

地理空間情報技術の知識体系と実験的教育の実践

太田守重

A Body of Knowledge for GI-Technology and Experimental Lectures

Morishige Ota

Abstract: Today, engineers having enough skill and knowledge for development, management, and improvement of Spatial Data Infrastructures (SDI) are not sufficient in Japan. It means that the higher education for SDI is the social demand. Meanwhile, Body of Knowledge (BoK) for Geographic Information Science and Technology (GIS&T) has been investigated, for example, in US and Europe. The BoK has been proposed also in Japan up to 2008. This paper introduces the proposal for GI Technology (GIT) BoK in Japan and experimental lectures in compliance with this BoK. The GIT BoK has unique structure and content comparing with other BoKs. We introduced inheritance and association relationships among knowledge units and sub-units. Finally we will look toward the future of the BoK and the lectures.

Keywords: 知識体系 (Body of Knowledge), GIS 教育 (GIS Education), 地理情報技術 (Geographic Information Technology)

1. はじめに

地理情報科学及び技術の知識体系に関する研究が米国[1]及び欧州[2]で行われてきた。日本においても、2005年から2007年まで、科研費のもと、岡部篤行が研究代表者となり「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」が行われ、その中で地理系及び情報系のBoK試案が作られた。このうち情報系のBoKは地理情報工学のBoKといえる[3]。筆者はこのBoK作成に参加した。また、これに基づき、2008年10月から半年間、東京大学工学部都市工学科において、算法通論というタイトルのもと、地理情報技術の基

礎をテーマにして講義を計画し[4]、実行した。

本稿では、まず地理情報技術の定義について述べる。次に、試作した地理情報工学のBoKを紹介する。また、実施した講義の内容を紹介する。最後に、これらの活動を通じて得られた知見をもとに、今後の課題をまとめる

2. 地理情報技術

ここでは地理情報技術(GIT)の定義について論じる。岡部[5]は、以下に示す地理情報科学の定義を提案している。

「空間データを系統的に構築し、管理し、分析し、総合し、伝達する汎用的方法・方法論、およびその汎用的方法を適用する方法・方法論を研究する学問」

ここで「空間データを系統的に構築し、管理し、分析し、総合し、伝達する汎用的方法・方法論」は

地理情報科学の狭義の定義である。一方「その汎用的方法を適用する方法・方法論」は地理情報科学の応用として実用的な方法、つまり GIT の定義を示している。なお、GIT は地理情報分野の機器開発も含んでいる。したがって、この定義は GISc と GIT の融合を意図しており、それをもって広い意味で GISc としているものである。いいかえれば科学と工学を融合した、地理情報学の定義といえよう。

3. GIT の知識体系(BoK)

この BoK はその目的をみれば明らかなように、情報システムのライフサイクル（開発、改良、利用、評価、および再開発）について考慮すべきである。一方、GI システムはソフトウェア、ハードウェア、地理空間データ、規則およびこのシステムに関係する人々からなる。また、GI システムの機能は実世界のモデリング、モデルの形式化、取得、管理、解析、サービス、対話を伴う表現および応用である。したがって、BoK は図 1 のようになり、それぞれの知識領域はソフトウェア、ハードウェア、規則および人々のあり方を含むことになる。

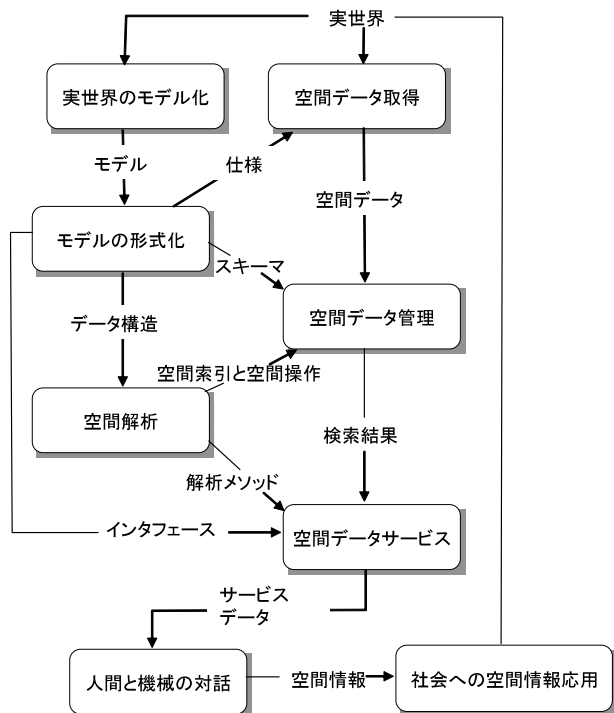


図 1 GIT の BoK モデル

図 1 では、四角形は知識領域を示すが、同時に地理空間データおよびそれ以外の情報のライフサイクルを実現する処理機能を表現している。

3.1. 実世界のモデル化

実世界のモデル化は、実世界に生起消滅する諸現象の抽象化である。私たちは全ての特性を備えた完全なモデルを作ることはできず、もしそれが可能だとしても、そのようなモデルは、モデル化の目的を満たすものにはならない。したがって、私たちは対象と対象間の関係を選択し、観測の限界を設定し、モデル化の目的と範囲（論議領域）に合致するモデルを作成する。

3.2. モデルの形式化

モデルの形式化は、一定の規則に従い特定の目的のために概念モデルを形式的に表現することである。そのために自然言語で書かれたモデル化の要件を参照し形式表現を行う。この知識領域は、空間データ・フォーマット、一般地物モデル、応用スキーマ、座標による空間参照、空間スキーマ、時間参照、時間スキーマおよび被覆の知識に依存する[6]。

3.3. 空間データ取得

空間データ取得とは、モデルの形式化の結果の一つであるデータ仕様書に則して観測を行うことによって、空間データを得ることである。空間データは実世界を直接または間接に調査・測量・センシングして得られる。

3.4. 空間データ管理

空間データ管理では空間データベースを設計し、空間データを格納し、格納されたデータを維持し、問合せに対して応えを返す。空間データベース管理システムは以下の条件を満たすべきである。

- 論理的なレベルで通常のデータと幾何的なデータの操作と表現を統合すること
- 両方のデータを物理的なレベルで効率的に格納し、処理できること

3.5. 空間解析

研究分野としての空間解析の目的は、基礎的な理論を適用して検索や解析のアルゴリズムを提供する

ことである。例えば最短経路探索はグラフ理論から導かれる。また空間解析は実空間の幾何及び位相を表現する空間スキーマのプロファイル（例えば、ノードやコスト付きのエッジでできるネットワーク）から導出されるデータ構造を利用する。

3.6. 空間データサービス

この場合のサービスは、クライアントに要求された行動を実行するプロセスのことである。空間データサービスは、クライアントの要求に応じて、空間データを処理し、インタフェースを通じて、結果を伝送することである。

3.7. 人間とコンピュータの対話

人間とコンピュータの対話は、対話型システムのデザイン、評価および実装、ならびに人間とコンピュータの間に起きる様々な現象について研究する分野である。この分野は、利用者の要求に応えるデータ（サービスデータ）を入力し、意思決定のための空間情報を出力する機能として捉えることもできる。

3.8. 社会への空間情報応用

私たちの社会における空間情報の取得と利用は、実世界に変化をもたらす。利用者は、「人間とコンピュータの対話」を通じて得た情報を応用することによって、行動を起こし、実世界を変化させる。この領域は、GISの歴史、今日のGIS応用、国土空間データ基盤、ユビキタス地理情報サービス、および応用システム開発に関する知識に依存する。

4. 講義の方針

地理情報技術の内容を半期で詳説することは不可能である。そこで、ここでは「入門」にとどめ、以下のような方針をとった。

- 学生は地理情報技術について全く知らないことを前提とする
- 複数回の演習を挟む。
- 実世界のモデリングと形式化に重点をおく。

これまでリテラシー教育としてGISの初歩的な使用法を教えることは、多くの大学で行われてきた。しかし、GISの元になる地理情報技術については、余

り教えられていない。しかし地理情報技術の基礎には難解な理論は含まれないので、初学者に教えることは可能と考えられるし、その方法論を知ることによって、様々な応用が可能になる。従ってあえて「地理情報技術を全く知らない学生」を前提として講義ノートを作成した。しかし、知識を確実にするために演習は不可欠である。そこで4回の演習をはさみ、最後の演習は評価用のレポートと位置づけた。

ところで、地理情報技術の中では、実世界に生起消滅する諸現象を、どのようにモデル化するかという問題についてはISO/TC211やOGCにおいて検討されている地理情報標準の中で、手法が確立しつつある。しかし大学教育の場で採り上げられることが少ないので、ここではあえて実世界のモデリングと形式化に多くの時間を割くこととした。

5. 講義の概要

それぞれの講義のタイトルは以下の通りとした。

- ① 序論（地理情報技術と社会）
- ② 空間思考と概念モデリング
- ③ モデルの形式的表現
- ④ 一般地物モデル
- ⑤ 応用スキーマ
- ⑥ 空間スキーマ
- ⑦ 時間スキーマ
- ⑧ 参照系
- ⑨ 被覆
- ⑩ 地理データの取得
- ⑪ 地理データの管理と交換
- ⑫ 空間解析
- ⑬ 表現
- ⑭ 空間情報社会の将来

受講者は2年生を中心として約100名であった。関連する参考書が少ないので、講義ノートをPPTで作成し、毎回講義の前日に公開サイトにPDFの形式でアップロードし、受講者が事前にダウンロードできるようにした。

演習は都合4回実施した。がその内容は以下の通

りである。

- 地図はグラフィック言語であり,自然言語による説明と対応することを確認する(図2)
- 簡単な UML クラス図作成
- 簡単な地図を見て描画スキーマを作成
- 応用スキーマ,描画スキーマ及びそれに準拠する空想地図の作成

自宅から最寄り駅までの経路

学籍番号: _____ 氏名: _____ 学籍番号: _____ 氏名: _____

自宅の西側に、南北に延びる道があり、その道を南へ5mほど行くと、東西に延びる道にぶつかるところ、合流点を右折する。合流点から20mほど行くと左折できるが、その交差点を無視してさらに20mほど進めると、南北に延びる道にぶつかるところ、左折する。左折した後、左手側に民家、右手側に畑が広がっていることを確認し、直進すると50m、右折して30mほど進むが、無視してさらに直進すること30m、道が南西に少し曲がり始めるので、斜めに30mほど入って行く。道に面して左側に民家が5件、右側に畑が広がっており、5件目の民家の前を東西に延びる道と交差するところを右折する。右折して、20mほど進むと、駅に到着する。駅の隣は東西に延びている。

描かれた地図を見た感想
 路線の案内が簡明に記述されていて、ポイントが明確に示されている。また、距離の指定も適切で、読み取りやすい。

地図描画をした感想
 描きやすかった。道の延びる方向や距離を記述してあったので、距離の指定が楽だった。

文章説明は300字以上

図2 演習1の回答例

最初の演習は二人で行う。最初に自宅から最寄り駅まで経路を文章で説明する。別の人からそれを読んで案内図と感想をかく。元の人からそれを見て、評価を書く。これによって、自然言語と地図は対応するが完全ではないこと、空間的な位置把握や経路案内をするためには、距離、方向、時間、ランドマーク、スケールといった空間思考の要素が必要であることを学ぶ。

二番目の演習では「受験を考えている高校生にキャンパスの紹介をする」という条件のもと、自由に地物を選択し、クラス図を作成してもらった。UMLクラス図の基本的な要素であるクラス、属性、継承、関連といった概念の理解を目的としている。

三番目の演習は、地理データの多目的表現を可能とする描画スキーマを理解することを目的とする。

最後の演習は成績評価用のレポートを兼ねている。論議領域を自ら設定し、それに合わせた応用スキーマを作成し、地図の作成を考えた描画辞書を作成した上で、両者に準拠する空想地図を作成するものである。これによって、地理情報標準で使われているモデリングの技術を自ら確認することができる。

6. 今後の課題

2009 年度より浅見泰司を代表者とする新たな研

究「地理情報科学標準カリキュラムに基づく地理空間的思考の教育方法・教材開発研究」が開始された。筆者も参加しており、今後この研究の中で BoK の統合化、教育カリキュラムの改善、及び教育用ソフトの開発に取り組む予定である。

参考文献

- [1] UCGIS, Geographic Information Science and Technology, Body of Knowledge, UCGIS, 2006
- [2] Painho, M., Curvelo, P. “BoK e-Tool Prototype An ontological-based approach to the exploration of Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge”, EUGISES 2008-Full proceedings, <http://www.eugises.eu/proceedings2008/painho.pdf>, 2008
- [3] 岡部篤行, 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, 基盤研究A, 17200052, 2008-03
- [4] Ota, M., Arikawa, M., Makino, H., Kubota, K., Okabe, A., The Research Initiative on a Curriculum for Geographic Information Technology in Japan, ASGIS 2009, pp.5-12, Niigata, 2008-05.22-23
- [5] 岡部篤行, 地理情報科学の教育と地理学, E-journal GEO, Vol.1, No.1 2006, pp.67-74
- [6] ISO (2005) ISO 19109 Geographic Information - Rules for Application Schema