

## 時系列地形図閲覧ソフト『今昔マップ』（首都圏編）の開発

谷 謙二（埼玉大学）

### I はじめに

本研究の目的は、地形図を時系列的に表示するソフトの教育現場への応用可能性を検討し、さらにその開発の経過を詳細に報告することである。

従来GISの教育現場への普及の問題点としてあげられていた、コンピュータなどのハードウェアや、高価なソフトウェア・地図データの問題は、現在かなり解決されつつあると考えられている（福田・谷, 2003; 南塾, 2003）。しかしながら、これまで初等・中等教育においてGISを利用してきた教員はコンピュータに詳しい一部の教員に限られており、それに続く利用者層の拡大が必要である（小橋, 2005）。従来のGISを利用した教育実践の報告の多くは、生徒自身によるGISの操作に重点を置いたものがほとんどであった。しかしながら、生徒自身がGISを操作する授業はかなりの時間を必要とし、教員側の準備にかかる負担も大きいのが実際である。したがって、今後は生徒自身が利用するGISだけでなく、閲覧・資料提示型のGISを検討する必要があると考えられる（谷, 2005）。

地図の閲覧を目的としたソフトは、市販ソフトやフリーウェアなど様々なソフトが存在する。世界地図を閲覧するものとしては、Microsoft社の「Encarta総合大百科」、日本地図を閲覧するものとしてはアルプス社の「プロアトラス」、ゼンリンの「電子地図帳Z」などがあり、教科書会社からも東京書籍の「GreenMap」などが出されている。また、杉本智彦氏によるフリーウェア「カシミール3D」は、標高データの上に地形図を重ねて表示することができる。さらに2005年には、地球儀上に衛星画像を表示するNASAの「World Wind」やGoogleの「Google Earth」がフリーウェアとして登場し、今後の地理教育への活用が期待される。

こうした地図や衛星画像の閲覧を目的とするソフトの多くは、現代の情報を扱っているが、過去の地図と現代の地図を比較できるソフトも存在する。エーピーカンパニーの「江戸明治東京重ね地図」は、東京の町並みを3つの時期で比較できる。日本地図センターの「School GIS（4次元GIS）」は、ユーザー自身でスキャン作業を行う必要があるものの、過去と現在の地形図と比較することができるソフトである（小堀, 2001; 伊藤, 2002）。またWEB上では、金沢と高田の江戸時代の絵図と現在の地形図を重ねて表示する、「歴史地図データベース」<http://web.kanazawa-u.ac.jp/~geogr/staff/kamiya/hismap.htm> が公開されている（神谷, 2002）。

過去の地図としては、近代以前の絵図なども存在するが、同一の形式で長期にわたって利用できる地図として国土地理院発行の地形図が有効である。地形図は地理の授業の基本的な資料であり、中学校、高等学校、大学などで幅広く活用されている。そうした中で新旧の地形図の比較は、地域の変化を知るための方法として用いられている。中学校の学習指導要領の解説では、新旧の地図を比較することが述べられており、高校の地理A・Bの教科書の多くに新旧の地形図を比較して地域の変化を読み取るページが設けられている。さらに大学入試センター試験にも新旧地形図を比較する問題がしばしば出題されていることから、受験指導上も重要である。新旧地形図を比較する教材としては、紙地図によるものや前述のSchool GISのほか、石澤(2002)のOHPに印刷して重ね合わせる手法なども提案されている。

最新の地形図に関しては、国土地理院のホームページの「地図閲覧サービス（試験公開）」で閲覧することができる。しかし旧版地形図に関して

表1 必要な機能

- a. 図郭にとらわれずシームレスに移動する
- b. 自由に拡大縮小する
- c. 新旧の地形図を切り替えて表示する
- d. 標高を色分けして重ねて表示する
- e. 地名から位置を検索して表示する
- f. 地図上にマーカーをつける
- g. 凡例・スケールを表示する
- h. 画面に表示してある範囲を印刷する

は地形図の図歴が閲覧できるものの、地形図自体は画像データとして公開されていない。したがって旧版地形図を入手するには、国土地理院に対して謄本交付申請を行わなければならないが、一般の教員にとっては敷居が高いと考えられる。申請時の手数料についても、白黒コピーで1枚500円、カラーコピーで2400円と、市販されている最新の地形図に比べてかなり割高となっている。他に旧版地形図を集めた地図集も刊行されているが、高価なため一般の教員が購入できるものではない。

国土地理院では、第6次基本測量長期計画（平成16年～25年度）において、旧版地形図についてデジタルアーカイブ化し、インターネット等で提供することを目標に掲げている。すなわち、明治以降の4時期の都市計画区域の旧版地形図を5年次で50%整備し、10年次で100%整備するというものである。これが整備されれば教育上かなりの効果を持つと考えられるが、整備完了まではまだ時間が必要であり、また4時点というのは地形図の発行間隔から考えると少なすぎるのではないだろうか。

このように、過去の地形図と現在の地形図を比較することは重要な地理的技術の一つであるが、教員自身で教材を準備することは容易でなく、また地形図の図郭の範囲にとらわれずに自由に地図をスクロールでき、かつ現在と過去を自由に替えられる閲覧を目的とした既存ソフトは見あたらない。したがって、ソフトとデータの整備が必要な領域と言える。

## II 時系列地形図閲覧ソフトの機能と対象領域・時期

### 1. 必要な機能

新旧地形図を閲覧するソフトとしては、最低限表1のような機能が必要である。もちろん表1よりも高度な機能、たとえば3D表示や分析機能、他のソフトとの連携機能などがあるとより便利であるが、その分操作が複雑となり、プログラム作成に時間がかかるなどの問題がある。そこで今回は表1の内容に限定して開発を行うこととした。

地形図を1枚ずつスキャナで取り込んだだけでは、隣接する図郭を見ることができないだけでなく、1枚あたりの画像ファイルの容量が大きくなり過ぎ、スムーズな閲覧が困難である。そのためa.の機能が必要となる。地形図の一部を強調したり、広く概観する場合b.の機能が必要となる。ただし、地形図はスケールに応じて総描が行われているので、同一の地形図を拡大した場合は情報量が少なくなり、逆に縮小すると文字の読み取りなどが困難になる。縮尺に応じて20万分の1、5万分の1、2万分の1、1万分の1地形図のデータを用意し、拡大すると大縮尺の地形図が表示され、縮小すると小縮尺の地形図が表示されるのが最も適切である。しかしそれぞれのスケールの地形図のデータをすべて用意するのは膨大な労力が必要となるので、今回は2万5千分の1地形図のみを使用して拡大縮小する。c.の機能はソフトの目的として必要な機能であるが、実装方法としては同じ画面で切り替えて表示する方法と、二つの画面で同時に異なる時点の地形図を表示する方法とがある。今回はソフト開発の容易さから前者の方法を採用する。

d.の標高データとの重ね合わせについては、地域の変化が激しい都市地域では、等高線を読み取ることが容易でないことから必要な機能である。また地形図を使用したソフトを公開するには、国土地理院に対して測量成果の使用申請を行う必要があるが、その場合元の地形図と全く同じものではデッドコピーと見なされて許可を得られない。したがって何らかの加工を施す必要があるが、今回のソフトでは標高データを重ねることで許可を得ることとした。ただし標高データについては現在のデータを利用するしかないため、過去の地形図と重ねた際には海面が埋め立てられたり、住宅地開発など大規模な地形改変があった場所ではズ

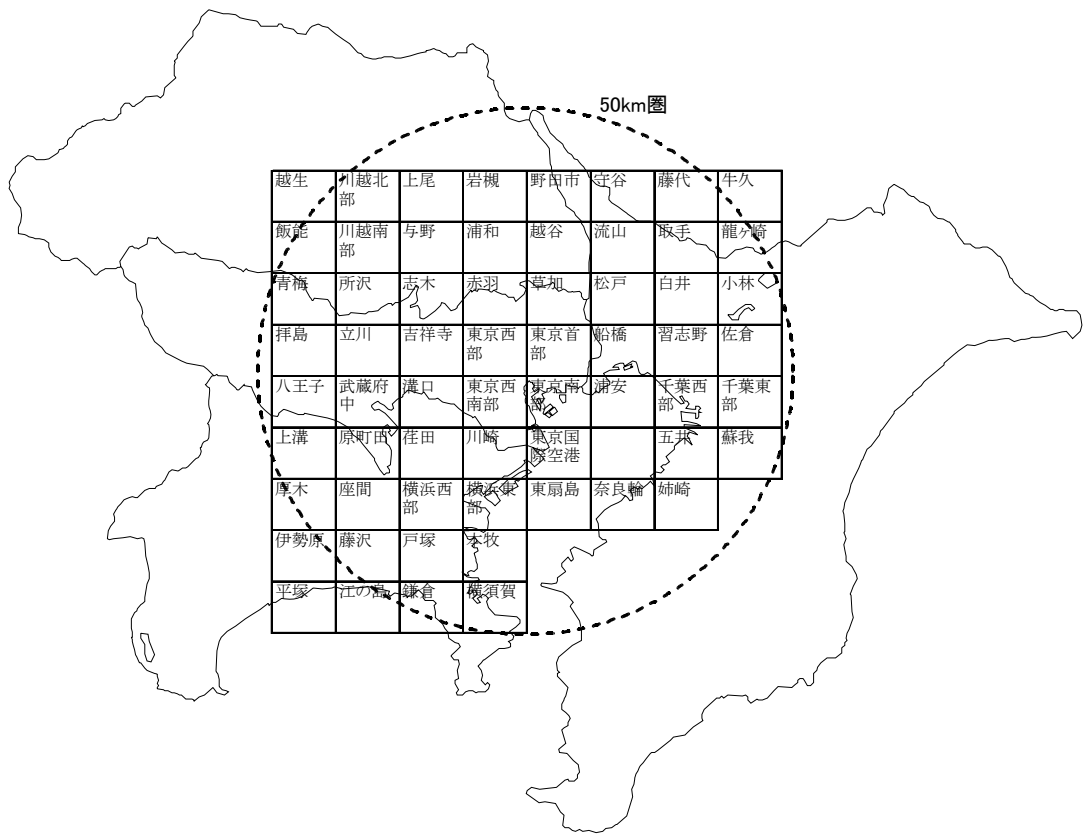


図1 対象とする1/25000地形図の範囲

表2 地形図の取得年次

	測量等の年次	図幅数	色
I 期	1917-24年(大正6-13年)	42	白黒
II 期	1927-39年(昭和2-14年)	52	白黒
III 期	1944-54年(昭和19-29年)	47	白黒
IV 期	1965-68年(昭和40-43年)	61	カラー
V 期	1975-78年(昭和50-53年)	61	カラー
VI 期	1983-87年(昭和58-62年)	62	カラー
VII 期	1992-95年(平成4-7年)	62	カラー
VIII 期	1998-2005年(平成10-17年)	62	カラー

レが発生する。

a. やb. の機能が実装されても、広い領域のデータを持っていると目的の場所をピンポイントで探し出すには時間がかかる。そのためe. の機能のように地名から位置が指定できると便利である。またよく見る場所には、f. の機能のようにマーカーをつけておけばすぐに移動できる。

地形図自体を表示するほかに、g. のように凡例

やスケールを表示する必要がある。古い地形図では、地図記号が現在のものと異なるため、時期ごとの凡例を用意する。スケールは拡大縮小しても距離が分かるように、常に表示されている必要がある。さらに授業では生徒に地形図を印刷して配布することも考えられるため、h. の印刷機能が必要である。

## 2. 対象領域および時期

今回の開発では、2万5千分の1地形図をおおむね東京大都市圏の50km圏の領域を対象として地形図画像データを整備することにした。2000年国勢調査によると、東京50km圏には日本の総人口の約1/4にあたる3072万人が居住しており、少ない作業量で多様な需要にこたえることができる。図1は対象範囲と現在の2万5千分の1地形図図幅名を示したものである。

対象とする時期については、表2の8時点を設定した。Ⅲ期からⅣ期にかけては若干期間が開いているが、それ以外は約10年間隔となっており、地域の変化を細かく捉えることができる。対象領域内で使用した図幅と時期の詳細について表3-1, 2に示した。

明治期の地形図は2万分の1の縮尺で整備されていたが、大正時代からは2万5千分の1の縮尺で整備されるようになった。しかし当初は整備された地域は限られており、1964（昭和39）年の第二次基本測量長期計画で2万5千分の1地形図の全国整備が開始され、全国整備が完了したのは1983年である（清水, 1984; 日本地図センター, 2005）。表2でⅢ期までの図幅数が40~50と少ないのは、未整備地域が多かったためである。ただし対象領域においては、戦前に2万5千分の1地形図が作成されていなかった地域でも、1952~62年の間には最初の2万5千分の1地形図が作成されている。Ⅳ期以降になるとカラーの図面となり、さらにⅧ期になると「平成14年2万5千分1地形図図式」に変更された図幅が登場し、レイアウトがかなり変化した。図法については、Ⅲ期までは多面体図法で、Ⅳ期以降はUTM図法と変化している。多面体図法の詳しいパラメータは不明であるが、厳密に位置あわせが必要のない用途であれば、重ね合わせることが可能である（後藤, 2003）。

地形図以外には、数値地図50mメッシュ（標高）、数値地図25000（地名・公共施設）を使用した。

## Ⅲ 開発の流れ

### 1. 事前の準備

開発にあたっては、地図データ、ソフトウェア、

ハードウェアの整備が必要である（表4）。地図データについては、日本地図センターより数値地図と最新の地形図についてを購入し、旧版地形図については国土地理院に対して謄本交付申請することで入手した。謄本交付申請に際してⅣ期以降はカラーで申請したが、カラーの場合は前述したように1枚あたりの手数料が高く、かなりの費用を必要とした。謄本交付申請は、国土地理院ホームページに掲載されている図歴を元に郵送によって行ったが、戦前の地形図の場合は汚れていたり読み取りにくいものがあるので、国土地理院に向いて閲覧してから図幅を選択した方がよい。

地形図を大量に読み込むには、高速の大判スキャナが不可欠であり、グラフテック社のCS500eN-PROを購入した。ソフトウェアは、加工した地図画像を表示する閲覧ソフトのほか、画像やデータを加工するためのプログラムをVisual Basic6.0を使って自作するとともに、データの圧縮や画像保存・読込、減色、補正にはフリーウェアやシェアウェア、市販ソフトを使用した。

### 2. 標高および地名データの処理

処理の流れは図2のようになっている。標高メッシュと地名データは自作のプログラムを用いて抽出し、バイナリ形式で保存した。標高データはバイナリ化してもデータ量が多く、ファイルサイズが大きくなるため、閲覧ソフト起動時の読み込みに時間がかかる。そのため圧縮プログラム「Alz. d11」を使って圧縮してファイルサイズを小さくし、読み込み後に展開するようにして読み込み時間を短くした。地名データについては、注記テーブル・公共施設テーブル・鉄道駅テーブルの3つのCSVファイルから対象領域内に含まれるものを抽出し、緯度経度、名称および種別をバイナリファイルとして保存した。

### 3. 地形図の処理

#### a. 地形図のスキャン

地形図のスキャンは、スキャナ付属のソフトを使って200dpiでスキャンし、上辺の図郭線の角度を水平になるように調整した上で、図幅全体をPackBits (MSB) 圧縮のTiffファイルとして保存した。スキャンするには、白黒旧版地形図、カラー旧

表3-1 取得した地形図一覧（Ⅰ～Ⅳ期まで）

図幅名	Ⅰ期 1917-24年		Ⅱ期 1927-39年		Ⅲ期 1944-54年		Ⅳ期 1965-68年	
	測量	発行年月日	測量	発行年月日	測量	発行年月日	測量	発行年月日
越生								
飯能	大12測図	1926/12/28	昭14部修	1940/11/30	昭24修正	1952/8/30	昭42改測	1969/1/30
青梅	大12測図	1926/4/30	昭12修正	1947/5/30	昭27資修	1952/11/30	昭41改測	1967/10/10
拝島	大10測図	1924/10/30	昭12修正	1947/5/30	昭24二修	1952/11/30	昭41改測	1967/10/10
八王子	大10測図	1925/3/30	昭5鉄補	1947/5/30	昭23資修	1948/8/30	昭41改測	1967/10/10
上溝	大10測図	1925/2/28			昭24資修	1949/7/30	昭41改測	1967/10/10
厚木	大10測図	1925/3/25	昭2鉄補	1928/12/28	昭29修正	1957/6/30	昭41改測	1967/10/10
伊勢原	大10測図	1924/12/25	昭12二修	1941/3/25	昭29三修	1957/6/30	昭41改測	1967/10/10
平塚(*1)	大10測図	1923/11/25	昭14二修	1947/6/30	昭29三修	1957/10/30	昭41改測	1967/10/10
川越北部(*2)							昭42改測	1969/1/30
川越南部(*3)	大12測図	1926/5/30	昭2鉄補	1929/1/30	昭27資修	1956/11/30	昭42改測	1969/3/30
所沢	大10測図	1925/5/30	昭12修正	1947/5/30	昭23資修	1948/8/30	昭41改測	1967/10/10
立川(*4)	大10測図	1924/10/30	昭5二部	1930/7/30	昭22資修	1947/4/30	昭41改測	1967/10/10
武蔵府中(*5)	大10測図	1925/2/28	昭4鉄補	1930/12/28	昭29修正	1957/3/30	昭41改測	1967/10/10
原町田	大10測図	1925/2/28	昭4鉄補	1930/12/28	昭29修正	1957/2/28	昭41改測	1967/10/10
座間	大10測図	1924/12/25	昭2鉄補	1928/11/30	昭29修正	1957/3/30	昭41改測	1967/10/10
藤沢	大10測図	1925/5/25	昭12二修	1947/5/30	昭29二修	1957/4/30	昭41改測	1967/10/10
江の島(*6)	大10測図	1923/11/25	昭14二修	1947/8/30	昭29三修	1956/11/30	昭41改測	1967/10/10
上尾							昭42改測	1969/3/30
与野	大13測図	1926/12/28			昭24修正	1952/8/30	昭42改測	1969/1/30
志木	大6測図	1919/12/28	昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
吉祥寺			昭2修正	1929/8/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
溝口	大6測図	1919/12/28	昭7要修	1932/10/30	昭28資修	1953/12/28	昭41改測	1967/10/10
荏田			昭7要修	1932/11/30	昭20部修	1947/8/30	昭41改測	1967/10/10
横浜西部	大11測図	1925/1/30	昭6修正	1932/12/28	昭20部修	1947/9/30	昭41改測	1967/9/30
戸塚	大10測図	1925/3/25	昭6修正	1933/9/30	昭20部修	1947/8/30	昭41改測	1967/9/30
鎌倉	大10測図	1924/6/25			昭22資修	1947/8/30	昭41改測	1967/10/10
岩槻					昭28測量	1956/11/30	昭42改測	1969/3/30
浦和	大13測図	1926/12/28	昭4鉄補	1947/4/30	昭27資修	1952/10/30	昭42改測	1969/2/28
赤羽	大6測図	1919/12/28	昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
東京西部	大8鉄補	1919/10/30	昭4二修	1931/6/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
東京西南部			昭4二修	1931/6/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
川崎	大11修正	1925/2/25	昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
横浜東部	大11測図	1925/1/30	昭6修正	1932/12/28	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
本牧	大10測図	1923/9/25	昭6修正	1933/11/30	昭20部修	1947/8/30	昭41改測	1967/10/10
横須賀					昭22資修	1948/1/30	昭41改測	1967/10/10
野田市					昭28測量	1956/11/30	昭43修正	1970/4/30
越谷(*7)			昭3測図	1930/12/28	昭24二修	1952/8/30	昭42改測	1969/11/30
草加	大6測図	1919/12/28	昭4二修	1931/12/28	昭20部修	1947/8/30	昭40改測	1967/10/10
東京首部	大8鉄補	1919/10/30	昭5測図	1932/6/30	昭22資修	1947/7/30	昭40改測	1967/6/30
東京南部	大6測図	1919/9/30	昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/7/30	昭41改測	1967/10/10
東京国際空港(*8)			昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/9/30	昭41改測	1967/10/10
東扇島(*9)								
守谷					昭27測量	1954/1/30	昭43修正	1970/4/30
流山			昭3測図	1930/12/28	昭27資修	1952/8/30	昭42改測	1968/10/30
松戸	大6測図	1919/12/28	昭7要修	1932/10/30	昭19部修	1947/5/30	昭40改測	1967/10/10
船橋	大6測図	1919/12/28	昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/5/30	昭40改測	1967/10/10
浦安(*10)	大6測図	1919/7/30	昭7要修	1932/10/30	昭20部修	1947/5/30	昭41改測	1967/10/10
奈良輪							昭43修正	1970/3/30
藤代					昭27測量	1953/12/28	昭43修正	1969/11/30
取手			昭3測図	1930/1/30	昭24二修	1956/11/30	昭42改測	1969/3/30
白井	大10測図	1925/7/30			昭27二修	1956/11/30	昭42改測	1969/2/28
習志野	大10測図	1925/4/30	昭4部修	1932/10/30	昭27二修	1954/7/30	昭42改測	1969/1/30
千葉西部	大10測図	1924/4/30	昭5部修	1932/8/30	昭27三修	1956/2/28	昭42改測	1968/10/30
五井	大10測図	1924/1/30	昭2鉄補	1928/2/28	昭27修正	1956/11/30	昭42改測	1968/12/28
姉崎							昭43修正	1969/12/28
牛久					昭27測量	1953/12/28	昭43修正	1970/4/30
龍ヶ崎			昭3測図	1930/4/30	昭24修正	1956/11/30	昭42改測	1969/1/30
小林	大10測図	1925/5/30			昭27二修	1956/11/30	昭42改測	1969/1/30
佐倉	大10測図	1925/5/30	昭4部修	1932/7/30	昭27二修	1956/11/30	昭42改測	1969/3/30
千葉東部	大10測図	1925/5/30	昭4部修	1932/3/30	昭27二修	1956/11/30	昭42改測	1968/11/30
蘇我(*11)	大10測図	1925/3/30					昭42改測	1968/10/30

\*1 Ⅰ期は「大磯」

\*2 Ⅲ期まで「川越」の一部

\*3 Ⅲ期まで「川越」

\*4 Ⅱ期まで「府中」

\*5 Ⅱ期まで「豊田」

\*6 Ⅳ期まで「江ノ島」

\*7 Ⅲ期まで「越ガ谷」

\*8 Ⅲ期まで「穴守」

\*9 Ⅴ期は「横浜東部」の一部

\*10 Ⅰ期は「猫実」

\*11 Ⅰ期は「曾我野」

表3-2 取得した地形図一覧（Ⅴ～Ⅷ期まで）

図幅名	Ⅴ期		Ⅵ期		Ⅶ期		Ⅷ期	
	測量	発行年月日	測量	発行年月日	測量	発行年月日	測量	発行年月日
越生	昭52二改	1978/9/30	昭61修正	1987/2/28	平5修正	1994/6/1	平11修正	2000/8/1
飯能	昭52二改	1980/2/28	昭61修正	1987/10/30	平5修正	1994/5/1	平11修正	2000/8/1
青梅	昭51二改	1977/6/30	昭58修正	1985/2/28	平5修正	1994/5/1	平13修正	2002/9/1
拝島	昭51二改	1977/5/30	昭58修正	1984/12/28	平5修正	1994/7/1	平13修正	2002/8/1
八王子	昭50二改	1977/1/30	昭58修正	1985/2/28	平5修正	1994/7/1	平10修正	1999/11/1
上溝	昭50二改	1977/3/30	昭58修正	1984/10/30	平5修正	1994/7/1	平10修正	2000/1/1
厚木	昭51二改	1978/2/28	昭59修正	1986/5/30	平7修正	1996/9/1	平13修正	2002/10/1
伊勢原	昭51二改	1978/2/28	昭59修正	1986/5/30	平7修正	1996/6/1	平13修正	2002/10/1
平塚	昭53二改	1980/3/30	昭58修正	1984/10/30	平7修正	1996/7/1	平13修正	2002/10/1
川越北部	昭52改測	1979/2/28	昭61修正	1987/7/30	平5修正	1994/5/1	平11修正	2000/7/1
川越南部	昭52二改	1979/2/28	昭61修正	1987/12/28	平5修正	1994/5/1	平11修正	2000/12/1
所沢	昭51二改	1977/7/30	昭58修正	1984/9/30	平5修正	1994/11/1	平10修正	1999/6/1
立川	昭51二改	1977/5/30	昭58修正	1985/2/28	平5修正	1994/12/1	平11部修	2000/7/1
武蔵府中	昭50二改	1977/1/30	昭58修正	1985/1/30	平5修正	1994/9/1	平11部修	2000/6/1
原町田	昭50二改	1977/1/30	昭58修正	1985/2/28	平5修正	1994/12/1	平10修正	1999/10/1
座間	昭51二改	1977/12/28	昭59修正	1986/9/30	平7修正	1996/8/1	平13修正	2002/7/1
藤沢	昭51二改	1977/10/30	昭59修正	1986/11/30	平7修正	1996/7/1	平13修正	2002/10/1
江の島	昭53二改	1979/12/28	昭58修正	1985/2/28	平7修正	1996/7/1	平13修正	2002/10/1
上尾	昭51二改	1978/1/30	昭59修正	1986/1/30	平6修正	1995/10/1	平15更新	2003/11/13
与野	昭51二改	1978/6/30	昭59修正	1986/12/28	平6修正	1995/5/1	平15更新	2003/11/13
志木	昭51二改	1977/12/28	昭60修正	1987/7/30	平5修正	1994/11/1	平13修正	2001/5/1
吉祥寺	昭51二改	1978/2/28	昭59修正	1986/1/30	平5修正	1994/8/1	平13修正	2002/9/1
溝口	昭51二改	1978/2/28	昭60修正	1987/5/30	平5修正	1994/8/1	平13修正	2002/7/1
荏田	昭51二改	1978/3/30	昭60修正	1987/5/30	平5修正	1994/6/1	平14部修	2002/6/1
横浜西部	昭51二改	1978/11/30	昭59修正	1986/1/30	平5修正	1994/6/1	平10修正	1999/8/1
戸塚	昭51二改	1978/10/30	昭59修正	1986/2/28	平5修正	1994/6/1	平13修正	2002/10/1
鎌倉	昭53二改	1980/4/30	昭58修正	1985/1/30	平5修正	1994/9/1	平10修正	1999/10/1
岩槻	昭51二改	1977/7/30	昭59修正	1985/11/30	平6修正	1995/6/1	平15更新	2003/11/13
浦和	昭51二改	1978/1/30	昭59修正	1986/1/30	平6修正	1995/6/1	平15更新	2003/11/13
赤羽	昭51二改	1978/1/30	昭60修正	1987/4/30	平5修正	1994/9/1	平13修正	2001/5/1
東京西部	昭51二改	1977/12/28	昭59修正	1986/2/28	平5修正	1995/1/1	平13修正	2002/9/1
東京西南部	昭51二改	1978/2/28	昭60修正	1987/5/30	平5修正	1994/9/1	平13修正	2003/1/1
川崎	昭51二改	1978/2/28	昭60修正	1987/7/30	平5修正	1994/6/1	平10修正	1999/6/1
横浜東部	昭51二改	1978/2/28	昭59修正	1985/10/30	平5修正	1994/6/1	平10修正	1999/10/1
本牧	昭51二改	1978/2/28	昭59修正	1986/4/30	平5修正	1994/6/1	平13修正	2003/6/1
横須賀	昭53二改	1980/5/30	昭58修正	1984/9/30	平5修正	1994/9/1	平10修正	1999/8/1
野田市	昭51二改	1978/1/30	昭59修正	1985/11/30	平6修正	1995/6/1	平11修正	2001/1/1
越谷	昭51二改	1977/12/28	昭59修正	1985/12/28	平6修正	1995/6/1	平13部修	2001/6/1
草加	昭51二改	1977/12/28	昭60修正	1987/2/28	平5修正	1994/12/1	平10修正	1999/10/1
東京首部	昭51二改	1978/2/28	昭59修正	1986/3/30	平5修正	1994/12/1	平13部修	2002/3/1
東京南部	昭51二改	1978/1/30	昭60修正	1987/4/30	平5修正	1994/9/1	平13部修	2001/10/1
東京国際空港	昭51二改	1976/1/30	昭60修正	1987/1/30	平5修正	1994/5/1	平13修正	2003/10/1
東扇島			昭62修正	1988/6/30	平6部修	1997/12/18	平9修正	1997/12/18
守谷	昭51二改	1977/12/28	昭59修正	1986/2/28	平6修正	1995/6/1	平17更新	2005/8/24
流山	昭51二改	1978/3/30	昭59修正	1985/11/30	平6修正	1995/6/1	平11修正	2000/12/1
松戸	昭51二改	1978/1/30	昭60修正	1987/8/30	平5修正	1994/12/1	平10修正	1999/9/1
船橋	昭51二改	1977/10/30	昭60修正	1987/4/30	平5修正	1994/10/1	平10修正	1999/6/1
浦安	昭51二改	1978/3/30	昭60修正	1987/4/30	平5修正	1994/8/1	平10修正	1999/12/1
奈良輪	昭53改測	1980/1/30	昭62修正	1988/6/30	平4修正	1993/3/1	平16更新	2005/2/1
藤代	昭52改測	1978/10/30	昭60修正	1986/4/30	平7修正	1996/4/1	平17更新	2005/8/24
取手	昭52修正	1979/2/28	昭60修正	1986/5/30	平7修正	1996/4/1	平12修正	2001/9/1
白井	昭53二改	1979/11/30	昭62修正	1988/5/30	平4修正	1993/6/1	平9修正	1998/12/1
習志野	昭53二改	1980/1/30	昭62修正	1988/8/30	平4修正	1993/6/1	平9修正	1998/8/1
千葉西部	昭53二改	1980/1/30	昭62修正	1988/9/30	平4修正	1993/6/1	平16更新	2005/2/1
五井	昭53二改	1980/8/30	昭62修正	1988/5/30	平4修正	1993/6/1	平16更新	2005/2/1
姉崎	昭53改測	1979/12/28	昭62修正	1988/5/30	平4修正	1993/3/1	平9修正	1998/11/1
牛久	昭52改測	1978/12/28	昭60修正	1986/6/30	平7修正	1996/4/1	平12修正	2001/5/1
龍ヶ崎	昭52修正	1978/8/30	昭60修正	1987/1/30	平7修正	1996/4/1	平12修正	2001/5/1
小倉	昭53改測	1980/1/30	昭62修正	1988/10/30	平4修正	1993/6/1	平12部修	2000/7/21
佐倉	昭53二改	1980/1/30	昭62修正	1988/11/30	平4修正	1993/6/1	平16更新	2005/5/1
千葉東部	昭53改測	1980/3/30	昭62修正	1988/9/30	平4修正	1993/6/1	平9修正	1998/4/1
蘇我	昭53二改	1979/11/30	昭62修正	1988/5/30	平4修正	1993/6/1	平12部修	2000/9/1

表 4 使用した地図データ・ハードウェア・ソフトウェア

	入手先・開発元	内 容
地図データ	国土地理院	旧版1/25000地形図
	日本地図センター	最新1/25000地形図 数値地図50mメッシュ(標高) 数値地図25000(地名・公共施設)
ハードウェア	グラフテック	CS50011eN-PRO(A0スキャナ)
ソフトウェア	自作ソフト	閲覧ソフト 画像分割・マスク画像作成プログラム 標高抽出プログラム 地名抽出プログラム
	ごおき minutes LNsoft Entertainment Adobe	Alzs.DLL(圧縮プログラム, シェアウェア) mpng.dll(PNG画像保存・読込, フリーウェア) BatchGOO(画像減色, フリーウェア) Photoshop(画像補正, 市販ソフト)

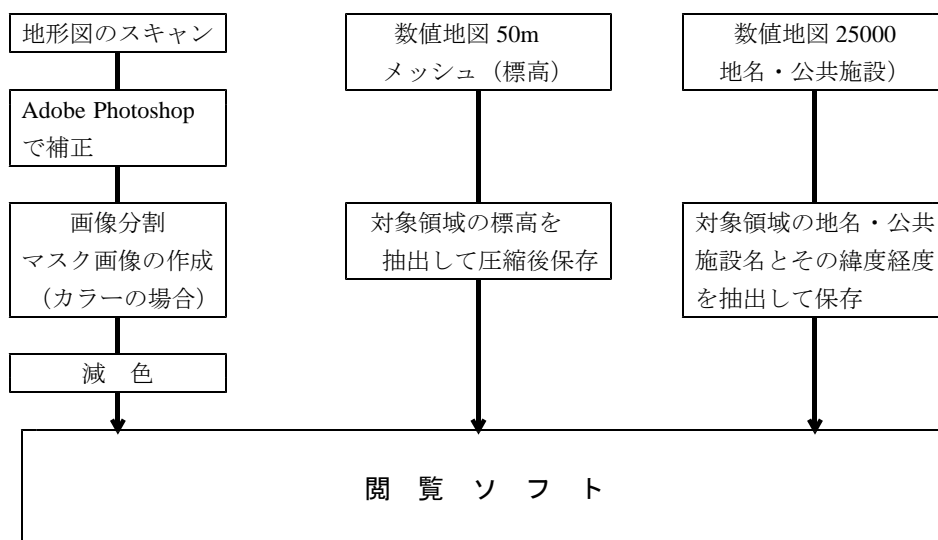


図 2 処理の流れ

版地形図、最新地形図それぞれに対応した設定を行った。すなわち、白黒旧版地形図はグレーカラーで、カラー地形図は24ビットカラーで読み込んだ。また、最新地形図では水面が細かなトーンで表現されているため、そのまま読み込むと格子状のモアレが発生する。そのため最新地形図のスキャンの際にはスキャナのモアレ除去機能を使用した。この機能を強めに設定すると全体的にぼやけた画像になるため、弱めに設定して読み込んだ。カラーの旧版地図については、謄本交付されたカラー旧版地形図がインクジェットプリンタで出力さ

れているため、水面部が規則的なトーンではなく、顕著なモアレは発生しない。このようにして作られた図幅ごとのファイルは、グレースケールの場合には5MByte前後、カラーの場合には20MByte前後の容量となる。

#### b. 歪みの補正

次に、スキャンされた地形図画像を、Photoshopに読み込んで歪みの補正を行う。まず「切り抜きツール」で図郭線に外接する四角形をトリミングして抜き出す。既にスキャン直後に図郭線の上

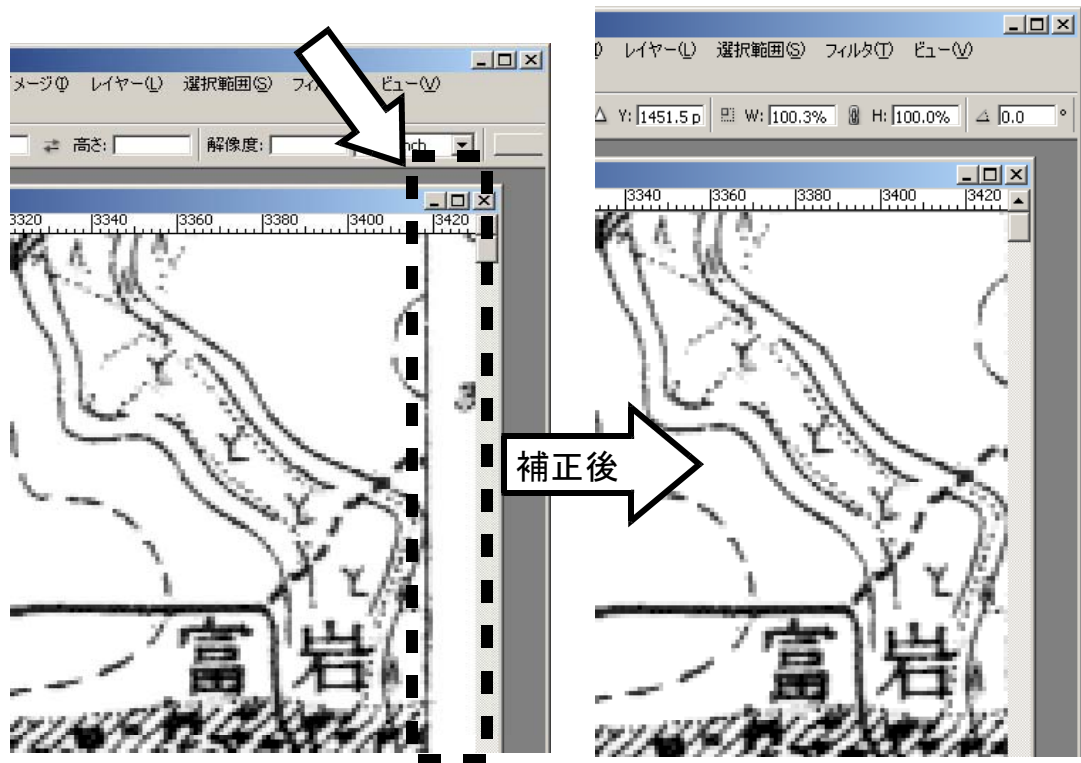


図3 画像の四隅の補整

辺が水平になるように傾き補正してあり、歪みがなければここでトリミングした領域をそのまま保存すればよい。しかし、ほぼ全ての地形図に歪みが発生する。

地形図の歪みについて検討すると、まずスキャナ読み込み時に歪んでしまう可能性がある。スキャナはフラットヘッドではなく、原稿を手差しする必要があり、地形図のわずかなたるみや歪みが画像に反映される。特に白黒の旧版地図の紙は薄いため、スキャン時に歪みが発生しやすい。また、謄本交付申請で入手できる地形図は、さまざまな加工を経たものである。白黒の旧版地形図の場合は、国土地理院において600dpiでスキャン済みのものを印刷したものが交付される。このスキャンされた画像は国土地理院内で閲覧できるが、表示された画像自体に歪みが見られる。これは先ほどのスキャン時の歪みのほか、経年変化による原図の伸縮も考えられる。またカラーの旧版地形図は、

国土地理院において一枚ずつコピーし、インクジェットプリンタで印刷されて交付される。この作業においても歪みは発生すると考えられる。したがって、旧版地図を使用すると歪みは避けられない。

歪みの補正は、Photoshopでトリミングした画像の全体を選択し、「編集メニュー」の「変形」→「自由変形」を使って図郭の四隅が画像の四隅に一致するように変形した（図3）。変形する際には、図郭線が内接するようにし、画像中に図郭線が現れないようにしたが、歪みにも様々なパターンがあり、凸状や凹状の歪みの場合は図郭線が入ってしまったたり、図郭内の端が切れてしまうことがある。また一つの画像内では数ピクセルのズレでも、隣接する図面とつなげると道路や鉄道が切れてしまって見栄えが悪くなるが、大量の図面を処理するためには多少のズレはやむを得ないものとした。



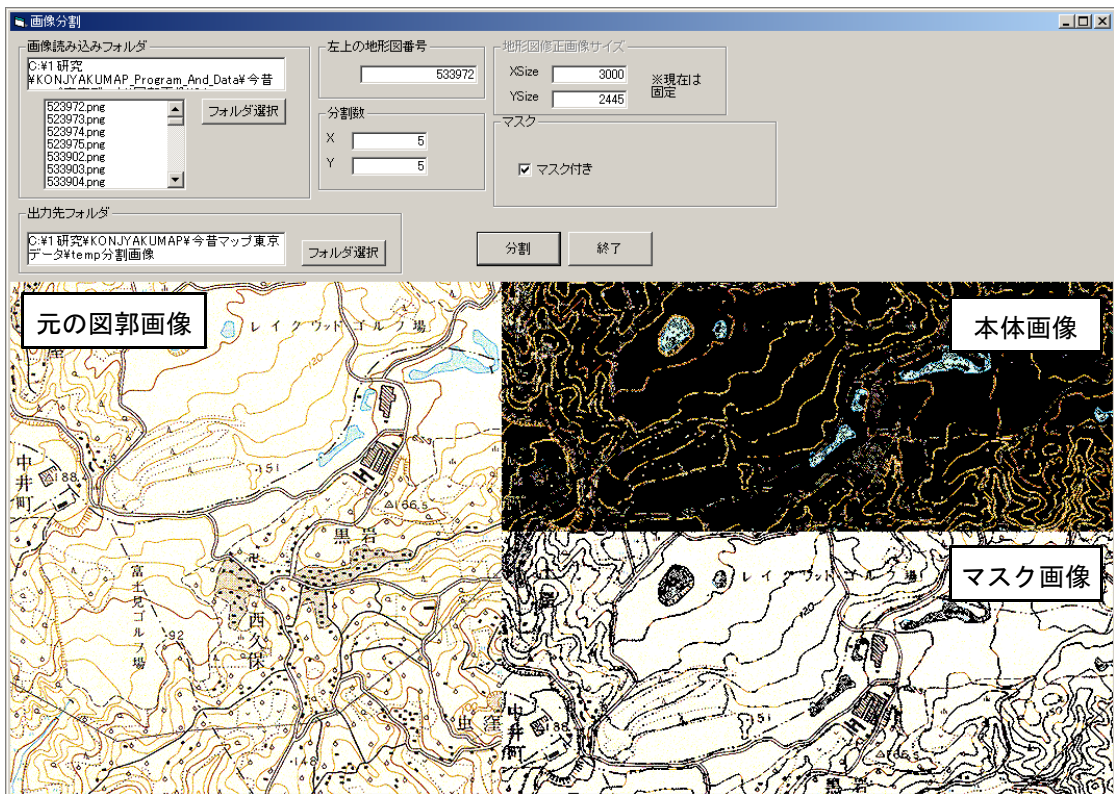


図4 画像分割・マスク画像作成プログラム

このように補正すると、図郭ごとに画像サイズが異なってしまうので、「イメージ」メニューの「画像解像度」で3000×2445ピクセルに設定し、コントラストが強くなるよう「フィルター」メニューの「シャープネス」を行った。最後にファイルをPNG形式で保存した。

最新の地形図の歪みは少ないが、「平成14年図式」に対応したものでは、周辺の図郭と重複するように図郭が作成されている。そのため、旧日本測地系の範囲に合わせてトリミングした。

### c. 画像の分割とマスク画像の作成

補正後の図郭ファイルは3000×2445ピクセルのサイズに揃えているが、このまま一つのファイルとして閲覧ファイルで使用すると、スクロール時に無駄なメモリを消費し、実行速度が低下してしまう。そのため事前に複数の画像ファイルに分割しておく必要がある。また、標高データと地形図画像を重ね合わせる際には、白黒地形図画像の場合

はAND演算で重ねればよいが、カラー地形図画像の場合は標高画像の上にマスク地形図画像をAND演算で重ね、さらに本体の地形図画像をOR演算で重ね合わせる必要がある。マスク画像とは、地形図画像の中から白地部分を白として抽出し、カラーやグレーなど白でない部分を黒とした画像である。さらに本体の画像は、マスク画像の白部分を黒に変換したものである。元の地形図図郭画像からマスク画像と本体画像に分離することは、実行時にも可能だが、実行速度の低下を引き起こすため、事前に別個の画像ファイルとして用意しておく。さらに、旧版地形図のカラー画像はインクジェットで印刷されているため、細かなゴミが多数存在しており、そうしたゴミを除去する必要がある。

このような画像分割→ゴミ除去→マスク画像と本体画像の分離、の一連の作業を行うのが表4の「画像分割・マスク画像作成プログラム」である。このプログラムを通すことで、1枚の図郭画像フ

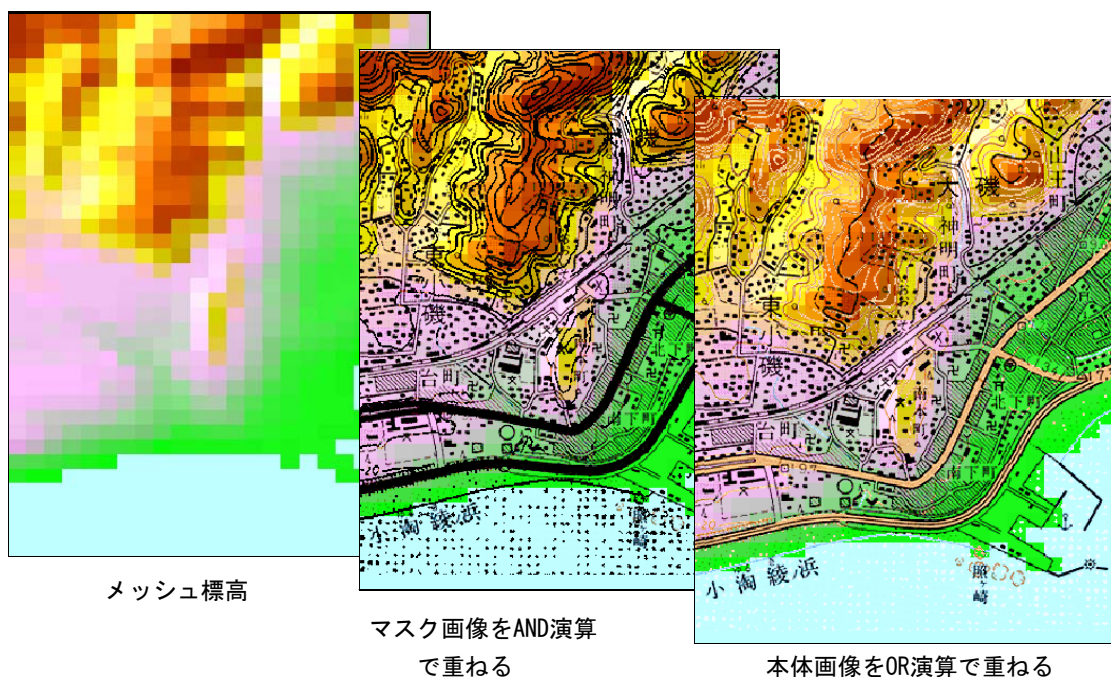


図5 標高と地形図の重ね合わせ

白黒画像の場合は、AND演算で重ねた状態で完了する

ファイルは5×5に分割され、1ファイルあたり600×489ピクセルとなる。図4はマスク画像作成プログラムの画面であり、左側が元の図郭画像、右上が分割された本体画像、右下が分割されたマスク画像を示している。

さらに、分割後の画像ファイルは24ビットカラーのPNGファイルとなっており、ファイルサイズが大きい。画像ファイルの保存形式に関しては、不可逆圧縮のJPEG形式で保存すればファイルサイズを小さくできるが、実行時にマスク画像と本体画像との調整がとれなくなり、画像が不鮮明になってしまう。このため、ファイルサイズが大きくなってしまふものの、可逆圧縮のPNG形式を使用し、減色してできる限るファイルサイズを小さくするようにした。

本来、白黒地形図は2色、カラー地形図は3色または4色から構成されており（白色を含む）、原理的に2色または4色まで減色できる。しかし画像ファイル化されるまで多数の工程を経ているため、原則通りに減色すると見にくい地図になってしまう。そこで、白黒地形図画像は16色のグレ

ースケール画像に、カラーのマスク画像、および本体の画像は256色のカラー画像としてPNG形式で保存した。減色に際しては、フリーソフトの「BatchG00」を使用した。このソフトは大量のファイルを同時に減色して保存できる点で優れている。

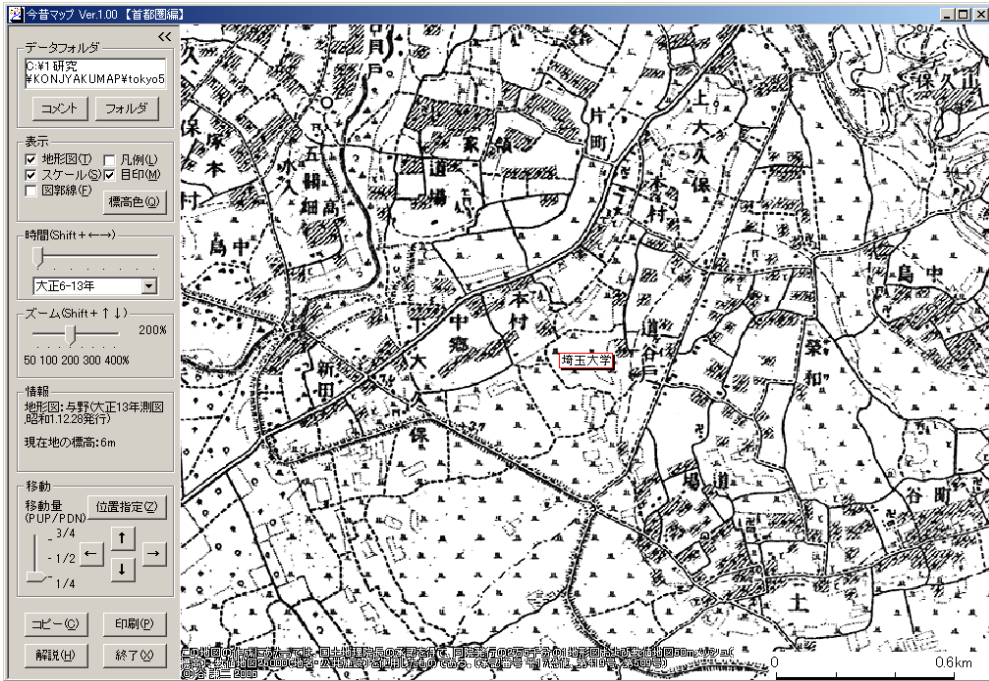
図5はメッシュ標高データとマスク画像、本体画像を重ねる経過を示している。最初に標高メッシュデータを標高に応じて色塗りの画像を下地として用意し、次にマスク画像をAND演算で重ねると、本体画像で色のある部分が黒くなる。その上に本体画像をOR演算で重ねると、地形図上に標高が色分けされた地図が表示される。

#### 4. 閲覧ソフトでの表示

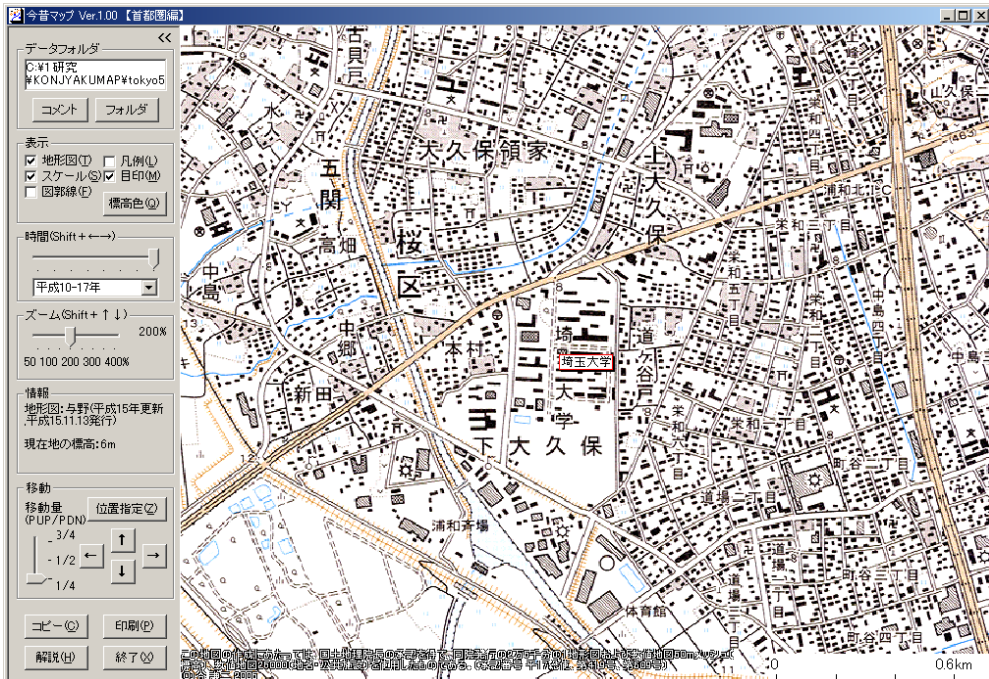
このように作成された、地形図画像データ、標高データ、地名データは、閲覧ソフトで統合されて表示される。表4で示されるソフトウェアのうち、ユーザー自身が操作する者はこの閲覧ソフトのみであり、表1の必要な機能を満たすように作成した。

閲覧ソフト内部の処理は次のようになってい





1924年（大正13年）



2003年（平成15年）

図6 閲覧ソフト「今昔マップ」の画面（埼玉大学周辺）



図7 標高色の設定

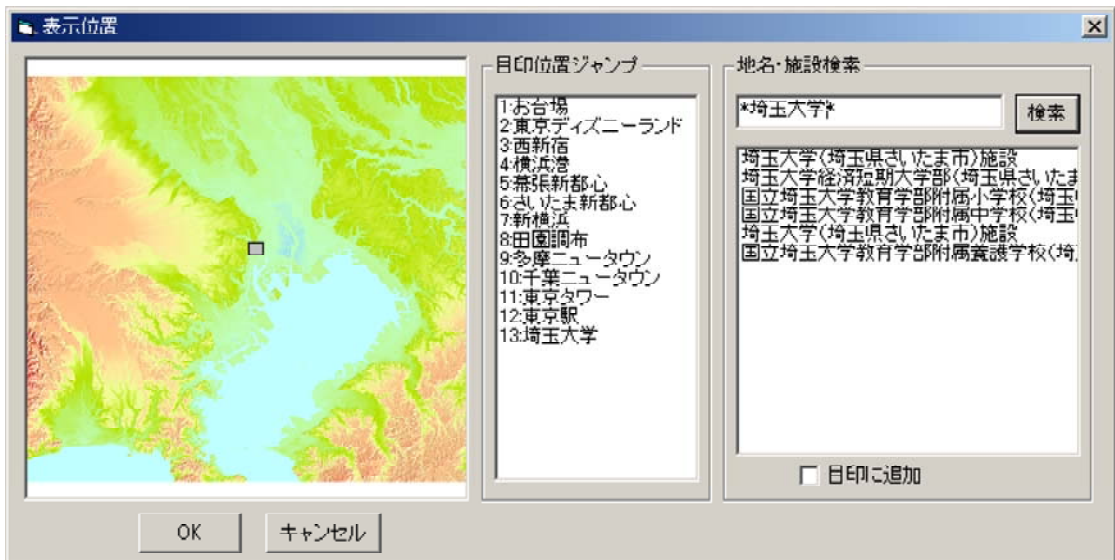


図8 表示位置の指定

る。実行するとまず標高データ及び地名データのファイルを対象領域全体について読み込む。同時に標高色設定データをファイルから読み込み、標高データを元に色分けしたビットマップ画像を作成する。次に表示位置とスケール、時期をもとに（これらの初期値は前回終了した状態が保存されている）地形図画像をファイルから読み込む。画

面上に当該領域の標高画像を表示した後、地形図画像を図5で示した手順で重ね合わせる。このように、地形図画像は表示位置を移動するたびに読み込まれるが、標高や地名データは起動時に一括して読み込まれる。

図6は作成された閲覧ソフトで埼玉大学周辺を見たものであり、上側が1924年、下側が2003年を

示している。表示する時間の切り替えは画面左側の操作パネルを使って行うほか、キーボードのみでも操作できるようになっている。

標高色はユーザー自身で変更することができ(図7)、複数のパターンをデータセットとして登録することができる。標高色を変更すると、プログラムでは対象領域全域について標高色ビットマップを書き換える。

表示範囲の設定は、目印を設定してジャンプしたり、地名データから検索してジャンプすることができる(図8)。

#### 5. 測量成果使用承認

本ソフトで使用するデータは、すべて国土地理院が作成したものであり、データとソフトを配布するためには測量成果の使用又は複製承認を得る必要がある。地形図画像と標高データを重ねて表示する場合は使用承認が必要であり、必要な書類などの情報は国土地理院のホームページに記載されている。今回は、承認番号 平17総使、第419号、第509号を取得した。

## IV おわりに

今回作成した時系列地形図閲覧ソフト『今昔マップ』(首都圏編)は、Windows2000/XP上で動作する。大量の画像ファイルが含まれているため、全体のファイル容量は1.8ギガバイトと大きくなっており、インターネットを使って配布するのは困難である。そのためDVDに収録して配布することとした。配布方法についてはホームページ(<http://www5f.biglobe.ne.jp/~ktani/software/konjyakumap/>)に詳しく記したので参照していただきたい。

今後は、明治期の迅速測図や正式2万分の1地形図のように、縮尺の異なる地形図を表示できるようにソフトを改良していきたいと考えている。

本研究は平成16-17年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究B(1))「学校教育・社会教育における地理情報システムの利用に関する研究」(研究代表者:伊藤悟),および平成17年度文部科学省科学研究費補助金(若手研究B)「時系列地図表示システムの開発とその教育分野での応用に関する研究」の補助を受けた。

## 文 献

- 石澤 孝 2002. GISを用いた地域変容の把握—長野市を例として—. 地理情報システム学会講演論文集11:221-224.
- 伊藤智章 2002. 4次元GISを利用した高校地理・地形図学習の展開—GIS時代の読図教育を考える—. 地理情報システム学会講演論文集11:235-238.
- 神谷浩夫 2002. 歴史地図データベースを活用した都市地理学習. 地理情報システム学会講演論文集11:231-234.
- 後藤智哉 2003. 陸地測量部作成旧版地形図の幾何補正について—沖縄本島の2万5千分1地形図を例に—. 国土館大学地理学報告12:45-51.
- 小橋拓司 2005. 小中学校教員のGISに対する認知と教育GISの課題. 地理科学, 60, 90-103.
- 小堀 昇 2001. 学校教育における4次元GISの導入—新しい地図・地理教育に向けて—. 地理情報システム学会講演論文集10:259-262.
- 清水靖夫 1984. 『東京を中心とした地形図類の作成について—「大正・昭和 東京周辺1万分1地形図集成」解題—』 柏書房.
- 谷 謙二 2005. 教育現場におけるGIS活用の現状と課題. 学校の経営(群馬県総合教育センター) 37:89-95.
- 日本地図センター 2005. 『新版 地図と測量のQ&A』 日本地図センター.
- 福田徳宜・谷 謙二 2003. 高校地理教育におけるGIS利用の可能性. 埼玉地理27:17-25.
- 南埜 猛 2003. わが国の学校教育におけるGIS活用の現状と課題. 地理科学58:268-281.

## Development of a time-series topographic map viewer "Konjyaku Map: Capital Area Version"