

ネットワークデータを用いた空間分析のためのウェブ教材の開発

奥貫圭一・塩出志乃・岡部篤行

Developing a website for teaching spatial analysis on a network

Kei-ichi OKUNUKI, Shino SHIODE and Atsuyuki OKABE

Abstract: This article shows a website which is developed for teaching network spatial analysis using GIS-based toolbox called SANET(Spatial Analysis on a NETwork). SANET is a toolbox for analyzing spatial phenomena that occur on a network (e.g., traffic accidents). Through the website users can carry out 9 exercises to operate SANET. Through the exercises they can learn how to carry out network spatial analysis such as the network Voronoi diagram, the network nearest-neighbor distance methods and the network *K*-function methods.

Keywords: ウェブ教材 (Web-based tutorial), 空間分析 (Spatial analysis), ネットワークデータ (Network data)

1. はじめに

本稿では、研究プロジェクト「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—」の中で行われたウェブ教材開発について報告する。地理情報科学の教育をめぐることは、地理情報科学標準カリキュラムとそれに基づくシラバスの作成研究が進められている（小口ほか，2008）。これは米国の動きに追随するものである。米国では、1990年代から標準カリキュラムの策定に取りかかり、現在はそれを踏まえた実践的な教育システムが大学等で提供されるに至っている

（河端ほか，2004；河端ほか，2006）。わが国でも、標準カリキュラムを作成するだけでなく、これを実際の教育に活かす仕組みをつくっていかねばならない。そうした事情を踏まえて、村山（2008）などが地理情報科学教育をどう実践していくかについて研究を進めている。その一連の教育実践研究のひとつとして、本稿で紹介するウェブ教材開発がある。

本稿で開発した教材は、道路網のようなネットワークの上での空間分析（以下、ネットワーク空間分析と呼ぶ）を教えるためのものである。空間分析を実践するためのソフトウェアには GeoDa（Anselin ほか，2006）や SDAM（村山・尾野，2003）があり、いずれも多く空間分析機能を持っている。とくに米国で開発された GeoDa は、米国の

奥貫：名古屋市千種区不老町 D2-1(510)，名古屋大学環境学研究科地理学教室，Tel:052(789)2233，nuki@lit.nagoya-u.ac.jp

GIS 教育で広く導入されているようで、GIS (とくに GIS をつかった空間分析) 教育において、今後、事実上の標準ソフトウェアになっていくかもしれない。一方の SDAM は、日本で開発された統合型空間分析ソフトウェアであり、日本の標準カリキュラムやシラバスに合致しやすいという長所を持っている。しかし、GeoDa にせよ SDAM にせよ、ネットワーク空間分析を実践する機能は持っていない。その機能に重点をおいて開発されたソフトウェアに SANET (Spatial Analysis on a NETwork) がある。SANET は、点分布パターン分析や勢力圏分析を道路網のようなネットワークの上で実践するためのソフトウェアであり、ArcGIS の拡張プログラムとして開発されたものである (奥貫ほか, 2006)。近年、犯罪や交通事故がどこで発生しているのかその分布傾向を捉えたいといったネットワーク空間分析へのニーズが増えており、その実践を地理情報科学教育の中に位置づける意義は小さくない。

以下、本稿では、SANET の持つ主な分析機能を簡単に紹介した上で、実際に提供をはじめているウェブ教材について紹介する。

2. SANET のネットワーク空間分析機能

SANET の主な分析機能は、大きく分けて 2 つある。ひとつは点分布パターン分析のための機能であり、i) Clark and Evans (1954) の方法をネットワーク上へ拡張したネットワーク最近隣分析機能、ii) Okabe and Miki (1984) の方法をネットワーク上へ拡張したネットワーク条件付き最近隣分析機能、iii) Ripley(1981)の方法をネットワーク上へ拡張したネットワーク K 関数分析機能、および、iv) ネットワーククロス K 関数分析、などがある。

もうひとつは勢力圏分析のための機能であり、i) ネットワークボロノイ分割機能、ii) 商圈分析で用いられるハフモデルをネットワーク上へ拡張したネットワークハフモデル分析機能、などがある。

SANET は、この他にも空間補間などいくつかの空間分析のための機能を持つ。さらに、こうした空間分析を実践するにあたって、あらかじめ空間データに施さなければならない処理のための機能も持っている。たとえば、ネットワークから飛び地になっている部分を取り除く機能や、点をネットワークのノードとして挿入する機能などがある。こうした処理は、空間分析の理論を理解する上で本質的なものとは言えない。しかし、実践にあつては、この操作が分析の成否を左右する。本稿で紹介するウェブ教材の作成にあたっては、実際の空間分析の手順を身につけることに主眼を置き、学習者がウェブを見ながら実習する形式とした。

3. ネットワーク空間分析のためのウェブ教材

ウェブ教材の開発にあたっては、ブログのサービスを利用した。そのアドレスは、<http://sanet.seesaa.net/> である (図 1)。ブログであるので、閲覧者がコメントを書き込むことも可能である。

SANET を利用するには、<http://ua.t.u-tokyo.ac.jp/okabelab/atsu/sanet/sanet-index3.html> にある指示に従って利用登録をする必要がある。非営利目的であれば利用登録できて、プログラムを入手できる。

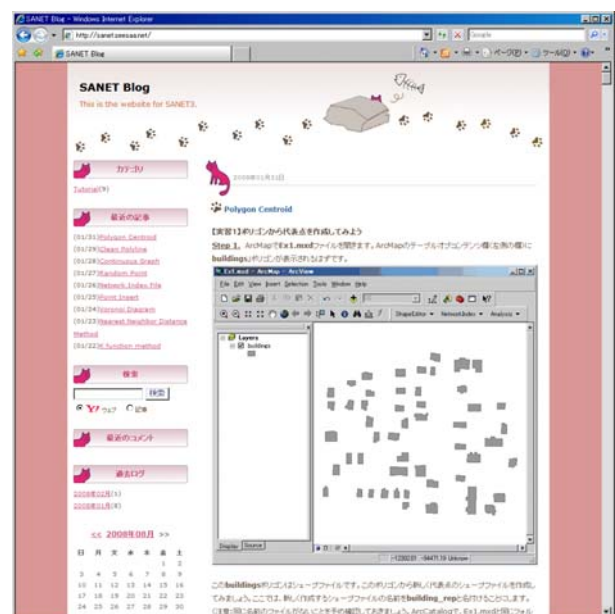


図 1 ウェブ教材の画面

SANET プログラムのインストールには、上記サイトからマニュアル(英語版)をダウンロードできるので、これに従って、あらかじめ ArcGIS がインストールされているマシンに SANET プログラムをインストールすれば良い。

ウェブ教材では、上記マニュアルが提供されていることを踏まえて、インストールまでの SANET 利用環境構築の手順説明を省いた。SANET 利用環境と分析データが揃っていることを前提に、実習用のデータを著者が自ら作成して、次の9項目にしぼり、SANET の実習を提示した。

- 1) ポリゴンから代表点を作成
- 2) Polyline の各辺をひとつの Part に分割
- 3) ネットワークから飛び地を除去
- 4) ネットワーク上にランダム点分布生成

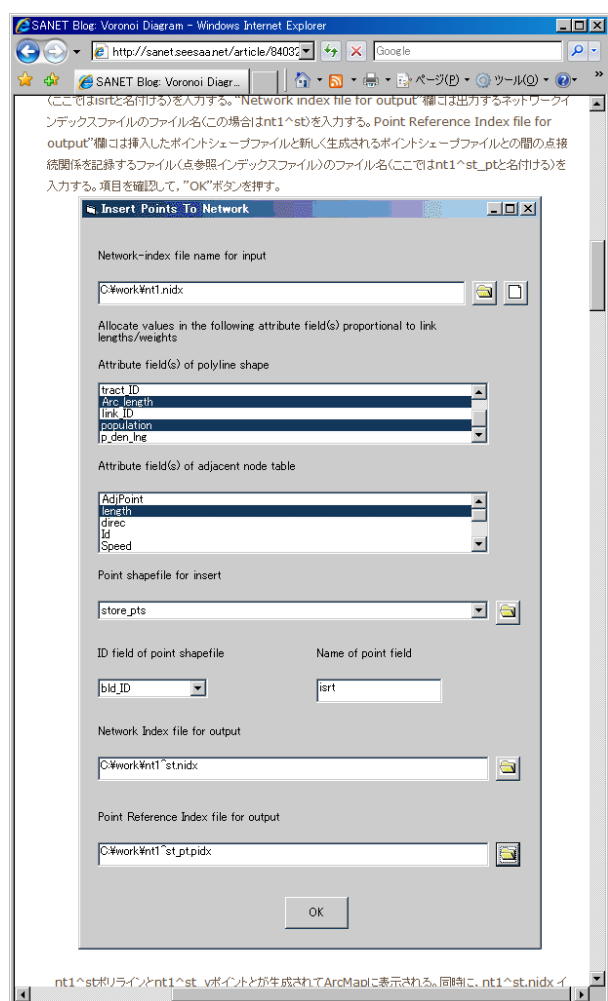


図2 ネットワークに点を挿入する操作画面

- 5) 隣接リスト生成
- 6) ネットワークに頂点ノードを挿入
- 7) ネットワークボロノイ作成
- 8) 最近隣距離法分析
- 9) K 関数法分析

上記のうち、1から6までが空間分析に先立つ前処理にあたる作業であり、7から9が主要な空間分析にあたる作業である。前処理にあたる作業のうち、とくに5の作業は、シェープファイルからのファイル変換にあたるものである。SANET では、ネットワーク空間分析の計算のために、隣接リストと呼ばれる形式のファイルを採用しており、シェープファイルから隣接リストに変換する機能が提供されている。

実際の分析では、おおむねこの番号の順で操作を進めれば良い。たとえば、ネットワークボロノイ図を描く場合には、1, 2, 3, 5, 6の順に作業を進めて、7の作業を行う。この一連の作業について、ウェブ教材では、ネットワークに沿って3つの点がある実習用データを提示し、その3点を母点とするネットワークボロノイ図を作成する様子を紹介している。そこで示されている主な手順を作業の順番にしたがって簡単に述べると、
手順1) 3つの点をネットワークへ挿入
手順2) ネットワークボロノイ算出
手順3) 算出データをつかって描画

となる。手順1を実際に SANET で行うには、図2に示す操作画面でいくつかの項目を入力しなければならない。ウェブ教材では、各項目にどのような変数やファイルを定めれば良いのか、具体的に示している。手順2の算出に際しても、図2と同様の入力項目設定が求められる。これについても、ウェブ教材では、具体的な入力事例を示している。最後に、ArcGIS をつかって、算出されたデータからネットワークボロノイ図を描画する手順を示している。図3は、ウェブ教材で、ボロノイ作成のすべての手順が完成したところを示した部分である。

4. おわりに

本稿では、道路網のようなネットワークの上での空間分析を実践するために開発されたウェブ教材を紹介した。ネットワーク空間分析を大学の授業時間内で扱うことは現実にはあまりないと予想している。多くの学生や研究者は独学で分析手順やソフトウェア操作を学んでいるであろう。そうした人々に対して、本稿で紹介したウェブ教材が役立つであろうと期待している。

このウェブ教材はまだ完成されたものでなく、今後も更新していく予定である。実習にあたってどのような事例をとりあげて実習用データを準備すれば良いかといった課題もある。国内外で誰でも入手できるネットワークデータがあれば良いが、現状では適当なものが見あたらないので、図3で示しているとおり、ごく簡単なネットワークのデータを著者らが自ら作成して、これを実習用データとしている。将来的には、こうした課題を克服できればと考えている。

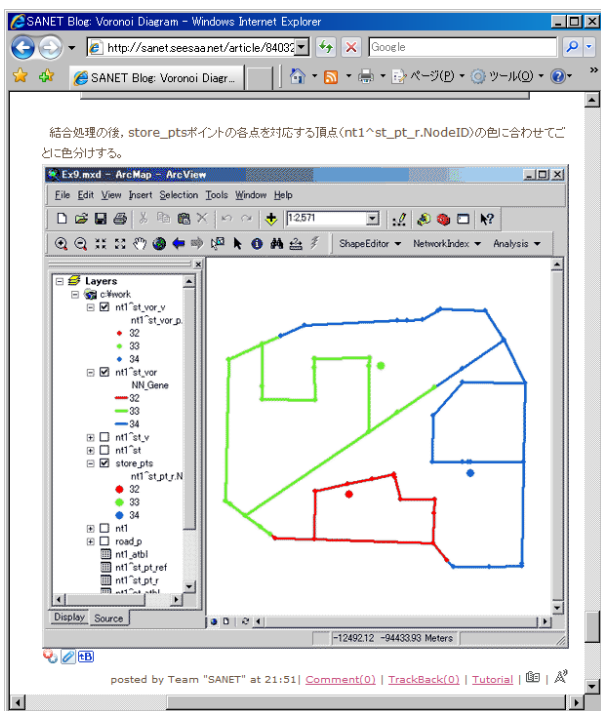


図3 描画されたネットワークボロノイ図

参考文献

- 小口 高・奥貫圭一・佐々木 緑・谷 謙二・村山祐司・森島 済・米澤千夏 (2008) 地理情報科学標準カリキュラムに基づくシラバス案の作成と比較, 「地理情報システム学会講演論文集」, 17, (掲載予定).
- 奥貫圭一・塩出志乃・岡部篤行 (2006) ネットワーク空間分析ソフトウェア SANET, 『GIS で空間分析』村山祐司・岡部篤行 (編), 142-182, 古今書院.
- 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」, 14(2), 107-113.
- 河端瑞貴・小口 高・岡部篤行 (2004) 米国の代表的 GIS カリキュラムと英語 GIS テキストの調査, 「GIS—理論と応用」, 12(1), 81-89.
- 村山祐司 (2008) 地理情報科学の教授法の確立, 「地理情報システム学会講演論文集」, 17, (掲載予定).
- 村山祐司・尾野久二 (2003) オープンソースを利用した統合型空間分析システムの開発, 「人文地理学研究」, 27, 71-105.
- Anselin, L., Syabri, I. and Kho, Y. (2006) GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis *Geographical Analysis*, Vol.38: No.1, pp.5-22.
- Clark, P. J. and Evans, F. C. (1954) Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, Vol.35, pp.445-453.
- Okabe, A. and Miki, F. (1984) A conditional nearest-neighbor spatial association measure for the analysis of conditional locational interdependence. *Environment and Planning A*, Vol.16, pp.163-171.
- Ripley, B.D. (1981) *Spatial Statistics*. New York: John Wiley & Sons.