

# 『徐霞客遊記』の行程・観察記録の データベース作成とその地図化

——福建省歴史GIS構築のための基礎的検討（2）——

野間 晴雄・松井 幸一・齋藤 鮎子

Database and Mapping of “*Jokakaku-yuki*”  
(the 17th Century Travelogue by Jokakaku)

—Basic Examination for Fujian Historical GIS (2) —

NOMA Haruo, MATSUI Koichi, SAITO Ayuko

The authors discuss the visualization the Chinese travelogue “*Jokakaku-yuki*” (徐霞客遊記) written by Jokakaku (徐霞客) in the 17th century. Besides an outstanding traveler, he was an excellent geographer, a botanist and a historian. In Japan his name is not so famous, but his views are not simply categorized into sightseeing records and diaries. Every time he tried to observe objects correctly, and to confirm *in situ* site/place by his minute academic description.

We tried to create the Fujian part of “*Jokakaku-yuki*” database in a geographical viewpoint. As this database contains text information and maps, users can get them easily. Additionally it can be searched from the text information and/or maps. Since text information and maps are integrated by GIS, we can also process this database by GIS. In this paper Remote Sensing and NDVI analysis are implemented. We believe that such a database will make a great contribution to the development of the historical GIS (HGIS).

キーワード：徐霞客 『徐霞客遊記』 データベース 可視化 歴史GIS

Keywords: Jokakaku *Jokakaku-yuki* database visualization HGIS

## はじめに

近年、デジタル技術の発達やブロードバンド回線の普及によってオンライン上でのデータベース公開が増加している。特にブロードバンド回線の普及によってデータベースには文字史料だけにとどまらず、地図や画像など比較的容量の大きいものまで含まれるようになった。このような大容量データベ-

スとしては、戦前に海外の国々を対象として作成・編集した外邦図をデータベース化した「外邦図デジタルアーカイブ」<sup>1)</sup>や「近世古地図・絵図コレクション高精細デジタルアーカイブ」<sup>2)</sup>のように地図史料に焦点を当てたもの、怪異・妖怪や異界に関連する絵画資料を収蔵した「怪異・妖怪画像データベース」<sup>3)</sup>、墨書土器の画像を収蔵した「墨書土器事典」<sup>4)</sup>など、その分野も表現法もさまざまである。これら地図・画像を用いたデータベースの特徴は、文字だけのデータベースに比べて、利用者が実際に現物を見ることができる点にある。地図や絵画などは文字だけではその形状を伝えるのが、実際に見ることができれば一目瞭然である。そのためこれらの分野では、実際に見ることが可能な可視化データベース作成の意義は大きい。

地図や絵画を見ることが可能なデータベースの他にも、近年は文字情報に現れる空間情報を可視化したデータベースや、同一地域において時間的な幅を持つデータベースなども開発されている。文献や史料に記載された空間情報は文献上では単なる文字情報であって、そのままでは実際に見ることはできない。しかし、文字によって記述された空間情報を復原することによって実際に見ることを可能にするのが文字情報を可視化したデータベースの特徴である。また、同一地域でも時代によって、空間の構成は変化する。その変化を同一のベースマップ上、または各時代によって対応するベースマップ上で見られるようにしたのが時間的な幅を持つデータベースの特徴である。このようなデータベースとしては例えば、明治・大正・昭和初期の統計データをWebGISという形で公開する「歴史統計GeoWeb」<sup>5)</sup>、京都の歴史的・文化的遺産の情報をデータベース化した「バーチャル京都」<sup>6)</sup>などがある。「バーチャル京都」では現在・過去の京都の景観を3次元都市モデルとして取り込み、Web上に再現した3次元の地図を備える。この3次元の地図では町並みを歩くように表示する機能も付属するため、利用者はまるでその場にいるかごとくに京都の町並みを感じる事が可能である。

近年のデジタル技術の発達やブロードバンド回線の普及は、これまでにはない新たな形態のデータベース作成を可能にしている。筆者らが参加する関西大学アジア文化研究センター(CSAC)は、「東アジア文化資料のアーカイブ構築と活用」をテーマとして、関西大学が所蔵する東アジア文化研究のための豊富なリソースを集中的にデジタル化し、開かれたアーカイブズとして構築することを第一の目的とする。つまり、東アジア文化研究に供する新たなデータベースを作成しようとする試みである。本プロジェクトは様々なデータベースを組合せることによって最終的に「CSACアーカイブズ」の構築をめざすが、その中には「文献データベース」、「帆船航路データベース」、「寺廟データベース」、「旅行記データベース」など様々な種類のデータベースが含まれる予定である。

これらデータベースの中で特に筆者らがその構築に関わるのが「旅行記データベース」である。「旅行

1) 東北大学附属図書館 <http://dbs.library.tohoku.ac.jp/gaihozu/>

2) 徳島大学附属図書館 <http://www.lib.tokushima-u.ac.jp/~archive/>

3) 国際日本研究文化センター <http://www.nichibun.ac.jp/YoukaiGazouMenu/>

4) 奈良文化財研究所 <http://bokushodoki.nabunken.go.jp/index.html>

5) 筑波大学空間情報科学分野大学院生命環境科学研究科 <http://giswin2.geo.tsukuba.ac.jp/mapfish/MapFish-1.1/client/geoweb/hgeo/>

6) 立命館大学 <http://www.geo.lt.ritsumeai.ac.jp/webgis/ritscoe.html>

記データベース」は各種の「旅行記」をもとにして、その旅程や景観、発見したものをデータベース化するものである。このデータベースの特徴は単に文献情報のみから構成されるのではなく、地図上へ旅程を復原しそこに文献情報を結びつけることと、河川や田畑などの景観も地図上に復原することによって地域を面的にデータベース化する点にある。したがって、このデータベースでは地図の活用が一つの大きなキーワードとなる。そのため、従来の地方誌や地誌の地域情報と「紀行」の旅程や自然・生態環境などを一元的に管理し、文字情報と空間情報を連動させた新たな視点から地域空間を捉えることが可能である。

筆者らは現在「旅行記データベース」において、中国福建省の日記や紀行文を一元的に管理する「紀行データベース」の構築に取りかかっている。本稿ではこの「紀行データベース」の意義やその作成方法を提示したい。

## 1. 徐霞客と『徐霞客遊記』

古くから世界各地を旅した旅行家や商人は、その道中の記録を日記や紀行という形で残してきた。これらの書物は地誌や歴史書に比べるとより生活感にあふれたり、ありありと当時の景観が描かれたり、「生の情報」が豊富に記載されている。特に紀行や旅行日誌などのように旅行をおこなう際に書かれたものには、現地の住民からすると平凡なものであっても、第三者から見ると驚きがあるように、事細かな風景や出来事まで記述される場合が多い。そのため、これらの日記や紀行を通すことによって、地誌や歴史書とは異なる視点から地域を捉えることが可能である。

筆者らがデータベースを構築しようとする中国においても様々な旅行家や探検家、商人が内陸部深く入り込み、各種の記録を残している。旅行や探検という分野で、中国を旅した西洋人として日本人にもなじみ深いのはイザベラ・バードであろう。イザベラ・バードは1894年から3年あまり極東を旅したイギリス人女性で、数多くの紀行を残した。日本・朝鮮・中国など極東の旅行記のうち中国における旅行記はすでに翻訳され刊行されている<sup>7)</sup>。しかし、残念ながらイザベラ・バードは上海から揚子江を遡上したため、福建省を巡ることはなかった。

そこで今回のデータベース構築で筆者らが注目したのは、中国各地を旅した旅行家・地理学者であるじょかかく徐霞客である。徐霞客は名を孔祖、字を振之といい、1587年に江蘇省に生まれる。20歳の時に初めて国内を周り始め、その後30年をかけて中国各地を巡った。しかし、徐霞客が幾度の旅に出たかは研究者によって見解が異なる。彼の旅行の詳細についてはただ日記が残るだけで記録としては詳細をきわめるが、紀行文としての洗練はされていない。また彼と交遊のあった人物も正確な回数を記録に残すことは無かったため、徐霞客の旅行回数は後の文献や墓志の記録に頼るしかない。したがって分析をおこなう研究者によってその数は14～26回と様々な見解に分かれる。

この徐霞客が旅中に残した日記をまとめたものが『徐霞客遊記』である。『徐霞客遊記』は日本ではあ

7) イザベラ・バード著、金坂清則訳『中国奥地紀行1』平凡社、2002。イザベラ・バード著、金坂清則訳『中国奥地紀行2』平凡社、2002。

表1 『徐霞客遊記』記載の動植物の一部

| 省名 | 植物の種類  | 植物の数 | 動物の名称       | 動物の数 |
|----|--|------|-------------|------|
| 浙江 | 紫荆(スオウキ)、海棠(カイドウ)、杜鹃(ホトトギス)、玉蘭(ギョクラン)、松、杉、芭蕉、茶、楓、杏、藤、四方竹、野橘                  | 13   | 虎、鶴、鹿       | 3    |
| 安徽 | 梅、松、楓、柏、草棘   | 5    | —           | —    |
| 福建 | 山鵝、美人蕉、扶桑(フソウ)、松、茶、楓、野橘、苔蘚、荊棘、藤刺、竹   | 11   | 猿           | 1    |
| 河南 | 金蓮花、白松、柏   | 3    | —           | —    |
| 陝西 | 桃、スモモ、松、杏、柳、梨、垂楊   | 7    | —           | —    |
| 湖北 | 桃、スモモ、杉、榔梅、柳樹  | 5    | 虎           | 1    |
| 江蘇 | 木槿(ムクゲ)、淡竹、榴、櫻珠、猫竹、筋竹  | 6    | —           | —    |
| 江西 | 檜、松、茶、黒竹、宝樹  | 5    | —           | —    |
| 湖南 | 竹花、紫花、金木犀、玉蘭、広葉杉、側伯(コノテガシワ)、沈香(ジンコウ)、柳、桃、松、ワラビ、山鵝、珠樹、楠木、寿木、独木、宝珠花、葵菜、蕈、蒸菌、細竹 | 21   | 虎、大魚、魚の卵、竹魚 | 4    |

朱鈞侃・潘風英・顧永芝(2006)、233-234頁を改変。

まり知られることもなく、これを取り上げた研究も少ないがその記述には地質や気候、水文、動植物や土壌など多くの自然科学的要素と、歴史や政治、人文社会、民族・民俗、交通、集落など人文科学的要素の双方を多分に含むことから、中国では『徐霞客遊記』は科学的な名著として認識されている。このような徐霞客が地域を観察する視点と分析、比較は地理学的方法であり、『徐霞客遊記』はまさに科学的フィールドワークの記録といえる。

『徐霞客遊記』を単なる紀行として捉えるのではなく、フィールドワークの記録として捉えるとその観察眼はまさしく地理学者そのものである。例えば、徐霞客は旅した地域の景観について、丘陵地質の分析から山間地域の土地利用、集落の分布状況などを記すとともに、各地域で見られた動植物について名称や分布地、形状、色など詳細な記述をおこなっている(表1)<sup>8)</sup>。また、産出される鉱物資源やその産出量、手工業生産物などの生産物、商業活動や民俗などの記述も豊富でその観察は幅広い。このような景観や商工業などの視点は、まさに自然・人文地理学的視点を持たなければ考えがおよばないもので、徐霞客は自然地理学・人文地理学の両方に通じた地理学者であったといえる。

徐霞客の特筆すべきもう一つの特徴は、歴史的な視点を持っていた点である。『徐霞客遊記』には地域や名勝に関する由来、歴史的な記述が豊富にあり、徐霞客が旅した地域を歴史的な視点から捉えようとしていたことは間違いない。当時の歴史的な記述だけでも貴重な史料であるが、さらに『徐霞客遊記』の景観に関する記述自体が現在では比較対象とすべき史料の価値のあるものとなっている。例えば、徐霞客は「浙遊日記」の中で1636年時点の長江三角州地区の景観を、「この一帯は水稻や水産養殖、養蚕があり水上交通、農業生産が組み合わさってとても良い環境をつくりだす」と述べている。しかし現在は一帯の水環境は汚染され水辺も縮小しており、徐霞客が旅した後270年あまりで付近の景観は一変したのである。このような急激な変化はとりわけ近年の開発によるところが大きい。このように徐霞客の残

8) 朱鈞侃・潘風英・顧永芝『徐霞客評伝』南京大学出版社、2006、234-235頁。

した日記は当時の詳細な景観情報を含んでいるため、歴史的な景観変容を考える際にも極めて価値が高いといえる。

## 2. 「紀行データベース」の構築

筆者らが構築しようとする「紀行データベース」の紀行部分は、主に2人の筆者による紀行から構成される。一つは徐霞客が残した『徐霞客遊記』で、この中から「武夷山日記」と「遊閩日記」を取り上げる。もう一つはロバート・フォーチュンによる *Three Years Wandering of China, Visit to the Tea District of China and India, A Residence among the Chinese: Inland, on the Coast, and at Sea* である。これらの紀行はいずれも福建省を旅した際の紀行である。本稿ではまず『徐霞客遊記』中の福建省を対象としてデータベース構築の方法を提示する。徐霞客が初めて福建省を旅したのは1616年で彼が31歳の時であった。その後、1620年、1628年、1630年、1633年と計5回に渡って福建省を巡っている。

福建省はもともと歴史的にまとまりをもった漢民族にとっては周縁領域である。福建省は海に面していることもあり、海岸部と内陸部では標高差が大きく、内陸部では1000m以上の山々もみられる(図1)。また、海岸部は湾入が大きく良港の条件を備えているが、沿岸平野は狭く、人口が過密なこともあって古くから東南アジア方面に多くの華僑を輩出した地でもある。

内陸部の大部分は山脈のため農業的土地利用は海岸部と河川沿いに限られる(図2)。そのため山側と

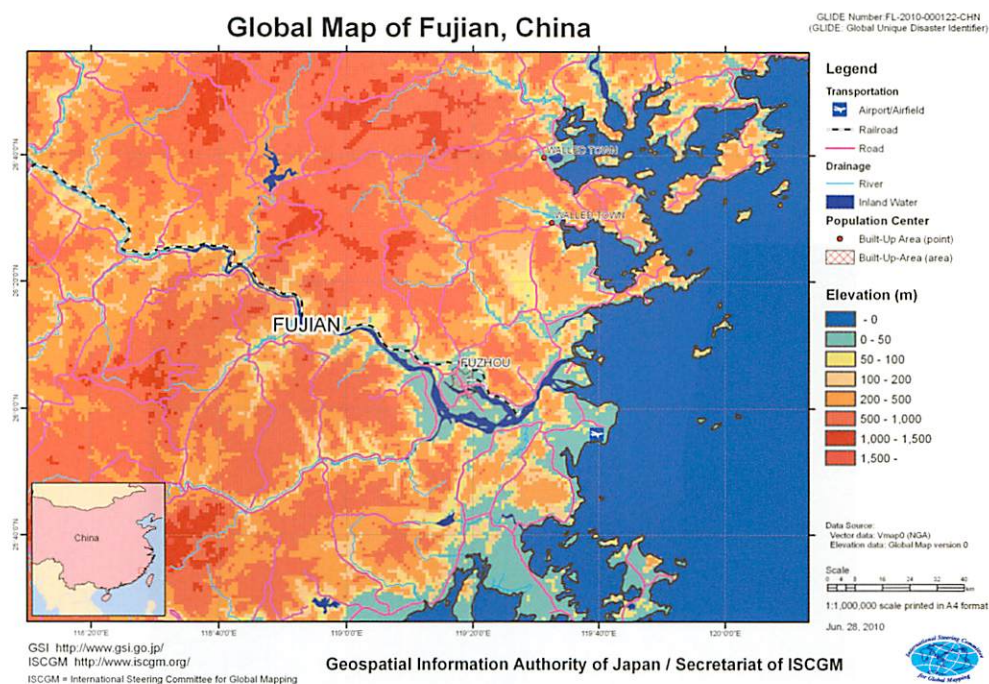


図1 福建省の標高

(国土地理院 HP より引用「中国南部の豪雨災害関連」、<http://www.gsi.go.jp/kankyochiri/gm-disaster-1006chn.html>、2012年9月3日閲覧。)



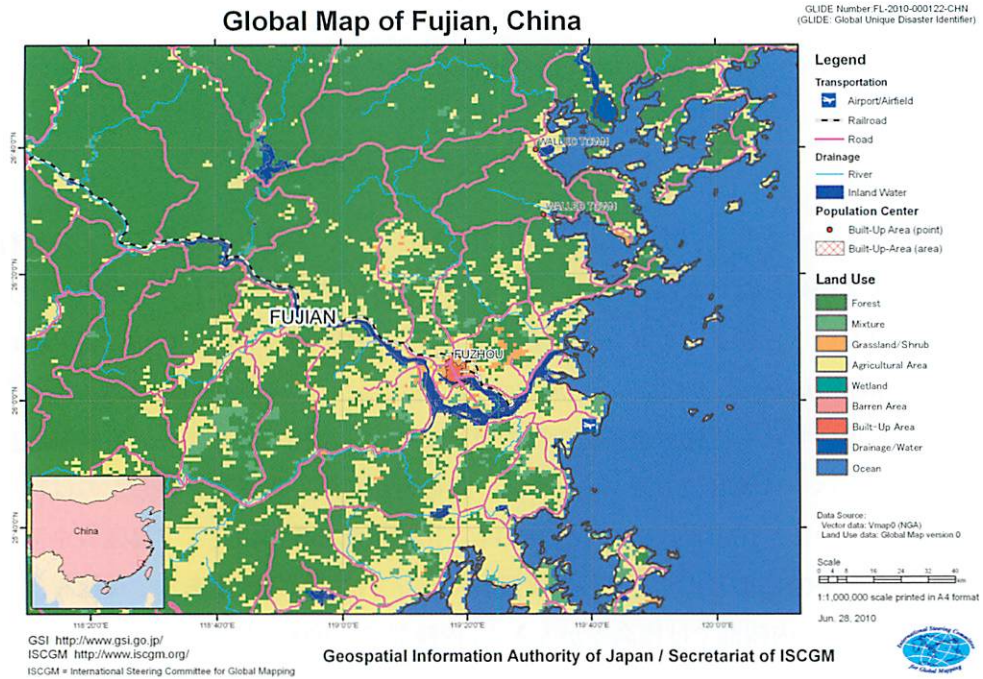


図2 福建省の土地利用

(国土地理院 HP より引用「中国南部の豪雨災害関連」、<http://www.gsi.go.jp/kankyochiri/gm-disaster-1006chn.html>、2012年9月3日閲覧。)

海側では様相も大きく異なり、「山の福建・海の福建」とも呼ぶべき相異なる景観が広がる。さらにロバート・フォーチュンに代表されるように、福建省の山間部は茶の生産地としても有名で、プラントハンターと呼ばれる人々も茶や薬草など本国にはない植物を送るために内陸部まで入り込んでいた(図3)。したがって、福建省には徐霞客のような中国人旅行家やロバート・フォーチュンのような外国人による様々な記録が残っているため、「紀行データベース」を構築する最初の場所としては最適な地域であろう。



図3 武夷山の奥深い谷間に広がる茶園

では実際に「紀行データベース」構築のために筆者らが作成しているデータを挙げつつその作成過程を示す。まず本データベースのデータ整備にはGISを利用している。GIS (Geographic Information System) は近年、急速に発達した技術で地理情報の取得・構築、保存・管理、分析、統合、表示・伝達を一元的におこなうことが可能である。筆者らが構築しようとする「紀行データベース」は様々なデータが組み合わさって構成されるため、データ形式も文書、地図、写真、デジタルデータと多種多彩である。このような豊富なデータを一元的にデータベースとして管理しようとするれば何かしらの規定が必要である。そこで、筆者らはこれらのデータを空間情報<sup>9)</sup>に結びつけることによってすべてのデータを一元的に管理しようとするのである。空間情報を利用する利点は位置情報という同一の基準をすべてのデータに適用することによって、各種のデータを同一地図上に表示することが可能となる点である。例えば書物などに書かれたテキスト形式の史料でも、その記述が位置情報さえ持っていれば地図上に投影することが可能である。したがって、空間情報をキーとすれば各種の異なるデータを重ね合わせることが可能となり、筆者らはこの空間情報をGIS上で活用しながらデータ整備をおこなっている。

空間情報を持つデータとして最も重要なのが徐霞客とロバート・フォーチュンが福建省をどのように巡ったかを表した旅程データである。徐霞客は福建省を武夷山と山間部の2回に分けて巡ったが、この2回の旅程についてはいずれもすでに復原あるいは一部推定された旅程図が存在する。15-16世紀には拠点をつなぐ交通網が限られていたことを踏まえれば、これらの復原・推定図はほぼ間違いがないと

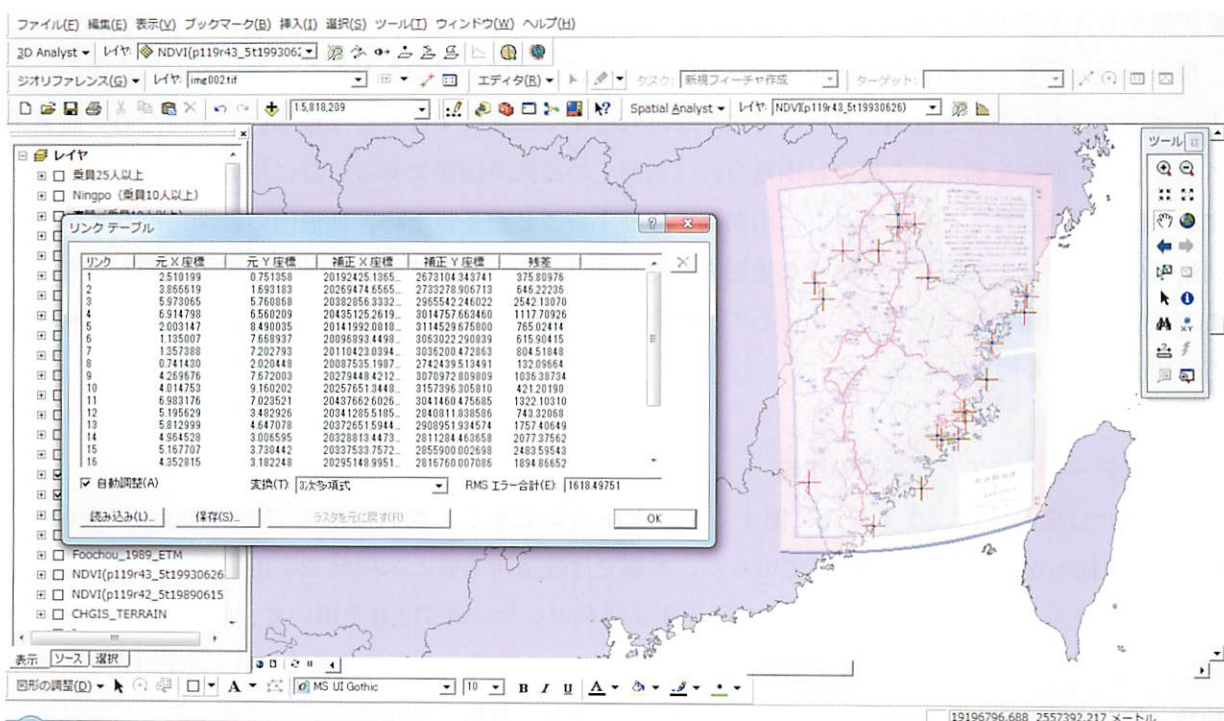


図4 復原図の幾何補正と重ね合わせ

9) 空間情報とは、空間上の特定の地点又は区域の位置を示す情報(位置情報)とそれに関連付けられた様々な事象に関する情報、もしくは位置情報のみからなる情報をいう。国土院: <http://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html>, 2012年5月9日閲覧。



考えられる。そこで、旅程データの作成ではまず上記の復原・推定図のなかから詳細な行程が描かれているもの<sup>10)</sup>を選び、それをスキャンすることによってデジタル化した。次にデジタル化した旅程図をGIS上で幾何補正することによって歪みを最小化し、おおまかな旅程を復原した(図4)<sup>11)</sup>。このときの残差は約1600mと大きいのが、補正に使用した地図の縮尺が225万分の1である点、この補正では大まかな旅程が確認できればよい点も踏まえれば許容範囲であろう。次にこのおおまかな旅程を河川や丘陵を考慮しながら旅程を復原した。この一連の作業によって、徐霞客がたどった旅程データを位置情報が付随した状態でGIS上に復原することができた。

次に、復原した旅程図上に『徐霞客遊記』を参照しながら徐霞客が辿った名勝をポイントデータとして作成した。このポイントデータには『徐霞客遊記』中の該当する記述部分と筆者らが現地で撮影した写真が結合される予定である。これにより、データベース利用者は位置を把握すると同時に『徐霞客遊記』の記述や現地の風景を確認することが可能となる。

### 3. 景観3Dモデルの構築

近年、様々なデータベースが構築されているが、それらの中で特徴的なものの一つが空間情報の可視化と3D(3次元)モデルの構築である。空間情報の可視化や対象地域の3D化は、利用者が地域を直感的に捉えることができるように手助けするとともに、テキスト情報だけでは理解できない地域の実像を把握することを可能とする。

現在の学校教育では初等教育、中等教育で地形図を読む読図の授業をおこなっているが等高線の読み方、尾根と谷の区別などはある程度の習熟がなければすぐに理解することは難しい。そのため一般利用者にとって平面図を利用した場合に困難なのは地形上の高低の把握である。特に筆者らが構築しようとする徐霞客の「紀行データベース」は山間部を移動することが多いため、地形図の読図に慣れていない利用者にとっては、実際にどのような地形を移動していたのかを理解することは一層困難であろう。そこで筆者らは景観を構成するデータとして、標高値、等高線、地形画像などを整備し、それらを利用して景観3Dモデルの構築を試みた。

#### (1) 標高データの加工と等高線の作成

3次元化に際しては、まず標高に関するデータが必要である。数値標高モデル(Digital Elevation Model)は様々な機関から提供されているが、本稿では経済産業省と米国航空宇宙局が共同で整備するASTER GDEMを利用した。このDEMは人工衛星搭載センサーASTERを用いて、地球の陸域すべてを対象に数値地形データ(ASTER全球3次元地形データ)を整備したものである。ASTER GDEMは1秒角(約30m)メッシュで世界中のデータがそろっており、無償で利用できる標高データとしてはもっ

10) 褚紹唐編『徐霞客旅行路線考察図集』中国地図出版社、1991。

11) 今回のデータ整備にはESRI社のArcGIS ver.9.3を利用した。



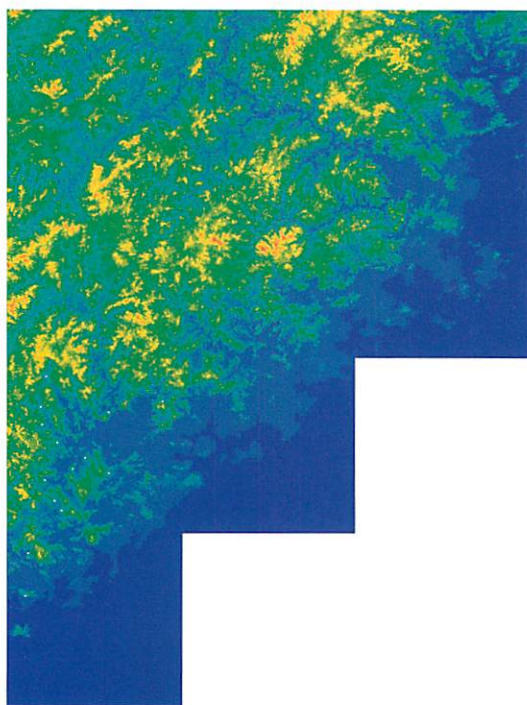


図5 福建省近辺のASTER GDEM

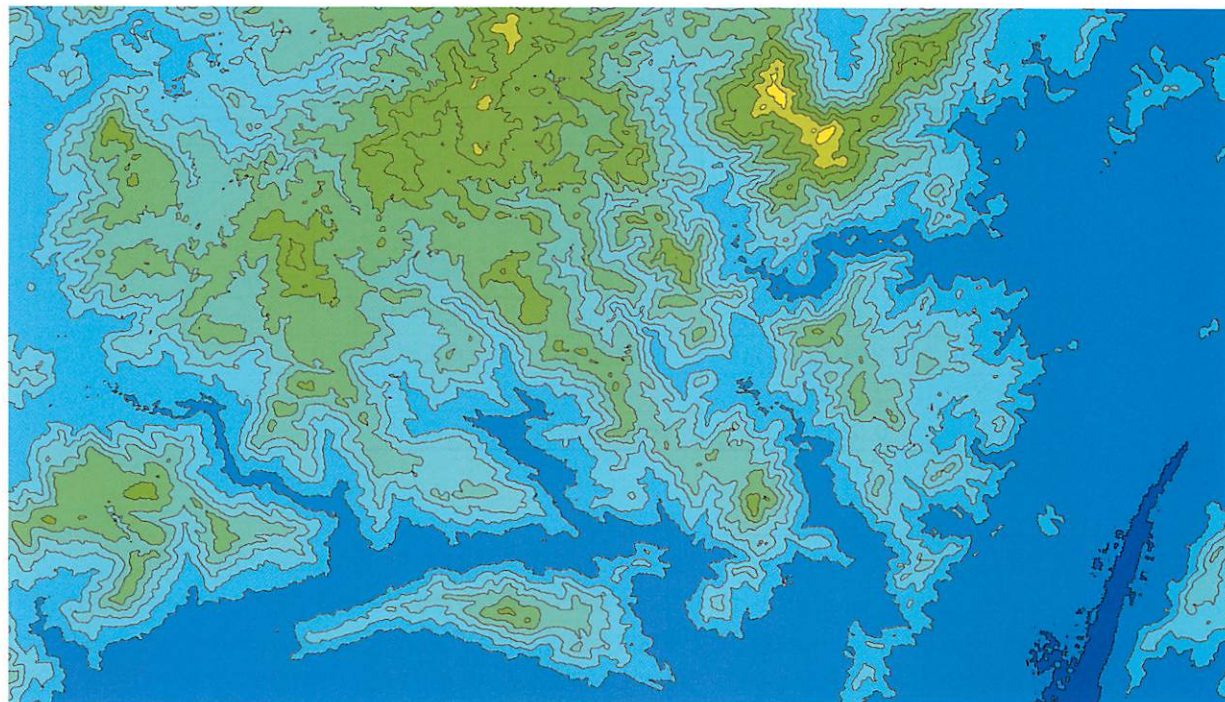


図6 福建省を中心とした100m間隔の等高線作成

とも精度が高い<sup>12)</sup>。また、等緯経度1度で整備されているため、一般的に利用する際にはモザイク処理を必要としない。しかし本稿では3次元化の後の工程を考えモザイク化処理をおこなっている(図5)。

さらにASTER GDEMは1m単位の標高地を持つため、そこから等高線の抽出が可能である。福建省での徐霞客の旅は山間部の移動が多いため、等高線の提示は本データベースの重要な要素となる。そこで本稿ではDEMデータから100m間隔で等高線の作成をおこなった(図6)。

## (2) 衛星画像の利用

景観の3次元化には標高データの他にもベースとなる地形画像が必要である。本稿では地形画像としてLANDSATの衛星画像を使用した。LANDSAT衛星画像の解像度は決して高くないがその撮影範囲は一回で約185km四方と幅広く、広大なベースマップを作成するのに適している。また、LANDSAT衛星画像は無料で公開されている点と、各種センサーを搭載しリモートセンシング<sup>13)</sup>が可能な点も大きな特徴の一つである。

衛星画像は衛星からの撮影という特性から、撮影範囲、撮影時期に様々な種類がある。このうち本稿では1992年に撮影された3枚の衛星画像をモザイク処理したものをベースの地形画像として利用した。これら3枚の衛星画像は福建省の西部を北から南まで含んでおり、南北が約555km、東西が約185km、面積が約102,675km<sup>2</sup>という広大な範囲にわたる。徐霞客の福建旅行の大部分はこの範囲に収まる。

モザイク処理までの過程は、まずGLCFから3つの衛星画像をダウンロードした<sup>14)</sup>。LANDSATは8つのバンドを備えるため、同一範囲・同一時期でも最大8つの画像が存在する(表2)。

表2 LANDSATのバンド構成

| バンド  | 波長                      | 種類     | 用途    | 空間解像度 |
|------|-------------------------|--------|-------|-------|
| バンド1 | 0.45-0.52 $\mu\text{m}$ | 可視     | 青     | 30m   |
| バンド2 | 0.53-0.61 $\mu\text{m}$ | 可視     | 緑     | 30m   |
| バンド3 | 0.63-0.69 $\mu\text{m}$ | 可視     | 赤     | 30m   |
| バンド4 | 0.75-0.90 $\mu\text{m}$ | 近赤外    | 葉緑素等  | 30m   |
| バンド5 | 1.55-1.75 $\mu\text{m}$ | 中間赤外   | 水域や植物 | 30m   |
| バンド6 | 10.4-12.5 $\mu\text{m}$ | 熱赤外    | 地表面温度 | 60m   |
| バンド7 | 2.09-2.35 $\mu\text{m}$ | 中間赤外   | 資源等   | 30m   |
| バンド8 | 0.52-0.90 $\mu\text{m}$ | 緑から近赤外 | 高画質   | 15m   |

ESRI社HPより引用<sup>15)</sup>

12) 古澤拓朗・大西健夫・近藤康久『フィールドワーカーのためのGPS・GIS入門』古今書院、2011、25頁。

13) リモートセンシング (remote sensing) とは物体に直接触れず、その特性情報を取得することを意味する。物質の情報取得は対象物から反射、あるいは放射された電磁波を感知・記録することによっておこなわれる。遠隔のプラットフォームに搭載されたセンサーによって、さまざまな現象を広い範囲にわたって調査することを可能とした手法である。長澤良太・原慶太郎・金子正美『自然環境解析のためのリモートセンシング・GISハンドブック』古今書院、2007、8頁。

14) LANDSAT衛星画像はメリーランド大学が運用するGlobal Land Cover Facility (GLCF) から取得した。http://glcfapp.glcfc.umd.edu:8080/esdi/index.jsp、2012年5月16日閲覧。

15) ArcGISブログ、http://blog.esri.com/arcgisblog/2010/06/landsat-9607.html、2012年6月18日閲覧。





図7 バンド1

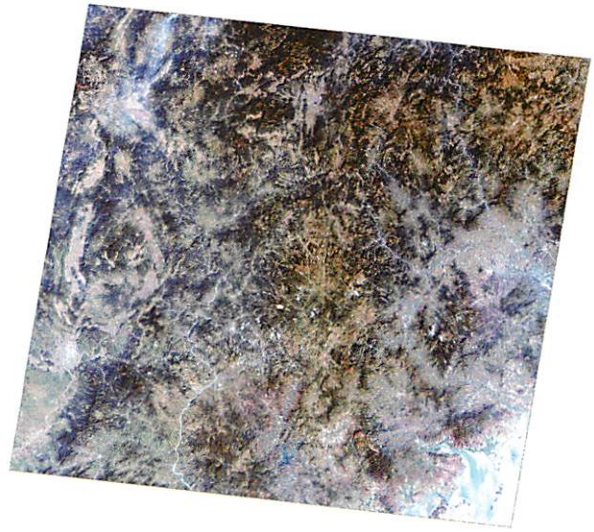


図8 トゥルーカラー

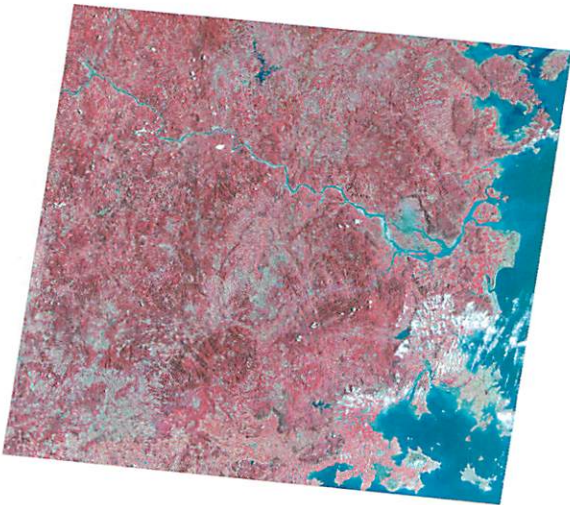


図9 フォルスカラー

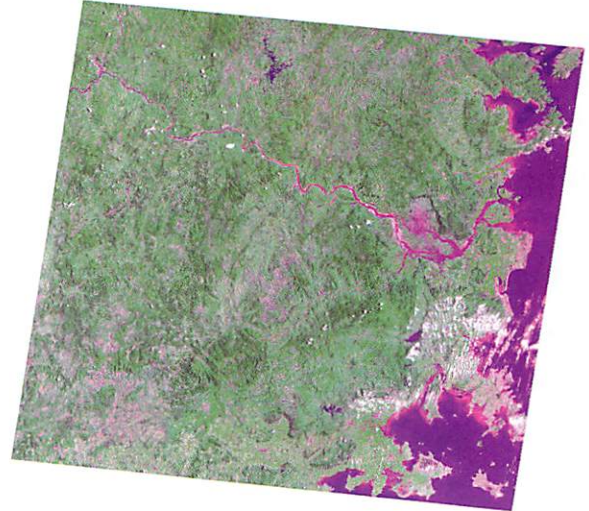


図10 ナチュラルカラー

これらの画像はいずれも単体ではモノクロ画像であるためカラー画像への変換作業が必要である。そこで本稿ではLANDSAT衛星画像のうちバンド1～5とバンド7をダウンロードし、GIS上にて処理をおこなうことによってコンポジットバンド<sup>16)</sup>を作成した。作成したコンポジットバンドはバンド1～5とバンド7を合成したもので、赤・緑・青の3色(RGB)を含むためカラーへと変換することが可能となる。図7はバンド1を単体表示したもの、図8はコンポジットバンドからRにバンド3、Gにバンド2、Bにバンド1を組み合わせたものである。図8のRGBの組合せは可視光線にもっとも近い表示(トゥルーカラー)となり、両図を比較すると単体バンドによる表示に比べて明瞭に地形を判読することが可能

16) 複数のバンドを合成して一つのラスタデータにしたもの。この処理によって複数のバンドからさまざまなRGBバンドを組み合わせてカラー画像にしたり、植物と人工物を区別できるようにしたりと多くの解析が可能となる。

となる。

コンポジットバンドは複数のバンドを合成しているため、トゥルーカラーの他にもバンド構成を変えることによってフォルスカラー、ナチュラルカラーが作成できる。フォルスカラーは植生域をより目立つように加工したバンド構成で、Rにバンド4、Gにバンド3、Bにバンド2を割り当てる。これによって植生が活性な区域ほど赤く強調されるため、植生の分布域、活性度を把握することが可能となる(図9)。一方、ナチュラルカラーはフォルスカラーに比べてより自然にみえるようにRにバンド3、Gにバンド4、Bにバンド2を割り当てることによって植生が緑色で強調されるようにしたものである(図10)。このような複数のバンドの組合せの中から、本稿ではトゥルーカラーを3次元化することとした。

### (3) 3D景観モデル

3次元化にあたってはArcSceneを用いた。ArcSceneはArcGISのエクステンションに含まれる3次元表示用アプリケーションで、これを使うことによって3D景観を表示し、様々な角度から表示したり3D景観の中を移動したりすることが可能となる。また、ArcGIS 3DAnalystの解析機能をArcScene上で使用することも可能なため、複雑な解析結果もわかりやすく捉えることが可能となる。

ArcSceneとLANDSATの衛星画像(トゥルーカラー)から作成した3D景観モデルが図11である。この3D景観モデルは360°回転させることが可能で、様々な視点から武夷山を見ることが可能である。これを基盤として「紀行データベース」を構築すれば、データベース利用者が例え地形図の読図に慣れていないとしても、容易に周囲の景観を把握することが可能である。その一例を挙げれば、武夷山には急峻な山や崖が多いが、これはこの一帯のカルスト地形が原因である。景観3Dモデルではこのような急峻な地形が明確に認められ、地形に詳しくない者でも徐霞客がいかに険しい道を旅していたかを理解できる。

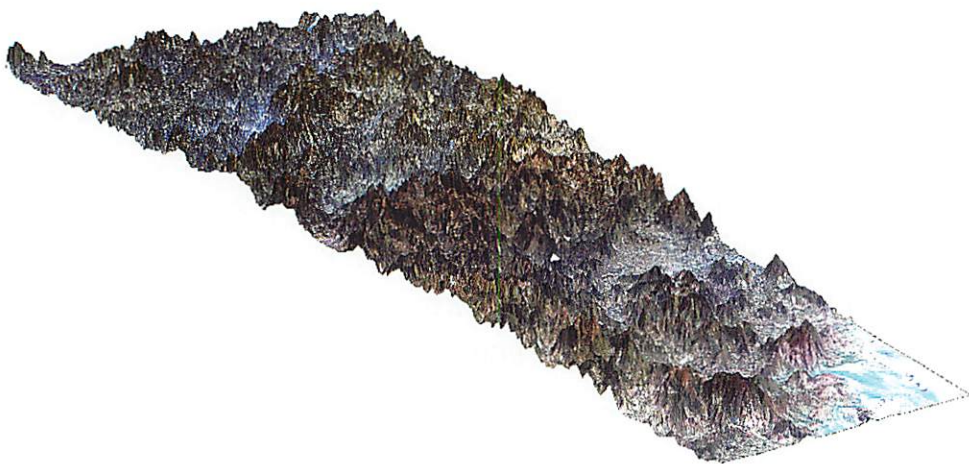


図11 武夷山3D景観モデル



#### (4) NDVI解析とその利用

これまで地図基盤となるデータの作成をみてきた。地図基盤の上には様々なデータを表示することが可能であり、表示するデータとしては地質図や土地利用図などの既存のデータ以外にも、NDVI（植生指数）や地形の傾斜角など独自に解析したものがある。そこで本節では地図基盤の上に表示するデータの作成方法を提示していきたい。地図基盤に表示するデータが地質図や土地利用図などの既存データで、すでに位置情報を持つ状態であればそのまま投影が可能である<sup>17)</sup>。一方、独自に加工をおこなった二次データを利用する場合には、まず解析と位置情報の付与をおこなう必要がある。

NDVIは植生の活性度を計測する際に用いられる指標で、前述した衛星からのバンドデータを使って求めることができる。この解析の利点はリモートセンシングによって現地の植生がどのようなものかを広範囲にわたって知ることが可能な点である。その計算式は $NDVI = (IR - R) / (IR + R)$ で、IR = 赤外バンドのピクセル値、R = 赤色バンドのピクセル値である。そのためLANDSATの衛星画像を使えば $NDVI = (Band 4 - Band 3) / (Band 4 + Band 3)$ となる。この指標は -1.0 ~ 1.0 の間で変動し、負の値は主に雲、水、雪から生成され、ゼロに近い値は主に岩や地表から生成される。NDVI の値が非常に低い (0.1 以下) 場合、岩、砂、または雪に覆われた不毛地帯を表し、中程度の値 (0.2 ~ 0.3) は低木や草原を表し、高い値 (0.6 ~ 0.8) は温帯林および熱帯雨林を示している<sup>18)</sup>。

このNDVIを求める作業で注意すべき点は、ArcMAPでは  $NDVI = ((IR - R) / (IR + R)) \times 100 + 100$  という値を図示していることである。すなわちNDVIの値をそのまま図示しているのではなく、「(NDVI × 100) + 100」という値を図示しているため、ArcMAP を用いた作業ではNDVIの値は0から200までの整数値をとる<sup>19)</sup>。

本稿では福建省を撮影したLANDSAT衛星画像からNDVI解析をおこなった。解析の結果を示したのが図12で、この図ではNDVIの色が低い方から高い方へと青、緑、黄色へと変化するように設定している。この図からは福建省の東部と西部では植生が異なることが見てとれる。具体的には東部ではNDVIの値が150以上をとることが多いのに対して、西部では130程度である。すなわち、東部の海岸部では温帯林および熱帯雨林が発達し、西部の山間部では低木や草原と異なる植生に区分されるのである。これは海岸部と山間部の自然環境の違いが大きく影響しているためである。

このようにリモートセンシングは広範囲にわたって解析をおこなうことが可能なため、データ整備にはとても有用だが欠点も存在する。例えば、NDVI解析では画素内に含まれる非植物（主として土壌）の反射率の違いが考慮されていない。このため、NDVIに代わる土壌の影響を考慮した植生指標も提案されている<sup>20)</sup>。リモートセンシングによるデータ解析やデータ提供をおこなう場合にはこのような欠点を踏まえた上でのデータの提示が必要となるだろう。

17) ただし投影変換や地理座標系変換などの重ね合わせの変換作業が必要となる場合もある。

18) 「NDVI関数」、ArcGIS RESOURCE CENTER、<http://help.arcgis.com/ja/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009t00000052000000>、2012年7月26日閲覧。

19) 橋本雄一編『GISと地理空間情報 ArcGIS10とダウンロードデータの活用』古今書院、2012、139頁。

20) 「用語集」、ASTER SCIENCE PROJECT、[http://www.science.aster.ersdac.or.jp/jp/glossary/jp/si/vege\\_index.html](http://www.science.aster.ersdac.or.jp/jp/glossary/jp/si/vege_index.html)、2012年7月27日閲覧。

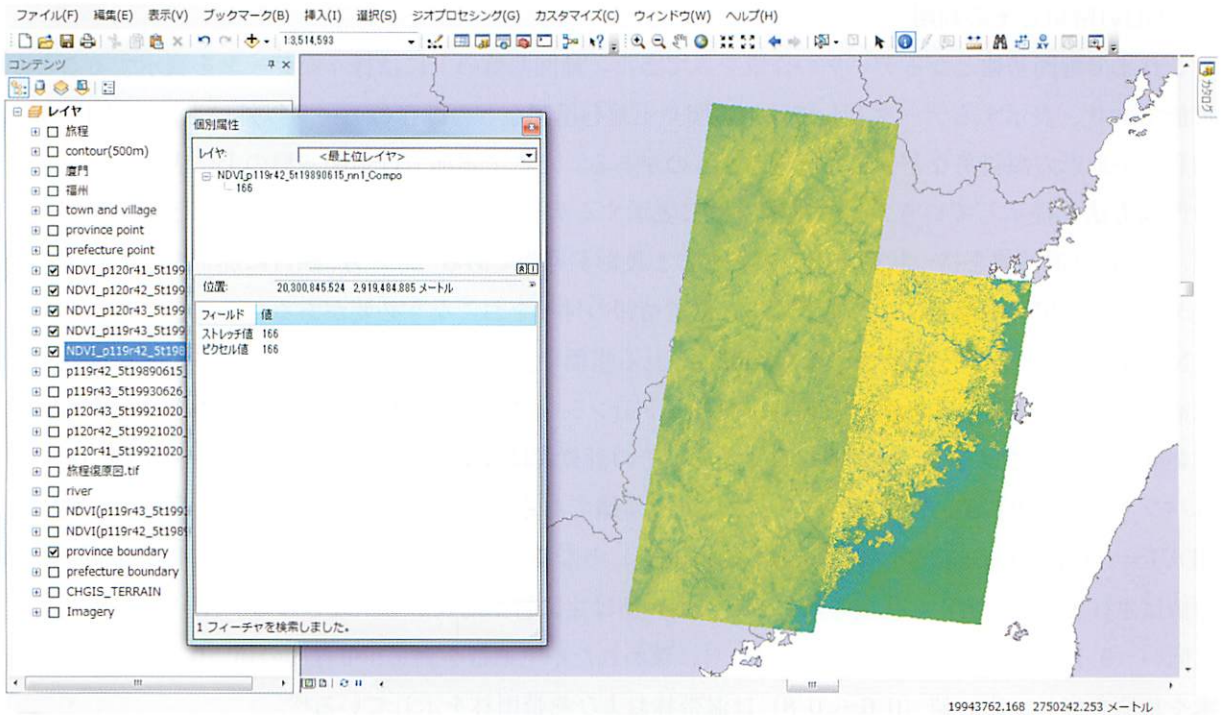


図12 NDVI解析

### おわりに

本稿では筆者らが作成しようとする「紀行データベース」の意義を提示し、『徐霞客遊記』の「武夷山日記」と「閩遊日記」をもとにその作成方法について示してきた。これまで提示してきたようにデータベースと地図の一体的な作成は、利便性の向上や多分野での利用など多くの利点があり、空間情報というキーワードによって資料を結びつけるデータベースは一層増加していくと考えられる。

最後に筆者らが作成する「紀行データベース」の今後の予定をあげれば、まずこの3Dモデルに河川や植生などを追加して徐霞客がどのような旅程をたどり、どのような景色を見ていたのかを確認できるようにする予定である。そのためには丘陵や河川を考慮した旅程ラインの整備と、『徐霞客遊記』中にみられる名所と写真を連結させる作業、水系データの抽出と整備、福建省全域の地形画像の整備、植生や地質ポリゴンの整備などが必要である。さらには衛星画像からNDVI解析をおこない地形に関するラスターデータをメッシュデータで集計し、ゾーン統計を可視可することによって利用者が多面的な視点から『徐霞客遊記』を捉えることができるようにデータを整備していく予定である。

また、福建省が外国との重要な交易地であったことを踏まえれば、外国人から見た福建省という視点は重要な要素の一つであることから、ロバート・フォーチュンに関するデータ整備も急がれる。ロバート・フォーチュンは福建省において茶を求めて様々な地を旅しているため、徐霞客が残した『徐霞客遊記』と比較することによって、福建省を内からの視点と外からの視点という異なる立場から比較することが可能となる。今後、筆者らは福建省に関する各種のデータ整備とロバート・フォーチュンに関するデータ整備を通じて福建省歴史GISの構築に繋げていく予定である。これらの作成過程については、あ

らためて別稿にて報告していきたい。

[付記]

本稿はアジア文化研究センター（CSAC）第10回研究例会（2012年5月18日）で発表した野間晴雄・松井幸一「中国福建省における紀行録データベースの構築——福建省歴史GISにむけての基礎的検討——」（於：関西大学千里山キャンパス）の後半部をもとに新たな分析を加えたものである。また、福建省への予備現地調査にはアジア文化研究センターの研究旅費を充当した。お認めいただいた松浦章センター長、藤田高夫副センター長にはお礼申し述べたい。なお経費の一部には2011年度日本学術振興会科学研究費・基盤研究(A)「環東シナ海・環日本海沿岸域の文化交渉と歴史生態をめぐる学術的研究」（課題番号22242028・研究代表者 野間晴雄）の一部を使用した。

本稿については武夷山の地域を対象とした『徐霞客遊記』の書き下し文を資料として掲載した以下の論考も参考にされたい。野間晴雄・松井幸一・齋藤鮎子「『徐霞客遊記』の行程・観察記録の書誌的検討と史料の意義——福建歴史GIS構築のための基礎的検討（1）——」、『関西大学文学論集』第62巻2号、2012年、87-112頁。