

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (特設分野研究)

研究期間：2014～2017

課題番号：26520206

研究課題名(和文)江戸期石高データに潜む数理構造の解明

研究課題名(英文)network analysis to the historical materials of early modern topography

研究代表者

青木 高明 (Aoki, Takaaki)

香川大学・教育学部・准教授

研究者番号：30553284

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本課題の目的は、江戸期の石高・人口データ等を元に当時の人口動態・生産システムを統計・ネットワーク科学のアプローチから理解することである。研究背景として、特定地域を包括的に叙述する「地誌」の研究があり、特に近世江戸期について日本は世界史的に類を見ないほどの史料がある。一方これらは叙述記録であり、直接的な比較や解析が難しい。そこで本研究では村落間の繋がりをグラフとして記述し、コミュニティ検出解析する事で、村落クラスタを同定した。村落クラスタに注目することで、史料間の比較やその歴史変化を論じることが可能となる。

研究成果の概要(英文)：To understand the living system in Edo period in Japan, we applied a network analysis to the historical materials of early modern topography. In the early modern, villages are economically and socially connected with each other. To detect the communities of villages, we reconstructed the village network based on the materials with geographic information tool and applied graph decomposition to the network. The obtained village clusters can be a new subject of history. By comparison with the materials in different times in Amakusa, we studied how the clusters developed and are merged into a few giant clusters

研究分野：ネットワーク科学

キーワード：郡村誌 ネットワーク解析 コミュニティ検出 歴史GIS

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 本課題の研究背景として、地域の人口や災害・疫病・風土・生産・気象等を包括的に叙述する「地誌(郡村誌)」の研究があり、特に近世江戸期について日本は世界史的に類を見ないほどの史料がある。例えば、天草の元禄4年(1691)のデータは「天草嶋中人高帳」と題した史料から抽出できるものであり、石高・人数・男女の区別・世帯数・船数・漁師数・隣村との交通などが各村単位で記載されている。このようなデータが各地域で現存している。また世界的に見ても幾つかの地域では、同程度の解像度のデータが現存していることがわかってきた。特に近世南ボヘミアの歴史資料では平時と天災時の収穫量の記録が残っている。

(2) 一方でこれらの史料は地域固有の言語・文化に根ざしており、数量的記述についても標準化・規格化されていない。そのため国際間や時代間での比較が難しく、個別地域・事例毎の叙述的研究に留まる危険性が高い。これを克服するためのアプローチとして、数学をベースに GIS 分析の現状から抜けだし地域の普遍的記述の開発が望まれている。そこで本研究では、村落間の繋がりをグラフとして記述し、コミュニティ検出解析する事で、村落クラスタを同定する。その結果を時代間・地域間比較を行うことで、地域固有の史料の背後にある普遍的現象への質的理解に繋げたい。

### 2. 研究の目的

本課題の目的は、江戸期の石高・人口データ等を元に当時の人口動態・生産システムを統計・ネットワーク科学のアプローチから理解することである。

### 3. 研究の方法

データ:郡村誌によって地域を「面」で把握する

(1) 郡村誌は村に対する詳細な叙述記録である。京都愛宕郡を例にすると、白川村、一乗寺村といったレベル空間解像度の情報がある。また単なる人口統計情報のみならず、地勢や地味、神社仏閣などといった包括的な叙述記録をもっている。利点として質のそろった記述として文献間でも、記述様式が比較的同質あり比較が可能である。また最大の特徴として、ある領域に対して「面」として包括的なデータが得られる。これは各地点に対する個別資料と質的に異なる点である。

(2) 一方で欠点として、1) 日本全国で入手可能ではない。2) 時間軸としては、少数データ点。となることがあげられる。

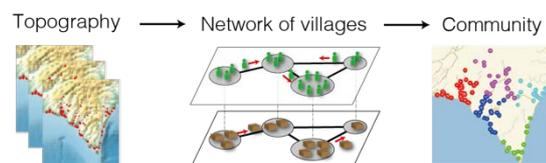
### 先行研究：歴史 GIS

(3) このようなデータに対する先行研究手法としては歴史 GIS の手法がある。各村落の位置情報(緯度、経度)を同定したうえで、Visualization method として牛/馬 や 田/畑 などの資源利用の空間分布を表示する。

### 研究手法:村落ネットワークのクラスタ解析

(4) 本課題の目的は可視化ツールとして役割を越えて、歴史資料から情報を分析するツールを開発することである。

(5) 具体的には村落間の繋がりをグラフとして記述し、コミュニティ検出解析する事で、村落クラスタを同定する。そしてその結果を時代間・地域間比較を行う。



村落間のつながりについては、Gravity law model を用いて、郡村誌データから再構築する。

$$T_{ij} = M_i M_j \cdot \exp(-d_{ij}/d_0)$$

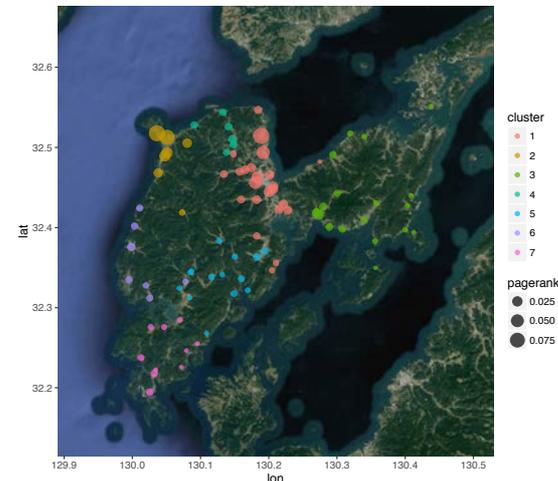
ここで M は石高や人口などの指標量であり、 $d_{ij}$  は村落間距離である。村落間距離の計算にあたっては、直線距離ではなく歴史 GIS の Least cost path analysis の手法に基づき、実地形上の実効的距離を算出する。その際のパラメータ同定においては、古地図情報を利用する。

(6) 結果として得られた村落間のつながり(重み付きグラフ)に対して、Community detection method を適用し、村落クラスタを得る。これは村落間の繋がりにおいて、地域グループとして比較的独立して成立する集団を検出する。本課題では、Community detection method の中でも map equation を用いた。

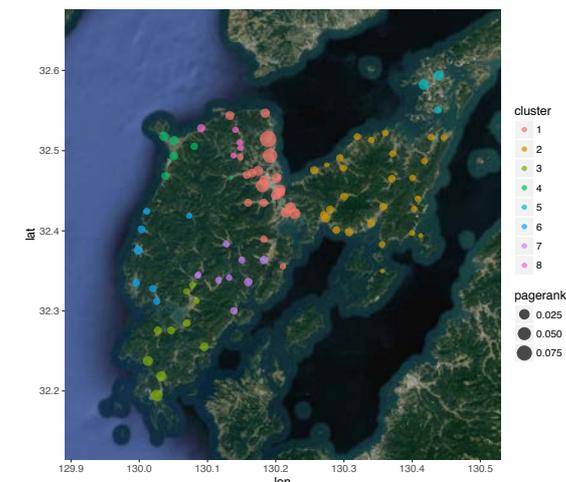
### 4. 研究成果

研究実績として、京都愛宕郡そして天草地方の地誌を対象にした村落クラスタ解析を行った。また解析実施のためのデータ整備として、地誌の翻刻と電子化、各村落の位置情報の特定と入力、当該地域の古地図から復元した古道路情報の電子化作業等を進めていた。そのデータに基づき、当時の交通網ネットワークの推定と、コミュニティ検出解析を実施することで、村落クラスタを同定した。この結果は、当時の行政単位である「組」組

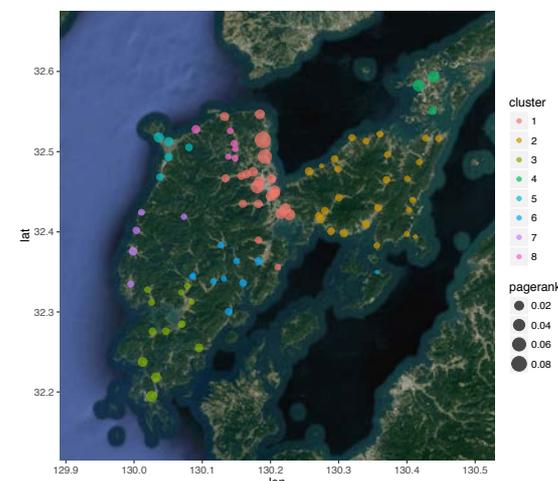
織と整合した。特に天草地方については、1691年、1827年、1869年の3時代データが利用可能であることから、年代間の村落クラスター変化を調べた。結果として、御領を中心とする最大クラスターは年代に変わらず安定である一方で、上島については1691年から1827年までの変化として1クラスターから2クラスターに増加している。これは島原の乱による人口減からの復興によるものと推測される。



1691年



1827年



1869年

## 村落クラスターの意義:

### (1) 歴史記述の実効的単位となる

社会的・経済的関係の網の中で、村落や都市が成立している。その為、ある地域に対する歴史を語るためには、その周囲を含めて記述する必要がある。村落クラスターは、比較的独立して語ることができる領域(実効的単位)を資料ベースに同定することが可能となる。

### (2) クラスター自体の歴史変化も分析対象とできる

地域コミュニティは、それ自体が行政区画になっていない場合は明示的な記述は少ないため、史料に基づく従来の研究では扱いづらい対象である。本手法では、史料に明示的に記載がなくとも、データに含まれている情報を抜き出すことで地域コミュニティに対する研究手法を提供することができる。

### 今後の展望:

郡村誌のデータ分析は、地形・自然環境等に応じて人はどのように住むのか?という疑問に繋がる。これはデータ解析だけにとどまらず、さらなる数理モデル研究の課題を提起することとなった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4件)

1. Takaaki Aoki, Adaptive network の共発展ダイナミクスの母関数法解析, 数理解析研究所講究録 7-14, (2018). 査読なし
2. Takaaki Aoki, Taro Takaguchi, Ryota Kobayashi, and Renaud Lambiotte, Input-output relationship in social communications characterized by spike train analysis, Physical Review E, vol.94, 042313 (2016). DOI: 10.1103/PhysRevE.94.042313 査読あり
3. Takaaki Aoki, Luis E. C. Rocha, and Thilo Gross, Temporal and structural heterogeneities emerging in adaptive temporal networks, Physical Review E Rapid Communication, vol.93, 040301(R) (2016). DOI: 10.1103/PhysRevE.93.040301 査読あり
4. Takaaki AOKI, Koichiro YAWATA and Toshio AOYAGI, Self-organization of complex networks as a dynamical system, Physical Review E, vol.91,

[学会発表] (計 24 件)

1. Cities and roads as pattern formation on landscape, 青木高明, 中垣俊之, 藤原直哉, 応用地域学会 2017 大会 (2017/11/25-26), 2017/11/25, 東京大学本郷キャンパス(〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, Japan), Oral.
2. 実地形空間における都市・道路網のパターン形成, 青木高明, G 空間 EXPO CSIS シンポジウム (2017/10/14), 2017/10/14, 日本科学未来館(〒135-0064 東京都江東区青海 2 丁目 3-6, Japan), Oral.
3. Cities and roads as pattern formation on landscape, Takaaki Aoki, International Workshop on Active Soft Matter and Ethology(2017/8/4), 2017/8/4, Seminar room 1-2, Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University(〒001-0020 札幌市北区北 20 条西 10 丁目, Japan), Oral.
4. Farmers' household and 'Living Spaces' during and after the Industrial Revolution: Otagi, Kyoto, Japan, S. Murayama, N. Fujiwara, T. Aoki, H. Nakamura, N. Higashi, and O. Nakamura, Agricultural History Society 2017, 2017.
5. A math-geographical model of cities and road network, Takaaki Aoki, International School and Conference on Network Science (Netsci) 2017(2017/6/19-23), 2017/6/22, JW Marriott Indianapolis(Indianapolis Indiana 46204, USA), Poster.
6. Teaching network science as a faculty of education in Japan, Takaaki Aoki, NetsciEd6 in International School and Conference on Network Science (Netsci) 2017(2017/6/19-23), 2017/6/20, JW Marriott Indianapolis(Indianapolis Indiana 46204, USA), Oral.
7. Living Spaces Project における地域クラスターリングと歴史人口学, 村山 聡, 第 62 回歴史人口学セミナー, 2016 年 07 月 23 日~ 2016 年 07 月 23 日, 麗澤大学東京研究センター
8. Historical sources for Living Spaces: Two types of 'Industriousness.', Satoshi Murayama, Mathematical and geographical modelling for environmental humanities, 2016 年 10 月 31 日~ 2016 年 11 月 01 日, Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, Kyoto
9. Living spaces: Local narratives, regional clusters, and communal movements., Satoshi Murayama, International Workshop on Living Spaces under Changing Climate and Environment(招待講演), 2016 年 11 月 07 日~ 2016 年 11 月 09 日, North Eastern Hill University, Shillong, Meghalaya, India
10. Living spaces in Japanese historical demography and topography: Linking pre-statistical family demography to "People Flow Data" clustering, Satoshi Murayama, N. Fujiwara, T. Aoki, H. Nakamura, N. Higashi, and O. Nakamura, International Seminar on Linking Past to Present: Long-term perspectives on micro-level demographic processes, 2016 年 12 月 09 日~ 2016 年 12 月 10 日, Kashiwa, Japan
11. 数理地理モデリングによる都市と道の形成メカニズムの解明, Takaaki Aoki, 日本物理学会 第 72 回年次大会(2017/3/17-20), 2017/3/18, 大阪大学 豊中キャンパス(大阪府豊中市待兼山町, Japan), Oral.
12. A math-geographical model of cities and road network, Takaaki Aoki, Interdisciplinary applications of nonlinear science(2016/11/3-6), 2016/11/5, Kagoshima University(Korimoto 1-21-24, Kagoshima 890-8580, Japan), Invited.
13. 都市と道路の共発展モデルからみる人口の地理的分布, Takaaki Aoki, 第 62 回歴史人口学セミナー (2016/7/23), 2016/7/23, 麗澤大学東京研究センター(東京都新宿区西新宿 6-5-1, Japan), Oral.
14. 近世・近代の郡村誌データに基づく村落ネットワークのクラスタ解析 - 天草地方を事例に -, Takaaki Aoki, 2016 年度 RIMS 共同研究「マクロ経済動学の非線形数理」(2016/7/6-8), 2016/7/7, 京都大学数理解析研究所 (京都市左京区北白川追分町, Japan), Oral.
15. Disaster management and integrated economy in early modern Japan. Amakusa in the

- 19th century, Japan, Satoshi Murayama, Hiroko Nakamura, Noboru Higashi, and Takaaki Aoki, International workshop on Integrating income sources in peasant economies: Evidence and research questions from Slovenia, Italy and Japan (2016/2/26), 2016/2/26, University of Primorska, Koper, Slovenia, Oral (Invited).
16. Cluster Analysis of Village Networks Based on Data from Early Modern and Modern Village and County Topographies, Takaaki Aoki, RIMS 共同研究 Project 「数理地理モデリングによる環境人文学の展開」 (2015/10/26-27), 2015/10/26, Kyoto University, Kyoto, Oral.
17. Early modern economy in interaction with nature. Village network and disaster management in Japan, Satoshi Murayama, Takaaki Aoki, Noboru Higashi, and Hiroko Nakamura, The Third Conference of East Asian Environmental History (EAEH 2015) (2015/10/22-25), 2015/10/24, Kagawa University, Takamatsu, Japan, Oral.
18. 近世・近代の郡村誌データに基づく村落ネットワークのクラスタ解析, Takaaki Aoki, 香川大学・地域科学セミナー, 2015/9/11, 香川大学, 香川, Oral.
19. Village networks and economic inequality in early modern Japan, Satoshi Murayama, Hiroko Nakamura, Noboru Higashi, Takaaki Aoki, and Toru Terao, XVIII World Economic History Congress (2015/8/3-7), 2015/8/6, Kyoto International Conference Center, Kyoto, Japan, Oral
20. Village network and disaster management in early modern Japan. Amakusa in the 19th century, Japan, Satoshi Murayama, Hiroko Nakamura, Noboru Higashi, and Takaaki Aoki, International Conference of Historical Geographers (2015/7/5-10), 2015/7/9, London, England, Oral.
21. 江戸期郡村誌データに基づく村落ネットワークのクラスタ解析, Takaaki Aoki, Urban Economics Workshop, 2015/7/3, Kyoto University, Kyoto, Oral.
22. Adaptive networks に基づくネットワーク構造の自己組織化, 青木高明, COMPLEX NETWORKS SUMMER SCHOOL

2014 (2014/8/18-2014/8/21), Tohoku University, 2014/8/20, トピック講義.

23. Organization of adaptive networks as a dynamical system, Takaaki Aoki, NetCon@ECCS' 14 (2014/9/25), Lucca, Italy, 2014/9/25, invited.
24. Environmental Topography for the Future: Registration of Nature, Culture, and Humanity, S. Murayama, H. Nakamura, T. Mizoguchi, N. Higashi, and T. Aoki, 国際シンポジウム「アジア・太平洋地域の水危機に立ち向かう」2015年02月10日~2015年02月12日, 香川大学.

[図書] (計 1 件)

1. S. Murayama, H. Nakamura, N. Higashi, T. Aoki, Integrated Peasant Economy in a Comparative Perspective. Alps, Scandinavia, and Beyond, Zalozba Univerze na Primorskem, p241-p266, 2017.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
 発明者 :  
 権利者 :  
 種類 :  
 番号 :  
 出願年月日 :  
 国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
 発明者 :  
 権利者 :  
 種類 :  
 番号 :  
 取得年月日 :  
 国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

数理地理モデリング研究会  
<http://dlpweb.ed.kagawa-u.ac.jp/mathgeo/model/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 高明 (Takaaki Aoki)

香川大学・教育学部・准教授

研究者番号 : 30553284

(2)研究分担者

(3)連携研究者

村山 聡 (Satoshi Murayama)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号：60210069

東 昇 (Noboru Higashi)

京都府立大学・文学部・准教授

研究者番号：00416562

溝口 常俊 (Tsunetoshi Mizoguchi)

名古屋大学・環境学研究科・名誉教授

研究者番号：50144100

(4)研究協力者

( )