

『輯製20万分1図』データの活用に関する一考察

加藤 常員

大阪電気通信大学

〒572-8530 大阪府寝屋川市初町18-8

『輯製20万分1図』(輯製図)⁽¹⁾は日本全国をほぼ同じ精度で作成されたわが国最初の地勢図群である。現代の地勢図や地形図と近世の古地図とをつなげる地図群と考えられている。歴史研究の地図利用において、この地図群の電子化、活用は意義深いと考えられる。輯製図の図郭は現行の20万分の1地勢図と同じであるが、その編纂がどのような方法で行われたか詳細はわかっていない。一方、国土数値情報等の電子化された空間情報は、現行2万5千分の1地形図を基盤に作られている。縮尺や図法の異なる地図から作成された空間データは、緯度経度のもとで一元的に扱うことができるが、逆に地図画像上に空間データを描画しようとするとき、地図の図法等の解析が必要となる。地図画像からの空間情報の電子化と電子化された空間情報の地図画像への描画は双対の関係であると言える。本稿では輯製図および20万分の1地勢図について検討と考察を行い、国土地理院・数値地図25000(行政界・海岸線)を用いて両者の地図画像上への行政界・海岸線を描画する実践的方法について報告する。

A Consideration on Digital Use of *Syusei* maps

Tsunekazu Kato

Osaka Electro-Communication University,

18-8 Hatsumachi, Neyagawa, Osaka 572-8530, Japan

E-mail:kato@ktilab.osakac.ac.jp

Syusei maps are the first modern set of regional maps in Japan, which is 1/200000-scaled and published in 1884-1893. The maps are situated between the modern maps and those of Edo period. When maps are used in historical studies, spatial data contained in maps are very important. A *Syusei* map covers the same area as the present regional map, 1/200000-scaled. However, the drawing method of *Syusei* maps is unknown. Spatial data of modern digital maps in Japan are based on topographical maps, 1/25000-scaled. Spatial data extracted from maps with different scales or with different drawing methods can be uniformly treated under the latitude and the longitude. But when we draw spatial data on the map image, its drawing method should be analyzed. In this paper, we consider the spatial data of *Syusei* maps. We also present experimental mapping of spatial data onto an existing map image.

1. はじめに

電子化された地図や地理情報が広く一般に提供されるようになって久しい。わが国においては2万5千分の1地形図を基盤に地理情報の整備が進められ、空間情報の多くが地形図から計測・データ化されている。統一された基準のもとで整備された地理情報は必要な情報を選択し、目的に合った地図の生成を容易にしている。歴史研究の場においても主題に合った地図がコンピュータで作成されるようになって来ている。しかしながら、提供される大半の地理情報は、現在の地形に基盤を置いたものであるため、歴史的な事象を表現する地図としては人工島が描かれた海岸線なるなど違和感が抱く場合も多い。歴史的な時期に応じた地理情報の整備が求められている。

『輯製20万分1図』（輯製図）は日本全国をほぼ同じ精度で作成されたわが国最初の地勢図群である（図1参照）。現代の地勢図や地形図と近世の古地図とをつなげる地図群と考えられ、江戸時代以前の歴史的な事象の表示に用いるベースマップとして有力な候補と思われる。輯製図の図郭は現行の20万分の1地勢図と同じであり、旧国境、郡境等が記載されているが、その編纂がどのような方法で行われたか詳細はわかっていない。

従前から蓄積されてきた国土数値情報等の地理情報は地図投影法や座標系が明確な地図からデータ化が行われてきた。それら地理情報は緯度経度により統一的に扱え、データ化された地理情報の範囲においては任意の場所を任意の図法で描くことができる。一方、逆に地図画像上への地理情報の描画は容易に行えない場合が多い。現行20万分1地勢図などの編集された地図上への描画では図郭の四隅の座標情報を与えるだけでは完全に重畳させることはできず、歪が生じる。これは輯製図においても同様である。このことは同時に編集された地図から地理情報を計測・データ化し、整備済みの地理情報と混用することが容易でないことを意味している。

歴史的地理情報が蓄積され有効利用されるための要件として、編集された地図からの地理情報のデータ化手法とデータ化された地理情報の編集等された地図への描画手法の確立が必要と考えられる。本研究はこの要件の確立をめざすものである。データ化と描画は表裏一体の双対関係であり、本稿では輯製図および20万分の1地勢図について検討と考察を行い、国土地理院・数値地図25000（行政界・海岸線）を採り挙げ、両者の地図画像上への行政界・海岸線を描画する実践的方法について報告する。

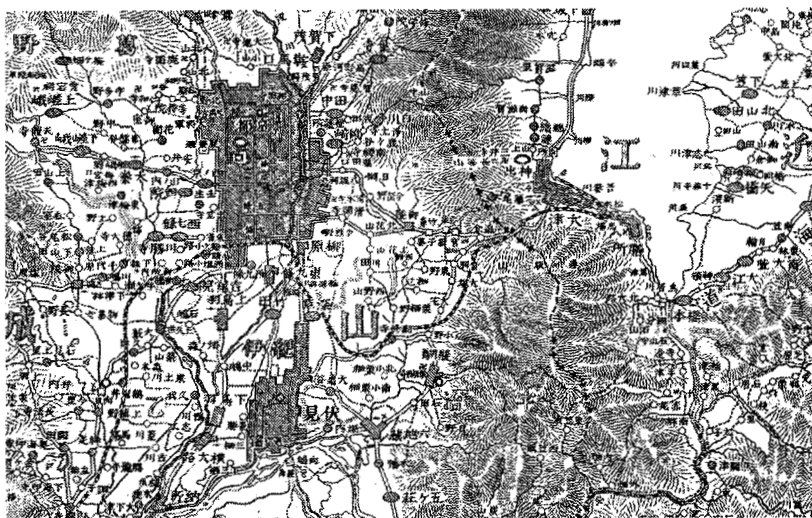


図1 輯製20万分1図・大阪及び京都（部分）

2. 輯製図と現行20万分1地勢図

緯度経度により統一的に扱われる地理情報を地図画像上に描画するためには、地図画像の緯度経度座標がどのように表現されているか知る必要がある。輯製図および現行地勢図画像について、実質的な緯度経度座標系と地図画像の形状のについて考察する。

(1) 輯製図

輯製図(「幕末明治 日本国勢地図初版<輯製二十万分一図>集成」)は千島列島から奄美・琉球(沖縄)まで、日本列島全域を153枚で網羅した地図であり、復刻されたものが市販されている。この地図は先にも述べたように近世の地図と現代的地図とを結ぶ地図であるが、一部測量にもとづくが他はそれまでの諸地図を編集されたものである。どの部分が測量部分であるか、どの部分がどの地図を元に編集したかなど詳細は分かっていない⁽²⁾。また、現行地勢図と同じ経度差1度・緯線差40分で図幅が設定されているが西に10秒4ズレがあるとされている⁽³⁾。この地図投影法は地図には記されていないが、他の文献⁽⁴⁾よりと多面体図法が採用されたとされている。

多面体図法は、地球表面を一定間隔に緯経線で区画し、その区画の四隅を通る平面に投影する方法である。この図法では経線は直線なるが緯線が曲線になり、図郭全体は左右対称の扇形となる。緯線の湾曲度合いを示す曲率 d は次式で与えられる(図2参照)。

$$d = \frac{1}{4} N (\lambda_0 + \lambda) (\lambda_0 - \lambda) \sin 2\mu \quad (1)$$

ここで N は地球をベッセル楕円体としたときの横曲率半径、 λ_0 は図郭の中央経度と左端経度または右端経度との経度差、 λ は中央経度と曲率を求める経度との経度差、 μ は曲率を求める緯度である。この図法で描かれた図郭を平面上に貼り合わせるとすき間が生じる。

輯製図の図幅名:京都及大阪について図郭をデジタイザ(分解能:0.025mm、精度:±0.25mm)で座標を計測、観察した。図3は図郭四隅の座標を5回ずつ計測した平均値から算出した値である。なお、曲率のための図幅中央位置は製飾の緯経度の分目盛位置に従って計測した。多面体図法での経線長の理論値は370.60mm、曲率の北緯35度20分・東経135度30分での理論値(式(1)で $\lambda=0$ の場合に当たる)は0.573mm、北緯34度40分・東経135度30分での理論値は0.569mmである。この計測結果から経線長はほぼ正しいと思われるが、上辺の曲率は理論値の約半分、下辺では倍になっており計測精度を勘案しても差が大きいと思われる。

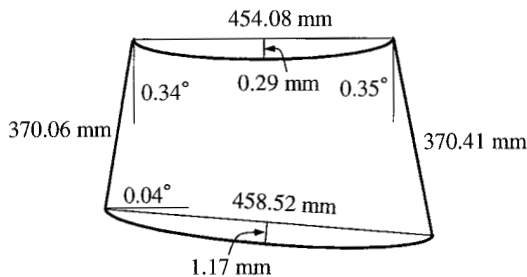


図3 輯製図・京都及大阪の実測値

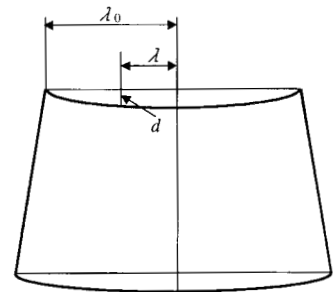


図2 多面体図法
太線が図郭線

また、下辺両端点間を直線で結び、図郭線を兼ねる製飾の緯経度の分目盛と比較しながら観察すると、分目盛の線幅にばらつきもあり多少湾曲状況は均質でないと思われるところがあるが、左右対称に湾曲していると認められる。一図幅のみの計測及び観察があるが、輯製図はほぼ左右対称の扇形をしていると観測される。しかし多面体図法で描かれているかは判然としない。

(2) 現行20万分1地勢図(国土地理院・数値地図200000(地図画像))

20万分1地勢図は実測図である2万5千分の1地形図をもとに編集された編集図である。地勢図1枚は地形図を縦横8枚ずつ64枚に相当する。図幅は経度差1度・緯線差40分である。投影図法は、昭和53年以前は多面体図法が用いられていたが、現在はユニバーサル横メルカトル(UTM:Universal Transverse Mercator)図法が採用されている。

UTM図法は地球全体を経度6度ごとの経度帯に分割し、各経度帯の中央子午線(経線)と赤道の交点を座標原点として座標帯内に射影する方法である(図4参照)⁽⁵⁾。この図法では中央子午線より東西方向に離れるに従って距離の歪が増すことから、中央子午線上の縮尺係数を0.996とし、中央子午線から約180km離れた地点での歪が0になるように設計されている。ひとつの座標帯内での歪を小さくするように考慮されている。この図法で描かれた図郭は中央子午線に対して対象で、各辺の長さが異なる互いに直交する曲線となるが、同じ座標帯の中では多面体図法とは違い、すき間なく平面上でつながる。

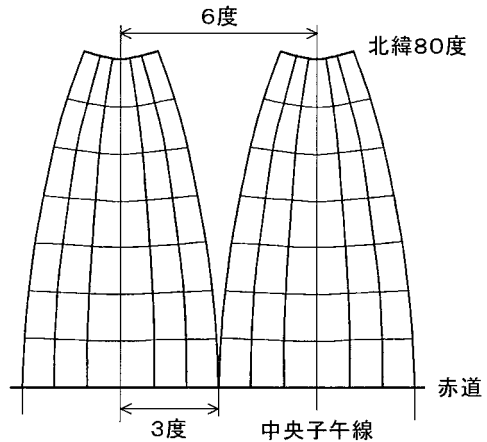


図4 ユニバーサル横メルカトル図法

現行20万分1地勢図は国土地理院により画像化され数値地図200000(地図画像)としてCDROMで提供されている。地勢図画像は図郭ごとにTIFFファイルで収録されており、1画素 $100\mu\text{m}$ (=0.1mm)の精度で数値化されている。製飾部分は切り取られており、図郭左上隅から左方および上方に10mmの点と図郭右下隅から右方および下方に10mmの点を結ぶ線に対角線として上辺と平行な辺を含む長方形画像に加工されている⁽⁶⁾。図郭上辺は画像上辺と平行なように補整されている。また、CDROMには収録している地勢図画像についての管理ファイルが添付されている。管理ファイルには、各地勢図画像の図幅名、図郭四隅緯度経度等に加え、画像座標系での地勢図画像の図郭四隅座標(ピクセル位置)が格納されている。

管理ファイルの地勢図画像の図郭四隅座標を分析すると、130葉すべて地勢図画像において下辺左右の経線(縦)方向の座標値に差がない(上述の仕様に従って図郭上辺左右の経線(縦)方向の座標値は一致している)。このことは上辺と下辺が平行であることを意味する。また、図郭左辺・緯線(横)方向の座標変量 dL と図郭右辺・緯線方向の座標変量 dR を求め(図5参照)、両者の差の絶対値 D を算出すると0から4の範囲($D=3$ および4の図幅は各1枚、 $D=2$

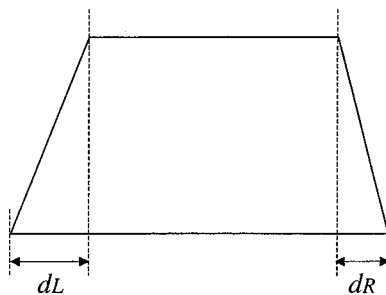


図5 緯線方向座標変量

は13枚、 $D=0$ が59枚、 $D=1$ が56枚)にあることが分かった。 $D=3$ および4の地勢図画像は図郭の延伸がなされた特殊な図幅であった。以上の管理ファイルに格納されている図郭四隅座標情報より、地勢図画像の四隅を結ぶ四辺形は特殊な図幅を除き、ほぼ等脚台形の形状となっていると言える。

緯線、経線の湾曲度合いについて地勢図画像から画像座標を取得する処理系を構築し、観察した。地勢図画像を観察した結果、図郭の左辺および右辺(経線)

は直線で湾曲していないが、上辺および下辺(緯線)は湾曲している。上辺、下辺とも湾曲は左右対称で、曲率は下辺のほうが大きい。地勢図画像は左右対称な扇形であると観測される。地勢図画像の実際の図郭形状はUTM図法に準拠するが厳密に従ったものにはなっていないと思われる。図6は図幅名:京都及大阪の地勢図画像の計測結果を実長さに換算した値を示す。

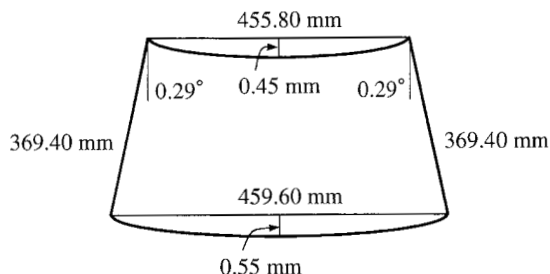


図6 地勢図画像・京都及大阪の実測値

3. 地図画像上への空間情報の描画手順

2章で検討・考察した実際の地図画像上へ、現行2万5千分の1地形図を基盤に整備された地理(空間)情報の描画手順について提案する。提案する手法は、従前から行われてきた基盤となる地図(例えば現行2万5千分の1地形図)と被描画対象の地図(例えば輯製図)との局所的位置関係を指定し、その局所領域において整合性をとる局所的な描画手法ではない。被描画地図の図郭全域へ整備されている空間情報を描画する手法である。

(1) 被描画地図画像

被描画対象の地図画像は2章で述べた地図を念頭に

① 図郭全体の形状は概ね扇形であるが、上辺、下辺の曲率は必ずしも整合しない。

② 図郭の扇形の歪度合いは図郭中央の経線を中心に左右で異なる。

の2つを想定する。①は、経線は直線であるが、長さは一定でないことを意味し、②は、図郭中央の経線位置で接合された異なった2つの扇形で図郭全体は形成されることを意味する。

(2) 国土地理院・数値地図25000(行政界・海岸線)

描画する空間情報として国土地理院・数値地図25000(行政界・海岸線)を対象とした。数値地図25000(行政界・海岸線)は2万5千分の1地形図から行政界、海岸線を計測し、ベクトルデータ形式で数値化されたものである。数値化されたデータは2万5千分の1地形図と同程度の精度を持つとされ、正規座標値を10000倍した値で提供されている。正規化座標値とは計測座標を図郭を左下(0,0)、右上(1,1)とした正方領域の座標に変換した座標である(図7参照)⁽⁷⁾。

2万5千分の1地形図はUTM図法で作成された実測図である。図幅は経度差450秒、緯度差300秒で設定されており、20万分の1地勢図1枚を縦横8枚ずつ

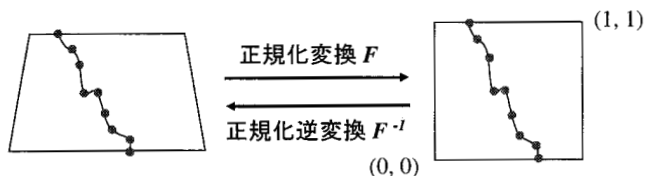


図7 正規化変換・正規化逆変換

64枚で覆う。図郭の形状は2章(2)で述べたように、地図投影理論上は各辺の長さが異なる互いに直交する曲線となるが地形図の縮尺では直線とみなされる。実際の図郭形状は20万分1地勢図と同様にほぼ等脚台形となっている。

(3) 描画手順

与えられる地図画像上への行政界等の描画は、地図画像の図郭領域を2万5千分1地形図図郭に区割りすることが基本方針となる。区割りごとに該当する行政界・海岸線データを区割りの四隅座標を用いて正規化逆変換して描画する。正規化逆変換は、(2)で述べた正規化

座標を求める変換の逆変換であり、(0,0)-(1,1)の正方領域内の座標を四隅座標で与えられる任意の四辺形領域内の座標に変換する(図7参照)。

描画に当たり、与えられる情報は地図画像の図幅の緯度・経度と図郭の画像座標系(原点は左上)での四隅座標である。緯度・経度情報から描画対象となるデータが検索される。区割りは四隅座標から(1)の想定にもとづき導出する。以下、区割りの導出について述べる。

① 区割りの概要

1つの区割りの基本形状は等脚台形とし、20万分の1地図画像の図郭を縦横8つずつ64区画に区割りする。図郭中央の経線の左32区割りと右32区割りに分けて導出する。左32区割り内および右32区割り内において、各等脚台形状の区割りの高さと同底角は等しいとする。

② 区割り導出の基本方針

図郭中央の経線の左32区割り、右32区割りは同じ構造となるので以下、右32区割りについて述べる。図8は右32区割りを模式図である。区割り導出の基本は、図8における図郭の上辺および下辺の区割り点a,b,c,dおよびa',b',c',d'の座標を求め、aとa'、bとb'、cとc'、dとd'および図郭右上隅と右下隅を結ぶ直線分を想定する。つぎに各々直線分を4等分する点の座標を求める。この座標が各区割りの四隅座標となる。

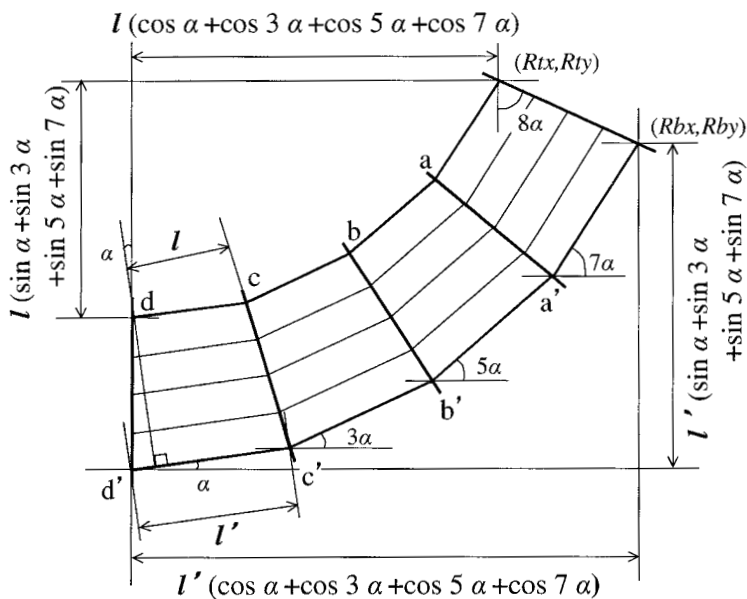


図8 四隅座標からの右32区割り関係模式図

③ 区割り座標の導出

与えられる図郭左上隅座標(Ltx, Lty)、左下隅座標(Lbx, Lby)、右上隅座標(Rtx, Rty)、右下隅座標(Rbx, Rby)、区割り形状(等脚台形)の上底の長さl、下底の長さl'、右辺(左辺)が底辺と垂直な直線となす角をαとする。図8の幾何解析結果にもとづき四隅座標から

$$\alpha = \frac{1}{8} \arctan\left(\frac{Rby - Rty}{Rbx - Rty}\right), \quad l = \frac{Rtx - Ltx}{\sum_{k=1}^4 \cos(2k-1)\alpha}, \quad l' = \frac{Rbx - Lbx}{\sum_{k=1}^4 \cos(2k-1)\alpha} \quad (2)$$

が求まる。

これらの値から図8のa点とa'点の座標は、それぞれ $(Rtx - l \cos 7\alpha, Rty - l \sin 7\alpha)$ 、 $(Rbx - l' \cos 7\alpha, Rty - l' \sin 7\alpha)$ となる。a点とa'点を結ぶ直線分を4等分する点の各座標は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{1}{4}(n(Rtx - l \cos 7\alpha) + (4-n)(Rbt - l' \cos 7\alpha)), \right. \\ & \left. \frac{1}{4}(n(Rtx - l \sin 7\alpha) + (4-n)(Rbt - l' \sin 7\alpha)) \right), \quad n = 0, 1, 2, 3, 4 \end{aligned} \quad (3)$$

となる。同様にして点b,c,dおよび点b',c',d'の座標および4等分する点の座標は求まり、すべての区割りの四隅座標が得られる。

④ 区割り座標の整合処理

図郭が左右対象でない場合、中央経線上の分割点の位置が左側で求めた座標と右側で求めた座標が一般に一致しない。不一致の座標が生じた場合、中央経線上の分割点の座標は両者の平均座標を採用し、平均座標と元の座標値との差を同じ緯線上の区割り座標(3点)に均等に分配する。

4. 地図画像上への空間情報の描画実験

3章で述べた手順に従って輯製図画像および現行20万分の1地勢図画像上に数値地図

25000(行政界・海岸線)の描画実験を行った。輯製図画像は紙媒体の地図をスキャナーで電子化したものを用いた。四隅座標は画像座標を取得する処理系で計測した値を用いた。20万分の1地勢図画像は数値地図200000(地図画像)の画像を用いた。四隅座標は画像と同時に提供される管理ファイルの値を採用した。

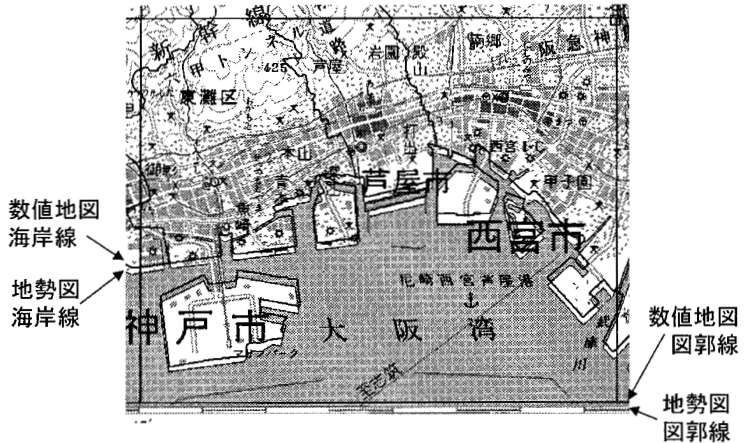


図9 図郭を四辺形と見なし場合の現行地勢図への描画結果(部分)

図9、図10は地勢図画像上への行政界・海岸線の描画結果である。図9は図郭を四辺形と見なした場合で比較ための画像である。図9では全体に図郭線、海岸線が上方に描かれているが、図10では補整され、図郭線は概ね一致している。海岸線は微妙にズレがあるように思われる。

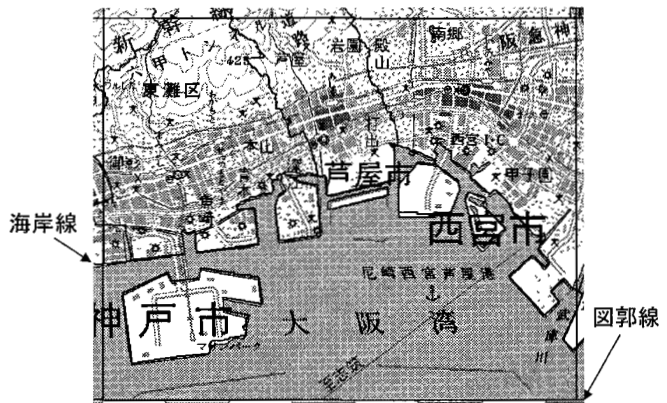


図10 現行地勢図への描画結果(部分)

図11、図12は輯製図への行政界・海岸線の描画結果である。図11は図郭を四辺形と見なし

た場合で比較ための画像であるが、本提案手法で描画した場合も図11とさほど変わらない結果となった。そこで、中央経線上の区割り座標に経線(縦)方向のバイアスを与えた後、3章(3)④の補整を実施することにした。図12は提案手法にバイアスを与える処理を加えた後の描画結果である。図12はほぼ意図した描画になっているが、図郭線がやや下に描画されている箇所が見受けられる。補整処理の更なる検討が必要と思われる。

5. おわりに

本稿では輯製図および20万分の1地勢図の実際の形状と座標系を検討・考察し、数値地図25000(行政界・海岸線)を用いて、両者の地図画像上への行政界・海岸線を描画する実践的方法について提案した。地図画像上への整備された地理情報の描画は輯製図など図法が不明な地図や編集図からの空間情報のデータ化と双対関係である。提案した手法は大枠で地図画像にデータを合致させることを狙ったものである。描画実験の結果、意図した描画が行えたと思っている。今後の課題は個々の地図画像に対する補整方法の確立やデータ計測への展開を考えている。輯製図については人間文化研究機構でデータ化が進められている。作成されたデータが公開されることを期待している。本研究を進めるに当たり、ご示唆、ご支援を賜る大阪電気通信大学の小澤一雅教授に深謝いたします。また、本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究C No.15500159)によった。

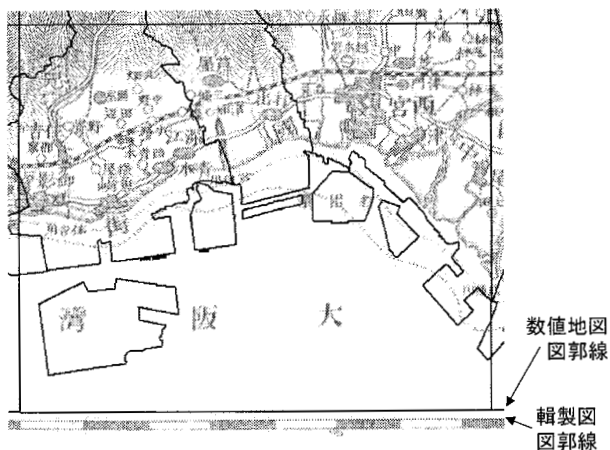


図11 図郭を四辺形と見なし場合の輯製図への描画結果(部分)

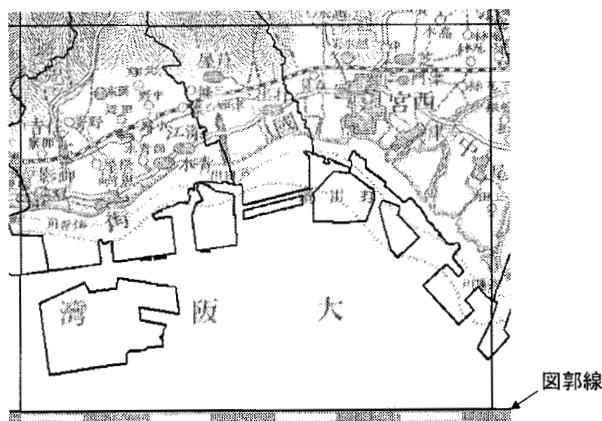


図12 輯製図への描画結果(部分)

<参考文献>

- (1) 幕末・明治 日本国勢地図 初版 輯製20万分1図 集成、p.159、柏書房(1983)。
- (2) 清水靖夫、輯製20万分1図、p.31、柏書房(1983)。
- (3) 五百沢智也、切図と図郭、最新地形図入門、pp.15、山と溪谷社(1989)。
- (4) 陸地測量部沿革誌、測量部地図課服務概則第13条、明治17年(文献(2)、pp.4に掲載)。
- (5) 日本地図センター、四訂版 地形図の手引き、p.100、日本地図センター(2003)。
- (6) 国土地理院、数値地図200000(地図画像)データファイルフォーマット、数値地図200000(地図画像)CDROM、README.TXTファイル、国土地理院(1997)。
- (7) 室田一雄、計量的情報の基本処理、計算機科学と地理情報処理 第2版(伊理正夫 監修)、pp.29-32、共立出版(1993)。