

「外邦図」のデジタル画像化とアーカイブ構築に向けて

- 東北大学における試行作業から -

宮澤 仁・村山良之（東北大学大学院理学研究科）・

上田 元（東北大学大学院環境科学研究科）

1. 「外邦図」の媒体変換の必要性とその方法

「外邦図」は、旧陸軍参謀本部・陸地測量部が作成・複製した日本以外の地域の地図であり、敗戦直後にその消失や散逸を恐れた研究者らの尽力により、東北大学などに運び込まれた(田村 2000; 長岡 1993)。「外邦図」は、その作成経緯こそ軍事的関心に基づくものであったと考えられるが、その大半は、19世紀末から20世紀前期の地表景観の記録として、学術研究・教育その他非軍事的な価値も高いものであり(田村 2000)、LU/GECプロジェクト(地球環境保全に関する土地利用・被覆変化研究)や海外研究の基礎資料として利用されてきた(たとえば、氷見山ほか 2000)。本稿は、学術的・文化的な資産として価値が高い「外邦図」を、将来にわたり保存するための手段として媒体変換を用いることの妥当性を検討するとともに、その利用を促進するためのデジタルアーカイブの構築について実現の可能性を検討するものである。

「外邦図」は酸性紙に印刷されたものも多く、現在、その保存・利用方法の検討が急務となっている。源(2004)は、その保存方法として、地図自体の劣化を抑える化学的処理、地図の保管状態の改善、媒体変換の3つを示した。地図を劣化させる要因には、地図自体に内在する内的要因と地図の取扱い方も含めた外的要因がある。上記は内的要因による劣化の防止策であり、とは内的・外的要因によるそれへの防止手段である。とくに、には中性素材を用いた保存箱への収納や資料をフィルムで覆うフィルム・エンキャプシュレーションがあり、に関してはマイクロフィルム化とデジタル画像化が主要な方法とされる。

一般に媒体変換は、省スペース化を意図した「資料の廃却」を目的の1つとしている(小川ほか 2003: 251)。しかし、本稿ではあくまで「外邦図」の現物を保存しこれを補完するものとして媒体変換を位置付ける。媒体変換は、「外邦図」の現物を取扱う機会を減らし、源

(2004)が指摘する地図劣化の外的要因のうち、温度と湿度の急激な変化と紫外線などにあたる頻度を低下させ、不慣れな取扱いを受ける機会を減少させて、現物保存にも寄与することが期待されるからである。さらに、多媒体化およびその分散保管による「危険分散」にも寄与する。

その媒体変換の方法には、記録機器と変換先記録方式との組合せにより、カメラ撮影によるフィルム化(さらにフィルムスキャンによるデジタル画像化)、カメラ撮影によるデジタル画像化、スキャナによるデジタル画像化がある。変換先の記録方式としてデジタル画像を選択した場合、将来的にはデジタルアーカイブの構築が可能となる。デジタルアーカイブは、「有形・無形の文化資産をデジタル情報のかたちで記録し、その情報をデータベース化して保管し、随時閲覧・鑑賞、情報ネットワークを利用して情報発信する」ものと定義される¹⁾。このことからわかるように、デジタルアーカイブの構築は、資産の現物保存に寄与すると同時に、その利用の促進への期待を高める。

ところが、デジタル画像化については、一般に「技術の陳腐化」「デジタルデータの保存性」「費用負担」などの問題が指摘されている(小川ほか 2003: 257; 源 2004)。ゆえに、東京大学附属図書館所蔵の南藝文庫国絵図のデジタルアーカイブ化に際しては、「デジタルデータの精度の陳腐化」と「デジタルデータの保存性」を勘案して、「安定性が保証された高精細な銀塩フィルムで撮影し、フィルムをスキャンしてデジタル化」する方法が選択された(馬場 2003)。東北大学附属図書館の坤輿万国全図なども同様の方法でデジタル画像化された。

ただし、「外邦図」の場合、他の文化資産・学術資料と異なり、第一義的にはいわゆる美術品・芸術品ではなく、そのほとんどは測量によって製作されたか、既成のそれを複写した地図である。このことから、「外邦図」の媒体変換にあたっては、なによりも変換時の歪みの抑制

を優先すべきであると考えられる。また点数(図幅数)がきわめて多いことから、変換作業の省力化も求められる。この「外邦図」の特性を踏まえると、入力機器としてカメラを用いた場合、歪みを抑えるために、可能な限り大判の(フィルムまたはデジタルスキャニングバックの)カメラによる撮影が必要となるが、それでも歪みを免れない。一方、スキャナの場合は正射による読み取りのため、取得された画像の歪みは比較的小さい。大判のカメラとその取扱い(および画像歪み補正)には、きわめて高度な技術を持つ限られた専門業者に作業委託せざるを得ず、高額のコストが危惧される。むしろ、A0サイズの読み取りも可能な大判スキャナは従来きわめて高価であったが、近年機能面での向上に加え低廉化が進んでおり、スキャナによる方法の優位性が高まってきた。

以上より、ここでは「外邦図」の媒体変換の方法として大判スキャナによるデジタル画像化を選択し、以下では、その試行作業を通じて、取得画像の解像度(精度)が、想定される利用目的に応えられるか検証する。あわせて作業に要する労力、費用などを推計する。

・大判スキャナによるデジタル画像化の試行結果

(1) 取得画像の解像度と利用可能性

東北大学所蔵の「外邦図」を、地図のサイズと印刷の色数別に示したものが表1である。この表にあるように東北大学所蔵の「外邦図」は、色数は4色まで、サイズは判の2倍までの図幅が大半であることから、使用するスキャナの性能はフルカラー対応である必要はなく、サイズはA0対応のものを用いることで、大部分の図幅のスキャニングが可能と判断される。今回の試行作業では、その条件を満たす機器としてグラフィック社製の大判スキャナCS1000²⁾を使用し、所蔵図のなかで最多を占める1色刷り・判の地図をスキャニングの対象とした。

デジタル画像化の結果として、256色モードで取得した非圧縮状態の画像を、解像度別に示したものが図1と図2である。また、解像度と圧縮方法別に、平均的なデータサイズを示したものが表2である。ここで複数の解像度で画像を作成したのは、デジタルアーカイブの構築を視野に入れているからであり、その際にはデー

タベースの検索やインターネットを介した閲覧・公開に

表1 東北大学が所蔵する「外邦図」の図幅数
(色数別・サイズ別)

色数	サイズ				計
	小 (判)	中	大(中 の2倍)	特大(中 の4倍)	
1色(黒)	15	4,824	336	1,176	6,351
2色	1	799	114	18	932
3色	0	337	120	124	581
4色	0	473	190	96	759
5色	0	12	29	39	80
6色	0	6	0	3	9
未確認	0	773	959	203	1,935
計	16	7,224	1,748	1,659	10,647

白黒コピー機による複製のみの図幅は除く。東北大学地理学教室(2003)より作成。



図1 低解像度画像(非圧縮, 25dpi)

原寸の11%で表示。左上の枠は、図2上段の図の範囲を示している。

使用する低解像度の画像から、精細映像や印刷などに使用する中・高解像度の画像までが必要になる。

まず、図1に示した25dpiの低解像度画像をみると、地図の全体像を認識する上で問題はない解像度である。表2によると、そのデータサイズも不可逆圧縮を施した場合には20KB程度となり、低速回線でも高速の表示が可能である。次に、中・高解像度画像をみると、図2の上段に示した画像(原寸の70%)では、400dpi以上の解像度で十分な視認性が得られている。なお、地名の文字は原寸で2mm幅、その読み仮名は1mm幅である。他方、200dpiでは輪郭がやや不明瞭となり、100dpiになると2mm幅の文字のなかでも画数の多い文字は判読が難しく、1mm幅の文字はほぼ判読不可能である。下段の図は、原寸の340%に拡大した画像であり、400dpi以下の画像では明らかに精度が低下している。

そこで、中解像度画像の解像度に400dpiを、高解像

度のそれに800dpiを選択すると³⁾、不可逆圧縮方式で

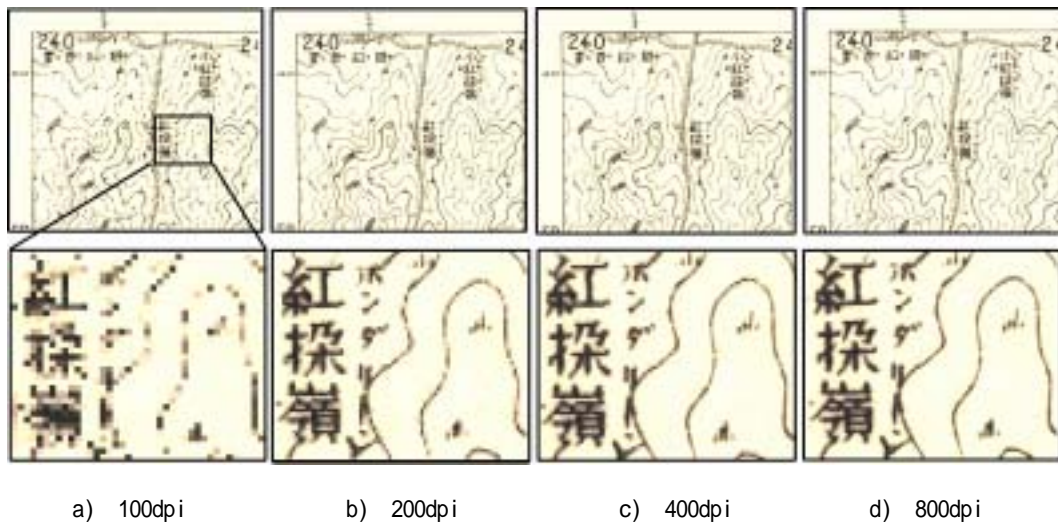


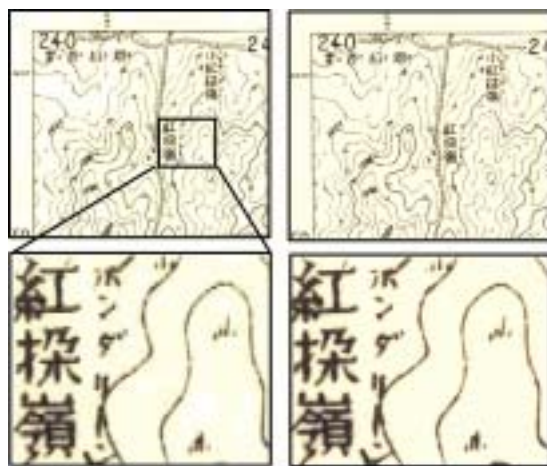
図2 中高解像度画像（非圧縮）

上段は原寸の70%，下段は同340%で表示。上段の図の範囲は、図1を参照のこと。

表2 解像度別・圧縮方法別の画像データサイズ

解像度	非圧縮	可逆圧縮	不可逆圧縮
	BMP/TIFF	TIFF(ZIP)	JPEG
25dpi	0.3MB	0.2MB	0.02-0.2MB
50dpi	1MB	0.6MB	0.2-0.6MB
100dpi	4MB	2MB	1-3MB
200dpi	20MB	8MB	3-10MB
400dpi	70MB	30MB	7-30MB
600dpi	150MB	60MB	13-60MB
800dpi	280MB	105MB	20-140MB

圧縮率を高く設定した場合のデータサイズは、各々7MB前後と20MB前後の値となる。図3a)は、中解像度の画像に不可逆圧縮を適用したものである。図2c)と比べると、輪郭のシャープさがやや失われているが、通常の拡大率であれば十分な視認性が得られている。一方、高解像度の画像は、印刷用やマスターデータとして保存することを用途とするため非圧縮が理想であり、圧縮する場合にはデータの欠損が起らない可逆性の圧縮方法を採用すべきである。図3b)は、800dpiの画像を可逆圧縮(TIFF画像のZIP圧縮)により105 MB前後まで圧縮したものである。図2d)と比較すると、画像精度が低下していないことがわかる。



a) 400dpi 不可逆圧縮 (JPEG) b) 800dpi 可逆圧縮 (TIFF の ZIP 圧縮)

図3 中高解像度画像（圧縮）

上段は原寸の70%，下段は同340%で表示。

その他の試行によると、等高線などの情報をGISのベクトルデータに変換するときには中解像度画像を用いることで十分な変換結果が得られており、また高解像度画像をプリントアウトした結果はコピー機による複写と比べても遜色のない画質であった。以上の試行から、中解像度の画像は主にパソコン上での閲覧用と学術研究用に、高解像度の画像は印刷および保存用として、それぞれ用いることが可能であると結論できる。ここで作成・変換した画像データは、非圧縮はBMPと(raw)TIFF、可逆圧縮はZIP圧縮のTIFF、不可逆圧縮はJPEGというごく一般的なフォーマットであり、データフォーマットの進歩・変化にともなう「技術の陳腐化」「デジタルデータの保存性」に関する問題は小さいと考えられ

る。

(2) デジタル画像化の労力・費用予測

以上の試行結果に基づき、東北大学所蔵の「外邦図」に関してデジタル画像化に必要な労力と費用を、おおまかであるが試算してみる。ただし、今回の作業に使用したスキャナは、紙判の4倍となる特大サイズの地図をスキャンすることが不可能なため、それ以外のサイズの8,988図幅を試算対象とする。

デジタル画像化の作業時間として、スキャン時間は800dpiの場合に1図幅あたり5分程度であり、その後のグラフィックソフトによる加工は、速いもので7分程度、なかには20分以上かかるものもあった⁴⁾。そこで、1図幅あたりの作業時間を15分とすると2,247時間を必要とし、1日の作業時間を8時間とした場合、作業は280日間におよぶ。その人件費として時給を850円とした場合、191万円の費用が必要となる。

また、図幅ごとに低解像度(25dpi, 不可逆圧縮)、中解像度(400dpi, 不可逆圧縮)、高解像度(800dpi, 可逆圧縮)の3通りのデジタル画像を用意するとして、表2に示した各画像の平均的なデータサイズに図幅数をかけ合わせると、計算上は1.2TBの容量の記録媒体が必要になる。さらに、バックアップや特大サイズの図幅もデジタル画像化することを想定した場合、それを超える容量の記録媒体が必要となる。

・ デジタルアーカイブの構築に向けて

先の試算はデジタル画像化に関する部分のみの結果であり、地図庫からの出し入れなどの他に、デジタルアーカイブの構築にさらに多くの労力と費用の投入が必要である。その課題群を表3に整理した。画像入力に関しては、今回着手できなかった特大サイズ(紙判の4倍)の地図や破損の激しい地図のデジタル画像化のために、特別な機器の用意や、事前に地図の補修処置が必要となる。データベースの構築に関しては、メタデータの整備も必要である。東北大学所蔵外邦図に関しては既に目録が刊行されている(東北大学地理学教室2003)ので、この目録情報を利用しつつ、Dublin CoreやResearch Libraries Groupなどに則った標準的メタデータを整備することが必要である⁵⁾。また、デジタル画像

の閲覧・公開などの利用面に関しては、サーバの維持管理に関する一般的(だが厄介)な問題の他に、大容量画像データ配信のための特製ソフトの導入やインタフェースのデザインの検討が必要である。さらに、その利用範囲や利用内容に関して発生する契約や権利の

表3 「外邦図」デジタルアーカイブの構築に向けた課題

デジタル画像化に関して 特大サイズの地図のデジタル画像化 破損が激しい、紙力の弱い地図のデジタル画像化
データベースの構築に関して メタデータの整備・入力 利用(閲覧・公開)の方法に関して 高速ビューワーの導入 Webページのデザイン
大容量データの配信システムの構築 印刷用大判プリンターの導入 権利問題に関して デジタル画像の利用範囲、契約内容

問題について詰めておく必要がある。「外邦図」そのものに関しては、著作権の保護期間を過ぎ、現行の測量法の適用除外であることが関係者の共通認識となりつつある⁶⁾。ただし、デジタル化した画像の利用に関しては、その製作機関と利用者とのあいだで、利用の範囲や内容について契約を取り交わすことが求められる。

ここで紹介したデジタル化試行は、やや高価な大判スキャナを含むものの、民生用機器を使用し、特別の知識や技術を持たない者によるものであった。上記の課題群に対処するために専門家のアーキビストや技術を有する業者と連携できれば、画像入力から学術利用やウェブ配信を想定した本格的なアーカイブ構築は技術的に実現可能であると思われる。「デジタルデータの保存性」についても、大容量のHDDやDVDが低価格で入手可能となってきたため多重バックアップやマイグレーション⁷⁾が経済的に可能となり、「保存性」に関する危険性は低下しつつあると考えられる。

英国の公文書館では、短期のプロジェクト資金を獲得して、大判カメラとデジタルバックなどを購入し、アーキビストや写真家を短期雇用して、デジタルアーカイブを構築している事例がある⁸⁾。そこでは、外部委託を基本とする日本と異なり、デジタル機器を利用して作業を内部化している。従来は、デジタル化においては専門業者への完全委託による莫大な出費が懸念されてきた。

しかし、近年のデジタル機器の大幅な低価格化により、委託すべき業務と内部化可能な作業を適切に選別できれば、これまでよりも安価にデジタル化を実現できると考えられる。以上にみあった事業資金の獲得と専門家や業者を含む体制づくりができれば、「外邦図」のデジタルアーカイブ構築は、実現可能な段階にあると考えられる。

このデジタルアーカイブが構築されると、「外邦図」(現物)の保存性がさらに高まり、学内外への公開の体制も整うため、それをを用いた学術研究・教育に幅広い進展が期待され、研究以外の社会的需要⁹⁾にも応えられるようになるであろう。

付記：デジタル画像化試行は、科研費(14208007)「外邦図」の基礎的研究：その集成および地域環境資料としての評価をめざして(代表：小林 茂)による。村山の英国調査は、科研費(15402026)近世村落における自然環境と資源利用の史的対比研究 - 市場経済形成期におけるイングランドと日本の耕地・共同地(コモンズ)利用形態を中心に - (代表：高橋基泰)による。「外邦図」の科研および研究会のメンバー、とくに源 昌久氏、長岡正利氏、長澤良太氏には、貴重な助言をいただいた。東北大学附属図書館の米澤 誠氏、Essex Record OfficeのRichard Harris氏、Cambridgeshire Heritage Service, FenPast ProjectのDavid Kenny氏には、デジタルアーカイブの基本的な情報をいただいた。以上の方々に感謝します。本稿は、東北地理学会の機関誌『季刊地理学』(第56巻, 163～168頁)に掲載された同名の論文を転載したものである。

注

- 1) デジタルアーカイブ推進協議会のホームページ『デジタルアーカイブ構想』における定義である(http://www.jdaa.gr.jp/prj/prj_main.htm)。
- 2) A0サイズまで対応。画像の色数は最大で256色、解像度はリアルモードで600dpi、補完により最高800dpiでスキャニングできる。購入時(2002年)の定価は170万円であった。
- 3) デジタルアーカイブ推進協議会調査研究部会(2000)によると、高解像度画像は1,000から2,000dpiが目安とされ、また国土地理院の数値地図25000(地図画像)の

解像度は、地図としての画質に耐えるものとして、0.1mm/画素(254dpi)である。本論で設定した高解像度(800dpi)は使用したスキャナの最高解像度であり、中解像度(400dpi)は数値地図25000の解像度を十分に上回るものである。

- 4) 使用したソフトウェアはPhotoshop Element、PCの主なスペックは以下の通りである。CPU: Pentium4 2.8GHz, Memory Size: 2GB, OS: Windows XP Professional
- 5) 記述メタデータとしてDublin Core(<http://dublincore.org/>)、画像データなどのメタデータとしてResearch Libraries Group(<http://www.rlg.org/>)が、それぞれ標準的メタデータとされている。日本では、国立情報学研究所がDublin Coreをもとにした「メタデータ・データベース共同構築事業」を進めている(<http://www.nii.ac.jp/metadata/>)。
- 6) たとえば、1990年に国会図書館から建設省(当時)国土地理院に対して、旧陸軍参謀本部作成の地図の複製に関する著作権・測量法の適用について問い合わせがあり、「陸海編合図」と「兵要地誌図」は測量法の適用を受けないことが確認されている。これから類推すれば、「外邦図」も測量法の適用除外となる。
- 7) マイグレーションとは、データフォーマットや媒体の進歩・変化に合わせてデータを移行することをいう(小川ほか 2003: 255)。今後新たな大容量媒体が開発され、バックアップやマイグレーションのコストがさらに低下することも期待される。
- 8) 筆者のうち村山が、2004年2月、Essex Record OfficeとCambridgeshire Heritage ServiceのFenPast Projectを訪問し、古文書などの画像データベース構築に関して調査した。両者を含む東イングランドの公文書館では、国立宝くじのNew Opportunities Fundの資金を獲得してEESOP(The East of England Sense of Place)というプロジェクトを立ち上げ、デジタルアーカイブを構築中である。両者とも、文字の大きな古文書だけでなく絵図なども基本的に同じ解像度で、大判カメラにデジタルスキャニングバックを取り付けて直接デジタルデータを取得している。担当者によると、最大の課題は資金獲得とのことである。下記のURLから辿るとプロジェクトの成果にふれることができる。
Essex Record Office <http://194.129.26.30/vip8/ecc/>

ECCWebsite/display/channels/archives_museums_channel_835005_Enjoying/index.jsp
Cambridgeshire Heritage Service (FenPast Project)
http://edweb.camcnty.gov.uk/SERV/default.asp?target=heritage/FenPast_index.htm&menu=0&dir=her
New Opportunities Fund (EESOP) http://www.senseofplaceeast.org.uk/

- 9) 東北大学での利用申請実績によると,小説家や旧日本領地居住者からの問い合わせがあった.研究目的以外での潜在的需要もかなりあるものと推察できる.

文献

小川千代子・高橋実・大西愛編著 2003.『アーカイブ事典』大阪大学出版会.
田村俊和 2000.東北大学理学部自然史標本館所蔵の外

邦図.地図情報 20(3): 7-10.
デジタルアーカイブ推進協議会調査研究部会 2000.『デジタルアーカイブへの道筋』デジタルアーカイブ推進協議会.
東北大学地理学教室 2003.『東北大学所蔵外邦図目録』東北大学地理学教室.
長岡正利 1993.陸地測量部外邦図作成の記録.地図 31(4): 12-25.
馬場 章 2003.南葵文庫国絵図のデジタル化とiPalletnexusの開発.月刊IM 42(3): 10-16.
氷見山幸夫・村田久美・谷藤陽子・佐藤太一 2000.中国土地利用・被覆変化情報ベースの開発.北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告 34: 17-29.
源 昌久 2004.地図資料の用紙劣化対策についての一提言(話題提供).外邦図研究グループ:外邦図研究ニューズレター 2: 33-36.