

E.ナウマン著「地磁気現象と地殻構造の関連性」抄訳

山田直利¹⁾・矢島道子²⁾

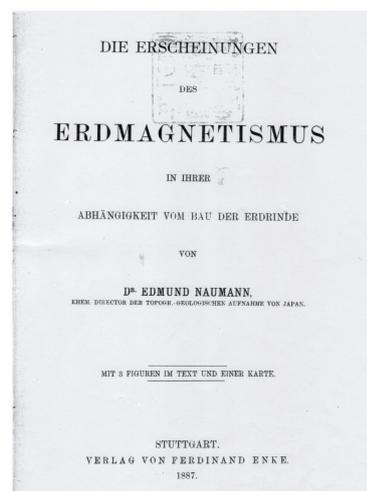
1. 訳出に当たって

E. ナウマン(Heinrich Edmund Naumann :1854~1927)は地磁気を主題とする論文を4篇も書いており(Naumann, 1883, 1887b, 1889, 1890), また日本列島の地質・地理を主題とする他の多くの論文においても多かれ少なかれ地磁気の問題に触れている. ナウマンが終生, 地磁気問題に強い関心を抱いていたことがここから読み取れる.

1 番目の論文“Notes on secular changes of magnetic declination in Japan”(Naumann, 1883)は, ナウマンが地質調査所在任中に発表された. 本論文では, 伊能忠敬の時代(1800年頃)の東日本の等偏角線を推定し, それとSchütt(1880)の観測値やナウマン自身による少数の観測値(データは示されていない)などから作成した1880年頃の等偏角線との違いから, 東日本における地磁気永年変化の現象を明らかにした(佐藤, 1985; 山田・矢島, 2014).

2 番目の論文“Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde”(Naumann, 1887b: 第1図)は, ナウマンがドイツへ帰国後, ミュンヘン大学の地質学および自然地理学の大学教員資格を取得するために作成された(フォッサマグナミュージアム, 2005, p. 63-64). 本論文では, 地質調査所地形係の関野修蔵・神足勝記による第1次全国地磁気調査(1882年~1883年)に基づいて, 日本列島(北海道・沖縄を除く)の等偏角線・等伏角線・等水平分力線を図示し, 5°Wおよび4°30' Wの等偏角線がフォッサマグナ地帯で著しく北へ湾曲することから, 等偏角線が地殻構造と密接に関連することを強く主張した(佐藤, 1985および本稿). しかし, 後述(訳注¹²参照)のように, この主張の基となった等偏角線の湾曲には訳者たちは疑問を感じている.

3 番目の論文“Terrestrial magnetism as modified by the structure of the earth's crust, and proposals concerning a magnetic survey of the globe”(Naumann, 1889)は, 1887年に実施された東京大学のノットと田中館愛橘による第2次全国地磁気調査(Knott and Tanakadate, 1889)



第1図 原論文“Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde”(Naumann, 1887b)の扉部分. 東京大学理学部地球惑星科学専攻図書室所蔵.

の問題点を指摘し, アルプス, ヒマラヤ, アメリカおよび日本において等偏角線に地殻構造と関連する不規則性が存在することを改めて主張し, 地磁気問題を解決するための国際的調査の必要性を訴えた.

4 番目の論文“Ueber den Einfluss grosser Erdspalten auf die Bewegungen des terrestrischen Magnetismus nebst Vorschlägen zu einer magnetischen Aufnahme des Erdballs”(Naumann, 1890)は, それまでの議論をさらに発展させ, 地球の大きな裂け目が地磁気に影響を及ぼすと主張している.

本稿では2 番目の論文を扱う. 第1, 第3および第4の論文が学術雑誌に掲載された英語またはドイツ語の論文であるのに対し, 本論文はドイツ語で書かれた冊子であり, ミュンヘン大学に対して教員資格申請のために提出されたという事情もあって, 日本以外の国々での磁気調査の詳しい紹介と議論も含み, 83ページにも及ぶ大作になっている. 本訳文では, ページ数の制約もあり, 本論文のうち日本について記述している部分のみを翻訳することにした. 諸外国における等偏角線の不規則性ならびにその原因に関

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, 地殻構造, 磁気観測, 等偏角線, 等伏角線, 等水平分力線, フォッサマグナ, 関野修蔵, 神足勝記, シュット, ジュース

するナウマンの考察は、第3および第4の論文を翻訳する際に詳しく紹介したい。

本論文は以下のような構成になっている（アラビア数字は原論文におけるページ）。

I. 序文	
II. 序論	1-4
III. 日本の磁気の状態（付. 表1枚）	4-15
IV. 日本の地質の状態	15-19
V. 磁気曲線と日本山脈の構造の関連性（付. 図1枚：Fig. 1）	19-21
VI. 磁気調査の検討から導かれた地磁気現象と地殻構造の関連性についての証拠	
VI-1. ヨーロッパ（付. 表1）	22-36
VI-2. アメリカ（付. 図2枚：Fig. 2, Fig. 3）	37-47
VI-3. アジア	48-56
VI-4. オーストラリア	57
VII. 海洋島	57-59
VIII. いわゆる山岳磁気	60-61
IX. 岩石磁気	61-69
X. 地磁気の発生地と天体の影響	70-73
XI. 地電流	73-74
XII. 地磁気の一般理論	74-75
XIII. 地震と地磁気	76-77
XIV. 結論	77-78
地図（日本磁気-構造図）	（折り込み）

訳出に当たって、各章に通し番号を付けた。I～V章は全訳し、それらに訳者らが小見出しを付け、段落も増やした。VI章以降は割愛した。原著作には合計101項にも及ぶ脚注が付けられている。II～V章の脚注（合計18項）は原則として原注（¹, ², ）として翻訳したが、それが単なる文献引用である場合には、訳文中に著者名・発行年のみを（）内に示し、文献リストに文献名を載せることによって重複を避けた。VI章以降の脚注はすべて省略した。訳者らによる補注は〔〕で示したほか、若干の訳注（*¹, *², ）を設けてそれを補った。

上記のように、原論文には地図が1つ、図が3つ（Fig. 1～Fig. 3）、表が2つ載っている。本訳文では、本論文の扉部分を第1図、地図を第2図「日本磁気-構造図」、Fig. 1を第3図「本州中央部における地質分布・構造区分と5°Wの等偏角線」とし、IV章の2図は除いた。表はIII章の表「磁気観測表」を第1表として全訳し、他は除いた。第2図には、第1表に載った磁気観測値のほかに、Schütt（1880）による関東・中部地方の観測値も使用されている

ので、それを新たに第2表「シュットによる日本の地磁気観測値」として加えた。

上記のほかに、図2枚（補図1、補図2）を追加した。補図1はドイツ海洋気象台の論文（Deutschen Seewarte, 1880）に掲載された「世界磁気等偏角線図」であり、本論文の原注⁶）に引用されている。本論文が出版された当時の世界の磁気曲線の趨勢を知るために必要と考えた。補図2は「フォッサマグナ周辺地域における地磁気観測値および等偏角線の分布」であり、ナウマンの主張する不規則性を検証するために、原論文の「地図」を基に訳者らが新たに作成した（訳注^{*13}参照）。

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 正氏からは、本稿を読んで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。熊本大学文学部名誉教授の上村直己氏からはドイツ語学の立場から貴重なご助言を賜った。和歌山大学教育学部の島津俊之教授からはナウマンの1890年の論文の存在を教わり、そのコピーを頂いた。日本水路協会の加藤 茂氏および海上保安庁海洋情報部の岩淵 洋氏からは、ドイツ海洋気象台の資料の探索および複写について大変お世話になった。上記の各位に厚くお礼申し上げる。

2. E. ナウマン（元地質調査所技師長）^{*1}著 「地磁気現象と地殻構造の関連性」^{*2}抄訳

1. 序文

以下の論文は、初期の計画に従って日本花^{かさい}緑列島の地形学的、地質学的状態に関する総括的著作^{*3}の一部としていづれ出版されるべきものであった。私がこの計画から外された〔1885年7月、日本政府による雇用が打ち切られた〕とき、私は地磁気に関する私の作業と研究の結果を余り大きく遅れることなく公表したいという特別な願望を実現する決心をした。目下準備中の日本に関する大きな著作の完成にはなお数年は掛かるであろう。私は計画中の総括的出版物の中で地磁気に特別な章を与える積りであり、この将来の機会に現在の論文に顕れた欠陥を取り除きたいと望んでいる。もしこのような欠陥が著しくかつ多数見られた場合には、この論文はむしろ、地磁気の分野におけるこれまでの実践および考察の結論として、将来の研究に対する示唆および刺激を提供するという目的を持つものであることを、親愛なる批評家には考えていただきたい。

私はさらに、ハン所長、ノイマイアー枢密顧問官、ズー

パン教授およびギュンター教授に、多くの友好的な忠告をいただき、さらに私には手に入れにくい若干の文書の入手に便宜を図っていただいたことに、心からの感謝を述べるという快い義務を果たしたい。

1887年1月、ミュンヘンにて。

II. 序論

<ガウスとフンボルト>

ドイツの国土にとって非常に困難な時ではあったけれど、学問の開花によって祝福された時代、すなわち本世紀前半には、稀有な友情で堅く結ばれた2人の男たちが遥か先頭に立っていた。彼らの名声は長い間色あせることなく、そして彼らの知的成果の直近の後継者である我々は、それ以上の高貴で崇高なものは決して考えられない彼らの相互関係から学ぶように、豊かな遺産に対する感謝と心からの賛美の気持をガウス氏⁴とフンボルト氏⁵へ送る。いかなる羨望や悪意の火の粉も堅く結ばれた絆を焼切することはできなかった。年齢が増すにつれ友情の思いはより生き生きと、そしてより熱烈になる。「この9月には70歳になる私は、ゆっくりと、そして（年老いた地質学者にふさわしく）末端から次第に石となる。複雑な自然現象の神秘的な暗闇に閃光の明るさを送るもの〔科学〕に対して、心臓はまだ硬化していないし、高熱で打ちのめされてもいない」（Bruhns, 1877）—フンボルトは1839年6月18日のガウスに宛てた記憶すべき手紙の中でこのように書いている。

偉大な数学者と偉大なナチュラリストが出会った領域は地磁気であった。二人が磁力の秘密に分け入った熱い興味によって、彼らの関係はますます堅固なものになった。ガウスとフンボルトはすべての面において非常に異なっていたので、彼らが地磁気に捧げた研究のなかで追求した方向もまた異なっていた。真面目で隠遁を愛する寡黙なガウスがこの点に関して理想主義者と呼べるのに対して、広く世界を旅し、広い世間の活動の只中にいた外交的なフンボルトは現実主義者と呼ぶことが許されるであろう。もちろん地磁気の数学的理論（Gauss und Weber, 1839）が発表されたときに、その理論はまさにフンボルト以外の何者にもおそらくその魔術をよく行使できなかった。それは彼を虜にしたのである。偉大な理論は、ガウスの事例がそうであったように、突然まぶしく暗闇を照らした。それは力強く作用するが、それはある程度までは自由を取り去り、演繹のために秘密の強制力を行使する。特殊な現象は発見された法則に適合するべく探究され、偉大な規則に適合しないときには、重要な事実はたやすく無視されるであろう。ごく

近年までガウスの光の衝撃の力が認められていた。本論文の経過は、いかに多くの観察者がいまなお数学的理論の束縛の下にあるか、そして後世の数字のマイスターが伝える高価な贈り物の価値を十分に認めて、自然をふたたび曇りなき目で見るとともに、いかにいまがこの束縛から自由になるときであるかを示すであろう。

地磁気観測はフンボルトとガウスの示唆によって見事な発展をなしとげた。最も喜ばしいことに、観測所の数は1836年から増大し、1838年と1839年には地磁気観測所の建設がイギリス政府の費用で行われ、そしてこれらの年もそれ以降も、旅行・探検中に観測されたデータが少なからず増大した。しかし、人々はなおあまりにも厳格に磁気ポテンシャルに固執した。曲線が通るべきであるようには通らなかったところでは、常磁性物質が地下で集積していることがその原因であるに違いなかった。狭く限られた領域での観測への補正方法が能力ある観測者によって近年でもなお追求されている。

<クライルの功績>

1849年5月26日に講演された論文“Ueber den Einfluss der Alpen auf die Aeusserungen der magnetischen Erdkraft”（Kreil, 1850）において、偏角は特に煩わしい影響を受けるであろう¹⁾という言葉が明確な確信をもって表明したクライル⁶⁾の功績はますます高く評価されねばならない。アルプス山脈の影響に関する結論はもちろんまだ確定的ではない。しかし、それでもはるかに広い領域を対象とする後に書かれたモノグラフのなかに、地磁気学の歴史に関して私が逐語的にでも引用しないではいられないほどの大きな意義をもつような決定的な、非常に興味ある表現を見つけることができる（Kreil, 1862）。

クライルは述べている：「地球磁力の表出と地理学的位置との関係を示すためにこれまで実施された観測は、この関連性がかつて推定されたほど単純な法則に従っているのではなく、地殻の状態が大きな影響を果たしているということを示した。なぜなら、とくに、磁性鉱物が大量に集積することが知られている多くの地点では、その作用が短い範囲のときもあれば、著しい距離に及ぶ擾乱を生じているときもあるから。そしてまた、山岳地帯におけるこの関連性は平野におけるものとは異なっているから」。—それ故に、山脈の発達には地球磁力の表出に影響を与える！

すでに1859年に公表されていたこの重要な言葉があたかも聞かれることなく消えてしまった理由は何であったのか？²⁾ その理由は「見た目には不規則でも質量と調和に関する認識に特有な魔法」にあった（Bruhns, 1872）。不

規則性の認識は本論文の課題となるであろう。私は、地球あるいはむしろ地殻に、地球内部の力の活動を歪める可能性のある傷ついた場所が存在することを示したいと望んでいる。

III. 日本の磁気の状態

<磁気観測の始まり>

日本の地質調査の実施に専念していたときに、私の努力は全国地磁気調査を地形学的、地質学的仕事に結びつけることに向けられていた。私は地磁気の文献に関して何か広範な知識を誇れる状態には決してなかったにもかかわらず、当時火山現象による磁気現象の影響を確信していたので、この計画は非常に誘惑的な展望に結びつくように見えた。1880年の冬には調査は徐々に進み始めた。すべての組織が動き始めたときのぎこちなさと、国家経営に含まれる絶えざる変革〔明治14年の政変?〕から生じる不幸な状態に起因する多くの軋轢のために、見通しは暗かった。

私は当時実際には、なおも非常に緊張した活動が比較的短い年月の後に、煩わしい問題との不断の闘争に成功できるとは思っていなかった。広大な調査地域の地形的（とくに山岳誌的）、地質的ならびに磁氣的現象のまとまりのある姿を仮にでも提供することを予想することはできなかった。後者〔磁氣的調査〕に関して、忠実で疲れを知らず、大変熟練した助手で協力者である関野修蔵に最大限の評価をもって私は感謝している。きわめて入念に実施された多くの観測はほとんど彼によるものである。磁気調査に専属的に従事することができなかった神足〔勝記〕氏は短い間の観測のみを実施した。私はまず観測のための助手の指導を1881年末と1882年始めに行った。磁気調査に関係する若干の磁気測量はすでに1880年に実施されていた⁷⁾。実際の磁気調査はまず1882年中頃に始められ、1883年末には全国土が200に近い観測点の観測システムによって整備された（第1表参照）。

装置としてはベルリン・バンベルク社製の伏角計を伴う2つの磁力計が使用された。一般にヴィルト社から提供された磁気定数の決定のための仕様書と方法がきわめて厳密に守られた（Wild, 1875）。私はヴィルト社から提供されたものにしがた書式を印刷させ、野帳に貼り付けた。この野帳はまた観測点決定のための位置図も含んでいる。それは現在〔1887年〕地質調査所のアーカイブスに保存されている。

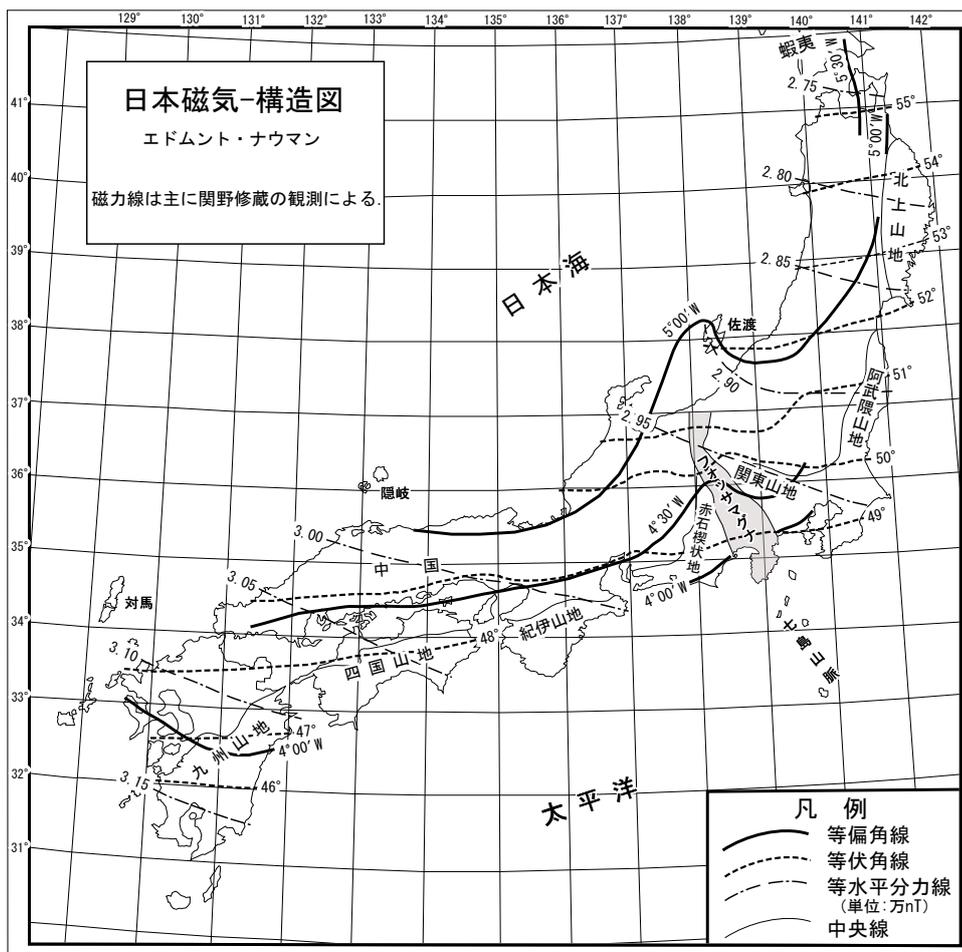
日本における磁気観測の一番始めは、国土の小部分に割り当てられた比較的少数の観測点で行われ、地質調査所の

ために実施された前記の仕事と同じように、1880年にはすでに公表されていた（Schütt, 1880）。1882年～1883年の期間、東京では関野氏と神足氏によって定時観測が国際極年の観測と結びついて実施されていた。地質調査所は常設の観測所を建設することができなかったため、東京の水路局〔海軍水路局。1871年創設、1886年から海軍水路部〕がこの欠点を取り除いてくれたことは非常に喜ばしい。水路局観象課の磁気作業に関する最初の報告は1883年に東京で出版された（海軍水路局観象課, 1883）。今日ではこの機関から多数の新しい出版物が提出されている（さらに下に引用）。荒井〔荒井郁之助〕氏を長とする気象台〔東京気象台。1875年創設〕もまた磁力の観測に旺盛な関心を向け、新たに東京における観測所の建設を通じてそれを実現した。日本における磁気分布に関するデータが、関野の地図³⁾の基となっている観測の基本的議論を行うのに十分なほど満足すべき状態に今のところなっていないのは残念ではあるが、しかし私は近いうちにこの課題を満足させる状態になるであろうことを希望する。

<等偏角線の偏り>

本論文の本題として、等偏角線が島弧の真ん中で示す大きな偏りは際立って興味がある。規則的コースからのこのような偏りは、ずっと先の方で示す磁気観測表（第1表）を地図〔第2図〕と合せて検討すると、十分にはっきりと示すことができる。使用された測定方法に関する著しい誤差が約5′の値で観測に付きまとうという全くありそうもない仮定をたとえ我々が作っても、フォッサマグナにおける大きな等偏角線の湾入はやはり存在する。すでに1882年の初めに、非常に限られた観測データに基づいて同じ偏りの曲線を解釈する試みを行ったときに、私はこの注目すべき現象を指摘することができたが⁴⁾、そのときは地質状態との関係を示すことはできなかった。

すべての偏角観測は日平均への補正を受けた。年変化ならびに永年変化の影響は、必要なデータが欠けていたので、考慮されなかった。また伏角と強度の日平均への補正も不可能であった。偏角の年変化は非常にわずかなので無視することができる。永年変化はより大きく非常に顕著な影響を及ぼしているが、残念ながら一定の記載が〔年変化と〕同様になされていない。私は昨年（1987年）の平均的永年変化を3′～4′と見積もった⁵⁾。等偏角線の形が徐々に変化することを無視することによって真実を見失うとは主張されないだろう。なぜなら、比較的短い期間（1882年8月18日から1883年12月24日まで）に行われた関野の観測は、連続的な系列として全国を貫通する大きな線〔中央構造線〕



第2図 日本磁気-構造図。原図は縮尺1:2,400,000、大きさ55 cm × 55 cmの折り込み図で、これを約4分の1に縮小してリライトした。原図に示されていた観測点の位置・地名および日本海に沿って分布する鍋状陥没地はすべて省略し、新たに本図右下に磁力線等の凡例を記入した。本図の磁気曲線は、関野の「鑑力観測略図」(農商務卿, 1884)と原データが同じであるため基本的には同一であるが、細部には差異が認められ、ナウマンが原データから新たに引き直したと考えられる。本図の等偏角線(5° Wと4° 30' W)の屈曲はカイザーの地質学教科書(Kayser, 1893)にも引用され、世界的に有名になった。

に制約されている点に関係しているから。

等偏角曲線のコースを図示する世界地図⁶⁾には、島状の孤立した西偏地帯に属する日本島弧で、いかに曲線が山脈全体の湾曲に非常に密接に寄り添っているかがきわめて明瞭に示されている。関野の地図⁸⁾には等偏角線、等伏角線および等水平分力線がきわめて正確に記入されており、なかでも等偏角線は日平均に補正された観測値に対応して記されている。

さてこの地図は、何よりもまず等偏角線のコースに関して、強く歪んだ曲線系を示している。けれども、等偏角線が全体として花綵列島の弧に依存するという性質は、それが地球の概略図のなかで顕著であるように、やはり認められるのである。フォッサマグナが山脈を横切って溝状に延びているところでは、曲線の曲がりは非常に著しく、それはより小縮尺の地図でも顕著であるに違いない。それ以外の所では連続的のできるだけ単純な曲線のコースが受け

入れられる一方で、この大きな曲がりは専ら下記のように考察されるであろう。列島南西部〔九州〕での波状のコースや本州北部での狭く限られた島〔佐渡など〕のような、より小さな値の不規則性は、より正確で、より詳細な調査に基づいて一部は消えてなくなるに違はなく、全体として修正されてしまうであろうが、多くのこのような不規則性の存在に関しては何らの疑いも生じない。それにもかかわらず、これ〔不規則性〕は一時的に我々の観察範囲から姿を消すことになる。何故なら、地質現象からの影響が判定されるときには、その詳細な性質に関して最終的な決定があるに違いないから。わずかな不規則性の無視は、観測データの批判的記述が不足しているのに私があまりにも早急に一般的な結論に至ったという非難から私を免除するであろう。

<磁気子午線と等偏角線>

磁気特別調査の結果を図示することに関しては、等偏角線とくに際立った価値が与えられるであろう。実際初め

には、あたかもこの線がより複雑な形で磁気状態を表すかのように見えるであろう。けれども、同一の曲線系がいつも2つの交点を持つ極地方の〔等偏角線の〕形はかなり錯綜した印象を呈する⁷⁾。磁気子午線は、それが経緯度網を覆う(überspinnen)ときには、より広い地域の地図および同時に純粋な学問的目的に関する限り、確かに概ね目的にかなっている。これに対してより狭い範囲内の磁力の分布を研究しようとすれば、増幅率の平均値〔文意不明〕が必要となる：なぜなら、磁気子午線方向を目標に向かって追跡するにも、極を経由するような大きな回り道を強制されないから。

日本規模の調査地域においてはわずか1°の偏角差は非常に大きな意味をもち、そしてこの差の分布をまさにはっきりと表現することがここでは全く決定的な問題である。その上、等偏角線は多数の事例において地殻の特有の構造状態によって制約された磁気の乱れを非常に自然な形で表すことができたかのように見える。我々は後に、これに対する若干のきわめて著しい事例を知ることになるだろう。

等偏角線を等水平分力線と共に、もちろんまた磁気子午線と共に扱う利点と、たった今引用した自然の事実が具合よく基づく利点は、水平方向に存在する原因に関して問題の地質学的側面に意味のある動機を我々に与えるということである。ここでは平行に並ぶ等偏角線が大きな役割を演じるが、他方、伏角、磁力の垂直分力ならびに全磁力は、それらが不規則性を示すときには、深い深部からの特別な情報—それに関して地表の地質現象は何ら直接に認識できる説明を提供できない—として理解されるだろう。等偏角線は地球の経緯度網と磁気子午線が結合したものである。2つの曲線系がここで1つの曲線系に代えられる。この種の表現は、ごくわずかであるにせよ、地軸の位置が磁軸の位置に対してある決まった関係にあるに違いないと考えるとき、真実を手に入れることができる。けれども、磁極が天文学的極の周りを回転するということは大いにありそうなことである⁸⁾。

<等水平分力線>

日本では、等伏角線、等水平分力線および等全磁力線は—もし観察データが十分であれば—、等偏角線に比べてずっと規則的な形で特徴付けられている。これらが地球の形と位置を決定する1つの曲線網に対する関係を保っている一方で、いかに等偏角線が測定結果の差異を直接に表現するかを思い起こすならば、これは驚くに値しない。それにもかかわらず、2.90〔万nT〕の等水平分力曲線は、地図が示すように、フォッサマグナの北方でかなり強く曲

がっているのがわかる。この事実に基づけば、上に論じた等偏角線によってフォッサマグナを書き換えると、なお意義あるものに思われる。等伏角線および等水平分力線が期待されたものよりはるかに少ない〔フォッサマグナの〕影響しか受けないのであれば、示された根拠以外に、上記の線〔等伏角線および等水平分力線〕が特徴的に山脈を横断していることがこの影響の明白さを妨げるという別な事情が原因を担っているに違いない。

我々はここで、磁気曲線と地殻の構造状態との上記のような関係性がいかなる程度まで関連しているかを探究しなければならぬが、しかし、なによりもまず、地図表示の基礎になっている観測結果の表〔第1表・第2表〕は以下のようなものである。

IV. 日本の地質の状態

<日本列島の帯状構造とフォッサマグナ>

多年にわたる緊張した野外作業の後、日本の地質の全体像を作るために、発見された事実の集積を精選するという魅力的な任務に私が最後に立ち向かったのは、1884年3月であった。個々の調査から全般的な概略図を構成するにはさらに数か月が必要であり、ベルリンの万国地質学会議のために決められていた研究結果の提出まで私にはわずか1ヶ月しか残されていなかった。当時私が働いていた困難な状況を考えれば、長期間続いた調査と若干の比較研究にしたがって、2, 3の点において私の以前の考えを修正せざるをえなかったのは、決して不思議ではなかった。

当時⁹⁾、私はなによりも3つの明らかに特徴的な帯〔内帯・中帯・外帯〕によって日本の全山脈を区分することに力を入れていたので、いかに全弧がその頂点で島国を横断し火山に富む深い溝、すなわちフォッサマグナを有するかを私は指摘した。私はこの地溝を日本弧に接近した七島山脈の運動によって生じた裂け目であると説明し、フォッサマグナの北東に位置する地方〔関東山地〕に対しては、私は南西から北東へ地溝から効力を及ぼした力による褶曲を想定した。後者の想定に対して、私はこの地方に基づいて北に向かってかなり遠くまで固有の斜めの走向〔北西-南東方向〕をもたらしたと考えた。それにもかかわらず、山脈弧の構造を見抜くために最初に試みたときに、すでに本州北翼とフォッサマグナ西方部分との構造の一致に適切な評価を見出していた。

結晶片岩層—〔日本弧の〕南部にはっきりと現われ、他の山脈と同じように我が〔ヨーロッパ〕アルプス山脈の中央地塊の類似物と思わせる—は、私が以前強調したように、

第1表 磁気観測表. 観測は主に関野修蔵, 一部神足勝記により 1882年8月~同年12月の期間に実施された. 観測点の表記は可能な限り現在使われている地名に従ったが, 現在使われていない地名や分かりにくい地名については, 欄外に訳者注として説明を加えた. 通し番号は訳者らが付けた. 本表の内容は, 関野(1886)による「磁力観測結果表」とほとんど同一である.

No.	観測点	偏角(W)	伏角(N)	水平分力(nT)	全磁力(nT)	観測時期	No.	観測点	偏角(W)	伏角(N)	水平分力(nT)	全磁力(nT)	観測時期
関野 1882						石巻-仙台および仙台-草加(奥州街道沿い)							
函館-高崎(仙台, 米沢, 新潟および三国峠経由)													
1	函館	5° 30.4'	56° 45.9'	26,876	49,037	8月18日	55	石巻	4° 53.0'	52° 07.5'	28,603	46,589	11月14日
2	青森	5° 21.6'	54° 48.6'	27,940	48,483	8月19日	56	野蒜	4° 42.9'	52° 05.9'	28,436	46,299	11月15日
3	小湊	5° 31.1'	55° 01.5'	27,690	48,306	8月21日	57	塩竈	4° 42.9'	52° 07.6'	28,652	46,671	11月16日
4	野辺地	5° 14.1'	54° 51.0'	27,733	48,171	8月22日	58	仙台	4° 56.2'	52° 18.1'	28,438	46,834	11月17日
5	七戸	5° 11.6'	54° 47.8'	27,682	48,019	8月23日	59	岩沼	4° 24.4'	51° 46.3'	29,082	46,998	11月19日
6	五戸	4° 53.2'	54° 23.0'	27,764	47,675	8月24日	60	大河原	4° 34.3'	51° 38.1'	28,746	46,313	11月20日
7	三戸	5° 27.1'	54° 39.9'	27,532	47,604	8月25日	61	白石	4° 46.9'	51° 45.0'	28,546	46,109	11月21日
8	福岡	5° 24.2'	54° 10.9'	28,001	47,847	8月26日	62	藤田	4° 48.5'	51° 36.9'	28,684	46,194	11月22日
9	小繋	5° 17.9'	54° 13.4'	27,936	46,700	8月27日	63	福島	4° 49.1'	51° 46.9'	28,948	46,774	11月23日
10	沼宮内	4° 55.1'	53° 50.9'	27,825	47,167	8月29日	64	二本松	4° 40.9'	51° 23.1'	28,737	46,045	11月24日
11	洪民	4° 49.8'	53° 45.0'	27,876	47,143	8月29日	65	郡山	4° 19.0'	51° 05.3'	28,747	45,767	11月25日
12	盛岡	4° 44.7'	53° 14.7'	28,116	46,986	8月30日	66	須賀川	4° 34.8'	51° 01.5'	28,890	45,931	11月26日
13	雫石	7° 06.8'	53° 41.2'	28,024	47,407	9月1日	67	白河	4° 18.6'	50° 44.0'	29,125	46,016	11月27日
14	雫石	7° 01.8'	53° 50.2'	測定せず	測定せず	9月2日	68	芦野	4° 56.1'	50° 28.4'	29,148	45,799	11月28日
15	大釜	5° 32.2'	53° 19.7'	28,002	46,912	9月2日	69	大田原	4° 41.6'	50° 34.7'	29,170	45,935	11月29日
16	郡山	4° 15.0'	53° 11.2'	28,466	47,506	9月3日	70	喜連川	4° 38.5'	50° 31.3'	29,125	45,805	11月30日
17	花巻	5° 18.1'	53° 02.5'	28,443	47,308	9月4日	71	宇都宮	4° 11.8'	50° 45.9'	29,093	45,997	12月1日
18	金ヶ崎	4° 55.0'	52° 36.9'	28,394	46,765	9月5日	72	石橋	4° 16.6'	50° 27.2'	29,116	45,719	12月2日
19	前沢	4° 55.7'	53° 08.3'	28,225	47,051	9月6日	73	小山	4° 22.5'	50° 16.3'	29,419	46,028	12月3日
20	有壁	4° 23.6'	52° 49.7'	28,250	46,756	9月7日	74	古河	4° 24.9'	50° 09.7'	29,136	45,481	12月4日
21	築館	4° 36.0'	53° 09.3'	28,429	47,411	9月8日	75	幸手	4° 28.2'	49° 50.0'	29,422	45,615	12月5日
22	古川	4° 36.8'	52° 34.0'	28,581	48,021	9月9日	76	春日部	4° 18.9'	49° 42.6'	29,351	45,399	12月6日
23	吉岡	4° 38.4'	52° 08.7'	28,617	46,633	9月10日	77	草加	4° 37.1'	49° 32.8'	29,504	45,473	12月7日
						神足 1882							
						信濃・飛騨・越中・越前・加賀							
24	仙台	5° 04.9'	52° 13.1'	28,693	46,627	9月11日	78	松本	測定せず	50° 10.9'	29,995	46,841	8月28日
25	白沢	4° 38.0'	52° 10.6'	28,573	46,595	9月12日	79	川浦	4° 35.0'	49° 54.7'	30,065	46,687	8月30日
26	山寺	4° 12.0'	52° 22.5'	28,775	46,843	9月15日	80	高山	4° 38.2'	49° 50.9'	30,287	46,970	9月1日
27	山形	4° 19.9'	52° 05.7'	28,597	46,548	9月15日	81	蟹寺	4° 37.2'	50° 22.2'	30,182	46,350	10月24日
28	上山	5° 20.6'	51° 51.3'	27,180	46,495	9月16日	82	富山	4° 48.3'	51° 05.3'	29,801	47,126	9月4日
29	赤湯	4° 21.5'	52° 01.9'	28,494	46,313	9月17日	83	金沢	4° 53.7'	50° 55.3'	29,838	47,333	9月8日
30	米沢	4° 51.5'	51° 33.4'	28,719	46,191	9月18日	84	米ヶ脇	4° 51.6'	50° 38.1'	30,059	47,392	9月9日
31	綱木	4° 34.0'	51° 40.3'	28,691	46,263	9月20日	85	牛首	5° 01.9'	50° 04.4'	30,230	47,101	9月20日
32	若松	4° 44.7'	51° 30.4'	28,698	46,107	9月22日	86	大野町	5° 02.7'	50° 08.1'	30,499	47,582	9月27日
33	熊倉	4° 44.9'	51° 28.1'	28,897	46,388	9月23日	87	白鳥	5° 04.5'	49° 50.0'	30,912	47,925	10月4日
34	片門	4° 47.7'	51° 24.3'	28,741	46,073	9月25日	88	小白川	5° 08.9'	50° 38.4'	29,835	47,044	10月31日
35	下野尻	4° 50.3'	51° 30.0'	28,794	46,254	9月25日	89	福井	4° 48.1'	50° 21.3'	30,237	46,421	11月12日
36	津川	5° 00.3'	51° 36.5'	28,859	46,468	9月26日	訳者注						
37	小松	5° 17.9'	51° 41.3'	28,712	46,325	9月27日	16. 岩手県紫波郡紫波町日詰郡山						
38	亀田	5° 20.1'	51° 59.7'	28,743	46,681	9月28日	33. 喜多方市熊倉町熊倉						
39	新潟	5° 33.7'	52° 07.6'	28,565	46,581	9月29日	44. 佐渡市両津夷						
40	赤塚	5° 24.0'	52° 05.6'	25,320	46,839	9月30日							
41	寺泊	4° 47.0'	51° 50.3'	28,941	46,839	10月3日							
42	多田	4° 56.3'	52° 01.3'	28,694	46,629	10月5日							
43	相川	4° 37.3'	52° 11.5'	29,133	47,524	10月6日							
44	夷町	5° 06.7'	52° 11.5'	28,826	47,023	10月7日							
45	与板	4° 51.3'	51° 41.5'	28,805	46,468	10月11日							
46	妙見	4° 35.5'	51° 38.4'	29,116	46,916	10月12日							
47	堀之内	5° 00.1'	51° 19.4'	29,064	46,508	10月13日							
48	塩沢	5° 17.0'	51° 07.6'	29,107	46,378	10月14日							
49	三俣	6° 01.1'	51° 39.0'	28,300	45,611	10月15日							
50	浅貝	4° 32.2'	50° 17.5'	29,864	46,344	10月16日							
51	湯宿	5° 04.6'	51° 00.3'	29,170	46,356	10月17日							
52	中山	4° 41.0'	50° 10.3'	29,365	45,848	10月18日							
53	洪川	4° 48.6'	50° 14.0'	29,317	45,832	10月19日							
54	高崎	4° 48.2'	50° 03.0'	29,451	46,106	10月20日							

第1表 磁気観測表 (つづき).

No.	観測点	偏角(W)	伏角(N)	水平分力(nT)	全磁力(nT)	観測時期	No.	観測点	偏角(W)	伏角(N)	水平分力(nT)	全磁力(nT)	観測時期
関野 1882						薩摩加治木-豊後佐賀関(都城経由)							
神戸-下関(中国街道沿い)						宇和島-高松(高知・山城谷経由)							
90	神戸	4° 31.0'	48° 52.5'	30,278	45,930	9月10日	136	加治木	4° 23.9'	46° 41.3'	31,205	45,490	10月29日
91	明石	4° 33.9'	48° 42.5'	30,199	45,763	9月11日	137	福山	3° 55.1'	45° 96.9'	31,476	44,999	10月30日
92	加古川	4° 25.5'	48° 52.2'	29,677	44,527	9月12日	138	都城	3° 40.0'	45° 45.9'	31,549	45,225	10月31日
93	姫路	4° 36.4'	48° 58.4'	30,237	46,064	9月13日	139	無頭子	3° 47.9'	45° 49.3'	31,449	45,127	11月1日
94	片島	4° 41.7'	49° 00.6'	30,172	46,000	9月14日	140	宮崎	3° 53.8'	45° 55.3'	31,393	45,128	11月2日
95	梨ヶ原	4° 37.2'	49° 09.3'	30,342	46,393	9月15日	141	下富田	3° 51.1'	46° 14.0'	31,256	45,186	11月3日
96	片上	4° 39.9'	49° 05.6'	30,336	46,327	9月16日	142	都濃	3° 54.8'	46° 24.0'	31,196	45,236	11月4日
97	藤井	4° 44.8'	48° 59.4'	30,125	45,909	9月17日	143	細島	4° 03.8'	46° 34.7'	31,282	45,510	11月5日
98	板倉	4° 43.6'	49° 01.9'	30,187	46,042	9月18日	144	佐賀関	4° 05.8'	47° 30.9'	38,076	45,715	11月7日
99	赤鳥居	4° 42.8'	48° 01.6'	30,220	46,088	9月19日	145	宇和島	4° 09.1'	47° 30.6'	30,620	45,331	11月9日
100	高屋	4° 39.9'	48° 00.3'	30,196	46,030	9月20日	146	松丸	4° 09.8'	47° 26.6'	30,658	45,331	11月9日
101	今津	4° 35.2'	48° 51.3'	30,502	46,357	9月21日	147	川崎	4° 10.2'	47° 24.7'	30,748	45,436	11月10日
102	三原	4° 33.5'	48° 49.0'	30,448	46,240	9月22日	148	中村	4° 09.9'	47° 05.6'	30,739	45,151	11月11日
103	田万里	4° 36.2'	48° 51.9'	30,676	46,632	9月23日	149	伊田	4° 12.7'	47° 06.9'	30,685	45,090	11月12日
104	上瀬野	4° 30.7'	48° 52.5'	30,604	45,472	9月24日	150	窪川	4° 10.9'	47° 27.2'	30,576	45,219	11月13日
105	広島	4° 27.7'	48° 53.1'	30,675	46,651	9月25日	151	久礼	4° 15.1'	47° 33.8'	30,463	45,144	11月14日
106	大野村	4° 31.1'	48° 45.9'	30,536	46,326	9月26日	152	市野々	4° 10.6'	47° 39.0'	30,436	45,180	11月15日
107	岩国	4° 27.2'	48° 40.6'	30,692	46,481	9月27日	153	高知	4° 20.5'	47° 35.6'	30,675	45,486	11月17日
108	今市	4° 26.0'	48° 32.5'	30,772	46,477	9月28日	154	領石	4° 15.3'	47° 46.9'	30,579	45,507	11月20日
109	徳山	4° 28.8'	48° 29.0'	30,752	46,394	9月29日	155	北川	4° 21.9'	47° 56.4'	30,315	45,252	11月21日
110	宮市	4° 22.6'	48° 40.5'	30,606	46,348	10月1日	156	大久保	4° 21.0'	47° 59.0'	30,422	45,450	11月22日
111	小郡	4° 27.4'	48° 36.5'	30,685	46,408	10月2日	157	大川持	4° 24.8'	48° 18.1'	30,227	45,440	11月23日
112	船木	4° 27.3'	48° 31.5'	30,833	46,555	10月3日	158	箸蔵寺	4° 28.7'	48° 20.9'	30,241	45,502	11月24日
113	小月	4° 27.6'	48° 41.5'	30,772	46,616	10月4日	159	丸亀	4° 21.8'	48° 35.3'	30,419	45,987	11月26日
114	下関	4° 28.5'	48° 30.3'	30,724	46,372	10月5日	160	国分	4° 27.5'	48° 32.6'	30,159	45,554	11月28日
小倉-長崎(長崎街道沿い)						西宮-大阪およびこれより京都-興津(東海道沿い)							
115	小倉	4° 43.0'	48° 29.4'	30,863	46,578	10月5日	161	高松	4° 30.1'	48° 37.8'	30,215	45,711	11月28日
116	木屋瀬	4° 29.1'	48° 26.4'	30,887	46,558	10月6日	162	西宮	4° 32.9'	48° 54.0'	29,953	45,564	11月30日
117	飯塚	観測せず	48° 27.8'	30,751	43,750	10月7日	163	大阪	4° 31.6'	48° 53.4'	29,804	45,466	12月2日
118	山家	4° 18.7'	48° 02.5'	30,922	46,250	10月8日	164	伏見	4° 38.5'	49° 03.8'	29,866	45,581	12月3日
119	中原	4° 28.7'	47° 56.9'	31,152	46,509	10月9日	165	京都	4° 37.0'	49° 05.9'	29,908	45,678	12月3日
120	佐賀	4° 12.0'	47° 45.0'	31,236	46,457	10月10日	166	草津	4° 35.1'	観測せず	観測せず	観測せず	—
121	大町	4° 06.6'	47° 40.9'	31,218	46,369	10月11日	167	水口	4° 33.6'	49° 01.9'	29,728	45,342	12月7日
122	嬉野	4° 10.5'	47° 35.0'	31,163	46,211	10月12日	168	坂下	4° 29.3'	49° 00.0'	29,874	45,535	12月8日
123	松原	3° 52.9'	49° 05.3'	30,681	46,849	10月13日	169	庄野	4° 28.9'	48° 53.6'	29,787	45,306	12月9日
124	貝津	4° 02.7'	47° 18.1'	31,181	45,917	10月14日	170	四日市	4° 29.3'	49° 03.1'	29,848	45,543	12月10日
125	長崎	3° 42.8'	47° 34.0'	31,173	46,201	10月15日	171	桑名	4° 30.9'	49° 12.5'	29,870	45,721	12月11日
熊本-鹿兒島(水俣・山野経由)						津島							
126	熊本	4° 21.9'	47° 28.8'	30,784	45,549	10月18日	172	津島	4° 37.7'	49° 11.9'	29,655	45,383	12月12日
127	松橋	4° 06.6'	47° 08.8'	31,112	45,745	10月19日	173	名古屋	4° 30.6'	48° 09.7'	29,656	45,351	12月14日
128	宮原	4° 02.0'	46° 58.4'	31,074	45,540	10月20日	174	阿野	4° 31.6'	48° 59.3'	29,784	45,388	12月15日
129	日奈久	3° 56.9'	46° 37.2'	31,279	45,450	10月21日	175	岡崎	4° 25.9'	48° 55.9'	29,711	45,225	12月16日
130	佐敷	4° 03.7'	46° 30.0'	31,375	45,580	10月22日	176	御油	4° 23.1'	48° 43.1'	29,866	45,268	12月17日
131	水俣	3° 45.2'	46° 28.8'	31,583	45,865	10月23日	177	二川	4° 19.9'	48° 36.3'	29,878	45,184	12月18日
132	山野	3° 25.2'	46° 05.9'	31,373	45,347	10月24日	178	浜松	4° 19.5'	48° 34.7'	29,817	45,068	12月19日
133	湯尾	4° 00.1'	45° 59.7'	31,589	45,470	10月25日	179	袋井	4° 18.5'	48° 34.7'	29,650	44,816	12月20日
134	溝辺	4° 06.8'	45° 49.7'	31,976	45,889	10月26日	180	日坂	4° 12.5'	48° 35.5'	29,805	45,062	12月21日
135	鹿兒島	3° 29.3'	45° 43.1'	31,671	45,362	10月28日	181	藤枝	3° 52.5'	48° 44.0'	29,710	45,045	12月22日
							182	静岡	4° 08.5'	48° 41.5'	29,391	44,524	12月23日
訳者注 99. 倉敷市真備町妹。穴門山神社の赤鳥居。							183	興津	3° 54.0'	48° 39.5'	29,606	44,820	12月24日
							139. 都城市山之口町山之口。現在は天神ダム湖底。						

第2表 シュットによる日本の地磁気観測. 観測はO. シュットにより1880年と1881年に実施され, Schütt (1880, 1881) に発表された. 第2図には本表のうちNo. 1~No. 16のデータが用いられている.

No.	観測点	偏角(W)	伏角(N)	水平分力(nT)	観測時期
1	東京(大和屋敷)	3° 58' 58"	49° 24' 30"	30.761	1880年8月9日・19日・27日
2	板鼻(安中市)	4° 2' 55"	50° 8' 45"	30.090	1880年9月21日
3	追分(軽井沢町)	4° 3' 0"	49° 45'	29.992	1880年9月26日
4	鹽戸(群馬県南牧村)		49° 44' 53"	30.847	1880年10月1日
5	熊倉(群馬県南牧村)			30.829	1880年10月3日
6	海の口(山梨県南牧村)	4° 47' 10"	49° 23'	30.845	1880年10月6日・7日
7	原(奥多摩町)	4° 42' 0"			1880年10月26日
8	丹波山(丹波山村)		49° 36' 15"	30.999	1880年10月28日
9	甲府	4° 10' 35"			1880年11月2日
10	浅原(南アルプス市)	4° 15' 0"			1880年11月3日
11	下山(身延町)	4° 18' 20"			1880年11月5日
12	三島	4° 51' 23"		30.985	1880年11月7日
13	箱根	3° 34' 4"			1880年11月8日
14	小田原	3° 59' 44"			1880年11月9日
15	大宮(秩父市)	4° 46' 30"	49° 57' 30"		1880年11月19日
16	東京		49° 28' 8"	30.803	1880年11月20日
17	馬返(日光市)	4° 38'			1881年
18	神子内(日光市)	4° 51'			1881年
19	花輪(みどり市)	4° 57'			1881年
20	伊香保(渋川市)	5° 14'			1881年
21	上白井(渋川市)	5° 22'			1881年
22	中之条	4° 48'			1881年

「内側の火成岩類に対して, 一種の胸壁[境界壁]」を形成し, 「外帯と中帯との分割[線]は, 中帯と内帯との間の分割[線]よりも鋭く深く刻み込まれている。」フォッサマグナの両側での現象の類似は, とくに中帯と外帯との間の相互に際立つ明白な「深く刻み込まれた」分割に関して, 日本列島の構造と生成に関する論文の完成後に, いまや私の目にはますます大きな意味を持つに至った. 地溝によって分けられた日本弧の2つの翼において, さまざまな時代の大規模な火成岩によって特徴付けられる内側の地帯を, 火成岩にきわめて乏しい外帯から分ける中央線が延びているということは, 私にはますます明白になった.

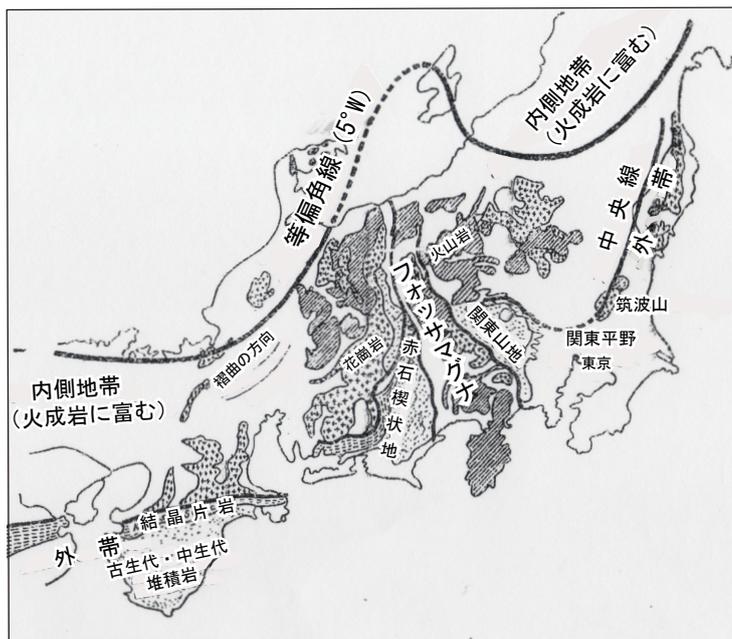
中央線に対して私は, いかにも溶融した状態で上方に湧き出た岩体が内部から堆積物を著しく高度に変化させるかを見てきた⁹. 中央分割線の近くでは, 中央山塊の「胸壁」に密接して噴出物が大量に聳え立っているのが見られる¹⁰. 地殻深く引き裂かれた, 全山脈に沿って延びる大きな古い裂け目を探るためには, これらの噴出物の下に何がより近くに存在したであろうか? なぜならば, 私はこの確信をベルリンの万国地質学会議の前に準備されていた私の講演の文章の中で示し, 私はこの裂け目の形成を全山脈の生成にとって根本的な事象として特徴付けた. 大きな縦の裂け目は元来, 湾曲や湾入なしに連続的に延びる弧を示していなければならない. 現在それは, 大部分大陸からの, 概して北西から働く押しによって滞隆(aufstauenの訳語: 山下, 1996, p. 221)した褶曲山脈と共に延びている. しかし褶曲山脈は, 我々が西南西からこれに近づくときには, フォッサマグナの前できわめて多様な曲がりを生じている. 縦方向の裂け目はフォッサマグナまでははっきりと追跡される; その向こう側では複雑な現象が我々に立ち向かっている.

<ジュース博士の見解>

フォッサマグナによって間違いなしに切断された縦方向の裂け目の続きが, すぐ北に求められることは私にとっては自明ではあったが, しかし, 私は関東山地と筑波山の結晶片岩¹¹の地下での連がりに関してなんら解明することができなかった. 関東平野が2つのいわゆる古期岩地帯の間につくる間隙もまた私の念頭に浮かぶ光景の中では暗黒の地である. その時私には, 私の地質概略図をジュース教授¹²に送ったのち, 関東山地を縁取る結晶片岩帯と筑波山の短い地帯との連がりに関して, この卓抜な地質家の忠告を受け取ることでできる幸運に恵まれた. このように, 関東山地は, 全山脈の赤石楔状地に相当する部分として外帯の一部であることが明らかになったし, それと全く同様に, 全関東平野はおおよそ外帯に属するものと理解されねばならなかった.

次のページにある概略図Fig. 1〔第3図〕は上記の関係をさらに説明している.

ジュースは, 2つの隣り合う山脈が前進運動をしながら互いに接近したときに, それらが相互に妨げながら凹角を形成することが起こるとい現象を「対曲」(Schaarung)と命名した. 対曲は, 顕著な例としてヒンズークシ山脈およびヒマラヤ山脈の山麓に当てはまる. 実際に日本のフォッサマグナにおける褶曲帯の後方屈曲は(ジュースによれば)対曲のさらなる事例を示すはずのものであり, フォッサマグナは対曲の角における非常に若々しい年代の破壊でなければならない. 弧の北翼および西翼は, それ故に, 成長時にまず相並んで前進し, 対曲によって結びつく2つの山脈として観察されるはずであった.



第3図 本州中央部における地質分布・構造区分と5°Wの等偏角線。原図を約75%に縮小し、地名等を和訳し、新たに表題を付けた。内帯側から外帯側に、おおまかに、火山岩(斜線)、花崗岩(+印)、結晶片岩(破線)、中・古生層(打点)が分布する。これらの地質の帯状配列が中央線〔中央構造線〕と共にフォッサマグナ地帯で大きく北に湾曲し、等偏角線もこの構造に調和的であることが強調されている。小藤(1887)は早速この図を引用して、フォッサマグナの有無を究明する必要があると述べている。

<ジュース博士への反論>

私の持っているデータを繰り返し詳細に検討すると、私がこの考えに賛成することは不可能である。両翼の褶曲帯を引き起こした押しの方向は日本海中央地域に向かって突き返され、この地域で消える。私は、押しの方向が後方に発散し、前方に収斂するときのみ、対曲の事例を認めることができる。日本山脈はこれとは逆の事例であり、人が地質学的な地表像の観察に際して、前方へ押された褶曲帯を引き留めるべく、本来は単一の弧に阻止し妨害する障害が生じているような印象に陥ることは決して否定できない。私はいまフォッサマグナが一つの裂け目、断裂を表すものであり、全山脈の縦の主断裂よりは若いとしても、決して若い破壊ではなく、古い時代の裂け目であることを、以前と同じように主張できると信じている。

V. 磁気曲線と日本山脈の構造との関連性

<磁気曲線の屈曲>

上記の観察によれば、破壊地帯に現れる等偏角線の屈曲にいかにか大きな意味が書き加えられるかがよくわかるであろう。磁気曲線を屈曲させたのは磁氣的鉱物塊あるいは岩石塊の累積ではない。磁鉄鉱を含む火山岩の分布が曲線の形に影響を与えると見なそうとするならば、曲線は非常に不規則で複雑なコースを取っていなければならない。5°Wの等偏角線はその全体的コースにおいて構造線と一致している。これが最も重要な解答である。全山脈はフォッサマグナが存在するところで屈曲を描くと言えるであろう：等偏角線はこの屈曲に参加している。今日まで磁気現象と構

造現象との間の密接な連関をだれも考えてこなかったし、日本で示されるよりも見事な事例をほとんど提示することができなかった。磁気曲線によって横断されている多くの他の山脈は実際この線の偏りを示す状態にあり、そして事実著しい影響が見られるのが普通であるが、横断している場合には影響の仕方はそれほど明白ではなく、地質現象との関連を確かめることは困難である。日本は、等偏角線が全弧の縦の方向とかなり完全な平行性を持っているという大きな利点を提供している。

<5°Wの等偏角線>

我々は磁気曲線網の少し立ち入った観察に向かうことにしよう。ここではまず5°Wの曲線が詳細な観察に値する：なぜなら、これはフォッサマグナにおける大きな湾入をとくに明瞭に現しているからである^{*13}。関野の地図によれば、曲線はまず中国地方の北縁に沿って延び、若狭湾で陸地に入り込んで越前と越中地方の大部分を能登半島全体と共に切断し、日本海の中へと続き、それから佐渡島のところで全く突然に後方へ曲がり、米沢で大きな円弧を描くことによって再び島弧の正常な方向に戻る。北方へのさらなる延長は若干の多少とも狭く限られた擾乱地帯^{*14}によって影響を受けるであろう。しかしこの擾乱は我々にとってはすでに引用された、全く意味のないものである。越前および越中海岸近くに設置された3つの観測点、すなわち福井、米ヶ脇および金沢における偏角〔いずれも5°以下〕が曲線の図示されたコースに完全には調和しないということに注意せねばならない；すなわち観測値は余りに少ない。上記の観測点に関する観測ならびに神足により試みられた

他の観測は、関野の観測のように全く信ずべきものとは見なされない。しかし、それにもかかわらず曲線のコースはおおよそ地図に示されているようなものであるにちがいない。それは海図における確かな偏角表示から来ており（七尾，1879年：5°10′ W，宮津，1879年：5°15′ W），私はこれらの値をこの種の最も信頼できるものと見なすことができる。

<4° 30′ Wの等偏角線>

さて、さらに4°30′ Wの等偏角線に関しては、この曲線が国土の南部で内海の分布にいかにか強く結び付いているかということに注目しなければならない。関野による磁気の原因では、それはかなり波型の形を持っている。私は波を無視すること好む。なぜなら人はもちろん常に摂動（Perturbation）による観測結果の妨害を思い出さねばならないし、さらに確かな影響は観測自身に付帯する欠陥に帰せられるにちがいないから。中国街道に沿う観測点の偏角の値は其中で相対的に少ない差異しか示さないで、最後に挙げた2つの要素が曲線の形を全く根本的に単純化し、不規則性さえも多分全く消滅してしまうということが認められねばならない。

4°30′ Wの等偏角線をさらに東に向かって辿ると、それは最終的に名古屋の近くで突然方向を転回して北北東に向かう。この曲がりと同側への転回は、赤石楔状地の褶曲体の場合と同じように全く正確にあらかじめ備えているように見える。フォッサマグナの他の側では、等偏角線は全く同じような転回によってふたたびまたその正常な位置に南下する。ここで私は、等偏角線の作図のために用いられた6個の偏角値は1880年に得られた〔Schütt, 1880〕ということを明言しておきたい。それは実際には1882～1883年の時期に補正を受けるべきであったに違いない。しかし、このような処置は、容易に承認されるように、事実を本質的に改変するものではない。さらに北方に向かっては、4°30′ Wの曲線に関して、まず南方と類似した波状のコースが続き、それから曲線の規則的なコースが再び仙台および本州最北部で明白に中断する。

<4° Wの等偏角線>

4°の偏角を持つすべての点を結ぶべき曲線は、フォッサマグナを通過するところで、4°30′ および5°の等偏角線に関して学んだようなきわめて重要な影響を受けていないように見える。多分富士山が凹角の欠損を説明できるような特別な影響を及ぼしている。その他の点では、この等偏角線の決定のための観察データは十分ではない。

<等伏角線>

断裂地帯〔フォッサマグナ地帯〕においては、等伏角線の些細ではない規模の波動が目目される。それ以外には重要な不規則性は現れていない。しかし、観測点の分布は等伏角線に関してはまさに非常に不都合である。それは、たとえば、観測点を北から南へ繋ぐ連絡ルートが常に一回だけ等伏角線によって切られている本州北部において、非常にはっきりと見ることができる。

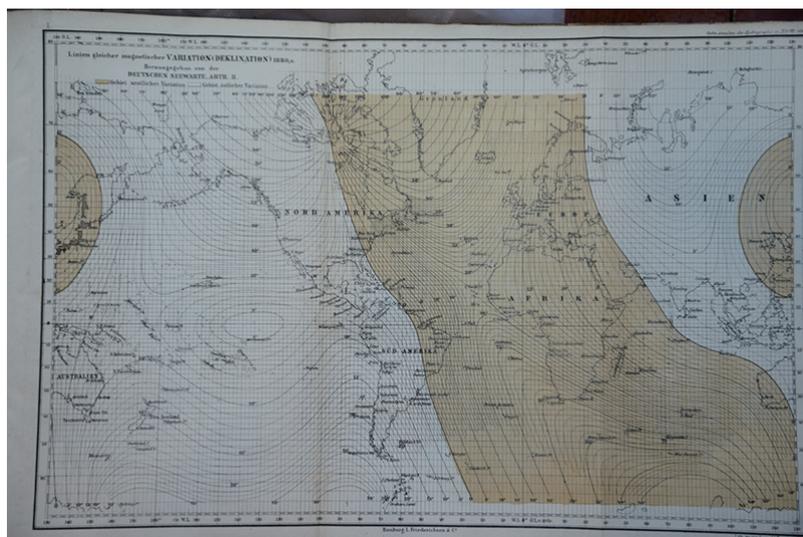
<等水平分力線>

等水平分力曲線は幸運にもより多く明瞭な事実を示す。2.90〔万nT〕の曲線は本州の白河で東から東西方向に入り込み、国の中央で北西に方向を変え、そこで強く曲がって、最後に佐渡島を切り、南北方向を取るよう見える。このようにして、等偏角線の大きな湾入はさらに多くの意義を持つのである。

私が日本の磁気現象に通曉し、これが国の地質構造への明白な依存性を示すということを確認した後、私は次章でこのような依存性が地球上の他地域でもまた指摘されるかどうかを探究したい。

原注

- 1) ラモント¹⁵ (Lamont, 1851, p. 258を見よ) は「クライルによって最初に観測された、磁針の方向に対するチロル・アルプスのきわめて注目すべき影響を彼自身の測定によって確かに発見したことを確認した。
- 2) これに対して、非常に特徴的な挿図がシュラーギントヴァイト兄弟の報告 (Schlagintweit, 1861) に見られる。そこには、ヒマラヤ山脈中央山塊、カラコルム山脈および崑崙山脈が磁針の水平方向を偏らせる影響を持つよう見えるということが（天文学的報告から特に転載されて）指摘されている (p.5)。さらに脚注で、「我々はアルプス山脈が高地アジアの広大な山脈よりも範囲、幅および標高においてかなり小さく、類似の種類のはっきりした影響を示さないことによく気が付いていることを付言する。」と書きとどめている。しかし、インド旅行に先立ってアルプス地方においてすばらしい調査、間違いなく自然地理学の領域に属する調査を実施した著者は、アルプス山脈の影響に関するクライルの論文を知っていたはずであり、そうでなければそれを思い出すべきであった。シュラーギントヴァイトの主著 (Schlagintweit, 1861) はまた、アルプス山脈における顕著な影響の欠如に関する引用された言葉を含んでいる。
- 3) 関野の地図は、日本地質調査所の地質学的地理学的出版



補図1 世界磁気等偏角線図。Deutsche Seewarte (1880)より転載。原著は海上保安庁海洋情報部所蔵。1880年初頭における北緯80°～南緯68°の緯度範囲の等偏角線が1°間隔（太線は5°間隔）で示され、西偏地域は灰色（原図では褐色）、東偏地域は白色で表されている。日本列島（訳者らが暗灰色に塗色）は極東の“島”状の西偏地域に属し、ほぼ3°W～4°Wの等偏角線に沿って分布している。

物と並べて、ハンブルクの第5回ドイツ地理学者会議、ベルリンの万国地質学会議、ロンドンの王立地理学協会、ウィーンの東洋美術館、そしてドレスデンの第6回ドイツ地理学者会議に展示された。それはベルリン地学協会の図書館に引き渡された。

- ⁴⁾ Naumann (1883) の小論文の12～18ページには、〔日本の〕地震学会で行われた私の講演に関してクニツピング氏と私との間で交わされた討論が載っている。この討論は、私が日本における等偏角線の系が大きな不規則性を伴うことを主張したときに、私がいかに強い不信に出合ったかを示している。Naumann (1884) を参照せよ。
- ⁵⁾ 上記論文 (Naumann, 1883, p. 8) . 私が東京の海軍水路部の最新の出版物（東京の海軍水路部の1886年1月～4月間の気象・磁力観測月報）を参照することができたのは、枢密顧問官ノイマーヤー氏の好意による。偏角観測は東京で毎日午前7時に実施される：伏角および水平分力は月に2回観測される。報告からは〔偏角は〕月平均として1月は4° 7.7', 2月は4° 7.1', 3月は4° 5.5', 4月は4° 7.1', それ故1月～4月〔平均〕は4° 6.8' であることがわかる。東京の海軍水路局の報告, 1883年2号（海軍水路局の報告, 1884, p. 319を見よ）に従えば, 8月22日から11月16日までの毎日午前6時に実施された偏角観測の平均は4° 0.3'である。偏角の年振幅は周知のように非常に小さい。Fritsche (1885) によれば, 北京の偏角は1.5' に過ぎない。それ故年変化を無視しても, 上記から導かれた永年増加にはあまり本質的な影響を与えないであろう。上記の平均値4° 6.8' および4° 0.3' の直接の適用から年々2.7' 増加していることが明らかで

あろうが、これは本来正確なものではなく、むしろおおよその抛り所を与えるに過ぎないであろう。さらにこの値は上に述べられたものに完全には矛盾しない。なぜなら、周知のように永年変化は時代と場所に応じて様々であるから。

- ⁶⁾ たとえば, 以下の地磁気成分地図を参照せよ。Deutschen Seewarte (1880) およびEvans (1878) . [補図1参照]
- ⁷⁾ ハン (Hann *et al.*, 1886) は等偏角線について「それは実際航海の目的のためには非常に重要であるが, しかし地球磁力の分布の概括的表現のためにはほとんど適していない。なぜなら, それは異種の要素, 地球子午線に対する関係—地球の磁気とは何の関わりもない—を含んでいるから。」と言っている。
- ⁸⁾ ケエテレット (Ernest Quetelet : ベルギーの天文学者) によれば, 天文学的極の周りの磁気極の回転は約560年の周期で行われている [Perry, 1873] .
- ⁹⁾ ナウマン (1885) 『日本列島の構造と起源について。ベルリンにおける万国地質学会議のために日本地質調査所が作成した地形図ならびに地質図への付言』 [山下, 1996] . なお, 日本の小縮尺の地質図はウィーン地理学会の報告で公表され, 原論文と同時に印刷されるであろう [Naumann (1887a) に公表された] .

訳注

- ^{*1} ナウマンの肩書は“Ehem. Director der Topogr. -Geologischen Aufnahme von Japan”となっている。これを直訳すれば「元日本地形・地質調査所所長」となるだろう。山下 (1996) もナウマンのいくつかの論文の

翻訳の際にナウマンをこう呼んでいる。しかし、ナウマン在任中の地質調査所の所長は和田維四郎であり、ナウマンの地位は地質監督（農商務省地質局，1890）あるいは技師長（今井，1963；フォッサマグナミュージアム，2005）と呼ばれている。ナウマンは初めは地質課—地質調査所地質部門の監督であったが，地形部門のリーダーであったシュットが任期前（1882年1月）に解雇されたので，それ以後は地形部門の監督をも兼ねていた。しかし，「地形・地質調査所」という組織があったわけではない。本抄訳ではこのような経緯を考慮し，煩雑さを避けるためナウマンの職名を「元地質調査所技師長」と呼ぶ。

²原論文の表題は“Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde”であり，これまで「地殻の構造に依存する地磁気現象」と訳されてきた（山下，1993）が，内容的には地磁気と地殻構造との関連性を主張するもので，前者が後者に依存するとまでは言っていないので，本訳文の表題のように表した。

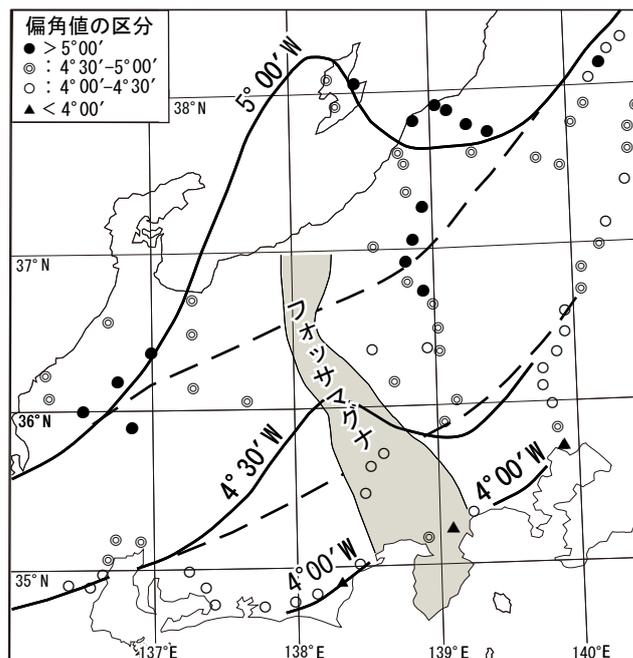
³ナウマンの「総括的著作」は諸事情により結局出版されなかった。日本の地質に関するナウマンの最後の論文は，“Geologische Arbeiten in Japan, in Turkey und in Mexico.”（Naumann, 1901）であるが，これは全部で12ページの短いもので，講演が基になっており，図表類は全く添付されず，磁気現象についても数行ほど触れているにすぎない。

⁴Carl Friedlich Gauss（1777～1855）．ドイツの数学者，天文学者，物理学者．測地学，地球電磁気学の分野にも大きく貢献した．名著“*Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus*”（Gauss und Weber, 1839）は『地球磁気総論』として邦訳されている（山田訳，1914）．

⁵Friedrich Heinrich Alexander von Humboldt（1769～1859）．ドイツの地理学者，地質学者，探検家．大著“*Kosmos*”（全5巻，1845-1859）を始め多数の論文・著作を残した。

⁶Karl Kreil（1798～1862）．オーストリアの気象学者，天文学者．プラハの観測所，ウィーンの中央気象磁気局長などを歴任．“*Anleitung zu den magnetischen Beobachtungen*”などの著書があり，地磁気学に重要な貢献をした。

⁷Otto Schütt（1843～1888）．ドイツ生まれの測量技術者．地質課地形部門の担当者として1880年6月から日本政府に雇用され，同年9月～11月に東京，群馬，長野，山梨，埼玉，神奈川の各県を旅行して，合計15ヶ所で



補図2 フォッサマグナ周辺地域における地磁気偏角値，等偏角線の分布．偏角値を30′ごとに4種類に区分してプロットした．太い実線は第2図の等偏角線を，太い破線は訳者らによる等偏角線（試案）を示す．説明は訳注¹³に述べた．第2図および第1表・第2表に基づいて新たに作成した。

位置決定と磁気観測を行った（Schütt, 1880；佐藤，1985；第2表参照）．ナウマンのこの文章はシュットのこのときの調査を指しているのであろう。

⁸「関野の地図」というのは農商務省第4回報告（農商務卿，1884）の別紙第3号付図「錘力観測略図」あるいはその原図を指すのであろう．本図は地質調査所百年史（地質調査所百年史編集委員会，1982）に転載されている。

⁹中央線に接して，その内側地帯（領家帯）に大量の花崗岩類が貫入し，それらが堆積岩類に著しい変成作用を及ぼしたことを述べているのであろう。

¹⁰中央線に近い設楽盆地や石槌山付近などに中新世（当時は時代不明）火山岩類が噴出して，火山性山地を形成していることを指しているのであろう。

¹¹筑波山の結晶片岩の地体構造上の所属についてナウマンは明言していないが，第3図によれば中央線が筑波山地を縦断しており，ナウマンはここに結晶片岩（外帯）と花崗岩（内帯）が近接して分布するものと考えていたのであろう．この結晶片岩は今日では，関東山地の結晶片岩（三波川帯）の延長ではなく，花崗岩による接触変成岩（領家帯）であり，従って中央線は筑波山地の東側を通ると考えられている（日本地質学会，2008）．

¹²Eduard Süss（1831～1914）．オーストリアの地質

学者，構造地質学者。ウィーン大学教授。収縮説を基にアルプスが褶曲山脈であることを主張。“Das Antlitz der Erde”全3巻などを発表。日本についてもナウマン・原田豊吉の資料を基に地体構造を論じている（今井，1996）。

¹³ フォッサマグナ地帯における等偏角線の湾入現象を検証するために，この地域の拡大図に第1表・第2表で示された偏角値を30′ごとに区切ってプロットした（補図2）。ナウマンの引いた5°Wの等偏角線は5°未満の偏角値観測点の北限を示しており，その限りでは大きく北へ湾入している。しかし，5°以上の偏角値観測点の南限を示すという点では破線で示したような等偏角線を引くこともでき，それは湾入を示さない。2本の等偏角線（実線と破線）の間には5°以上と5°以下の偏角値が混在している。なによりもフォッサマグナ北部には観測点がない。このようなことから，「フォッサマグナ地帯で等偏角線が大きく湾入している」というナウマンの主張にはかなりの無理があり，フォッサマグナの影響を強調したいというナウマンの意志が反映されているように訳者には思われる。4°30′Wの等偏角線に関しても同様なことが言えよう。

¹⁴ この「擾乱地帯」はNaumann（1885）によって北上山地と阿武隈山地との間に推定された東西方向の「佐渡-仙台変位線」に相当する。

¹⁵ Johann von Lamont（1805～1879）。スコットランド人。ドイツで天文学を学び，ミュンヘン大学天文学教授となった。バヴァリア，北ドイツ，フランス，スペイン，デンマークで地磁気調査を行い，磁気永年変化や地磁気の原因（地電流）を明らかにした。著書に“Handbuch des Erdmagnetismus”などがある。

文 献

- Bruhns, K. (1872) *Alexander v. Humboldt. Eine wissenschaftliche Biographie*, 3, 82p.
- Bruhns, K. (1877) *Briefe zwischen Humboldt und Gauss*. Leipzig, 41p.
- 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，162p.
- Deutschen Seewarte (1880) Die Karten der erdmagnetischen Element für 1880. *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie herausgegeben von dem Hydrographischen Amte der Admiralotät*, Berlin, 8, 337-345.
- Evans, F. J. (1878) The magnetism of the earth. A lecture on the distribution and direction of the earth's magnetic force at the present time, the changes in its elements and on our knowledge of the causes. *Proceedings of the Royal Geographical Society of London*, 22(3), 188-216.
- フォッサマグナミュージアム（2005）資料集「ナウマン博士 データブック」。糸魚川市教育委員会，119p.
- Fritsche, H. (1885) Ein Beitrag zur Geographie und Lehre des Erdmagnetismus Asiens und Europas. *Petermann's Mittheilungen, Ergänzungsheft*, no. 78, 73p.
- Gauss, C. F. und Weber, W. (1839) *Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, in Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1838*, Leipzig, 57p. 山田幸五郎訳，長岡半太郎校閲（1914）ガウス・ウェーバー原著『地球磁気総論』。東北帝国大学蔵版，科学名著集，第4冊，丸善，東京，184p.
- Hann, J. v., Hochstetter, F. v. und Pockorny, A. (1886) *Allgemeine Erdkunde. Unser Wissen von der Erde*, Bd. 1, Prag, F. Tempsky, 985p.
- 今井 功（1963）地質調査事業の先覚者たち(2) 日本の地質学の創始者—ナウマン—。地質ニュース，no. 107, 25-29.
- 今井 功（1996）ジューズ。地学団体研究会編『新版地学事典』，平凡社，東京，581p.
- 海軍水路局観象課（1883）観象雑誌。第2号，東京，75p。（本報告には表題はなく，1882年11月から翌年10月までの期間，東京麻布飯倉の水路局観象台で行われた磁気観測の結果が表示されている）
- Kayser, E. (1893) *Lehrbuch der Geologie für Studierende und zum Selbstunterricht, Erster Theil. Allgemeine Geologie*. Stuttgart, Ferdinand Enke, 488p.
- Knott, C. G. and Tanakadate, A. (1889) A magnetic survey of Japan carried out by order of the President of the Imperial University. *The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan*, 2(9), 163-262.
- 小藤文次郎（1887）本邦地体構造ト地磁力ニ関スル顕像。東洋学芸雑誌，no. 69, 406-408.
- Kreil, K. (1850) Ueber den Einfluss der Alpen auf die Aeusserungen der magnetischen Erdkraft. *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche*

- Klasse, 1, 46p.
- Kreil, K. (1862) Magnetische und geographische Ortsbestimmungen im südöstlichen Europa und einigen Küstenpunkten Asiens. *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, 20, 94p.
- Lamont, J. v. (1851) *Astronomie und Erdmagnetismus*. Franck, Stuttgart, 289p.
- Naumann, E. (1883) Notes on secular changes of magnetic declination in Japan. *Transaction of the Seismological Society of Japan*, 5, 1-18. 山田直利・矢島道子 (2014) 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. GSJ地質ニュース, 3, 334-345.
- Naumann, E. (1884) Die kaiserlich japanische geologische Reichsanstalt nach ihren bisherigen Arbeiten. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 30(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 昇訳「日本地質の探究—ナウマン—論文集」, 東海大学出版会, 東京, 155-166.
- Naumann, E. (1885) *Ueber den Bau und Entstehung der japanischen Inseln*. Berlin, R. Frieländer & Sohn, 91p. 山下 昇訳 (1996) 日本群島の構造と起源について. 同上, 167-221.
- Naumann, E. (1887a) Die japanischen Inselwelt. Eine geographische-geologische Skizze. *Mittheilungen der kaiserlich könig Geographische Gesellschaft, Wien*, 30, 129-138, 201-212. 山下 昇訳 (1996) 日本群島, その地理学的—地質学的概要. 同上, 245-259.
- Naumann, E. (1887b) *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. (1890) Ueber den Einfluss grosser Erdspalten auf die Bewegungen des terrestrischen Magnetismus nebst Vorschlägen zu einer magnetischen Aufnahme des Erdballs. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Geographie*, 7, 493-506.
- Naumann, E. (1901) Geologische Arbeiten in Japan, in Türkei und in Mexico. *Bericht Senkenbergische Naturforschend Gesellschaft Abhandlungen*, Frankfurt am Main, 79-90. 山田直利・矢島道子 (2014) E. ナウマン著「日本, トルコおよびメキシコにおける地質研究」新訳. GSJ地質ニュース, 3, 208-218.
- 日本地質学会編 (2008) 日本地方地質誌3 関東地方. 朝倉書店, 東京, 570p.
- 農商務卿 (1884) 鑛力観測略図 (地質調査所). 農商務卿第4回報告, no. 3, 25.
- 農商務省地質局 (1890) 地質局事業十年間報告. 76p.
- Perry, S. J. (1873) Terrestrial magnetism. *Nature*, 7(166), 171-173.
- 佐藤博之 (1985) 地質調査所初期の地磁気観測. 百年史の一こま (1). 地質ニュース, no. 371, 6-15.
- Schlagintweit, H., Schlagintweit, A. und Schlagintweit, R. (1861) Magnetic survey of India and High Asia, 1854-1857. *Results of a Scientific Mission to India and High Asia undertaken between the years 1854-57 by order of the court of directors on the Honourable East India Company vol. 1. Astronomical determinations of latitudes, longitudes, and magnetic observations*, 494p.
- Schütt, O. (1880) Ein Beitrag zur Kenntniss der magnetischen Erdkraft. *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 3 (22), 71-87.
- Schütt, O. (1881) Zur topographischen Skizze des Weges von Nikko nach Ika. *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 3 (25), 202-203.
- 関野修蔵 (1886) 鑛力観測記事. 地質要報, 明治19年, no. 1, 75-104.
- Wild, W (1875) Anleitung zur Bestimmung der Elemente des Erdmagnetismus auf Reisen. In Neumayer's *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen*, Berlin.
- 山下 昇 (1993) ナウマンの地質構造研究-2 日本地質像の総合—ナウマン—の日本地質への貢献 6—. 地質学雑誌, 99, 47-69.
- 山下 昇訳 (1996) 日本地質の探究—ナウマン論文集—. 東海大学出版会, 東京, 403p.

YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2015) Selected Japanese translation of "Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde" (E. Naumann, 1887).

(受付:2014年10月29日)