

Title	アメリカ国立公文書館（NARA）所蔵の空中写真標定図 ： GIS を用いたマップ検索システム構築に向けて
Author(s)	佐藤, 廉也; 李, 宝峰; 高橋, 司
Citation	待兼山論叢. 日本学篇. 2018, 52, p. 1-17
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/76082">https://hdl.handle.net/11094/76082</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# アメリカ国立公文書館（NARA）所蔵の 空中写真標定図

—— GISを用いたマップ検索システム構築に向けて ——

佐藤廉也・李宝峰・高橋司

キーワード：空中写真／標定図／NARA／アメリカ合衆国／GIS

## 1. はじめに

アメリカ合衆国の首都ワシントンD.C.郊外（メリーランド州カレッジパーク）に位置するアメリカ国立公文書館新館（National Archives, Records and Administration at College Park、通称NARA Archives II）には、過去にCIA（中央情報局）やDIA（国防情報局）、NIMA（国家画像地図局、現在のNGA国家地球空間情報局）を始めとする連邦政府の国防・諜報機関や地図作製機関によって、軍事・偵察・測量目的で撮影・収集された膨大な数の空中写真がアーカイブ化・公開されている。地域別に整理され、マイクロフィルムに収められた標定図にアクセスし、そこに記載されたコード記号をカタログからたどってリクエストすることによって、当該空中写真のフィルム原版を取り寄せ館内で閲覧することが可能となっており、必要に応じてスキャニング・写真撮影などの方法でフィルムを複製し、データを持ち帰ることもできる。これらは20世紀以降の軍事・国際政治・外交史や測量史上の貴重な資料であるばかりでなく、過去の土地被覆や土地利用を復原するためのデータとして研究に活用することが可能である（小林ほか2009；長澤ほか2009；小林2011；Sato et al. 2016）。一方で、これらの空中写真は従来、NARAに足を運んでマイクロフィルムにおさめられた標定図を検索・閲覧しなければ、必要とする地域・年次の空中写真の存在すら確認することができず、また標定図

から検索記号をたどって目標の空中写真フィルムをリクエストした後、3日程度到着を待たなければならないなどの不便さもあった。

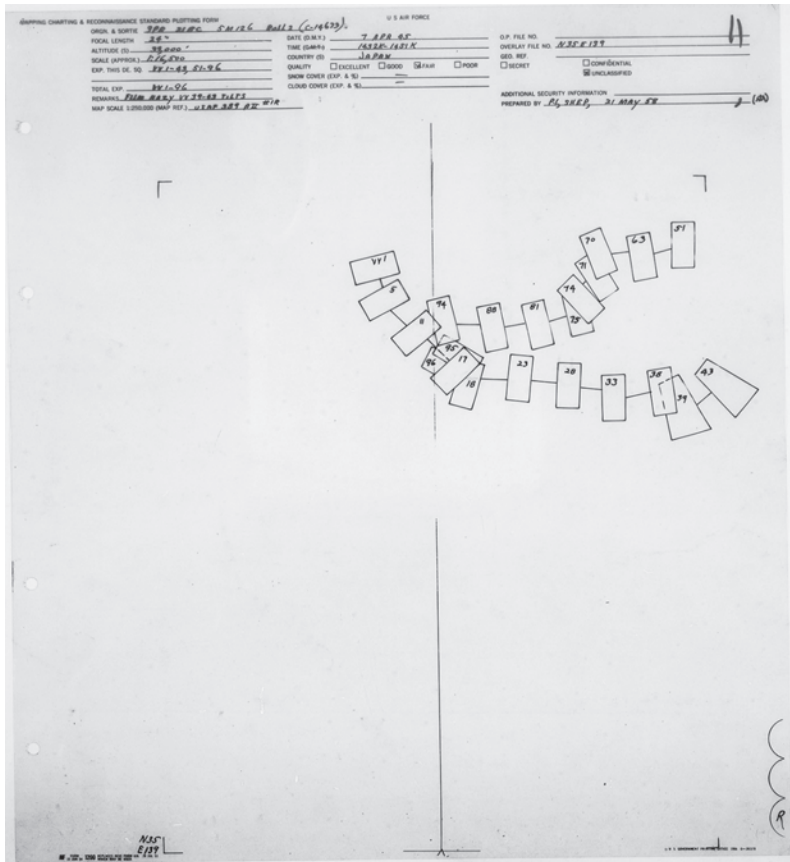
ところが、近年マイクロフィルム標定図とコード記号検索のためのカタログデータのデジタル化がすすみ、それらの多くがNARAのウェブサイトで公開されるに至り、日本にいながらにして標定図の検索閲覧が可能になるなど、利便性が増しつつある。しかしながら、NARAサイトには地図で位置を確認しながら検索するマップ検索の機能はなく、全世界を対象に膨大な数量を有する空中写真アーカイブの全貌は未だ把握しづらい状況にある。筆者らは、2018年3月にNARAで空中写真アーカイブ調査をおこなった際に、20万点を超える全世界の標定図のデジタルファイルを全て複製し、データを持ち帰った。標定図は緯度経度1度の範囲で区切られてフライトごとに整理されており、このデジタル標定図の内容を精査することによって、全世界のどの地域にどの程度空中写真が存在するのかを把握することが可能である。

筆者らはGISを用いてこれら全ての標定図を地域ごとに集計・整理し、NARA所蔵の空中写真の全容を可視化することを目標に、2018年5月から共同で作業を開始した。2018年8月末の時点で、北アメリカ大陸部（アメリカ合衆国およびカナダ）を除く全ての地域の標定図の集計作業を終えている。本稿は、NARA空中写真アーカイブの現状と、マップ検索システム構築に関する筆者らの構想の概略を記述することを目的とする。次章においてNARAにおける空中写真調査の現状について略述した後、第3章以下では筆者らが進めている作業の詳細とその狙いについて述べ、さらに現在までに把握できたNARA所蔵空中写真の分布に関する特徴について記述し、最後に今後の展望を述べる。

## 2. NARAにおける空中写真閲覧の手順

NARAの空中写真関連資料にアクセスするには、カレッジパークのArchives IIの3階図面閲覧室において、閲覧したい空中写真の取り寄せに必

要な情報を調べ、閲覧申請する必要がある。図面閲覧室は地図・空中写真の閲覧・複製などをおこなうセクションであり、地図類の多くは館内に収蔵されているため、申請当日に閲覧することができるが、空中写真フィルムはカ



第1図 標定図の例（北緯35度／東経139度、関東地方）

ンザス州レネックサの倉庫に冷凍保存されており、申請後に空輸される。そのため、申請してから閲覧するまでに3日ほど待たねばならない。

空中写真の場合、通常はまず目標とする地域に空中写真が存在するかどうかを調べる必要があるため、まず標定図にアクセスすることになる。標定図は前述のように緯度経度1度ごとの範囲に区切られてまとめられ、フライト

ごとに1枚ずつマイクロフィルムに収められている。1本のマイクロフィルムリールには、平均して約800枚の標定図が収録されており、北緯・南緯・東経・西経ごとに、緯度経度順に並んでいる。リールの箱に記載された緯度経度範囲を見て、目当ての範囲を含むマイクロフィルムリールを取りだし、室内に備え付けられたリーダーで閲覧する。近年、このマイクロフィルム標定図は全てデジタルスキャンされ、リール現物を取り出すことなく、図面閲覧室のパソコンで利用することが可能になった。デジタルファイルを持参したUSBフラッシュメモリに複製することも可能となっている。

第1図は北緯35度～36度、東経139度～140度の範囲（関東地方南部）を撮影した写真の標定図の例（以後、上記の範囲であれば「北緯35度／東経139度」のように記す）を示しており、米軍機による東京空襲のあった1945年4月7日に撮影されたものである。図中の4隅のカッコ（「」）が緯度経度1度の区切りを示しており、この4点をコントロールポイントとして容易にジオリファレンスすることができ、グーグルマップやオープンストリートマップ（OSM）を背景としてオーバーレイ表示することによって、正確な撮影範囲を特定することができる。第2図は、第1図で示した標定図をジオリファ



第2図 標定図の OSM へのオーバーレイ  
 (第1図の標定図を OSM にオーバーレイしたもの)

レンズしてオープストリートマップにオーバーレイし、透過率70%で表示したものである。現在の狭山市付近から撮影が開始され、武蔵野市・三鷹市付近から東に進み、東京都の千代田区付近を通して習志野市まで撮影した後に、北上して柏市から南西に向かって板橋区を通り、小平市付近まで96枚の写真が撮影されたことがわかる。図上では写真は数枚ごとに標定され図示されているが、現物はオーバーラップした連続写真で組写真による実体視が可能であると推定される。

個々の標定図の上部には写真および撮影に関する情報が記載されている。写真によっては省略・欠落もあるが、記載事項は、フィルムの記号番号（元の撮影・管理組織によって付けられた記号番号）、カメラの焦点距離、撮影

高度、縮尺、フィルムのコマ数、撮影日時、撮影国、写真の質（雲量などの状況に応じて4段階で表記）などである。記載された記号は撮影・収集した組織（CIA、DIAなどの省庁）ごとに付したIDで、これをもとにデジタルカタログで検索し、対応するNARAのコード記号（通常はバーコードと呼ばれる8桁の数字）を調べ、これをリクエストカードに

**COLD STORAGE REQUEST FORM**

Requests are limited to 10 cans per day per researcher.

Submit Request	Order Placed	Cans Available for Use**
Monday	Tuesday	Thursday Morning
Tuesday	Wednesday	Friday Morning
Wednesday	Thursday	Monday Morning
Thursday	Monday	Wednesday Morning
Friday	Monday	Wednesday Morning

\*\*Time available may be longer depending on the condition of the film and the amount of repair necessary.

NARA CAN #	Barcode #	NARA REQUESTER	CUSTOMER/VENDOR	REQUEST DATE
0N70639	10191483	10194585	(156294) Renya SATO	Mar 7, 2018
70644	10191490	10196580	"	"
70650	10191500	Barcode	"	"
70687	10191460	Barcode	"	"
70688	10191458	Barcode	"	"
70691	10191472	Barcode	"	"
70696	10191479	Barcode	"	"
70698	10191461	Barcode	"	"
70703	10191466	Barcode	"	"
70707	10191463	Barcode	"	"

第3図 NARAの空中写真リクエストカード  
 (上部には申請から到着までの所要日数が記されている)

転記して申請する（第3図）。空中写真フィルムの現物は前述のようにカンザスにあり、申請後到着まで3日間待たなければならない。また、一度に申請できる缶数は最大10缶となっており、それらを返却するまで次の缶を閲覧することはできない。

缶が到着すると、閲覧室内に備え付けられた空中写真専用閲覧台を使って空中写真フィルムを閲覧できる。これらはカメラやスキャナなどの機材を持ち込んで必要に応じて撮影・複製することができる（第4図）。最近になって閲覧室に共用のデジタルスキャナーが備え付けられ使用できるようになったが、スキャンに時間を要する上に混雑時には使用できないことがあるなど、利便性はまだまだあまり良くないようである。

空中写真に限らず、NARAに収蔵されている資料は連邦省庁の組織ごとに大きく分けられて保存されており、その分類単位はレコードグループ（RG）と呼ばれる。空中写真の場合、レコードグループを見ることによって、写真の由来や背景、撮影目的を推測する際のヒントが得られる。カタログの調査によると、NARA空中写真の圧倒的多数はDIA（RG373）に属するもので、CIA（RG263）やNIMA（RG537）などの組織が続く。このことは、とくに



第4図 空中写真フィルムの写真撮影

あったことを示唆する。例えば、1950年代から60年代にかけて中国、ソ連、キューバなどで撮影されたU-2偵察機による空中写真はCIAによるプロジェクトでRG263に分類される。一方、第二次大戦後米軍によって接收された旧日本軍撮影の空中写真はDIAの所

管となっており、RG373である。

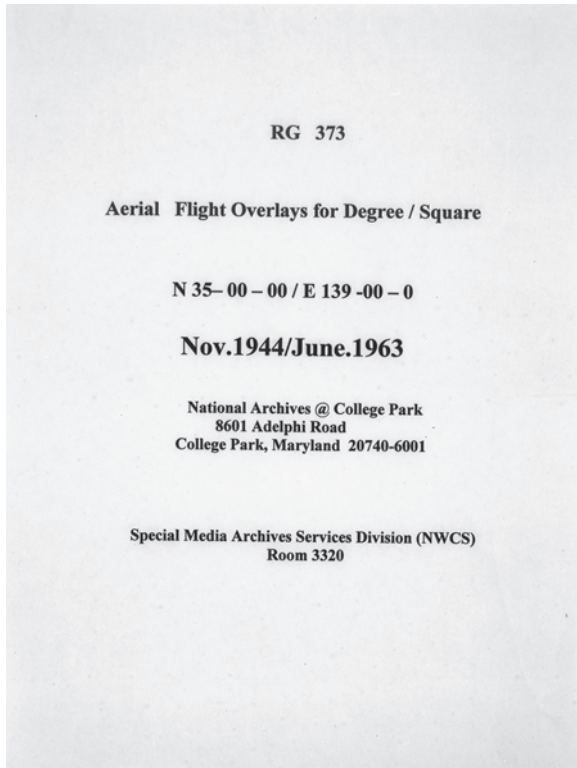
以上、NARA空中写真を閲覧する際の手続きについて略述した。特定の地域・時代の空中写真を探したい場合、直接NARAに出かけて標定図を調査してオーダーする場合、フィルムの現物にたどり着くまで数日を要するし、標定図調査の結果、欲しい地域の写真がないとわかることもあり得る。空中写真にたどり着いたとしても、フィルムを写真撮影するなどしてデータを持ち帰るまでには、相当の時間を要する。土日は休館日で作業ができないことを考え合わせると、最低でも10日間の日程を確保しないと調査は不可能である。しかし、もし標定図の調査からオーダーに必要なバーコード検索までを現地に行かずとも出来るとすれば、短期間の調査で大きな収穫を上げることも可能になり、調査の利便性が飛躍的に向上するはずである。また、比較的広域の空中写真を必要とする研究の場合、現地に行かなくとも標定図の調査ができれば、研究の見通しを立てる際の利便性も大きく向上するだろう。筆者らが標定図のマップ検索システムの構想に至ったのは以上の理由であり、次章ではそのあらましと手順について述べる。

### 3. マップ検索システム構築に向けた試行作業

筆者らは、将来的に標定図をGIS上でマップ検索できるようなシステムを作成・公開することを構想し、その第一段階として、緯度経度ごとに標定図の枚数を数えて集計し、GIS上で可視化することを試みた。本章では、現在までにおこなった手順を記述する。GISは基本的にQGIS（ver. 2.8）を用いている。

まず、緯度経度から該当する範囲の標定図に迅速にたどり着けるように、NARAで取得した標定図デジタルファイルを整理する必要があった。NARAの標定図デジタルファイルは、合計345本のマイクロフィルムリールの内容を順にデジタルスキャンしたものであり、元のリール1本ごとに、リール内の全コマの内容が1つのフォルダに収められている。第1図に見るように、1



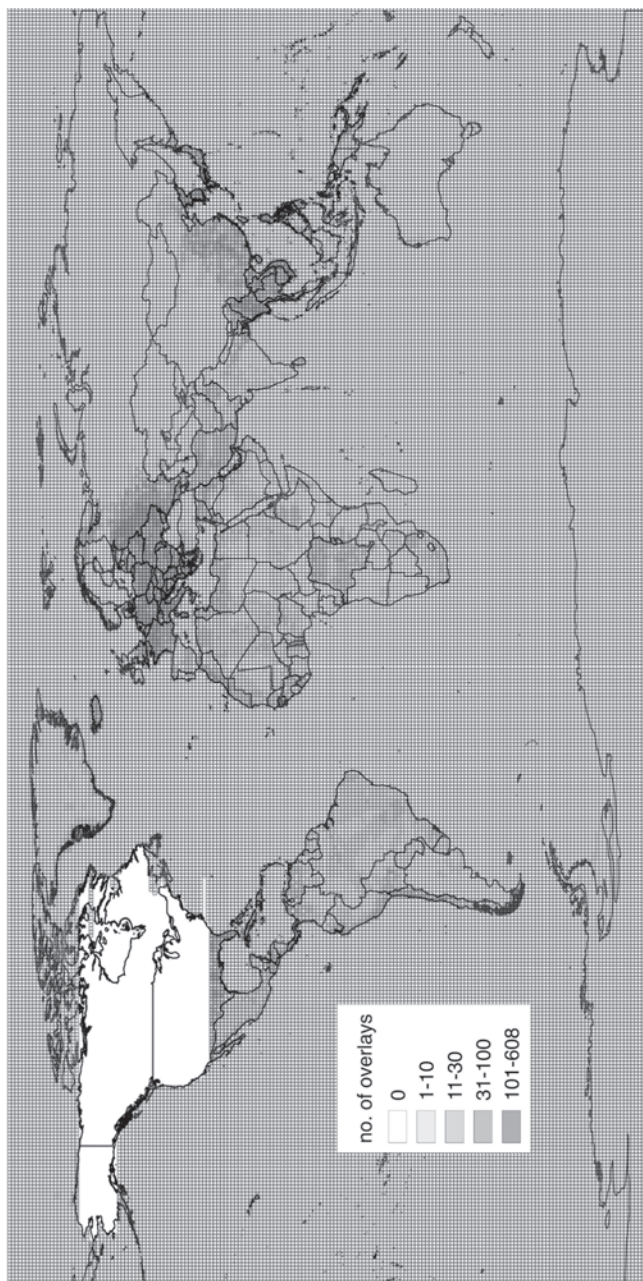


第5図 標定図ファイルの表紙例  
(北緯 35 度／東経 139 度、関東地方)

枚の標定図は緯度経度各1度の範囲で区画されており、同一範囲ごとにまとめられている。同一の範囲にまとめられた標定図の先頭には、該当する緯度経度記号と撮影年月の時期（最も古い撮影年月と最も新しい撮影年月）が記された表紙が付けられている（第5図）。緯度経度区画の並び順は、例えば北緯10度では、北緯10度／東経0度から始まって北緯10度／東経179度ま

で順に並び、それに続いて北緯11度／東経0度から北緯11度／東経179度までというように、規則的に並んでいる。ただし1つのリール（フォルダ）にはR-001のような記号が付されているのみであり、フォルダ名から範囲を特定できない（1つのフォルダには平均830個のファイルが格納されている）。そこで、フォルダ名を「R-001 (N33, W82～N33, W91)」のように、1つのフォルダの中身のファイルの範囲がわかるようにインデックス化した。これで、目標とする緯度経度の標定図に簡単にアクセスできるようになった。

次に、「緯度経度1度の範囲ごとに、どの範囲に何枚の標定図があるか」をGIS上で一覧する仕組みを作成することを試みた。標定図の枚数はすなわ



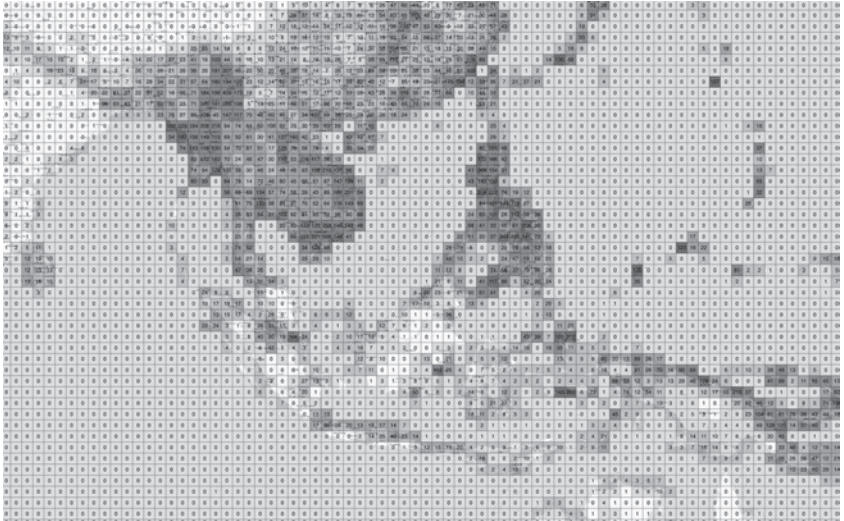
第 6 図 標定図数の階級表示

ち空中写真撮影のためのフライトの回数を示すものと言える。世界のどの地域に何枚の標定図が存在するかを一覧することができれば、NARA所蔵空中写真の全貌を俯瞰することができ、目標の地域の写真を探したい時の利便性は飛躍的に増すだろう。

まず、QGISのベクタグリッド作成ツールを用いて緯度経度1度ずつの範囲に区切られた世界1度メッシュを作成した。このツールには、メッシュをラインデータとポリゴンデータいずれかを選択することができ、本作業ではメッシュごとにデータを格納できるようにポリゴンデータとした。ポリゴンは合計64,800個あり、全てのデータは1つのシェープファイルとなる。このファイルのデータフィールドをcsvファイルとして出力し、各ポリゴンに該当する緯度経度範囲の標定図枚数を数えて入力した（入力作業はマイクロソフトエクセル上でおこなっている）。標定図枚数を入力したcsvファイルは適宜QGISにインポートすることによって、入力済みのメッシュにおける標定図枚数を地図表示することができる。

この作業は継続中だが、8月末の時点でアメリカ合衆国とカナダの大陸部を除く全域について完了することができた。この時点で、全世界のうち9,033個のメッシュにおいて少なくとも1点以上の標定図が存在し、最も標定図枚数が多かったメッシュ（北緯38度東経127度、北朝鮮・韓国国境付近）では合計608点もの標定図が確認された。第6図は標定図の枚数で階級区分表示した全世界の分布図である。東アジア、東南アジア、ウラル以西ロシアを含むヨーロッパなど、20世紀以降のアメリカ軍事外交史において重要な地域に撮影が集中している一方、全世界に広範囲に空中写真が分布することが読み取れる。また、太平洋や大西洋、北極圏の島々の多くにも空中写真が存在することがわかった。南極半島など、南極大陸の一部にも見られる。

第7図および第8図には、東南アジアとアフリカを例にとり、メッシュごとの標定図の枚数を表示した。これらは、該当する地域内のポリゴンをQGIS上で選択して新規シェープファイルに切り出すことによって、地域ごとあるいは国ごとのファイルとすることもできる。このような処理によって



第7図 東南アジアの標定図数分布

地域ごとの集計作業を容易におこなうことができる。この方法によって東南アジア（バングラデシュ、アッサム、ブータン、アンダマンを含めている）を切り出し概要を見たところ、全陸地をカバーする841メッシュ中719のメッシュ（85.5%）に少なくとも1つ以上の標定図が存在し、標定図数の合計は30,312であった。標定図が最も多く見られたメッシュはミャンマー北東部（北緯23度／東経97度）の409枚であった。89のメッシュにおいて、100枚以上の標定図が存在する。他地域と比べ、東南アジアは大半の範囲において空中写真が見られ、とくに大陸部とフィリピンは量が多い。第二次世界大戦から戦後までを通して、アメリカにとって東南アジアが戦略上きわめて重要な地域であったことを反映していると言えるだろう。

#### 4. アフリカ空中写真の特徴

ここではアフリカを例にとって、NARA 空中写真アーカイブの分布特徴についてごく簡単に触れておく。アメリカの外交史上の重要性の低さを反映し



共和国における撮影の大半はザイール独立とコンゴ動乱よりずっと以前の、ベルギー領コンゴ時代の1940年代後半から1950年代前半にかけておこなわれていることがわかった。

この背景には、核開発の歴史が存在することが明らかである。1944年に米国・英国はベルギーと秘密協定を交わし、以後10年間、ベルギー領コンゴにおけるウラン鉱石は米国・英国が独占することとした。当時は広島・長崎に投下された原爆を含め、核開発に用いられたウランの大半がベルギー領コンゴで産出されており、米国にとってコンゴはウラン供給地としてきわめて重要な地域であった（Williams 2016）。

次にガーナに目を転じると、現在の首都アクラを含むメッシュ（北緯5度／西経0度）には14枚の標定図があるが、個々の標定図を確認すると、撮影は1942年から1946年の間に限定され、しかも撮影範囲はアクラ南東部に集中している。検証が必要だが、この時期は植民地独立運動が組織化されつつあった時期で、撮影範囲に含まれる地区には後の初代大統領となるクワメンクマルの隠れ家があったとのことである。このように、NARAに所蔵される空中写真は、少なくとも地域によっては測量よりも軍事・偵察目的のものが多く考えられ、そのため地表を広範にカバーする撮影よりは、ピンポイントで目標を狙ったような撮影が目立っている。

## 5. 今後の作業と展望

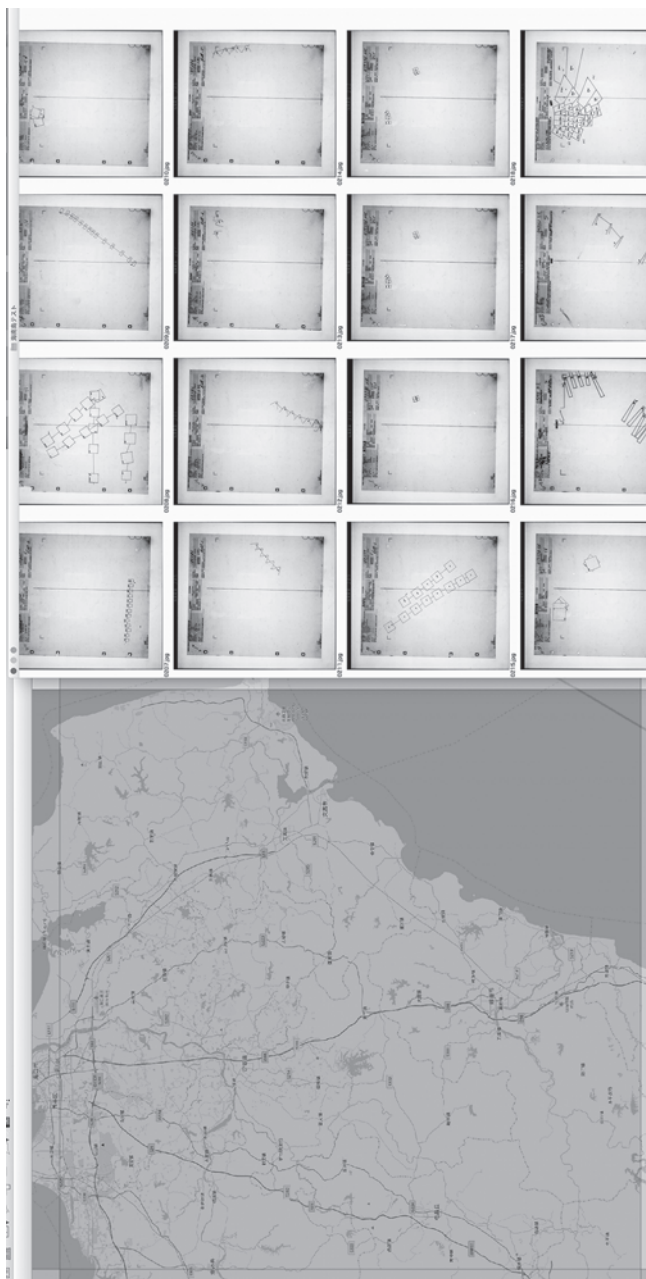
本研究は、NARA空中写真のマップ検索システム構築によって今後のアーカイブ調査の利便性を大きく向上させることと、アメリカ合衆国の空中写真撮影の歴史研究の可能性を開くことという2つの目標を将来に見据えたものである。

GISにおいてマップ検索をしながら空中写真の必要な地域にたどりつき、その場所のメッシュをクリックすることによってデジタル標定図にリンクさせるシステムを構築し、それをWebGISを通して公開できれば、これまでの

ようなNARAでの作業の手間は大幅に軽減され、短い現地滞在日程でも目標の空中写真データを取得することができるようになるだろう。実現に向けて今後必要となる作業は以下の通りである。

まず、WebGISのプラットフォームをどうするかという問題がある。できるだけコストをかけずに簡便な方法で公開することを考えると、LeafletなどのJavaScriptライブラリを用いてウェブブラウザで表示できるように変換し、それを大学のサーバーから公開する方法などが考えられる。GISファイルをWebGISに変換する形式については近年めざましい進歩があり、いくつかの選択肢があり得る。これらの選択についてはメリットとデメリットを検討した上で今後判断したい。いずれにせよ、地図検索の利便性を向上させるには、求める地点の特定がしやすい背景地図を選ぶことが重要である。背景地図としてオープンストリートマップなどを表示させれば、目標とする範囲を地図上で容易に特定することができるようになるだろう。

理想的には全ての標定図をジオリファレンスして正確に背景地図に重ねることが考えられるが、数十万枚の標定図のジオリファレンス作業は現段階で自動化する方法がなく、手作業でおこなえば膨大なコストがかかることを考慮すると非現実的であろう。利便性を犠牲にすることなく比較的成本の低い方法として、緯度経度メッシュのポリゴンを該当する標定図が収められたフォルダにリンクさせ、クリックすればフォルダ内の画像サムネイルが新規ウィンドウで表示されるようなシステムであろう（第9図）。これには緯度経度1度ごとのフォルダ（標定図のない範囲も含めれば64,800個のフォルダ）を作成し、該当する標定図を各フォルダに格納する必要がある。これらのフォルダ作成やリンクの作成は膨大な数になるものの、連番のフォルダを自動作成するアルゴリズムなどを用いて簡単に作成可能であり、実現性は高い。本稿の射程はもちろん地図検索システム構築に限らない。アーカイブを用いた研究の可能性は多方面に開かれている。動力飛行機による空中写真撮影が始まって以来現在に至るまで空中写真撮影の先進国であり続けた米国の空中写真アーカイブの詳細な調査によって、米国の軍事・外交史や地図・測量の歴



第9図 ネットワークと標定図のサムネイル表示イメージ



史研究にも大きく貢献できる可能性があると言えるだろう。

[付記]

本研究の実施にあたってJSPS科研費(15H05131 および 15K03013)を使用した。

[引用文献]

小林茂(2011)『外邦図 一帝国日本のアジア地図』中公新書。

小林茂・渡辺理絵・鳴海邦匡(2009)「アジア太平洋地域における旧日本軍および関係機関の空中写真による地図作製」小林茂編『近代日本の地図作製とアジア太平洋地域 一「外邦図」へのアプローチ』大阪大学出版会：228-245。

長澤良太・今里悟之・渡辺理絵・岡本有希子(2009)「アジア太平洋地域における旧日本軍および関係機関の空中写真による地図作製」小林茂編『近代日本の地図作製とアジア太平洋地域 一「外邦図」へのアプローチ』大阪大学出版会：70-79。

Sato,R., Kobayashi, S. and Jia, R. (2016) Aerial photographs of mainland China acquired by U-2 spy planes: Their characteristics and potential uses. *TELEDETEKCAJA ŚRODOWISKA* 54:61-74.

Williams,S. (2016) *Spies in the Congo: The race for the ore that built the Atomic bomb*. Hurst & Company

(文学研究科教授／大学院博士前期課程学生／大学院博士前期課程学生)

## SUMMARY

Overlays of Aerial Photographs Archived at National Archives, Records  
and Administration at College Park (NARA Archives II):  
Toward Construction of a Geographic Retrieval System by GIS

Ren'ya SATO, Baofeng LI and Tsukasa TAKAHASHI

This article aims to show outlines of authors' plan to construct a geographic retrieval system of aerial photographs archived at National Archives, Records and Administration at College Park (NARA, Archives II) using digital overlay files made and released at NARA.

In NARA, enormous amount of aerial photographs, which had been taken or collected by US federal organizations such as CIA and DIA for the purpose of military affairs, reconnaissance and surveys, are archived and released for public use. Recently digitizing of overlays and catalogues for users' search has been proceeded and convenience for archival research has been greatly improved. However, current search system at the NARA website doesn't have function to search target photographs on a map, and therefore the whole picture of the NARA aerial photo archive is difficult to grasp.

In May 2018, authors began works for processing, arranging and aggregating digital overlays data using GIS, to visualize the whole picture and regional details of the NARA aerial photograph archive. By the end of August, authors completed to count the number of overlays by every latitude/longitude one degree mesh and to input them to GIS files. In this paper, authors described details of the procedure as well as current findings and future prospects.