

景観計画のための GIS ワークショップ：ロール・プレイング教材開発

GIS workshop for landscape planning: a development of teaching materials using role playing

矢野桂司

Keiji Yano

Keywords: 景観計画(landscape planning)、GIS 教育(GIS education)、ロール・プレイング(role playing)、カルトグラフィック・モデリング(cartographic modeling)、湖南地域(Konan area, Shiga)

Abstract: Research in Geographical Information Systems (GIS) and Geographical Information Science (GISc) has blossomed in the last twenty years as one of the major success stories in geography and planning. While most academic programs in departments related to GIS and GISc in Japan include modules, if not whole courses, on this topic, we need to develop much more teaching materials for the effective GIS education. This paper provides teaching materials using role playing for GIS education. This is developed for GIS workshop for landscape planning at Ritsumeikan University in collaboration with Professor Carl Steinitz at the Graduate School of Design, Harvard University.

1. はじめに

高等教育機関における GIS 教育は、GIS が社会的に制度化されつつある今日、より高度化される必要がある。1980 年代後半に欧米で起こった GIS 革命以降、欧米の大学では、GIS を冠した学部や大学院が設置されてきた (矢野、2008)。日本では、GIS に特化した学部・大学院はいまだ設置されていないが、GIS に関連する学問分野である、地理学、都市計画学、建築学など地図を扱う学部・学科、大学院・研究科などでは、「地理情報システム」「GIS 演習」などの GIS に関する講義・実習が部分的に教授されている。

本稿では、立命館大学文学部人文学科地理学専攻・大学院文学研究科人文学専攻地理学専修で行われている GIS 教育を紹介するとともに、先進的な GIS 教育の事例として、ロール・プレイングを取り入れたユニークな GIS 演習 (GIS ワークショップ) の内容を報告し、その有効性を検討する。

2. 立命館大学の GIS 教育

立命館大学文学部人文学科地理学専攻では、1990 年代前半より、GIS を学部の教学の中心の 1 つに据え、GIS の教育環境を整備してきた (矢野、1998a、1998b、2001a)。GIS 教育には、コンピュータリテラシーが不可欠であり、1 回生時の情報教育が重要である。立命館大学では早くから大学全体で情報教育を推進しているが、文学部でも、1 回生から情報科目を必修科目として配置してきた。中学・高校での情報教育の導入や家庭でのパソコンやインターネットの普及によって、大学における情報教育の在り方も大きく変わりつつある。しかしながら、学生の情報リテラシーの格差は依然と大きく、情報科目の授業の運営に大きな影響を与えている。実習科目での TA (ティーチング・アシスタント) の配置なども行われているが、授業内容の工夫が常に検討されなければならない。

GIS 教育も、最低限の情報リテラシーが必要である上に、可能であれば Excel などの表計算ソフトの操作方法を習得しているか否かで理解に大きな差がみられることから、情報科目との連携も不可欠である。

一方で、地理学専攻の教学の中で、地図作成や地図を用いた現象の解釈は必須の技術である。そこで現在では、以下のように回生ごとに GIS に関連する講義と実習を混ぜ合わせた段階的なカリキュラムを配置している¹⁾。

【1 回生】[実習] 地理学実習 (通年のうち 2 コマ)

【2 回生】[講義] 地域分析学、地域統計学、地図情報学 (地図学)、リモートセンシング学、[実習] GIS 実習 I・II、製図実習

【3 回生】[講義] 地理学特殊講義、[実習] 地理学特別実習、測量学および実習

文学部は卒業論文が必修であり、各回生に配置された小集団科目を通して、卒業論文を書き上げるための力量を、発表やレポートの作成を通して行われる。その中で、多くの学生は GIS やイラストレータを用いた地図作成を日常的に行っている。

さらに、大学院では、地理情報学研究 I・II、応用地理情報学 I・II を配置し、のちに詳述する国際先端プログラムの科目として提供している。

なお、立命館大学は 2002 年度から ArcGIS のサイトライセンスを取得し、キャンパス内のすべてのパソコンに ArcGIS がインストールされている。さらに、2008 年からは、スチューデントライセンスを導入し、立命館大学の学生であるならば、個人のパソコンに ArcGIS をインストールし、プロテクトキーなどなしで利用することができる。

さらに、とかくファイルサイズが大きくなる GIS データを扱うために、地理学教室では、学内で利用可能な大容量のデータベースサーバーを用意している (VPN により学外からもアクセス可能)。

このような GIS 教育環境のもと、前述のような GIS 関連の講義・実習が繰り返されるが、立命館大学のユニークな GIS の授業に国際先端プログラムがある。国際先端プログラムは、海外における著名な GIS 研究者を招聘し、集中講義をお願いするので、現在は、全研究科横断の英語で行う授業として配置されている。その中で、ハーバード大学計画大学院 (GSD, Graduate School of Design) の Carl Steinitz 教授による「GIS と景観計画」がある。この GIS 演習は、Harvard 大学 GSD の演習として実

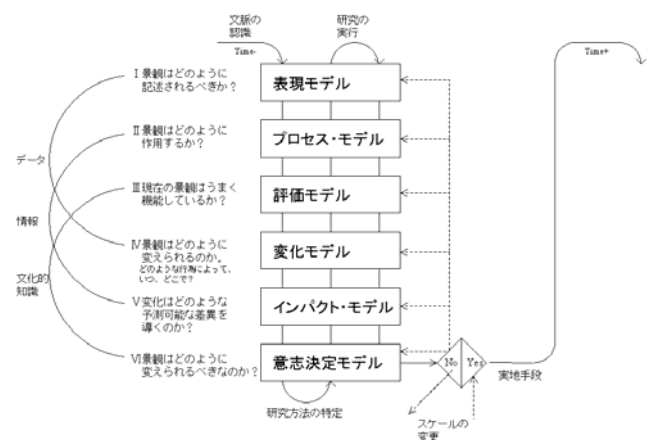
際に行われているもので、GIS データの構築、GIS の基本操作、GIS を用いた発表、GIS による政策決定などを盛り込んだ、洗練された GIS ワークショップである。次章ではその内容を概観する。

3. Carl Steinitz 教授の GIS を用いた景観計画の枠組み

ハーバード大学 GSD の Carl Steinitz による集中講義は、ハーバード大学 GSD の修士課程で実際に 3 ヶ月かけて行われる実習をコンパクトにまとめて 4 日間で行うものである。

Carl Steinitz 教授は、1966~68 年に、当時できて間もないハーバード大学の Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis に研究員として籍をおいており、草創期の GIS を支えた 1 人である。なお、この研究所は 1965 年に H. T. Fisher によって創設されたものであり、その後、所長は W. Warntz (1968-1971)、Berry, B. J. L. (1976-1981)、Schodek, D. (1981-1993) と引き継がれ、1990 年代初頭まで続いた²⁾。

Steinitz 教授は、当時、Fisher の考案した、コンピュータ地図化システム SYMAP を用いて、景観プランニングへの応用を試みていた。それは、Steinitz 教授の「GIS を用いた景観プランニングの枠組み」(第 1 図)の構築に発展した (スタイニッツほか, 1999)。



第 1 図 Carl Steinitz 教授の GIS による景観計画の枠組み (スタイニッツほか(1999)より転載)

この枠組みは、表現モデル、プロセス・モデル、評価モデル、変化モデル、インパクト・モデル、意志決定モデルの6つのモデルからなり、それぞれのモデルは、GISを用いた地図を通して、記述、説明、解釈がなされる(矢野、1998a、2001b)。とりわけ、GISのラスタ演算をベースとしたカルトグラフィック・モデリングを用いて、将来計画に対する評価やインパクトが地図として明瞭に示されることになる。

国際先端プログラムがスタートした最初の数年間は、Steinitz教授がハーバード大学で実際に行ってきたワークショップを、GISデータごとそのまま持ち込み4日間で完結するように改良されたものであった。最初の数年間は、米国西海岸のCamp Pendleton地域(東西約134km×南北約80km)を対象としたワークショップであった。これは、当該地域の自治体の依頼を受けてハーバード大学が中心となって実際に行われた将来計画の策定のための研究プロジェクトをベースとしたものである。全米でもトップクラスの生物多様性を有するこの地域は、ロサンゼルスとサンディエゴの間に位置し、急速な都市化による開発の危機にさらされている。そうした開発と保全の対立をどのように調和させるかが景観プランニングの目的であり、GISを用いてそれを行うのがSteinitz教授の枠組みである。

その後、Camp Pendleton以外の事例として、ハーバード大学の位置するBostonから西に80km離れたマサチューセッツ州ピーターシャムPetersham地域の約10km四方を対象とした景観計画がワークショップの題材として取り上げられた。これは、当該地域にハーバード大学のバイオサイエンス関係の新しい施設を建設するための計画シナリオを扱ったもので、当該施設の建設による開発と保全の対立を対象としたものであった。

しかしながら、受講生の多くはこれらの米国の対象地域に訪れたことはなく、また、日本と米国では都市計画規制などが異なることが多いことから、ワークショップ参加者が対象地域の文脈を十分に理解することは難しかった。そこで、2002年度のワークショップから、初めて日本の地域を対象にすることに挑戦した。

そこで、京都からも近く、当時、日本の中でも高い人口増加率を有し、琵琶湖の環境保全が大きな課題となっていた滋賀県湖南地域を対象にした教育プログラムを開発した。

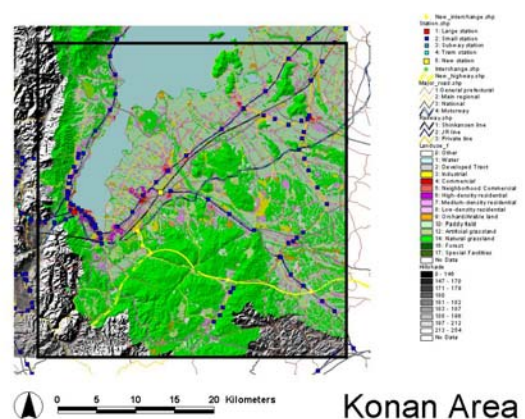
4. 湖南地域を対象とした景観計画の枠組み

大津市・草津市を中心とする湖南地域は、全国でもトップクラスの高い人口増加率を有し、京阪神大都市圏の東縁に位置する。JR東海道線の新快速を用いれば、京都まで20分、大阪までも50分の距離である(JR草津市駅を基準)。

また、湖南地域は琵琶湖を望み、美しい自然に囲まれた地域でもあり、急速な人口増加に伴った都市化と、こうした良好な自然環境をいかに保全するかといった調和が求められている。このように開発と環境保全の相反する問題をどのように考えるべきか。GISを通して、その問題解決を試みることにする。

まず、湖南地域に与えられたシナリオは以下のようである。

1995年をベースに2020年までに、当該地域の人口が80万人から100万人に増加すると想定し、その人口増加分に対応する住宅、商業、工業などの施設を、環境保全を考慮しながら、どこに配置すべきかを計画する。また、その際の前提条件として、栗東周辺での新幹線新駅や第二名神高速道路とそのインターチェンジなどの完成なども含まれている(第2図)。



第2図 対象地域

以下では、第1図の景観計画の枠組みの6つのモデルに従って、このGISワークショップの内容を簡単に概観する。

1) 表現モデル

表現モデルは、「対象地域の景観はどのように表現されるのか」を問うもので、対象地域の景観を表現するための要素を特定する。ここでは、対象地域の土地利用をベースに、その土地利用が将来どのように変化すべきかを問題とする。そのために、当該地域の土地利用に関わる様々な景観要素に関わる地理空間情報を用意した。それらには、土地利用に加え、標高、植生などの自然環境に関する地理空間情報と、人口、道路、駅、用途地域などの社会・経済に関する地理空間情報が含まれている（第1表）。

なお、対象地域を表現するためのGISデータは、対象地域（第2図）の大きさと分析の精度を考慮して、50mのラスタ・データを基本とした。その結果、対象地域は、東西927グリッド、南北822グリッドとなる。

第1表 湖南地域の景観要素のGISデータ

	景観要素	データ形式	分類
1	ヨシ群落	ラスタ	自然
2	用途規制	ラスタ	社会・経済
3	植生	ラスタ	自然
4	地形	ラスタ	自然
5	市街化区域	ラスタ	社会・経済
6	下水処理機能	ラスタ	社会・経済
7	土地利用	ラスタ	自然
8	特別施設	ラスタ	社会・経済
9	土壌	ラスタ	自然
10	表層地質	ラスタ	自然
11	鳥獣特別保護区	ラスタ	自然
12	名勝天然記念物	ラスタ	自然
13	標高	ラスタ	自然
14	傾斜方向	ラスタ	自然
15	傾斜角	ラスタ	自然
16	陰影処理	ラスタ	自然
17	琵琶湖	ラスタ	自然
18	琵琶湖集水域	ラスタ	自然
19	灌漑	ラスタ	社会・経済
20	自然公園	ラスタ	自然
21	農用地区域	ラスタ	社会・経済
22	国有林/民有林	ラスタ	自然
23	主要道路	ラスタ	社会・経済
24	水系	ポリゴン	自然
25	鉄道駅	ポイント	社会・経済
26	鉄道	ライン	社会・経済
27	インターチェンジ	ポイント	社会・経済
28	街区人口	ポイント	社会・経済
29	滋賀県行政界	ポイント	社会・経済
30	50mメッシュ	ポリゴン	自然
31	新インターチェンジ	ポイント	社会・経済

2) プロセス・モデル

プロセス・モデルとは、「景観はどのように作用するか？」を問うもので、表現モデルで採用した景観要素間の関係を特定するものである。これらの関係は、以下の評価モデルや計画モデルの構築の際に利用されることになる。

3) 評価モデル

評価モデルとは、「現在の景観はうまく機能しているか？」を問うもので、様々な視点からの当該地域の評価を行う。例えば、自然保全の視点から、琵琶湖の水質保全のリスクが危ぶまれる場所を評価したり、開発の視点からマンションの立地に適した場所を評価したりすることが考えられる。

4) 変化モデル

変化モデルとは、「景観はどのように変えられるのか？」といった問いに対して、当該地域の将来計画を考える。例えば、今後も人口増加が見込まれる湖南地域で、1995年をベースとして、2020年時点で約20万人の人口が増加すると仮定して、湖南地域に新たな住宅地、商業地、工場などを配置させる。その場合、現行の地域計画に従うシナリオや、モータリゼーション社会を想定したシナリオなどを考えることができる。そうしたシナリオごとに2020年時点での湖南地域の土地利用が予測されることになる。

5) インパクト・モデル

インパクト・モデルは、「変化はどのような予測可能な差異を導くのか？」という問いに答えるもので、変化モデルで作成した計画された土地利用が、評価モデルでのそれぞれの視点から、どこでどのような影響がどの程度起こるのかを明らかにするものである。

6) 意志決定モデル

意思決定モデルは、「景観はどのように変えられるべきか？」に答えるもので、この枠組みの最終段階である。変化モデルによって提示された計画シナリオの中から、インパクト・モデルによって提示された影響の度合いを考慮しながら、当該地域の将来にとって最も良い計画シナリオを決定する。そこでは、地域の将来を担う様々な関係者が集い議論して行われるべきである。

5. 湖南地域を対象とした景観計画の GIS ワークショップ

前章で述べた Steinitz の景観計画の枠組みを 4 日間の GIS ワークショップと構成したスケジュールが第 2 表である。

ワークショップでは、講義と GIS のデータや操作の説明、そして、ロール・プレイングとしてのチームによる作業が盛り込まれている (第 2 表)。

以下では、第 2 表のスケジュールに沿って、それぞれの内容を概観することにする。

第 2 表 4 日間の GIS ワークショップのスケジュール

【第 1 日目】
1)導入と問題提起
2)表現モデル：GIS データの説明
3)評価モデルのチーム分け(12 評価モデル)
4)プロセス・モデルのための基本的な GIS 操作
5)プロセス・モデルの作成
6)評価モデルの作成
【第 2 日目】
1)評価モデルの発表の準備
2)評価モデルの発表(12 評価モデル x 5-10 分)
3)変化モデルの説明
4)変化モデルのチーム分け
5)変化モデルのための基本的な GIS 操作
6)変化モデルの作成
【第 3 日目】
1)インパクト行列の作成
2)インパクト・モデルの実行
3)インパクト・モデルの発表(12 評価モデル x 5 分)
4)変化モデルの修正
5)3D 表現
6)最終の変化モデルの作成
【第 4 日目】
1)最終発表の準備
2)最終発表と議論
(6 変化モデル x 5 分)
(12 評価モデル+変化モデル x 10 分)
3)意思決定モデル：結論と総評

本ワークショップの目的は、2020 年までに約 80 万人の人口増加が見込まれる湖南地域において、琵琶湖の環境を保全しながらいかに都市の発展させるかに対する答えを提示することにある。そのための手段として、Steinitz の景観計画の枠組みを取り入れる。

1)表現モデル

湖南地域の景観要素として、自然と社会・経済に関わるものを GIS データとして準備した(第 1 表)。前述のように、このワークショップでは、土地利用のラスター・データを中心に展開させることから、そのサイズを 50m グリッドとして設定した。それゆえ、多くの景観要素を地図化する場合は、土地利用と同じグリッド・サイズに合致する。また、鉄道駅やインターチェンジなどはポイント・データで、道路や鉄道などはライン・データで用意し、バッファなどを発生させる場合は、土地利用と同じグリッド・サイズの 50m に合致することとする。

2)プロセス・モデルと評価モデル

ロール・プレイングとして、参加者は評価視点と同じ数のグループに分けられ、各チームはその専門家としての役割を与えられる。各評価チームは、プロセス・モデルと評価モデルを通して、与えられた評価視点からの 5 段階に分けられた評価マップを作成することが求められる。

そこでは、どのようにして評価マップを作成するのかを、概念レベルと GIS の操作レベルで理解する能力が要求される。

評価モデルは、対象地域に関する自然や社会・経済のリスク (脆弱性) や魅力に関する評価視点を設定し、それぞれの視点から、当該地域のどのような場所にリスクあるいは魅力があるのかを地図を用いて明らかにする。これらの評価マップは、次の変化モデルにおいて、新たな土地利用計画を作成するための情報として用いられることになる。

まず、リスクの観点からは、(1)浸食 (水質)[環境]、(2)野生生物[環境]、(3)歴史文化資源[環境/社会]、(4)景観 [社会]、(5)都市へのアクセス [社会]、(6)建設費 [社会]の 6 つを、開発の魅力の観点からは、(7)

高密度住宅（マンション）、(8)中密度住宅（戸建）、(9)商業地、(10)レクリエーション施設（ゴルフ場）、(11)研究施設（大学や研究開発）、(12)大規模工場、を採用することにする。

リスクの視点の事例として、浸食（水質）の評価マップの作成をみてみよう。琵琶湖の環境保全の立場から、水質を保つためには土壌浸食をおこすような開発は避けるべきであろう。そこで、景観要素の中から土壌浸食に関わる要因を選択し、プロセス・モデルを特定して、浸食の視点からの評価マップを作成する。浸食チームは、土壌浸食の発生に関するメカニズムを考え、最終的に、傾斜、水辺からの距離、植生、表層地質の4つの要因を考えることにした。

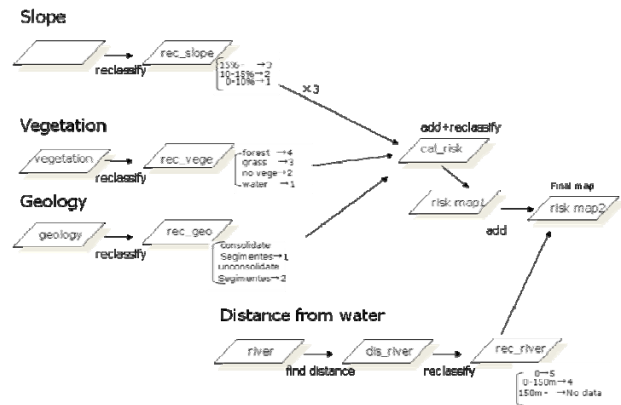
すなわち、傾斜が急な場所、水辺に近い場所、植生が多い場所、未固結堆積物の表層地質の場所が開発されると、浸食が進行し、水質保全に影響を与えると考えるのである。

次に、こうした浸食のリスクの考えを、GISを用いて、具体的に、リスク・マップ、すなわち評価マップとして表現する。ここでは、まず、表現モデルで用意されたGISデータのうち、浸食に関わる4つの要素のGISデータを取り上げる。ここでは、評価マップを作成するために、再分類、バッファリング、ラスタ演算などのGISの基本操作が用いられる。

第3図はそのプロセス・モデルを示している。傾斜では、0-10%、10-15%、15-%の3つを1、2、3と再分類し、植生では、森林に4、草地に3、非植生に2、水部に1を割り当てる再分類を行い、表層地質では、未固結堆積物に2、固結堆積物に1を割り当てる再分類を行う。また、水辺からの距離に関しては、ベクタ・データの水辺からの距離を空間分析で計測し、水辺には5、水辺から150mまでは4、それ以外はNoDataを割り当てる再分類を行った（第3図）。

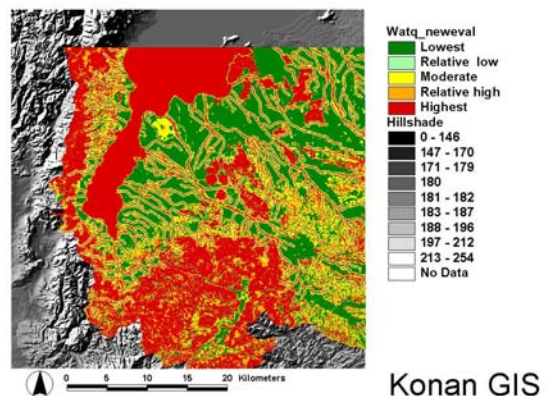
これら4つの要因はそれぞれラスタ・データとして地図化されるが、それらの評価点をラスタ演算によって加算して評価マップを作成する。その際、傾斜は、植生や表層地質よりも3倍の重み付けを行い、それらの総計をさらに5段階に再分類した（5が最

もリスクが高く、1が最もリスクが低い）。それに加え、水辺からの距離は他の要因よりも重要度が高いことから、水域そのものには5、水辺から150mまでは4と、無条件に高いリスクの値を与えた。



第3図 浸食リスクのプロセス・モデル

その結果、水域そのものあるいはその付近、さらには、傾斜が急で、植生が多く、表層地質が未固結堆積物である場所で浸食リスクが高く、逆に、水辺から離れ、平坦で植生が少なく、表層地質が固結堆積物の場所では、浸食のリスクが低い結果が地図として表現されている（第4図）。



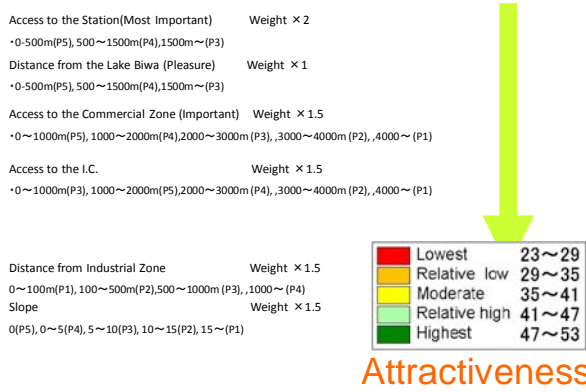
第4図 浸食リスクの評価マップ

次に、開発の魅力の視点からの評価マップの事例として、ここでは高密度住宅を取り上げてみよう。高密度住宅はマンションのような共同住宅で、評価チームは、開発者の視点から、湖南地域のどのような場所にマンションを立地させるべきかを考えることになる。

マンション開発の専門家による評価チームは、まず、鉄道駅の距離を重視し、主要道路、インターチェンジ、商業地、琵琶湖への近接性、平坦な場所、工場から離れた場所、といった基準のもとで評価マップを作成した。

これらの要因を地図として表現するために、鉄道駅、主要道路、インターチェンジ、商業地、琵琶湖、工場からの距離を、空間分析を用いて計測し、以下のような距離の基準で再分類を行った。(1)鉄道駅[重み 2]:0-500m(p5)、500~1500m(p4)、1500m~(p3)、(2)琵琶湖[重み 1]:0-500m(p5)、500~1500m(p4)、1500m~(p3)、(3)商業地[重み 1.5]:0~1000m(p5)、1000~2000m(p4)、2000~3000m(p3)、3000~4000m(p2)、4000m~(p1)、(4)インターチェンジ[重み 1.5]:0~1000m(p3)、1000~2000m(p5)、2000~3000m(p4)、3000~4000m(p2)、4000m~(p1)、(5)主要道路[重み 1.5]:0~100m(p3)、100~500m(p5)、500~1000m(p4)、1000m~(p2)、(6)工場[重み 1.5]:0~100m(p1)、100~500m(p2)、500~1000m(p3)、1000m~(p4)。

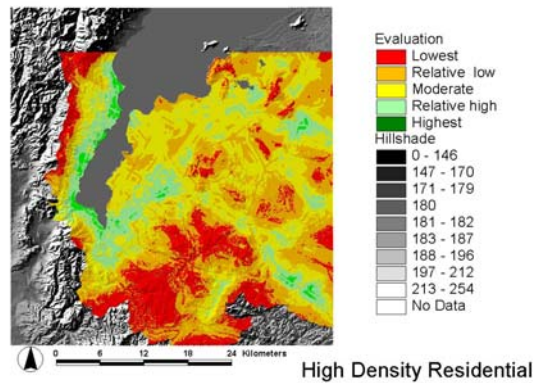
また、(7)傾斜[重み 1.5]に関しては、平坦なほどマンションの立地に適切であることから、0%(p5)、0~5%(p4)、5~10%(p3)、10~15%(p2)、15%~(p1)の評価を行った(第5図)。



第5図 高密度住宅のプロセス・モデル

次に、これらの要因を[]内の値で重み付けした後で、ラスト演算で加算し総合点を算出する。そして最終的に、その総合点を5段階区分で再分類し、評価マップを作成した(第6図)。湖南地域の鉄道沿

いの既成市街地でマンションの魅力が高いことがわかる。



第6図 高密度住宅(マンション)の評価モデル

同様の手順で、12すべての評価の視点から、「専門家」による5段階の評価マップが作成される。

第2日目は、各専門家チームによる評価マップの発表が行われる。参加者は、午後に計画の専門家として変化モデルの構築に取り掛かるが、その際、この12の評価マップが将来計画を作成するための重要な情報となる。

3)変化モデル

変化モデルは、2020年の湖南地域の将来計画を策定するものである。ここでは、前述のように、1995年時点で80万人の人口が、2020年に100万人に増加すると想定されている。さらに、第二名神や新幹線の栗東新駅が計画されている。本ワークショップでは以下の6つの将来計画シナリオを設定する(括弧内は後述するが、高密度住宅と低密度住宅の配分比率を示す)。

- (1)環境重視型(任意)
- (2)1つのコンパクトな新都市型(1:3)
- (3)鉄道指向型(1:3)
- (4)現行計画型(1:5)
- (5)市場指向求型(1:6)
- (6)道路指向型(1:8)

ロール・プレイングとして、参加者はこれら6つの変化チームに分けられ、それぞれの計画シナリオに従った将来計画を作成することが求められる。

それぞれの計画シナリオにおいて、今後も持続的な都市化が進行する湖南地域の将来計画を策定する

ために、それぞれの計画シナリオにおいては、以下の7種類の土地利用を新たに開発する。なお、1セルは50m四方で、250アールである。

- (1)工場 (code3) : 2000セル
- (2)商業地 (code4) : 1000セル (ただし、1セルに25人の人口が張り付くと想定する)
- (3)高密度住宅(code6) : (30人/1セル)
- (4)中密度住宅(code7) : (8人/1セル)
- (5)2つの研究開発施設(code17) : 250セルの大きさのものを2つ。
- (6)レクリエーション施設 (code18) : 2000セル
- (7)2つのゴルフ場(code18) : 250セルの大きさのものを2つ。

高密度住宅と低密度住宅の比率は、各計画シナリオのカッコ内に示されている。20万人の増加のうち2万5千人は商業地で吸収されるため、残り17万5千人を提示された比率で配分する。その結果、高密度住宅と低密度住宅のセル数の配分は以下のようになる。

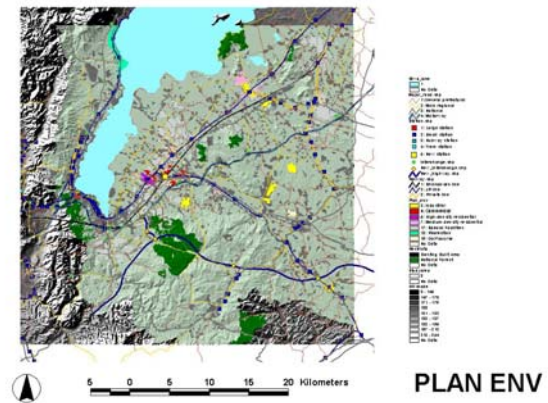
- (1:3) → 1,458 : 16,406セル
- (1:5) → 972 : 18,229セル
- (1:6) → 833 : 18,750セル
- (1:8) → 648 : 19,444セル

なお、上記の新たな土地利用は対象地域内の国有林以外で、かつ既に市街地化された地域と交通施設(鉄道、道路など)に配置することとする。各計画チームは、与えられた計画シナリオの趣旨を検討し、そのコンセプトのもとに与えられた新たな土地利用を配置する。

変化モデルのためGISの作業は、上記の条件を満たす50mメッシュのポリゴンを作成し、メッシュに新たな土地利用コードを付加し、新たな土地利用メッシュ作成する。その際、新たな各土地利用のポリゴン数が要件で示されたメッシュ数に一致することを確認する(完全に一致しなくてもよい)。そして、最終的には、この50mメッシュのポリゴンをラスター変換し、既存の土地利用のラスター・データとオーバーレイさせて将来計画シナリオに基づいた、将来の土地利用が作成される。

変化モデルでは、12の評価マップを最大限活用し

て、各チームに与えられた計画シナリオに従って、プロセス・モデルを実行することになる。



第7図 環境重視型の計画マップ

例えば、環境重視型の計画チームでは、湖南地域の環境を最大限に保全する自然環境にやさしい持続的な都市化を目標と掲げている。概念的には、リスクの評価視点として、(1)浸食(水質)[環境]、(2)野生生物[環境]、(3)歴史文化資源[環境/社会]、(4)景観[社会]の4つの評価マップを取りあげ、それらのリスクの高い場所を避けるように、かつ、開発魅力の評価視点からは、新たな土地利用に対する評価マップを取りあげ、それらの適地に当該土地利用が配置されるように計画モデルを構築する(第7図)。

4)インパクト・モデル

変化モデルで作成した6つの将来計画のうち、どれが湖南地域の将来にふさわしいシナリオであろうか?インパクト・モデルは、評価モデルで作成した12の評価視点からみて、変化モデルで作成した6つの将来計画を評価するものである。

各評価チームは、5段階の評価の場所それぞれに新たな土地利用に変更された場合のインパクトの度合いを、インパクト行列で表現する(第3表)。

第3表 インパクト行列

Code	新しい土地利用	EVAL_1	EVAL_2	EVAL_3	EVAL_4	EVAL_5
3	工場	1	1	1	1	1
4	商業地	2	2	5	5	5
6	高密度住宅	2	2	5	5	5
7	低密度住宅	2	2	5	5	5
17	研究開発施設	2	2	5	5	5
18	レクリエーション施設	2	2	5	5	5
19	ゴルフ場	2	2	5	5	5

インパクト行列は、行方向に新しい土地利用を、列方向にそれぞれの評価視点からの5段階評価が配され、行列要素には、次の1~5のインパクトの度合いが割り当てられている。(1)有益: Beneficial、(2)両立: Compatible、(3)適度: Moderate、(4)深刻: Severe、(5)限界: Threshold。

例えば、リスクの評価マップでは、リスクの高い場所(評価マップで5の地域)に、新たな土地利用として工場(code3)が立地した場合、その場所は現状を復帰できない「限界」のインパクトが与えられるとするならば、当該セルには5が与えられる。逆に、同じリスクの高い場所に、レクリエーション施設(code18)が配置された場合は、それほど大きなインパクトが生じるとは予測されないため、2や3程度のインパクトが与えられる、と想定するのである(第8図)。

一方、開発の評価視点では、新たな土地利用に当該の開発視点が含まれており、6つの計画それぞれが配置した土地利用が魅力のある(評価の高い)場所に的確に配置されているのかを評価することになる。

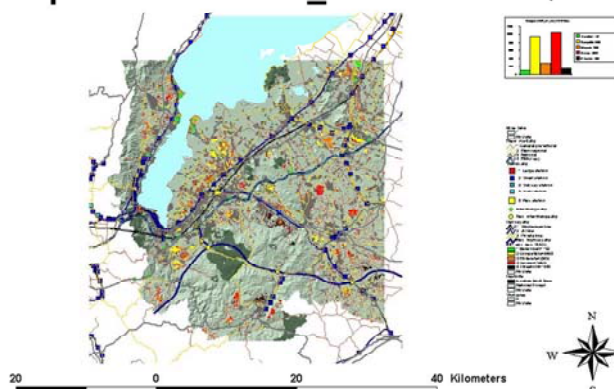
ト・マップからは、当該の評価視点から見て、どこでどれだけの影響が発生するのかを空間的に明らかにすることができる。さらに、インパクトの度合いごとにセル数を計算すれば、それぞれの視点から、どの計画がどれだけの影響を与えるのかを、定量的に示すこともできる。その結果、各評価視点かみてどの計画シナリオがどの程度優れているのかを空間的にかつ定量的に判断することができる。

5)計画モデルの再作成

12のインパクト・モデルによって、変化モデルで作成された6つの将来計画は、定量的に評価されることになる。そこで、各変化チームは、インパクト・モデルの評価を改善するために、変化モデルの修正を行う。具体的には、プロセス・モデルを用いて、各計画チームが重視する評価視点のインパクト・モデルで、限界あるいは深刻と判断された場所を中心に新しい土地利用の配置の再考を行うことになる。

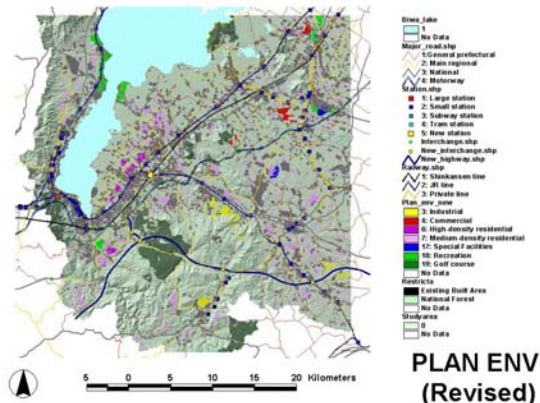
GISの操作としては、新しい土地利用の配置に関して、評価マップに加え、インパクト・マップの重ね合わせを通して、変化モデルを構築することになる(第9図)。

Impact of Plan env_new on WATQ=5800⁻



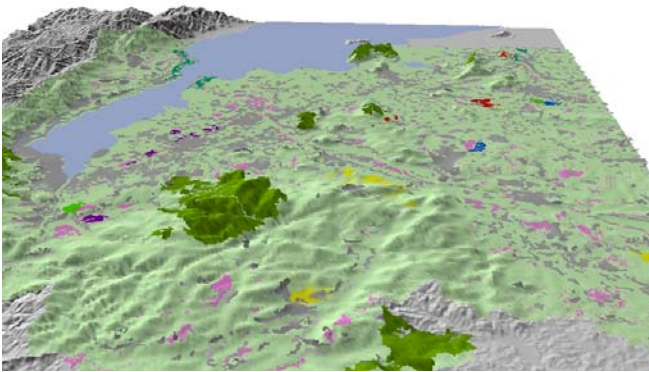
第8図 浸食の視点からの環境重視型の計画マップへのインパクト・マップ

次に、評価モデルごとに作成されたインパクト行列に基づいて、当該の評価マップと6つの計画マップを重ね合わせて、インパクトの度合いを地図化した6つのインパクト・マップを作成する。インパクト



第9図 修正後の環境重視型の計画マップ

また、より視覚的に将来計画を可視化するために、『数値地図50mメッシュ(標高)』の標高データをベースとして、ArcSceneで3次元表現による計画マップも作成した(第10図)。



第 10 図 環境重視型の計画マップの 3 次元表示

6) 意思決定モデル

湖南地域の将来計画を策定するために、6 つの専門家チームは、それぞれの将来計画シナリオに基づいて、2020 年の当該地域の土地利用を予測した。

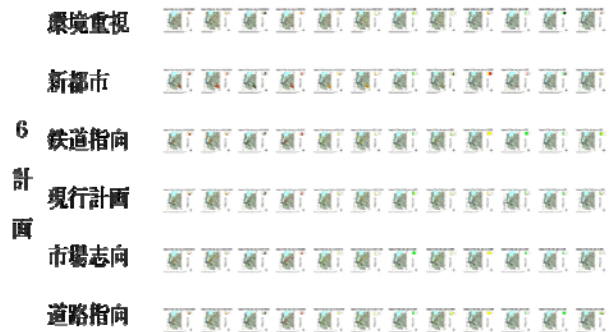
意思決定モデルでは、湖南地域の利害関係者（住民、行政、NPO など）らが専門家チームによって提示された 6 つの選択的将来の中から、湖南地域に最もふさわしいシナリオを選択するための議論が行われる。

最終日の最終発表では、審査員として地域の利害関係者を招待し（具体的に、当日、学識経験者、草津市の職員の方にお集まりいただいた）、計画の専門家チームと、自然環境と社会・経済環境の専門家チームからの説明を受けて、参加者全員で湖南地域の選択的将来を議論する。

6 つの計画シナリオは、GIS で作成された将来の土地利用マップとして表現され、インパクト・モデルを通して、12 の評価視点からのインパクトの度合いを空間的かつ定量的に評価されることになる。

審査員は、各専門家チームの発表を聞き、質疑を繰り返す。そして最終的に、6 つ計画シナリオを行方向に、12 評価視点を列方向においた 72 枚のインパクト・マップを配置し（第 11 図）、12 の評価視点から、ネガティブな影響やポジティブな影響の度合いを考慮して順位を付けることが可能である。すべての評価から高い順位を示す計画シナリオを審査員と参加者が議論しながら、最終的に 1 つの将来計画シナリオを選択することになる。

12 の評価視点



第 11 図 意思決定モデルのための情報

6. GIS ワークショップの教育効果

Steinitz 教授の GIS ワークショップは、いくつかの点で、極めて効果的な GIS 教授方法を提供してくれる。ここでは、その長所と短所について簡単に触れることにする。

まず、この GIS ワークショップの長所は、将来の景観計画の目的のために GIS がどのように用いるのかを理解させてくれる。特に、景観計画の枠組みのすべてのモデルが、地図を通して表現されるとい点があげられる。

そして、それぞれのモデルの結果を、地図で表現することによって、参加者は、地域を視覚的に理解し、地域の情報を他者と共有することができる。

さらに、参加者は、ロール・プレイングを通して各自が役割を与えられ、専門家になりきることで、責任感を持たされる。また、評価モデル、インパクト・モデル、変化モデルは、各チームの発表が課せられ、それぞれの役割のポイントをまとめることができる。

一方、実際のワークショップではいくつかの点で調整が必要である。本ワークショップは、基本的にチームで行われるが、その際、GIS の経験者をうまく配置することにより、チーム間の GIS 操作能力の差が生じないように心掛けている。

また、本ワークショップは、枠組みの 6 つの段階で、それぞれの作業を終える必要がある。それは、それぞれのモデルの出力が、次のモデルの入力となるからである。それゆえ、時間をマネジメントしながら、それぞれのモデルの完成度を高める必要が

ある。

GIS の操作としてこのワークショップをみると、必要な操作は、ArcGIS のベクタ、ラスタ・データの基本的な操作に加え、カルトグラフィック・モデリングの代表的な操作である、ラスタ・データの再分類、距離、ラスタ演算である。ワークショップの開催に先立って、これらの操作方法に関しての事前の教育プログラムの実施は、ワークショップを円滑に行う上で、極めて効果的である。

また、あらゆる段階で結果としての地図が作成される。それら出力された地図の比較が重要となるため、縮尺はもちろん、凡例の色やレイアウトを統一することが重要である。そのためには、地図の表現方法に関する教育を事前に受けてもらうことも重要である。

7. おわりに

本稿は、立命館大学の GIS 教育の取り組みと、2002 年 6 月に実施された国際先端プログラムの 4 日間の概要を紹介した。このワークショップは、立命館大学以外からの参加者も含め 39 名で行われた。地理学以外に、都市計画、政策科学など様々なバックグラウンドをもつ参加者を混合させて、すべて英語で行われた。

GIS のスキルは、初心者から熟練者までかなりの幅がみられたが、チームごとでのロール・プレイングとなるため、GIS の技術的問題で躓くことなく、景観計画の枠組みを十分に理解でき、高い教育効果がみられた。そのことは、参加者の事後のアンケートでの高い満足度からも明らかである。

日本の大学の GIS 教育は、GIS ソフトや地理・空間情報が高額なことから、なかなか十分に普及してこなかった。しかし、近年では、フリーの GIS ソフトの出現や、ソフトやデータの価格の下落などから、ハード面での問題はかなり克服されてきた。今後は、本稿で紹介したような、GIS の応用的利用を視野に入れた効果的な GIS 教育プログラムの研究事例を蓄積し、大学間で共同利用できるような仕組みや共同での開発が期待される。

謝辞：本研究の執筆にあたり、2002 年立命館大学国際先端プログラム「景観計画と GIS」の発表成果を使わせていただいた。本ワークショップの参加者全員に記して感謝する。また、本 GIS ワorkshop を共同で実施した、ハーバード大学 GSD の Carl Steinitz 教授、Mike Flaxman 博士（現在、MIT）、立命館大学文学部中谷友樹准教授、立命館アジア太平洋大学アジア太平洋学部磯田弦専任講師に感謝する。

注

- 1) 授業内容は、オンラインシラバスを参照のこと。
<http://online-kaikou.ritsumei.ac.jp/2008/syp/list.php?code=lt&c1=3&c2=44> [2009 年 1 月 28 日参照]
- 2) 詳細は以下のサイトを参照のこと。
<http://www.gis.harvard.edu/icb/icb.do?keyword=k235&pageid=icb.page222551> [2009 年 1 月 28 日参照]

参考文献

- スタイニッツ, C.ほか編、矢野桂司・中谷友樹訳 (1999) : 『地理情報システムによる生物多様性と景観プランニング：カリフォルニア州キャンプ・ペンドルトン地域の選択的将来』、地人書房。
- 矢野桂司(1998a) : 大学における GIS 教育・研究、測量、1998-4、pp.32-35。
- 矢野桂司(1998b) : 立命館地理情報システム (RGIS) と GIS 教育、立命館文学 553、pp.264-286。
- 矢野桂司(2001 a) : 大学で GIS を学ぼう！、地理 46-6、pp.36-40。
- 矢野桂司(2001b) : ハーバード大学 GSD の GIS を用いた景観プランニング、ランドスケープ研究 64-3、pp.212-215。
- 矢野桂司 (2008) : 英国における GIS 教育 : University College London (UCL) における GIS 教育の実践、『平成 17-19 年度科学研究費補助金 (A) 「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」(代表者：岡部篤行) 最終報告書』。