊張を明らかにし、GIS-Lの議論を要約し、議論の意味を考え出し、その位置づけを探求し、解決策を提案し、専門職業のためのGISの意味を議論

している。用語についてひとつ述べておこう。「地理情報科学」という言葉は地理学の文献においてますます頻繁に見られるようになってきた (Goodchild 1992, Rhind et al.1991, Rhind 1992, Abler 1993, Cromley 1993, Dobson 1993, Fedra 1993)。Goodchild (1992) によれば, GIS は写真測量法, リモートセンシング, 測地学, 地図作成法, 測量術, 地理学, コンピューター科学, 空間統計学, その他空間データに一般的な問題を取り扱う学問分野の間の伝統的な壁を取り除くことに成功し, これらの学問分野が地理情報科学を構成すると論じている。したがって, その研究コミュニティが GIS という頭字語の暗号を科学という意味で解くことは納得できる。しかし, この論文で用いる頭字語「GIS」は全て「科学」ではなく「システム」を意味するものとして記述することとする。

## GIS-L の討論

### 電子議論の記録

学術的な相互活動は電子メール, ディスカッションリスト, ワールドワイドウェブ (WWW), 電子ジャーナル, そしてデジタル図書館などのインターネットアプリケーションによって大変革をもたらされている (Hess et al. はインターネットの海洋学への影響に関して, Odlyzko 1995 は伝統的雑誌への影響に関してそれぞれ論じている)。GIS-L のような電子リストへの参加者は問題を議論し, 質問をするために世界中の何百という同僚と接することができ, その点で, 短時間で伝統的な研究コミュニティの構造の全てを行き来している (たぶん言語に基づいた構造は保っているが)。何人がどの程度の興味関心を持って GIS-L を読んでいるかを正確に把握するのは不可能であるが, Mark and Zubrow (1993) が分析を行ったところ, リストはおよそ 1100 人のインターネットアドレスを持ち, さらに世界の 30 の別のリストに再分配されているという結果を出した。

一旦電子議論のリストに参加者として登録されると, インターネットアドレスを持っているどの個人も, 他の参加者によって投稿された全てのメッセージを自動的に受ける。この情報交換システムに必要

不可欠な非公式性は, これらの議論を統合しようと試みている誰にとっても, 喜ばしいことである一方で, 困難の源泉なのである。議論をしている人たちの多くは, 科学哲学, 地理学的方法論, あるいは科学とテクノロジーの間の相互作用などのトピックに対し, 自分がどういった立場をとればよいかを探索する時間, 意向, そしてたぶんエネルギーを持ち合わせていない。ディスカッションリストに投稿されたコメントは科学的な文献に見られる文書のように注意深く考えられて書かれてはいない。それゆえに, 書かれたものをまとめると多分にワークショップの進行とより似かよっており, そのワークショップでは有用なアイデアが出されるが, それが確定しているわけでも, 展望となっているわけでもない。

もうひとつの問題は, 議論をどのように提示すればよいかということである。言い換えれば, 電子会議からの情報をいかに適切に引用するかということである。オンラインの新聞, 雑誌, 図書館そしてデータ書庫が「情報スーパーハイウェイ」において普及してきており, デジタルでしか存在していないような情報を参照することが必要になってきているので, 引用の公式な方法は, 伝統的な方法と同じような手続きをふまなくてはならない。World Wide Web で利用可能な情報の引用に関し, Universal Resource Locators (URLs, 普通 <http://> で始まる電子 WWW のアドレス) ではなく「URLs の破壊」という問題が起こっており, それは情報が今存在しているサイトから消されたり移動させられたり, あるいはサーバーの名前やその情報のファイル構造が変えられる時に発生する。よりよい方法が考案されるまでは, 電子議論リストと掲示板に投稿された意見は「個人的なコミュニケーション」の領域にあるが, 口頭でのコミュニケーションと違い, 電子メールは幾分永続的で逐語的な記録を提供しており, そこに引用価値がある。この論文では, Li and Crane (1993) によって提案された引用スタイルに従っている。

最後の問題は機密性である。この GIS-L 議論の研究のために, 全ての参加者には, 出版物の形で彼らのコメントを紹介し総合する意向が通知された。そして自分のコメントの引用と参照を除くよう要求する選択肢が与えられた。原稿が出版される前に, 参

加者にはレビューとコメントをするための草稿が送られた。GIS-Lの議論参加者によって表される視点は必ずしも彼らの所属する学会や組織の視点を意見していない。

#### GIS-L 議論の集約

GIS-Lでのやりとり(表1に集約されている)は、科学的な営みの1つの重要な側面に関する議論に端を発している。それは、文献の専門研究としての価値、とくに学生によって読む価値があるかについての批評である。専門研究の文献というコンテキストにおける「科学としてのGIS」の言及に際し、何人かは「GISはツールであり、たぶん問題解決の環境(システム環境)でさえあるが、全く明らかに科学ではない」(Skelly 1993a)と返答している。その電子討論は1993年の10月28日から11月28日の間に行われた議論から始まっている。この討論はダイナミックであり、特定の意見や批判に対しての一連の返答をするという形をとって進行しているので、表1は年代順に示してある。討論の進展もまたその討論の内容を形づくる際にとても重要である。表は、討論の間とられた2つの主な立場「ツールとしてのGIS」対「科学としてのGIS」と科学についての参加者の一般的なコメントを整理したものである。

「ツール」であると主張する多くの人たちはコンピュータのアプリケーションがどのように科学として描かれうるのかが理解できなかった(例えば McCauley 1993, Moll 1993, Skelly 1993a, 1993b)。彼らは、Curran (1987) がリモートセンシングを技術として定義したのと同じ意味でGISをツールあるいは技術としてみた。この視点でいえば、GISそれ自体は無意味なのである。GISはその目的によってのみ意味を持ちうる、そして、その目的とは一般的に科学者による知識の適用を必要とするが、科学それ自体ではない(McCauley 1993, Moll 1993, Skelly 1993b)。GIS-L議論において、GISをツールとして定義した人々は、物理的な実体、そして技術という意味で、そのように定義した(Crepeau 1993a, Feldman 1993, Halls 1993, Moll 1993)。このように見てみると、GISは科学ではなく工学の分野に属しているかもしれない(Feldman 1993d, Skelly 1993c, 1993d)。議論参加者は工学を問題解決の活動

としている。一方、科学は発見や問題理解に関連している(Al-Taha 1993)。とはいうものの、特に、技術者が科学的方法を用い、問題を理解し、最終的にそれを解決するような基礎的なレベルの研究において、2つ(ツールか科学か)の境界はしばしばはつきりしない(Al-Taha 1993)。

「ツール側」の立場にいる何人かは、もしGISに科学的側面があったとしたら、それは地理学のなかでのGISの位置づけによるものだろう、と感じているようである(Crepeau 1993a, Feldman 1993c, Halls 1993)。GISはそれゆえ地理科学の仕事に採用されるツールである(Halls 1993)。もし「地理学をすること」が科学であるなら、「GISをすること」は科学であるということになる(「科学としての地理学」の問題については、Couclelis and Gollidge 1983, Hart 1982, Johnston 1979, 1986, Smith 1992, Unwin 1992を参照)。

GIS-L議論において「科学の側」にいる人々は主に空間理論を発展させ実践するための方法や知識としてのGISの使用について述べていたが、GISそれ自体の実体については述べていなかった(Brenner 1993, Laffey 1993, Sandhu 1993b, Wright 1993a)。彼らはGISを「ツール箱」として見ることに同意しているが同時に、その視点があまりに限定的であると考える(Bartlett 1993b, Sandhu 1993a, Wright 1993b)。GISのうちハードウェア、ソフトウェアの要素と同時に重要なのは、GISの概念の要素である。たとえば、GISの空間的モデルの構築を支配しているルール、GISを通して伝播するエラーの予測やモデリング、あるいはデータ構造における一般原理の証明である。それらの要素はGISが科学の一員であるとの主張を可能にするものである(Bartlett 1993a, Carlson 1993a, Wright 1993b)。

何人かの論者はより根本的な問題を投げかけた。「いったい何が科学なのか」そして「何を根拠にGISを科学と呼べばいいのか」と(Feldman 1993c, Piou 1993)。科学における単純なコンセンサスは1つも得られないが、論者たちは上で述べられた概念的な要素のほか、「あるひとつのモデルのデザインを形作るための理論的な知識を得ること」、「時空間現象のような実体の発展理論」、そして「理論を検証するためのアルゴリズム」なども強調した。これらは科

学的営みの一部と考えられ (Crepeau 1993a, Sandhu 1993a, Wright 1993b), それゆえ, GISの科学としての位置を示す, 基本的な部分であると考えられた。「形式的科学」(数学に見られるような純粋に抽象的なもの)と「本質的科学」(思考の外側に存在する現象)の区別もなされた (Feldman 1993cを参照)。我々は明らかに妥当な知識形態を勝手に排除したり非正当化したりすることのないように, 相手の科学の定義が意味するところをよく考えなければならない (Feldman 1993a, 1993c, 1993d)。

科学を定義しようというこれらの試みからは, GISはコンピューター科学や地理学のような科学から明確に区別されるかという疑問が自然と湧いてくる。もしGISがある意味科学であるとするなら, GISはそれ自体で, 一貫した知識の対象をもっているのだろうか (Carlson 1993, Feldman 1993d, Skelly 1993d)? Dobson (1993)に言わせれば「GISは科学革命を促しているのか? もっとも厳しい問題は, GISを通してしか理解されないあるいは検証されない仮説や理論があるのかどうかということであろう」。GISは, 視覚的であること, データの暗示的な特徴を明示化することの2点において特別である。しかしながら, GIS-L議論の中で「科学」の側にいる人たちはGISにたいして独立した知識体系を要求していないように思われる。その代わりに, かれらはGISの科学を地理学やコンピューターサイエンスの副次的学問分野として見ていた (生物地理学や地形学が地理学より大きな分野の中の科学であり, 古生物学が地質学より広い分野の科学であるのと同じように) (Bartlett 1993a, Calef 1993, Wright 1993b)。議論参加者たちはGISと地理学の科学との間のつながりは最も強いものであり, GISは単なるコンピューター科学の一部ではない, という点で強く同意していた (Bartlett 1993a, Wright 1993b)。GISの初期の先駆者たちは地理学者であること, 例えばイギリスではCoppock, Rhind, Bickmore, Unwin, 北米ではTomlinson, Garrison, Berry, Tobler, Marble (Bartlett 1993b), 地理学者は実際他の誰よりも早くに空間概念とコンピューターテクノロジーの間のつながりを見出し, 概念化し, 公式化したことが指摘されている。

#### 討論からの展望: 科学の定義

科学哲学や社会学について長たらしく述べることはこの論文の範囲から外れているが, これらの問題を考慮することは, 科学者がしていること, その科学者がしたことの重要性, そして知識を生み出すメカニズムと科学の関係性を知るために不可欠である。まず注意すべきことがある。おそらく科学者の数だけ多くの科学の定義や視点が存在するが (Feibleman 1972), これら全てが正しいとは限らない! 科学の簡潔な定義ではその用語が意味することを完全につかむことはできないだろう。科学は, 哲学, 知識の内容, そして方法論において互いにかなり異なる広範囲の分野を含んでいる。「科学」という言葉は, 一般化できる答えをかえすような, ある問題への論理的で系統的なアプローチとして見られているかもしれない。これは地図学が用いる「科学的方法」とは何か, について述べているRobinson et al. (1984)の立場である。Robinson et al.による論理の強調からみると, ほとんどのコンピューターアプリケーションは「科学」という資格をもちうる。しかし「地図の作成」が「科学をおこなうこと」であるかどうかという疑問をそのまま残す。それにもかかわらず, GIS-Lの参加者の多くはたぶん, 「科学」という言葉がもつ細かなニュアンスには気づいていない。あるいは多くのGISユーザーは自分たちのことをその言葉の意味を限定せずに「科学者」として考えているのかもしれない。

人によって, 科学に対するアプローチは様々に異なり, それぞれが存在論, 認識論, 方法論を持っている。これらの「~主義」と呼ばれるものは地理学者によって多様に定義されている。Johnston (1986)は「実証主義」, 「人文主義」, 「構造主義」という言葉を用いて人文地理学の3つの主な科学的アプローチを記述している。Haines-Young and Petch (1986)は「経験主義」, 「実証主義」, 「相対主義」, 「批判的合理主義」を強調し, Cloke et al. (1991)は「マルクス主義」, 「人文主義」, 「構造化理論」, 「リアリズム」, 「ポストモダニズム」に焦点を当てている。よって, 「GISは科学か」という問いは, 知識創造のアプローチとしてどれかの優越性を想定することになる。例えば, GIS-L議論は, 「基本法則」という概念は実証主義的なアプローチにおいてのみ

科学の一部になるのであって、リアリズムや人文主義などのアプローチでは必ずしも科学になるとは限らないことが指摘されている (Feldman 1993b, 1993c)。多くの人が、GIS に関しては実証主義的アプローチが特権的だと議論している (Heywood 1990, Taylor 1990, Smith 1992, Lake 1993, Shepherd 1993), しかし, Goodchild (1994) は, 近年増えつつある GIS の認識論(例えば Pickles 1991, Weller et al. 1994)に, 実証主義からポストモダンまでのアプローチ全体を見いだしている。もしこれまで, GIS においてある特定のアプローチが好まれる傾向があったとしても, 今後の GIS で他のアプローチが除外される必要はない。

もし GIS が「科学」とみなされるならば, どのような哲学的アプローチによって, それらは科学的たりうるのであろうか。この問題は GIS-L 議論において簡潔に触れられているが(表 1 Feldman 1993b, 1993c 参照), 細かくは検証されてはいない。様々なアプローチの妥当性について地理学でなされてきた長い議論において, 「実証主義」と Karl Popper (1959) の「批判的合理主義」は慣習的に「科学」と関連しているが(Haines-Young and Petch 1988, Johnston 1986), 知識の生産におけるデータの厳密な収集と評価は, 実証主義や批判的合理主義だけのものではない(例えば Keat and Urry 1975, Johnston 1986, Sayer 1992)。我々は, これらオルタナティブの, 非実証主義アプローチの説明力を軽視しようというのではない。実際, 世界を説明する優れた方法だという実証主義者の主張を, 様々な科学哲学がくつがえすことに成功してきた(例えば Willer and Willer 1973, Hindess 1977, Couclelis and Golledge 1983, Sheppard 1993)。

#### なぜ科学が問題となるのか？

どうして我々は GIS が科学であるかどうかを気にしなければならないのか？ 技術のツール箱としての側面で, GIS は政府・ビジネス・教育においてかなりの成功を収めており, GIS は多くの理論的進歩

すなわち, 空間データとデータ構造, データモデル, アルゴリズムの理論にも増して, 多くの人々の生活を改善してきたように見える。一般的にテクノロジーは社会と文化に多大に貢献する潜在性を秘

めている。

しかし, 科学はしばしば高い尊敬の念を持たれ, ひとつの分野に科学という名前をつけることは学会における居場所を保証し, あるいは多大な資金と名声を保証する。「科学」は「研究」の一般的な同意語としてしばしば使われる, 特に基礎的な, 系統的な, 一般化可能な種類の研究ではそれが顕著である。よって, 「科学」はしばしば学術的な正当性のための露骨でしかし便利な簡潔表現として機能する。もし「GIS をすること」が「科学をすること」ならば, 学会における地位や研究と大学院生レベルの指導のトピックとしての位置づけは, 明らかに強まるだろう。

GIS-L の参加者の何人か (Groom 1993, Petican 1993) は, 「科学としての GIS」を主張している人たちに, 何か別の思惑があるのではないかとほめかした。何人かの参加者は科学に対する尊敬の念が高すぎることを, 特に科学が「真実」を提供すると信じていることに対して警告している(表 1)。これらの寄稿者たちの間の意見では, 科学はたしかに私たちの日常生活と世界についての考えに多大な影響を与える。しかし, 科学は特別な尊敬の念を受けるに値するのであろうか。科学や科学が作りだした貢献にはそれほど特別なものがあるのであろうか。我々は, 一方の, 科学の正体を暴き台座からひきずり落とすこと, もう一方の科学主義(科学的手法が知識獲得の唯一の正しい方法であるという主張)に陥ること, の間でバランスを取らねばならない。論点は Bauer (1992:144) ですでによく示されている。

科学が全てに答えられるわけではないということは, なにも科学が全く答えを持ち合わせていないということの意味するものではない。科学がある分野においてもっか適当なことが, 将来も答えが不適當であることを意味するわけではない。事実, 歴史を見ると時が経つにつれて科学の答えというものはどんどん改善されていることがわかる。科学が誤りに陥りやすいということは, 科学が完全に誤りに陥りやすいものであるとか, 民俗, 宗教, 政治的イデオロギー, あるいは社会科学のような人文的知識や信条の形態と同じくらい科学が誤りに陥りやすいということではない。科学がいくつかの問題 人間生活や人生の目的のようなものに対して答えを持ち合わせていないということは他の分野 守備範囲内の, 力や物質の問題や自然現象 において答えを持っていないということの意味するもの

ではない。そして、科学は人類の目的という問題に対して直接的な答えをもっていないということが、科学の他の問題に対する答えが、我々が人類の目的、自由意志などについていかにうまく考えることができるかについて、何も方向性をもっていないということの意味しない。

確かに、「科学をすること」が学術的な正当性の合言葉とみなされる場合があるという理由だけで、「GIS をすること」が「科学をすること」になるのかどうかは問題である。我々はここで「GIS をすること」が、3つの立場にそれぞれ代表される少なくとも3つの意味を持っていることについて議論する。我々の戦略は、一般的な学会内と特に地理学の学問分野内におけるこれら3つの立場ひとつひとつの役割と正当性を検証することである。

#### GIS をめぐる3つの立場

GIS-L 議論をまとめる際に、GIS は、ツールか科学かという2つの明確な立場のみでなく、ツールから科学を連続的にとらえることで3つの立場によって理解されうること気づいた。これらの立場はGIS そのものに対してよりも「GIS をすること」の意味に焦点を当てている。(1)ツールとしてのGIS (2)ツールを作るものとしてのGIS (3)GIS の科学。GIS-L の議論では「GIS」というラベルが単純だということが明白であったように思われる。というのは、GIS はそれ自身が根本的な科学的問題や仮説を取り扱っているかどうか、あるいは単に複雑で洗練されたツールの使用を通して研究に色づけするものなのかどうか つまりGIS を「科学」と読むか「システム」と読むかを指摘できなかったからである。GIS-L 議論には、GIS に対する3つの立場がある。この立場は明確ではなくそれぞれの意見もあいまいに連続している。これら3つの立場はGIS-L 議論の微妙な点全てを捉えているわけではないが、「ツールから科学」の連続に沿った主要な視点を示している。

「GIS はツールである」という立場の人々はGIS を、特定の種類のソフトウェアの使用、デジタルライターやプロッターのようなハードウェアツールと関連したもの、ある特定の目的を達成するためのデジタル地理データ、とみなしている。ツールそれ自体は

本質的には中立的であり、その発展と利用可能性はその使用とは関係なく、それはアプリケーションによって操作されるものである。

「ツール作成」としている立場の人々は、GIS を、ツールの有効性と利用の簡易化を進歩させるものとして考えている。ツールを使うことのみでなく、ツールを作る人はGIS の適用性を向上させ、ユーザーの教育という役割をこなし、責任ある使用を保証しようとする。

最後に、「GIS の科学」の立場の人々は、ツールと科学の親密で互酬的關係を強調する。それは、一連の基礎的問題に関する研究である。その問題はGIS の発展以前に存在しているが、その解決はテクノロジーがあるために現在より緊急のものとなっている。これら新しい名前のもとで基礎的問題を収集する習慣は科学においては長い歴史がある。例えば、コンピューター科学の登場とその技術発展が、以前は数学で行っていたある基本的研究の問題の解決をもたらしたことなどである。

#### GIS をめぐる3つの立場の議論

##### ツールとしてのGIS

この立場をとる人々にとって、「GIS をすること」は問題の探求を進歩させる道具を役立てることである。もしその探求が「研究」というラベルを貼るに値するならば、「GIS をすること」はたぶん「科学をすること」と同様であるが、ツールの存在と使用とは本質的な問題と切り離すことができる。研究内容の説明では、本質的問題に焦点が当てられる傾向にあり、ツールについてはほぼ全く言及しない。いくつかの事例を見ると、GIS は数多くあるツールのひとつであり、ひとつひとつのツールが選ばれる基準は、研究プロジェクトにとって効用があるかどうかのみである。この場合、ツールは研究を操作しない。

もし研究目的がある程度「方法的」であるならGIS のようなツールとの関わりは幾分異なり、研究の説明の内容も異なってくる。この場合、ツールは研究を方向づける、より重大な役割を果たしうる。それゆえツールは研究説明の中心となり、事例研究は一般化可能な経験主義的結果を提供するよりはむしろ

しろ技術を描き出す為に使用されるかもしれない。この種の論文は、「...における GIS の利用」のような論文のタイトルによく見られる。ここでは、ツールの発展のプロセスは本質的な研究の問題とは関連がない。彼らの第 1 の目的はツールの使用を支持することであるので、GIS の方法論的側面は次章で議論される第 2 の立場により近い。

科学者は研究に多くの種類のツールを使用する。タイプライターや電話のようなものは本来一般的なものであり、どの学問分野とも特別なつながりを持っていない。一方、ある 1 つの学問分野のため、あるいは 1 つのプロジェクトのため、1 グループの科学者のために開発されたツールも存在する。GIS はその中間的な場所に位置しており、原則として、地球上の現象の分布に関わる全ての学問分野にとって重要な存在である。それ（GIS）は、至る所にあり誰もが抵抗なく親しめる使用方法を持った一般的なツールではなく、また一学問分野の独占的なツールでもないように思われる。よく似たものに統計学のツールがあり、統計ツールは例えば農学のような学問分野では万人向けである。一方で人類学者のような分野での使用法は様々であり、その価値についての議論は現在も続いている。

これら普遍的ではないツールのために、学会は技術の講座や技術的なサポートといった形でインフラストラクチャーを提供する。しかしそれに加えて、学会は（ツールに）関連した概念の教育の必要性に答える。例えば統計学の場合、統計ツールの研究室を作る一方で、同時に学生たちが必要な概念に関する講座を提供しなければ十分とは言えないのである。このツールを使用する為の技術的なトレーニングと根本概念の教育との区分は GIS にあてはまる。GIS の概念はプロの地理学者にはなじみがあるが、それは各世代の学生にあらためて教えられなければならない。概念の講義なしでは、いかに科学的分析とモデリングにおけるツールの可能性があったとしても、GIS の使用は単なるデータ管理と地図作成に終わってしまう。

もし GIS が地理学にとって特に価値あるツールなら、そしてもし地理学が、ツール実行に関する概念の多くを伝統的に教えてきたなら、GIS の正式な科目は地理学で教えるのが最も適当であるように思わ

れる。地理学教室がない大学では、GIS の指導の必要に対して様々な対処方法をとっている。例えば、コンピューター施設のスタッフが講座を開いたり、測量学、土木工学、あるいは林学の教室でも教えたりしている（Morgan and Fleury 1993）。しかし、どこで学生を教えるにしても、これらの講座は 2 つの目的を提供する。1 つは、学生が自ら研究できるよう教育すること、もう 1 つは有用な職業技術を習得させることである。

技術に関する部分では、学生にとって満足いく解決策があるが、一方で彼らへの教育を担当する教員、とくに安定した地位にない教員にとっての問題をつくりだしている。技術の講座は時間的に負担が大きく、それらを教えても教員の学術的研究の業績は後押しされない。GIS 教育を維持し、学生の技術的な問題に対処するために、研究の時間が削られ、結果安定した地位も保証されない。いくつかの教室は、過去にやったように地図作成法やリモートセンシングといった分野における教育科目で、臨時のスタッフあるいは技術スタッフに頼ることによって、この問題に対処している。

#### ツール作成としての GIS

「ツールとしての GIS」と「科学としての GIS」の間の連続で発展しているのは、ツール作成としての GIS という中間的立場である。ツール作成者にとって、ツールは本質の問題と切り離せないものである。例えば「GIS をすること」はツールそれ自体の発展に関わることを意味している。GIS ツールの作成者である地理学者は GIS の使用のみならず、精緻化、開発、評価に直接的に関わっている。

実際には、GIS ツールの開発者は多くの学問分野を背景としており、その中には地理学のほかコンピューター科学、工学、デザイン、数学が含まれている。地理学者の中で本格的なソフトウェアシステムを構築したり、「産業に使うコード」を書くのに必要な技術を持ったりしている者はほとんどいない。しかしその問題に関していえば、大学の研究者一般がソフトウェア開発に適しているとはみなされていないのである。現在の GIS のほとんどは、複数の学問分野から人を採用している企業のプライベートセクターによって開発されている（GRASS



( Geographical Resources Analysis Support System ) や Idrisi は注目すべき例外ではあるが)。

GIS ツール作成者として地理学者は、2 つの固有で強力な能力をもっている。ひとつは GIS データベースやその処理の基礎となる地理学的概念をよく理解しており、またこれらの概念が理論や分析方法、モデルにいかにか埋め込まれているのかをよく理解していることである。2 つめは、地理学者は、地球表面上の現象に影響を与える様々なプロセスを統合して理解するように訓練されていることである。もし「GIS をすること」がツール作成であるという立場をとるなら、これら 2 つの能力はどちらも「GIS をする」のに必要不可欠である。GIS ツール作成者はそれゆえ、テクノロジーの可能性について批判的な分析をおこなう技術過程と共に、地理学における基礎的な教育が必要なのである。

研究レベルにおいて、ツール作成者の視点は批判的分析と自省を前提としている。その結果、一般的ツールとしての GIS に関し多くの研究論文が書かれた ( Goodchild 他 1991 )。しかし、特定のシステムについての研究は驚くほど少ない。その理由の 1 つにおそらく、多くの GIS がもつ所有上の性格がある。例えば私企業の GIS 販売者が、その商品を学術的に批判した論文に対して訴訟をおこしても、学問の自由という原則や憲法でさえ研究者を守ることができないのではないかという恐れがある。

批判的分析と自省はツール作成の技術を越えて、ツール作成者の社会的責任や、ツールの幅広い適用の社会的意味に関する問題を投げかけた ( Smith 1992; Pickles 1991, 1994; Harvey and Chrisman forthcoming )。これは、ツールが、人間活動のあらゆる分野 経済・政治・社会 に広く適用されていくものとして認めることにつながる。この場合、問題は実に複雑である。研究の主眼は、地理学者にとってのツールの価値でなく、地理情報のデジタル化の社会的影響にみるような、GIS の多様な使用によって決定される。「GIS」がこのように多様な利用の圧力に耐えられるかどうかは、見守っていく必要がある。

## GIS の科学

GIS が地理科学の一部として地理学の外側で広く

みなされているのは、GIS-L 討論から明白であった。地理学は小さく、均一でない学問分野で、学問における地理学の正当性についての疑問も述べられているが ( Smith 1987 )、GIS の最近の成長と地理学との関係は学問における存在をアピールした。さらに、GIS は明快な物理的イメージをもっており、地理学に全く馴染みがない人にとって、「地理学をすること」よりも「GIS をすること」のほうが想像しやすい。地理学の GIS との提携は地理学とコンピューターとの連携でもある ( それがいくら不適切な形であっても )。コンピューター化 ( computerization ) は一般に、正確さ、厳密さ、反復可能性を想起させ、これら全てが地理科学の一部として不十分な GIS の概念を補強する。

テクノロジーの急速な進歩と近年のテクノロジー社会の出現は科学における新しいグループ分けと優先順位を生み出した。例えば、デジタルコンピューターの発展が結果的にコンピューター科学という分野をつくるとか、情報それ自体が科学的学問分野の基礎となると予測した人はほとんどいなかった。テクノロジーから科学が出現するには 4 つの条件が必要であるように思われる。1 つは、そのテクノロジーが十分な重要性をもつこと、2 つめに、その発展と使用によって発生する問題が十分に大きいこと、3 つめに、それらの問題への関心と研究に対するサポートが現存する学問分野では不十分なこと、そして 4 つめに、それら問題の中に相乗効果を生むに十分な共通性が存在しなければならない。

GIS に基づいた科学の出現を記述するための 2 つの言葉が生まれた。1 つはジオマティクス *geomatics* である。この言葉はその単純さとフランス語に容易に翻訳が可能である点で多くの国で好まれている。2 つめは地理情報科学である。この言葉は英語圏の国々で広く知られている。本稿で用いるのは後者である。

地理情報科学、GIS の科学、は地球表面上に分布している現象を記述し、分析し、モデル化し、理論づけ、決定を下すのに使用される根源的な要素としての地理学的概念に関わっている。これらは、点・線・範囲といった幾何学的基礎、隣接・結節といったトポロジカルな関係、フロー・相互作用といった動態関係、近隣・地向斜・場所といった領域固有的

概念を含む。現在の発展の状態からすると、GISは地理学的概念を表示し処理するにはとても複雑なデジタルシステムでしかなく、これら概念のもっとも原初的なものしか扱うことができない。現在の段階で、テクノロジーはGISの科学の制約となっているが、今後のGISの発展を制限するものではない。それはちょうどコンピューター科学がコンピューターテクノロジーの現在の状態によって制限されないと同様である。GISに起因する研究上の問題とその解決法は、GISテクノロジーの将来像を見極める手助けとなる。たぶん地理情報科学の問題で最も決定的なのはデジタル表示の限界であろう。それとも、GISでは絶対に表示できない、処理できないような地理学的概念というものは存在するのであろうか。

地理学的概念のデジタル表示と処理はいくつかの基本的な研究の課題を提示する。それらの多くは伝統的学問につきものだが、GISの発展によって再活性化されたものも多い。GISは進歩しているが、それでもGISを使用している地理学者はすべての地理学的概念や手順がデジタルになるときを夢見ている(Dobson 1983, 1993; Couclelis 1991)。しばらくの間、GIS研究は最も単純、最も論理的、もっとも厳密に定義されたもの、すなわち、もっとも原初的で最も科学的な概念や手順を扱うことになるだろう。これらは野外での認識や計測、表現方法の選択、一般化と多様な表現の役割、不確実な情報の表現、分析とモデリングの方法、地理データの記述やその利用適性の評価、視覚化の方法といった問題を含んでいる。この種の問題は地理情報科学の学際的性格を強調する。地理学以外にも、測地学、測量、地図作成法、写真測量法、そしてリモートセンシングなどの伝統的な地理情報の学問、情報統計学、認知科学、情報科学、図書館学そしてコンピューター科学のような学問の空間を扱う部門が含まれる。

## 評価

GISに関するこれら3つの見解から、「GISをすること」の重要性について何が言えるだろうか？もし「GISがツールである」ならば、GISの使用は研究の正当性とはほとんど関係ない。この場合、重

要性は本質的な研究課題でなされる進歩からのみ生まれる。この意味では「GISをすること」は「科学をすること」と必ずしも同じではない。後者は本質的問題において行使される方法により定義される。すなわち、それらが科学的かどうかである。GISの科目は学部生レベルに対し、彼らに必要な技術的サービスを提供する。この形でGISを使用している地理学の教室はたぶんGISを研究の専門の一分野として主張することもしないし、学生に、GISを地理学の本質的なサブフィールドであるともみならずように奨励することもしないであろう。

ツール作成の立場はGISにより重要な地位を与えている。この場合、GISは、方法論、GIS使用の意義、ソフトウェア開発などを検証する事例研究を含んでいる。GISの使用には科学的洞察はなく、ツール作成は科学よりも工学に似かよったものになるであろう。結果として、ツール作成の進歩はツールの実用性の進歩の検証に基づく。GISへの批判と評価も、ツール作成の立場に含まれている。これらは明らかに正当な学術的活動に位置づけられるが、それらは「科学をすること」(あるいは「工学をすること」)ほど容易に定義はできない。

ツール作成の立場をとっている教室はたぶん学部生と大学院生にGISの科目を設けるだろう。そしてその講座にはツール作成者のツールプログラミング言語も含まれる。教員はGISを研究の専門分野とみなし、学生にツール作成者として意味のある貢献をするよう促すであろう。しかしそのような教室はGISについての研究や教育と、より本質的な分野(すなわち、研究がツールの進歩ではなく知識の蓄積によって測られるという意味で)についての研究や教育との間の緊張が続いてくれることを祈っているのかもしれない。

第3の立場「GISの科学」は、地理学や他の学問分野におけるGISの使用によって提示される根本的な問題の分析に関係している。先に述べたとおり、これらの問題はGISに固有のものではないかもしれないが、GISによって再び刺激されるものもある。それらの問題の多くは地図作成法、測量、空間認知における問題としてみなされ続けている。GISの専門化に関するこの立場をとっている教室はGISを、他分野にひけをとらない本質的な研究分野として認

識し、ツールそれ自体の進歩ではなく、研究結果の蓄積と人知への貢献に基づいた進歩を評価するであろう。この立場はそれゆえ、「GIS をすること」が「科学をすること」であるとする唯一の立場であり、そして学会における研究分野としてのGISの正当性を支持する。

しかしながら、この立場の支持者はGISそれ自体の使用（一連の空間分析を実行すること）とその使用を取巻いている問題の分析を混同しないよう気をつけなければいけない。ある者は、GISは地理学にとって非常に根本的であり、GISをすることは必然的に科学をすることである、という主張から正当性を導き出そうとするだろう。あるいはより究極的に、GISをすることは科学的に地理学をすることだ、という主張である。この議論は、幾分欠点がある。なぜならGISは現在の姿からかけはなれて効果的であり、また時間、スケール、相互作用、その他多くの洗練された地理学的概念に対する現在のGISの限界を無視しているからである。GISが本来的に地理科学であるかどうかは、ツールの使用の厳密さと本質的問題の性質をふまえたうえで、ツールの機能性にかかっている。これらの問題は明らかに、ケースバイケースで解決されなければならない。それゆえGISの使用は科学にとって十分条件ではないのである。

## 結論

グッドチャイルド（1993：445）は「最近広く地理学者にみられる傾向は、GISを自ら使えるツールとしてみるのではなく、意見をのべるべきある現象としてとらえようとする志向である」と述べている。我々もここで、現象としてのGISを振り返りコメントすることにした。それは先に述べたように、GIS-Lでの討論が「教室が“GIS”を科学的研究のトピックとして受け入れるかどうか」という、若い学者が直面する不安に端を発しているからである。これらの状況において、「GIS」というラベルは概して完全ではない。「GIS」の実体を完全に記述するためにおそらく必要なものとは、「白か黒か」という記述から「ぼんやりとした」連続体への移行であろう。GISはツ

ールと科学の間の連続体のようなものである。GISのテクノロジー（すなわちツールとツール作成）は明らかに面白くて根本的な科学研究を促進する。GISに基づいた科学（すなわち地理情報科学）は、GISを使用した科学研究と同様に、GISのツールとツール作成を進歩させるかもしれない。確かにすべての立場から望まれている到達点は、地理学者や同類の学問分野によってGISのための知的な基盤をつくることである。その基盤はテクノロジーの目新しさが消え去っても、GISの生き残りを保証するだろう。

ツールかあるいは科学かというGISの曖昧さが原因で発生した議論は、科学と社会一般におけるより広い文脈の前後関係の中で理解されなければならない。「ハードサイエンス」のような、科学の古い概念はより開かれた視点に取って変わられつつある。融合科学とその実証主義的表現に警告するなかでJohnston（1986：6）は、科学についてより寛大な見方を示し、「系統的で公式化された知識の追求としての科学（それだけで科学は特定の認識論に限定されない）」を提案している。この文脈では、GISは数学的厳密さ、仮説の実践、一般性といった伝統的な関心に対して、視覚的表現、共同（コラボレーション）、探求、直感的洞察、場所のユニークネスといった新しい種類の科学を強調しているのかもしれない（Goodchild 1992, Kemp et al. 1992, Rhind 1993, Fedra 1993, Muller 1993, Burrough and Frank 1995）。

学問分野として、地理学は一般的なものと個別的なものとの境界について長い間議論を繰り返してきた（Bunge 1962）。地図と地理データは地理学的に個別的なものの本質、つまり自然的社会的プロセスの結果へ影響するような境界条件をとらえる。その意味では、GISは個別的なものを明らかにする。しかし地図と違って、GISの目的とは、地理学的に一般的な方法で変形し、処理し、分析できるような状態に、地理データを維持することなのである。ゆえに、GISは一般的なものと個別的なもの両方のテクノロジーであり、前者にはその公式化されたアルゴリズム、概念、モデルを導入し、後者はそのデータセットの内容を導入する。テクノロジーとしてのGISは地理学的研究、より明確に言えばプロセスの

地理的知識を予測、政策、意思決定に変換するのに、すばらしく適しているように思われる。この意味で GIS は、基礎的な研究とアプリケーションの間の、また地理学的一般性と地理学的個別性の間の緊張関係を捉えるのである。

GIS によって創造された新しい世界において、基礎的・応用的知識に対する要求は多様である。GIS が知識を得て発展させるためのテクノロジーとして奉仕するにしても、あるいは GIS 自身による科学的な研究により奉仕するにしても、これらのシステムは間違いなく将来、知識創造の中心的役割を担うことになるだろう。しかし「科学をすること」の意味と同様に、「GIS をすること」の意味を理解することが重要である。本稿はこの問題における 3 つの立場を提示したが、そのうちの 1 つだけが「科学をすること」と関連した学術的正当性を提供している。他の場合では、「GIS をすること」はツールを使うことに近く、そのツールとは本質的な問題に対する利用の妥当性・適当性によって評価されるものである。あるいは、よりよいツールを工学的に作成することに近く、それはツールの改善の程度により評価される。これらの場合、GIS はどのような認識論的立場のユーザーにとっても制約のないものになるであろう。

## 謝辞

実り多い議論をしてくれた Pete Peterson, Kristin Lovelace, Steve Behnke, UCSB の Ray Smith に謝意を表したい。Helen Couclelis と Alan Brenner による批評は、本稿をかなり改善してくれた。The National Center for Geographical Information and Analysis は、協力契約 SBR88-10917 のもとで国家科学基金の助成をうけている。

## 引用文献

### 印刷物

- Abler, R.F. 1993. Everything in Its Place: GPS, GIS, and Geography in the 1990s. *The Professional Geographer* 45:131-39.
- Bauer, H.H. 1992. *Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method*. Urbana: University of Illinois Press.

- Bunge, W. 1962. *Theoretical Geography*. Lund, Sweden: C.W.K.Gleerup.
- Burrough, P.A., and Frank, A.U. 1995. Concepts and Paradigms in Spatial Information: Are Current Geographical Information Systems Truly Generic? *International Journal of Geographical Information Systems* 9: 101-16.
- Cloke, P., Philo, C., and Sadler, D. 1991. *Approaching Human Geography: An Introduction to Contemporary Theoretical Debates*. New York: Guilford Press.
- Coppock, J.T., and Rhind, D.W. 1991. The History of GIS. In *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, vol.1, ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild, and D.W. Rhind, pp.21-43. New York: John Wiley and Sons.
- Couclelis, H. 1991. Requirements for Planning-Relevant GIS: A Spatial Perspective. *Papers in Regional Science* 70:9-19.
- Couclelis, H. and Golledge, R. 1983. Analytic Research, Positivism, and Behavioral Geography. *Annals of the Association of American Geographers* 73: 331-39.
- Crane, D. 1972. *Invisible Colleges*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cromley, R.G. 1993. Automated Geography: Ten Years Later. *The Professional Geographer* 45:442-43.
- Curran, P.J. 1987. Remote Sensing Methodologies and Geography. *International Journal of Remote Sensing* 8: 1255-75.
- Davies, J. 1995. Perspective: Chart Hits? *Times Higher Education Supplement*, October 27, p.19.
- Dobson J.E. 1983. Automated Geography. *The Professional Geographer* 35: 135-43.
- Dobson J.E. 1993. The Geographic Revolution: A Retrospective on the Age of Automated Geography. *The Professional Geographer* 45: 431-39.
- Fedra, K. 1993. GIS and Environmental Modeling. In *Environmental Modeling with GIS*, ed. M.J. Goodchild, B.O. Parks, and L.T. Steyaert, pp. 35-50. New York: Oxford University Press.
- Feibleman, J.K. 1972. *Scientific Method*. The Hague: Martinus Nijhoff.
- Goodchild, M.F. 1992. Geographical Information Science. *International Journal of Geographical Information Systems* 6:31-45.
- Goodchild, M.F. 1993. Ten Years Ahead: Dobson's Automated Geography in 1993. *The Professional Geographer* 45:444-45.
- Goodchild, M.F. 1994. GIS and Geographic Research. In *Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems*, ed. J. Pickles, pp.31-50. New

- York: Guilford.
- Goodchild, M.F., Rhind, D.W., and Maguire, D.J. 1991. Introduction (Section : Principles). In *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, vol.1, ed. D.J.Maguire, M.F. Goodchild, and D.W.Rhind, pp. 111-17. New York: John Wiley and Sons.
- Haines-Young, R.H., and Petch, J.R. 1986. *Physical Geography: Its Nature and Methods*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.
- Hart, J.F. 1982. The Highest Form of the Geographer's Art. *Annals of the Association of American Geographers* 72:1-29.
- Harvey, F., and Chrisman, N.J.Forthcoming. Spatial Technology in the Making: GIS as Social Practice. *Progress in Human Geography*.
- Hess, B., Sproull, L., Kiesler, S., and Walsh, J. 1993. Returns to Science: Computer Networks in Oceanography. *Communications of the Association for Computing Machinery* 36:90-101.
- Heywood, I. 1990. Geographic Information Systems in the Social Sciences. *Environment and Planning A* 22:849-54.
- Hindess, B. 1977. *Philosophy and Methodology in the Social Sciences*. Hassocks, NJ:Harvester Press.
- Johnston, R.J. 1979. *Geography and Geographers: Anglo-American Human Geography since 1945*. New York: Wiley.
- Johnston, R.J. 1986. *Philosophy and Human Geography: An Introduction to Contemporary Approaches*. London: Edward Arnold.
- Jordan, T. 1988. The Intellectual Core: President's Column. *AAG Newsletter* 23:1.
- Keat, R., and Urry J. 1975. *Social Theory as Science*. London: Routledge & Paul.
- Kemp, K.K.; Goodchild, M.F.; and Dodson, R.F. 1992. Teaching GIS in Geography. *The Professional Geographer* 44: 181-90.
- Kennedy, M. 1994. Review of *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, ed. David J. Maguire, Michael F. Goodchild, and David W. Rhind. *Annals of the Association of American Geographers* 84: 172-73.
- Lake, R. W. 1993. Planning and Applied Geography: Positivism, Ethics, and Geographic Information Systems. *Progress in Human Geography* 17:404-13.
- Li, X., and Crane, N.B. 1993. *Electronic Style: A Guide to Citing Electronic Information*. Westport, CT: Meckler.
- Mark, D.M., and Zubrow, E. 1993. Join the GIS-L Electronic Community! *GIS World* 6: 56-57.
- Morgan, J.M., , and Fleury, B.B. 1993. Academic GIS Education: Assessing the State of the Art. *Geo Info Systems* 3:33-40.
- Morrison, J.L. 1991. The Organizational Home for GIS in the Scientific Professional Community. In *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, vol.1, ed. D. J. Maguire, M.F. Goodchild, and D.W. Rhind, pp. 91-100. New York: John Wiley and Sons.
- Muller, J.C. 1993. Latest Developments in GIS/LIS. *International Journal of Geographical Information Systems* 7: 293-303.
- Odlyzko, A. 1995. Tragic Loss or Good Riddance ? The Impending Demise of Traditional Scholarly Journals. *International Journal of Human-Computer Studies* 42:71-122.
- Openshaw, S. 1991. A View on the GIS Crisis in Geography, or Using GIS to put Humpty-Dumpty Back Together Again. *Environment and Planning A* 23:621-28.
- Pickles, J. 1991. Geography, GIS, and the Surveillance Society. *Papers and Proceedings of the Applied Geography Conference* 14:80-91.
- Pickles, J. ed. 1994. *Ground Truth*. New York: Guilford Press.
- Popper, K. 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Basic Books.
- Rhind, D. 1992. The Next Generation of Geographical Information Systems and the Context in Which They Will Operate. *Computers, Environment and Urban Systems* 16:261-68.
- Rhind, D. W. 1993. Maps, Information and Geography: A New Relationship. *Geography* 78:150-59.
- Rhind, D. W., Goodchild, M.F., and Maguire, D.J. 1991. Epilogue. In *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, vol.2, ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild, and D.W. Rhind, pp. 313-27. New York: John Wiley and Sons.
- Robinson, A.H., Sale, R.D., Morrison, J.L., and Muehrcke, P.C. 1984. *Elements of Cartography*, 5th ed. New York.: John Wiley & Sons.
- Sayer, A. 1992. *Method in Social Science*. London: Routledge.
- Sheppard, E. 1993. Automated Geography: What Kind of Geography for What Kind of Society ? *The Professional Geographer* 45: 457-60.
- Smith, N. 1987. Academic War over the Field of Geography. The Elimination of Geography at Harvard, 1947-51. *Annals of the Association of American*

- Geographers* 77: 155-72.
- Smith, N..1992. History and Philosophy of Geography: Real Wars, Theory Wars. *Progress in Human Geography* 16: 257-71.
- Sui, D.Z. 1994. GIS and Urban Studies: Positivism, Post-positivism, and Beyond. *Urban Geography* 15: 258-78.
- Taylor, P.J. 1990. GKS. *Political Geography Quarterly* 9: 211-12.
- Toen, B. 1996. On-line Demographics: GIS Communities Flourish. *GIS World* 9:48-51.
- Unwin, T. 1992. *The Place of Geography*. Essex, England: Longman Scientific & Technical.
- Wellar, B., Cameron, N., and Sawada, M. 1994. Progress in Building Linkages Between GIS and Methods and Techniques of Scientific Inquiry. *Computers, Environment, and Urban Systems* 18:67-80.
- Willer, D., and Willer, J. 1973. *Systematic Empiricism: Critique of a Pseudoscience*. Engleweed Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 電子資料 (資料入手は次のアドレスまで e-mail: gis-l@ubvm.cc.buffalo.edu)
- Al-Tana, K. November 29, 1993. Department of Geography and Anthropology, Louisiana State University. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Bartlett, D. November 5, 1993. Geography Department, Cork University, Ireland. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Bartlett, D. November 6, 1993b. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Brenner, A. November 1, 1993. Environmental Protection Agency. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Britton, J. November 1. 1993. GIS and Cartography Department, Sir Sandford Fleming College, Canada. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Brown, M. October 29, 1993. Department of Geography, San Diego State. Tool or Science ? Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Calef, F.J. November 28. 1993. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Carlson, C.L. October 28, 1993a. Northern Illinois University. Re: Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Carlson, C.L. October 31. 1993b. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Cooper, A. October 29, 1993. CSIR Information Services, Pretoria, South Africa. Re: Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Crepeau, R. October 28, 1993a. School of Social Ecology, University of California-Irvine. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Crepeau, R. October 29, 1993b. Re: GIS as a Science. [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Elliott, M.A. November 19, 1993. Department of Geography, Northern Illinois University. Re: Why "Science"? [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Feldman, M. November 1, 1993a. Community Planning, University of Rhode Island. Re: GIS as a Science and Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Feldman, M. November 2, 1993b. Re: GIS as a Science. [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Feldman, M. November 5, 1993c. Re: GIS as a Science. [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Feldman, M. November 8, 1993d. Re: GIS as a Science. [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Geissman, J. November 6, 1993. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Groom, A. November 1, 1993. Christchurch City Council, New Zealand. Re: Tool or Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Halls, P.J. November 1, 1993. Simon Fraser University, Canada. Re: GIS as a Science and Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Laffey, S.C. November 4, 1993. Department of Geography, Northern Illinois University. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].

- McCauley, D. October 29, 1993. Agricultural Engineering Department, Purdue University. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Moll, B.W. November 2, 1993. Martin Marietta Energy Systems. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Murphy, L. November 2, 1993. Indiana University. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Petican, D.J. October 29, 1993. University of Waterloo, Canada. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Piou, J. October 31, 1993. University of Maryland. Re: Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Rao, L. November 1, 1993. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Sandhu, J. November 1, 1993a. Environmental Systems Research Institute, Redland, CA. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Sandhu, J. November 3, 1993b. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Scalise, A.H. November 1, 1993. United Nations Development Program, Argentina. GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Skelly, C.W. October 28, 1993a. James Cook University, Australia. GIS and Remote Sensing Research [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Skelly, C.W. October 28, 1993b. Re: Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Skelly, C.W. October 31, 1993c. Re: Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Skelly, C.W. November 1, 1993d. Re: GIS as a Science and Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Wright, D.J. October 28, 1993a. Department of Geography, University of California-Santa Barbara. Re: Value of Peer Review [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].
- Wright, D.J. November 2, 1993b. Re: GIS as a Science [Discussion]. *Geographic Information Systems Discussion List* [Online].

質問・問い合わせは次のアドレスまで: Department of Geosciences, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-5506, email dawn@dusk.geo.orst.edu (Wright); Department of Geography, University of California, Santa Barbara, CA 93106-4060 (Goodchild and Proctor).

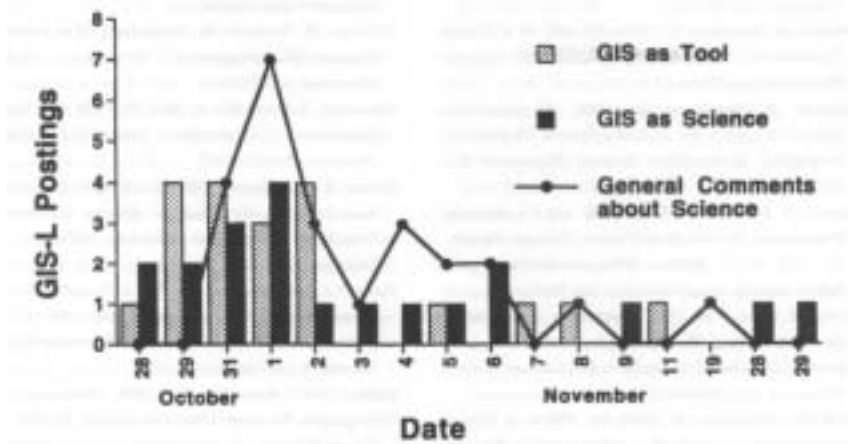


図1 GIS-Lにおけるトピック「科学としてのGIS」への投稿数(1993年10月~11月)