

GIS と地理空間情報を用いた地域分析

～地理学からのアプローチ～

北海道大学大学院文学研究科

准教授 橋 本 雄 一

1. GIS とは

GIS (Geographical Information System : 地理情報システム) は、コンピュータ上で空間データと属性データを統合してデータベースを構築し、それを検索・分析・表示 (可視化) できるようにしたシステムです (図1)。この GIS は、ハードウェアおよびソフトウェアの進歩や、インターネットの普及により、社会の様々な分野で活用されるようになってきました。

この GIS で用いられている空間データと属

性データを統合した情報を地理空間情報と呼びます。これは、建物や道路などの地物に、空間上の特定の地点や区域などを示す位置情報が付加されたものを指します。この地理空間情報は、現実世界の地物を目的にあわせて選択し、抽象化してデータ化したものであり (図2)、いかなる地理空間情報を用いるかによって GIS による分析が違ってきます。

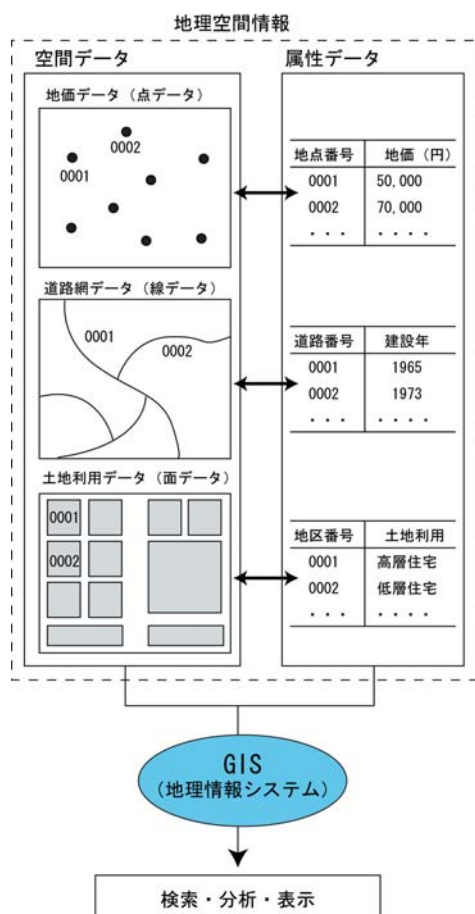


図1 GIS の概念

現実世界



空間データ ↓ 地物の選択・抽象化



図2 地理空間情報の概念

近年の日本では、この地理空間情報の整備を、国家政策として進めています。日本では「地理空間情報活用推進基本法」が2007年5月23日に成立し、それに基づいて「地理空間情報活用推進基本計画」が2008年4月15日に閣議決定されました。この基本計画は、情報化の進展と社会のニーズを踏まえ、「誰もがいつでもどこでも

必要な地理空間情報を使ったり、高度な分析に基づく的確な情報を入手し行動できる地理空間情報高度活用社会の実現を目指す」ということを目標にしています。さらに、この計画では、地理空間情報の高度活用により目指すべき方向として、(1)国土の利用、整備及び保全の推進等、(2)行政の効率化・高度化、(3)国民生活の安全・安心と利便性の向上、(4)新たな産業・サービスの創出と発展の4つが示されています。

このような社会的動きの中で、地理空間情報の蓄積は増大し、それを利用することで各研究分野が様々な成果を上げています。地理学の分野も、地理空間情報をGIS（地理情報システム）で検索・分析・表示することにより、空間的な視点をもって社会や人間の行動を分析し、様々な社会的課題の明確化や、解決方法の模索を行っています。

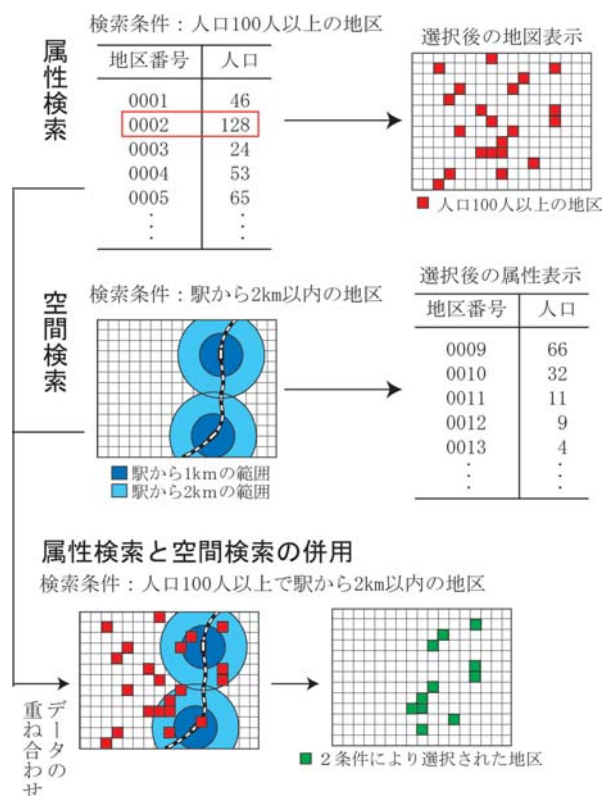


図3 GISによる空間・属性検索

2. GISによる分析

地理空間情報活用推進基本計画では、容易に地理空間情報を入手でき、それに対して高度な空間分析を行える社会環境を目指すことが記されています。この空間分析は、地理空間情報を効率的に利用するために必要な、GISの重要な機能です。GISによる空間分析では、空間検索、領域生成、オーバーレイなどが頻繁に使われています。

2. 1. 空間検索

検索とは、利用対象である地理空間情報の中から与えられた条件に合致する情報を抽出するGISの基本的な機能です。一般には、属性データに関する条件で行う属性検索、地物の位置情報に関する条件で行う空間検索、および両種類を組み合わせた検索があります（図3）。

2. 2. 領域生成

領域生成には、バッファリング、ドロネ三角網、ボロノイ分割などが含まれます。バッ

ファリング（バッファ作成）は、オブジェクトが周辺に及ぼす影響を分析するために、任意の点、線、面から等距離にある新たな領域を生成する手法です。図3において「駅から2kmの範囲」という新領域を生成していますが、これが点のバッファリングです。通常は、この新領域を基に、空間検索を行います。

ドロネ三角網は、隣接する地点を結ぶことで、領域全体を複数の三角形に分割する手法です。このドロネ三角網は、TIN（Triangled Irregular Network：不規則三角形網）の生成に利用されます。TINは、数値地形モデルの作成にあたり、地表を連続した三角形の格子で覆い、頂点に標高情報を与えた空間データであり、これを用いることで、点データの集合である標高データを、連続した平面で構成される3次元図として可視化することができます（図4）。

ボロノイ分割は、複数のオブジェクト間の影響を考慮して勢力圏を設定する手法の1つで、ティーセン分割とも呼ばれます。このボロノイ

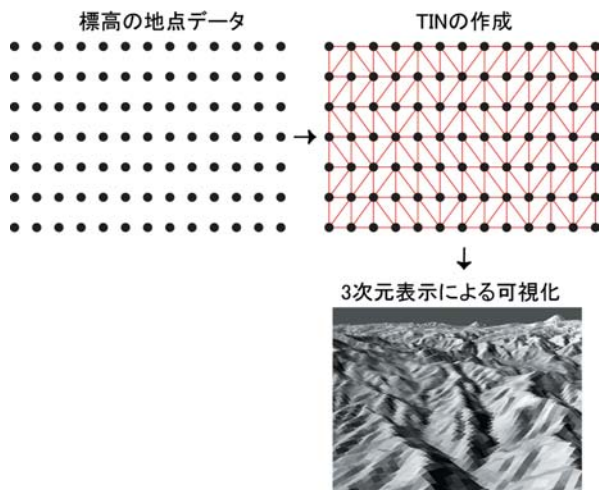


図4 TINによる地形3次元図の作成

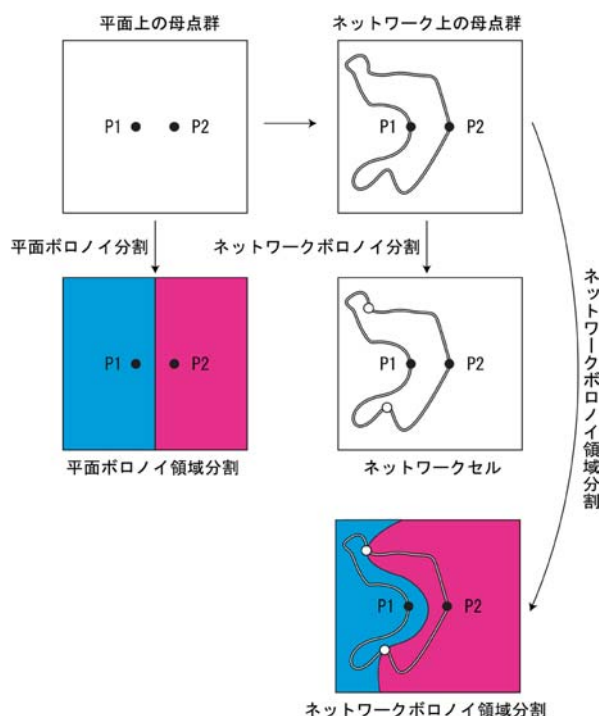


図5 ボロノイ分割の概念

分割は、複数の施設が存在する領域の中で、隣接する任意の2施設を結ぶ線分を想定し、その垂直二等分線で構成される多角形で領域全体を分割する手法です。なお、ボロノイ分割には、領域全体を2施設の直線距離によって分割する方法の他に、ネットワークに沿った道路距離によりネットワークを分割する「ネットワークボロノイ分割」、さらに道路距離で空間全域を分割する「ネットワークボロノイ領域分割」などの方法があります（図5）。

2. 3. オーバーレイ

オーバーレイとは、点、線、面を要素とする空間データのレイヤを複数重ね合わせて、新しい空間データおよび属性データを作成する手法です。このオーバーレイにより、異なる空間データを同一の地図上において扱うことが可能となります。オーバーレイで新しいデータを生成する際には、点、線、面の空間的位相関係が更新されます（図6）。前述したようなバッファリングやボロノイ分割などで新領域を生成し、それになったデータの属性を付加する場合には、このオーバーレイが役立ちます。

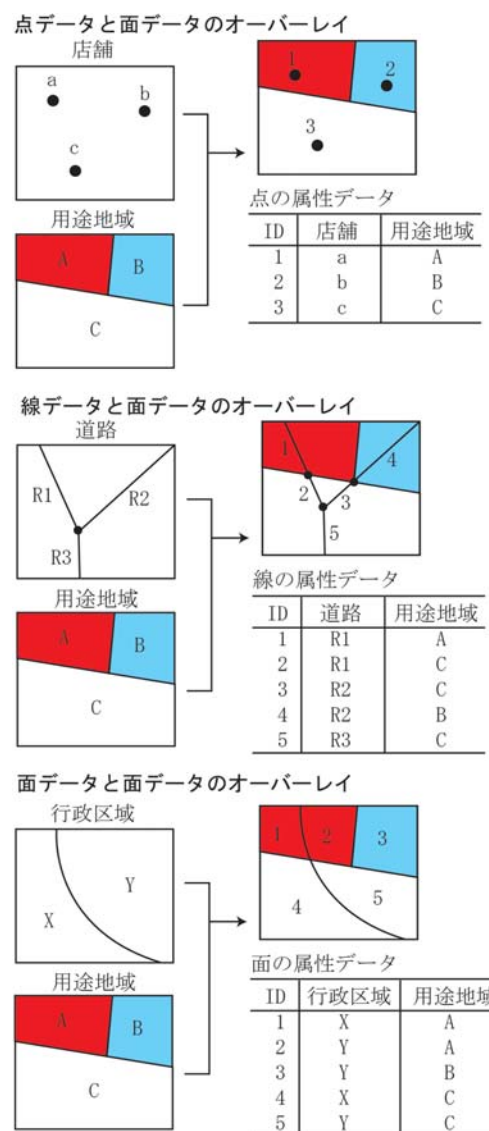


図6 オーバーレイの概念

3. GIS と地理空間情報による分析事例

地理学は、空間上に投影された人間社会や人間活動を考察の対象とする学問分野です。この地理学において GIS と地理空間情報を用いて行う地域分析の事例として、本稿では、ネットワークボロノイ領域分割（図7）とオーバーレイを併用した研究を紹介します。ここで用いる分析は、地理空間情報と GIS がなければ行うことのできない手法であり、近年のソフトウェアの進歩により、比較的簡単に使用することができるようになりました。なお、本稿で行ったネットワークボロノイ領域分割や、面積按分計算には、株式会社マプコン社製 PC-Mapping を使用しています。

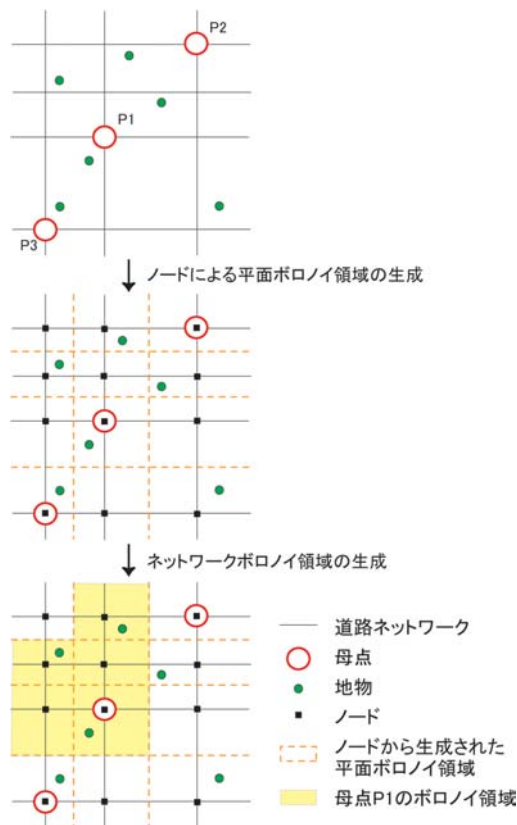


図7 ネットワークボロノイ領域の生成

3. 1. 冬季における都心部の避難圏域に関する時空間分析

最初の事例として、大都市の都心部を事例とした冬季における避難圏域に関する研究を紹介します。札幌市のように、大量の降雪がある寒

冷地に位置しながら、190万以上の人口規模をもつ大都市は世界でも稀です。この札幌市では、1990年代半ばから都心部における高層マンション建設により人口が急増する「人口の都心回帰」現象が進行しています。しかし、避難場所の数は変化していないため、避難場所の収容能力に問題が出てきています。特に、積雪により公園など屋外スペースが使用できなくなる冬季に、避難場所として使用できるのは屋内スペースを有する収容避難場所だけであり、多くの住民を避難場所に収容できない可能性が指摘できます。

この状況を把握するために、地理空間情報と GIS を用いて、ネットワークボロノイ領域分割により避難場所ごとに圏域を設定し、圏域内の常住人口と避難場所定員との関係を空間的に検討します。

札幌市都心部を分析対象地域とし、札幌市で最初に避難場所の指定が行われた1975年と、「都心の人口回帰」現象の生起後である2007年

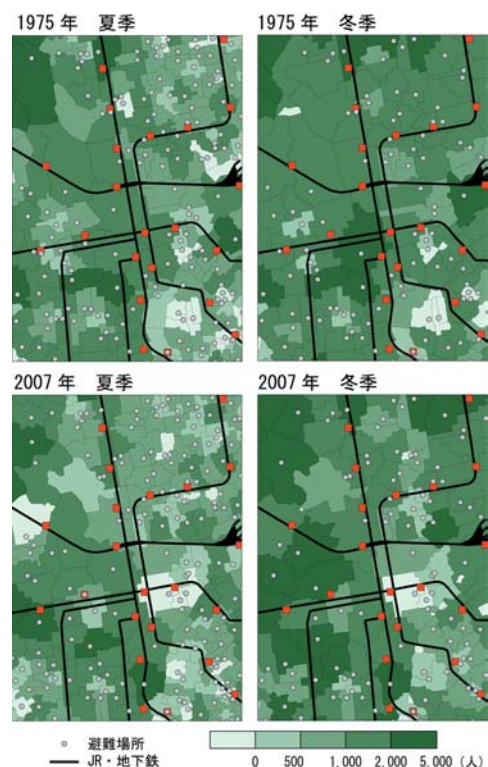


図8 夏季および冬季の避難圏域内人口の変化
（図作成：寺山ふみ、図9も同様）

に関して、ネットワークボロノイ領域分割を行ったのが図8です。積雪のある冬季の空間特性をみるために、積雪のない夏季についても同様の分析を行い、図化しました。

避難圏域をみると、いずれの年次でも、夏季と比べて冬季における避難圏域の方が、面積の大きいことが分かります。これは積雪期には収容避難場所しか使えなくなることにより、避難者の移動距離や移動時間も長くなることを示しています。また、圏域ごとの避難人口も積雪期には多くなり、近年のマンション建設地では1万人を超える場合がみられます。積雪のある冬季には、対象地域全体で大幅に収容能力の低下により、ほとんどの避難圏域で5,000人以上の過剰避難人口が発生します。

冬季の過剰避難人口を2年次間で比較すると（図9）、都心を取り囲む地区で、特に近年マンション建設が顕著に行われているJRや地下鉄の駅周辺における過剰避難人口の増加が著しいことから、「人口の都心回帰」現象が、収容避難場所の収容能力不足を深刻化していることがわかります。こうした流動性の高い人口分布と、固定された避難場所の配置とのミスマッチから、都心部における避難場所の不足は重要な問題となっていることが指摘できます。

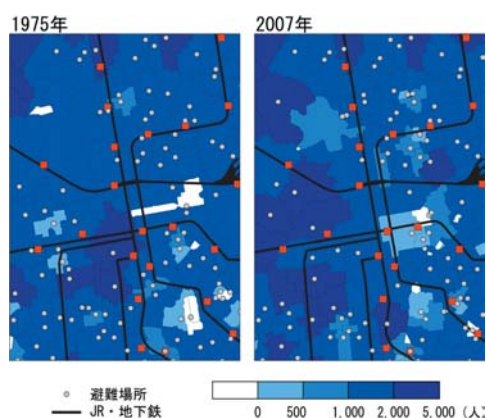


図9 都心部で発生する冬季の過剰避難人口

3. 2. 人口低密度地帯における医療機関の圏域に関する時空間分析

2 番目の事例として、人口低密度地帯におけ

る医療機関の圏域に関する研究を紹介します。日本では、ドイツなど他の先進国と比べて医師個人の開業・勤務地選択が自由に行えるために、国による医療資源の公平な配分が困難となっています。そのため、日本における医療機関の地域的偏在は、医療供給体制に関する長年の課題となっています。この問題を空間的に把握するために、医療機関のもつ圏域について、診療科目ごとに画定し、医療供給体制について時空間的な考察を行います。なお、本研究では医師数及び医療機関数の不足が問題とされる人口低密度地域において考察を行うため北海道を事例地域とし、分析の対象年次は、医療集約化前の1995年と、集約化後の2005年とします。

ここで本研究は、道路地図などと併せて、GIS上で医療機関の名称、住所、診療科目、位置（住所、経緯度）などを入力したデータベースを構築します。次に、ネットワークボロノイ領域分割を用いて、診療科目ごとに医療機関の圏域を両年次に関して画定します。さらに、診療科目ごとの医療機関の圏域の面積や、そこに含まれる人口の変化をみることによって、医療機関圏域の拡大と、診療科目ごとの受療環境の空間的差異をみることができます。

分析対象とする診療科目は、医師の不足が問題となっている産婦人科と小児科であり、さらに、これらと比較するために医療機関の数が多い内科も取り上げます。

ボロノイネットワーク領域分割により、診療科目ごとの圏域をみると（図10～図12）、小児科や産婦人科は、内科に比べて圏域が大きく、3年次間の面積増加も著しいことがわかります。また、両診療科目の圏域は、特に道北や道東地域において大きいことから、当該地域における患者の移動負担が深刻なものとなっていると考えられます。さらに、この小児科も産婦人科も、1995年以降に道東や道北で多くの医療機関が減少したことで、札幌市近郊との空間的な受療環境の差が大きくなっていると思われます。

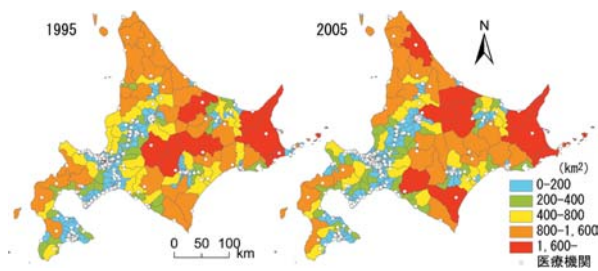


図10 医療機関の圏域の変化（内科）
（図作成：梅津佳哉、図11・12も同様）

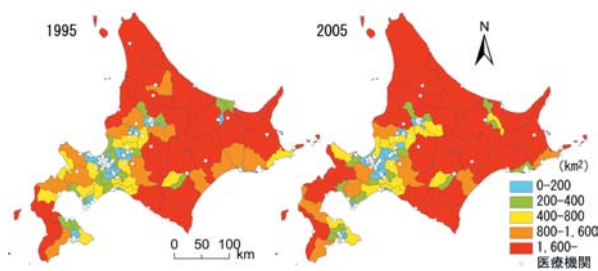


図11 医療機関の圏域の変化（産婦人科）

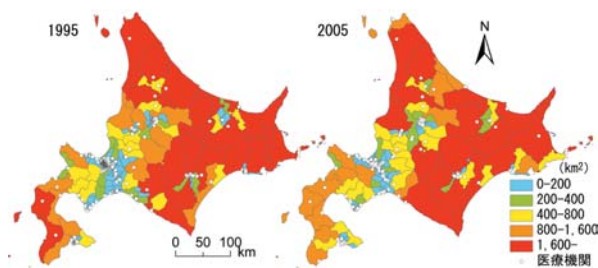


図12 医療機関の圏域の変化（小児科）

4. おわりに

本稿では、GISと地理空間情報を利用した地域分析の事例として、ネットワークボロノイ領域分割とオーバーレイを用いた地理学的研究を紹介しました。これらは、冬季における都心部の避難場所不足や、医療機関の圏域からみた受療環境の格差拡大といった社会的な問題を、時空間的視点で把握し、地理空間情報を有効に活用できた事例と思われます。

このようなGISと地理空間情報の活用に関しては、現在、様々な分野で多くの試みが行われています。例えば、農業分野においては、GISを組み込んだ無人トラクターによって作物の栽

培や収穫を行う実験や、GPSを利用した無人ヘリコプターで生育状況をモニタリングするための実験が続けられ、農業で問題となっている人手不足に対する取り組みがなされています。また、水産業分野では、収益性を上げるために、海面水温やクロロフィル濃度などのデータをリアルタイムに解析し、漁場予測を行って漁船に知らせるサービスが始まっています。

さらに、自治体では紙地図を、GISと電子化された地理空間情報に置き換えることにより、仕事の効率を上昇させ、さらに子供の見守り支援など、新たな住民サービスを試みているところがあります。自然の豊かな北海道においては環境行政が重要な役割を果たしますが、そのための植生や野生動物のモニタリングなどにGISが活用されています。その中では、GIS



図13 2000年の有珠山噴火による変動

（上：温泉街周辺、下：旧虻田インター周辺、提供：株式会社新技術コンサル）

上で様々なデータを空間的に統合し、新たな情報を生成・配信するマッシュアップ技術を活用している例も見られます。

その他に、地震、津波、洪水、火山噴火などの災害対策でも、自治体の GIS 活用が期待されており、すでに多くの自治体で独自の GIS による情報集積が行われています。2000年の有珠山噴火の際には、被災地の自治体で、GIS と GPS を利用した地殻変動の把握が行われました。ここでは、下水道管理システムのマンホールのデータを使用し、マンホールの隆起量を上下流の管渠に反映させて、噴火前とは勾配が逆になった管渠を抽出することにより、きわめて迅速に補修対象箇所を特定することができました。

今後は、衛星測位によるリアルタイムに取得される位置データの活用が期待されます。2010

年9月11日には日本の準天頂衛星初号機（みちびき）が打ち上げられ、2号機以降の打ち上げも検討されることになりました。高精度化されつつある衛星測位により、どのような成果をあげることができるのか期待されます。

また、国土地理院の整備する基盤地図情報が充実すれば、高品質で、広域をシームレスで網羅する地理空間情報が、インターネットを通じて手軽に入手できるようになるため、地理空間情報の活用が加速するものと思われます。

以上のように、基盤地図情報を含む地理空間情報が蓄積され、GIS や衛星測位などの高度な技術が普及して、社会的な情報インフラが整備されることで、地理空間情報高度活用社会が構築され、理想的なユビキタス社会が実現されることが望まれます。

橋本 雄一／履歴

博士（理学）

平成19年4月 北海道大学院文学研究科准教授

最終学歴

平成5年6月 筑波大学大学院博士課程地球科学研究科専攻単位取得退学

職 歴

平成5年7月 北海道大学文学部助手

平成8年4月 北海道大学文学部助教授

平成12年4月 北海道大学院文学研究科助教授
