

ウィルソン法による古地磁気強度測定 Testing paleointensity determination using Wilson method

福間 浩司^{1*}; シェルバコフ ヴアレリイ²; シェルバコワ ヴァーリヤ²
FUKUMA, Koji^{1*}; SHCHERBAKOV, V. P.²; SHCHERBAKOVA, V. V.²

¹ 同志社大学理工学部, ² ロシア科学アカデミー・ボロク地球物理学研究所

¹Dept. Env. Sys. Sci., Doshisha Univ., ²Borok Geophysical Observatory, Russian Academy of Sciences

古典的なテリエ法は未だ古地磁気強度測定のための最も信頼できる方法だが、非常に厳しい、まれにしか満たされない条件 — 自然残留磁化 (NRM) はすべての温度区間で実験室の熱残留磁化 (TRM) に置き換えられる — を必要とする。かなりの量の多磁区粒子が存在する場合、この条件は成立せず、アライ図に見られる曲線から誤った古地磁気強度が得られることになる。

非常に原始的 (e.g., Folgheraiter [1899]) だが本質的にショー法にも使われているような単一ステップ加熱法は、テリエ法に要求される厳格な条件を回避することができる。ウィルソン法は単一ステップ加熱法の一つであり、約半世紀前に提案された (Wilson [1961, 1962])。NRM を高温で連続的に消磁して測定し、同様に実験室で与えた TRM を消磁して比較することで古地磁気強度が得られる。ウィルソン法がこれまでほとんど古地磁気強度測定に使われなかった理由は、磁化を高温で測定する必要があるためである。一方この方法は他の古地磁気強度法より非常に迅速である利点をもっている。自動化された高温磁力計を使用すれば、1-cc キューブを用いたウィルソン法による測定を1時間以内に完了することができる。

三宅島における1983年噴火(地球磁場: $45.1 \mu\text{T}$)の玄武岩とスコリアの27個の1-cc キューブを用いてウィルソン法に基づく古地磁気強度測定を行った。1-cc キューブを Borok 地球物理研究所の Orion 三成分試料振動型磁力計を用いて毎分約 40°C で空気中で加熱し、同時に高温で NRM 3成分を測定した。磁化が初期値の1%未満に低下すると加熱を中止し、 $45 \mu\text{T}$ の磁場中で冷却して TRM を付与した。TRM も NRM と同様に連続的な熱消磁を行った。

測定したサンプルの85%で NRM — TRM 図上にきれいな直線を見た。アンブロッキング温度スペクトルの形状が NRM と TRM の間で本質的に変化していないことを示す。約半分のサンプルから予想される古地磁気強度を得た。隣り合うサンプルのテリエ法も期待される磁場強度を与えたが、幾つかのサンプルではうまくいかなかった。他の半分のサンプルでは、NRM — TRM の直線の傾きが1から大きくずれ、高いまたは低い値に外れた。このことは、熱変質(磁区の変質は含まない)が TRM 容量を増加させたり減少させたりしたが、アンブロッキング温度スペクトルの形状は変化しなかったことを意味する。このような熱変質は NRM — TRM 図では検出されないが、誤まった古地磁気強度を与える可能性がある。

ウィルソン法は、迅速かつ多磁区粒子を含むサンプルにも使えるが、熱変質は必ずしも NRM — TRM 図上の直線性から検出されないことに注意する必要がある、このことは他の単一ステップ加熱法にも当てはまる。

キーワード: 古地磁気強度, ウィルソン法, テリエ法, 高温磁力計

Keywords: paleointensity, Wilson method, Thellier method, high-temperature magnetometer

火山岩の古地磁気強度実験におけるチタン磁鉄鉱粒子の顕微鏡観察 Microscopic observation of titanomagnetite grains during paleointensity experiments of volcanic rocks

田中 秀文¹; 山本 裕二^{2*}

TANAKA, Hidefumi¹; YAMAMOTO, Yuhji^{2*}

¹ 高知大学 教育学部, ² 高知大学 海洋コア総合研究センター

¹Faculty of Education, Kochi University, ²Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

Titanomagnetite (Tmt) grains, some partially maghemitized, of various oxidation levels were microscopically observed under reflected light as a function of temperature step in a Königsberger Thellier Thellier experiment in air. The reflected light microscopy indicated that the brownish colour of homogeneous Tmt turned blue at ~ 300 °C. This false blue colour was caused by submicron scale rugged stripes on the surface, according to scanning electron microscope observations, which was made after the final heating step. The typical grey-to-bluish colour of maghemitized parts of Tmt grains turned to a brownish colour at ~ 300 °C, indicating inversion of titanomaghemite to a mixture of magnetite and ilmenite (Ilm) or haematite (Hem). Although these observations were from Tmt grains on the sample surface, oxidation must have proceeded similarly within samples because the surface changes in the Tmt grains were highly correlated with behaviour of data points on Arai plots. Alterations in Tmt after heating at 610 °C in air for increasing times from 10 to 500 min were evaluated by reflected light microscopy and scanning electron microscopy at the end of the experiment. Mottled patches gradually emerged in the Tmt grains during subsequent heatings. However, the formation of new Ilm lamellae was not observed, even after the final 500 min heating. In conclusion, the alteration of Tmt during laboratory heating in air at ~ 600 °C is likely not due to the typical high-temperature oxidation that forms trellis-type Ilm lamellae. Below ~ 400 °C, the process should be closer to low-temperature oxidation. On the other hand, maghemitized parts of Tmt grains invert instantaneously at 300 °C, and a trellis-type structure with Hem lamellae soon emerges when heated at 610 °C.

8～11世紀の岡山県における考古地磁気強度の傾向 Archeointensity trend between 8th and 11th century in Okayama

北原 優^{1*}; 山本 裕二²; 畠山 唯達³; 鳥居 雅之⁴; 亀田 修一⁵

KITAHARA, Yu^{1*}; YAMAMOTO, Yuhji²; HATAKEYAMA, Tadahiro³; TORII, Masayuki⁴; KAMEDA, Shuichi⁵

¹ 高知大学 大学院 総合人間自然科学研究科, ² 高知大学 海洋コア総合研究センター, ³ 岡山理科大学 情報処理センター, ⁴ 岡山理科大学 総合情報学部 生物地球システム学科, ⁵ 岡山理科大学 生物地球学部 生物地球学科

¹Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University, ²Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ³Information Processing Center, Okayama University of Science, ⁴Faculty of Informatics, Okayama University of Science, ⁵Faculty of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science

本発表では、岡山県備前市佐山地区における8～11世紀までの期間に属する3サイトの考古地磁気強度の推定値を提示する。用いた焼土試料は、同地区における奈良～平安時代の窯業発展史の解明を主な目的とする考古学的なプロジェクト（岡山理科大学考古学研究室, 2012; 2013）の中で実施された5回の調査の際に、発掘された須恵器古窯跡の床面および壁面より採取されたものである。年代値は、陶器型式編年（e.g. 中村, 2006）に準拠する考古学年代を採用すると、3サイトの内、佐山新池1号窯跡と佐山東山窯跡は8世紀後半（? 775 ± 25年）、佐山東山奥窯跡は10世紀周辺（? 900 ± 50年）である（岡山理科大学考古学研究室, 2012; 2013）。

岩石磁気実験と段階熱消磁実験の結果、(1)これらの試料は加熱に対して安定であり、(2)試料の形状異方性も小さく、(3)磁性粒子集団の大部分が数%のチタンを含むチタノマグネタイトでありブロッキング温度が高いことが分かっている。新池窯からは15個の焼土試料から19試片、東山窯からは10個の焼土試料から10試片、東山奥窯からは9個の焼土試料から19試片を整形し、IZZI テリエ法（2回加熱法; Yu & Tauxe, 2005）による古地磁気強度測定を行った。厳密に設定した合格基準をパスした測定結果から得られた考古地磁気強度は、新池窯が $61.6 \pm 4.4 \mu\text{T}$ (N=4)、東山窯が $51.8 \pm 6.5 \mu\text{T}$ (N=8)、東山奥窯が $49.8 \pm 9.8 \mu\text{T}$ (N=9) となった。これらの値は、予察的に実施した綱川 - ショー法（Tsunakawa and Shaw, 1994; Yamamoto et al., 2003）により得ている強度とも矛盾しない。我々のデータを日本における最新の考古地磁気強度データのコンパイル結果（Yoshihara et al., 2003）と比較すると、3サイトともにデータのばらつきは大きいものの、おおよそ整合的である。平均的な傾向に着目すれば、紀元後600年以降に見られる著しい強度減少の様子についても矛盾していないことが確認できる。

キーワード: 考古地磁気強度, IZZI テリエ法, 綱川 - ショー法, 須恵器古窯

Keywords: Archeointensity, IZZI-Thellier method, Tsunakawa-Shaw method, Old kilns of Sue wares

溶結凝灰岩による絶対古地磁気強度測定：相対古地磁気強度と絶対古地磁気強度の対比

Absolute paleointensity determinations of welded tuffs: Correlations between relative and absolute paleointensity data

藤井 哲夢¹; 望月 伸竜^{2*}; 長谷川 健³; 岡田 誠³; 渋谷 秀敏¹

FUJII, Satomu¹; MOCHIZUKI, Nobutatsu^{2*}; HASEGAWA, Takeshi³; OKADA, Makoto³; SHIBUYA, Hidetoshi¹

¹ 熊本大学自然科学研究科, ² 熊本大学大学院先端機構, ³ 茨城大学理学部

¹Department of Earth and Environmental Science, Kumamoto University, ²Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, ³Department of Earth Science, Faculty of Science, Ibaraki University

Absolute geomagnetic paleointensities (APIs) have been estimated from igneous rocks, while relative paleomagnetic intensities (RPIs) have been reported from sediment cores. These two datasets have been treated separately, as correlations between APIs and RPIs are difficult on account of age uncertainties. We present a procedure for directly correlating APIs with RPIs of a RPI stack. Correlations between APIs and RPIs were conducted with virtually no associated age errors using both tephrochronologic correlations and RPI minima. Using the stratigraphic positions of tephra layers in oxygen isotope stratigraphic records, we directly compared the RPIs and APIs reported from welded tuffs contemporaneously extruded with the tephra layers. In addition, RPI minima during geomagnetic reversals and excursions were compared with APIs corresponding to the reversals and excursions. The comparison of APIs and RPIs at these exact points allowed a reliable calibration of the RPI values. In this study, we applied the Tsunakawa-Shaw method to 21 welded tuffs to increase API dataset. We obtained mean paleointensities for 16 of the 21 welded tuffs. Since eight of the 16 welded tuff units were correlated with the oxygen isotope stratigraphy, they can be added to the API data used in the correlation procedure. Combining these API data with the reported data, we correlated API data with RPIs from the PISO-1500 stack and SINT-800 stack. For 13 correlation points, RPIs of the PISO-1500 stack showed a linear relationship with virtual axial dipole moments (VADMs) calculated from the APIs, indicating that the PISO-1500 stack has a linear relation to the axial dipole moment. On the other hand, RPIs from the SINT-800 stack has a trend with VADMs and the correlation coefficient is lower than that of the PISO-1500 stack. The correlation procedure with increased API data can contribute to constraining the relation between RPI of a RPI stack and API and calibrating a RPI stack to absolute values.

キーワード: 絶対古地磁気強度, 相対古地磁気強度, テフラ, 酸素同位体比層序, 溶結凝灰岩

Keywords: absolute paleointensity, relative paleointensity, tephra, oxygen isotope stratigraphy, welded tuff

Rock magnetic study of the North Atlantic sediment during late Pliocene and early Pleistocene

佐藤 雅彦^{1*}; 大野 正夫¹; 林 辰弥²; 桑原 義博¹; 宮川 千鶴¹; 藤田 周¹; 北 逸郎¹

SATO, Masahiko^{1*}; OHNO, Masao¹; HAYASHI, Tatsuya²; KUWAHARA, Yoshihiro¹; MIYAGAWA, Chizuru¹; FUJITA, Shu¹; KITA, Itsuro¹

¹九州大学, ²御船町恐竜博物館

¹Kyushu University, ²Mifune Dinosaur Museum

As the ocean is a major component in the climatic system, it is crucial for palaeoclimatic study to understand the past evolution of the thermohaline circulation. The North Atlantic Ocean is one of the most important sea areas because newly formed deep water mass is redistributed to the global ocean from there (Broecker et al., 1991). In order to recover the past change in deep ocean circulation at the North Atlantic Ocean, a variety of proxies have been studied. However, the change during Pleistocene and Pliocene is still poorly understood.

In this study we conducted rock magnetic measurement of deep-sea sediments recovered from IODP Site U1314 on the Gardar Drift, to investigate the past change in bottom current flows at the North Atlantic Ocean. Since a coercivity of magnetic mineral varies sensitively with its state such as chemical composition, grain size, grain shape, stress, and so on, coercivity spectra can be used as a proxy for the constituent spectra of the sediment.

The samples were collected at 16 - 50 cm resolution from 199.3 to 262.5 mcd of the core, which corresponds to the age between 2.22 and 2.75 Ma according to the age model by Hayashi et al. (2010). Rock magnetic properties were measured for these samples using a MicroMag 2900 Alternating Gradient Magnetometer. The isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curve was obtained by the application of stepwise-increasing uniaxial fields to the sample at 30 steps from 1 mT to 1 T. The ratio of IRM acquired in a back-field of 0.1 T to that in a forward-field of 1 T (S-ratio) was also measured for all samples.

In order to reveal constituents of the sediment, decomposition of coercivity spectra were conducted. The IRM acquisition curve was normalized by the IRM intensity at 1 T and then the first derivative of the curve was calculated with respect to log₁₀ field (hereafter referred to as IRM gradient curve). The least square fit was performed so as to decompose the IRM gradient curve into linear combination of two end-members. Two end-member components were calculated by averaging the IRM gradient curves of selected samples. Samples with low S-ratio (<0.57) and younger than 2.4 Ma were chosen for component 1. Samples with high S-ratio (>0.88) and during MIS100, which were associated with the ice rafted debris, were chosen for component 2. These components were distinctly different from each other; coercivity distribution of component 1 was magnetically harder than that of component 2.

In consequence of the decomposition, the fitting error was significantly small for all samples, indicating that North Atlantic sediments in the Gardar Drift during late Pliocene and early Pleistocene are explained by mixing of two end-member components. The fraction of two components periodically changes with time and agrees well with the LR04 $\delta^{18}\text{O}_{\text{benthic}}$ stack (Lisiecki and Raymo, 2005): the high-coercivity component dominated during interglacial periods, and the low-coercivity component dominated during glacial periods.

On the basis of the elemental ratio of potassium to titanium (K/Ti), Grutzner and Higgins (2010) reported change in proportion of sources of sediment at Site U1314 during the last 1.1 Ma. They demonstrated that Ti-rich basaltic material transported by the Iceland-Scotland Overflow Water and K-rich particle (continental rock like) derived from the other source dominated during interglacial periods and glacial periods, respectively. Our result is consistent with their result because high-coercivity and low-coercivity components are interpreted as the fine-grain titanomagnetite of Icelandic sources and the coarse-grain magnetic mineral of continental sources, respectively. Therefore the change in fraction of two end-member components represents change in fraction of bottom currents, and the bottom current flow patterns similar to those during the last 1.1 Ma might prevail at the North Atlantic Ocean during late Pliocene and early Pleistocene.

Keywords: North Atlantic Ocean, Deep-sea Sediment, IRM acquisition curve, Bottom current flow

南鳥島周辺海域の高レアアース含有赤色粘土の磁気特性 Magnetic properties of REY rich red clay near Minami-Torishima in the Pacific Ocean

山崎 俊嗣^{1*}; 臼井 洋一²; 下野 貴也³
YAMAZAKI, Toshitsugu^{1*}; USUI, Yoichi²; SHIMONO, Takaya³

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 筑波大学大学院生命環境科学研究科
¹AORI, University of Tokyo, ²JAMSTEC, ³University of Tsukuba

Red clay accumulates slowly on the seafloor deeper than CCD in mid-latitudes. Paleooceanographic and paleomagnetic studies were limited so far because red clay does not yield microfossils that can be used for precise age estimation and sedimentation rates were extremely low, less than a few meters per million years. However, red clay has attracted interest since Kato et al. (2011) reported that red clay rich in REY (rare-earth elements and yttrium) distributes widely in the Pacific Ocean. In this paper, we present magnetic properties of red clay cores obtained from the seafloor near Minami-Torishima during the R/V Kairei KR13-02 cruise. From these cores, extremely high REY contents were reported (Fujimoto et al., 2013, JpGU; Suzuki et al., 2013, JpGU). We will discuss a possible relationship between REY content and magnetic properties.

It is known in red clay that magnetostratigraphy can be established back to only ~3 Ma, and this also holds for the KR13-02 cores. However, noisy but rather coherent inclinations were obtained throughout the cores even where polarity reversal patterns were obscure. Although a possibility that these directions are of magnetic overprint cannot be excluded, the observed inclinations are not much lower than that expected from the GAD model at the present latitude. This may suggest that the sediments including the intervals of high REY content are not very old, possibly Eocene to Oligocene or younger in age, and that they deposited in the northern latitudes not very far from the present sites. This result is not consistent with the idea that the high REY content is influence of hydrothermal activity along the East Pacific Rise. The cores showed a common magnetic susceptibility variation pattern, and a peak of REY content occurs just below an interval of high magnetic susceptibility. The REY peak coincides with a sharp upward decrease in the ratio of ARM to SIRM, which indicates an increase of the mean magnetic grain size and/or an increase in the proportion of detrital to biogenic magnetic mineral component. These results suggest that the increased REY concentration may have occurred in association with a paleooceanographic event.

Keywords: red clay, REY, rock magnetism, environmental magnetism, Pacific, Minami-Torishima

パルス強磁場中の磁化過程高速測定システムとその岩石磁気への応用 A method for measuring rapid magnetization change in high field using a pulse magnetizer: A new rock magnetic approach

小玉 一人^{1*}
KODAMA, Kazuto^{1*}

¹ 高知大学海洋コア総合研究センター

¹Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

簡便に強磁場を発生できるパルス磁化器 (pulse magnetizer) は、IRM 着磁装置として広く岩石磁気研究に用いられている。いくつかの市販品があるが、それらの発生磁場の形状は、やや非対称な半周期正弦波形でその幅は 10ms 程度である。本研究では、このパルス継続時間中の岩石試料の磁化変化を高速かつ高精度に測定するための試作システムを開発した。いくつかの自然試料を測定した結果、これまで VSM や IRM 測定では見られなかった新たな岩石磁気的知見を得ることができた。

本システムは、パルス磁化器として IM-10-30 (ASC Scientific 社製、2" コイル装着) を利用し、このコイル空間中に新開発の差動型コイルペア等を含む磁化検知コイルシステムを設置した。パルス磁場信号と試料による誘導磁場信号は、パルス磁場をトリガーとして高速デジタルオシロスコープ (Agilent MSO9104 2GHz) に記録し、Windows PC に取り込んで信号処理・解析を行った。校正は、常磁性塩 (酸化ガドリニウム) とニッケル粉末を用いた。自然試料として、伊豆大島や桜島の火山岩、一部の古土壌や火山灰などを測定した。弱磁化試料では、単発の測定結果にノイズが目立つが、複数回の繰り返し測定結果の重ね合わせによって S/N 比の向上を図ることができる。1 回の測定・解析が数秒程度で完了することが、本システムの最大のメリットである。一部の火山岩からは、VSM による磁化曲線 (ヒステリシス) では見られない、ごく短時間 (<1 ms) の磁化変化が観測された。これら時間領域の測定結果を、交流磁化率による周波数領域での測定結果と比較・対照することにより、磁性粒子のサイズや磁区構造を特定するための新たな岩石磁気学的手法を提案する。

キーワード: 岩石磁気, パルス磁場, 磁気ヒステリシス

Keywords: rock magnetism, pulse magnetic field, magnetic hysteresis

阿蘇火山中央火口丘群における火山岩・テフラの古地磁気学的研究 Paleomagnetic study of the Holocene volcanic rocks and tephra from post-caldera central cones of Aso Volcano

阿比留 拓哉¹; 渋谷 秀敏^{2*}; 望月 伸竜³; 弥頭 隆典²; 宮縁 育夫⁴

ABIRU, Takuya¹; SHIBUYA, Hidetoshi^{2*}; MOCHIZUKI, Nobutatsu³; YATO, Takanori²; MIYABUCHI, Yasuo⁴

¹ 熊本大学理学部, ² 熊本大学自然科学研究科, ³ 熊本大学大学院先導機構, ⁴ 熊本大学教育学部

¹Faculty of Science, Kumamoto University, ²Department of Earth and Environmental Sciences, Kumamoto University, ³Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, ⁴Faculty of Education, Kumamoto University

本研究では阿蘇火山の火山活動史研究に利用できる基礎データを得ることを念頭に、阿蘇火山中央火口丘群の完新世火山岩・テフラの古地磁気学的研究を進めている。これまでに火山岩7ユニットにおいて25サイトをもうけて定方位サンプリングを行った。全25サイトのうち19サイトからは95%信頼限界が5度以下の精度の良い平均方位(古地磁気方位)が得られた。その結果によれば、火山地質図において1枚に区分されていた杵島岳溶岩・往生岳溶岩・中岳新期溶岩には、形成時期が数十~数百年以上離れた複数回の溶岩流が含まれている。また、上米塚スコリア・杵島岳溶岩の2サイト・往生岳溶岩の2サイトから得られた平均方位は95%信頼限界の範囲で一致した。この古地磁気方位の一致は、複数の火口から同時期(数十年以内)にこれらの溶岩流が流下した可能性を示唆する。以上の火山岩の古地磁気方位測定に加えて、本研究では、中岳の北北東4kmのテフラ層(宮縁・渡辺, 1997)の測定も進めている。火山灰の残留磁化方位は同時に噴出した溶結凝灰岩の熱残留磁化方位と一致することから、火山灰は堆積直後の地球磁場を記録すると報告されている(Reynolds, 1979; Hayahida et al., 1996; 中島・藤井, 1998; Fujii et al., 2001)。自作のサンプリングツールを用いてテフラ層の22層準から定方位試料を採取し、段階交流消磁によって特徴的残留磁化の検出を行った。その結果、22層準中17層準で95%信頼限界が5度以下の精度の良い平均方位が得られた。これらの平均方位を古地磁気方位とすることで、形成時間やテフラ層序と溶岩層序の対比を検討した。その結果、N6層の大部分、N5層、N4層からは同じ古地磁気方位を得たことから、これらのテフラ層は短期間(数十年間)に形成したことが示唆される。また、テフラから得た古地磁気方位と溶岩から得た古地磁気方位が一致するものがあり、これらの火山噴出物が同時期に形成したことが示唆された。

キーワード: 阿蘇火山, 古地磁気方位, 火山岩, テフラ

Keywords: Aso Volcano, paleomagnetic direction, volcanic rock, tephra

秋田県一ノ目潟のピストン・コア堆積物から得られた過去7000年間の古地磁気永年変化の記録 Paleomagnetic secular variation record for the last 7000 years observed in piston cores from the Ichinomegata Maar

安楽 和央^{1*}; 林田 明²; 原口 強³; 山田 和芳⁴; 篠塚 良嗣⁵; 五反田 克也⁶; 米延 仁志⁷
ANRAKU, Kazuhiro^{1*}; HAYASHIDA, Akira²; HARAGUCHI, Tsuyoshi³; YAMADA, Kazuyoshi⁴; SHINOZUKA, Yoshitsugu⁵; GOTANDA, Katsuya⁶; YONENOBU, Hitoshi⁷

¹同志社大学大学院理工学研究科, ²同志社大学理工学部環境システム学科, ³大阪市立大学大学院理学研究科, ⁴早稲田大学人間科学学術院, ⁵北海道大学大学院地球環境科学研究科, ⁶千葉商科大学政策情報学部, ⁷鳴門教育大学大学院学校教育研究科

¹Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University, ²Department of Environmental Systems Science, Doshisha University, ³Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, ⁴School of Human Sciences, Waseda University, ⁵Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ⁶Faculty of Polycy Informatics, Chiba University of Commerce, ⁷Graduate School of Education, Naruto University of Education

秋田県男鹿半島に位置する一ノ目潟マールでは2006年にシンウォール・コア(IMG06)が採取され、Uチャンネル試料の残留磁化測定によって完新世の古地磁気永年変化(PSV)の記録が得られている。本研究では、2013年に湖の中央部で2本のピストン・コア(IMG13P-1およびIMG13P-2)を採取し、7ccキューブ試料について初磁化率(κ)と磁化率異方性(AMS)の測定、自然残留磁化(NRM)の段階交流消磁を行った。まず、初磁化率の変動と岩相変化をもとにIMG06とピストン・コアの対比を行った結果、IMG13P-1とIMG13P-2は過去約7000年をカバーしていることが明らかとなった。NRMの段階交流消磁では、ほぼ全ての層準で強度の大きいNRMが原点に向かって直線的に減衰することが確認され、主成分解析によって各試料の磁化方位を決定することができた。ただし、AMS楕円体の最小軸の伏角 K_{min} と形状パラメータ q の値にもとづき、初生的な堆積構造を保持していないと推定された一部分のデータを排除した。コア採取時に堆積物が乱されたと考えられる部分を除き、残留磁化の伏角および相対的な偏角の変動はIMG13P-1とIMG13P-2、およびIMG06の間でよく一致していた。このことから、一ノ目潟の堆積物は古地磁気永年変化の研究に適したものである。さらに、一ノ目潟の記録は西日本の考古地磁気永年変化曲線(Shibuya, 1980)、琵琶湖のPSV(Ali et al., 1999)とも類似しており、日本の古地磁気永年変化の研究に重要な役割を果たすと考えられる。

キーワード: 古地磁気永年変化, 残留磁化, 初磁化率, 一ノ目潟

Keywords: Paleomagnetic secular variation, remanent magnetization, magnetic susceptibility, Ichinomegata Maar

三瓶日影山溶岩の熱磁気特性: Laschamp エクスカーションの探索 Thermomagnetic characteristics in the Hikageyama lava: searching a paleomagnetic record of the Laschamp excursion

西山 洋人^{1*}; 林田 明²; 沢田 順弘³; 檀原 徹⁴; 河野 重範⁵
NISHIYAMA, Hiroto^{1*}; HAYASHIDA, Akira²; SAWADA, Yoshihiro³; DANHARA, Tohru⁴; KAWANO, Shigenori⁵

¹同志社大・院・理工学研究科・数理環境科学, ²同志社大学理工学部環境システム学科, ³島根大学, ⁴(株)京都フィッション・トラック, ⁵栃木県立博物館

¹Sci. Environ. Math. Model., Grad. Sci.&Engi., ²Dept. Environ. Sys. Sci., Doshisha Univ., ³Shimane University, ⁴Kyoto Fission-Track Co., Ltd., ⁵Tochigi Prefectural Museum

2013年の連合大会では、三瓶日影山溶岩における古地磁気学測定の結果を報告した。9地点のなかから日影山東部の4地点で、一致した伏角が浅く偏角が東寄りの方が確認された。また、これらのサイトの仮想地磁気極(VGP)は地理的北極からずれたアメリカ合衆国北東部約50°N 100°Wであった。これらより、Laschamp エクスカーションの期間に噴出した可能性のある三瓶日影山溶岩が、特異な地球磁場を記録したものであると推定した。これに9地点の段階熱消磁を加えると、上記の4地点で同様の一致した方位が得られた。

そして、熱磁気分析を行ったところ、ほとんどのサンプルは1相のマグネタイトとみられるキュリー温度を示した。さらに、上記の日影山東部の4地点は2つに分類できた。まず、HKG-9, 10は、1相のマグネタイトとみられるキュリー温度を示した。次に、HKG-11, 12は、2相のチタノヘマタイトとヘマタイトとみられるキュリー温度を示した。段階熱消磁の結果より、前者は2つまたは3つの残留磁化成分をもつサンプルであった。後者のサンプルは残留磁化成分が1つであったが、既報である交流磁場のピーク100 mTまででは消磁できないかたい残留磁化であった。これら残留磁化成分と熱磁気分析結果にもとづいて、三瓶日影山溶岩における残留磁化方位の議論を報告する。

キーワード: 岩石磁気, 三瓶日影山溶岩, 地磁気エクスカーション, Laschamp エクスカーション
Keywords: Rock magnetism, Hikageyama lava, Geomagnetic excursion, Laschamp excursion

ダイナモモデルにおけるコア-マントル電磁結合と LOD 変動 Electromagnetic core-mantle coupling and length-of-day variation in numerical dynamo models

高橋 太^{1*}
TAKAHASHI, Futoshi^{1*}

¹ 東京工業大学
¹Tokyo Institute of Technology

Exchange of angular momentum between the core and the mantle is likely to be responsible for the decadal variations in the length-of-day (LOD). If the changes in the angular momentum of the mantle are balanced by the opposite changes of the core, some coupling mechanisms between the core and the mantle should be invoked. Here we examine the electromagnetic (EM) coupling as a possible mechanism of angular momentum exchange. We use numerical dynamo simulations to investigate the mechanism to explain the LOD variations with respect to time including the decadal time scale. In numerical dynamo models, we impose a uniformly electrically conducting layer of about 200 km-thick on the mantle side of the core-mantle boundary corresponding to the D'' layer. The electric current associated with the dynamo-generated magnetic field can flow in the conducting layer and the Lorentz force can yield a net EM torque with respect to the rotation axis. The electrical conductivity of the layer is varied from 200 - 500 S/m in dynamo models. The LOD variations can put some feedback effects on flows in the core through the changes in the angular velocity, which emerge as a change in the effective Ekman number and the Poincare force. Influences of such a feedback are also included in numerical models. The Ekman number adopted as a nominal value is 10^{-4} . We have obtained the EM torque resulting in typical angular velocity variation of the order of 10^{-6} relative to the nominal angular velocity in a time scale of the magnetic diffusion time. Much smaller changes in shorter time scale are also observed. Based on the findings in the present study, it is suggested that the EM core-mantle coupling in a likely range of the conductance within the D'' layer is a promising mechanism to yield LOD variations in decadal to longer time scale.

キーワード: ダイナモ, コア-マントル電磁結合, LOD 変動, D'' 層
Keywords: dynamo, electromagnetic core-mantle coupling, LOD variation, D'' layer

ジュール加熱により引き起こされる地球内核中の流れに対する表面変位の影響 Influence of surface displacement on fluid motions induced by Joule heating in the inner core of the Earth

竹広 真一^{1*}
TAKEHIRO, Shin-ichi^{1*}

¹ 京都大学数理解析研究所

¹ Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University

地震波観測により示された地球内核の弾性的性質の異方性は、内核の固化における固体組織の整列や内核中の流体運動による塑性変形による組織の整列によるものと考えられてきている。内核の固化では異方性の深さ分布が説明できない一方で、これまでに考察されたさまざまな要因による内核中の流れでは異方性を生み出すに十分なほど決定的ではない。Takehiro (2011) では、内核中の流れを引き起こす要因として、内核外核境界で与えられた磁場が内核中へ貫入し発生するジュール熱を提案した。具体的に、球面調和函数の全波数 2, 方位角波数 0 のトロイダル磁場成分を内核外核境界において与えて計算したところ、赤道域で下降流、極域で上昇流の流れのパターンが得られた。この流れ場は外核との質量交換を伴っており、内核外核境界 (ICB) にて 0 でない速度の動径成分が存在している。このような流れ場が得られた要因は、ICB での境界条件として応力の法線成分が一定であることを用いていることにあり、暗に ICB を通過する物質の相変化が瞬間的であることを仮定している。しかしながら、実際には物質の相変化の速度は有限であり、もしも十分に相変化の速度が遅ければ、流れの動径成分の存在により ICB が変形し凹凸が発達することになるだろう。このような表面変位が存在すると、内外核間の密度差による浮力が働き、内核中の流れを妨げる可能性がある。

そこで本研究では、水平不均一なジュール加熱により引き起こされる地球内核中の流れに対する表面変位の影響を考察し、どの程度の振幅の表面変位が発達し内核中の流れ場がどう変形されるのかを吟味した。

内核外核境界における磁場分布と表面変位分布を与えたときのジュール熱により引き起こされる定常な速度場を数値的に求めた。用いた方程式は磁場の拡散の式、ブシネスク流体の運動方程式および熱の式である。境界条件は内核外核境界において応力の接線成分が 0 に加えて、温度擾乱が融点温度に等しいことと応力法線成分が表面変位による浮力とバランスする式を用いた。球面調和函数の全波数 2, 方位角波数 0, トロイダル磁場成分および表面変位を与え、地球内核中で予想されているパラメータを用いて計算したところ、ICB でのトロイダル磁場振幅が 10^{-2} – 10^{-1} T に応じて表面変位振幅が 0.14 – 14 m 程度で内核表面での速度動径成分が 0 となる結果が得られた。

これに対して、相変化の速度を見積もるために、ICB を通って出てくる固相の鉄を融かすに必要な熱 (あるいは ICB を通って入っていく液相の鉄を凝結させるに必要な熱) が外核中の速度場によって ICB 表面に輸送される熱とのバランスを考えた。ICB における表面変位は断熱温度と融解温度の温度差を生じ、これに伴う熱が外核中の小スケールの速度場によって ICB 表面に輸送されると考えた。

この熱バランスによる式と、上の数値計算結果で得られた表面変位振幅と速度動径成分の関係式を連立させることにより、平衡状態での表面変位振幅と速度動径成分振幅が定められる。外核中の小スケールの速度場の振幅が 10^{-1} m/s 程度に速いときには変位の発達速度に対して相変化の速度が十分に大きく、ICB において 8×10^{-10} ~ 8×10^{-12} m/s 程度の速度動径成分が存在し、表面変位振幅が 0.0001 – 0.01 m 程度となる。これに対して、外核中の小スケールの速度場の振幅が 10^{-5} m/s 程度に遅いときには、相変化の速度に対して表面変位の発達速度が十分に速く、ICB における速度動径成分が 0 となり、表面変位が 0.14 – 14 m にまで発達する。

表面変位振幅が大きくなるにつれて、ICB における速度動径成分が小さくなり、ICB 直下に内部領域とは逆向きの流れが現れるようになる。しかし以前として内部領域の流れは表面変位によって妨げられることなく赤道から極へ向けての流れが存在している。このことは、内部領域の流れを定めるバランスが水平不均一のジュール加熱と移流による熱輸送との熱バランスによるものであり、力学的要因でないからである。一方、流れ場の応力の振幅は表面変位振幅が大きくなるにつれて内部領域よりも ICB 付近で大きくなってしまふ。このことは、地球内核の地震波速度異方性を説明するのに表面変位が大きい場合には整合的でないという結論に達する。地震波速度異方性が水平不均一なジュール加熱により引き起こされる地球内核中の流れに由来するのであれば、ICB での相変化の速度が十分に速く、表面変位が小さくならねばならない。

参考文献: Takehiro, S., 2011: Phys. Earth Planet. Inter., 184, 134–142.

キーワード: 地球内核異方性, 地球外核磁場, 地球外核流れ, 内核外核境界, 地球外核ダイナモ作用

Keywords: anisotropy of the Earth's inner core, magnetic fields in the Earth's outer core, flows in the Earth's outer core, inner core boundary of the Earth, dynamo action in the Earth's outer core

本州東部に分布する Znp-Ohta テフラの古地磁気と相対回転運動
Paleomagnetism of the Znp-Ohta tephra in eastern Honshu: relative tectonic rotations at local and regional scales?

星 博幸^{1*}; 二村 昇²
HOSHI, Hiroyuki^{1*}; FUTAMURA, Sho²

¹ 愛知教育大学, ² 豊橋市立二川南小学校
¹Aichi University of Education, ²Futagawa Minami Elementary School

We present paleomagnetic data suggesting relative tectonic rotations in eastern Honshu since 3.9 Ma. Samples were collected from a widespread ash bed, called the Znp-Ohta tephra, at three localities. One is the Tomioka locality located to the east of the Abukuma Mountains, where the ash bed (local name = SF4.5 tephra) was sampled at three sites. The other two are the Miyobara and Kohsaka localities on the Boso Peninsula, where the ash bed (local name = An85 tephra) was sampled at three sites at each locality. Stepwise demagnetization was performed on all specimens, and the principal component analysis was applied to the demagnetization data to extract characteristic remanent magnetization (ChRM) components. At Tomioka, site-mean ChRM directions were determined at all sites. They are tightly clustered after tilt correction and have a southerly direction of reverse polarity. Interestingly, the direction is deflected significantly counterclockwise with respect to the direction of the correlative tephra at Chita in central Honshu (Hoshi & Deguchi, 2013). At Miyobara and Kohsaka, the locality-mean ChRM directions are significantly different to each other. The paleodeclination of Miyobara is similar to that of Tomioka, and the paleodeclination of Kohsaka is almost identical to that of Chita. The difference in paleodeclination between Miyobara and Kohsaka seems to be related to the difference in the general geological trend of Neogene strata on the Boso Peninsula, suggesting relative rotation on the peninsula. Our results imply that in eastern Honshu, relative rotations have taken place at local and regional scales since the Pliocene.

キーワード: 本州東部, 古地磁気, 鮮新世, 相対回転, テクトニクス, Znp-Ohta テフラ
Keywords: eastern Honshu, paleomagnetism, Pliocene, relative rotation, tectonics, Znp-Ohta tephra

GPS から推定される過去の大陸形状の復元 Past continental shape inferred from GPS data

河合 啓悟²; 加藤 忠義²; 原田 靖^{1*}

KAWAI, Keigo²; KATO, Tadayoshi²; HARADA, Yasushi^{1*}

¹ 東海大学 海洋学部 海洋地球科学科, ² 東海大学海洋学部海洋資源学科

¹Department of Marine and Earth Science, Tokai University, ²Department of Marine Mineral Resources, Tokai University

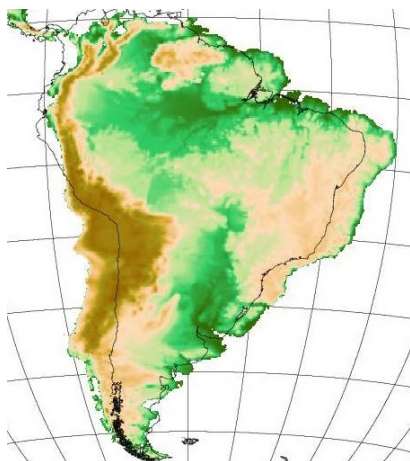
Kono et al.,1985 は古地磁気学的解析から第三紀前期にはアンデス山脈は現在の様に逆くの字型に曲がっていたのでは無く、南北に真直ぐな形状であったことを示した。本研究では現在観測されている GPS のデータによる大陸の内部変形運動を過去に外挿して、この様なアンデス山脈の形状が復元し得るかどうかが検証した。

GPS を含む宇宙測地技術から得られるプレート運動ベクトルが、NUVEL-1A 等の数百万年間の平均のプレート運動と比較し得るかどうかは 1990 年代から議論されており (例えば, Gordon,1993), 両者は良い一致を示すことが分かっている。本研究では, 加藤ら 2012(連合大会) が考案した GPS データから過去や未来の地形形状を推定計算する方法を用いて, 南米大陸の過去の形状を計算したところ約 50Ma の形状ではアンデス山脈が南北に真直ぐな形状に復元され, Kono et al.,1985 の推定する形状に良く一致した (下図)。この結果から数十年スケールの GPS で観測されるプレート内部変形は数千万年スケールの大陸の変形運動と比較し得ることを強く示唆している。またこの計算方法は汎用性が高いので古地磁気データと GPS データがある地域ならばどこでも外挿計算による比較が可能である。

本研究ではさらに 150Ma の Gondwana 大陸の形成時期まで外挿計算を行ったが, Wegener,1915 や Bullard et al.,1965 の行った様な南米大陸東海岸線とアフリカ大陸西海岸線の一致は, 悪くなる傾向がみられた。このことからこのような GPS データの外挿は数千万年程度が限界と考えられる。

キーワード: GPS, 過去の大陸形状, プレート内部変形

Keywords: GPS, Past continental shape, Deformation of plates



フィリピン海プレートの運動にまつわる諸問題 Problems related to the past motion of the Philippine Sea Plate

高橋 雅紀^{1*}
TAKAHASHI, Masaki^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 地質情報研究部門
¹ Geological Survey of Japan, AIST

プレートの過去の運動は、海洋底拡大軸を対称に形成された海洋底地磁気異常に基づく相対運動と、ホットスポットトラックによる絶対運動によって復元することができる。ところが、フィリピン海プレートにはホットスポットトラックが存在しないため、過去の運動を復元することができない。さらに周囲を海溝で囲まれているために、他のプレートとの相対運動も不明である。そこで、フィリピン海プレートの過去の運動は、フィリピン海プレート上の地層や岩石の古地磁気によって推定されてきた。すなわち、古地磁気偏角は回転運動を、古地磁気伏角は緯度方向の移動を表しているとして復元図が提案されてきた。しかしながら、古地磁気に基づくプレート運動の復元は、現実的には不可能であると考えられる。講演では、フィリピン海プレートの過去の運動にまつわる諸問題を整理する。

キーワード: テクトニクス, 古地磁気, フィリピン海プレート
Keywords: tectonics, paleomagnetism, Philippine Sea Plate

新生代の南太平洋赤色粘土の環境磁気学的研究: レアース含有量との関連 Environmental rock-magnetism of red clay in the South Pacific Gyre during the Cenozoic: relation with rare-earth content

下野 貴也^{1*}; 山崎 俊嗣²; 鈴木 勝彦³

SHIMONO, Takaya^{1*}; YAMAZAKI, Toshitsugu²; SUZUKI, Katsuhiko³

¹ 筑波大学・生命環境科学研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ³Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

深海底堆積物の約 40% を占める赤色粘土は、年代決定に有効な微化石をほとんど含まないことや堆積速度が数 mm/1000 年と極めて遅いことなどから、これまで古海洋学や古地磁気学の研究対象とされることは少なかった。しかし、Kato et al. (2011) により、太平洋に広く分布する赤色粘土に非常に高濃度のレアースを含む層の存在が明らかとなり、“レアース泥” と呼ばれる新たな海底資源として注目されるようになった。Kato et al. (2011) の中でも特に REY (希土類元素およびイットリウム) 含有量が高い値 (最大値 2110 ppm) を示した DSDP (深海掘削計画) Site 596 は、南太平洋環流の西端に位置し、厚さ約 50 m の赤色粘土からなる。しかし、堆積物コアはかなりの欠損があり、古地磁気・岩石磁気測定は行われなかった。2010 年に IODP (統合国際深海掘削計画) Exp.329 において、Site 596 と同一地点 (Site U1365) で約 76 m の赤色粘土のコア試料が再び採取された。本発表では、Site U1365 の赤色粘土を用いて、REY 含有量と岩石磁気解析 (磁化率, $S_{-0.1T}$, $S_{-0.3T}$, $\kappa_{ARM}/SIRM$) による結果の比較を行う。さらに、古地磁気層序と Site 596 の年代モデルを利用して Site U1365 の年代推定を行い、磁気特性とレアース含有量や新生代以降の長期的な気候変動との関係についての考察を行う。

Site U1365 における主な磁性鉱物は生物起源マグネタイトで、コア上部では陸源と思われる Maghemite の含有量が増加している (Yamazaki and Shimono, 2013)。Site U1365 の REY 含有量は、深さ 8~38 m で平均 1300 ppm、最大値 2470 ppm と非常に高い値を示し、さらに同一地点で採取された Site 596 (Kato et al., 2011) の REY 含有量とよく似た変化パターンを示した。その最大値は、Site 596 よりも約 360 ppm 高く、Site 596 においては、測定間隔が大きかったこと、もしくはコアの欠損により最大値が測定できなかった可能性が考えられる。また、REY と岩石磁気パラメータの $\kappa_{ARM}/SIRM$, $S_{-0.3T}$ の変化パターンは相関し、REY 含有量が高い部分は、陸源磁性鉱物の割合が少ない部分に相当することがわかった。堆積物の年代は、約 5 Ma までは古地磁気方位により、それ以前は、Site 596 のコバルトの沈積流量を一定と仮定した年代モデル (Zhou and Kyte, 1992) を基に、磁化率と REY のパターンによる Site 596 と U1365 間の対比により推定した。 $\kappa_{ARM}/SIRM$, $S_{-0.3T}$ より、風成塵起源の磁性鉱物の割合は、約 30 Ma から現在にかけて大きく増えていると推定される。この時期には、南極周辺海域で 2 つの海峡 (タスマン海峡・ドレイク海峡) の開口と拡大がおき、南極氷床が拡大したことが知られている。南半球の寒冷化に加え、オーストラリア・プレート北上に伴いオーストラリア大陸が中緯度の乾燥帯へ移動したことにより、南太平洋域で風成塵由来のフラックスが増加したのかもしれない。また、REY が最大値となる年代は Eocene/Oligocene 境界前後にあたり、Hyeong et al. (2013) によって示された太平洋の海山におけるリン酸塩沈積イベントと対応するよう見える。さらに、本研究で確認された REY と磁気特性の関係は、南鳥島近海の赤色粘土にも同様の特徴がみられ、太平洋の広域的な古環境・古海洋イベントを記録している可能性が示唆される。

キーワード: 赤色粘土, REY, 南太平洋環流, 完新世, 環境磁気学

Keywords: Red clay, REY, South Pacific Gyre, Cenozoic, Environmental Magnetism

琵琶湖北湖、極表層堆積物における磁気的特性の地域的な違い Regional differences in magnetic properties of topmost sediments of the Northern Lake Biwa

石川 尚人^{1*}; 石川 可奈子²

ISHIKAWA, Naoto^{1*}; ISHIKAWA, Kanako²

¹京大・人間環境, ²滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

¹Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto Univ., ²Lake Biwa Environmental Research Institute

Rock-magnetic investigations have been performed on topmost sediments above about 30 cm below sediment surface (bss) cored in summer (June to July) and winter (November to December) at eight sites with different water depth, where dissolved oxygen (DO) content in bottom water and its seasonal variation are different, in the first depression at the North Basin of Lake Biwa in order to reveal early diagenetic effect on magnetic properties of the sediments.

Low-temperature magnetometric results indicate that a partially-maghemitized magnetite is a principal magnetic mineral in the sediments. Warning curves from 6 to 300K of isothermal remanence (IRM) imparted at 6K in 1T after zero-field cooling show a remarkable decrease of IRM between 90 and 120K, which is regarded as a suppressed Verwey transition of magnetite. The amount of IRM decrease between 90 and 120K increase downcore at all site, implying the dissolution of maghemite skin covering magnetite. The IRM decrease is more slightly remarkable in the sites with shallower water depth. The degree of maghemitization may be lower in the site. Samples from sites with deeper water depth below about 70m show another IRM decrease between 20 and 30K with the inflection point at about 29K. The IRM drop disappears in samples with hydrochloric acid treatments. These low-temperature IRM behaviors may imply the presence of ferro-rhodochrosite. The IRM drop is detected in samples above about 18 cmbss, and the samples in two zones of 0-3 cm-bss and 6-15 cm-bss show the IRM drop more clearly. The IRM drop is more remarkable in samples with deeper water depth. The occurrence of the magnetic mineral with the characteristic low-temperature magnetic behavior seems to be influenced by the DO values and its seasonal change.

As common characteristics in downcore changes of magnetic properties, the downcore decrease of magnetic coercivity is observed in the uppermost sediments above about 10 cm-bss, and the amount and grain size of magnetic minerals subsequently decreases and increases downcore below 10cm-bss, respectively. These changes are considered to be associated with the dissolution of maghemitized magnetite by the early diagenetic effect. The presence of magnetic minerals with finer grain size and higher magnetic coercivity in the sediments above 10 cm-bss is more remarkable in sites with deeper water depth.

キーワード: 岩石磁気特性, 琵琶湖, 表層堆積物, 初期続成

Keywords: rock magnetic property, Lake Biwa, topmost sediment, early diagenesis

広島湾観測地点の海洋浮遊物質と堆積物の磁性
Magnetic properties of the sediments and suspended solids in the sea surface water at the Hiroshima bay station.

川村 紀子^{1*}

KAWAMURA, Noriko^{1*}

¹ 海上保安庁海上保安大学校

¹ Japan Coast Guard Academy

Suspended solids (SS) in sea water are consisted of planktons and insoluble particles, and are an indicator of transparency. SS particles adsorb and incorporate metallic ions. Iron is a metallic ion, and an essential element for phytoplankton. It is supplied from river to sea as bivalent or trivalent ions, and exists as iron compounds as organic complexes in sea water. Aeolian dusts are consisted of SS, and also consists of iron compounds. They will deposit on seafloor, and be sediments as the climatic record. It is important to investigate the distribution and mode of iron compound in SS for the present and past environmental studies. This study aims to diagnose magnetic minerals in SS. Enough amount of SS sample for magnetic measurements are collected by magnetic separation from seawater at the Hiroshima bay station. 4 L of seawater is filtrated, and the particles above 0.45 μm in diameter are recovered for XRF analysis. The amount of magnetic particles in sea surface water shows relatively high values from April to July in the bay. The maximum value is found at the station, which is located near an iron works (the supply source). The particle is opaque minerals and looks like needle. The values of IRM imparted at 0.3 T and 2.5 T are not stable. It suggests that SS has strong anisotropy. Results of thermo-magnetometry indicate that magnetic carriers of SS samples are mainly magnetite, and goethite and hematite is also recognized. Magnetic minerals in the sediments at the station are magnetite, hematite, and greigite. It is implied that goethite present in the sea surface water and it may be dissolved on sea floor.

Keywords: Suspended solids, Iron compounds, Goethite

第二渥美海丘付近におけるタービダイト・コア試料の古地磁気学的研究 Paleomagnetic study of the turbidite sediments around the Daini Atsumi Knoll

玉置 真知子^{1*}; 鈴木 清史²; 江川 浩輔³
TAMAKI, Machiko^{1*}; SUZUKI, Kiyofumi²; EGAWA, Kousuke³

¹ 日本オイルエンジニアリング株式会社, ² 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構, ³ 独立行政法人産業技術総合研究所

¹Japan Oil Engineering Co., Ltd., ²Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2012 年 6~7 月、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構は、メタンハイドレート層からのメタンガス産出試験のための事前掘削として、愛知県~三重県沖合の第二渥美海丘付近 (AT1-C サイト) でメタンハイドレートを含む堆積物を対象としたコアリングを実施し、貯留層評価に必要な物性値の取得を行った。本論では、第四紀のタービダイト堆積物のコア試料から古地磁気測定を行った結果について報告する。

定方位化のために測定した残留磁化測定では、特徴的な残留磁化方位が求まり、コアの定方位が得られた。また、残留磁化方位から判定される古地磁気極性は泥質試料で全て正帯磁を示し、ブリュンヌ正磁極期に相当すると考えられ、酸素同位体比に基づく年代層序と調和的であると考えられる。また、帯磁率異方性測定によって得られた異方性パラメータから、堆積物は初生的な堆積構造を保持していると考えられる。また、粒子ファブリックのインプリケーションから古流向解析を行った結果、北東から南西方向に卓越する古流向と、南東から北西へ流れる古流向が得られた。北東から南西方向への古流向は、三次元地震探査データから解釈されているチャンネルの軸方向と概ね整合しており、堆積物はチャンネルの軸流に沿ったタービディティーカーレントによって供給されたことが考えられる。一方、南東から北西方向への古流向については、一つの可能性として、渥美海丘の隆起・削剥に伴う堆積物の運搬を示唆していると考えられる。

本研究は、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21) の研究の一環として実施した。本研究の公表許可をいただいた経済産業省ならびに MH21 に謝意を表す。

キーワード: 古地磁気学, 古地磁気層序, 帯磁率異方性, 古流向解析, タービダイト堆積物, 第二渥美海丘

Keywords: Paleomagnetic study, Paleomagnetostratigraphy, Anisotropy of magnetic susceptibility, Paleocurrent analysis, turbidite sediments, Dainii Atsumi Knoll

岩石磁気学的手法による火山砕屑性堆積物 (IODP Site U1397, 1398) の堆積過程の検討
Emplacement mechanism of marine volcanoclastic sediments (IODP Site U1397, 1398) based on rock magnetic properties

齋藤 武士^{1*}; 片岡 香子²
SAITO, Takeshi^{1*}; KATAOKA, Kyoko S.²

¹ 信州大学理学部, ² 新潟大学災害・復興科学研究所

¹Faculty of Science, Shinshu University, ²Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

Large numbers of marine volcanoclastic sediments with various origins were recovered from the sites U1397 and U1398 during IODP Expedition 340. They were most likely derived from volcanoes on Martinique and possibly from Dominica, Lesser Antilles volcanic arc. Some volcanoclastic units were transported and deposited as turbidites, some were as thin tephra fall deposits and others show both characteristics. They contain various amounts of bioclastic component, pumice and lithic fragments and hemipelagic mud clasts. Therefore, these volcanoclastic sediments are suitable for investigating transport and emplacement mechanisms of volcanic materials and the resultant sedimentary and petro-facies in marine settings. This study focuses on magnetic minerals in the marine volcanoclastic sediments and carried out rock magnetic measurements.

Thermomagnetic measurements showed almost reversible curves and induced magnetization decayed to almost zero below 580 °C, suggesting little contribution of maghemite or hematite. Two Curie temperatures (T_c) with 350-400 °C and 500-550 °C indicate that the main magnetic carriers are Ti-rich titanomagnetite and Ti-poor titanomagnetite. The proportion of low- T_c titanomagnetite in central and bottom part of thick turbidite units was larger than that in hemipelagic sediments and in the topmost part of turbidite units, suggesting Ti-rich titanomagnetite is derived from volcanic events. Tephra fall deposits also showed large contributions of Ti-poor titanomagnetite, resulted from large amount of volcanic materials. On the other hand, thin turbidite units showed small contributions of Ti-poor titanomagnetite. This suggests that thin turbidite units are derived from diluted flows which contain few heavy Fe-bearing magnetic minerals.

Magnetic susceptibility and hysteresis measurements showed that heavy and large magnetic minerals in most thick turbidite units were concentrated at the lower part of the unit. Samples from the topmost and bottom part of turbidites showed higher degrees of anisotropy than those from the central part, indicating strong influence of suspension settling at the topmost part and shearing at the bottom part. Bottom parts of fall units contain heavy and large magnetic minerals, whereas upper parts of fall units contain fine magnetic minerals. On the other hand, in thin turbidite units such features cannot be observed and hysteresis parameters and susceptibility values were almost concentrated. Probably thin turbidite units did not experience segregation of specific particles during transportation and settling under the relatively calm condition.

These preliminary results suggest that magnetic minerals are useful indicators of volcanic events and rock magnetic approaches can identify various types of depositional processes about marine volcanoclastic sediments.

キーワード: タービダイト, 降下火砕物, 水中堆積物, チタノマグネタイト, 磁性鉱物

Keywords: turbidite, fall deposit, marine sediment, titanomagnetite, magnetic mineral

長野県南部, 富草層群の古地磁気方位とテクトニックな意義 Paleomagnetic direction of the Tomikusa Group in southern Nagano Prefecture and its tectonic significance

酒向 和希^{1*}; 星 博幸¹
SAKO, Kazuki^{1*}; HOSHI, Hiroyuki¹

¹ 愛知教育大学
¹ Aichi University of Education

本発表で筆者らは、長野県南部に分布する富草層群(前期中新世堆積岩)から新たに得られた古地磁気方位を報告し、本州中部の中央構造線(Median Tectonic Line; MTL)が前期中新世にどのような形状であったかについて議論する。

西南日本の帯状地体構造は、伊豆-小笠原弧と本州弧の衝突によって本州中部で屈曲している(関東対曲構造)。衝突以前、MTLを含む帯状地体構造は直線状であったとする仮定や解釈が一般的である。その仮定や解釈の妥当性を定量的に検証するには、信頼できる古地磁気方位を関東対曲構造の各地で取得し、地域間で比較する必要がある。そこで筆者らは、衝突の影響が大きい(MTLが南北に近い)が既報方位の精度が高いとは言えない富草層群に注目し、古地磁気の再検討を行った。

富草層群の24サイトから堆積岩試料を採取した。段階消磁実験の結果、23サイトで信頼できる地点方位が決定された。等温残留磁化を用いた岩石磁気実験から、磁化を担う主要な鉱物はマグネタイトやマグヘマイトと推定される。これらの方位は逆転テストに合格することから、初生磁化の可能性が高い。層群平均方位は北寄りの偏角を示した。この方位は前期中新世の期待される方位(アジア大陸の北中国地塊の古地磁気データから計算)と区別できない。この事実から、富草地域では地層堆積以降にアジア大陸に対する有意な回転運動が起こっていないと考えられる。

富草層群の方位を周辺の4地域(三重県一志, 愛知県知多半島, 愛知県設楽, 埼玉県秩父)と比較した。いずれも前期中新世堆積岩が見られ、MTL近傍に位置する地域である。富草の方位はMTLの一般走向(NNE)に対して約15°反時計回りに偏向している。周辺の4地域においても、誤差を考慮すると古地磁気方位とMTLの間に同様の関係が認められる。よって、古地磁気方位の観点からは、MTLは前期中新世(18-17 Ma頃)には直線状であったと考えられる。

キーワード: 古地磁気, 富草層群, 中央構造線, 中新世, 岩石磁気, テクトニクス

Keywords: paleomagnetism, Tomikusa Group, Median Tectonic Line, Miocene, rock magnetism, tectonics

石垣島産化石ハマサンゴ骨格の岩石磁気学的・岩石学的特徴 Rock magnetism and its petrological characterization of fossil *Porites* coral frameworks in Ishigaki island, Japan

熊谷 祐穂^{1*}; 中村 教博¹; 佐藤 哲郎¹
KUMAGAI, Yuhō^{1*}; NAKAMURA, Norihiro¹; SATO, Tetsuro¹

¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻

¹ Graduate school of Earth Science, Tohoku University.

Radiocarbon (^{14}C) is produced by the cosmic rays in the atmosphere and is utilized for analysis of the past sun activity. But the Earth's geomagnetic field also controls radiocarbon variability, suggesting that a strong field would shield the planet from high energy charged particles. This mimics lower sun activity. Also, the short-term (in decadal or centennial scale) movement of the geomagnetic pole to the low latitude, such as geomagnetic jerk, could lead to an increased cosmic ray flux impinging on the terrestrial atmosphere and thus to a higher ^{14}C production rate. Therefore, in order to study the past sun activity from the ^{14}C production rate, we need to know the movement of geomagnetic pole position, its field strength and the variability of radiocarbon production during decadal to centennial periods. Many researches, which aim to reveal the paleomagnetic secular variation (PSV), have been performed using datasets obtained from volcanic rocks, sediment, and fired kilns. The some reconstruction models of geomagnetic dipole moment are also established from these data sets. But there are few recorders that can be used for the reconstruction of PSV in a decadal or centennial scale. Here we propose an alternative candidate of fossil coral frameworks as a possible paleomagnetic recorder for PSV research. The coral framework has an advantage in reconstructing both the radiocarbon variability and the geomagnetic field, although usual corals show extremely weak intensity of remanence and its low stability. However, it is shown that our recently-ceased coral framework samples from Ishigaki island possess a remanence intensity of 10^{-5} - 10^{-4} A/m and a single-domain like stability from Lowrie-Fuller test. We prepared the standard 1-inch core samples cut parallel to the growth direction of coral *Porites*, including coral's growth bands for a ten to several tens of years. Our thermal and AF demagnetization experiments of oriented coral samples show that a characteristic remanence direction is parallel to the present Earth's magnetic field with some fluctuations. On the other hand, some samples exhibit different remanence directions from the present geomagnetic field with a calcite peak of X-ray diffraction analysis. The presence of calcite indicates that the meteoric diagenesis which changes aragonite coral frameworks into calcite affect the direction of initial magnetization. To constrain the remanence carriers, we are conducting a first order reversal curves (FORC) measurement and petrologic observations by a Schottky field-emission scanning electron microscope (FE-SEM) of acid-treated residuals of our corals. Our results suggest that *Porites* coral framework samples provide a role as a potential use for paleomagnetic recorder for annual to decadal scales with careful examination of calcite content.

キーワード: 化石ハマサンゴ骨格, 古地磁気

Keywords: fossil *Porites* coral frameworks, paleomagnetism

ネールの単磁区理論における磁鉄鉱の熱膨張の効果と放射性炭素年代との比較 Effect of thermal expansion on Neel's relaxation nomograph of magnetite and its agreement with the radiocarbon age

佐藤 哲郎^{1*}; 中村 教博¹; 後藤 和久²
SATO, Tetsuro^{1*}; NAKAMURA, Norihiro¹; GOTO, Kazuhisa²

¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ² 東北大学災害科学国際研究所
¹Earth Science, Tohoku University, ²International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University

Age gap between the paleomagnetic viscous dating and the radiocarbon age of tsunamigenic boulders in Ishigaki Island is focused. Recent researchers have conducted radiocarbon dating to label tsunami age, being able to calibrate the paleomagnetic viscous dating. These ages should be the same for the initial tsunami event. In the paleomagnetic viscous dating, time-temperature relation assuming Neel's single domain (SD) theory of magnetite is used. This monograph shows the older remagnetized component in nature can be erased by the higher temperature in the laboratory, and younger is its reverse. Thus, we can predict the age acquired the secondary magnetization by calculating demagnetization temperature and heating time. Our viscous dating results sometimes represented that the unblocking temperature of viscous components for tsunamigenic boulders is higher than the temperature predicted from Neel's relaxation theory of single domain magnetite, suggesting the older age than the one determined from the calibrated radiocarbon age. Previous numerous studies confirmed that the departure from Neel's theory is attributed to the presence of multi-domain magnetite. However, Lowrie-Fuller test, FORC (first order reversal curves) experiments and Low-temperature demagnetization of tsunamigenic boulders confirmed the presence of single domain magnetite. To solve this problem, we consider the thermal expansion of magnetite during stepwise thermal demagnetization process and propose a modified time-temperature relation to be able to fill the age gap. Currently, thermal expansion coefficient of magnetite is reported by some researchers (e.g. Nikolaev and Shipilin, 2000; Levy et al, 2004). If magnetite volume is bigger than initial volume during thermal demagnetization, unblocking temperature should indicate higher value under the assumption of constant coercive force. To confirm this hypothesis, we conducted stepwise thermal demagnetization to a boulder emplaced by 1771 Meiwa tsunami (242 years ago) and compare them to our new modified time-temperature relation.

Keywords: thermal expansion, Neel's theory, single domain, viscous remanence, blocking temperature

Rock magnetic study of single zircon crystals sampled from river sands Rock magnetic study of single zircon crystals sampled from river sands

佐藤 雅彦^{1*}; 山本 伸次²; 山本 裕二³; 岡田 吉弘⁴; 大野 正夫¹; 綱川 秀夫⁴
SATO, Masahiko^{1*}; YAMAMOTO, Shinji²; YAMAMOTO, Yuhji³; OKADA, Yoshihiro⁴; OHNO, Masao¹; TSUNAKAWA, Hideo⁴

¹九州大学, ²東京大学, ³高知大学 海洋コア総合研究センター, ⁴東京工業大学

¹Kyushu University, ²The University of Tokyo, ³Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ⁴Tokyo Institute of Technology

Geomagnetic field paleointensity data provide critical information such as thermal evolution of the Earth (Stevenson et al., 1983). Also a state of geomagnetic field closely relates to a surface environment (Kulikov et al., 2007). It is pivotal to know the variation of geomagnetic field intensity throughout the history of the Earth. Until now we have not yet obtained, however, enough data to resolve billion-year-scale geomagnetic field variation (Tauxe and Yamazaki, 2007) and need to obtain more paleointensity data.

In this study we focus on a paleointensity experiment using single zircon crystal. Since river sand originates in rocks widely distributed in river basin, detrital zircons in the sand have various ages (Rino et al., 2004). Therefore if the geomagnetic paleointensity can be measured using the single zircon crystal, we will probably obtain paleomagnetic data enough to resolve the long-term geomagnetic field variation.

Zircon crystals used in the present study were sampled from sands of the Nakagawa River, Tanzawa Mountain. The Nakagawa River flows along bodies of tonalite, which is a representative rock of the continental crust. Using coarse-grain single zircon crystals with weight of about 0.1 mg, a suite of rock magnetic measurements were conducted: low-temperature demagnetization (LTD) and stepwise alternating field demagnetization (AFD) of saturation isothermal remanent magnetization (SIRM), and low-temperature cycle using an Magnetic Property Measurement System (MPMS).

SIRM intensities of the single zircon crystals vary four orders of magnitude ranging from 1×10^{-12} - 2×10^{-9} Am², and especially a few percent of the grains have strong SIRM larger than 1×10^{-10} Am². The zircon crystals contain nearly pure magnetite (Fe₃O₄), and they are in both single-domain (SD) and multidomain (MD) states. The SD magnetite contained in the zircon crystals has the potential to record the paleomagnetic information. The existence of MD magnetite suggests that stepwise-demagnetization after LTD treatment is an efficient approach for paleomagnetic measurement. Taking into account the relation between SIRM intensity and thermoremanent magnetization (TRM) intensity for magnetite (e.g., Yu, 2010), TRM of single zircon crystal may be measured with a high-sensitivity magnetometer such as a SQUID magnetometer.

Now we plan to sample river sand at the Mississippi River and to conduct rock magnetic measurements of the zircon crystal collected from the sand. On the basis of the rock magnetic studies for the zircon crystals from the Nakagawa River and the Mississippi River, we will discuss the feasibility of the paleointensity experiment using single zircon crystal.

Keywords: Zircon, Rock magnetic study, Paleointensity

日本考古地磁気データベースの進展 Development of the Japan Archeomagnetism Database

畠山 唯達^{1*}
HATAKEYAMA, Tadahiro^{1*}

¹ 岡山理科大学情報処理センター
¹ Information Processing Center, Okayama University of Science

我々は2012年より日本の考古地磁気データをオンラインデータベース化する作業に取り組んできた。これまでに700ほどのデータをデータベース中に含めているが、バックヤードにはまだ千数百のデータがある。現在はこれらのデータをデータベースに加えるための作業をしている。そのためには、個々のデータにあたって、考古地磁気データの様子のみならず、元文献が載っている考古学の発掘報告書にもあたり年代値がどのように付与されているかも調べなければならない。考古地磁気データのうちかなりの部分が考古地磁気年代推定法として利用されているために年代値が独立でないのである。

また、手元にはないデータを発掘報告書の書庫から探す作業も続けている。日本の考古地磁気データは一次資料が論文ではなく発掘報告書であることがほとんどで、これらは現在検索にかからない。そこで、書庫よりしらみつぶしに探している。現在までに100余のサイトのデータが見つかり、これらを順次データベースに加えていく。

以上のように、考古地磁気データベースの作成は地味な作業が主であるが、このデータベースによって地磁気永年変化モデルがより洗練され、年代推定法にも大きく寄与できることが期待される。

オンラインデータベースサイトではこのほかに、考古地磁気・古地磁気に関するドキュメントも整備しており、さらに、地磁気永年変化モデルをもとにした日本周辺の任意の場所におけるある時期の地磁気方位値の提供も始めた。

本発表では、これらの進捗を報告する。

キーワード: 考古地磁気学, データベース, 地磁気永年変化
Keywords: Archeomagnetism, Database, Geomagnetic secular variations

根室・釧路地域の重磁力異常から推定される中規模地帯区分の地質学的な実態解明の研究(2)

Medium scale crustal structure based on magnetic and gravity anomalies in the eastern part of Hokkaido, Japan. -part 2

森尻 理恵^{1*}; 中川 充¹
MORIJI, Rie^{1*}; NAKAGAWA, Mitsuru¹

¹産総研地質情報シームレス地質情報
¹Geological Survey of Japan, AIST

北海道東部太平洋沿岸には極めて特徴的に正の重力異常 (e.g., 森尻ほか, 2000) と正の磁気異常 (e.g., 中塚ほか, 2005; Sugisaki et al., 2001) が見られ認められる。この高重力異常帯と後期白亜系～古第三系根室層群の分布が重なることから、一般には根室層群の存在が高重力異常の原因と考えられてきた (e.g., 山本・石川, 2004)。しかし現在地表に現れている堆積岩主体の根室層群だけで高重力異常を説明することは困難であった (森尻ほか, 2000)。筆者らはこれらの研究を踏まえ、根室層群中に小規模ながら噴出相として産出するアルカリかんらん石粗粒玄武岩に着目して、地質試料の採取を行い、密度測定ならびに自然残留磁化強度、帯磁率の測定を行い 2007 年の連合大会で報告した。今回、落石岬沖海底地質図に付属する重磁力図が公表された (上嶋・駒澤, 2012) ことから、計算モデルの改良を行った。その結果、前回推定された地質構造モデルに重要な変更を迫る必要性が無いことを確認した。

キーワード: 岩石磁気, 磁気異常, 重力異常, 根室, 北海道

Keywords: magnetic property, magnetic anomaly, gravity anomaly, Nemuro, Hokkaido

野島断層ガウジ中の地震性熱乱流について：岩石磁気学的考察
Seismogenic shear-induced thermal turbulence in Nojima fault gouges: micro-textural
and rock magnetic considerations

中村 教博^{1*}; 福沢 友彦¹

NAKAMURA, Norihiro^{1*}; FUKUZAWA, Tomohiko¹

¹ 東北大学理学研究科地学専攻

¹Dep. Earth Science, Tohoku University

Nojima fault gouges exhibit a characteristic flow microtexture of laminated slip zones, billow-like wavy folds and turbulent disordered structures. Power spectral analysis of the wavy folds indicates that the geometry roughly obeys a power-law of -1.9, agreeing well with the previously measured value of Kelvin-Helmholtz (KH) turbulence in natural environments. The well-known example of KH instability is a cloud that the cloud-atmosphere interface becomes an unstable vortex sheet that rolls up into a spiral. The instability occurs at the interface between two fluids of different densities shearing at different velocities (Thorpe 2005). The KH wave in Nojima fault gouges was found along a slip plane in a blackish cohesive gouge (pseudotachylite-like gouge), resulting in the presence of instability at the slip interface during ancient earthquake or creep. Thin section observations showed the blackish cohesive gouge consisted of granular materials for both sides of the interface and the KH wave occurs in a denser granular material along an earthquake-originated sharp slip plane. Our scanning Magneto-Impedance magnetic microscope observation shows the KH wave dense layer is only magnetized in isothermally-magnetized thin section, revealing the production of magnetic mineral in KH wave. Because the Nojima fault gouge contains iron-carbonate (siderite), the thermal decomposition of siderite produces magnetite more than 400 °C. Therefore, we suggest that the KH wave is generated through KH instability in a high-temperature (>400 °C) granular dense layer with different densities and different slip velocities. This result suggests that shear-induced thermal turbulence in the fault gouge plays an important role to weaken a frictional strength during earthquake slip dynamics.

伊能忠敬山島方位記に基づく 19 世紀初頭の日本の地磁気偏角の解析第 8 回報告 Analyzing the early 19 century's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki.

辻本 元博^{1*}; 面谷 明俊²; 乾 隆明³; 宮内 敏⁴

TSUJIMOTO, Motohiro^{1*}; OMOTANI, Akitoshi²; INUI, Takaaki³; MIYAUTI, Satoshi⁴

¹ 日本地図学会, ² 山陰システム コンサルタント, ³ 松江市文化財審議員, ⁴ 伊能忠敬研究会

¹Japan Cartographers Association, ²San-in System Consultant, ³Matsue Municipal comitee of property, ⁴Studyies of Inoh's map and writing Assoc

国宝「山島方位記」は伊能忠敬による 1800 年から 1816 年迄の北海道東岸から屋久島迄の推計約 20 万件の精度 0° 05' の陸上磁針測量方位角を記録した 67 巻でなる台帳である。1917 年に既知の江戸 (東京) 深川伊能隠宅での 1802 年、1803 年の測量方位角からの唯一の地磁気偏角の解析後に頓挫した解析作業を進めている。(1)「山島方位記」の解析で 19 世紀初頭に遡り日本を地磁気偏角データの過疎地域から正確な地磁気偏角データの集中地域に変え、北東アジアに新しいデータを提供する。解析済み地点数は 178 を超え、当時の日本列島の等偏角線の概要と西日本沿岸の 15' 毎の偏角の分布が現れ始めた。

(2) 1828~1832 年の観測値で描かれたガウスとウエーバーの等偏角線世界地図 (以下ガウス図という) と「山島方位記」から解析した日本列島の等偏角線を比べると概ね同じであるが、九州北部や対馬では相違が見られる。ガウス図の附帯表には日本での観測データは無い。ガウス図に記された東アジアの観測データは内陸の北京、東シベリア、オホーツク、カムチャツカ等であり、山島方位記の解析結果から北海道東部南岸に地域的磁気異常と考えられる地磁気偏角が見られる。ガウス図の日本周辺の等偏角線は緯度 5°、経度 10° の 500km 四角での推定計算値で描かれている。それ故に山島方位記の解析値による補足が重要になる。今後はアメリカ海洋大気庁作成の Andrew Jackson et al Gufml の等偏角線図 (1800-1815) との照合が重要になる。

(3) 地磁気学、地図学、郷土史横断の学際同時解析の手順と優位性 ①伊能図、伊能忠敬測量日記、現代の測量地図だけでなく新たに、郷土史料、郷土の古地図、明治初期の陸軍測量地図等を「山島方位記」の測量実施地点と測量対象地点に付された地名、位置説明記述、磁針測量方位角の照合に加えると正確な証拠を増やすことができる。②景観再現ソフトカシミールと電子国土地図で測量実施基点と測量対象地点の概略の緯度経度と真方位角とを把握する。③測量実施基点の詳細位置を複数の各測量対象への真方位角から「山島方位記」記載の磁針測量方位角を差し引いた平均値を偏角とする。④重要なことは異なる測量対象地点への全ての偏角の値がより近似になる位置を測量実施基点詳細位置としてエクセルの連続式で早く正確に求めることである。⑤現地で実景と GPS 送受信機で測量実施基点詳細位置の緯度経度で秒単位以下の位置を確かめて計算しなおし、従来の研究よりも詳細且つ正確に伊能測量日の測量実施地点の分単位の地磁気偏角を求める。⑥磁気異常の地域や地点も見つけ、表現でき且つ郷土史で価値を有する現存しない建造物、大樹等を含む緯度経度秒単位以下の伊能忠敬測量実施基点詳細位置と秒単位の測量対象地点の位置が復元可能になる。

キーワード: 地磁気偏角, 伊能忠敬, 山島方位記, 基点, 学際

Keywords: declination, Inoh, SantouHouiKI, Reference point, interdisciplinary