

連携研究のプラットフォームとしてのGISとその活用

谷内茂雄

総合地球環境学研究所

本節では、コミュニケーションを促進する技術的方法のひとつとして、近年普及してきたGIS（地理情報システム）を使ったプロジェクト活動について紹介する。GISが、地図の上で多様なデータを統合する機能を持つことから、研究分野を横断した研究者間の、そして、多様なステークホルダー間の共通言語、プラットフォームとしての潜在的可能性を持つことを説明する。次いで、GISの機能を使った文理連携の推進、GISワークショップによる、多様なステークホルダー間のコミュニケーションの促進について紹介する。最後に、トップダウンとボトムアップの課題をより具体的に調整する試みとして、シナリオアプローチとGISを組み合わせたGISシナリオワークショップの提案、その雛形となるソフトウェアシステムのコンセプトについて紹介する。

1. 連携研究のプラットフォームとしてのGIS

1.1 統合手法・連携手法・実践手法としてのGIS

GISは、コンピュータ上でデジタル地図情報を表示・蓄積・編集・解析するソフトウェアである。私たちは、文理連携による農業濁水問題の全体像の解明、階層内や階層間でのコミュニケーションを促進する方法を目ざしてきたが、当初から、このGISの持つ機能がプロジェクトを多面的に促進する可能性に着目してきた。つまり、GISが、研究者、住民、行政が共通に理解・利用できる地図というメディアを扱えることは、1) GIS上に多様なデータを重ね合わせることで、地図を共通の言語として、異なる学問分野間の文理連携の促進、地域住民間や異なる階層間のコミュニケーションを促進する共通言語（プラットフォーム）となりうるのである。また、2) GISが容易に地図の解像度を変えて表示し、スケール間を滑らかにつなげる機能は、階層性に着目し、3つのスケールで調査活動をおこない、階層間のコミュニケーションを促進する方法を探求する本プロジェクト

にとっては、大きな可能性を持っていた。さらに、3) GISは、野外における調査活動とそのデータの解析結果を、効果的にフィードバックすることで、研究活動を効果的に促進する道具でもあった。以下に、具体的に説明しよう。

1.2 異なる学問分野間の文理連携の促進

私たちのプロジェクトでは、物質動態班、生態系班、社会文化システム班という3班が、それぞれ、水・物質、生きもの・生態系、人・社会を対象として調査活動をおこない、分野を超えて、それぞれの関係を結びつけようとしていた。しかし、研究対象だけでなく、研究手法も、河川水の採取（サンプリング）や分析、生きものの採取と分類、聞き取り・アンケート・ワークショップと異なっている。まず、研究スタイルが異なる専門分野の研究者どうしが、コミュニケーションを行い、研究成果を共有するとともに、その結果をプロジェクトの連携の促進につなげる方法が必要であった。具体的な研究のレベルで連携し、研究にフィードバックさせるにはどうしたらよいだろうか。

調査活動とは何かをよく考えてみると、例えば物質動態班であれば、物質とその場所との関係を把握することが基本となる。言い換えると、その場所の物質の特性に関する情報を地図の上で理解することである。このように捉えれば、研究スタイルや対象が違って、まずは、物質とその場所の関係、生きものとその場所の関係、人間活動とその場所の関係に関する情報を地図に記述することで、地図を媒介にして、相互の情報を比較することができるのである。「あらゆる情報に対して必ず地図上に表現する事を共通ルールとする道具」¹⁾がGISを使う上で本質的なのである。つまりGISを使えば、電子地図上に、各班が採取した多様なデータ（あるいは、その解析結果から作成した）主題図を重ね合わせることで、異なる学問分野間の調査結果が共有できる。そこから新しい

発見につながることや、研究計画にフィードバックさせることが可能となるのである。このような異なる主題図の重ね合わせは、GISの活用では、「オーバーレイ」と呼ばれる基本的な手法であるが、それが文理連携研究の促進に使えるのである。

実際には、私たちのGISの利用は、まず研究者個人ごと、班ごとに、データを蓄積することから始まった。さらにいえば、マクロスケールにおける電子地図は、国土数値情報や滋賀県が作成したシェープファイルが容易に利用できたが、メソ・ミクロスケールでは、解像度が高いため、愛西土地改良区提供のGISデータの利用とともに、私たち自身が、GISで作業するための電子地図を下準備することが必要であった。そこで、4番目の班である流域情報モデリング班を中心に、GISソフトの選定 (ArcGIS)、プロトコルの整備、そして各班との上記作業の地道な遂行を進めることで、プロジェクトの情報プラットフォームとしてGISを整備したのである。GIS上で琵琶湖流域、彦根市稲枝地区に関する基本データ、各種統計が利用できるようになると、各班が調査・測定したデータもGIS上に整理・蓄積するとともに、GISの持つ空間解析機能を使ったデータの解析をおこなえるようになってきた。

1.3 水辺のみらいワークショップでの活用

こうして作成された各種の主題図は、各班の研究成果に使われるとともに、第3章第3節「身近な水辺の今と未来を話し合う」などで、地域の住民とおこなうワークショップで有効に利用された。その詳細は、第3節あるいは、田中等の報告書²⁾に譲るが、ワークショップにおいても、地図を使って、住民自らが「楽しいところ・美しいところ」を、直接地図上に記してもらった。ワークショップに、地図を使うことで、容易に情景を想起することができ、住民の意見を反映することが可能となったのである。その結果は、ワークショップ終了後、GIS上に蓄積して解析され、報告書としてまとめられるとともに、ニュースレターなどとともに、再び地図に印刷されて地域に伝えることができたのである。このようなGISの機能は、連携や研究、コミュニケーション促進に加えて、将来的には、地域社会の共有データベース・データバンクとして、地域や流域の知的コモンズとして、社会的資産の形成にもつながる可能性を持っている。

る。

2. GISワークショップとシナリオアプローチ

2.1 GISワークショップによる文理連携と階層間のコミュニケーション促進

1. で紹介した、主として個人レベルや班レベルでのデータベース蓄積と解析の経験をもとに、GISを、階層間のコンフリクトを解消するための道具として使う方法を考えてきた。その際、兵庫県立人と自然の博物館とNPO法人地域自然情報ネットワーク共催による「地域生態系の保全計画をつくってみようーGISの活用講座ー (2003年9月5~7日)」³⁾のすぐれたコンセプトをモデルとした。以下に簡単に紹介しよう。

この実習の目的は、「GISの操作技術を習得することではなく、GISを使って生態学の知見を地図上に表現し、保全計画に反映させる方法を身につける点」³⁾にある。地域自然環境の保全に関して、グループごとに水質汚染、森林の連続性など、具体的な課題を選択する。その上で、各課題ごとに、優先して保全あるいは再生すべき地域を、適切な評価基準をもとに具体的な指標を作成して、GIS上で評価し、地図上に抽出する、そういう流れである。この実習では、実習者に、1) 課題を評価する考え方、指標、手続きを評価シートとフローチャートで明確にさせる。2) 保全するための理論や考え方を、自由な発想で、グループのメンバーとの議論と試行錯誤を重ねながら、具体的な保全計画として実行可能な地図に反映する方法を体得する。3) 最終成果物として、地図上に抽出された保全あるいは再生地域を提出し発表する。その際、4) GISのマニュアル的な操作の習得に煩わされないように、GISの経験豊富なスタッフがサポートする。

私たちは、この実習のすぐれたコンセプトと実践的な点を取り入れ、流域におけるマクロスケールとメソスケールのように、異なる階層に所属する主体がペアになって、異なる問題意識から課題に取り組むことで、階層間のコミュニケーションの促進に使えるのではないかと考えた。それを具体化したのが、GISワークショップである。

2.2 GISワークショップ

GISワークショップは、次のタイトルで2回、いずれも、プロジェクトメンバーを中心に、GISの経験豊富なスタッフにサポートをお願いし、研

究者が参加する実習形式でおこなった。第1回「GISを用いた階層間の調整支援方法論の構築」(2004年2月21・22日)、第2回「階層間のコンフリクト解消へのGIS手法の適用」(2004年10月10日)、いずれも開催場所は地球研である。

a. 第1回GISワークショップ「GISを用いた階層間の調整支援方法論の構築」

第1回のGISワークショップでは、まだプロジェクトメンバーがGISに慣れてないことを踏まえ、主目標である、(1) GISの階層間のコミュニケーション支援ツールとしての可能性を検証し、具体的にどんな問題設定が有効なのか、どんなデータが今後必要かを発見することと同時に、(2) GISワークショップの実習を通じて、メンバーが直感的にGISの有効性を実感し、実用的な使い方と限界をからだで覚えることをめざした。実習課題としては、マクロから見た琵琶湖の流入負荷の効果的な削減と、メソ・ミクروسケールにおける地域環境保全が、マクロな琵琶湖への負荷削減につながるストーリーを、GISを使って具体的に求めることとした。ワークショップでは、琵琶湖の水環境保全の視点にたつて、支流単位で環境負荷を評価する「マクロ班」と、地域の集落単位で環境負荷を評価するとともに、地域で保全したい水環境を抽出する「メソ・ミクロ班」に分かれて、具体的な問題設定とそのために必要な指標の作成、GIS上での解析をおこなった。

最初にGISの基本操作実習を兼ねて、簡単な主題図を作成することから始めた。マクロ班では、土地利用に基づいて、琵琶湖の流域界ごとに、COD、TN（全窒素）、TP（全リン）を原単位法で計算した。また、下水道普及率を流域界ごとに計算し、重ね合わせた。下水処理普及率と栄養塩の相関を調べ、そこから、中小河川と大河川の傾向を読み取ろうとしたのであるが、この実習でははっきりした傾向は見えなかった。一方、メソ・ミクロ班では、調査地の彦根市稲枝地区を対象に、模擬的に、集落ごとの琵琶湖への負荷を総合評価することを試みた。その後、マクロ班とメソ・ミクロ班のメンバーをシャッフルして班換えし、マクロとメソ・ミクロの両方の視点から、結果を考察した上で終了した。

事前準備の重要性と指標化の意義

まず、このような実践的なワークショップでは、

主催者が作業について確固としたイメージを持って、参加者に伝える必要がある。第1回は、指標化に必要なデータセットが十分でなかったり、作業内容が十分に理解されず、時間内に階層間のコンフリクトの調整作業までは到達できなかった。

次に、実習は、地図データと指標を使う具体的な作業の連続であるが、この作業を通じて、あいまいな思考や判断がはっきりしたかたちをとってくるのである。作業課題を具体的に評価するには、なんらかの指標を自分で考えなければならないが、そのような指標は、いくつも考えられる。一方で、手持ちのデータは有限であり、どんな量でも、計算できるデータがあるわけではない。ここに、頭を使う必要があるし、議論が起こる。今回の作業を通じて、GISを使えば、チームで議論しながら指標を簡単に作成し、すぐに試してフィードバックすることが容易である（といっても、実際には結構時間がかかる）ことがわかった。もちろん一人でさまざまな指標を作って試すことも可能であるが、チームでおこなう場合には、各人の考えの違いを指標化という明確な手続きで、同じ地図上に表示し比較できるので、その有効性を全員で評価・判断できる。そういう意味で、合意形成というにはまだおかげさだが、大きな可能性を持っていることを検証できた。

現場の調査とのフィードバック・手続きの明確化の大切さ

指標化や数値化には大きな恣意性がある。ワークショップでは、根拠がまだ確かめられていない量でも、直感的な理由が考えられれば、指標としてどんどん評価に使っている。ところが、そういう指標も、いったんリアルで迫力あるGIS画面上に表示されると、圧倒的な説得力をもって迫ってくる。このGISの可視化・表現能力は、指標の妥当性だけではなく、用意したデータセットに不備があったり、データに不備がなくても、GISの操作や計算に誤りがあつたときにも大きな問題となる。今回の参加者は、実際に琵琶湖流域をフィールドとしてよく知っているメンバーであり、実習の最中でも、そのような表示のおかしさに経験から気づくことができ、そこから逆にGIS操作あるいはデータセットに何らかの間違い等があつたことを推定できた。その意味で、GISは、現場の経験が豊富であつてはじめて、安全に使える。言い換えると、GISの解析結果を現場の調査にフィー

ドバックしてチェックするプロセスと連動させることで、GISは、その強力な空間解析能力から、狭い現場の経験だけでは気づかない重要スポットやバタンを抽出して、問題発見の強い味方になってくれる。

また、プレゼンのために見た目がきれいな図を作成しようとする、指標を使った評価基準の境界も簡単にずれてしまう。マクロから見た場合には、その変化はピンとこないかもしれないが、メソ・マイクロ地域に住む人にとっては、たいへん影響が大きい。この問題も、上述の野外調査とGISによる分析とのフィードバックと同様、マクロスケールとメソ・マイクロスケールとのフィードバックを連動させる必要がある。

こういう問題は、GISの利用には常につきまとう。その意味からも、GISを利用する場合には、必ず、どういうデータを使い、どういう判断でどういう指標化をおこなったのか、その作業手順を明確に手続きとして、記録しておくことが必須となる。

b. 第2回GISワークショップ「階層間のコンフリクト解消へのGIS手法の適用」

第2回のワークショップでは、第1回の結果を踏まえて、最初から階層間のコンフリクトを課題とし、GISの階層間の解消ツールとしての使い方を目的とした。4つの班をつくり、各班の中で、マクロスケールでの課題と、メソ・マイクロスケールにおける課題がコンフリクトを起こす状況を、実習課題として各班で考えて設定する。その上で、GIS上での階層間の調整をおこなった。ここでは、第1班のレポートを中心にワークショップの結果を報告したい。

第1班では、階層間のコンフリクトの調整を、「任意の階層を出発点とした意見提出を互いに重ねることで、適用可能性に関するコミュニケーションを積み、計画の修正改善をおこなっていく一連のプロセス」とした。「階層間の相互作用」の具体的な作業を、次のように定義したのである。(図1)

- ①マクロ側からの要請 (計画案・制度適用案の提示)
- ②メソ・マイクロ側での適用可能性 (コンフリクトの発見)
- ③メソ・マイクロ側からマクロ側への要請 (計

- 画・制度修正案と具体的適用案の提示)
 - ④マクロ側での対応 (計画・制度案の修正)
- なお、この事例ではマクロ側を出発点としているが、メソ・マイクロ側から調整フローをはじめめることも当然考えられる。



図1 階層間の相互作用系

— 具体的なフローの試案 — (田中拓弥作成)

階層間の相互作用を「階層間に起きるコンフリクトの発見と階層間の相互調整」と考えた。ここでいう「調整」の内容は、「任意の階層を出発点とした意見提出を互いに重ねることで、計画の適用可能性に関するコミュニケーションを積み、計画を支える制度の修正改善をおこなっていくこと」と考えた。作業のフローとしては、1) マクロ側からの要請 → 2) ミクロ側での適用可能性 (コンフリクトの発見) → ミクロ側からマクロ側への要請 (制度修正案と修正制度の具体的適用案の提示) → 4) マクロ側での対応 (制度案修正) という内容を試行した。この試行では、マクロ側からキックオフしているが、ミクロ側からはじめてもよい。

このように、階層間の調整過程を定義した上で、マクロ側 (滋賀県) の課題として、滋賀県における環境こだわり農業の実施率の向上 (水稻栽培面積の10%) を、ミクロ側 (稲枝地区の各集落) では、各集落の水路に生息する水草 (固有種) の生息域を、貴重な地域の水環境としてできるだけ保全することを課題とした。ここでは、環境こだわり農業に転換した場合、水路の水草生息域の保全にとって好ましいと見ることにする。そうした場合、マクロ側の「各集落の面積割合に応じて、環境こだわり農業へ転換する農地の割合を集落ごとに一律配分」する計画と、ミクロ側の「水草保全に適した面積配分」、言い換えると「水草の生息域が広い集落ほど環境こだわり農業へ転換する面積配分を大きくする」という要望がコンフリクトをおこすことになる (いうまでもないが、このコンフリクト設定は、模擬的に設定したものである)。このような設定をもとに、“マクロ側からの計画案の提示” → “メソ側での適用可能性検討 (コンフリクトの発見)” → “メソ側からの要請”

→ “マクロ側での対応” という手順を実施し、最初の2段階までGISでの作業をおえた。

以上、2回のGISワークショップから、GISを使うと、課題や手続きが明確になり、そのために必要なデータもわかってくる。また、具体的に議論を進める上で有効であることが確認できた。しかし、一方で、階層間のコンフリクト調整にGISの有効性を検証するには、実習のレベルであっても、リアリティのある階層間のコンフリクト課題を設定する重要性を実感したのである。

3. GISシナリオワークショップ

3.1 流域管理におけるクロスシナリオアプローチの提案

近年、地球温暖化や地球規模の水問題、生態系アセスメントなど、地球規模の大きな不確実性とリスクをはらんだ地球環境問題に対処する総合的な方法論として、また科学と政策の現場のコミュニケーションを促進する手段として、「シナリオアプローチ」⁴⁾ が発展してきた。自然現象と社会経済にまたがる広範な分野の科学的知見を、計算機上のモデルとして統合し、全体像を明らかにする「統合評価モデル (Integrated assessment model)」⁵⁾ の分析をもとに、問題対策の将来シナリオを描く方法論である。その基本的な構図は、IPCCに代表されるように、専門科学者集団が、さまざまな環境情報を自ら統合評価モデルに集約して代表的なシナリオ作成をおこない、それを国や国際的なレベルでの政策決定者に対して提示し、啓発・意思決定支援・相互コミュニケーションの基盤とするという、マクロな視点からの方法論である。このシナリオアプローチは、流域圏の環境問題に対しても、持続可能性を論じることができる統合的な方法論として、2000年代以降、急速に普及してきた⁶⁾。

私たちの流域管理研究のプロジェクトでは、流域に分散する多様なステークホルダーの存在、そのステークホルダーの地域や生活に密着した多様な環境への関わり方をどのように調整するかを課題として、その具体的な方法論に取り組んできた。言い換えると、『マクロレベルの「トップダウン」的なアプローチと、地域社会からの「ボトムアップ」的なアプローチとを接合させること (第1編：協田)』を流域管理の主要課題としている。この第5章の階層間コミュニケーション促進の方法論の開発も、この視点にたっている。流域圏あ

るいは流域管理においては、多様なステークホルダーのコンセンサスの上に立ったシナリオが策定されなくては、その実現性が期待できないのである。このような理由から、流域管理においては問題群を統合して分析する方法論としてシナリオアプローチが有効であっても、利害関係者のコミュニケーションを促進する手法としては、トップダウンの視点からの従来のシナリオアプローチには限界があるのである。ここに、多様な利害関係者の参加によるガバナンスを前提とした、新たなシナリオアプローチが必要となる。私たちが提案する「クロスシナリオアプローチ」は、流域管理のこうした必要性に応えるものなのである。

具体的に農業濁水問題の事例で説明すると、次のようになる。琵琶湖の生態系は、滋賀県や淀川水系の人々にとって、さまざまな生態系サービスの源となる大切な財産であるが、近年、人間活動の影響でそのレジリアンスが低下してきている。農業濁水をはじめとした陸域からの負荷を、どうすれば減らしていくことができるのかが問われている。一方、農村地域においては、農業政策の変化、食のグローバル化に起因する農村や集落の大きな変化によって、農業や農村の将来が真剣に検討されている。琵琶湖と農村地域の将来は、お互いに無関係に決まるのではなく、それぞれの未来像が互いに深く関わってくる。その意味で、琵琶湖と農村地域の将来を、言い換えると、マクロとメソ・ミクロを、ともに持続的に考えるための方法が必要とされており、クロスシナリオアプローチはそのための提案である。

3.2 GISシナリオワークショップ

クロスシナリオアプローチの考え方は、一言で言えば、「各階層の利害関係者が、それぞれの問題意識に基づいて将来シナリオを作成し、突き合わせ、その結果生じるシナリオ間のコンフリクトをもとに互いの考え方を理解し、双方にとってより現実的なシナリオを試行錯誤でさぐっていく方法」である。具体的な方法としては、シナリオ間のコンフリクトを地図上の具体的な場所として表現できるGISとシナリオアプローチを組み合わせた「GISシナリオワークショップ」という方法を考えた。このワークショップは、前項のGISワークショップの方法に基づくが、ワークショップの場での、シナリオ作成と参加者の探索的なディスカッションを支援するために、GISとシミュレー

ションモデルを基盤とした「シナリオプランニングツール」と呼ぶソフトウェアを用意する。私たちは、琵琶湖流域の農業濁水問題を事例として、将来的には流域の利害関係者が実際に利用できるシステムを想定した上で、まず、研究者レベルでその有効性を確認するプロトタイプとなるソフトウェアシステムを作成した。次節（GISによる「しなりお君」の開発）で詳細を説明する「しなりお君」である。

3.3 シナリオ作成のためのシナリオプランニングツール

GISシナリオワークショップでは、各階層の参加者が、それぞれが関係する階層のシナリオを画面上で選択する。つまり、議論に集中できるように、あらかじめ想定されるすべてのシナリオに対して計算結果を用意して、シナリオプランニングツールにストックして選びだすようにしておくのである。また、各参加者が選択したシナリオの組み合わせに応じて、異なった2つのスケールでのシナリオ結果を、両画面に表示する。この機能で、異なるスケールでのシナリオ選択の結果が各参加者にフィードバックされ、双方にとってより現実的なシナリオを試行錯誤で探っていくことができるのである（図2）。

シナリオプランニングツールによるGIS紙芝居機能

シナリオワークショップの参加者は、終了後、参加できなかったそれぞれの関係者に対して、ワークショップのプロセスや結果を説明する必要がある。このような場面で使用するのが、シナリオプランニングツールの「GIS紙芝居」機能である。GIS紙芝居では、まず、調整の結果選択されたシナリオの最終段階（目標像）やそのシナリオが実現されていく段階的過程を示す。また、シナリオが選択されたり、その過程が考えられた時の議論のプロセスを再現する。こうした機能は、比較的容易に持たせることができると考えられる。シナリオプランニングツールを用いた調整の結果を保存しておき、GIS紙芝居で利用するというフローになる（図3）。

シナリオプランニングツールの具体化

以上の考えをもとに、具体的なシナリオとシナリオプランニングツールのプロトタイプ（しなりお君）の設計を検討するため、2006年6月24日に、プロジェクトメンバーを主体に、GISシナリオワークショップをおこなった。その結果、しなりお君は、農業濁水問題を事例に、琵琶湖流域レベル（マクロスケール）での、琵琶湖への流入負荷削減に関わる環境保全シナリオと、稲枝地域を代表

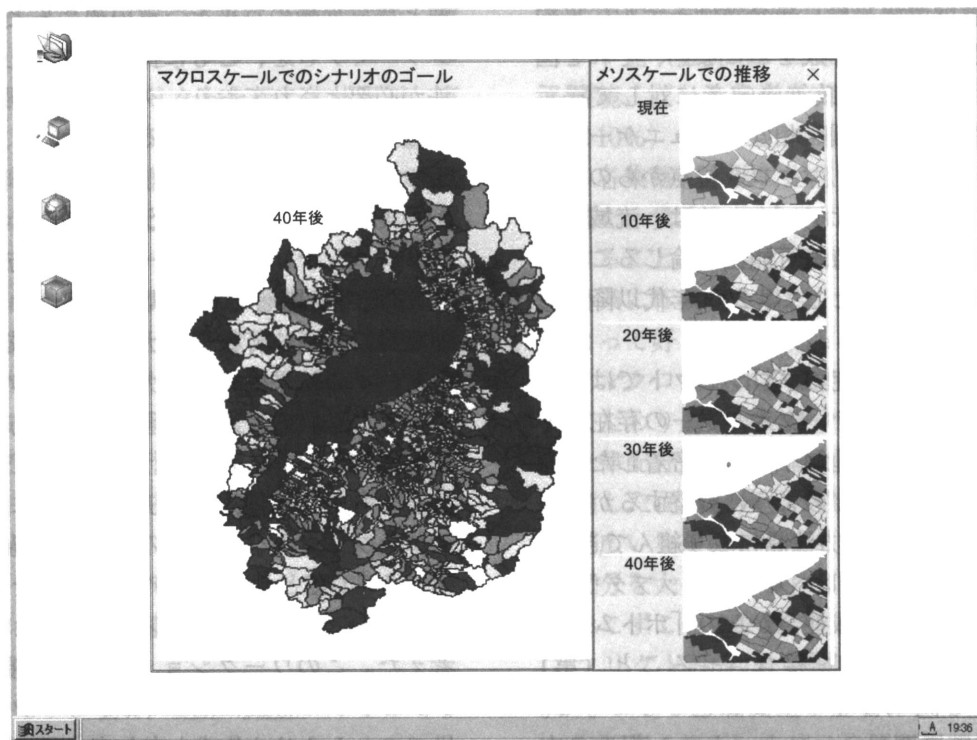


図2 シナリオプランニングツールの画面イメージ（田中拓弥作成）

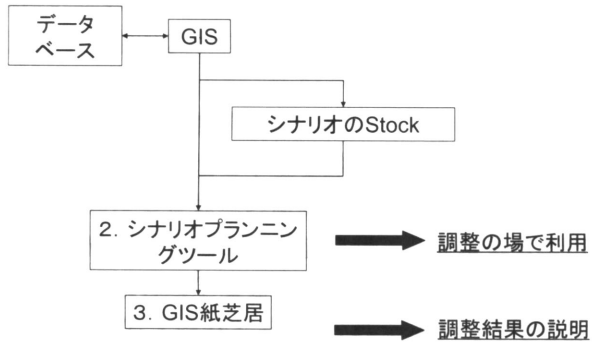
シナリオプランニングツールとGIS紙芝居の
位置付け

図3 シナリオプランニングツールとGIS紙芝居の位置づけ（田中拓弥作成）

に、琵琶湖周囲に展開する農村地域の、集落レベル（ミクروسケール）での将来シナリオとの関係を表示するシステムとした。マクロな琵琶湖流入河川の水文シミュレーションに、調査地域での中小河川と農業排水ネットワークを結合することで、調査地域の詳細な情報が琵琶湖に流入する濁水に反映できる水文シミュレーションモデルを作成した。一方で、地域レベルでのシナリオの選択肢として、大規模農家支援・農地集積への取り組みの度合いを試みに採用した。調査地域の集落レベルでの農業経営タイプの類型が、シナリオによってどのように変化するかを模擬的に構築し、農業経営タイプと水管理との間に相関ができると仮定して、地域のシナリオ選択がどのような農業・農村形態となるか、その結果、琵琶湖への濁水流入がどのように変化するかを、GIS画面上で同時に表示することができる。

将来の発展によっては、流域の多様な利害関係者の代表が、琵琶湖の環境保全シナリオと、各地域シナリオを構築していく過程で、GIS上に明示されるシナリオ選択の結果をもとに、よりよい共存シナリオを求めて試行錯誤しながら相互の理解を深めるツールとなる可能性が期待できる。

引用文献

- 1) 三橋弘宗・池田啓「フィールドワークの軌跡が語る生態系のすがた 地図の上で展開する生態学」『GIS Japan』3, 93-99 (2002)
- 2) 田中拓弥・今田美穂・三俣学・大野智彦「水辺のみらいワークショップ報告書－流域管理における階層間コミュニケーションに向けた水環境情報構築の試み－」プロジェクト3-1ワーキングペーパーシリーズ WPJ 13, 総合地球環境学研究所・プロジェクト3-1事務局発行 (2006)
- 3) 三橋弘宗「地域生態系の保全計画をつくってみよう－GIS活用講座－」『京都大学生態学研究センターニュース』No.82, 11-12pp (2003)
- 4) 松岡譲・原沢英夫・高橋潔「地球環境問題へのシナリオアプローチ」(<http://www.nies.go.jp/social/kojin/takahasi/file/matuoka200101.pdf>:平成19年3月末現在)
- 5) 森田恒幸・天野明弘編『岩波講座環境経済・政策学第6巻 地球環境問題とグローバル・コミュニティ』岩波書店 (2002)
- 6) 加藤文昭・丹治三則・盛岡通「流域圏におけるシナリオ設計システムの構築に関する研究」『環境システム研究論文集』32, 391-402 (2004)