

【論 説】

伊能大図画像における真北と磁北の推定法

野上 道男*

キーワード：伊能図，真北，磁北，地図画像，画像の回転

1 研究の目的と問題点

1) 研究の目的

伊能大図（紙の地図）には、緯線が描かれておらず、磁北方向も真北方向も不明である。さらに我々が扱うことができる地図画像では、図1に示す用語でいうと、その画像軸と紙の地図の磁北方向・真北方向との関係も不明である。そこで、公開されている大図画像において、真北（地理的子午線）と磁北（磁気子午線）方向を推定する方法を開発することをこの論説の目的とする。この2つは伊能大図の最も基礎的な地図要素である（野上，2022a）。

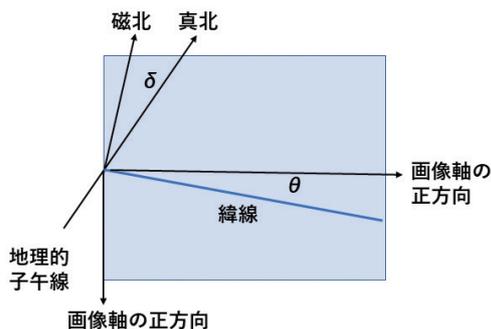


図1 大図画像で明示されていない緯線・磁北・真北

2) 伊能図の緯線とそれと直交する線

図1に示すように、伊能図の画像には、数学図形とは違って、①下方を正とする画像軸がある。大図には枠線はない。大図本体に書き込まれていなくても伊能図の基本的な枠組みである②緯線がある。また後述するように、磁針が真北を指すと信じていた伊能の測量法と地図化の方法からみて存在するはずの③磁気子午線がある。単なる画像ではなく地図画像であるから存在すべき④真の（地理的）子午線がある。

伊能の磁針による導線測量では方位は磁気子午線を基準としている。もし伊能が磁針計によって絶えず「北」に向かって導線測量を続けるならばその導線は磁気子午線となる。

大図では緯線は明示されていないが、1度おきの緯線が明示されている「中図の緯線と直交する方向は磁

気子午線である」ことは、これまでほとんど取り上げられなかった。

一方磁針計によって認識する「東」の方向へ測線を延ばせば、磁気偏角がゼロでない地域においては、天文学的な定義による緯線との乖離が生ずる。また地図化に際して、地球の小円である緯線を直線としたことによる乖離も生ずる。伊能は星測点において、この2つの系統的な誤差と測量につきもののランダムな測量誤差を合わせた、いわばすべての誤差を、星測によって補正した。大図の導線におけるこの補正の実態は明らかにされている（野上，2019a・b，2021）。

以上のことから、伊能は磁針計で導線測量を行ったにもかかわらず、伊能図の東西線は磁気による東西線ではなく、（真の）緯線であるといえる。

現在の日本列島では地磁気偏角は西偏となっている。そして真北に対して反時計回りの角度が正と定義されている。伊能の時代には八丈島では磁気子午線の西に真北があり（偏角は東偏）、対馬では磁気子午線の東に真北があった（偏角は西偏）（野上，2022b）。伊能大図では、真北方向は図幅によって異なる。したがって中図では図幅内の部分によって異なる。

我々が今後使用するのは紙の地図ではなく、すでにWEB公開されている地図画像である。その画像軸と、緯線・真の子午線・磁気子午線の位置関係を求めることになる。

3) 伊能中図の緯線についてのこれまでの理解

中図の緯線は等間隔な直線で表され、地図作成の基線である。伊能は師の高橋至時に教えられ、地球が楕円体であることを知っていたが、測量誤差を考慮して、地球を球体として扱ったので、緯度差1度は等間隔となり、その距離は28.2里と定義された（野上，2020a）。大谷（1917）はこれを度法と呼び、大図では101.52寸、中図では16.92寸となる。

地図画像には横と縦の大きさ（pix）がある。これはいわば紙地図の紙の大きさであり、図幅の大きさではない。そもそも伊能図には図幅の輪郭線は描かれて

* 東京都立大学名誉教授

いない。画像の縮尺は dpi (1 インチのピクセル数あるいはドット数) で示されることが多いが、これは地図画像としてみた場合あまり信頼できない。またファイル情報としてこの値を持っていない場合もある。

地図画像の場合は、例えば緯度差 1 度あたりのピクセル数 (pix) で地図画像の「縮尺」を表現するのが妥当であるが、大図の場合は緯線さえ明示されていないので、この値を安直に得る方法はない。地図画像で複数の点 (理想的には 20~30 点) を選び、その座標値と、相当する点の緯度経度を地理院地図で読み取り、両者の回帰式の勾配が表す数値が緯・経度差 1 度あたりの pix となっている。

星測点で得られた緯度は度法によって、地図上の位置に換算され、地上導線測量の成果は補正されている (野上, 2021)。このように天文測量に準拠する緯線は伊能図の唯一の基線といえる。ただし大図には、中図と違って、区切りの良い緯線が通っていても明示されていない。我々が計測に用いるのは、伊能が作成した紙の地図 (その複写版) ではなく、地図画像である。伊能図の軸と画像の軸が一致するように伊能図を正置してスキャンしたと思われるが、完全ではない場合がある。特に大図では基線となる緯線が明示されていないので、正置に関して作業指針が明らかでない場合は、地図画像の軸が本来の地図軸と一致しているかどうかは検討対象となる。

4) 正置中図画像

伊能図の基本フレームは平行する緯線である。図 1 に示した画像の X 軸と画像上の緯線が平行している (θ が 0 である) 地図画像を「正置」と表現することにする。中図画像の X 軸と画像上の緯線が斜交している (θ が 0 ではない) ことがあるのは、緯線に準拠しないで画像化 (スキャン) を行ったことが原因である。また相互に平行しない緯線が見られることがあるが、これは伊能チームが複写作成の際にその緯線を書き損じたからである。

ディスプレイ上で緯線が表示されている中図画像の上に、他のアプリの窓枠を移動して重ねて見れば、地図画像の画像軸と緯線の平行性は簡単に視認できる。

研究用の計測を行う場合には、中図の画像軸と緯線の平行性の確認をしておくこと、あるいは斜交する場合にはその角度を求めておくことは最初のステップとして必要なことである。

5) 補正地図画像

画像の Y 軸 (下向きが正) が真の (地理的) 子午線と一致している地図画像を「補正」地図画像と呼ぶことにする。補正地図画像では、地図の実態は地理院地図の方位と合致するが、磁気偏差が 0 の地域でなければ、画像 Y 軸と緯線は直交しない。これは地図画像の問題ではなく、伊能は緯線と直交する方向を磁北と信じて測量し、地図化しているからである。真北と磁北の方向の差が磁気偏角 (δ) である。

方位記号がない普通の地図では枠線の縦線が南北線 (真の子午線) であるとの暗黙の了解がある。伊能中図・大図には枠線はない。さらに地図画像では真北方向は簡単にはわからない。

中図の場合は緯線があるので、磁気偏角の分布が明らかでないこともあり、大谷 (1917) 以来、緯線と直角方向は真の子午線であるとして扱われることが多かった。しかし伊能は真北方向を基準とする測量を全く行っていない。ただ星測の際には真の子午線によって機器を設置する必要があるので、磁北と真北の乖離にその時に伊能が気づいたかもしれないという可能性がある。それについて次の項で述べる。伊能の星測とは恒星の南中高度を測定することである。

6) 子午線儀および象限儀の設置にかかわる子午線方位決定法

子午線儀と象限儀は真の子午線に合わせて設置しなければならない。大谷 (1917, p370 補足項) は、伊能は天文観測によって子午線を決定したのではなく、後述するように、簡便に磁針計で代用していたのではないかと推定している。

それ以外の方法として、大谷 (1917, p396) があげている 2 つの方法の 1 つは、機器を最初は架設して、周極星を用いて上中 (極の上方通過) と下中のあいだの時間 (当時の時計は錘揺球儀) を測る。上中 - 下中と下中 - 上中の時間が等しくなるように機器の設置方向を調整することを繰り返しながら精度を高めていく、という方法である。この方法では子午線方向の決定だけで一夜を要するという。

ポラリスは天の北極に最も近い明るい恒星である。極からの角距離は 2000 年頃で約 44 分であったが、歳差運動のため 1800 年頃ではさらに離れていたと思われる。ポラリスや周極星などを用いて象限儀を設置したという『伊能忠敬測量日記』 (佐久間 1998) (以後『測量日記』と略記) などの記事や文書はないようである。

第2の方法では、子午線儀を架設し、赤経差が既知である恒星の方中（その方向を通過すること）時刻を時計で計測し、それによって仮設位置を訂正することを繰り返し、子午線儀設置の精度を高める。

伊能は恒星の赤経表を持っており（大谷, 1917, p378）、それによって恒星南中の待ち受け観測を行っていた。また錘揺球儀のキャリブレーションは太陽南中の2回の観測で行っていたが、伊能は太陽時と恒星時の差違についての知識はあった（野上, 2020b）。

いずれにせよ夕方泊宿に到着、夜間に星測、翌朝出発というスケジュールでは、錘揺球儀は使えない。数日間は滞在し続けて行った日食や月食の観測に用いられた機材である。

大谷（1917, p370）は天文測量と時計による2つの子午線方位決定法を説明した後に、「磁的の子午線は真子午線と一致すると確信せしを以て出張地点に於ては磁石によりて儀の方向を定めたる場合寧ろ多かるべし」と注記している。なお象限儀の子午線設置誤差が恒星南中高度測定に与える誤差については中村（2020）が検討している。

伊能が用いた子午線儀の構造（寛政暦書巻19の図、大谷, 1917, p388-398の記述およびp392の図）からみて、これは糸の途中に付けた錘によって垂直となっている糸の張る面の方位を、子午線に一致させて固定し、高度の異なる天体について次々に子午線を通過することを視認する器具である。したがって、子午線儀を設置するための子午線方向は別の方法で定位しなければならない。子午線儀についての中村（2020）の記述にも言及がないことからみても、大谷以来新しい考察はなく、磁針計を用いたという可能性は高い。

前漢時代から行われていた東西の定位法としては太陽を使う「淮南子の定位法」（野上, 2020c, 通称インディアンサークル法）がある。表（棒）を立て、午前と午後で影の長さが等しくなる点を結べば東西線となる。その直角方向が子午線方向である。ただしピンホール光線で観測しない限り、表の陰の先端に半影が生じるので、表を長くしても精度は良くならない。

太陽を星に置き換え、太陽光線の代わりに星を見通す糸を張れば、半影の問題は回避できる。ただし「淮南子の定位法」は水平面を確保しないと精度は劣る。大谷が2つの方法を紹介する前に検討し、棄却している方法、すなわち南中前後で恒星が等しい高度をとることを利用する方法は、原理が「淮南子の定位法」と同じで水平面の確保が必要である。伊能（師の高橋至

時）や大谷は「淮南子の定位法」は知らなかったようである。

7) 大図画像における真北方向の探査

大図画像において、真北方向は次の方法で探査できる。地図画像を少しずつ（例えば0.1度ずつ）回転させながら、画像内の20~30点の座標値と地理院地図における相当点の緯度経度との相関を調べる。 R^2 を指標とする相関が最大となる回転角の画像では画像軸が真の子午線と一致した（補正された）と判断できる。

なお中図画像の場合は、全域にわたって回転させても無意味であるので、大図程度の範囲内の20~30点を選び、その座標値と地理院地図における相当点の緯度経度との相関を調べることになる。中図画像において、その部分である大図範囲ごとに真北方向の値を求めて、等値線を描けば、中図に真の子午線を描くことができる。ただしこれは課題外である。

この論説では、画像の回転は次のように行っている。原点(0, 0)を中心として、点(x, y)を角度 θ （反時計回り）だけ回転した後の点(X, Y)は次のように表される（数学公式）。

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

この式を展開して、エクセル表に埋め込んで計算を進める。画像では、数学図形とはY軸の向きが逆であるが、 θ の値は反時計回りを正としている。

8) 大図画像の正置

伊能大図には中図と違って緯線は明示されないが、2つの切断方位ローズから推定できる海上保安庁海洋情報部所蔵の版（以後海情版と略記）もある。また作図時に使われたと思われる線の痕跡が残っている版もあるが、紙の貼合わせ線や折りたたみ線らしきものも認められる。またアメリカ議会図書館（Library of Congress）が公開している版（以後LC版と略称）にはこの大図をさらに模写しようとした際に書き込まれたとされる鉛筆書きの格子などが認められる。いずれにせよ大図には明示的な緯線がないのであるから、公開されている大図画像が正置されているかどうかは計測によって判別する必要がある。

大図画像を回転させて、正置中図画像の対応点との相関が最大となる回転角を探することで、つまりY軸が磁気子午線となっている中図画像との対比で、大図画像における磁気子午線が画像のY軸となる大図画

像を得ることができる。

9) 伊能当時の地磁気偏角の分布について

前述したように伊能は磁北と真北は一致していると信じて導線測量を行ったので、緯線と直交する方向は彼が信じる真北であるが、実は磁北でもある。当時の磁気偏角がゼロであった地域を示す等偏角線は北海道東端部から東北地方東部を通り、東海地方に抜けている(野上, 2022b)。この線から離れた地域では、伊能が作成した地図では緯線と直交する線は真の(地理的)子午線ではなく、磁気子午線である。

大図では図幅内で偏角や真北方向は一样と見なせるが、中図のような広域図では東西南北の部分によって磁気偏角が2度近く異なることがある。それを無視して作られた伊能中図の画像全体をそのまま回転させても補正画像とはならない。

10) 作業の手順・過程

7) と 8) で述べた項目について次のプロセスで作業を行う。

- (1) 大図画像・中図画像・地理院地図において、共通対応する地点の画像座標値と緯度経度を読取る。
- (2) 大図画像・中図画像(部分)を回転させながら対応点の座標値と地理院地図の緯度経度との相関が最大となる回転角を求める。その角度は大図の真の子午線方向となる。中図ではその部分の真北方向となる。
- (3) 大図から中図への編集方法(野上, 2021)から判断すれば、大図の磁北方向(磁気子午線)は中図の磁気子午線と一致している。最初に、中図画像の正置(緯線と画像軸の平行性)を確かめる。平行性が無視できない場合は地図画像軸と緯線の角度を計測する。複数の緯線について計測し平均値を求める。
- (4) 大図画像を回転させて、正置された中図画像の座標値との相関が最大となる回転角を求める。その角度が大図の磁気子午線方向である。磁気子午線と(2)で得られた真の子午線がなす角度は磁気偏角である。以上に述べたプロセスの有効性を佐渡・対馬・大分(2図幅)の事例で検証する。

2 大図 No75 (佐渡) についての計測

大図 No75 (佐渡) は伊能忠敬の第4次測量(享和3年)八月26日から九月16日の成果である(図2)。

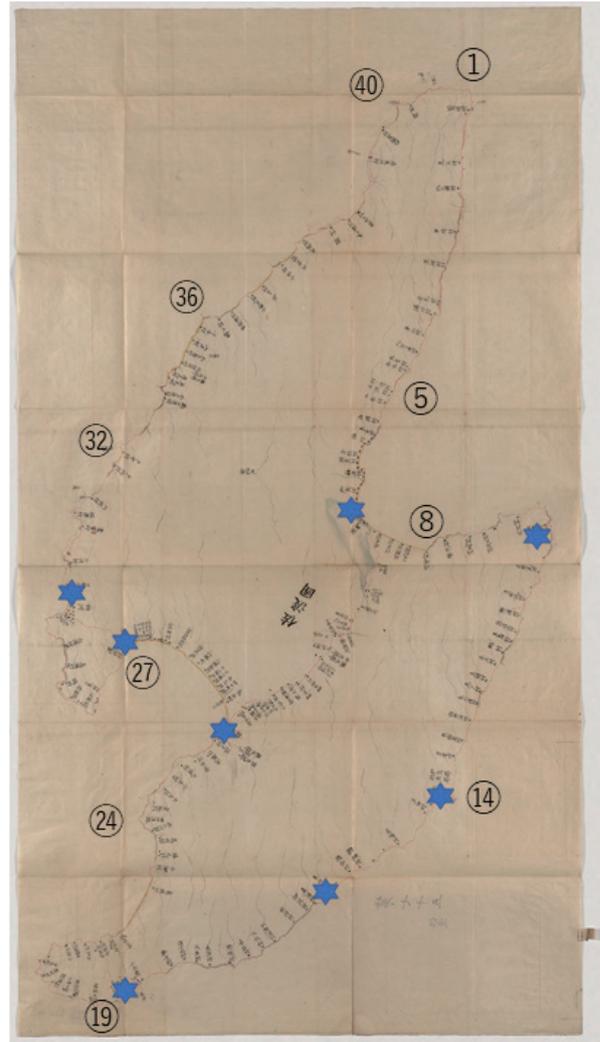


図2 大図 No75 佐渡における測点・星測点
○で囲んだ数値は表1の地点番号, ★は星測点

ここで月数を漢字表記しているのは当時の寛政暦の月日であることを示す。この日付によって『伊能忠敬測量日記』にアクセスできる。

この大図 No75 画像には、原図をスキャンした時の正置に関わると推定される南北線と東西線が見られる。

ただし中図の緯線や南北線と異なり、ほんやりしていて、白い上書きで消されたものもある。ほぼ等間隔に存在する6本の東西線の間隔は5x2データの平均で1464pixであった。これらの東西線は画像のX軸と平行している。よってこのNo75地図画像は正置されていると推定されるが、念のために検証する。

中図には伊能図の基線である緯線が描かれており、これを正置判定の基準とした。使用したのはNISSHA社所蔵版中図(通称フランス中図、略称F中図)の画像である。F中図「東北」には北緯38度(N38と

表 1 佐渡：座標緯度経度（番号は図 2 と共通）

方位測点	大図No75		F中図佐渡部分		地理院地図	
	X	Y	X	Y	緯度Lat	経度Lon
1 最北端	4276	846	2539	27606	38.3321	138.5147
2 鷺崎	4283	1043	2560	27715	38.3189	138.5163
3 見立村	4206	1474	2533	27959	38.2917	138.5093
4 北小浦	4172	2167	2510	28231	38.2500	138.5064
5 坊ヶ崎	3585	3633	2234	28916	38.1596	138.4597
6 椿	3355	4158	2117	29172	38.1250	138.4409
7 梅津	3303	4497	2098	29282	38.1027	138.4378
8 川崎村	3873	5144	2375	29640	38.0621	138.4828
9 仏崎	4559	4806	2690	29488	38.0818	138.5361
10 姫崎	4913	4706	2862	29444	38.0879	138.5631
11 弁天崎	5047	5109	2923	29637	38.0625	138.5726
12 野浦	4769	5780	2805	29958	38.0213	138.5516
13 赤玉	4570	6215	2702	30158	37.9959	138.5365
14 松ヶ崎	4123	7474	2494	30776	37.9204	138.4993
15 筵場	3660	7944	2272	30981	37.8934	138.4640
16 赤泊	2945	8371	1937	31190	37.8674	138.4098
17 野崎村	2089	9060	1532	31514	37.8249	138.3443
18 小城岬	1246	9280	1132	31616	37.8122	138.2805
19 最南端	821	9412	920	31688	37.8034	138.2492
20 沢崎	249	9100	646	31532	37.8219	138.2048
21 江積	537	8823	783	31406	37.8379	138.2273
22 堂釜村	1004	8731	998	31356	37.8426	138.2603
23 小泊	1314	8125	1132	31096	37.8770	138.2842
24 田切須崎	1201	7653	1083	30860	37.9073	138.2789
25 背合	1670	7074	1318	30570	37.9453	138.3194
26 国府川	1980	6561	1476	30344	37.9786	138.3411
27 澤根町	1103	6047	1056	30078	38.0015	138.2730
28 台ヶ鼻	790	6675	880	30394	37.9651	138.2547
29 橋	444	6441	724	30272	37.9796	138.2276
30 鹿伏	335	5790	694	29969	38.0221	138.2118
31 小川村	508	5215	758	29676	38.0598	138.2349
32 北狄	767	4656	916	29400	38.0935	138.2526
33 北片辺	1394	3621	1208	28920	38.1571	138.2970
34 高下	1838	2970	1429	28620	38.1980	138.3302
35 小田	2493	2477	1719	28388	38.2280	138.3801
36 矢柄	2733	2211	1824	28271	38.2432	138.3957
37 五十浦村	3135	2058	2039	28189	38.2542	138.4289
38 押出岬	3285	1802	2083	28072	38.2694	138.4373
39 真更川	3329	1503	2113	27934	38.2888	138.4410
40 大野亀	3602	999	2229	27702	38.3198	138.4627

表記) から 41 度まで 4 本の緯線が見られるが、複写時のミスと推定される N40 度線を除けば、3 本の緯線と画像軸との平行性は良好である。この中図は正置されているとした。なお N38 度線は佐渡を通っているが、大図には記入されていない。

1) LC 版大図 No75 画像の回転による正置

大図画像において、島を一周する海岸線導線の最北点から時計回りに 40 測点を選び (図 2)、その座標値 (X, Y) を読み取って、表 1 にまとめた。画像であるので Y 軸は下向きが正となっている。F 中図「東北」でも同じように対応する点の座標値を読み取って、表 1 の該当欄に記録した。

次に、地理院地図でそれらの点に対応する点の緯度 (Lat)・経度 (Lon) を読み取った (表 1)。これらの測点は地図間の対応がわかりやすいように岬の先端などが選ばれている。

次に大図画像を 0.1 度ずつ回転させながら、その画

像における 40 点の座標値と F 中図の座標値との相関 (R^2) を調べた (図 3)。当然のことながら、小さな回転角では Y 座標値の相関は変化しない。回転角 -1.0 度から +1.0 度の範囲内で回転角を 0.1 度刻みで変化させながら大図画像の X 座標値と中図画像の X 座標値の相関を調べた。図 3 では相関を R^2 で示している。相関は回転角 0.0 度 (原図のまま) で最大となっており、この角度で大図と中図の画像軸が一致する。中図は正置されているのであるからこの大図も正置されていると判定される。

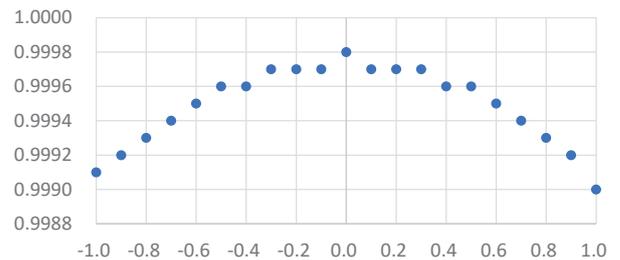


図 3 大図 No.75 画像の回転 (横軸) と大図 X 座標・F 中図 X 座標の相関 (R^2)

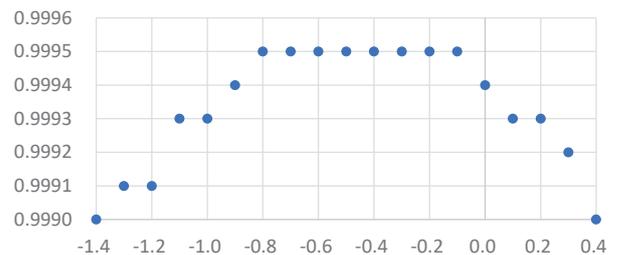


図 4-1 大図 No75 佐渡画像の回転角 (横軸) と経度の相関

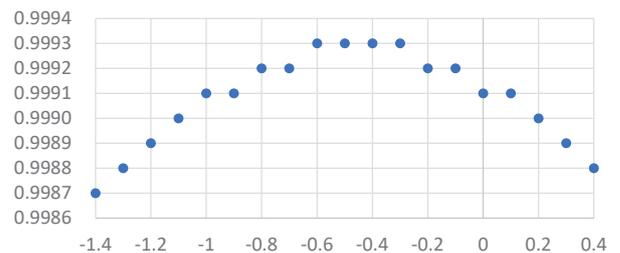


図 4-2 F 中図佐渡部分の回転角 (横軸) と経度の相関

2) 大図画像の回転による真北方向

大図 No75 画像と中図「東北」佐渡部分を 0.1 度ずつ回転させながら、X 座標値と Lon (経度) の相関を調べた。この時、回転角を Excel の特定位置 (コラム) に書き込んでおき、この値を絶対参照するように式を作れば、この値を変えるだけで、相関グラフの数式 (R^2 表示) までリンクして変化する。回転角と座

標値・経度の相関の変化をグラフ化すると図4-1、図4-2となる。

図4-1からNo75画像は回転角が-0.45度（即ち時計回り0.45度）の時、画像軸が真の子午線と一致したと読みとれる。この大図No75画像は正置されていると判定されているので、画像軸の方向が磁気子午線であり、東0.45度の方向が真の子午線である。F中図「東北」の佐渡部分では、図4-2から判断して、東0.45度が真北方向である。

3 大図No192（対馬）についての計測

この章では、F中図「九州北部」図幅範囲内の大図No192対馬（LC版）について処理を行う。LC版の大図には鉛筆書きの東西・南北線（格子）が描かれており、これはこの図を複写しようとしたときの作業線とされている（渡辺・鈴木，2010）。ただしこの線の引き方については作業指針が明らかでないので、この格子の存在は無視した。

1) F中図「九州北部」画像の問題点

この中図画像には画像軸と緯線が平行していないという問題点がある。図幅内の3本の緯線に関する計測結果は表2に示されている。平均値でY座標値は235pix東下がり、角度は0.56度である。したがって緯線を画像軸と平行させる（正置させる）ために（反時計回り）0.56度の回転が必要である。次のIV章（大分）の計測でもこの正置中図画像が基準として用いられる。前述したように緯線と直交する方向は磁気子午線であるが、もとの中図画像ではY軸の東0.56度に当たる。

この中図の東縁には隣接「中国四国」との間に2つの切断方位ローズがある。南縁には隣接「九州南部」との間に2つの切断方位ローズがある。これらローズの切断点における座標値を表3にまとめた。表3を見る限り、南縁のY座標値は25372~25376であり、F中図九州北部はこの切断方位ローズを基準にしてスキャンを行ったと推定される。しかしその結果として、画像軸と緯線では0.56度の差が生じた。つまり方位軸（緯線）と一致していない切断方位ローズを使ってスキャン軸を合わせるべきではないということである。スキャンの作業指針が明らかでない場合には、伊能図の計測を行う時に事前の検討が必要であることが分かる。

対馬は伊能の第8次測量による。文化10年（1813

表2 F中図九州北部の緯線両端の座標値

（画像Yは下向きが正）

	西縁		東縁		Ye-Yw	勾配 (度)
	Xw	Yw	Xe	Ye		
N35線	248	5883	24352	6140	257	0.6109
N34線	248	13633	24366	13877	244	0.5796
N33線	230	21380	24361	21584	204	0.4844
	平均				235	0.5583

表3 F中図九州北部の切断方位ローズ

F中図東縁		X座標	Y座標
上部	上隅	23483	2605
	下隅	23473	4506
下部	上隅	23466	23448
	下隅	23466	25353
F中図南縁			
左部	左隅	3994	25372
	右隅	5799	25376
右部	左隅	18099	25376
	右隅	19328	25372

年）三月28日から四月27日に測量が行われた。伊能大図（No192、対馬）の南島（上県）と北島（下県）にわたり、両島を一周する海岸導線から、岬の先端など異種地図間の地点の対応が取りやすい33点を選んだ（図5）。LC版大図No192画像とF中図「九州北部」画像・同正置画像におけるそれぞれの座標値（ピクセル値pix）、地理院地図から緯度経度（度以下の小数点4桁）を読み取って表4の該当欄に載せた。

2) 大図画像の回転による真北方向の探査

表4のデータを用いて、大図No192画像を0.1度ずつ回転させながら、地理院地図との相関を調べた（ R^2 を指標）（図6-1）。なお小さな回転角に対してY座標値（緯度）の相関の変化は小さいので、X座標値（経度）だけを取り上げている。図6-1から、この大図No192画像は（反時計回り）1.6度回転させたとき、地図画像のY軸が真の子午線と一致したと読み取れる。つまり大図No192画像における真北方向は東1.6度である。

3) F中図「九州北部」対馬部分の真北方向

九州北部画像において大図No192に相当する点について、前項と同じ手順で処理を行うと、真北方向と



図5 大図 No192 対馬における測点
○で囲んだ数値は表4の地点番号

表4 対馬地図上対応点の座標と緯度経度

測点	大図No192		F中図対馬部分		同左正置0.56度		地理院地図	
	X	Y	X	Y	X	Y	緯度 Lat	経度 Lon
1 久ノ下崎	4567	783	6724	8380	6806	8317	34.7064	129.4496
2 アツサキ	4927	971	6924	8473	7006	8408	34.6944	129.4828
3 舌崎	5075	1153	6992	8574	7075	8509	34.6833	129.4952
4 取厨崎	5004	1681	6954	8852	7040	8787	34.6453	129.4910
5 鷲首崎	4872	2117	6890	9069	6978	9005	34.6165	129.4761
6 琴崎	4787	3005	6829	9543	6922	9479	34.5561	129.4734
7 小鹿	4354	3613	6598	9860	6694	9798	34.5141	129.4410
8 ウノ瀬	3675	4433	6229	10273	6329	10220	34.4581	129.3866
9 長崎鼻	3830	5145	6307	10653	6411	10594	34.4117	129.3978
10 白浜崎	3854	6137	6310	11176	6419	11117	34.3448	129.4042
11 網掛崎	3309	7193	6019	11724	6133	11668	34.2705	129.3601
12 白水山	2650	7961	5666	12142	5784	12089	34.2162	129.3052
13 大崎	2490	8775	5575	12566	5698	12514	34.1937	129.2985
14 竜ノ崎	2316	9214	5484	12797	5609	12746	34.1305	129.2815
15 舌崎山	1960	9523	5302	12951	5428	12901	34.1098	129.2544
16 こうさき	1458	9898	5033	13144	5161	13097	34.0840	129.2140
17 豆飯	889	9602	4741	12975	4868	12930	34.1015	129.1680
18 久根浜	1004	8610	4795	12462	4917	12417	34.1679	129.1751
19 椎根	1238	7687	4927	11974	5044	11928	34.2312	129.1892
20 御崎	1448	6263	5043	11233	5153	11186	34.3313	129.2054
21 一重崎	2434	6183	5567	11191	5676	11139	34.2388	129.2876
22 小碓崎	2926	6206	5819	11208	5928	11154	34.3361	129.3266
23 廻村	1866	5740	5259	10956	5366	10907	34.3673	129.2400
24 タントウサキ	2227	5489	5451	10816	5556	10785	34.3855	129.2681
25 志名浦	2333	5037	5515	10590	5618	10538	34.4157	129.2730
26 二俣サキ	2359	4653	5532	10384	5633	10332	34.4420	129.2778
27 碓崎	2844	3422	5772	9748	5867	9694	34.5257	129.3093
28 伊奈崎	2561	2938	5648	9487	5740	9434	34.5560	129.2890
29 刃生	2780	2471	5790	9246	5880	9192	34.5988	129.3052
30 榑崎	2989	1596	5890	8786	5976	8731	34.6494	129.3223
31 トロク崎	3628	1656	6234	8826	6320	8768	34.6470	129.3743
32 鱒崎	4082	1166	6475	8569	6558	8509	34.6792	129.4104
33 鬼崎	4252	878	6561	8424	6643	8363	34.6984	129.4240

計算値は F 中図反時計回り 0.56 度回転による正置画像の座標値、その他は計測値

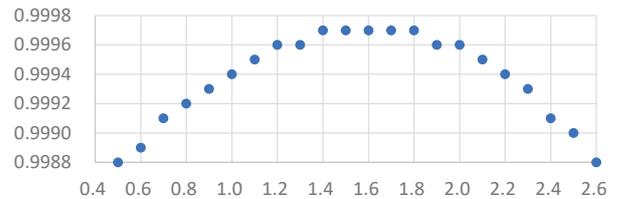


図6-1 対馬：回転角度（横軸）と大図 No192 の X 座標・経度の相関 (R²)

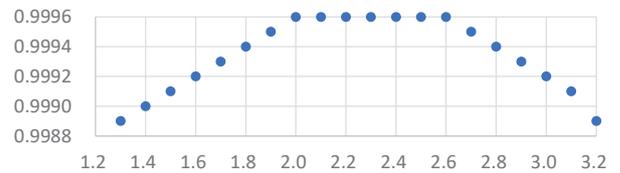


図6-2 対馬：回転角度（横軸）と F 中図対馬部分の X 座標・経度の相関 (R²)

して、東 2.3 度が得られる (図 6-2)。F 中図では前述したように、画像軸の東 0.56 度が磁北であるので、対馬部分では、真北から見て西 1.74 度が磁気偏角となる。

4) 大図画像の正置（磁気子午線の探査）

大図には緯線が描かれていないので、前述した中図画像のような方法で正置させることはできない。しかし大図画像に緯線を引くとすれば、それは正置 F 中図九州北部画像の緯線と平行していなければならない。そこで大図画像を回転させ正置中図画像の画像軸と一致する角度を探ることになる。

図 7 に示すように、LC 版大図 No192 画像を回転さ

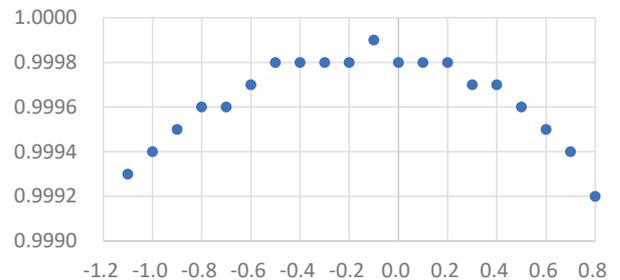


図7 対馬：回転角（横軸）と大図 No192 の X 座標値・正置 F 中図画像の X 座標値の相関 (R²)

せながら、正置 F 中図九州北部画像の座標点との相関を見るに、反時計回り -0.1 度の回転のとき、相関が最大となる。つまりこの大図画像では、画像軸の西

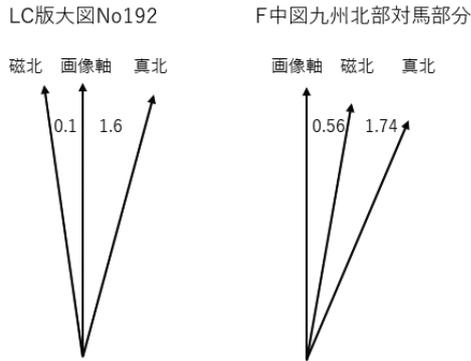


図8 対馬における磁北・画像軸・真北の方向

0.1度が磁北方向である。真北方向は東1.6度であるから、磁気偏角は1.7度西偏となる。対馬に関する計測結果を集約して図示すると図8となる。

4 大図 No181 (大分) についての計測

LC が公開している大図 No181 画像には鉛筆書きの格子が書き込まれている。これとは別に、ぼんやりしているが等間隔の東西線が3本認められ、それと直交する6本の平行する南北線が認められる。これらは画像軸との平行性が良いので、LC 版 No181 画像は正置されていると見なせる可能性が大きい。LC 版大図は明治期の模写であるとされている(渡辺・鈴木, 2010, p113)。No181 大図ではLC 版のほかに海上保安庁海洋情報部所蔵の版(海情版と略称)がある。

1) 海情版大図 No181 画像

この地図画像は横 11735pix, 縦 7152pix の大きさである。ただし北の方向を90度回転させて使うことにする。この地図もLC 版の地図も画像で見ると、針穴はないようであり、存在したはずの原図からどのように複製したかという方法は不明である。伊能の測量法から判断すれば、原図の導線は折れ線で表されるべきであるが、この2種の大図の導線は共に丸みを帯びている。ともに共通の原図があるということであろう。

LC 版では山の稜線らしき線が描かれているが、海情版(図9)ではさらにそれが彩色されており、稜線の前後関係も表現されているので、この稜線のスケッチが行われた場所を推定できるかもしれない。伊能図研究のさらなる発展に期したい。

この大図の下辺には左右二つの「切断方位ローズ」が描かれている。この切断図形は隣接大図との接合の目印であろう。南に隣接する No183 には上辺右に「切

断方位ローズ」があり、No181 の下辺右のものに対応している。この「切断ローズ」で No181 と No183 を接合させると、海岸導線はほぼ接合する。

左の切断方位ローズの Y 座標値 (pix) は、図形の両端で 6489 と 6485 (平均 6487), 右の Y 座標値は 6437 と 6424 (平均 6431) である。図形の東西の差は 7532 である。2つの切断方位ローズを結ぶ線は緯線と平行しているとすると、この画像は 7532 について 56 だけ右上がりの線が画像軸となるようにスキャンされていることになる。これは角度にして 0.4260 度である。ただし、2つの切断方位ローズによって得られる切断線が緯線と平行しているという確証はないので、以下の検討では用いない。

2) 真北方向の探査

LC 版と海情版の大図と中図の画像において、海岸導線上の点(岬など)24 を選んで、地図画像上の座標値と地理院地図の緯度 Lat, 経度 Lon を読みとって表5に載せている。地図画像を反時計回りに0.1度ずつ回転させながら、X 座標値と経度の相関 (R²) の変化を調べた。

LC 版大図画像では -0.4 度と 0.9 度の間に極大があり、中央の 0.25 度でも 0.9999 であることから、画像軸の東 0.25 度が真の子午線方向であると判断した(図10-1)。

海情版大図画像では画像軸の東 0.15 度が真の子午線方向であると判断した(図10-2)。

F 中図九州北部画像の大分部分における真北方向は東 0.7 度であると判断した(図9-3)。

表5 大分 地図上対応点の座標と経緯度

測点	LC版No181		海情版No181		F中図大分部分		同左正置0.56度		地理院地図	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	経度 Lon	緯度 Lat
1 美濃崎	4710	775	5297	1385	20779	18387	20958	18183	131.7012	33.4056
2 加賀	4001	1295	4419	2003	20431	18635	22612	18434	131.6923	33.4148
3 真那村	3502	1366	3819	2088	20189	18677	20371	18479	131.6067	33.3703
4 鶴養鼻	3362	1694	3655	2492	20122	18840	20305	18642	131.5969	33.3496
5 瀬ノ上	2838	1659	3019	2450	19866	18817	20049	18622	131.5574	33.3503
6 豊岡	2173	1474	2219	2218	19544	18727	19726	18535	131.5069	33.3611
7 小浦村	2066	1536	2087	2299	19487	18755	19669	18564	131.4992	33.3567
8 新見川	2174	2969	2214	4002	19533	19454	19722	19262	131.5109	33.2682
9 白木村	2837	3189	3016	4275	19862	19555	20052	19360	131.5524	33.2572
10 浜	6453	3329	7401	4486	21620	19634	21811	19422	131.8316	33.2481
11 佐賀関	6892	3258	7954	4397	21833	19600	22024	19386	131.8642	33.2523
12 若獅子鼻	6956	3142	8015	4248	21850	19546	22040	19332	131.8675	33.2587
13 橋水	7260	3013	8383	4105	22008	19477	22197	19261	131.8922	33.2685
14 地蔵崎	7417	3106	8569	4224	22079	19532	22269	19315	131.9040	33.2630
15 小黒	7336	3234	8472	4363	22045	19588	22235	19372	131.8971	33.2544
16 華の浦	7189	3393	8300	4554	21969	19670	22160	19454	131.8861	33.2438
17 白木村	7023	3591	8094	4807	21889	19768	22081	19553	131.8734	33.2310
18 田浦	7004	3825	8081	5080	21872	19889	22065	19674	131.8722	33.2163
19 串ヶ鼻	6933	4047	8000	5327	21849	19984	22043	19770	131.8676	33.2035
20 市境	6685	4303	7693	5634	21716	20114	21912	19901	131.8488	33.1881
21 佐志生	6529	4375	7509	5730	21643	20152	21839	19940	131.8365	33.1824
22 藤田村	6412	4537	7368	5924	21586	20245	21783	20033	131.8291	33.1724
23 下ノ江村	6319	4759	7256	6192	21542	20334	21740	20122	131.8231	33.1594
24 中津浦	6327	4936	7251	6415	21543	20432	21742	20220	131.8232	33.1476

計算値は F 中図反時計回り 0.56 度回転による正置画像の座標値, その他は計測値

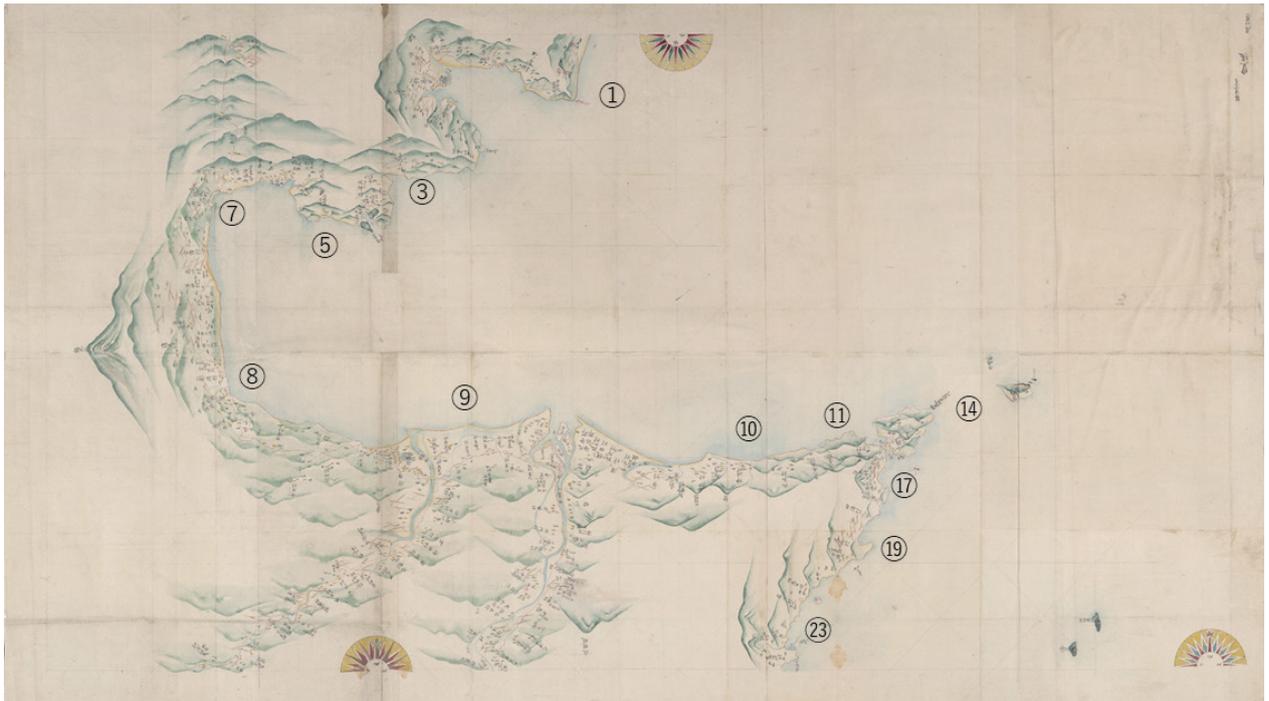


図9 海情版大図 No181 大分における測点 ○で囲んだ数値は表5の地点番号

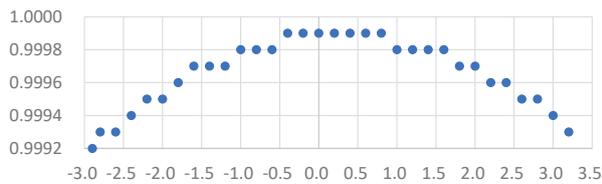


図10-1 大分：回転角（横軸）とLC版大図 No181のX座標・経度の相関 (R^2)

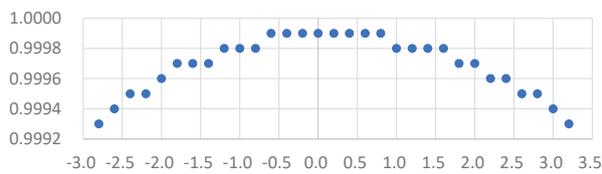


図10-2 大分：回転角（横軸）と海情版 No181のX座標・経度の相関 (R^2)

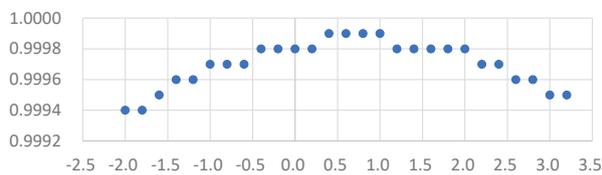


図10-3 大分：回転角（横軸）とF中図大分部分のX座標・経度の相関 (R^2)

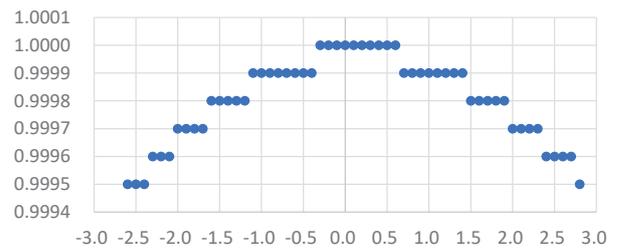


図11-1 大分：回転角（横軸）とLC版大図 No181のX座標値・正置F中図画像のX座標値の相関 (R^2)

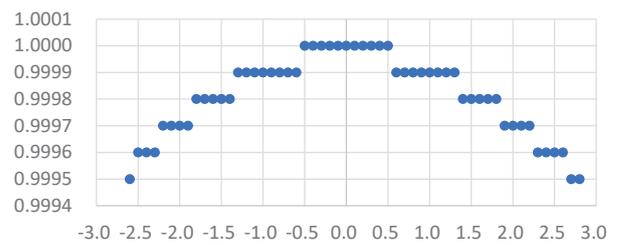


図11-2 大分：回転角（横軸）と海情版大図 No181のX座標値・正置F中図画像のX座標値の相関 (R^2)

3) 大図の正置（磁気子午線の探査）

前述の正置 F 中図九州北部画像を基準として、大図の磁気子午線方向を定める。大図画像を反時計回りに 0.1 度ずつ回転させながら、その X 座標値と正置中図画像の相当点の相関を調べた。

LC 版大図画像では -0.3 度と 0.6 度の間に極大があり、中央の 0.15 度でも 1.0000 であることから、画像軸の東 0.15 度が磁気子午線方向であると判断できる（図 11-1）。海情版大図画像では画像軸の 0.0 度（回転させないとき）磁気子午線方向であると判断できる（図 11-2）。

5 まとめ

(1) 大図画像において真北方向を得る手順

大図画像の X 座標値と地理院地図の経度の相関が、大図画像の回転角によってどう変わるかを調べ、相関が最大となる回転角を得る。この値（真北方向）による回転を行えば、画像軸が真北と一致している「補正画像」を得ることができる。

(2) 大図画像において磁北方向を得る手順

大図画像の X 座標値と正置された（画像軸と緯線が平行している）中図画像の X 座標値の相関が大図画像の回転角によってどう変わるかを調べ、相関が最大となる回転角を得る。この値（磁北方向）による回転を行えば、画像軸が磁北と一致している「正置画像」を得ることができる。

なお事例として取り上げた各図幅についての計測結果を表 6 に示している。計測に用いた「地点数」を該当欄に示した。画像の回転によって、対応地点の相関が最大になったときの決定係数 R^2 を「MaxR2」の欄に示し、そのときの「回転角」（度）も示した。結果として得られた「真北」方向と「磁北」方向は各図幅の画像軸からの方位となっている。「真北」を基準にして「磁北」は地磁気「偏角」となる。表 6 の 4 つの大図における磁気偏角の値は、材料も方法も全く異なるのに、野上（2022b）の図 2（伊能忠敬の測量データによる 19 世紀初頭の地磁気偏角）と良く整合している。

表 6 地図画像における真北・磁北・偏角（まとめ）

	地点数	Max.R2	回転角	真北	磁北	偏角
F中図東北画像佐渡部分	44	0.9993	-0.45	西0.45度	0.0度	西0.45度
F中図九州北部画像対馬部分	33	0.9996	2.30	東2.3度	東0.56度	西1.74度
大分部分	24	0.9999	0.70	東0.7度	東0.56度	西0.14度
LC版大図No75(佐渡)画像	44	0.9995	-0.45	西0.45度	0.0度	西0.45度
No192(対馬)画像	33	0.9997	1.60	東1.6度	西0.1度	西1.7度
No181(大分)画像	24	0.9999	0.25	東0.25度	東0.15度	西0.1度
海情版大図No181(大分)画像	24	0.9999	0.10	東0.1度	0.0度	西0.1度

文献

- 伊能忠敬著 佐久間達夫解説校訂 1998. 『伊能忠敬測量日記』大空社.
- 大谷亮吉 1917. 『伊能忠敬』岩波書店.
- 中村 士 2020 伊能忠敬の全国測量と天文観測. 地学雑誌 129 (2) : 241-261.
- 野上道男 2019a. 伊能大図における星測と横切測量・方位測量による導線位置の補正——第 4 次測量までの例——. 地図 57 (3) : 1-13.
- 野上道男 2019b. 伊能大図の計測から見た導線位置の精度と補正——第 6・7・8 次測量の例——. 地図, 57 (4) : 1-12.
- 野上道男 2020a. 伊能忠敬の地図作成における「緯度差 1 度 28. 2 里」問題. 地学雑誌 129 (2) : 285-301.
- 野上道男 2020b. 伊能忠敬による月食観測を用いた緯度測定とその精度. 地学雑誌 129 (2) : 263-274.
- 野上道男 2020c. 『淮南子』と『周髀算経』の一寸千里法. 計量史研究, 42 (1) : 6-20.
- 野上道男 2021. 伊能忠敬の測量成果の地図化法. 地理学評論, 94 (6) : 427-449.
- 野上道男 2022a. 画像化された伊能図の計測による測量法・地図化法の再検討. 測量 72 (1) : 18-21
- 野上道男 2022b. 伊能忠敬の山島方位測量値による地磁気偏角分布図の作成. 地学雑誌, 131 (1) : 47-66.
- 渡辺一郎・鈴木純子 2010. 『伊能忠敬の地図を読む』河出書房新社.

Geographic north and magnetic north in Ino maps

by NOGAMI Michio

Keywords : Ino map, true north, magnetic north, map image, image rotation

The true north and magnetic north are not drawn in the maps of 1:36000 made by INO Tadataka at the beginning of 19th century. In this paper, the author developed method of estimation for the geographic meridian and magnetic meridian for digitized Ino maps. Correlation index between longitudes in the actual digital map of the Geospatial Information Authority of Japan and coordinates in the rotated map image becomes the maximum when the north of rotated map matches to the true north. In this way we were able to fix the north in Ino map of 1:36000.

Ino had believed that the magnetic north was equivalent to true north anywhere through surveying and making maps of Japanese Islands. Therefore, north-south direction in his maps of 1:216000 is magnetic meridian which crosses parallels drawn at right angles. Notwithstanding lack of parallels in the map of 1:36000, we were able to fix the magnetic north comparing with the parallel of the map of 1:216000. This method is the same as true north fixing.

(受付け 2021年12月21日 受理 2022年4月8日)