

E. ナウマン著

「日本における地磁気偏角の永年変化に関する覚書」全訳

山田直利¹⁾・矢島道子²⁾

1. 訳出にあたって

本訳文は、E. ナウマン (Edmund Heinrich Naumann: 1854 ~ 1927) が1882年5月2日に日本地震学会で口頭発表し、翌年同学会の欧文報告に印刷された英文論文 “Notes on secular changes of magnetic declination in Japan” (Naumann, 1883:以下本論文と呼ぶ) の全訳である。同論文には、発表後行われたクニッピン氏との討論内容も加えられている。

ナウマンは1875年に来日し、1879年に東京大学理学部地質学教室を退職してドイツへ一時帰国した後、1880年に内務省勸農局地質課に雇用された。地質課では1年余りの準備期間を経て、1881年頃から本格的に日本の地質・地形の全国調査に着手した。この間に、地質課は農商務省農務局地質課を経て、1882年には農商務省地質調査所となっている。ナウマンは同課・所の技師長としてこれらの調査を主導したほか、並行して日本の磁気調査を進めた。磁気調査は1880年～1882年は主に関東・東北地方で、1883年は東北地方以外の日本全域（北海道を除く）で実施された。実際に磁気観測を行ったのは、ナウマンがドイツで探し出し1880年に地質課に雇用されたシュットと、同課員の関野修蔵・神足勝記^{こうたり}らである (Naumann, 1884; 佐藤, 1985)。

シュット (Otto Heinrich Schütt: 1843 ~ 1888) は、1880年に東京 (2地点) を起点として関東・中部地方の13地点で磁気観測を行い (Schütt, 1880)、翌年には伊香保・日光間の地形を測量したときに6地点で磁気測定 (偏角のみ) を行っている (Schütt, 1881)。彼は富士山の地形図 (Schütt, 1882) を始め多くの20万分の1および40万分の1地形図の作成に従事したほか、地形係長として若い地形係員の養成に努めたが、ナウマンとの間に軋轢があり、1882年1月、契約満期前に解雇された (佐藤, 1985)。

関野修蔵 (1852 ~ ?) は福島藩江戸屋敷で生まれ、工

部省測量士から内務省地理寮、東京大学 (ブラウンス教授の助手) を経て、1880年地質課に入った (佐藤, 1983, 1985)。40万分の1予察地形図 (全図) および20万分の1地形図17枚を作成し (上條, 1983)、1886年からは地質調査所地形課長を務めた。関野はシュットから磁気観測の指導を受け、全国磁気調査の中心メンバーとして活躍した (関野, 1886)。

神足勝記 (1854 ~ 1937) は熊本で生まれ、熊本県貢進生として大学南校 (後の東京開成学校) に入り、同校退校後、内務省地理寮、工部省鉱山局を経て、1879年に地質課に入り (佐藤, 1983)、40万分の1予察地形図、20万分の1地形図の作成に従事した (上條, 1983) ほか、関野と共に全国磁気観測を行った。

ナウマンは本論文で、シュットの観測値に海図やナウマン自身による「予察東北部地質図」 (Naumann *et al.*, 1886; 山田, 2008) 調査時のデータを加えて、1880年頃の日本列島の磁気等偏角線図を作成し、伊能忠敬の資料から1800年頃の磁気偏角を推定し、これらから日本の磁気偏角の永年変化を明らかにした。本論文を含む地質調査所初期の地磁気観測については佐藤 (1985) の紹介があるが、本論文は日本の磁気偏角とその永年変化を体系的に記述した初の論文なので、今回その全文を翻訳することとした。

本論文では、はじめに磁気偏角の永年変化に関するヨーロッパでの知見を紹介し、続いて日本における少数の観測値から1880年頃の等偏角線図を作成し、予察調査の過程で使用された磁気コンパス測定について述べた。続いて、伊能図に書き込まれた多数のコンパス測定結果を紹介し、伊能忠敬が磁気偏角を無視していたことを指摘し、その背景には伊能の時代に偏角ゼロの等偏角線が日本列島を横切っていたことが考えられるとした。さらに伊能図のデータから当時の磁気偏角を読み取る方法を説明し、それに基づいて1800年以降の日本各地における磁気偏角の永年変化

1) 元地質調査所員
2) 東京医科歯科大学非常勤講師

キーワード: ナウマン, 地磁気, 偏角, 等偏角線, 永年変化, 伊能忠敬, 伊能図, 佐渡屈曲, 磁気異常, クニッピン

を明らかにした。また伊能の時代に盛岡付近の等偏角線の分布が非常に不規則であったことを指摘し、最後に磁性岩体による局地的な磁気異常の例（森吉山）を挙げた。

討論の部分では、クニッピングが等偏角線の不規則性に反対したのに対して、ナウマンは、添付された等偏角線図は「覚書への単なる挿絵」ではあるけれども、佐渡周辺の等偏角線の不規則な分布（佐渡屈曲）は否定できないと主張した。なお、クニッピング（Erwin Knipping: 1844～1922）はドイツの気象学者で、1871年にお雇い外国人として来日し、測候所の設立、天気予報の開始などを進言して、日本の気象事業発展に寄与した人物である。

ナウマンは、本論文発表後、関野・神足らによる全国磁気調査（1882～1883年）の結果を受けて、日本列島の新しい磁気図（等偏角線・等伏角線・等水平分力線を含む）を作成し、本論文で佐渡屈曲とよばれた中部地方における等偏角線の北への湾曲がフォッサマグナの地質構造と密接に関係していることを主張している（Naumann, 1887, 1889）。

本論文には小見出しがなく、段落間の文章も長い。そこで、訳者らが適当に小見出しを設け、段落も増やした。また、訳者らによる補注を〔 〕で示したほか、若干の訳注を設けてそれを補った。最後に、原論文、「訳出にあたって」および訳注で引用された文献から新たに文献リストを作成した。なお、地質調査所の組織の変遷については地質調査所百年史編集委員会（1982）、同所職員の経歴については地質調査所職員録作成委員会（1983）をそれぞれ参照したが、個別には引用していない。

図は、原論文ではFig. 1～Fig. 3（表題なし）および“Map of the isogonic lines of Japan”からなるが、訳文では引用順に、“Map of the isogonic lines of Japan”（「日本の地磁気等偏角線図」と和訳）を第1図、Fig.1を第2図（伊能の時代の磁気偏角を求める図）、Fig. 2を第3図「伊能図上の特定の山頂の方向から伊能の時代の近似的磁気偏角を求める図」、Fig. 3を第5図「森吉山山頂の岩塊上で測定された磁針の方向」とし、新たに訳者らが作成した図「奥州街道盛岡・花巻付近の観測点および岩手山の位置ならびにこれらを結ぶ方位線」を第4図として挿入した。

謝辞：産業技術総合研究所地質情報研究部門客員研究員の中塚 正氏には、本稿を読んでいただき、地磁気学の立場から多くの有益なご指摘、ご助言を賜った。厚くお礼申し上げます。

2. E. ナウマン著「日本における地磁気偏角の永年変化に関する覚書」全訳

<はじめに>

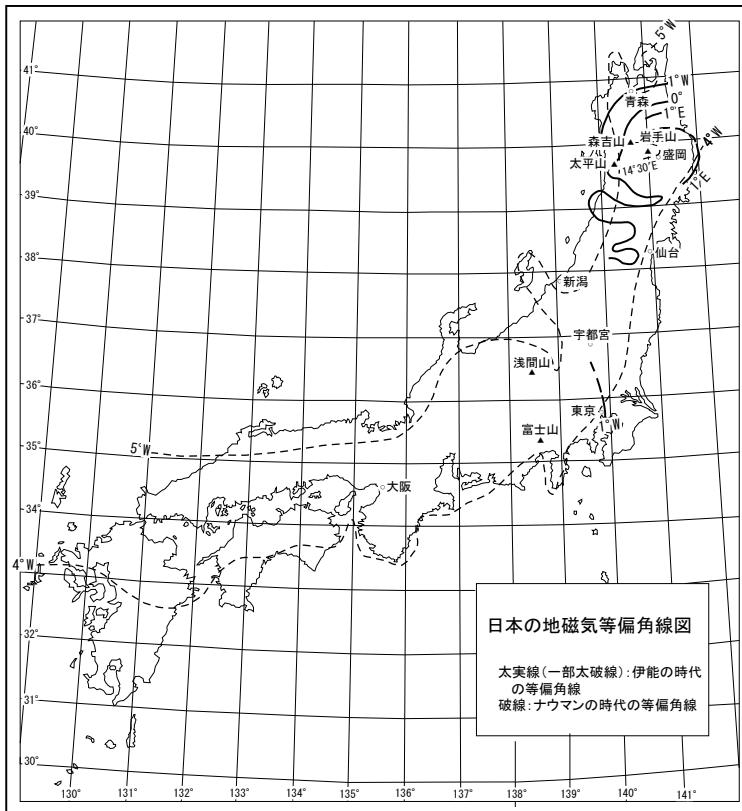
地球の磁力を示す現象が、時間周期に依存する、ある規則的变化に一般的に従っているという事実はよく知られている。磁気偏角は同じ場所でも季節によって、そして時間によってすら変化する。また連続的な永年変化もある。磁針の時間単位の振動はたいいてい規則的、すなわち周期的であり、この周期は太陽の位置に依存することが知られている。磁針は夜間にはほとんど動かないが、日の出とともに動き始め、それから正午頃までこの運動を続け、正午以後はふたたび初めの位置に徐々に戻って行く。磁針の不規則な（非周期的な）動きは地震や火山噴火と関係があるのだろう。

偏角の永年変化に関する最も完全な一連の観測はパリで実施された。ここでの偏角は1550年には $8^{\circ} 10' E$ であり、それから増大して1580年には $11^{\circ} 30'$ に達し、それ以後は減少に転じ、1663～1666年には 0° になり、西に向きを変え、1814年までこの方向に次第に増大した。この時には磁針は $22^{\circ} 34' W$ の値を示し、今日では東の方向へ戻り始めたが、しかしかなり不規則である。私の知る限り、磁針のこのような永年変化がどんな原因に基づくかは全く知られていない。それはおもに、われわれの自由に使える材料が、これらの困難な問題に対してなんらかの価値ある判断をするのに十分な長さの時間にわたって存続していないためである。

したがって私は、私の観測結果を非常に不完全でおおまかな状態でしか提示できないことを申し訳ないと思っはいるが、この問題に関する研究の結果を、それが貧弱であっても、この学会に提出することをためらわない。これは、地震科学に関して疑いなく最高の重要性を持つにちがいない問題に対して、おそらくこの学会の注目と興味をよぶよい機会となるであろうし、この問題に私よりも精通しているどなたかが磁気と火山作用との間に密接な関連があるのかないのか、そしてどこで両者が関連しているのかをやがて示してくれることを私は望んでいる。

<日本における磁気観測>

不幸なことに、日本での磁気観測の数はきわめて限られている。なるほど日本の海岸はかなりよく調査されており、船乗りにとって非常に重要な磁気偏差は公刊された海図に示されてはいる。しかし、これらのデータを比較研究して



第1図 日本の地磁気等偏角線図。太実線（一部太破線）は伊能の時代の等偏角線（偏角：1° W, 0°, 1° E）を、破線は現在〔ナウマン記載時〕の等偏角線（偏角：5° W, 4° W, 14° 30' E）を、それぞれ示す。地名は原図に載っているもののほかに、森吉山と太平山を加えた。原図の巖鷲山は岩手山とした。

みると、科学的目的への適用のためには観測値の多くは不正確に測定されていると思われる。そして他方では、これらの観測値は長い年数にわたってばらついている。しかしながら、それらは我々が日本の現在の磁気子午線¹⁾を作成するときの唯一の情報源なのである。

私は地図上に4° Wおよび5° Wの磁気子午線〔等偏角線〕のコースを書き込んでみた〔第1図〕。この方法で決められた曲線は大ざっぱではあるが、それらは屈曲した線に従っており、それらのコースは日本列島の形状に特有なある線に一致するように見える。磁力計測定は日本のごく小部分でしか実施されていないので、たとえ近似的でも等伏角線および等磁力線を描くための資料は完全に不足している。これらのより科学的な測定は地質調査のために過去2年間に実施され、それらの結果は〔ドイツ〕東アジア協会報告〔Schütt, 1880, 1881〕に発表された。

<予察調査におけるコンパス測定>

日本の概略的地形図および地質図をできるだけ最短時間で編纂するために、そしてさきざきは地方の専門家になる教育を調査員に授けるために、私は地質調査のごく初期のころから私自身で全国予察調査を実施すると決めていた。私は、少人数の協力者に助けられながら、この仕事を昨年〔1881年〕初めに開始した。4か月間、ほとんど休みなし

に迅速調査が行われねばならなかった（そのほかに1か月は阿仁〔鉱山〕の地質調査に向けられた）ので、私自身が調査した路線の全長は約400里にもなった。この国の地質・地形の両方に関する広範な観察が行われたが、それには磁気コンパスの入念な使用が必要であった。

私たちの調査旅行で収集された資料に、1800～1819年に作られ、日本の伊能図²⁾として知られている『実測全国中図』の資料を結合させることによって、私はこの国の少なくとも全般の特徴を正確に示す地図を編纂することができる。クニッピング氏は東アジア協会報告に伊能図の精度に関する非常に好意的な意見を發表し〔Knipping, 1876, 1878〕、そして私は『実測全国中図』が地質調査所の予察図の基図として使用するのに十分正確であることを確信する機会があった。

<伊能図における磁気資料>

伊能図には大量のコンパス〔方位磁石〕測定結果が記されている。これらは日本語で書かれており、この地図にこの方式で書き込まれたすべての角度の総計は2,040個にのぼる。私が証明を試みるように、伊能によって示された磁気方位角を、それに正確に対応する方向の、予察調査によって測定されたコンパス測定結果と比較すると、伊能の時代以降磁気偏角がいかに大きく変化したかが示される。伊

能の野帳は不幸にも1868年の上野の寺院の焼失〔上野戦争〕で失われた。彼によって書かれた別の報文も同様にもはや存在せず、3つの異なった縮尺で編集された地図とこの地図に伴う記録帳が保存されているもののすべてである。この地図は今世紀の初めの等偏角線のコースを決定するための手段を与えてくれる。もしかすると、伊能の時代の等偏角線の系および現在の等偏角線、等伏角線および等磁力線の正確に測定された系を示す地図が完成すれば、将来磁針の永年振動の原因をよりよく理解することができるようになるかもしれない。

日本はおもに南北方向に伸びているのでとくに磁気研究に向いており、そしてさらに、歴史が語るように、我々は非常に激しい火山活動が周期的に起こる国を扱っているので、この方面での継続的な研究がより多くの成果を約束することは私が指摘するまでもない。その上、日本は偏角が西に向いている磁気的な島の一部分なので、磁気研究に興味を持つ人々に特別で顕著な注目をもたらすであろう。

多くの磁気現象が地球を循環して流れる電流に依存していることはありそうなことと考えられる。地球はそれ自身が電流を持っており、これらの電流は地球内部の変化によって影響されるに違いないので、その結果として我々は磁気現象と地球内部のある状態との間に関係があることをおそらく期待できるだろう。

<伊能による磁気偏角の無視とその原因>

1870年に大学〔東京大学〕は賢明にも伊能図と伊能の記録帳を併せて出版することを企画した³⁾。その記録帳にはまえがきと序論が含まれており、それは、一部は伊能自身により、一部は彼の同僚により書かれた。

関野氏〔関野修蔵〕は私の助言に従って伊能図に付随する説明文を翻訳した。私は彼の翻訳から高橋作左衛門⁴⁾の次の言葉を引用する。「いまや地図は完成し、この地図の完成前に亡くなった伊能忠敬⁵⁾に代わって私自身は以下のように述べる：ヨーロッパ人は、コンパスの針は真北を指さずに通常西へ偏り、この偏差は増大したり減少したりすると言っている。伊能忠敬は通常の磁気コンパスよりもすぐれた器具を持っていなかった⁶⁾。ヨーロッパではこれらの器具は大いなる完成度をもって作られている。しかしながら、伊能は外国製のコンパスを全く使うことなく、それどころか彼自身種々のコンパスを用意していた。彼は、彼自身のコンパスによって得られた方位はいつも同じであることを発見し、磁針はどんなときでも真北を指すと考えていたので、コンパスの針の偏差のようなことは決して認

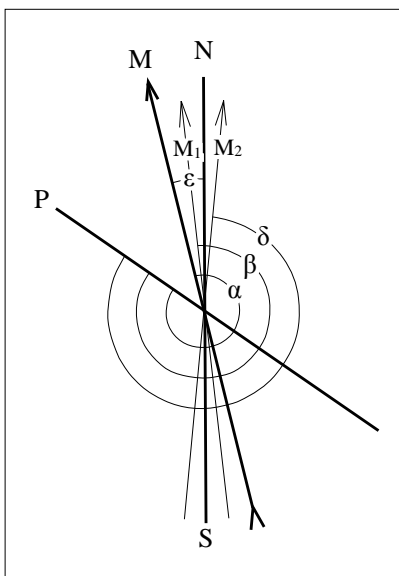
めようとしなかった。これらの結果から彼は、注意深く適切な技術によってきわめて精緻な器具が作られること、そして何か1つの鉄片でも針に大きな影響を与えて、針が真の南北方向を指すことから多少ともずれてしまうということを確認した。もし誰かが地図上のある地点の方位を通常の種類のコンパスを用いて再測定するならば、それは多分少し違った結果になるに違いない。」

伊能の時代には偏角ゼロの子午線〔等偏角線〕が日本を横切っていたので、彼は明らかに磁気偏角を見落としてしまった。それ故、もちろん彼自身の器具が大いなる完成度を持つという彼の意見を除けば、彼はある程度までは正しかった。それでも、経度の決定においてほとんど絶対的な精度をもって熟達していた彼が、彼の時代にこの国のいくつかの部分に存在していたと思われる大きな偏角を無視したことに誰でも驚かされるであろう。

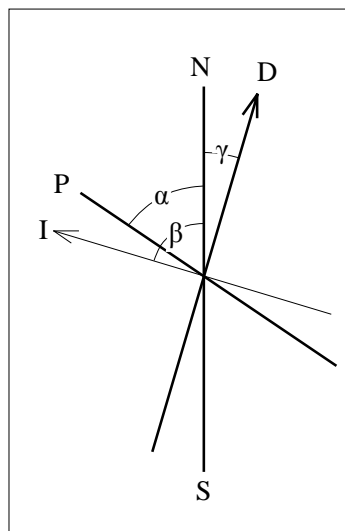
彼が小さな偏角を無視した理由は非常にたやすく理解できる。彼のコンパスは、おそらく、あまりに粗く分割されて〔目盛り〕あり、240分割より多くを示すことができず、そのために彼のコンパスの最小分割は適切な分割の1.5°に対応するであろう。このほかに、伊能のコンパスは磁針の本来の軸と磁気軸との不一致に基づくある誤差を持っていたにちがいない。この誤差の量を決定することは、コンパスそのものを手に入れられない限り不可能であろう。伊能のコンパスを何回も探してみたが、いつも否定的結果に終わった。それでも私は伊能のコンパスはいまでも存在していると考え、その発見に協力することをこの学会の会員にお願いしたい。いま記述したコンパスの誤差は一定のものであり、それ故、伊能の方位と現在の方位との間の比較から導かれた一般的結果には影響を与えることはない。上記の誤差のほかに、摩擦によって生じたさらに別の誤差がある。

伊能の読み取りは約1°の精度を持つと考えられる。もし伊能の方位を彼の時代の等偏角線の決定のために用いるとすれば、これは決して取るに足らないことではない。しかし、この好ましくない事情は、好ましい事情、すなわち伊能図に記録されたきわめて多数の方位によって相殺されるので、伊能の全調査の価値がこの欠陥によって壊されないということは記憶に留めなければならない。

私が昨年旅行した日本北部だけでも、そして私が磁気偏角の変化を決定しようとしたこの部分に関するだけでも、80個にもおよぶ方位が記録されている。さらに、十分な研究および地図の注意深い検討によって、示された方位に依存せずに図上で測定された方位に依存するデータを得る



第2図 伊能の時代の磁気偏角を求める図。
 α ：現在〔ナウマン記載時〕の磁針の方向 (M) と観測した山の方向 (P) との間の角度。
 β ：伊能の時代の西偏の磁針の方向 (M₁) と観測した山の方向 (P) との間の角度。
 δ ：伊能の時代の東偏の磁針の方向 (M₂) と観測した山の方向 (P) との間の角度。
 ϵ ：現在〔ナウマン記載時〕の磁針の方向 (M) と真北の方向 (N) との間の角度。
 その他の説明は本文参照。



第3図 伊能図における特定の山頂の方向から伊能の時代の近似的磁気偏角を求める図。
 I：伊能により示された山頂の方向
 D：伊能の時代の磁気偏角の方向
 他の記号は第2図と同じ。説明は本文参照。

ことができるのであり、それ故に、この仕事を可能な最大限まで実施することによって、真実から余り遠くないところに到達するはずである。

<伊能の時代の磁気偏差>

伊能の時代の磁気偏差を決定するために用いられる方法は、以下の通りである。

1. 伊能図に多数示されている方位が予察調査時に（プリズムコンパス⁷⁾で測定された方位と比較される。両者の差が決定される。現在の磁気偏差が図表から採用されるか、あるいは近似的に確かめられ、そしてそれがこの差から引き去られる。+符号は東偏を、-符号は西偏を示す。この方法は添付図〔第2図〕によって図示されており、その説明は以下の通りである。

N-S：天文学的子午線

P：観測した山の方向

M：現在〔ナウマンの記載時点〕の磁針の位置

M₁：伊能の時代の西偏の磁針の位置

M₂：伊能の時代の東偏の磁針の位置

伊能の時代の偏角 = $\alpha - \beta - \epsilon$ (西偏) あるいは

$\alpha - \delta - \epsilon$ (東偏)

2. 予察調査時に観測された山の方向が伊能図上での測

定で決定された伊能の対応する線の方向と比較された。

この方法は、観測地点が伊能によって決定され、同一地点に向かう伊能の観測からあまり離れていないところで観測されたような場合にのみ適用される。これから偏角は前に述べたように決定された。

3. 伊能図における高く突出した山頂のあるもの(太平山と巖鷲山⁸⁾)〔第1図〕は、伊能がコンパスの偏角を見落としたために正しい位置にはない。これらの山頂の正しい位置が伊能図上で〔再〕決定され、伊能によって示された方向と新しく決定された位置への方向との違いが測定された。得られた値は、図〔第3図〕に描かれたように、伊能の時代における磁気偏角にほぼ対応している。その説明は下記の通りである。

I：伊能により示された山頂の方向

P：山頂の新しい位置

β ：伊能により示された角度（小補正を適用）

α ：新たに決定された方向と真の子午線との間の地図上の角度（地図によって近似的に決定された、山頂Pの方向の真の方位）

D：伊能の時代の磁気子午線〔磁気偏角〕の方向

$\gamma = \beta - \alpha =$ 伊能の時代の近似的偏角

5. 〔4. が欠けている〕伊能図に含まれる2つの観測地

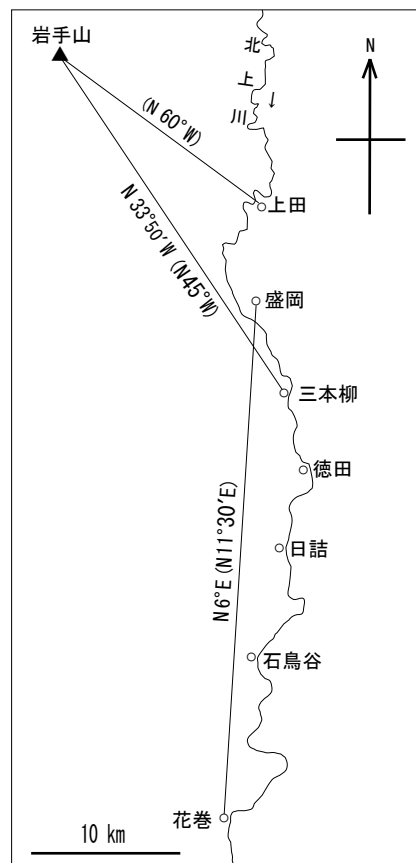
の間のつながりを示すすべてのスケッチが集められ、観測地の直線距離と連結線の磁気方位が測定され、そして得られた結果が伊能図における対応する長さや角度と比較された。この方法で得られた方向の違いが個別の地点における以前の磁気偏差を確認するために用いられることはないけれども、さきに述べた方法の適用によって導かれたように、伊能の方向における偏差の平均が伊能以降の偏角の確からしい平均増加に非常に密接に対応することは注目に値する。

表や添付された日本地図〔第1図〕に示された曲線の議論を始める前に、私が用いたプリズムコンパスの誤差がまだ十分に決定されていないこと、そして私の観測結果の図示は粗いスケッチとして示されているに過ぎないことを、記して置おかなければならない。

伊能のコンパスが常に真北を指すという理由で、彼がそのすばらしい正確さを初めて確信したのは多分東京〔江戸〕であった。この理由のために、彼が東京から決定した遠い山々の方向を測定することは特別に興味があることに違いない。彼の地図には深川のある1点から放射状に伸びる多数の赤線が含まれている。白石氏⁹⁾は、伊能の観測地に非常に近かったに違いない—たとえ一致しないとしても—深川の1地点を選び、これら多数の方向の現在の磁気方位を決定した。最後の数か月間は天候が非常に不都合であったので、これらすべての方向が決定されることはなかった。この観測から得られたかつての偏角の平均値は $1^{\circ} 2' W^{10)}$ である。人はこれよりも小さい数を期待したかもしれない。あるいは、ここに示した値は使用されたプリズムコンパスの誤差を差し引くことによって減らされるかもしれない。磁気偏差の変化を示す単一の値は本来同一であるべきであるが、ある方向から得られた変化の値はいずれも他の方向から得られたものと異なる。互いの差は極端な場合 2° にまで達する。このことは伊能の読み取りが実際にはやや粗く行われたことを示すように思われる。

<磁気偏角の永年変化>

しかしながら、伊能の時代には偏角ゼロの子午線〔等偏角線〕がこの国を横切っていたに違いないと、私は絶対の正確さをもって言うことができる。私が吟味したこれらの古い方位は1800～1801年に伊能によって得られたものである。ベルクハウスの『自然アトラス』〔Berghaus, 1837～1848〕には1827～1831年の等偏角線を示すエルマンの地図が含まれている。この地図では、 $1^{\circ} W$ の子午線〔等偏角線〕が蝦夷の東部を通り、本州の東海岸の



第4図 奥州街道盛岡・花巻付近の観測点および岩手山の位置ならびにこれらを結ぶ方位線（訳者ら作成）。方位線に付けられた方位はナウマンの時代に測定された方位を、括弧内は伊能の時代に測定された方位を、それぞれ示す。基図は国土地理院発行20万分の1地勢図「盛岡」による。

いくつかの半島を横切っているのが見られる。これらのデータはおおまかに1800～1881年間に 5° の、1830～1880年間に 3° の〔偏角の〕平均増加を示している。同一の港での異なった年の海図に示された値によれば、中部および北部日本について以下の値が得られる〔数値はいずれも西偏角〕。

七尾：1870～1879年の磁気偏角は9年間に $4^{\circ} 35'$ から $5^{\circ} 10'$ まで $35'$ 増加。毎年 $4'$ 増加。

宮津：1867～1879年の磁気偏角は12年間に $4^{\circ} 30'$ から $5^{\circ} 15'$ まで $45'$ 増加。毎年 $3.8'$ 増加。

青森：1870～1874年の磁気偏角は4年間に 4° から $5^{\circ} 20'$ まで $1^{\circ} 20'$ 増加。毎年 $20'$ 増加。

始めの2つの測定値は伊能およびエルマンの観測による平均年増加量〔それぞれ、毎年 $3.7'$ 、 $3.6'$ 〕と非常によく一致する。若干の海図では磁気偏差は毎年約 $1'$ 増加するといわれているが、これは確かに小さ過ぎる。

北日本において磁気偏角が確かに増加する一方で、ある

海図によれば南日本では減少するように見える。

もし伊能の時代における偏角の値が日本地図に記入され、そして〔等偏角〕曲線が描かれるならば、偏角ゼロの子午線〔等偏角線〕が非常に不規則な形で北日本—その長軸は本州島の中帯¹¹⁾に含まれる—を通るのを見ることができる〔第1図〕。西偏角と東偏角はこの偏角ゼロの子午線〔等偏角線〕の左と右に分けられ、この結果はすべての手順の信頼性を証明する。

<盛岡付近の磁気異常>

不思議なことに、我々は盛岡あるいは巖鷲山〔=岩手山〕近傍で非常に大きな東偏角〔 $14^{\circ} 30' E$ ：第1図〕を得ており、この地方における別の観測は伊能の時代に、北日本に巖鷲山近傍のある場所を中心とする一種の「磁性島」が存在していたことを指示する。約 19° にも達する伊能以後の偏角の西への増加は非常に異常であり、そのため伊能あるいは私自身のいずれかによって読み違いあるいはその種の何か起きたと期待されるかもしれない。しかし、私は伊能が記入したものを繰り返し検討することによって、いつでも以下のことを見出す〔第4図参照〕。

第1：伊能は盛岡近傍の上田〔現盛岡市上田〕から見た巖鷲山の方位として $N60^{\circ} W$ と記入している。

第2：記入されたこの方位は伊能図上で測られた角度に一致する。

第3：しかしながら、伊能による巖鷲山の地点は、この山を盛岡から見たときにもっと右側になるので、確かに誤りである〔上田-巖鷲山の正しい方向はおおよそ $N50^{\circ} W$ 〕。

第4：上田における伊能の方位のかなりの偏差は唯一の例外ではない。伊能によって示された三本柳〔現盛岡市三本柳〕-巖鷲山の方向（ $N45^{\circ} W$ ）は地図上で測定された対応する方向とは異ならないが、新たに決定された巖鷲山の地点（ $N33^{\circ} 50' W$ ）とは約 $11^{\circ} 10'$ 異なっている。

さらに、徳田村〔現紫波郡矢巾町徳田〕および南日詰（もう少し南）〔現紫波郡紫波町日詰〕における偏角は、前者が $6^{\circ} 50' E$ 、後者が $4^{\circ} 45' E$ で、最後にIshiboriza¹²⁾の偏角は $4^{\circ} E$ であり、これらはすべて異常である。これらのより大きな東偏角はたがいに非常に規則的に続き、より大きくなるほどそれらは東偏角が最大となる地点へ近づいて行く。私はこれらの大きな偏角がすべて偶然のものであろうとは考えず、伊能の時代には巖鷲山のすぐ近くに等偏角線の系に不規則性があったと私自身は確信している。この不規則性がいま触れた火山の中心となんらかの関連をもつかについて、私はもちろんなにも言うことはできないが、

異常な磁気中心と活火山と呼ばれるものがきわめて近接することは確かに注目に値する。私の知識によれば、伊能の時代には巖鷲山周辺の地方に火山噴火も大きな地震もなかったが、しかし1823年に非常に大きな地下の雑音が認められ、それは巖鷲山かあるいはその近くの山から来たといわれている。

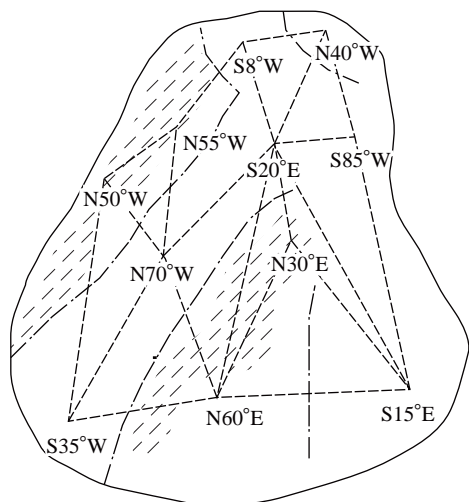
伊能が $14^{\circ} 30'$ にも達するコンパス針の偏差を見落とししていたとは誰も信じないであろうが、彼のコンパスがきわめて優れているという考えに伊能がいかに固執していたかは心に留めて置かなければならない。他方、伊能の仕事は誤りでさえ許されるほど多くの困難に逆らって成し遂げられねばならなかった。彼自身、野辺地〔現青森県上北郡野辺地町〕から仙台までの測量が、天気が絶えず荒れ、雪も多かったせいで、特別に困難であったと述べている。

非難を免れるために、私はいま記述したばかりの磁気の不規則性を認めない少数の観測結果を隠す積りはない。伊能による盛岡-花巻の方向と富士谷氏¹³⁾の測量によって決定されたその方向との差は、伊能の時代に対して $4^{\circ} 45' W$ を示す〔Naumann, 1884：第4図参照〕。さらに、奥州街道のいくつかの観測点から早池峰山への伊能の方位の検討は、3の方法の適用により、 $2^{\circ} 15'$ 、 $2^{\circ} 30'$ および $1^{\circ} 40'$ という3つの西向きの偏角を示す。迅速調査によって得られた角度にはあまり大きな重要性は与えられないし、実際誤差の値は非常に多くの環境変化に依存するので、ここに挙げた3つの値は同じ様に重要度は低い。すなわち伊能図における早池峰山の地点はきわめて鋭角〔で交わる方位線〕によって決定されたので、その地点は〔実際よりも〕はるかに東方に決められた。

すでに述べたように、東京の古い偏角は $1^{\circ} 2' W$ 〔<伊能の時代の磁気偏差>参照〕と決定された。それ故、 $1^{\circ} W$ の子午線〔等偏角線〕は、小さい曲がりを見れば、本州をほぼまっすぐに横切っておおよそ天文学的子午線の方向にそのコースを取ったのであろう〔第1図〕。伊能の時代のそのような磁気曲線は、現在とは大きく異なった形状を示したのであろう。

<森吉山の磁気異常>

この論文を終える前に、私が幸運にも秋田県阿仁銅山近くの古い火山である森吉山の山頂で行うことができた興味ある観測を加えることをお許し願いたい。この山の最高点の東方には背の低い松や溶岩の大きな岩塊に覆われた小さな平地がある。私はこの地点の東縁で、周囲のものと確かに同じ物質からなる、非常に強い磁性を示す岩塊を見出し



第5図 森吉山山頂の岩塊上で測定された磁針の方向。斜線部は磁針が西へ回転した部分を、白色部は東へ回転した部分を、それぞれ示す。方位を示す数値の説明は本文参照。

た。この岩塊は粒状の普通輝石粗面岩〔安山岩〕からなり、約1.90 m×1.50 mの大きさがある。近隣の岩塊はいずれも磁針に何らの影響を与えないことが観察されるが、問題の岩塊は磁針を非常にはっきりと回転させ、そのために磁針はある場合には155°の弧を描くほどであった。この岩塊の上に真っ直ぐに立つと、私は非常にわずかな偏差しか観測できなかった。しかし、コンパスの位置を低くすると磁針は非常にはっきりと動くのが見られた。偏差の程度はいろいろな地点で非常に異なっていた。

本論に添付されたスケッチ〔第5図〕は〔この岩塊の〕磁性分布を示している。スケッチに示された角度は、個々の地点からその正しい方位がN68°Wであることが知られているある沼地へ向かって測られた方位である。

このスケッチは岩塊表面の異なった点における偏差の値およびどの方向に針が回ったかを示している。東偏差〔磁針が右へ回転した部分〕はたがいに交差する2つの帯に分けられる。これらの帯によって切り抜かれた「島」〔斜線部〕では、偏差は西へ向いている〔左へ回転した〕。岩塊のちぎられた断片は非常に顕著な磁極を持っていた。岩塊の磁性は落雷によって生じたものである。

コンパスを用いた観測を行うときには、磁性岩体あるいは磁性岩塊の影響による誤りを経験することがある。しかし、このような偶発的磁性源はわずかな注意さえすれば容易に発見されるであろう。火山性山岳の山頂では多くの地点から観測することがつねに必要な。私が触れたいのは、クニッピング氏が男体山の山頂でかなり多くの偏差を観測した点である。私が鳥海山の山頂の多くの地点で測っ

た方位と比較すると、それらはかなり異なっていることを私は見出した。

<おわりに>

上記の覚書は、非常に長い年数にわたって継続される研究に対する一種のプログラムあるいは序論以上のなにかを主張するものではない。地質調査所の磁力計観測は全国にわたって継続的に実施されるであろうし、そのような調査の過程で伊能図に記入されたすべての方位は野外で実際に試されるであろう。このことは現在および本世紀初頭の両方に対応する磁気図の作成に通じるであろう。

討論

<クニッピング氏の発言>

ナウマン博士によって図示、説明された現在および伊能の時代（1802～1819）の等偏角曲線に関して、私の意見は、観測結果はこれらの曲線のあるものを、少なくともその全長のすべてではないが、正当化しないというものである。

現在の5°Wの等偏角曲線は、そのさまざまな曲がりおよび異なる方向においてほとんど青森湾の海岸線に沿っている。新潟ではそれは海に向かってはみだして、それ以前の方向とは大きな角度をなす。それは佐渡島を包み込み、それから本州のはるか内陸へと戻るの、佐渡で鋭角を形成する。それは本州内陸からふたたび越中沖の海に向かって進む。

現在の4°Wの等偏角曲線は紀伊半島の海岸線に従って南南西方向に海上を進み、大島のあたりで向きを変えて海岸線に平行となり、紀伊海峡をおおよそ北西に進み、そして淡路沖でふたたび南および南西に向かうが、これらはすべて約60～80海里の半径の範囲内にある。

十分な数の観測に基づいた偏差図においては、私はかつてこれに似たような不規則性に気付いたことはない。もし観測においてありそうな誤差に関して、ナウマン博士が調べた海図において実際の観測が行われなかった海でしばしば偏差が示されている事実―単に海員が海図を使用するに当たっての便利さのために―に関して、そして多くの場合データはおおよそ20'あるいは30'までにすぎないという事実に関して、考慮がなされたならば、これらの不規則性はすべて姿を消してしまうだろう。

伊能の時代の偏角ゼロの曲線は、緯度約37°～38°N〔38°～40°N〕の内陸においては、Sの字の下の方をかなり平らに

した〔押しつぶした〕形に似ているが、しかし、この極端な形は、信頼できる偏差図のなかに探しても見つからないであろうが、もし0.5°~0.7°の確率誤差が許されるのであれば、同様に姿を消してしまう。

多くの観測値が曲線の上だけでなくそれらの間でも得られるときには、それらが意図されたものをはっきりと表すものとしてのみ、一般にその曲線は受け入れられる。曲線が正当であるかそうでないかは、次のように容易に試すことができる。すなわち、もしも2人の人が独立に同じデータから同じあるいはほとんど同じ曲線を描くとすれば、そのときその曲線は明らかに観測結果を表したものとして採用されるであろう。しかし、現在の例ではこのテストが不満足な結果を与えるであろうことは明らかである。

北日本の盛岡付近で伊能の時代の偏角が14° Eにも達し、この地点から半径80あるいは100海里の範囲で北、西および南に向かって0°まで次第に減少したというナウマン博士の発見は非常に興味深く、重要である。地図で示されたような〔狭い〕地域に分布する磁気偏差の急激な変化は今日まで磁極近くでのみ知られている。ナウマン博士が伊能の時代の等偏角線の基となったすべての観測値を残らず公表して、彼の観測結果の正確さに関して疑問を残さないことが望まれ、そして、彼自身によって盛岡近くで発見された偏差についてもすべて公表されることが望まれる。なぜなら、これらの地方および伊能の時代に関して述べられたように、このような強度と広がりを持つ局地的な磁気擾乱が70年あるいは80年の間に完全に消滅してしまったということは全くありそうにないから。

<ナウマン博士の回答>

クニッピング氏が私の論文を再検討する労を惜しまれなければ、彼は、私自身が地図上に示された等偏角線の小さな曲がりには小さい価値しか認めなかったことを、何度でも見出すことであろう。私が「粗いスケッチ」としてのみ紹介したこの地図は、私の覚書に対する単なる挿し絵のつもりである。それにもかかわらず、クニッピング氏は第一に「スケッチ」の細部を攻撃している。彼はさらに曲線のコースを余すところなく記述し、このようなやりかたで私の論文の欠陥に化粧を施している。私自身は現在の曲線、それからその屈曲の特徴に関する短い意見および日本列島の形への「見かけの」一致について述べる以上の何かを示すことができなかった。

討論の始めの部分で詳しく述べられた5° Wの等偏角曲線の佐渡屈曲に関して、クニッピング氏はこの部分の基礎

となったより正確な測定に気がついていない。まさに上記の屈曲の作図のために、私は、一部は磁力計測定によって決定され、一部は日本の三角測量の技師たちによって確定された、約10個の偏角値を用いることができた。地点がおおよそでも確定できなかった海上はるか沖合の偏角は完全に無視した。私はおもに港や湾の特別な平面図や海図を使用した。伊豆の曲線に対しては多数の海図偏角値およびまたいくつかの磁力計偏角値を用いた。佐渡屈曲が海員たちの観測以外の何か他のものに基づいていたことは、上記の屈曲がはるかに内陸に向かっているの、スケッチを含む覚書の知識がなくても決められた。このような考えからクニッピング氏の主張「すべての不規則性は考慮がなされたときには消滅するだろう、など」は、全く根拠がない。おそらく、多くの屈曲の特殊な性質は不正確であり、この特殊な性質は多数の正確な測定がわれわれによってなされるときに相当な変化を経験するであろうし、屈曲のあるものは消滅するであろうが、すべてが消えるわけでないことは確かである。

磁力線の不規則性に関する限り、一般的にそれらは、もちろん非常に大縮尺で描かれた地図上でのみ示される。このような詳細な磁力図はまだ非常にまれであり、したがってこれらの不規則性に関して知られていることは非常にわずかである。たとえば地球の全表面を示す非常に小縮尺の磁力図では、特殊な不規則性は表現されない。このような総図はガウス理論—それに従えば地表で観察される磁気現象は緯度と経度の関数である—のある種の挿し絵のようなものである。

より小さな不規則性の原因は地球表層部の状態にある。地形は影響を及ぼすことがあるだろうし、そして高度差が日本およびその周辺のようにかなり大きいところでは、磁気曲線の細部においてより大きな複雑性が予想されるであろう。

ババリアおよび南ドイツのラumont磁気図は10'間隔の等偏角線を示している。これらの地図ではある不規則性に気が付く。2本の等偏角曲線の間隔は平均して約4ドイツ・マイルである。しかしながら、カールスルーエ西方では1° 40'と2°の曲線の間は互いに1マイルしかなく、ダルムシュタット近くではその間隔は8マイルに達する。同様な不規則性はハンベルクとバイロイトの間でも知られており、ザルツブルク近辺ではさらに大きなものになっている。

さらに、フィンランド湾は磁針の例外的な方向の事例を示している。この部分における磁性の不規則な分布は、R.

レンツによって研究された。彼はステンランド島において不規則性が最大なることを発見した。彼はユンネルソ(Junnnersö)で9個もの磁極を発見した。この奇妙な不規則性がこの多くの地点で発見された鉄鉱岩体に起因することは大いにありうることである。これらの事例は世界の他の地域にも不規則性が存在することを証明している。

私は伊能の時代の等偏角曲線の細部に多くの価値があるとは思わないし、私の論文でもそのように述べてきたが、クニッピング氏が不規則な〔偏角〕ゼロの曲線を規則的な曲線に変えるには $0.5^{\circ} \sim 0.7^{\circ}$ の誤差で十分であると主張するのならば、彼に同意することはできない。この変化は非常に奇妙でとてもありそうもない誤差分布を必要とするであろう。原図を精査すれば、クニッピング氏に曲線決定の基となった多量のデータがもちろん曲線上にではなく曲線間にあることを納得させられるであろう。磁気図を作成するに当たって、私は曲線をデータに正確に対応させて引くように努力したが、しかしながら、それは私の知る限り不十分である。もしも2人の人が(クニッピング氏の例を用いるために、しかし同じ効果に対してではなく)、私のこの原則にしたがって作業しながら、たがいに全く独立に、しかし同じデータを使用して曲線を引くならば、それらの表現はほとんど同一になるであろう。しかし、彼らが同じ原則にしたがって作業しないならば、そしてたとえば誰かが曲線を不規則にするようなすべての観測結果を排除するならば、ある人はもっと複雑な系を、他の人はあまり複雑でない系を得ることになるであろう。

伊能の時代の等偏角曲線の作成に当たって私は約50個のコンパス測定結果を使用した。これらは私の北日本旅行の最後の年に得られた。私の覚書が北日本にのみ適用されること、そして現在の曲線は比較のために差し込まれたことは、言っておかねばならない。

クニッピング氏の最終的意見に関して、私の論文で述べたこと、すなわち私の覚書は将来の研究や調査のための序論を意図したものに過ぎないこと、そして、私がこの学会に持ってくることでできた貧弱な覚書よりもはるかに完全に明確な状態で、地質調査所によって集められた磁気データを公表することが可能になる時を私が切望していることを、繰り返して述べることをお許しねがいたい。

<クニッピング氏の回答>

ナウマン博士自身もまた等偏角曲線の曲がりあまり価値を認めないのならば、私が指摘したものは一見したところありそうもないので、粗いスケッチではそれらをできる限

り抑えることに十分な理由がある。そして曲がり、ある線では鋭角になり、始めの線から約100マイル離れ全体としてはそれに平行な次の線では完全に消滅し、それは確かに小さい曲がりと言うことはできず、むしろ異常に大きい曲がりである。

佐渡近くの線が、一部海岸で測定された値の助けを借りて引かれた—そのことに私は十分に気づいている—ことは、確率誤差が少なくとも粗く示されない限り、この角〔屈曲部〕を支持するような何ものも証明していない。

ババリアや南ドイツの磁気調査から提示された事例は、フィンランド湾の事例と同様に、私が指摘した不規則性とは種類が異なるので比較できない。前者の事例で、互いにおおよそ平行に延びる等偏角線の系における間隔の変化は、1つの線における角あるいは曲がり次の線では全く現れないような我々の事例と共通するものはなにもない。後者のフィンランド湾においては大きな不規則性が持続している。それらは1750年と1860年に観察され、今日でもそこにあるだろう。一方、盛岡近くで記録された伊能の時代の擾乱は、ナウマン自身のスケッチによれば、完全に消え去っている。

得られた値に正確にしたがって曲線を描くために用いられた方法は、もし、私が指摘した3つの事例のすべてのように確率誤差が測定された数量に比べて大きければ、不満足な結果を導くに違いない。

<クニッピング氏の新しい反論に対するナウマン博士のさらなる回答>

1. この論文に添付された地図は私自身によって「覚書への単なる挿し絵」と呼ばれた。この覚書では「曲線は屈曲した線に従っており、それらのコースは日本列島の形に特有のある線に一致しているように見える」と述べられており、曲がりを「抑える」ことが合理的であるかそうでないかは容易に決められるであろう。屈曲線の粗いスケッチでさえも、規則的には見えない。私は観測あるいはその結果を「一見してありそうもない」ように見えるからといってすぐに排除することは自然科学において全く異常な方法であると考えたい。私が「より小さな屈曲」について述べたときに、私は地図上にはより小さな屈曲とより大きな屈曲とがあるということを言いたかったのである。それ故、小さいという言葉は絶対的な感覚ではなく単に相対的な感覚で使われるのである。

2. 佐渡屈曲の作図に用いられた多数の値の確率誤差は、それが私の覚書とは全く独立に決定されるので、特別な引

用を必要としない。私は磁力計測定から得られた多数の値を使用したことを述べた。偏角が磁気経緯儀でどの程度の正確さで決定されるかは一般によく知られている。毎日の振動の振幅の最大値も同様に知られている。しかしながら、どちらかの方への10'の誤差でさえ、私が佐渡屈曲と呼んだ不規則性を消滅させるには十分でないといいたい。

3. 私はドイツやフィンランド湾の磁気不規則性が日本のそれに比較されねばならないとは言っていない。詳細な磁気図は非常にまれである一知られている磁気図は不規則性の存在を示すが、これは私が指摘したことである。磁気曲線がそのコースにおいて不規則性を反映するということが認められるならば、不規則性は世界の異なった部分で異なった性質と異なった広がりを持つものであることが期待される。

4. 確率誤差はすべての事例で大きくないが、多くの事例では非常に小さい。要するに問題となる地図は、それだけで最終的結果を示していると言うつもりはない。それは将来の観測—それによってのみ日本における磁性分布が正確かつ明確なやり方で示される—に対する誘導となることを強く意図するものである。

訳注

- 1) 磁気子午線 (magnetic meridian) は、本来、地磁気の各地点での水平成分の方向を連ねて磁北極と磁南極を結んだ線をいう。ここでナウマンが「磁気子午線」と呼んでいるものはそれとは異なり、地磁気の等偏角線を指している (以下も同様)。
- 2) 伊能忠敬の測量隊が作成した日本地図は一般に伊能図と総称されている。伊能図には大・中・小の3種類の地図があり、大図は縮尺36,000分の1で全国214枚、中図は縮尺の216,000分の1で全国8枚、小図は縮尺432,000分の1で全国3枚である (渡辺, 2000)。これらのうち、ナウマンが使用したのは中図である。
- 3) 1866年に幕府開成所から『官板実測日本地図』 (全4枚、縮尺1:440,000) が伊能小図をもとに編纂、出版され、1869年に若干修正されて、1870年に大学南校から再度出版された (Knipping, 1876; 清水, 1998)。
- 4) 高橋至時 (1764~1804) のこと。江戸時代の天文学者で、伊能忠敬の師。幕府天文方も務めた。至時の跡を継いだ景保が伊能の没後、彼の実測をもとに『大日本沿海輿地全図』を完成させ、それを1812年に幕府に提出した。景保はのちにシーボルト事件に関与して投獄され、1829年に獄死した。
- 5) ナウマンは伊能忠敬を「いのうただよし」と呼んだが、正しくは「いのうただたか」である。
- 6) 原論文では“Ino Tadayoshi had no better instruments then the common magnetic compass”となっているが、“then”は“than”の間違いであろう。
- 7) コンパスの一種で、視野の一部にプリズム (ミラー) を配置して、景色の透過映像と磁針に固定された方位目盛の映像を合わせて同時に見えるようにしたもの。
- 8) 岩手山の別名。春、雪解けの時期に盛岡側から見ると鷲の飛び立つ姿に似ていることに由来するという。
- 9) 白石直治 (1857~1919)。土佐長岡の出身。東京大学理学部土木工学科を卒業し、1881年9月に農商務省農務局地質課地質係に採用され、地質調査所設立後も地質係一地質課に勤めた。1882年東京府御用掛に転じ、海外留学ののち、帝国大学工科大学土木工学科教授となった (佐藤, 1983)。
- 10) 伊能の時代の江戸深川の磁気偏角は、その後、大谷 (1917) によって伊能の『山島方位図』から0° 19' Eと求められ、今道周一も1600年以降の日本の磁気偏角 (地磁気観測所のあった茨城県柿岡に補正した値) の永年変化を明らかにした初の論文 (Imamiti, 1938) のなかで、この値を使っている。これはナウマンによる1° 2' Wという値とは約1° 異なっている。これが単なる誤差であるのか、特定の原因によるものかは、わからない。
- 11) ナウマンは初め南日本を地質構造的に北から南へ内帯・中帯・外帯に区分した (Naumann, 1885)。北日本の中帯はおおよそ奥羽山脈地帯に相当する。ナウマンはその後、内帯と中帯との境界が不明瞭であることから、内帯・中帯を合わせて内帯として再定義した (Naumann, 1893)。
- 12) 原論文の“Ishiboriza”に当たる地名は盛岡・花巻付近では知られていない。花巻市の北方約10 kmの石鳥谷 (現花巻市石鳥屋町) の間違いかもしれない。
- 13) 富士谷孝雄 (?~1893)。1881年に東京大学理学部地質学科を卒業し、同年4月農商務省農務局地質課に入った。予察東北部調査ではナウマンに協力しておもに北上山地の地質調査を担当したほか、この地域の地形測量にも携わった (Naumann, 1884; 山田, 2008)。1882年に東京大学助手となり、1885年からは外務省に勤務した。

文 献

- Berghaus, H. (1837~1848) *Physikalischer Atlas*. Justus Perthes, Gotha, 90pls.
- 地質調査所百年史編集委員会 (1982) 地質調査所百年史. 地質調査所創立100周年記念協賛会, 161p.
- 地質調査所職員録作成委員会 (1983) 地質調査所職員録. 地質調査所創立100周年記念協賛会, 118p.
- Imamiti, S. (1938) Secular variation of the magnetic declination in Japan. *The Kagaku*, **8**, no. 7 49-55.
- 上條 武 (1983) 孤高の道しるべ. 穂高を初縦走した男と日本アルプス測量登山. 銀河書房, 東京, 597p.
- Knipping, E. (1876) Ueber eine neue Karte von Japan und ihre Quellen. *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, **2**, no. 11, 20-24.
- Knipping, E. (1878) Ueber die Genauigkeit der Jissoku Nippon Chidzu Kampan. *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, **2**, no. 15, 224.
- Naumann, E. (1883) Notes on secular changes of magnetic declination in Japan. *Transaction of the Seismological Society of Japan*, **5**, 1-18.
- Naumann, E. (1884) Die kaiserlich japanische geologische Reichsanstalt nach ihren bisherigen Arbeiten. *Petermanns Geologische Mitteilungen*, **30**, no. 1, 23-29. 山下 昇訳 (1996) 日本帝国地質調査所と現在までの業績. 山下 昇, 日本地質の探究—ナウマン論文集一, 東海大学出版会, 東京, 155-166.
- Naumann, E. (1885) *Ueber den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln*. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 91p. 山下 昇訳 (1996) 日本群島の構造と起源について. 同上, 167-231.
- Naumann, E. (1887) *Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde*. Ferdinand Enke, Stuttgart, 78p.
- Naumann, E. (1889) Terrestrial magnetism as modified by the structure of the earth's crust, and proposals concerning a magnetic survey of the globe. *Geological Magazine (Decade III)*, **6**, 486-490, 535-544.
- Naumann, E. (1893) Die Fossa magna. Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans II. *Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft*, no. 108, 16-38. 山下 昇訳 (1996) フォッサマグナ. 山下 昇, 日本地質の探究—ナウマン論文集一, 東海大学出版会, 東京, 331-354.
- Naumann, E., Fujitani, T., Yamada, A., Ban, I. and Nishiyama, S. (1886) *Reconnaissance map, Geology. Division I. Scale 1:400,000*, Geological Survey of Japan.
- 大谷亮吉編著 (1917) 伊能忠敬. 岩波書店, 東京, 766p.
- 佐藤博之 (1983) 先人を偲ぶ (2). 地質ニュース, no. 247, 28-44.
- 佐藤博之 (1985) 地質調査所初期の地磁気観測. 百年史の一コマ (1). 地質ニュース, no. 371, 6-15.
- Schütt, O. (1880) Ein Beitrag zur Kenntnis der magnetischen Erdkraft—Magnetische Ortsbestimmungen in Japan. *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, **3**, no. 22, 71-87.
- Schütt, O. (1881) Zur topographischen Skizze des Weges von Nikko nach Ikaou. *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, **3**, no. 25, 202-203.
- Schütt, O. (1882) Zur topographischen Skizze des Vulkan Fuji und seiner Umgebung. *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, **3**, no. 27, 275-282.
- 関野修蔵 (1886) 鑛力観測記事. 地質要報, 明治19年, no. 1, 75-104.
- 清水靖夫 (1998) 伊能図—『大日本沿海輿地全図』—の後裔. 東京地学協会編, 伊能図に学ぶ, 朝倉書店, 東京, 108-117.
- 渡辺一郎 (2000) 図説 伊能忠敬の地図をよむ. 河出書房新社, 東京, 111p.
- 山田直利 (2008) ナウマンの「予察東北部地質図」—予察地質図シリーズの紹介 その1—. 地質ニュース, no. 652, 31-40.

YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2014) Japanese translation of "Notes on secular changes of magnetic declination in Japan" (E. Naumann, 1883).

(受付: 2014年4月3日)