

## 西南日本の古地磁気偏角は日本海拡大時のコヒーレント時計回り回転が原因か？

### Did clockwise rotation of coherent SW Japan case paleomagnetic declinations observed there?

\*眞島 英壽<sup>1</sup>

\*Hidehisa Mashima<sup>1</sup>

1. 明治大学黒耀石研究センター

1. Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

岩石試料の古地磁気偏角は大規模造構ドメインの一体回転から、断層で区切られた小地塊のブロック回転、横ずれ運動による剪断変形など、さまざまなスケールとモードの水平回転によって生じうる。古地磁気偏角の原因を推定するには、断層や褶曲軸の方向など地質構造に基づく考察が必要である。

西南日本で観察される東向き古地磁気偏角は、日本海拡大についてのいわゆる観音開きモデルの重要な証拠と見なされている (Otofujii, 1996)。しかし、古地磁気偏角をもたらした回転スケールについての地質学的裏付けが不十分である。観音開き説では西南日本古生統を韓半島沃川帯の延長と見なすが、この対比が不適切であることはMatsumoto (1967)や市川(1972)によってすでに指摘されている。さらに観音開き説は北部九州と近隣造構区の地質学的関係に矛盾する。北部九州背振山地の白亜紀花崗岩と韓半島南東部白亜系にはNNE-SSW断層が卓越しており、北部九州が韓半島に対して相対水平回転を行ったことを示さない。また古第三系北部九州堆積盆と東シナ海陸棚堆積盆には共通してNNW-SSE~NW-SE断層が発達しており、北部九州は東シナ海に対して有意な相対水平回転を行ったと考えるもの困難である。北東九州から西中国地方に分布する先白亜系にはENE-WSW褶曲や断層が発達しており、北部九州が西中国地方に対して水平回転を行ったと考えるのも困難である。

これらの地質学的証拠から西南日本の東向き古地磁気偏角の原因は、西南日本の一体回転ではなく、断層で区切られた小地塊のブロック回転と見なさざるを得ない。古地磁気偏角量が西中国地方から北西九州へむけて減少すること (Ishikawa, 1997) 沈み込むフィリピン海プレート形状から、このブロック回転の原因は上盤西南日本と下盤四国海盆の力学的相互作用が原因であったと推定される。

キーワード：古地磁気偏角、日本海拡大、西南日本、地質構造、ブロック回転

Keywords: paleomagnetic declinations, the Japan Sea opening, Southwest Japan, geological structure, block rotation

# 日本列島の観音開き運動の再考-古地磁気データとGPSデータの比較

## Reconsideration for motion of Japan since 25Ma, comparison between GPS data and Paleomagnetic data

\*原田 靖<sup>1</sup>

\*Yasushi Harada<sup>1</sup>

1. 東海大学 海洋学部 海洋地球科学科

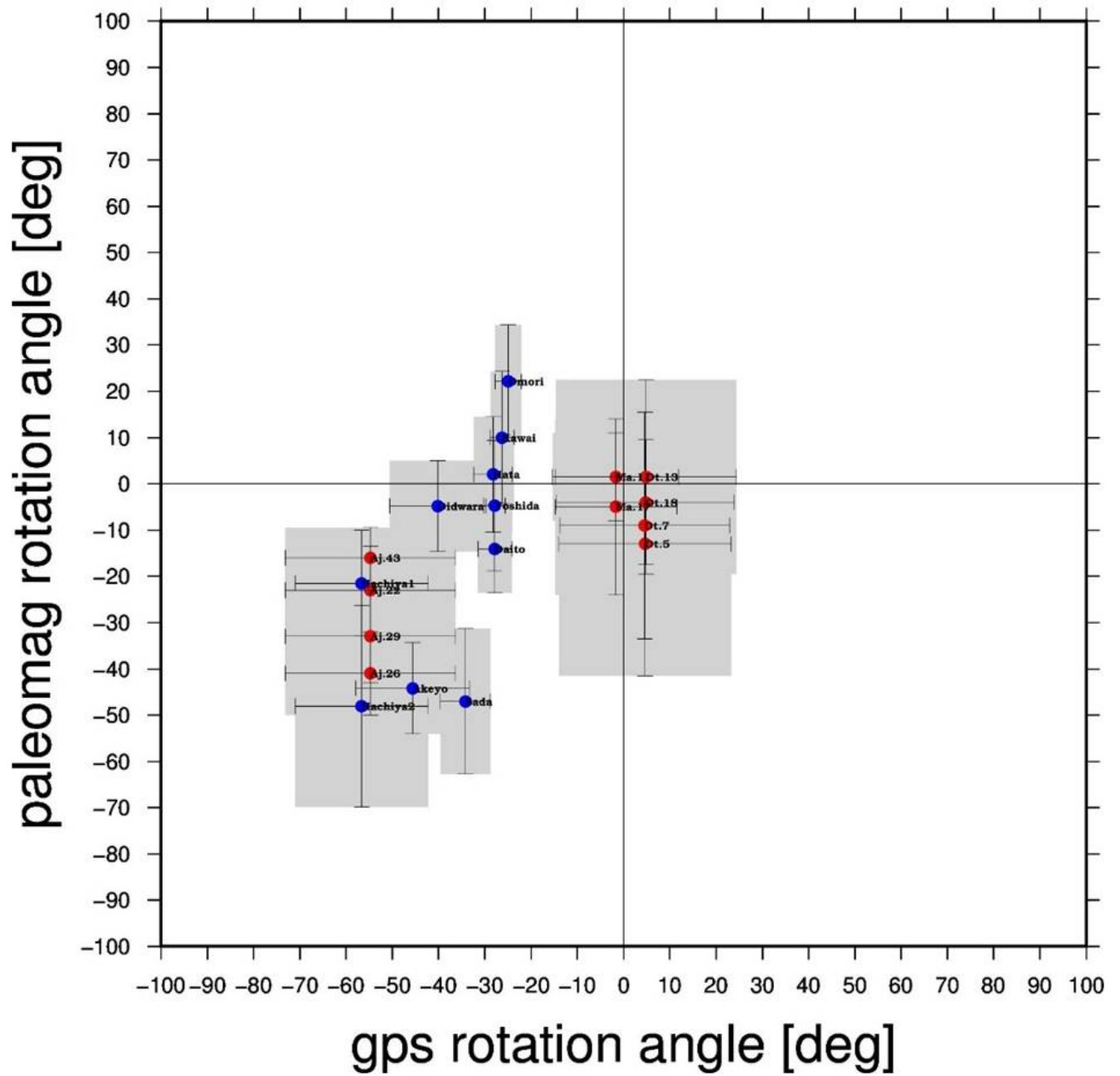
1. School of Marine Science and Technology, Tokai University

JpGU 2016において、勝間田らは南米大陸の古地磁気回転角データとGPSデータの変動方向を過去に外挿し白亜紀から現在までの地殻変動による回転角を計算して両者を定量的に比較したところ、正の相関が得られた。古地磁気データの時間スケールは数千万年、GPSは数十年なので10の6乗も異なるデータを比較して正の相関が存在することから、GPSのデータには数千万年スケールの地殻変動を含んでいると強く示唆された。

本公演では、上と同じ手法を用いて日本列島の逆観音開き運動(Otofuji et al., 1985)に対して行った。尚この研究は丹羽、山岡, 2017(東海大学海洋学部2016年度卒業論文)の結果である。本研究で使った古地磁気データは、東北日本においては、Yamazaki, 1988、西南日本においては、Hoshi et al., 2015であり、GPSデータはIGSが管理する国際GNSSデータと国土地理院のF3解を使用した。GPSデータには地震活動に伴う変動をなるべく含まない様に観測点数を厳選して出来るだけ20年程度の観測期間中に運動方向が定常になっている観測点を選んだ。古地磁気データからは、観測点から見た見かけの磁北極の位置からその場所の回転角をデータを用い、GPSから求まる1年あたりの回転量を面的に過去に外挿して両回転角を各古地磁気観測点毎に直接比較した。図の横軸がGPSから推定されるそれぞれの回転角、縦軸が古地磁気回転角である。赤点が東北日本の点、青点が西南日本の古地磁気観測データである。両者は大まかに第1、第3象限にまとめ、日本の場合についても南米大陸の結果と同じくGPSデータに約2千5百万年間の長期成分が含まれていることが強く示唆される。日本列島の逆観音開き運動は、約10Maに止まっている(高橋、安藤,2016)という考え方があるが、本研究の結果からこの運動は現在も継続中であると結論付けられる。

キーワード：GPSデータ、古地磁気データ、日本列島の観音開き運動

Keywords: GPS data, Paleomagnetic data, Rotations of North-east and South-west Japan



## 中央インド洋海嶺Kairei熱水フィールドを支えるオフアクシス火山活動の磁気マッピング

### Near-seafloor magnetic mapping for understanding off-axis volcanism hosting the Kairei hydrothermal field in the Central Indian Ridge

\*藤井 昌和<sup>1</sup>、沖野 郷子<sup>2</sup>

\*Masakazu Fujii<sup>1</sup>, Kyoko Okino<sup>2</sup>

1. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2. 東京大学大気海洋研究所  
1. National Institute of Polar Research and SOKENDAI, 2. AORI, UTokyo

We report the case study of near-seafloor magnetic mapping of the off-axis volcanic knoll, namely the Hakuho knoll, located in the Central Indian Ridge. The Kairei hydrothermal field known as the system related to mafic as well as ultramafic host rocks is distributed on top of the Hakuho knoll [e.g., Nakamura *et al.*, 2009]. Three dive surveys were conducted during the R/V Yokosuka cruises of YK05-16\_leg1, YK09-13\_leg2, and YK13-03. A three-axes fluxgate-type magnetometer “*Shinkai Miniko*” developed by the AORI, UTokyo, was attached to the submersible *Shinkai 6500* and vector magnetic fields were successfully measured during dives of 6K#918, 6K#1171, and 6K#1332. Submersible tracks cover the Hakuho knoll especially in the western slope at 2,200–3,000 m depth, northern slope at 2,700–3,200 m depth, and the foot of eastern slope at 2,900–3,200 m depth.

The observed data were first corrected for the effects of induced and permanent magnetizations of the submersible to obtain regional magnetic anomalies after subtraction of the International Geomagnetic Reference Field (IGRF) [Isezaki, 1986]. Then, two-dimensional forward modeling and inversion technique were applied to estimate absolute and equivalent magnetization under consideration of topography and altitude variation [Honsho *et al.*, 2009; Fujii *et al.*, 2015].

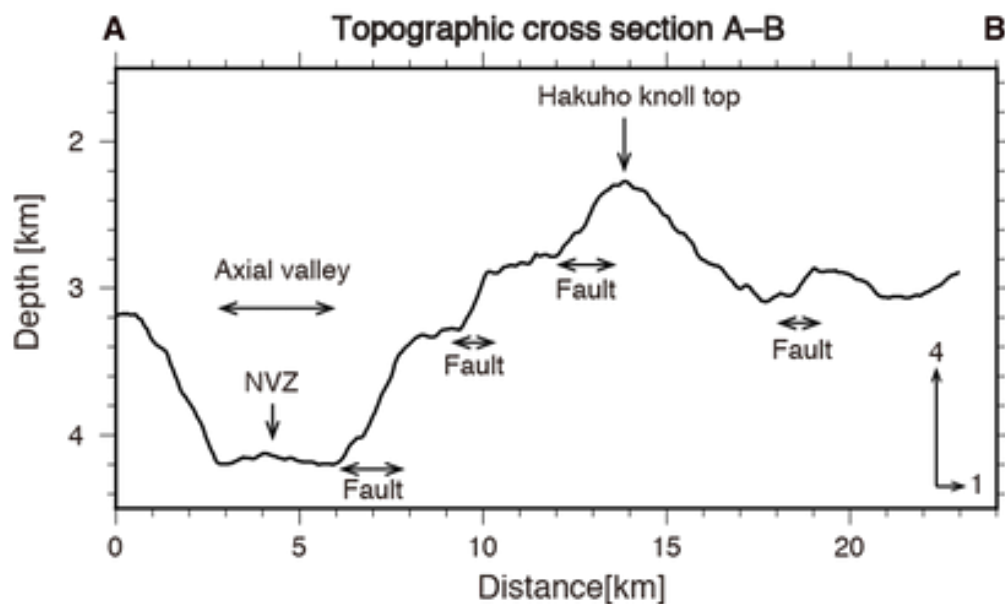
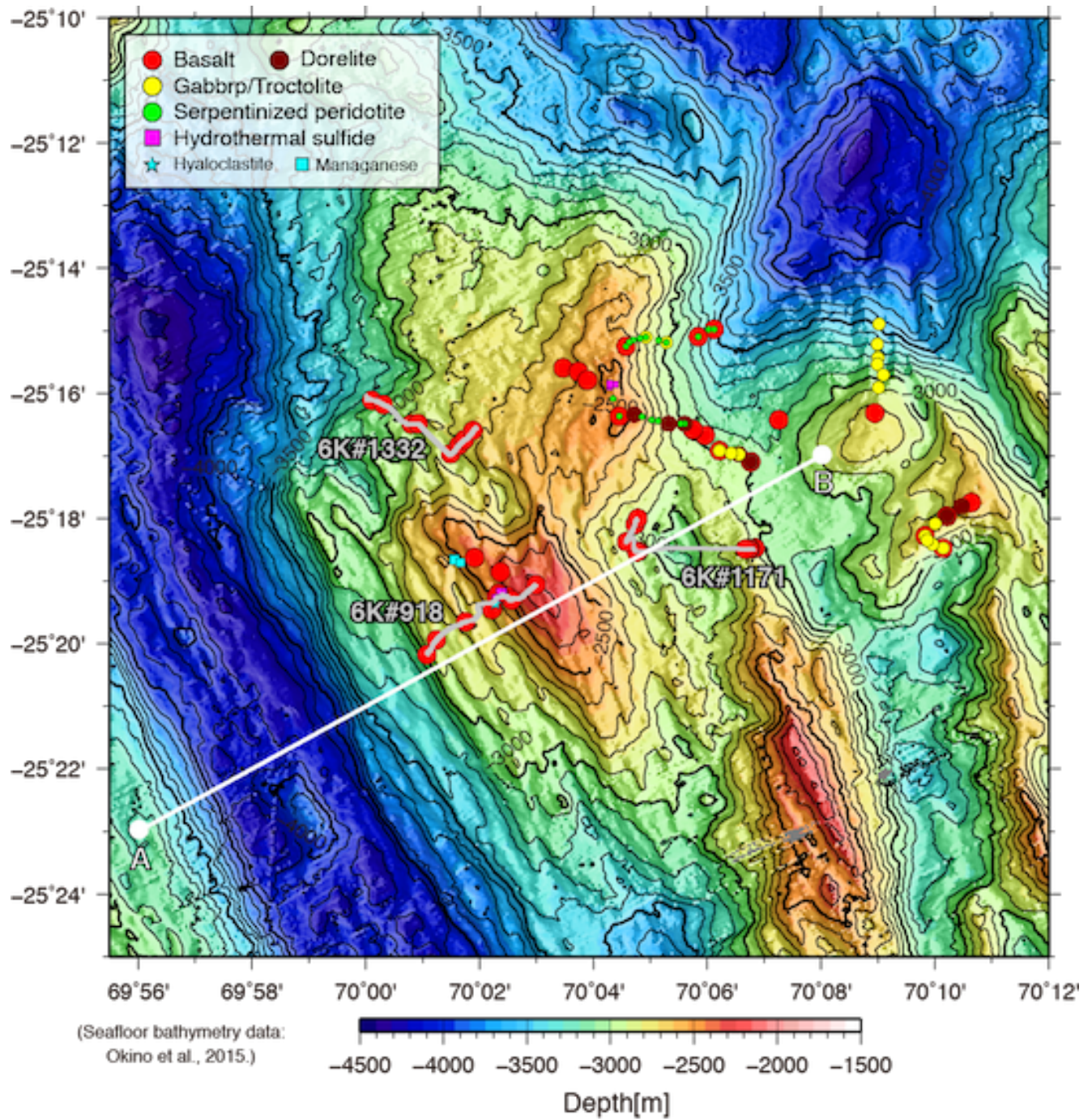
The variation pattern of observed magnetic anomalies above lava flows in the western slope of the Hakuho knoll is in phase with that of synthetic magnetic anomalies calculated for simple assumption with magnetization direction parallel to the IGRF and infinite source layer. This result suggests that these lava flows preserve normal magnetic polarity corresponding to the Brunhes Chron. Estimated absolute magnetization intensity shows up to 20 A/m in this area, which is comparable to crustal magnetization demonstrating the recent volcanic activity [Honsho *et al.*, 2009]. These signatures were certainly observed in both vertical and horizontal components of magnetic anomalies. The Kairei hydrothermal field is characterized by low coherence between observed and modeled anomalies, and low values of magnetization, suggesting that magnetic minerals within basaltic basement were altered into non-magnetic minerals and/or clay minerals due to the oxidative reaction with hydrothermal fluids.

#### [References]

- Isezaki, N. (1986), GEOPHYSICS, doi:10.1190/1.1442054.  
Fujii, M., K. Okino, C. Honsho, J. Dymant, F. Sztikar, N. Mochizuki, and M. Asada (2015), Journal of Geophysical Research: Solid Earth, doi:10.1002/2014JB011714.  
Honsho, C., J. Dymant, K. Tamaki, M. Ravilly, H. Horen, and P. Gente (2009), Journal of Geophysical Research: Solid Earth, doi:10.1029/2008JB005915.  
Nakamura, K., T. Morishita, W. Bach, F. Klein, K. Hara, K. Okino, K. Takai, and H. Kumagai (2009), Earth and Planetary Science Letters, doi:10.1016/j.epsl.2009.01.024.

キーワード：中央海嶺プロセス、オフアキス火成活動、熱水システム、磁気異常、中央インド洋海嶺、Kairei熱水フィールド

Keywords: Mid-ocean ridge process, Off-axis volcanism, Hydrothermal systems, Magnetic anomaly, Central Indian Ridge, Kairei hydrothermal field





## 南極周辺の磁気異常マッピングについて

# Magnetic anomaly mapping around Antarctica

\*野木 義史<sup>1</sup>

\*Yoshifumi Nogi<sup>1</sup>

1. 国立極地研究所

1. National Institute of Polar Research

Magnetic anomaly data plays an important role in understanding crustal architecture and tectonics in the Antarctic region. Magnetic anomalies obtained in the East Antarctic are used for identification of the tectonic elements and geological structures. Geodynamics and tectonic evolution of the supercontinents such as Rodinia and Gondwana are deduced from those. On the other hand, offshore magnetic anomaly data around the East Antarctic provide information on seafloor spreading history, and the breakup process and mechanism of supercontinent Gondwana are derived from those in consequence. However, magnetic anomaly observation around Antarctica, especially around the East Antarctic, are still sparse, and the detailed tectonic evolution and fragmentation process of the supercontinents remain unknown. Magnetic anomalies in Antarctica obtained near-surface and satellite magnetic observations have been compiled by the Antarctic Digital Magnetic Anomaly Project (ADMMap) working group under the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). The ADMMap anomaly grid was completed in 2000 and helps to understand the geological and tectonic history around Antarctica. To produce the next generation magnetic anomaly map for the Antarctic, an ADMMap-2 has been started to integrate the new survey data into the database.

As an example of magnetic anomaly observations around the Antarctica, magnetic anomaly observations have been carried out around Syowa Station, the Japanese Antarctic wintering Station in Lützow-Holm Bay, by the shipborne, airborne and ground surveys to elucidate the tectonic evolution and breakup process of Gondwana. The area around Syowa Station is considered to be a junction of Africa, India, Madagascar, and Antarctic continents from the reconstruction model of Gondwana. Therefore, this area is a key to investigate the formation and fragmentation of Gondwana. The shipborne, airborne and ground survey data around Syowa Station made advances in understanding the tectonic evolution in this area. In particular, several characteristic features that may be related to the tectonic evolution of Gondwana were inferred primarily from magnetic anomalies by joint Japanese-German airborne geophysical surveys. A part of those magnetic data have already been used in ADMMap and new data will be incorporated into an ADMMap-2.

The present status of magnetic anomaly map around Antarctica is presented, and the examples of geological structures and the tectonic history deduced from magnetic anomaly map are introduced. Future perspective of magnetic anomaly map in Antarctica is also addressed.

キーワード：地磁気異常、南極、地質構造、テクトニクス

Keywords: magnetic anomaly, Antarctica, geological structure, tectonics



## Examination of local geomagnetic jerks using wavelet analysis

\*清水 久芳<sup>1</sup>、歌田 久司<sup>1</sup>

\*Hisayoshi Shimizu<sup>1</sup>, Hisashi Utada<sup>1</sup>

1. 東京大学地震研究所

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Wavelet analysis can be used to identify singular behavior in time-series by using an appropriate analyzing wavelet. Detection of geomagnetic jerks, sudden variation of secular acceleration of the geomagnetic field components, has been tried using third time-derivative of a Gaussian as the analyzing wavelet and it has been confirmed that geomagnetic jerks occurred globally around 1968 and 1978 (Alexandrescu et al., 1995). Location of extrema lines of the wavelet transform in the time-dilation diagram and the absolute value of the wavelet transform along the extrema lines, ridge functions, were used to identify the geomagnetic jerks and to discuss regularity of them.

Observation of geomagnetic field using satellites allowed identifying local geomagnetic jerks of 2003 and 2007 (e.g. Chulliat et al., 2010), whose signatures are seen strongly in south Atlantic region in secular acceleration map. We attempted to analyze the two local geomagnetic jerks by applying a wavelet analysis on time series of magnetic field at geomagnetic observatories. The analyzing wavelet is the same as that used by Alexandrescu et al. (1995). The two local geomagnetic jerks were successfully identified in wavelet transform at Mbour (MBO, Senegal), but only the one around 2007 was identified in that at Chambon la Foret (CLF, France). The global jerks and local jerk around 2003 at MBO showed similar regularity. However, the regularity of the local jerk around 2007 at MBO and CLF is higher than that of the other jerks. These results might imply that the generation mechanism of the local geomagnetic jerk around 2007 is different from those occurred globally around 1969 and 1978 and locally around 2003.

Reference:

Alexandrescu, M. et al., 1995, JGR, 100, 12,557-12,572.

Chulliat, A. et al., 2010, GRL, 37, L0730.

## コア角運動量経年変化と地磁気モデルの永年加速

### Interannual fluctuations of the core angular momentum and the secular acceleration of geomagnetic models

\*浅利 晴紀<sup>1,2</sup>、Wardnski Ingo<sup>3</sup>

\*Seiki Asari<sup>1,2</sup>, Ingo Wardinski<sup>3</sup>

1. ポツダム大学 数理研究科、2. GFZドイツ地球科学研究センター、3. ナント大学 惑星科学・地球ダイナミクス研究所  
1. Institute for Mathematics, University of Potsdam, Germany, 2. GFZ Helmholtz-Centre Potsdam, German Research Centre for Geosciences, Germany, 3. Laboratory of Planetology and Geodynamics, University of Nantes, France

近年の衛星地磁気モデルは経年コアダイナミクスの存在を示唆している。しかし、その磁場変動の振幅の小ささがゆえ、コア流体の流れ場の経年変化及びそれに伴うコア角運動量 (CAM) の振動を特定することは容易な問題ではない。この振動の位相は、地磁気モデルの一つであるC<sup>3</sup>FM2から逆推定される多種多様な流れ場モデルを用いたCAM変動の計算により、堅く制約されることが既に示されている。本発表では、位相の推定は地磁気モデルの永年加速 (SA) に依存し、衛星観測時代以前に関しては依然として大きな不確実性があることを議論する。推定される位相は、異なる地磁気モデルC<sup>3</sup>FM2、gufm1、COV-OBSに対してばらつく。これらのモデルの違いはSAの表現において明瞭なものとなる。衛星地磁気モデルGRIMM3のSA時系列と比較して、C<sup>3</sup>FM2は過剰に滑らか、他の二つはパラメータ密度不足であり、いずれも妥当なSAモデルとは認め難い。衛星モデルのSAを参照してC<sup>3</sup>FM2の時間的平滑化を是正することにより、経年CAM振動をより正確に解像する上で同モデルが最適化されることが期待される。

キーワード：コア、地球磁場、逆推定、衛星観測、地球回転、経年変化

Keywords: Core, Geomagnetic field, Inverse modelling, Satellite observation, Earth rotation, Interannual variation

## 南部沖縄トラフで起こる海底火山活動の分類に向けた岩石磁気研究 Rock magnetic study applied to characterization of back-arc volcanism in the southern Okinawa Trough

\*藤井 昌和<sup>1</sup>、佐藤 暢<sup>2</sup>

\*Masakazu Fujii<sup>1</sup>, Hiroshi Sato<sup>2</sup>

1. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2. 専修大学

1. National Institute of Polar Research and SOKENDAI, 2. Senshu Univ.

The Okinawa Trough is a back-arc basin located behind the Ryukyu arc-trench system. Its southern part is characterized by active rifting structures and complex arc-back-arc volcanism along the depression and is believed to represent a transition from a rifting stage to initial spreading [e.g., *Sibuet et al.*, 1987]. The southern Okinawa Trough has a unique key to understand the first stage of oceanic lithosphere evolution, however the spatial distribution of the volcanism as well as their magma type remains unclear. It is needed to conduct extensive geophysical mapping such as magnetic anomaly in which signal is sensitive to volcanic edifices due to the rich magnetic minerals (mainly titanomagnetite) within volcanic rock. In order to establish a useful benchmark for understanding magnetic anomalies associated with arc-back-arc volcanism, we performed comprehensive rock magnetic analysis and petrological studies of seafloor rock samples collected in the southern Okinawa Trough. The measurements were conducted for basalt from the Yaeyama Ridge (YR) and Irabu knolls (IKs), dacite from the Hatoma knoll (HK), and rhyolite and pumice from the Tarama Knoll (TK).

The natural remanent magnetization intensity shows 0.3–175.2 A/m in the YR, 0.8–214.4 A/m in the IKs, <0.1–3.8 A/m in the HK, and 3.1 A/m for dacite and 0.1–0.2 A/m for pumice in the TK. The magnetic susceptibility of all samples is too low to induce magnetic field under geomagnetic field intensity comparing with NRM intensity; all samples shows Koenigsberger ratio (Q) much higher than 1. The NRM intensity of volcanic rocks may vary in relation to several factors such as the geomagnetic field strength at the timing of remanence acquisition, amount and type of magnetic minerals, grain chemistry such as Ti content of titanomagnetite, magnetic domain state controlled by grain size distribution, and the degree of low-temperature oxidation. Therefore, we carefully examined magnetic properties, petrography, and geochemical signatures for understanding rock-to-rock NRM variation.

Thermomagnetic curves of volcanic rocks with low NRM (<1 A/m) from the YR, IKs, and HK show irreversible and complex Curie temperatures, suggesting these samples have been affected by hydrothermally alteration and/or oxidation which considerably decreases the NRM [e.g., *Gee and Kent*, 1994]. Low NRM of pumice samples from the TK is likely explained by low amount of titanomagnetite due to lack of iron oxide minerals. The NRM difference between rhyolite and basalt is certainly explained by difference of iron content, which is diluted by the silica content in magma evolution. A rhyolite sample from the TK (HPD#1109R01) contains titanomagnetite as the magnetic carrier with a Curie temperature of 490°C (equivalent to  $x = 0.15$  in  $\text{Fe}_3\text{-xTi}_x\text{O}_4$ ) and shows coercivity ration ( $H_{cr}/H_c$ ) of 2.42 and remanence ration ( $M_r/M_s$ ) of 0.16, which is regarded as the magnetic domain state of pseudo single domain (PSD). One basaltic rock from the IKs (HPD#1330G02) shows similar Curie temperature of 480°C (equivalent to  $x = 0.16$ ), and PSD signature ( $H_{cr}/H_c = 2.64$  and  $M_r/M_s = 0.10$ ). In addition, both samples show reversible thermomagnetic curves, suggesting that they have not been affected by low-temperature oxidation (magnetization); very fresh. Therefore, the acquisition timing of their thermal remanent

magnetization is considered to be almost the same, and the effect of geomagnetic field strength as well as the degree of low-temperature oxidation can be ignored for explanation of NRM intensity variations. The titanomagnetite amount of HPD#1109R01, at 0.9 wt.%, is about one-third that of HPD#1330G02, at 3.1 wt.%. This result is consistent with the bulk rock geochemistry showing that iron content of HPD#1109R01 as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at 3.2% is about one-third that of HPD#1330G02, at 11.2% [T. Nozaki, personal communication]. The NRM intensity of HPD#1109R01, at 3.1 A/m, is also about one-third that of HPD#1330G02, at 9.4 A/m. These results indicate that the lower NRM intensity of rhyolite from the TK was caused mainly by a smaller titanomagnetite content owing to low iron content diluted by the silica content.

キーワード：背弧火成活動、沖縄トラフ、岩石磁気

Keywords: Back-arc volcanism, Okinawa Trough, Rock magnetism

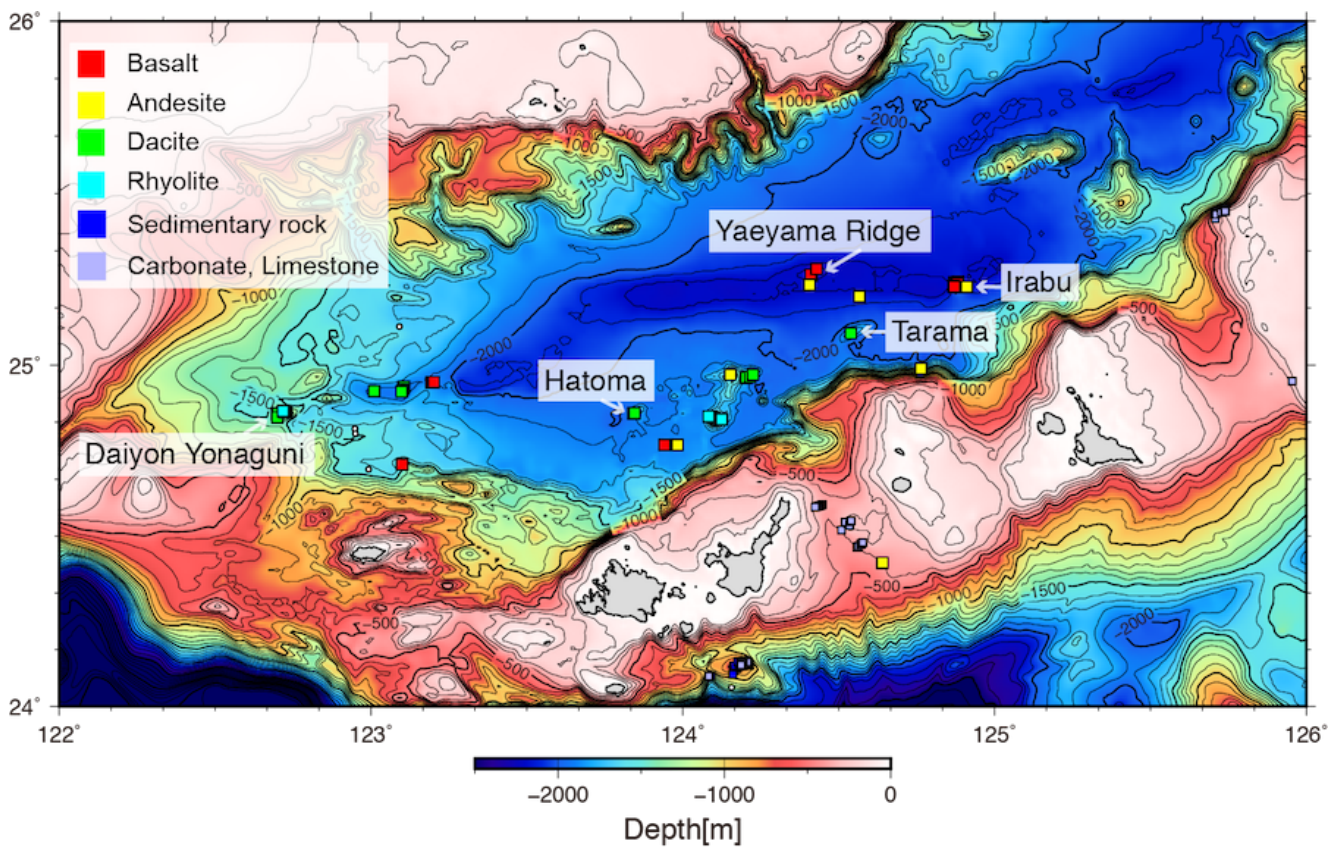


Figure. Seafloor bathymetric map of the southern Okinawa Trough. Squares show rock type of collected samples including basalt (red), andesite (yellow), dacite (green), rhyolite (sky blue), sedimentary rock (blue), and carbonate and limestone (light blue). Data of rock type and location from the GANSEKI database (<http://www.godac.jamstec.go.jp/ganseki>) managed by JAMSTEC.

## 篠窯跡群西山古窯の古地磁気・岩石磁気

### Paleomagnetism and rock magnetism of Nishiyama old kilns of Shino old kiln complex

\*畠山 唯達<sup>1</sup>、北原 優<sup>2</sup>

\*Tadahiro Hatakeyama<sup>1</sup>, Yu Kitahara<sup>2</sup>

1. 岡山理科大学情報処理センター、2. 九州大学大学院地球社会統合科学府

1. Information Processing Center, Okayama University of Science, 2. Graduate School of Integrated Sciences for Global Society

須恵器は主に5～10世紀に日本各地で生産され、その後多くの陶器へと進化していった。須恵器は高温かつ還元的環境で焼成されるため、磁鉄鉱が主要磁性鉱物となりやすく古地磁気研究にはうってつけである。これまでに大阪府陶邑遺跡をはじめとする全国の遺跡で須恵器窯跡および須恵器陶片に対する古地磁気研究がおこなわれてきた。

今回対象とする篠窯跡群は京都の西、京都府亀岡市に位置し、総数100基以上の巨大な窯跡群である。登り窯の型式も複数にわたり、須恵器だけでなく緑釉陶器や瓦なども同一の窯で清算していたことが分かっている。篠における須恵器生産は陶邑よりも遅く、その最盛期も8世紀以降と考えられている。そのため、陶邑等他の窯跡群よりも時代が遅い地磁気の様子、とくに9～11世紀の間に大きく地磁気方位が変化した様子を観察するのに適している。また、この期間は過去の古地磁気測定が他時代と比べて少なく、現代的手法を用いた古地磁気データの追加は、地磁気永年変化研究や年代推定法の充実にも有用である。

我々は、篠窯跡群西山1号窯跡の2基(1-1号、1-2号)から定方位にて試料を採取し、古地磁気・岩石磁気測定を行った。2つの窯の古地磁気方位はすこし離れていて時代の違いを示すものであるが、土器の型式および窯・灰原の層序学的関係から指摘される時代ギャップと一致している。また、2つの古窯の古地磁気年代推定は、従来の地磁気永年変化モデル(広岡, 1977)を使用すると考古学年代よりも1世紀ほど若くなるが、最近の我々のモデルを使用するとほぼ一致することが分かった。

キーワード：古地磁気、岩石磁気、考古学

Keywords: Paleomagnetism, Rock magnetism, Archaeology

## 篠窯跡群西山1号窯跡の考古地磁気強度－複数の手法によるクロス チェックの試み－

### Archaeointensity of Nishiyama 1st Kiln of Shino Old Kiln Complex –the Attempt for Cross Check by Multi Methods –

\*北原 優<sup>1</sup>、山本 裕二<sup>2</sup>、大野 正夫<sup>3</sup>、畠山 唯達<sup>4</sup>

\*Yu Kitahara<sup>1</sup>, Yuhji Yamamoto<sup>2</sup>, Masao Ohno<sup>3</sup>, Tadahiro Hatakeyama<sup>4</sup>

1. 九州大学 大学院 地球社会統合科学府、2. 高知大学 海洋コア総合研究センター、3. 九州大学 大学院 比較社会文化研究  
院、4. 岡山理科大学 情報処理センター

1. Graduate School of Integrated Science for Global Society, Kyushu University, 2. Center for Advanced Marine Core  
Research, Kochi University, 3. Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 4. Information Processing  
Center, Okayama University of Science

日本における考古地磁気学に関する研究は、近年ますます盛んに行われるようになり、考古学の現場においてもその注目度が徐々に高まりつつある。しかしながら、その実践の多くは標準曲線との対比によって年代決定が可能な古地磁気方位に関してであり、いまだ標準曲線が確立されておらず、実験手法も複雑な古地磁気強度に関する研究は、わずかな例 (e.g. 酒井ほか, 2015) を除いてほとんど行われていないというのが現状である。発表者らは、これらの状況を憂慮して、古窯の焼土を用いた考古地磁気強度の復元を数年前より行っている。とくに、既に発掘に伴って試料が採取されているものの消磁がなされていない試料がある遺跡については、強度実験そのものの妥当性を検証するために綱川－ショー法 (Yamamoto et al., 2003) とIZZI－テリエ法 (Tauxe and Staudigel, 2004) の2種類の実験手法で強度を求め、その値が一致するかどうかクロスチェックすることを試みている。発表者らはこれまでに岡山県備前市の佐山東山奥窯跡において採取された焼土試料に対してこのようなクロスチェックを行い、2つの異なる手法によって得られた強度値が10%以内で一致することを確認している (北原ほか, SGEPPS 2016年大会)。

発表者らは今回、新たな事例研究として、京都府亀岡市に位置する篠窯跡群西山1号窯跡の床面から採取された焼土試料を用いたクロスチェック研究を行うことにした。なお本試料に対しては、すでに古地磁気方位測定が実施されており、信頼度が高く、考古学的見解ともきわめて整合的な結果が得られている (畠山ほか, 2017年連合大会)。現時点においては、窯体内から採取された3試片 (ブロック試料から加工された1.5 cmキューブ) および焚口の外から採取された1試片に対する綱川－ショー法実験と、同様の場所から採取された3+1試片に対するIZZI－テリエ法実験が終了している。ショー法に関しては、窯体内の3試片から  $37.6 \pm 3.8$  uT (変動係数=10.0%, 合格率=100%) という結果が得られている。また焚口の外の試片のショー法の値は26.3 uTであり、窯体内試料の平均値と有意に異なる値を示すことが確認されている。一方、テリエ法に関しては、すべてのグラフが下向きに湾曲し直線区間が認定できなかった。今後はとくにテリエ法に関して実験を重ね、手法間でのクロスチェックを進めていく予定である。

キーワード：考古地磁気強度、綱川－ショー法、IZZI－テリエ法、クロスチェック、須恵器古窯

Keywords: Archaeointensity, Tsunakawa-Shaw Method, IZZI-Thellier Method, Cross Check, Sue Ware Old  
Kiln

## 反磁性物質および常磁性物質の磁気分離

### Magnetic separation of diamagnetic grains and paramagnetic grains in general

\*植田 千秋<sup>1</sup>、寺田 健太郎<sup>1</sup>、久好 圭治<sup>1</sup>

\*Chiaki Uyeda<sup>1</sup>, Kentaro Terada<sup>1</sup>, Keiji Hisayoshi<sup>1</sup>

1. 大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻

1. Institute of earth and Space Science Graduate School of Science Osaka University

固体粒子の磁気分離は、これまで強磁性、フェリ磁性および一強い常磁性物質のみに用いられてきた。磁気分離は粒子内に発生する磁氣的ポテンシャルによって引き起こされるが、このポテンシャル自体は、反磁性体や常磁性体においても、磁気天秤などの測定で、古くから利用されてきた。磁場勾配が存在する微小重力空間に開放された固体粒子は、その磁性によらず、並進することが近年報告され、その速度は（磁場空間が共通の場合）、物質固有の磁化率のみに依存することが確認された[1][2]。同じ原理を用いて、今回、種類の異なる粒子の集団を磁気分離できることを確認したので、その結果を報告する[3]。

分離の前提となる微小重力は、小型の落下ボックス（30×30×20cm）を、長さ1.8mのシャフト内で落下して発生させた（微小重力継続時間<0.5秒）。上記のボックス内には、ネオジム磁石製の磁気回路（磁場強度<0.8T）、試料および磁気回路を収容するガラス製真空容器（内圧<100 Pa）、照明器具およびハイスピードカメラを配置し、微小重力時間内の粒子の運動を録画した。上記の磁気回路は、一方向に単調減少する磁場空間を発生するので、その中の一点に、前述の粒子集団をセットした。その結果、微小重力発生直後に、反磁性鉱物は磁場の外へ並進し、一方、常磁性粒子は磁場中心方向に並進した。その後、これらの粒子は、それぞれの方向にセットした2枚の回収板の上に、物質ごとに異なる粒子群として回収された(YouTube: Magnetic separation of general solid particles realized by a permanent magnet参照)。

×軸方向に単調に変化する磁場空間において、質量 $m$  (g)の粒子には、 $ma = mXB(x)[dB(x)/d(x)]$  の運動方程式に従う並進運動が発生するが、共通の磁場空間の中では、その加速度 $a$ は質量 $m$ に依存せず、物質固有の磁化率 $X$  (emu/g)のみに依存する[1]。今回、観測した粒子の加速度からその $X$ 値が得られ、それらは全て文献値と一致した。これにより観測された分離が、上記の方程式に従って進行することが確認された[3]。今回の実験で現存する反磁性体および常磁性体により、固体全体で磁気分離が実現する展望が得られた。物質科学の諸分野では、異種粒子の混合体を対象とする事が多いが、今回の分離技術はその分析の前処理過程として利用できる。一方で、宇宙・地球の諸領域に遍在する磁場勾配によって、その領域に多数存在する固体粒子が物質分離する可能性も、現時点では排除できない[3]。

#### References

- [1] K. Hisayoshi, S. Kanou and C. Uyeda : Phys.:Conf. Ser., 156 (2009) 012021.
- [2] C. Uyeda, K. Hisayoshi, and S. Kanou : Jpn. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 064709.
- [3] K. Hisayoshi, C. Uyeda and K. Terada : Sci. Rep. (Nature Pub) 6 (2016) 38431

キーワード：磁気分離、一般の常磁性粒子、微小重力、反磁性粒子

Keywords: magnetic separation, paramagnetic grain, microgravity, diamagnetic grain

## 巨礫の粘性残留磁気を用いた年代推定

### Applying paleomagnetic viscous dating to erratic boulders

\*佐藤 哲郎<sup>1</sup>、中村 教博<sup>2</sup>、後藤 和久<sup>3</sup>、熊谷 祐穂<sup>1</sup>、山田 昌樹<sup>4</sup>

\*Tetsuro Sato<sup>1</sup>, Norihiro Nakamura<sup>2</sup>, Kazuhisa Goto<sup>3</sup>, Yuho Kumagai<sup>1</sup>, Masaki Yamada<sup>4</sup>

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学高度教養教育・学生支援機構、3. 東北大学災害科学国際研究所、4. 筑波大学大学院生命環境科学研究科地球進化科学専攻

1. Graduate School of Earth Science, Tohoku University, 2. Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University, 3. International Research Institute of Disaster Science, 4. Graduate School of Life and Environmental Science, University of Tsukuba

Unblocking temperatures of viscous remanent magnetization (VRM) predict the emplacement age of reworked boulders by Neel's magnetic relaxation theory of single-domain magnetite. If a rock is moved or re-oriented by geological processes, the remagnetization occurs partly and progressively with age, parallel to the present Earth's magnetic field. This remagnetization is probably due to natural VRM acquired at low temperature over a long time, disappears at a higher temperature in a short period in the laboratory. By assuming Neel's theory of magnetite, Pullaiah et al. (1975) have reported that an experimental combination of short relaxation time and high temperature for removing VRM can determine the unknown relaxation time (tsunami age) at room temperature. We have been applied the time-temperature relationship to tsunami boulders in several regions of pacific coast (e.g. Ishigaki Island, Japan), but their estimated ages showed anomalously old due to the high unblocking temperatures. It is believed that the presence of high unblocking temperatures yielding older ages is due to a magnetic aggregate including the admixtures of single-domains, pseudo-single-domains, and/or multi-domain grains. Sato et al. (2016) applied an extended time-temperature relationship based on a stretched exponential law to explain the blocking or unblocking in a complex magnetic aggregate. In our study, the extended time-temperature relationship modifies the curvature of unblocking curves of VRM, agreeing with the old VRM ages. Moreover, we synthetically magnetized partial thermoremanent magnetization (pTRM) to correctly identify the unblocking temperature of VRM. Particularly, the demagnetized samples were first given an pTRM as an original component. After changing set of sample direction to the magnetic field, these pTRMs were remagnetized in progressively higher temperature to generate the secondary pTRM which is a synthetic VRM. A secondary pTRM was then demagnetized by progressive thermal demagnetization with various hold durations. This new experimental method provides us multiple unblocking temperatures of VRM from a sample. Therefore, we can estimate the curvature of unblocking curves. Our findings show that the VRM has potential as an absolute dating tool for the determination of geologic events.

キーワード：粘性残留磁気、巨礫、温度時間関係

Keywords: viscous remanent magnetization, erratic boulder, time-temperature relationship



# 堆積物の化学リーチングによる磁性鉱物インクルージョンの環境磁気分析

## Strong chemical treatment of sediments for environmental magnetic studies on mineral inclusions

\*臼井 洋一<sup>1</sup>、山崎 俊嗣<sup>2,1</sup>、下野 貴也<sup>3</sup>

\*Yoichi Usui<sup>1</sup>, Toshitsugu Yamazaki<sup>2,1</sup>, Takaya Shimono<sup>3</sup>

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 明治大学 研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所  
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Gas Hydrate Research Laboratory, Meiji University

堆積物の化学リーチングは、堆積物から起源の異なる様々な成分（例えば風成塵、火山性粒子、生物源粒子、自生鉱物など）を分離する有効な方法である。しかし、化学処理は磁性鉱物にも影響するため、環境磁気学分野ではあまり用いられていない。近年、ケイ酸塩鉱物中の磁性鉱物インクルージョンの磁気測定が広く行われるようになっており、堆積物中のそうした鉱物の存在も改めて注目されてきている。磁性鉱物インクルージョンはケイ酸塩鉱物に保護されているため、強力な化学処理にも耐えうると考えられる。そこで我々は、堆積物から石英・長石だけを化学的に分離し岩石磁気測定を行った。用いた試料は南鳥島付近で採取された遠洋性赤色粘土である。未処理堆積物中の主要な磁性鉱物は、生物源磁鉄鉱とマグヘマイト化した磁鉄鉱である。また、南鳥島の位置から、石英は中国からの風成塵であり、長石は中国ないし伊豆ーマリアナ弧からの風成塵であると考えられる。

分離した石英・長石の飽和等温残留磁化は $10^{-4}$  Am<sup>2</sup>/kg程度であった。これは未処理堆積物の飽和等温残留磁化の1-5%程度に相当し、超電導磁力計やMPMSの感度内に十分に収まる。一方で、交番力磁力計によるヒステリシス測定は、長石からの常磁性シグナルが相対的に大きく困難であった。飽和等温残留磁化の熱消磁および低温磁気特性から、石英・長石は、化学的にほぼ純粋な磁鉄鉱を伴っていることが分かった。これは、未処理堆積物に見られたマグヘマイト化した磁鉄鉱とは明確に異なる。純粋な磁鉄鉱が長石からの離溶で生じているかを検証するために、さらにH<sub>2</sub>SiO<sub>6</sub>処理を行い、石英だけを分離した。予察的な測定では、石英もやはり純粋な磁鉄鉱を含んでおり、離溶磁鉄鉱ではなさそうである。これらの結果から、化学リーチングが磁性鉱物インクルージョンの分離に有用であることが確かめられた。さらに、純粋な磁鉄鉱インクルージョンが、中国からの風成塵の特徴である可能性が示唆される。

キーワード：環境磁気学、磁性鉱物インクルージョン、風成塵

Keywords: environmental magnetism, magnetic mineral inclusion, eolian dust

## Exploration of pedogenic nanoscale particles causing magnetic enhancement in Chinese loess deposits

\*佐野 拓郎<sup>1</sup>、兵頭 政幸<sup>1,2</sup>、松本 恵<sup>3</sup>、瀬戸 雄介<sup>1</sup>

\*Takuroh Sano<sup>1</sup>, Masayuki Hyodo<sup>1,2</sup>, Megumi Matsumoto<sup>3</sup>, Yusuke Seto<sup>1</sup>

1. 神戸大学 理学研究科 惑星学専攻、2. 神戸大学 内海環境教育研究センター、3. 神戸大学 研究基盤センター

1. Department of Planetology, Kobe Univ., 2. Research Center for Inland Seas, Kobe Univ., 3. Center for Supports to Research and Education Activities, Kobe Univ.

Based on magnetic enhancement in paleosols, magnetic susceptibility ( $\chi$ ) and its frequency dependence ( $\chi_{fd}$ ) are widely accepted as reliable proxies of paleorainfall, and thus often used for estimation of the East Asian Summer Monsoon intensity in the Chinese Loess Plateau (CLP). In spite of its paleoclimatic importance, pedogenic particles causing magnetic enhancement have never been detected. We challenged this problem, using three sets of loess and paleosol samples from Lingtai and Xifeng in the central CLP. Each bulk sample was divided into three subsamples with different detrital grain size ranges (D1:  $> 10 \mu\text{m}$ , D2:  $10\text{--}1 \mu\text{m}$ , D3:  $< 1 \mu\text{m}$ ), all of which were subjected to rock magnetic experiments including  $\chi$  and  $\chi_{fd}$  measurements, isothermal remanent magnetization (IRM) composition analyses and thermomagnetic analyses. The paleosol bulk samples show high  $\chi$  values ranging from  $116\text{--}177 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ , which are 4.0–6.1 times higher than loess bulk samples, and 49.6–66.2 % of the magnetic enhancement is contributed by grains in D2 subsamples. Besides, values of  $\chi_{fd}$  are also increased by 4.0–5.7 times for all paleosol bulk samples, and the enhanced  $\chi_{fd}$  is dominantly contributed by D2 subsamples (61.0–77.0 %). The rock magnetic experiments reveal that pedogenic particles causing magnetic enhancement are magnetite and maghemite. Based on these results, scanning electron microscope (SEM) and transmission electron microscope (TEM) observations were conducted on magnetic extracts from D2 subsamples. As a result, we found nanoscale magnetite inclusions in weathered muscovite particles. These magnetite inclusions are secondarily produced through elution/oxidation of Fe compounds in muscovite during pedogenesis. The inclusions can explain the facts that the magnetic enhancement partly caused by superparamagnetic grains is mostly contributed by D2 size grains, and the main magnetic extracts are not detrital magnetite/maghemite grains but silicate minerals. Hence, we conclude the magnetite inclusions in weathered muscovite particles are the most likely candidate for pedogenic particles causing magnetic enhancement.

キーワード：中国レス、土壌化、磁気増大

Keywords: Chinese loess, Pedogenesis, Magnetic enhancement

## Flooding history in Lake Nakaumi of western Japan inferred from sediment records during the last 700 years

\*太田 雄貴<sup>1,2,3</sup>、川幡 穂高<sup>1,2,3</sup>、佐藤 高晴<sup>4</sup>、瀬戸 浩二<sup>5</sup>

\*Yuki Ota<sup>1,2,3</sup>, Hodaka Kawahata<sup>1,2,3</sup>, Takaharu Sato<sup>4</sup>, Koji Seto<sup>5</sup>

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門、4. 広島大学総合科学研究科、5. 島根大学汽水域研究センター

1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, 5. Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University

Management of flood risk to local communities located near river mouths can benefit from a knowledge-based approach to flooding history. On some rivers in western Japan, flood events since the 16th century have been well documented in the literature. However, the data of those events are insufficient for an objective evaluation of flooding such as its intensity. Therefore, we analyzed a <sup>14</sup>C-dated sediment core recovered from near the linashi River mouth in Lake Nakaumi, western Japan, and reconstructed extreme flooding records in the past 700 years from rock magnetism, grain-size distribution and sediment geochemistry. The sediment core contained three black layers, characterized by high magnetic susceptibility (MS), a low anhysteretic remanent magnetization to saturation isothermal remanent magnetization, a high total organic carbon (TOC) to total nitrogen ratio, and coarse mean grain size, that we identified as possible flooding event deposits. In addition, the chemical index of alteration was low and the TOC to total sulfur ratio was high in these layers, indicating intensified erosion sediments associated with more freshwater inflow due to the flood events. We tentatively correlated the three event deposits with historically documented flooding events along the linashi River in AD 1596, 1666, and 1826. The magnitudes of the variations in sedimentary properties relating to rock magnetism and geochemistry suggest that the smallest was the AD 1666 event.

キーワード：中海、洪水、堆積物

Keywords: Lake Nakaumi, Floods, Sediments

## Consistent Matuyama-Brunhes magnetic transition records from depositional detrital and chemical remanent magnetizations from the Chiba Section, central Japan

熊澤 巨洋<sup>2</sup>、\*兵頭 政幸<sup>1,2</sup>、廣瀬 孝太郎<sup>1,2</sup>、加藤 茂弘<sup>3</sup>、風岡 修<sup>4</sup>、荻津 達<sup>4</sup>、八武崎 寿史<sup>4</sup>  
Koyo Kumazawa<sup>2</sup>, \*Masayuki Hyodo<sup>1,2</sup>, Kotaro Hirose<sup>1,2</sup>, Shigehiro Katoh<sup>3</sup>, Osamu Kazaoka<sup>4</sup>, Itaru Ogitsu<sup>4</sup>, Hisashi Yabusaki<sup>4</sup>

1. 神戸大学 内海環境教育研究センター、2. 神戸大学大学院理学研究科、3. 兵庫県立人と自然の博物館、4. 千葉県地質環境研究室

1. Research Center for Inland Seas, Kobe University, 2. Graduate School of Science, Kobe University, 3. Division of Natural History, Hyogo Museum of Nature and Human Activities, 4. Research Institute of Environmental Geology, Chiba

A detailed Matuyama-Brunhes (MB) magnetic polarity transition record has been reconstructed from the Chiba Section, central Japan. Oriented samples were collected every 10 cm from an 18-m thick marine sequence along the Yoro River. Rock magnetic and paleomagnetic experiments reveal that all of the sediments were deposited under anoxic environments, and natural remanent magnetizations are carried by magnetite and greigite throughout the sequence. Characteristic remanent magnetizations (ChRMs) isolated by thermal demagnetization (THD) and alternating field demagnetization (AFD) methods basically show consistent directions, except some differences. One of the major differences is the position of the MB boundary. It lies  $115 \pm 25$  cm above the Byk-E tephra in the THD ChRMs, while 50 cm above the Byk-E tephra in the AFD ChRMs. We propose that the ChRM component isolated by THD is a depositional detrital remanent magnetization (DRM), and the component isolated by AFD is a depositional chemical remanent magnetization (CRM) carried by greigite. The latter is probably acquired in the subsurface pyrite formation process under anoxic environments. We found that the vertical paleomagnetic direction changes by the two methods are consistent when the AFD ChRM direction curve is shifted upward by 65 cm. This suggests that the lock-in depth of CRM is about 65 cm below that of DRM, and that the similar condition of remanence acquisition was kept for some time in the bottom of the basin.

キーワード：堆積化学残留磁化、堆積残留磁化、マツヤマブリュンヌ地磁気逆転、グレイタイト、マグネタイト

Keywords: depositional chemical remanent magnetization, depositional detrital remanent magnetization, Matuyama-Brunhes magnetic reversal, greigite, magnetite

## A new constraint for M-B boundary age based on U-Pb zircon dating and a high-resolution oxygen isotope chronology from the most expanded marine sedimentary record from the Chiba composite section, Japan

\*菅沼 悠介<sup>1,2</sup>、岡田 誠<sup>3</sup>、羽田 裕貴<sup>3</sup>、堀江 憲路<sup>1,2</sup>

\*Yusuke Suganuma<sup>1,2</sup>, Makoto Okada<sup>3</sup>, Yuki Haneda<sup>3</sup>, Kenji Horie<sup>1,2</sup>

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 茨城大学、4. 千葉大学

1. National institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Ibaraki University, 4. Chiba University

The youngest geomagnetic polarity reversal, the Matuyama–Brunhes (M-B) boundary, provides an important datum for sediments, ice cores, and lavas. Its still-frequently cited age of 780 ka is based on orbital tuning of marine sedimentary records, and supported by  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of Hawaiian lavas using a recent age calibration. However, post-depositional remanent magnetization (PDRM) lock-in of the geomagnetic signal occurs below the sediment-water interface in marine sediments (e.g., Roberts et al., 2013; Suganuma et al., 2011), which then yields ages for geomagnetic events that are too old. This age offset is influenced by sedimentation rate, as records with higher sedimentation rates should minimize the temporal offset caused by PDRM lock-in. Indeed, younger astrochronological M-B boundary ages of 772–773 ka are given for high-sedimentation-rate records (Channell et al., 2010; Valet et al., 2014), with no PDRM lock-in delay being detected by Valet et al. (2014). These MBB ages are consistent with records of cosmogenic nuclides in marine sediments (e.g., Suganuma et al., 2010) and an Antarctic ice core (Dreyfus et al., 2008). Here, we report a newly obtained high-resolution oxygen isotope record from a continuous marine succession of the Chiba composite section of the Kokumoto Formation, Japan to provide a refined chronology for the M-B boundary. Our new chronology indicates that the M-B boundary locates in the middle of Marine Isotope Stage (MIS) 19, and yields an age of 771.7 ka for the boundary. This new M-B boundary age is consistent with those based on the latest orbitally-tuned marine sediment records and on an Antarctic ice core. Furthermore, a high-precision U-Pb zircon age of  $772.7 \pm 7.2$  ka from a marine-deposited tephra just below the M-B boundary in the Chiba composite section (Suganuma et al., 2015), coupled with a newly obtained high resolution oxygen isotope chronology yields a highly accurate MBB age of  $770.9 \pm 7.3$  ka. Because U-series dating is relatively free from standardization and decay constant issues, this U-Pb zircon age has a distinct advantage over  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating. We provide the first direct comparison between orbital tuning, U-Pb dating, and magnetostratigraphy for the M-B boundary, fulfilling a key requirement for calibrating the geological timescales. In addition, there is no clear relationship between geomagnetic field intensity and climate observed in the paleomagnetic and paleoclimatic record from the Chiba composite section.

# Réunion正磁極亜帯周辺における古地磁気変動記録の復元

## Reconstruction of the geomagnetic field behavior across the Réunion Subchron

\*小西 拓海<sup>1</sup>、岡田 誠<sup>1</sup>、丸岡 亨<sup>1</sup>

\*Konishi Takumi<sup>1</sup>, Makoto Okada<sup>1</sup>, Toru Maruoka<sup>1</sup>

1. 茨城大学

1. Ibaraki University

千葉県房総半島南端地域には、上部鮮新統から下部更新統の千倉層群が分布している。千倉層群は海溝陸側斜面堆積盆を充填した海成層である。岡田ほか（2012）では同層群の布良層及び南朝夷層において古地磁気・酸素同位体層序の構築を行った。その結果、約2.3～3.5Ma間での連続した古地磁気・酸素同位体記録を得ることができた。本研究ルート最下部及び、岡田ほか（2012）での研究ルート最上部に対比可能なテフラを狭在しているため、本研究ルートの年代が2.3Ma以降であることがわかっている。そこで我々は、布良層及び同層群最上部である畑層を対象に、年代モデルとして酸素同位体曲線を用いた古地磁気変動記録の復元を試みた。その結果、松山逆磁極帯中のRéunion正磁極亜帯上下境界及びOlduvai正磁極亜帯下部境界に相当すると考えられる層準を検出した。Réunion正磁極亜帯に関しては、複数の正磁極亜帯から構成されているという報告もある。そこで、より詳細にRéunion正磁極亜帯を含むその周辺における古地磁気変動記録を復元したので、その結果を報告する。古地磁気学的測定用試料として層厚間隔が約1～4mになるように、3本ずつのミニコアを採取した。そして、Réunion正磁極亜帯上下反転境界を記録している層準付近では、層厚間隔が約10cmになるように1本ずつのミニコアを採取し、古地磁気学的測定を行った。また、酸素同位体用の試料を同層準において採取した。古地磁気測定として、段階交流消磁（5mTごと5～80mTまで）と段階熱消磁（50℃ごと150～600℃まで）及びそれらを組み合わせた消磁（250℃+5～80mT）を行った。その結果、組み合わせ消磁法のみで逆転テストを通過し、初生的な磁化を抽出することが出来ることが分かった。算出した松山逆磁極帯中の平均磁化方位の偏角は、11.1(±5.7)°の東偏を示した。千倉・豊房両層群において、構造回転の結果、古地磁気偏角が東偏を示すと報告されている（小竹ほか,1995）。本研究結果においても、磁化獲得後の構造回転を示すと考え、得られた偏角を平均偏角を基準に補正した。その結果、VGP緯度が0°を超えた時点で逆転と定義すると、層厚間隔約4.7mにおいてRéunion正磁極亜帯を検出することができた。また、その間にエクスカッションと考えられる変動を検出した。本ルートにおいて、その周辺に削剥面が認められないことから、本研究では、Réunion正磁極亜帯は単一の正磁極亜帯から構成されていると判断した。極性反転中のVGP経路を見ると、下部境界においてアフリカ大陸を通過、上部境界において南アメリカ大陸南部に滞在している。また、間のエクスカッションは東アジアに滞在している。ODP Site 981 (Channell et al.,2003)により報告されている同極性反転境界中のVGP経路と比較すると、本研究結果とは異なる経路を示したが、両者ともVGP卓越経度帯を通過しているという共通点を認めることができた。今後は、Olduvai正磁極亜帯下部境界においても詳細に地磁気変動を復元していく。参考文献 岡田 ほか, 2012, 地質学雑誌, 118, 97-108. 小竹 ほか, 1995, 地質学雑誌, 101, 515-531. Channell et al., 2003, Earth Planet. Sci. Letters, 215, 1-12.

キーワード：古地磁気学、レユニオン、極性反転

Keywords: Paleomagnetism, Reunion, polarity transition

## 東部赤道太平洋堆積物 (IODP Site U1335) から得られた過去800万年間の 相対古地磁気強度および伏角異常

### Relative paleointensity and inclination anomaly during the last 8 m.y. obtained from eastern equatorial Pacific sediments (IODP Site U1335)

\*山崎 俊嗣<sup>1</sup>、山本 裕二<sup>2</sup>

\*Toshitsugu Yamazaki<sup>1</sup>, Yuhji Yamamoto<sup>2</sup>

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 高知大学海洋コア総合研究センター

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

We conducted a paleomagnetic study of the upper ~55m of IODP Site U1335 cores taken from the eastern equatorial Pacific during the Expedition 320. U-channel samples were taken from the spliced core sections. All magnetic chrons in the geomagnetic polarity time scale down to C4n.2n (~8.1 Ma) are recognized in the magnetostratigraphy, which indicates continuous sedimentation. Rather low sedimentation rates of the cores, 5 to 9 m/m.y., limit resolution of paleomagnetic records. However, the cores are suitable for elucidating long-term geomagnetic-field behaviors such as a relation between geomagnetic-field intensity and polarity length.

Magnetic property measurements and TEM observations showed that magnetic mineral assemblages of the sediments are dominated by oxidized biogenic magnetites. A few degrees of negative inclination anomalies (defined as observed inclination minus the inclination expected from the hypothetical geocentric axial dipole) are observed. This is consistent with the available time-averaged field models showing negative inclination anomalies in Pacific low latitudes. We used ARM as a normalizer of relative paleointensity estimations. An upcore decrease of the ratio of ARM susceptibility to SIRM ( $k_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ ) occurs at about 4.2 Ma, which is associated with a decrease of sedimentation rates. Average relative paleointensities increase corresponding to the  $k_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$  change. The inverse correlation between relative paleointensity and the  $k_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$  ratio indicates that changes in the relative abundance of biogenic to terrigenous magnetic minerals partly contaminated the relative paleointensity record, as pointed out by Yamazaki et al. (2013). We scaled the RPI record so that the average paleointensity younger than 4.2 Ma (the onset of chron C2Ar) equals that of older. The relative paleointensities averaged for individual polarity chrons did not show any correlation with polarity length or polarity during the last 8 m.y.

キーワード：古地磁気強度、伏角異常、統合国際深海掘削計画

Keywords: paleointensity, inclination anomaly, IODP