

都市リスク分野における大学院 GIS 教育の実践 ～筑波大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻での取り組み～

鈴木勉・糸井川栄一・村尾修・谷口綾子・梅本通孝・渡辺泰弘・李召熙・鎌田智之・黒住展亮・仲里英晃

Development of practical teaching method for GIS education in urban risk field at the Department of Risk Engineering, University of Tsukuba

Tsutomu SUZUKI, Eiichi ITOIGAWA, Osamu MURAO, Ayako TANIGUCHI, Michitaka UMEMOTO,
Yasuhiro WATANABE, Sohee LEE, Tomoyuki KAMATA, Nobutaka KUROZUMI, and Hideaki NAKAZATO

Abstract: We have developed practical teaching method for GIS education in urban risk field at the Department of Risk Engineering, University of Tsukuba. The program was developed targeting division of congested urban areas for prevention of spread of fire, by wide streets or fireproof buildings. The course is composed by lecture, exercise, and group work, and is designed as the students can learn how to use GIS for analyzing spatial features to deal with seismic disaster in urban area. The educational effect is highly evaluated by students who completed the course. Thus the method will contribute to discuss effective teaching methodology of GIS, especially in graduate course.

Keywords: GIS 教育(GIS education), 都市リスク(urban risk), 防災(disaster prevention)

1. はじめに

都市計画分野の実務や研究・教育の中で、地理情報システム(GIS)の支援・活用の場面は急速に普及・拡大してきている。筑波大学では、学部レベルでは地球学類および社会工学類を中心として基本的な講義・演習・実習が行われているが、GIS の効果的な教授法の開発について分野横断的な取り組みがなされてきた。

大学院レベルでは生命環境科学研究科（主に地球環

境科学専攻）とシステム情報工学研究科（主に社会システム工学専攻およびリスク工学専攻）においてより詳細かつ応用指向の GIS 教育が行われており、このレベルでも効果的な教授法開発のニーズは学部レベルと同様に高い。

本稿では、大学院教育における地理情報教育コンテンツの開発と実践という目的のもと、筑波大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻における GIS 教育の実践例を具体的に示す。そして、大学院における GIS 教授法についての展望を述べる。

2. システム情報工学研究科における GIS 教育

システム情報工学研究科は、社会システム・マネジメント専攻(博士後期課程)、社会システム工学専攻(博士前期課程)、経営・政策科学専攻(博士前期課程)、リスク工学専攻、コンピュータサイエンス専攻、知能機能システム専攻、構造エネルギー工学専攻の 7 専攻で構成される。その中で、GIS 教育に関する講義は、社

鈴木：〒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

Graduate School of Systems and

Information Engineering,

University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573

Japan

Tel.029-853-5186

E-mail: tsutomu@risk.tsukuba.ac.jp

会システム工学専攻と経営・政策科学専攻、リスク工学専攻で行われている。主な講義を表 1 に示す。講義中心の科目として、「空間情報科学」と「都市機能リスク論」があり、基本的な GIS の操作、活用方法などを含む講義を行っている。演習中心の科目も充実しており、「都市空間のフィールドワーク演習」、「地理情報演習」、「都市リスク分析演習」では、学生が GIS を用いて課題に取り組む演習となっている。本稿では、リスク工学専攻の「都市リスク分析演習」における GIS 教育実践例について報告する。

表 1：システム情報工学研究科の GIS 関連科目一覧

講義名	授業体系	専攻	教員
空間情報科学	講義中心	社シエ	1人
都市機能リスク論	講義中心	リスク	1人
都市空間のフィールドワーク演習	演習中心	社シエ	3人
地理情報演習	演習中心	社シエ	3人
都市リスク分析演習	演習中心	リスク	5人

注) 社シエ：社会システム工学専攻
リスク：リスク工学専攻

3. 都市リスク分析演習での GIS 教育実践

3.1 科目概要

「都市リスク分析演習」では、東京都を対象として地震時の被害可能性に関する講義部分と、課題を実践することにより、都市リスクの把握・分析・評価・管理の手法とその中での GIS の活用方法を修得する演習部分、そしてグループワークとグループおよび個人のプレゼンテーションで構成される課題部分からなる(図 1)。2006 年度および 2007 年度は、市街地の火災危険性を対象として取り上げ、防災対策として都市防災区画計画を実際に策定することを演習の課題としている。

担当教員は本稿の筆者のうちの 5 名であり、履修生は毎年 10 名前後である。博士後期課程の大学院生 1 名が TA を担当する。単位数は 1 単位(75 分 1 コマ×10 週)である(2008 年度からは 2 単位)。表 2 は本科目のスケジュールである。講義部分では東京都の地域危険度と GIS に関する講義を行う。演習部分では、GIS

を用いて東京都の地域危険度を表す指標の計算と表示、分析方法について学生が演習課題を通して学ぶ。そして、課題部分では、学生 2~4 名で班を構成し、3 つの課題をグループワークとして取り組む。以下、3 つのパートについて詳細にみていく。

表 2：スケジュール

週	内容
第1週	ガイダンス GISの動作確認, グループ決め
第2週	講義 木造密集市街地の延焼危険性, GIS概論 演習 空間指標の計算, コロプレスマップ
第3・4週	講義 出火危険度, 延焼危険度の算出方法 演習 検索, 切り出し, 統合, GVFの計算
第5週	中間発表 課題A
第6週	講義 都市防火区画の適正規模
第7週	講義 都市防火区画の整備順序
第8週	作業 グループワーク
第9週	作業 グループワーク
第10週	最終発表 課題B, C

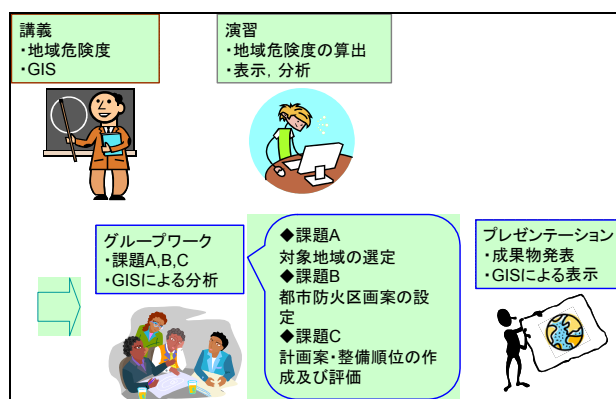


図 1：科目の構成

3.2 講義

講義は、東京都の地域危険度に関する講義と GIS に関する講義に分けられる。まず、東京都の地域危険度に関する講義をみていく。

●地域危険度に関する講義

全 6 回に分けられる講義は、以下のような内容で行われている。

- 木造密集市街地の延焼危険性を中心とした対策(教員 A)
- 町丁目別集計データを用いた出火危険度の算定(教員 A)
- 町丁目別集計データを用いた延焼危険度の算定

(教員 B)

- iv. 都市防火区画の適正規模(教員 C)
- v. 都市防火区画案の評価と整備優先順位(教員 B)
- vi. 都市防火区画の整備優先順位に関する数理解説(教員 D)

木造密集市街地とは、当該区域内に老朽化した木造の建築物が密集しており、かつ、十分な公共施設がないことその他当該区域内の土地利用の状況から、その特定防災機能が確保されていない市街地である(「密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律」第2条1項)。木造密集市街地の問題点としては、基盤が未整備で4m未満の狭小な細街路が多いことや建物更新の遅れと老朽家屋の集積が挙げられる。さらに、空地がなく、まちづくり用地も少ないことや不燃空間が少なく、過密市街地であることも防災上の問題点として挙げられる。

このような問題がある木造密集市街地では、地震時の火災・延焼の危険性や建物倒壊の危険性が憂慮されている。これらの危険度への対策として、都市防火区画の設定が行われる。都市防火区画とは、大地震時の同時多発火災による被害を局限化するための建設的な都市防火対策手法である。木造建築物が密集し市街地大火の危険性の高い地域を、延焼遮断帯のネットワークによって予め多数の都市防火区画に分割することにより、都市の資産と機能の保全とともに人命の保全をも総合的に図り得ること、都市構造に即し公的社会資本を活用し、具体化を図り得ること、投資効率の高い計画が可能になる。

都市防火区画の計画策定手順は、以下の通りである。

- i. 都市の現況評価
- ii. 都市防火目標と区画の設定
- iii. 都市防火区画計画の評価
- iv. 都市防火区画の整備計画の策定
- v. 延焼遮断帯の設計

この手順を参考に、課題では学生が各自、都市防火区画の設定案を考えることになる。各講義では適宜GISを用いた地域危険度の表示も行っており、GISと連動した内容になっている。

●GISに関する講義

GISに関する講義については、GISに関する用語や

システムなどの基本的な定義から、GISで扱うことができるデータ、空間解析手法までを教授する(図2)。また、市街地環境を表す空間指標の種類と、防災性能を評価するための建蔽率、木防棟数密度(純木造および防火木造建物の棟数密度)、不燃領域率、CVF(covering volume fraction)などの計算方法についても説明する。GISについては実践を重視しているため、講義部分のウェイトは小さくしており、基本操作と計算方法に主要な時間を割くことにしている。

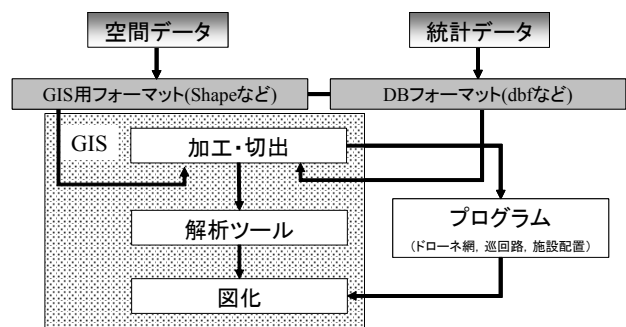


図2: GISに関する講義内容

3.3 演習

演習では、講義で学んだ東京都の地域危険度についてGISを用いて計算、表示する作業を行う。作業手順を示す詳細なマニュアルを作成し、それを示しながら学生も同時に作業を進めるという形式をとっている。学生は各自ノートパソコンを持参、または専攻でノートパソコンを貸与しているので、それを講義室に持ち込む。無線LANでネットワークを接続し、筑波大学で導入しているArcGISネットワークライセンスを用いて演習を行う。使用するアプリケーションは、ArcView9.2, ArcCatalog, ArcToolBoxの3つである。演習内容の流れは、以下に示す通りである。

1. データのダウンロード
2. 建物構造マップの作成
3. 建蔽率、木防棟数密度などの計算
4. 空間検索、切り出し、結合
5. CVFの計算

講義ホームページから学生が各自講義資料とArcGISの操作マニュアル、使用するデータをダウンロードできるようになっている(図3)。ダウンロードにはパスワードによるセキュリティ管理が施されている。



図 3：科目のホームページ



図 4：操作マニュアル（ii. 建物構造マップの作成）

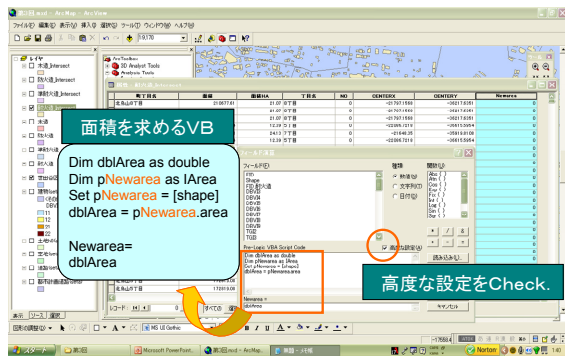


図 5：操作マニュアル（iii. 建蔽率の計算）

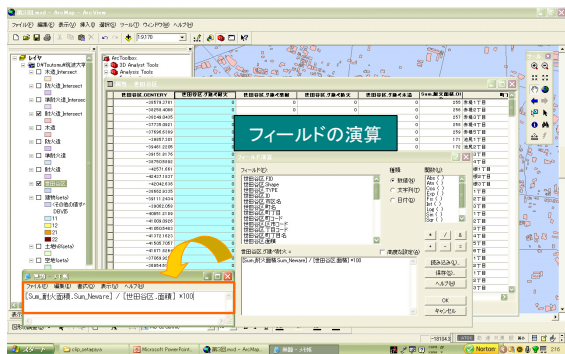


図 6：操作マニュアル（iii. 建蔽率の計算）

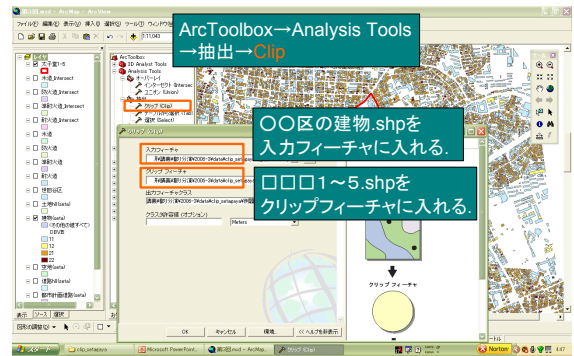


図 7：操作マニュアル（iv. 切り出し）

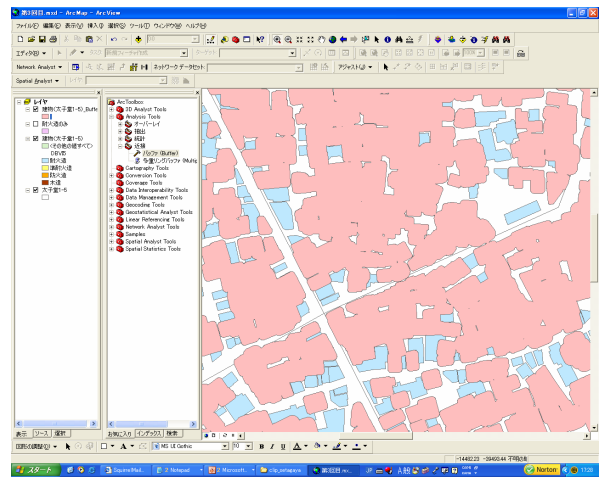


図 8：操作マニュアル（vi. CVF）

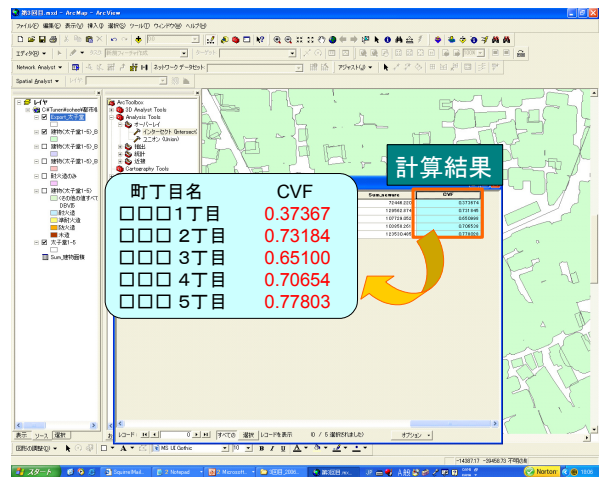


図 9：操作マニュアル(iv. CVF の計算)

3.4 グループワークによる課題

学生は3～4名のグループに分かれ、グループワークとして演習を進める。課題の目的は、「対象地域を選定し、都市防火区画を設定すること。また、その評価と整備順序についても考察すること」である。演習は3つの課題A、B、Cによって進めていくことになる。

課題A：都市防火区画設定領域の選定

Case Study 領域の不燃空間抽出

課題B：都市防火区画規模の決定

都市防火区画案の設定

課題C：最終計画案・整備順位の作成及び評価・検討

課題Aでは、都市防火区画設定領域の選定するために、演習で学んだ木防建蔽率、不燃領域率等のコプロレスマップを作成して、東京23区の中からグループで対象とする問題地域としての領域を決める。また、必要に応じて現地踏査やGoogle Earth^[9]等を用いて、木造密集市街地の様子などを適宜検討する。対象地域の選定方法は各班によって着眼点を考えさせて決めるため、異なるものとなる。ある班では、火災発生の危険性を出火件数期待値密度、人命の危険性を世帯密度、建物被害の危険性を木防棟数密度によって定義し、それらがいずれも高い地域を抽出し選定地域を決定するといった具合である。中間発表では、課題Aの結果を作業進捗状況として発表し、担当教員からのコメントを受け、対象地域を最終決定することになる。

課題B、Cでは、各班員一人一人が班で共通の地域を対象にそれぞれの都市防火区画の設定案を考え、それらを班内で比較検討する。防火区画の設定コンセプトとしては、整備コスト最小化、平均分割、出火率が高い地域を重点的に分割するといった方針が主なものであり、どういう観点に重きを置くかによって地域全体を段階的に小さなセルへと分けていく分割型か、問題地域を重点的に小分けにしていく増殖型かを決めていくことになる。

コストとして整備長、整備効果として焼失棟数期待値の削減率といった指標を設定し、それらの間のトレードオフ関係を考慮しながら、望ましい整備案を検討する(図10および図11)。また、静的な整備案だけでな

く、動的な整備順序についても検討する(図12)。整備すべき距離の短い遮断帯から整備する、出火率が高い地域から整備する、全ての工期を対象とした望ましい整備順序を決定するなどがその方針の代表例として挙げられる。

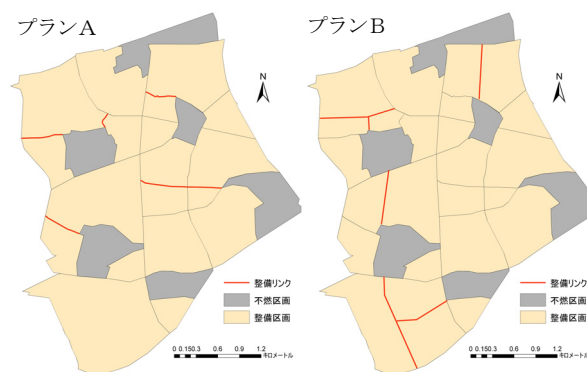


図10：都市防火区画設定の例

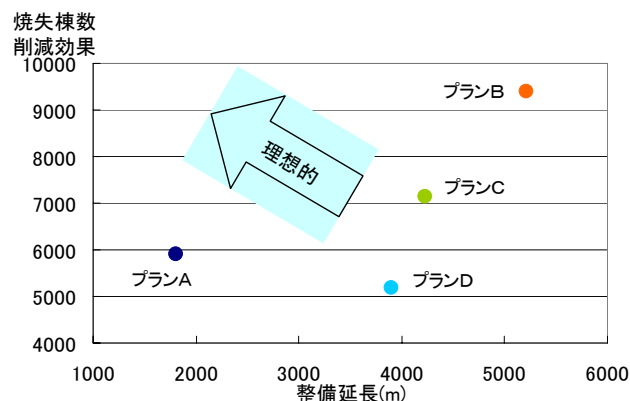


図11：都市防火区画整備案の比較

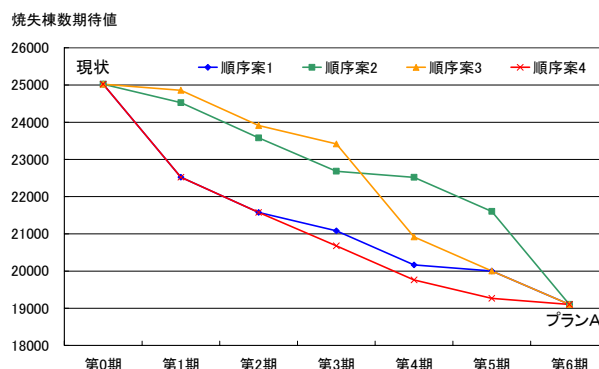


図12：整備順序の比較

各班が決定した都市防火区画の最終計画案は、最終発表会におけるプレゼンテーションで公開し、お互い

に討論を行う。担当教員や TA、履修学生からの質問、意見等を交換し、各案の総合的な評価を行う(図 13)。プレゼンテーションの後は、学生は各自の案の再検討、個人的な見解をレポートにまとめて提出する。



図 13：最終発表会でのプレゼンテーション

4. まとめ

本稿では、大学院における GIS 教育の一例として、筑波大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻の「都市リスク分析演習」における実践例を報告した。本科目による達成項目としては、(1)演習を通して学生に GIS の基本操作と GIS を活用した課題解決を学ばせること、(2)グループワークによる GIS の活用とコミュニケーションの能力の向上が挙げられる。履修者への授業評価の結果や専攻として実施している授業モニタリングの報告を見ても、本科目に対する評価は良好であり、GIS 技術の獲得に関する満足度も高く、一定の成果を挙げていると言える。

今後の展望としては、バックグラウンドの異なる都市リスク分野以外の学生など、履修歴の異なる学生への効果的な教授法、データ管理技術の展開などが挙げられる。現在、本講義を受講する学生は、都市計画に関連した分野の学生がほとんどであるが、それ以外の学生も数は少ないが履修している。学際的な教育を目指すリスク工学専攻として、他分野の学生にも有効な魅力ある講義づくりをしていくことが今後の課題である。またデータ管理技術については、本科目では学生から自ら講義資料、使用するデータをダウンロードするシステムを確立しているが、ダウンロードファイルの系統化により、全てのデータを一括してダウンロー

ドするのではなく、学生が必要なデータを選択的に獲得するシステムを体系化することも考えられる。実際の研究においては、自らデータをダウンロードまたは購入するという手続きを踏むものであり、研究への応用力をつけるためには重要である。また、学生の提出ファイルのアップロードページの作成、ウェブアンケートの実施など Web 上でのデータ管理の充実も考えられる。

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—大学でいかに効率的に GIS を教えるか—」(研究代表者：筑波大学村山祐司教授) による成果である。

参考文献

- [1] てくてく GIS. <http://home.csis.u-tokyo.ac.jp/~akuri/>
- [2] 町田聡(2005):『GIS・地理情報システム—入門&マスター—』, 山海堂.
- [3] 高橋重雄・井上孝・三條和博・高橋朋一(2005):『事例で学ぶ GIS と地域分析—ArcGIS を用いて—』, 古今書院.
- [4] 佐土原聡・吉田聡・川崎昭如・古谷貴司(2005):『図解 ArcGIS—身近な事例で学ぼう—』, 古今書院.
- [5] 杉浦芳夫(2003):『地理空間分析』, 朝倉書店.
- [6] 岡部篤行・村山祐司(2003):『GIS で空間分析』, 古今書院.
- [7] 秋山実(2003):『地理情報の処理』, 山海堂.
- [8] 大場亨(2002):大学における問題発見・発表型の GIS 授業の実践. 地理情報システム学会講演論文集, Vol. 11, pp.243-246.
- [9] 石川愛(2004):大学における実践的 GIS 教育. 地理情報システム学会講演論文集, Vol. 11, pp. 211-214.
- [10] 渡辺俊(2007):GIS 教育のための E-learning システムの開発. 地理情報科学の教授法の確立-大学で以下に効果的に GIS を教えるか- 研究成果中間報告書, pp.80-85.
- [11] 奥貫圭一(2007):空間分析演習の可能性-SANET 3 の利用を例に-. 地理情報科学の教授法の確立-大学で以下に効果的に GIS を教えるか- 研究成果中間報告書, pp.80-85.
- [12] 鈴木勉・渡辺泰弘(2007):GPS 搭載 PDA を利用した都市空間計測演習プログラムの開発. 日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集, J170-011.