

GIS 教育のための E-Learning システムの開発と実践

渡辺 俊

Development of the E-Learning System and Practical Improvement of GIS Education

Shun Watanabe

Abstract: In this paper, web-based GIS education which has been practiced in our graduate school is reconsidered, and development of a new e-learning system is introduced to solve problems which were inherent in the instructional approach. The new system is designed to separate instructions of individual operations in GIS and instructions about coursework assignments, and implemented by PHP as a web-application with an online posting system. The educational effect of a class using the new system is verified from the view of submitted assignments, student evaluations, and log analysis. As the result, the system is confirmed to help students become more familiar with GIS.

keyword: GIS 教育 (GIS education), E ラーニング (e-learning), ログ解析 (log analysis)

1. はじめに

近年、空間情報科学に関する学際的な協力や空間データの整備・普及に伴い、効果的な GIS 教育を推進するための様々な模索がなされている。一方、教育学の分野においては、ファカルティ・ディベロップメントの一手段として e-learning が注目されており、各大学には OCW に見られるような教育コンテンツの蓄積が求められている。

これらに関する先行研究の事例として、河端ほか (2006) は GIS コアカリキュラムの設計に向けて、北米大学 14 校の GIS 教育の内容を調査し比較検討を行っている。また、高橋ほか (2007) はオンラインの GIS 教材を開発するとともに、東京大学における同教材を利用した複数の実習を対

象に、アクセスログ解析から学習効果の分析を試みている。

筑波大学大学院 社会工学研究科 (現：システム情報工学研究科 社会システム工学専攻) でも、1996 年度より Web のホームページを利用した GIS 教育を模索してきた (渡辺, 1997)。さらに、2005 年度より ArcGIS のキャンパスサイトライセンスを取得したことで、学内の誰もが自由に GIS を利用できる環境が整備された。これと並行して GIS 教育の相互連携に向けた議論も行われるようになり、さらなる普及に向けた新たな段階を迎えている。

2. 研究目的

そこで本研究では、これまで筆者が実践してきた GIS 教育の取り組みを全面的に見直すとともに、その中から浮かび上がってきた問題を解決する新たな e-learning システムを開発する。また、同システムを利用した授業の教育効果について、

〒 305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学大学院システム情報工学研究科

Tel. 029-853-6452

E-mail: shun@sk.tsukuba.ac.jp

提出課題・授業評価アンケート・アクセスログ解析から検証する。

3. インストラクションの問題点

1996 年当時、GIS (ARC/INFO) に関しては概説書や専門の理論書が数冊あるものの、具体的な操作方法についてはシステムに付属の英文マニュアルがあるだけで、日本語による資料は皆無に等しかった。そのような状況の中で、大学院における「地理情報システム演習」の授業を開始するにあたり、如何にして履修者に複雑な操作を伝えるかを思案した結果、当時まだ普及し始めたばかりの Web のホームページを利用したインストラクションを準備することを考えた。

ホームページの整備は、当初から、学生が独学でも GIS 技術を習得できるような e-learning システムの構築を目指してきた。具体的には、GIS の基本的な操作方法から応用的な空間分析の方法まで 9 つの課題を準備し、各課題について作業の流れを順を追って示すとともに、印刷して参照されることも考慮して、それぞれを連続したページ（他のページにジャンプしない）の中で完結させた。特に、授業を開始した当初は脱落者がかなり多かったため、操作に迷わないように作業手順を丁寧に示すことを心がけた。その結果、完成したシステムは、各段階での作業内容を理解しなくても、記述に従って入力を進めれば、全くの初心者でも課題を完成させることができるようなデザインになっていた。

授業では、期末試験に変えて、学習した GIS の様々な利用方法を参考に、独自に入手・作成したデータの一つ以上利用して、自分の研究テーマに沿ったオリジナルな地図を作成することを、最終課題として求めてきた。提出される作品は、履修者の理解度・習熟度に応じて、大きく 4 段階に分類することができる。Level 1 は、対象地を変更しただけで課題の内容を基本的にはトレースしただけの作品である。Level 2 は、独自のデータは利用しているものの、データ整理に留まってい

る作品である。Level 3 は、空間分析まで試みているが、その手法の理解が不十分・不適切な作品である。そして Level 4 は、授業内容を十分に習得したことが確認できる作品である。

2007 年度に提出された最終課題の作品について、学生の研究分野別に集計した結果を表 1 に示す。全体として、工学系の学生に比べて計画系の学生が GIS 習得に苦戦している傾向が伺える。これは、日頃から数理的レベルで空間分析に親しんでいるかどうかにも影響していると思われる。一方、Level 1 については、履修者がサボろうとした結果ではなく、課題における一連の作業を分節化し、それぞれの段階の操作が何を意味しているのかを理解できていないことが、原因として推察された。即ち、作業手順を一気通貫に示したことで、かえって全体としての構造が不鮮明になり、応用的な理解の妨げとなっている可能性がある。これらの問題を解決するためには、作業手順を構造化しそれぞれの操作の関係性を判りやすく示す必要があると思われる。

表 1 最終課題の結果 (2007 年)

	計画系	工学系	経済系	他専攻	計
履修放棄	2	0	0	0	2
Level 1	4	0	0	0	4
Level 2	3	5	1	1	10
Level 3	2	3	0	1	6
Level 4	0	4	0	1	5
計	11	12	1	3	27

4. 新システムの開発

以上の分析を踏まえ、2008 年度の授業に向けて、GIS 教育のための新たな e-learning システムの開発に着手した。

システムの設計に当たり、それぞれの課題の流れを構造化するために、一連の作業手順を分節化し、その構成を表 2 のように整理した。GIS での作業は、基本的に個別操作のシーケンシャルな組み合わせであり、同一の操作が何度も繰り返し登

表 2 個別の操作ガイドと課題構成

	作業環境				地理情報の取得					空間データの操作					属性テーブルの操作					地理情報の分析					表示の調整																			
	ワークスペースの設定	データフレームの座標系	データの追加	スクリプトの入手	マクロの作成	数値地図25000の変換	国土数値情報(旧)の変換	国土数値情報(JPGIS)の変換	Zmap TOWNS II の変換	ジオタギング	アドレスマッチング	新規シェープファイルの作成	座標系の設定	空間データの読み込み／編集	データセットの統合	フィールドの抽出	XYデータの追加	データのエクスポート	地図(画像)の位置合わせ	ラスター／ベクター変換	ネットワークデータセットの作成	新規フィールドの追加	フィールドの選択	レコードの選別	テーブルの読み込み／編集	属性検索	空間検索	属性テーブルのエクスポート	属性テーブルの結合	属性値によるデータの集約	オーバーレイ分析	バッファの生成	相関係数(VBA)	クロス集計(VBA)	重力モデル(VBA)	サービステリアの計測	シンボルの変更	ハイパーリンク	積上げ棒グラフの作成	散布図の作成	格子線の設定	地図のレイアウト		
第1課題	1	3	2 6																			4						7	5							8				10	9			
第2課題			2 4			1						3	11	5 7 10					8	9											6						11				13	12		
第3課題	2	5						1					3		4							7								8	6							9				11	10	
第4課題	2		3			1				7	8	4					5 9	10																				6 11					13	12
第5課題	2		3						1								8	5				6				4			7	9							10					12	11	
第6課題	1	3	2 9		16			0 7					8					6 11				13		4		5 10					12				15							14		17
第7課題	3	8	4		11			1					2			6						9		5	12						7				10			14		13			16	15
第8課題	1		2 6		10	0												5 7				8				4				11	3					9		12					14	13
第9課題	1		2 12			0											8	5			11	10				4			7	9	3					13							15	14

注：数字は各課題における作業の順番を示す。

場していることが確認できる。新たに開発するシステムでは、これらの個別操作を大きく6つのカテゴリーに分類整理し、メニュー形式によりアトランダムに参照できるようする一方で、各課題はそれらを手順に従って参照していく方式を考えた。この方法であれば、個別の操作ガイドに示される解説は特定の課題内容に依存しない中立的な記述となるため、これまでのように盲目的に作業を継続することはできず、必然的に操作内容の理解が促される。また、メニュー方式であれば、任意の操作ガイドを加えることができるので、課題には含まれない内容でもシステムに組み入れることが可能となる。

システムの実装に当たり、本学では e-learning の普及に向けて WebCT が導入されているが、デザインの自由度や外部への移植の容易性を考慮し、システム全体を独自に開発することにした。具体的には、Dreamweaver を駆使しながら、PHP 言語によるパブリックドメインのプログラムなど

に手を加え統合した Web アプリケーションとして実現した。また、これまでのプリントアウトによる課題提出の方法を改め、電子投稿によりサーバー上の画像データベースにアップロードする形式とし、互いに提出された課題を即座に参照できるようにシステムを組み込んだ。さらに、履修者相互の情報共有が円滑に進められるように、質疑の場として電子掲示板を準備した。

完成したシステムの画面イメージを図1～3に示す。画面上部には授業科目が整理されており、画面左側に個別操作ガイドがアコーディオン形式で纏められている。それぞれのページは相互に極めて入り組んだ参照関係になっているが、複雑感を感じないように、統一的なデザインを採用することで分かりやすい構成を心がけた。ただし、個別操作ガイドに示され画面のスナップショットは、多少小さめのサイズとなっている。これは、イメージのみを伝え詳細な操作は自身で考えるように、あえて文字が判読できない程度まで解像度



図1 個別的操作ガイド



図2 課題のインストラクション

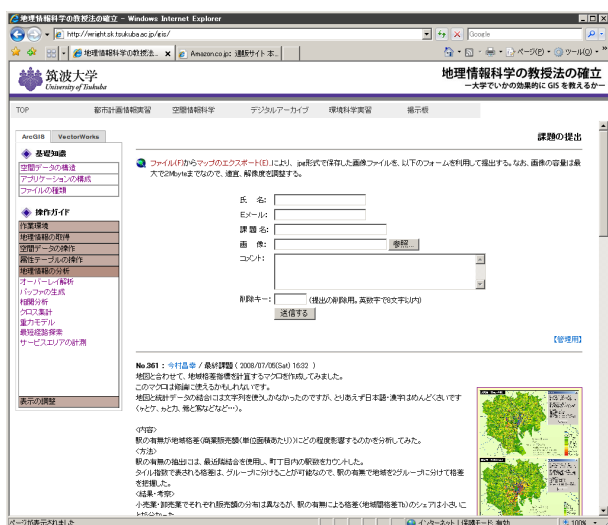


図3 課題の電子投稿

を下げたためである。なお、新しいシステムでは、データ利用の問題などで課題の内容に若干の変更はあるものの、カリキュラム上の授業内容はこれまでのシステムと基本的に変わりはない。

5. 授業での実践と評価

新たに構築した e-learning システムを利用して、2008 年度の授業を試行した。授業は時間割上では 1 学期の月曜日 1 ～ 2 時限に割り当てられているが、基本的には課題説明を行うのみとして出欠を自由とし、学生の主体的な学習に任せることにした。その結果、当該時間帯における出席率は極めて低いものとなった。しかし、新システムによる効果として、これまでは学期終了間際に課題を纏めて提出する学生が散見されたが、課題の提出期限が概ね守られるようになった。これは電子投稿とすることで提出が容易になったことに加え、他の学生の提出状況や作品が即座に参照できることで、学習のインセンティブが高まったためと考えられる。e-learning による不備を補完するために準備した電子掲示板は、ほとんど活用されなかった。不明な点については、先行して課題を提出した学生のコメント欄を参照していたようである。また TA の学生からは、全面的に e-learning に移行したことで、履修者の顔が覚えられずアシストしづらい事も指摘された。

学期末に履修者全員（33 名）に行った授業評価アンケートについて、学生の研究分野別に集計した結果を図 4 に示す。新たな取り組みは概ね好意的に評価されているが、都市計画専攻内の学生と他専攻からの履修者に違いが確認できる。e-learning による授業スタイルについては特に専攻内の学生に歓迎されており、その理由として自分のペースで空いた時間に学習を進められる点を挙げる学生が多かった。また、新たに開発した e-learning システムについては全体的に高い評価を得た。課題説明への出席率については、他専攻からの履修者が高いのに比べて、経済系・工学系と低くなり、計画系の学生は極めて低いもので

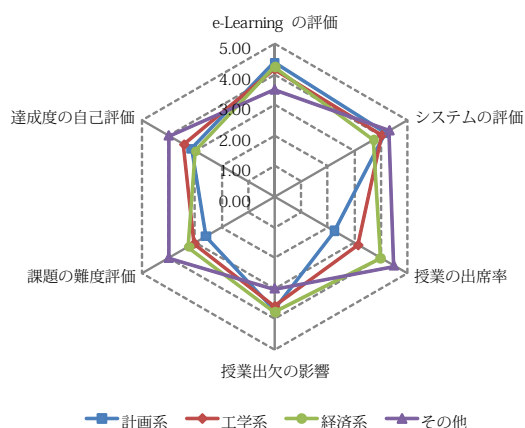


図4 授業評価の結果

あった。これについて、専攻内の学生は課題説明に欠席したことが学習を進める上で支障にならなかったと答えている。しかし、彼らは出席率と同じ順に課題を難しく感じており、出席率の高い他専攻からの履修者は課題を概ね自力でこなしているのに比べ、他人の世話になったと答える学生も多かった。やはり、e-learning は授業と相補的に実施するのが効果的であろう。

一方で、最終課題には大きな進展が見られた。2008 年度に提出された作品について、学生の研究分野別に集計した結果を表3に示す。表1に見られた Level 1 の作品が姿を消したことに加えて、授業内容を遥かに超えた高いレベルの作品 (Level 5) を提出する学生も現れた。年度により学生の資質に違いがあるので単純に比較はできないが、新しいシステムによる教育効果として、ある程度の評価は可能であろう。

表3 最終課題の結果 (2008 年)

	計画系	工学系	経済系	他専攻	計
履修放棄	1	0	0	0	1
Level 1	0	0	0	0	0
Level 2	6	2	1	1	10
Level 3	6	3	2	1	12
Level 4	1	5	1	2	9
Level 5	0	1	1	0	2
計	14	11	5	4	34

6. ログ解析による学習状況

e-learning による学習状況を確認するために、Web サーバーに記録されたアクセスログの解析を試みた。集計に際しては、GIS のサイトライセンスが学内ドメインに限定されているため、学内からのアクセスログに限定し、同一の IP アドレスからの継続的な履歴の最初と最後の時刻印から閲覧時間を算出した。ただし、大学の時間割を考え 1 時間 30 分以上の間隔が空いている場合、閲覧が中断したと判定した。なお IP アドレスの割り振りには DHCP が利用されているために、個人は特定されない。

一回当たりの閲覧時間に関するヒストグラムを図5に示す。全閲覧時間を履修者数で平均すると一人当たり 35 時間 34 分となり、長時間 e-learning に取り組んでいたことが確認された。これは正規の授業時間を遥かに凌ぐ長さである。また基本的には確率的事象として指数分布に従うものの、3 分以下の短いアクセスが多いことも明らかになった。ログを詳細に分析すると、課題の提出だけを行うための履歴と思われるものも見られたが、閲覧時に同一のページ間を行き来して参照している場合、パソコン側に残ったキャッシュが利用されるために、サーバー側のアクセスログには反映されていないことも明らかになった。従って、実際の総閲覧時間はさらに長かったと推察される。

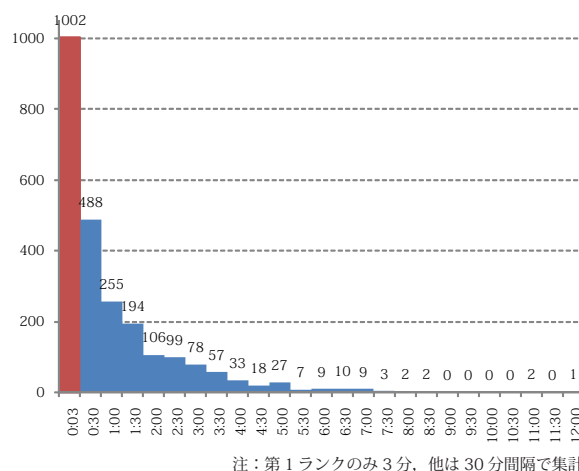


図5 一回当たりの閲覧時間

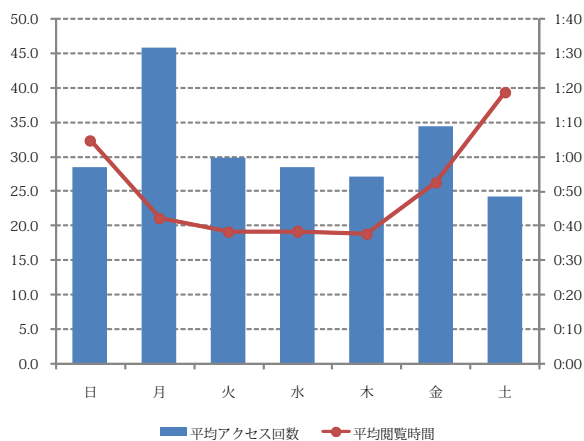


図6 曜日別アクセス傾向

また曜日別に集計すると、授業のある月曜日にアクセス数が多いものの、それ以外の曜日に満遍なく分散している一方で、一回当たりの平均閲覧時間について見ると、週末ほど長く e-learning に取り組んでいたことが判る（図6）。これは、授業評価アンケートにおいて聞かれたように、自分のペースで空いた時間に集中して学習を進めていたことを裏付けていると言えるであろう。

7. おわりに

以上より、新しい e-learning システムによる教育効果を一応確認することができた。本研究で試みた GIS の教授法は、インターネット世代の学生から主体的な学習を引き出すという意味でも、極めて有効であるように思われる。授業評価アンケートからは、今後もシステムを参照したいとの声も寄せられた。本年度の履修者が各人の研究活動において、いかに GIS を有効に活用していくかに注目していきたい。

システムはまだ試行段階であり、一般にはアドレスを公開していないにも関わらず、口コミで伝えられているためか、既に学外から参照されたアクセスログが数多く記録されている。これらは GIS 教育・学習への関心の高さの表れでもあり、研究プロジェクトの最終段階では開発した e-learning システムを報告書に添付して配布することも検討している。

なお、本研究は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究（A）「地理情報科学の教授法の確立—大学でいかに効果的に GIS を教えるか—」（研究代表者：筑波大学村山祐司教授）の支援を得て行われた。

参考文献

- 1) 河端瑞貴・岩田央・江崎亮介・倉田陽平・奈良温・濱田由紀・山崎裕太郎（2006）北米大学 14 校の地理情報科学教育システム調査，「GIS—理論と応用」，Vol. 14, No. 2, pp. 107-113.
- 2) 高橋昭子・岡部篤行（2007）GIS ソフトウェア実習のオンライン学習教材の開発と授業実践，「GIS—理論と応用」，Vol. 16, No. 1, pp. 49-58.
- 3) 村山祐司 編（2007）「地理情報科学の教授法の確立，—大学でいかに効果的に GIS を教えるか—」，平成 17～20 年度科学研究費補助金 基盤研究（A）課題番号 17202023 研究成果中間報告書。
- 4) 渡辺俊・小松喜一郎（1997）モデル分析手法のための空間データベース，「日本建築学会 第 20 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集」，pp. 211-216.
- 5) Shun Watanabe (1996) Computer Literacy in Design Education, The Introduction of Technology, CAAD Teaching and Research Directions in Asia, Proceedings of the CAADRIA'96 Conference, pp.1-10.
- 6) Shun Watanabe (2006) Toward the Interdepartmental Spatial Analysis and Design Education, CAADRIA'06, Proceedings of the 11th Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, pp.541-543.