

SEM036-01

会場:301B

時間:5月26日 14:15-14:30

Verwey 転移温度への圧力の影響

Effects of pressure on the Verwey transition temperature of magnetite

佐藤 雅彦^{1*}, 山本 裕二², 西岡 孝², 小玉 一人², 綱川 秀夫¹

Masahiko Sato^{1*}, Yuhji Yamamoto², Takashi Nishioka², Kazuto Kodama², Hideo Tsunakawa¹

¹ 東京工業大学理工学研究科地球惑星科学専攻, ² 高知大学

¹Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH, ²Kochi University

The Verwey transition of magnetite is one of the basic issues in the rock magnetism, since the magnetic property measurement using low temperature cycle (LTD, field cooling/ zero-field cooling method, and so on) is a powerful tool for identifying magnetic minerals of rocks.

Mori et al. (2002) reported that the Verwey transition temperature (T_v) decrease with applied pressure by measuring the electrical resistivity on single crystalline samples. In contrast, Rozenberg et al. (2007) observed increase in the transition temperature with pressure by X-ray diffraction and Mossbauer experiment under high pressure. Therefore the T_v change with pressure has been controversial. Recent developments of experimental techniques enable us to measure sample magnetizations under high pressure (Gilder et al., 2002; Kodama and Nishioka, 2005; Sadykov et al., 2008). We focus on the Verwey transition of magnetite and conducted systematic experiment under a pressure of up to 0.9 GPa.

In the sample preparation, natural magnetite of large crystal was crushed by hand and sieved in an ultrasonic bath to be 45-60 micrometers in size. The pressure cell used in the present study is made of CuBe and zirconium oxide (Kodama and Nishioka, 2005). Samples are placed into a Teflon capsule. As a pressure transmitting fluid, we used a 1:1 mixture of Fluorinert NO. FC70 and NO. FC77. To calibrate the pressure inside the cell we placed small chip of indium whose transformation temperature is given as a function of pressure (Jennings and Swenson, 1958).

We performed thermal demagnetization of a saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) imparted in a magnetic field of 2.5 T at 10 K using a Quantum Design Magnetic Property Measurement System (MPMS). Samples were cooled from room temperature to 10 K in zero-field. A 2.5 T field was applied at 10 K and then measurements of the magnetic moment upon warming started. Measurement frequency upon warming from 10 K was 1 K between 90 K and 140 K, with coarser temperature step below 90 K and above 140 K.

Systematic changes in magnetization intensity curve were observed under high pressure in the present study. Under atmospheric pressure, the sample magnetization down sharply at the known Verwey transition temperature. Applying a pressure, there is a little decrease in magnetization in approaching T_v from below, followed by a sharp decline of magnetization due to the Verwey transition. The T_v values identified as a sharply declined temperature gradually shifts to be lower with pressure (2 K/GPa). After decompression, the magnetization curves recovered the original one at an atmospheric pressure.

This supports the results by Mori et al. (2002) and suggests that the Verwey transition may be caused by the electron hopping. Combining other low temperature cycles, we will discuss behaviors of magnetite concerning the Verwey transition.

Keywords: Verwey transition, high pressure

SEM036-02

会場:301B

時間:5月26日 14:30-14:45

Be-10 および古地磁気強度記録に基づく新たな堆積残留磁化獲得モデル A new PDRM lock-in model for marine sediments deduced from Be-10 and paleomagnetic records through the M-B boundary

菅沼 悠介^{1*}, 奥野 淳一¹, David Heslop², Andrew P. Roberts², 山崎 俊嗣³, 横山 祐典⁴

Yusuke Suganuma^{1*}, Jun'ichi Okuno¹, David Heslop², Andrew P. Roberts², Toshitsugu Yamazaki³, Yusuke Yokoyama⁴

¹ 国立極地研究所 地圏研究グループ, ²The Australian National University, ³(独)産業技術総合研究所, ⁴東京大学大気海洋研究所

¹National Institute of Polar Research, ²The Australian National University, ³Geological Survey of Japan, ⁴Atmosphere and Ocean Research Institute

Geomagnetic field intensity records from marine sediments (relative paleointensity) have contributed to a better understanding of variations in the Earth's magnetic field, and have helped to establish age models for marine sediments. However, lock-in of the geomagnetic signal below the sediment-water interface in marine sediments through acquisition of a post-depositional remanent magnetization (PDRM) adds uncertainty to the temporal synchronization of marine sedimentary records. Although quantitative models enable the assessment of the delayed remanence acquisition associated with PDRM processes, the nature of the filter function and the thickness of the PDRM lock-in zone remain topics of debate. We have performed forward numerical simulations to assess the best-fit filter function and thickness of the PDRM lock-in zone in marine sediments based on a recently published comparison of Be-10 flux and relative paleointensity records. Our simulations reveal that the rate of PDRM lock-in increases in the middle part of the lock-in zone and a Gaussian function with a 16 cm lock-in zone thickness is the most suitable for representing the PDRM lock-in process in the studied core. This explains why the PDRM lock-in is largely delayed relative to the other sedimentary records, but distortion of the geomagnetic signal is relatively small. This result also implies that the PDRM is not simply locked as a result of progressive consolidation and dewatering of marine sediments, and that the arbitrary lock-in functions (linear, cubic, and exponential) that are often used to model PDRM lock-in starting from the base of the surface mixed layer cannot explain the observed paleomagnetic signal in marine sediments.

Keywords: paleomagnetism, paleointensity, post-depositional remanent magnetization, lock-in depth, Matuyama-Brunhes boundary

SEM036-03

会場:301B

時間:5月26日 14:45-15:00

Field- and Frequency-Dependent Anisotropy of Magnetic Susceptibility: Deeper Insight into Rock Fabric Field- and Frequency-Dependent Anisotropy of Magnetic Susceptibility: Deeper Insight into Rock Fabric

Frantisek Hrouda^{1*}, Martin Chadima¹

Frantisek Hrouda^{1*}, Martin Chadima¹

¹AGICO Inc. Brno

¹AGICO Inc. Brno

Theory of the Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS) of rocks is based on the assumption of the linear relationship between magnetization and magnetizing field, resulting in field-independent susceptibility. However, pyrrhotite, hematite and titanomagnetite may show significant variation of susceptibility with field. Three methods were developed for the determination of the field-independent and field-dependent AMS components, all based on standard measurement of the AMS in variable fields within the Rayleigh Law range. The former component basically reflects the magnetic sub-fabrics of mafic silicates and pure magnetite, while the latter component is controlled by the pyrrhotite, hematite or titanomagnetite sub-fabric. Examples are shown of separation of individual magnetic sub-fabrics in some ultramafic rocks.

In some geological processes, such as very low-grade metamorphism, new very fine-grained magnetic minerals may originate. Their fabric can be investigated by means of the frequency-dependent magnetic susceptibility and its anisotropy, which is in environmental science and palaeoclimatology traditionally interpreted as resulting from interplay between superparamagnetic (SP) and stable single domain (SSD) or even multidomain (MD) particles. Through standard AMS measurement at different frequencies, the contribution of SP particles to the whole-rock AMS can be evaluated; appropriate method and program were developed. Various rocks, soils and ceramics, showing frequency-dependent AMS, were investigated. Attempts are made of their fabric interpretation.

キーワード: anisotropy of magnetic susceptibility, field-dependence, frequency-dependence

Keywords: anisotropy of magnetic susceptibility, field-dependence, frequency-dependence

SEM036-04

会場:301B

時間:5月26日 15:00-15:15

地球核内での強磁場ダイナモ作用 Strong-field dynamo action in the Earth's core

高橋 太^{1*}

Futoshi Takahashi^{1*}

¹ 東京工業大学

¹Tokyo Institute of Technology

It is generally believed that the geodynamo works in the so-called strong-field regime, where substantial part of the Coriolis force is balanced by the Lorentz force. In this regard, the ratio of the two forces defined as the Elsasser number, λ , is used as a measure of the strength of the dynamo-generated magnetic field. In the strong-field dynamo, it is reasonably hypothesized that λ is about unity in the Earth's core. From geomagnetic field observations, however, λ at the core-mantle boundary (CMB) is of the order of 0.1. It is suggested that the geomagnetic field in the outer core is much stronger than that at the CMB. On the other hand, from numerical dynamo models, the volume averaged Elsasser number can be as large as 100. Thus doubt has been casted on validity of the hypothesis of order-one-Elsasser-number.

In this study, we have obtained a strong-field dynamo using dynamo simulation with the following parameter set: Ekman number, $E = 10^{-5}$, magnetic Prandtl number, $Pm = 2$, Rayleigh number, $Ra = 3 \times 10^7$, and Prandtl number, $Pr = 1$. In the dynamo solution, the Elsasser number is 1.6, while the magnetic Reynolds number is 76, somewhat smaller than that of the Earth's core. Notably, the magnetic energy is more than 55 times larger than the kinetic energy, indicating that the inertia is minor compared with the magnetic effect. Also, effects of strong self-sustained magnetic field on evolution of core dynamo are investigated. From the present result, it is suggested that the strong-field dynamo is likely when the inertial force as well as the viscous one is sufficiently small compared with the Lorentz force. Such a condition should be well satisfied in planetary core.

キーワード: ダイナモ, 強磁場, エルザッサー数

Keywords: dynamo, strong-field, Elsasser number

SEM036-05

会場:301B

時間:5月26日 15:15-15:30

回転球殻 MHD ダイナモに対する初期磁場の影響

The effects of the initial magnetic field on MHD dynamo in a rotating spherical shell

佐々木 洋平^{1*}, 竹広 真一², 倉本 圭³, 林 祥介⁴

Youhei SASAKI^{1*}, Shin-ichi Takehiro², Kiyoshi Kuramoto³, Yoshi-Yuki Hayashi⁴

¹ 京都大学 理学研究科 数学教室, ² 京都大学 数理解析研究所, ³ 北海道大学理学院宇宙物理学専攻, ⁴ 惑星科学研究センター
¹Department of Mathematics, Kyoto Univ., ²Research Inst. Math. Sci., Kyoto Univ., ³Dept. Cosmospice, Hokkaido Univ.,
⁴Center for Planetary Science

天体固有磁場の生成維持機構を調べることを目指した三次元回転球殻内の力学的ダイナモ計算のパラメータ研究では、強い磁場を初期に置く、あるいは外部磁場をかけた状態で磁気対流計算を行なった後に、ダイナモ計算へ切り替える、という手法をとっており、その結果として強磁場ダイナモ解を得ているものが多い。しかしながら、幾つかの研究で指摘されているように、自励的な磁場生成維持が成立するか否かは磁場の初期値に依存している可能性がある。

そこで、本研究では初期磁場の大きさを変えた数値実験を行い、実際に実現する解に違いが出るかを調べた。力学的境界条件として球殻両端が滑り無し条件の場合 (以下, RR) と、球殻下端が滑り無し条件、球殻上端が応力無し条件の場合 (以下, FR) の二通りを考え、熱的境界条件として温度固定境界条件、磁場の境界条件として球殻外部および内核は不導体とした。パラメータ設定は、プランドル数を 1、エクマン数を 10^{-3} 、球殻の内径外径比を 0.35 に固定し、磁気プランドル数を 1 - 20、レイリー数を臨界値の 1.5 - 10 倍まで変えた。数値計算は、初期段階で磁場のない熱対流計算を行ない統計的平衡状態を求め、得られた対流場に対して双極子磁場を付与することでダイナモ計算を実行した。付与した双極子磁場は、統計的平衡状態の熱対流の運動エネルギーと付与した双極子磁場の磁気エネルギーを比較して

- (a) 磁気エネルギーが運動エネルギーに比して二桁大きい場合
 - (b) 磁気エネルギーが運動エネルギーと等しい場合
 - (c) 磁気エネルギーが運動エネルギーに比して二桁小さい場合
- の 3 通りである。

結果は以下の通りである:

(1) 力学的境界条件によらず、初期磁場の磁気エネルギーが小さいほどダイナモ解が成立するためには磁気プランドル数をより大きくする必要がある。

(2) 力学的境界条件が RR の場合には、得られた解は全て ² ダイナモである。

(3) 力学的境界条件が FR の場合には、初期磁場の磁気エネルギーが初期場の運動エネルギーとくらべて (a) 大きい場合、あるいは (b) 等しい場合には、² ダイナモ解が成立するのに対して、(c) 初期磁場が小さい場合には、二層構造のダイナモ解が成立する。またダイナモ解が成立するためには (a), (b) の場合とも、RR の場合より大きな磁気プランドル数が必要である。

キーワード: 回転球殻対流, MHD ダイナモ, 初期磁場

Keywords: Convection in a rotating spherical shells, MHD dynamo, Initial magnetic field

SEM036-06

会場:301B

時間:5月26日 15:30-15:45

地球コア内における非等方熱拡散率の影響の緯度依存性

Latitudinal dependence of some effects of anisotropic thermal diffusivity in the Earth's core

松島 政貴^{1*}

Masaki Matsushima^{1*}

¹ 東京工業大学

¹Tokyo Institute of Technology

It is likely that turbulent motions occur in the Earth's fluid outer core with very small molecular viscosity. Such small-scale flows, which are highly anisotropic because of the Earth's rapid rotation and a strong magnetic field, can enhance a large-scale thermal diffusive process in the core. This suggests that a thermal eddy diffusivity should not be a scalar but a tensor. We have been carrying out numerical simulations of magnetohydrodynamic (MHD) turbulence in a rapidly rotating system to investigate the effect of anisotropy on dynamics in the core, by prescribing elements of anisotropic thermal diffusion tensor.

We have found that a certain degree of anisotropy has an insignificant effect on the character, like kinetic and magnetic energy, of magnetoconvection in a small region with periodic boundaries in the three-directions. However, in a region with top and bottom rigid boundary surfaces, the same degree of anisotropy can enhance kinetic and magnetic energy in magnetoconvection depending not only on prescribed anisotropic tensor diffusivity but also on location of the computational region expressed in terms of direction of gravity, or latitude. This implies that anisotropic tensor diffusivity, consequent on the anisotropy of turbulent flows, affects dynamics in the core near the boundary surfaces depending on the latitude.

Keywords: anisotropic diffusivity, magnetoconvection, Earth's core

SEM036-07

会場:301B

時間:5月26日 15:45-16:00

IGRF 11 の経年変化モデルの評価とその結果による広域磁気異常の年度化成分 Evaluation of secular variation models of IGRF11 and its application to an epoch reduction of magnetic anomalies

植田 義夫^{1*}
Yoshio Ueda^{1*}

¹ コスモグラブ (株)

¹Cosmograv Co., Ltd

全磁力磁気異常とは観測された全磁力成分から地球の核に起因する標準磁場の全磁力を除去したものと定義される。この標準磁場として IAGA により IGRF11 を用いることが勧告されている。今回、この IGRF11 の経年変化モデルについて、日本付近での地磁気観測所での観測結果との比較を行い、経年変化モデルの評価を行った。観測所は日本及び周辺諸国の 12ヶ所の観測所のデータである。その結果、経年変化の近似は、大きいところで 150nT (柿岡) 少ないところでも 70nT (ウラジオストーク) の誤差があることが確認された。このような比較結果は、全磁力磁気異常が観測年毎に変化しているということでもある。

一方、日本近海では 1960 年代の後半からプロトン磁力計による海上磁気測量が実施されている。従来、これらの成果をもとに、磁気異常図が作成されているが、それらは観測年における磁気異常値をコンパイルしたものであり、年度化成分処理がなされていない。しかし、測量年度のことなるデータを用いた場合には、同じ海域でも、磁気異常のギャップが生じるため、不自然な異常パターンが描画される。実際には、このような現象を避けるために、短波長成分を除去するなどの処理がなされていると推測される。このような磁気異常図は定性的議論ではあるていどの役割を果たせるが、具体的な構造解析に用いる際には、誤差を生じさせる結果となる。

今回は、磁気異常の年度化成分の重要性を提起するとともに、その方法の提案、ならびにそれによる、2000.0 年度に化成した広域磁気異常図を作成した。その方法の流れは、IGRF11 による各観測所での磁気異常値をフーリエ級数で近似する、任意の観測点、観測年における年度化成分補正値を求めるため、観測所での 2000.0 年と観測年の磁気異常の差を求める、複数の観測所での補正量の経緯度の多項式近似により、観測点での補正値を補間する、となる。このような手法で日本近海の 2000.0 年度に化成した広域磁気異常図を紹介する。

キーワード: 磁気異常, IGRF 11, 経年変化, 広域磁気異常図, 年度化成分

Keywords: magnetic anomaly, IGRF11, secular variation, Regional magnetic anomaly map, Epoch reduction

SEM036-08

会場:301B

時間:5月26日 16:00-16:15

恐竜磁気学事始め Beginning of Dinosaur Magnetism

新妻 信明^{1*}, 東 洋一², 野田芳和²
Nobuaki Niitsuma^{1*}, Yoichi Azuma², Yoshikazu Noda²

¹ 静岡大学理学部地球科学教室, ² 福井県立恐竜博物館

¹Institute of Geosciences, Shizuoka Univ., ²Fukui Prefectural Dinosaur Museum

福井県勝山市の手取層群上部の北谷層からは、鳥脚類の草食恐竜イグアノドン(全長4.7m)をはじめ大型草食の竜脚類 Fukuititan nipponensis (全長10m)そして肉食の獣脚類 Fukuiraptor kitadaniensis (全長4.2m)など恐竜骨格化石が産出している。これらの恐竜化石の顔ぶれは、米国や欧州そして中国、南米などで発見されている構成と共通しており、白亜紀における恐竜の進化と移動経路の解明が待たれる。古地磁気は、大陸移動を直接証拠付ける重要な情報であり、恐竜産地からの恐竜生息当時の古地磁気を知ることができれば汎世界的検討の促進に貢献するであろう。

恐竜骨格を産する堆積層の堆積面には足跡化石が多数産出する。足跡化石は、恐竜の巨体が堆積面を変形させた記録である。堆積層が変形前に当時の地磁気方向に磁化していれば、足跡は磁化方向に変化をもたらすと同時に、踏み固められる際に磁化することも考えられる。足跡変形と堆積層の磁気測定を詳細に対応させて検討すれば、足跡形成が堆積層の磁気にどのような変化をもたらしたか、そしてそれらの磁気記録が現在まで保存されているかを知ることができ、足跡形成前や形成時の地球磁場方向を特定できるであろう。また、堆積層の変形の詳細な定量解析から、恐竜の体重や足や指への力の懸り具合とともに恐竜の生息していた環境を知る手掛かりが得られることが期待される。このような新たな研究分野を「恐竜磁気学 Dinosaur Magnetism」と呼ぶことにする。

ここに述べる恐竜磁気学の最初の研究は、福井県恐竜博物館発掘現場から採取した肉食恐竜獣脚類の右後脚足跡が残された幅30x40cm厚さ数cmの砂岩層について行った。砂岩層に挟在する泥薄層は水に触れると膨潤して剥離するので、切断には水を用いず、灯油を使用した。不定形の試料を定方位切断するために下面を歯科用石膏で固め、石膏の底面を基準面としてダイヤモンドカッターで2立方体に定方位切断し、磁気測定試料とした。450個の切断試料を40mTまで10mT毎の段階交番磁場消磁後の自然残留磁気NRM・22uTにおける帯磁率異方性・29uTと40mTの非履歴残留磁化ARMを40mTまで10mT毎に段階交流磁場消磁してメトバ社製全自動古地磁気測定機NP2で測定した。

消磁前の自然残留磁気強度は1.5E-6kA/mであり、測定雑音1.2E-7kA/mよりも十分強く恐竜磁気学の検討が可能である。ただし、定方位切断のために使用した石膏の磁気強度が1.5E-5kA/mと試料の約10倍強いことが判明したので、石膏を除去して測定した。

帯磁率異方性の最大主軸は南東方向上向き、中間主軸がほぼ水平で北西-南東、最小主軸は北東偏り上向きで、北東から南西方向への流向を示している。

非履歴残留磁化は3.5E-6kA/mと自然残留磁気の数倍強いが、40mTで殆ど消磁される。

測定したのは、獣脚類の右足跡化石である。獣脚類は後脚で2足歩行するため、片足に全体重が懸るが、測定した足跡の第2指と第3指の付け根付近を中心として円形に堆積層が下方に撓んでおり、ここに全体重が懸ったことを示している。また、堆積層下面にも3本の指跡に対応する突出があり、足跡変形が堆積層全体に及んでいることを知ることができる。

堆積層は上層が細粒砂岩で下層が極細粒砂岩からなり、その間に薄い泥岩層が挟まる。下層には泥の葉理があるが、複雑に変形している。上面と底面にも泥層があるが、採掘現場でこれらの泥層が剥離して足跡化石が発見された。

測定試料の足跡変形は、上面の3本の指による下方変形と指の間の上方向の変形、上下砂層の変形・破断・噴出、そして底面の下方変形などが観察できる。これらの変形に対応させて自然残留磁気方向とその消磁経路および帯磁率異方性そして非履歴残留磁化を検討した。

一様な再磁化を被っていないことは、足跡試料全体が一様な自然残留磁気を有しておらず、境界をもって消磁経路が急変することによって明らかになった。特に第二指と第三指の間の盛り上がり部は残留磁気方向が一定するのみならず、消磁しても方向を変化させないことは周囲と明確に異なっている。この部分は堆積層が下方に撓んでいる中心に当たり、数トンの恐竜の全体重が懸った位置で、指によって押し退けられた砂層が上方に押し上げられたが、指の間の水状の膜に抑え込まれ、プレス加工されたように堆積物の間隙がほぼ完全に消失し、殆どの磁性鉱物が固定してしまったのであろう。

足跡変形と直接対応する残留磁気方向の相違と磁化機構を推定できたことは、恐竜が歩いた時の変形時に変化させられた堆積層の残留磁気が発見されていることを示しており、この方向から恐竜生息当時の地球磁場を知ることが可能であるとともに、恐竜の歩行について新たな検討が可能であることを示している。

キーワード: 恐竜, 獣脚類, 足跡化石, 古地磁気, 手取層群, 石膏

Keywords: Dinosaur, Theropods, footprint, paleomagnetism, Tetori Group, gypsum

SEM036-09

会場:301B

時間:5月26日 16:30-16:45

古地磁気試料のサンプリングにおける方位誤差とその影響 Orientation errors in paleomagnetic sampling and their effects

河野 長^{1*}

Masaru Kono^{1*}

¹ 東京工業大学グローバルエッジ研究院

¹Tokyo Institute of Technology

古地磁気研究に用いられる試料を採集するために、エンジンドリルによって岩石から円柱状のコアを切り出すことがよく行われる。この場合、現場において2つの角度(円柱軸の水平面からの傾きと、コア内の任意の水平方向と北との角度)を測定しておけば、のちに残留磁化方位を地理的な方位に変換することができる。この角度の測定を1度程度の誤差で行うことはそれほど困難ではない。古地磁気方位を求める際の誤差は普通 Fisher の95%信頼限界によって表されるが、この値はかなり良い場合でも数度から10度程度であり、したがって試料の方位誤差は充分小さいように思われる。

しかしこの考えは正しくない。水平面からの傾きについては問題ないが、水平面内の角度はしばしば磁気コンパスを用いて測定されており、これが大きな誤差を含む可能性がある。特に火山岩のサンプリングにおいては、火山岩自体の磁化が大きな磁気異常を作り出して、方位に大きな誤差を引き起こす可能性がある。このことはしばしば気づかれていたが、これまでは適当なデータがないために定量的な見積りをするのが困難であった。

今回、アイスランド Lundarhals 地域において採集された溶岩182枚、試料数903個という大量のデータが得られた。このうち200個以上については、同一試料について磁気方位だけでなく、太陽の位置から決めた方位と地形上の参照点から決めた方位も求められている。また600個以上については磁気方位と地形方位の双方が得られており、磁気方位だけしかない試料は30個に過ぎない。これらの大量のデータを詳しく検討したところ、以下の諸点が明らかになった。

(1) 太陽による方位と地形参照による方位の差は 0.0 ± 0.6 度(平均と標準偏差、以下同じ)である(試料数 $n=203$)。これは他の誤差に比べて無視しうる程度に小さい。すなわち、このいずれかの方位が測定できた場合には、方位誤差は無視することができる。

(2) 太陽による方位と磁気方位の差は 0.5 ± 7.8 度($n=240$)、地形参照方位と磁気方位の差は 0.0 ± 6.9 度($n=844$)に達する。古地磁気永年変化から求められる平均方位の角度分散が十数度から二十数度であるから、これらの誤差は永年変化解析において無視できない影響を与える可能性がある。

(3) 一般に、磁気方位のずれは溶岩ごとに系統的に変化しているように見られる。すなわち、磁気方位の誤差の原因は溶岩自体の磁化であると結論できる。

(4) 磁気方位の誤差と、溶岩の磁化との関係はあまり判然としない。最も相関がはっきりしていると思われる西に開いた谷では、方位誤差と最大の相関を与える方向は北向きで水平よりややした向きという結果が得られているが、これに一般性があるかどうかは分からない。

キーワード: 古地磁気, 火山岩, 方位測定誤差, 古地磁気永年変化

Keywords: paleomagnetism, volcanic rocks, orientation error, paleosecular variation

SEM036-10

会場:301B

時間:5月26日 16:45-17:00

アイスランド Sudurdalur 地域溶岩から推定される過去 400-600 万年前の古地磁気強度 Geomagnetic field intensity inferred from 4-6 Ma lava sequences in Sudurdalur area, Iceland

山本 裕二^{1*}, 畠山 唯達²

Yuhji Yamamoto^{1*}, Tadahiro Hatakeyama²

¹ 高知大学, ² 岡山理科大学

¹Kochi University, ²Okayama University of Science

河野 長氏・田中 秀文氏らにより、1993年と1994年の夏にかけて、アイスランドの4つの地域に分布する489枚の溶岩から各5本の定方位古地磁気試料が採取された。このうち、北部地溝帯の東方約80kmに位置するSudurdalur地域からは、Sudurdalur川に沿って約10km離れたMA, MBセクションの47枚および52枚の溶岩から試料が採取された。これらの試料のK-Ar年代測定は宇田川(1997)、古地磁気方位測定はKitagawa(1998)によって行われた。宇田川(2000)は両者の結果を総合し、古地磁気測定結果はC3An.1nからCochiti Normal Subchronまでの磁気層序と対比できると結論した。Lourens et al. (2004)に基づく、年代としては4.187-6.252 Maの期間にあたる。今回はこれらの試料に「低温消磁二回加熱ショー法」を適用した古地磁気強度絶対値測定を行ったので、その結果について報告する。

まず、試料の岩石磁気特性を精査するため、各溶岩から1個の試料を選び、磁気ヒステリシスパラメーターの測定と熱磁気分析(空气中加熱)を行った。ヒステリシスパラメーターは、Day Plot (Day et al., 1977) 上でMrs/Msは約0.2を中心に、Brc/Bcは約2.0を中心とした分布を示し、主に単磁区・多磁区マグネタイト磁性粒子混合モデル曲線(Dunlop, 2002)の上に分布した。熱磁気分析の結果は、多くの溶岩において、500以上のキュリー温度をもつチタノマグネタイトが主磁性鉱物であることを示唆したが、(チタノ)マグヘタイトの分解・酸化を示唆するコブ状の変化が加熱カーブに見られる溶岩もあった。このような溶岩は、自然残留磁化が二次的な低温酸化による化学残留磁化の「汚染」を受けている可能性があるため、古地磁気強度絶対値測定には不適であると判断した。

岩石磁気測定の結果を踏まえ、MAセクションからは41枚の溶岩、MBセクションからは36枚の溶岩について古地磁気強度絶対値測定を行った。それぞれ145個および117個の個別試料について測定を行い、一定の基準を満たす合格結果として、MAセクションからは82個、MBセクションからは58個が得られた。全体での「合格率」は53パーセントと計算される。それぞれの溶岩について(1)3個以上の個別試料から合格結果が得られ、(2)これらの測定値の標準偏差が平均の15パーセント以内に収まるという条件を課したところ、両セクション合わせて18枚の溶岩からの測定結果平均値が選別された。これらから計算される仮想地磁気双極子モーメント(VDM)の平均値は $3.88 \times 10^{22} \text{ Am}^2$ 、標準偏差は $1.86 \times 10^{22} \text{ Am}^2$ である。

今回得られたVDM平均値は、現在の地磁気双極子モーメントの大きさの約半分である。また、Yamamoto and Tsunakawa (2005) および Yamamoto et al. (2007) によって、南半球に位置するフレンチポリネシア・ソサエティ諸島火山岩から「低温消磁二回加熱ショー法」による0.5-4.6 MaのVDMが得られているが、今回と同条件では23個のVDMが選別され、その平均値は $3.20 \times 10^{22} \text{ Am}^2$ 、標準偏差は $2.21 \times 10^{22} \text{ Am}^2$ である。年代が完全に対応するわけではないが、これらの値は今回得られた結果と調和的である。したがって、北半球・南半球の両地域のデータから、過去数百万年程度の期間については、地磁気強度絶対値の時間平均は現在の約半分程度であったことが示唆される。

SEM036-11

会場:301B

時間:5月26日 17:00-17:15

コロンビアリバー玄武岩における古地磁気強度に対する接触テスト Testing paleointensity determinations in a contact aureole of the Columbia River Basalt

福間 浩司^{1*}, 齋藤 武士²
Koji Fukuma^{1*}, Takeshi Saito²

¹ 同志社大学理工学部, ² 信州大学国際若手研究者育成拠点
¹Dept. Env. Sys. Sci., Doshisha Univ., ²IYREC, Shinshu University

残留磁化が過去の地球磁場を記録しているか否かを確認するために、方向の古地磁気データは実験室での消磁実験に加えて、通常褶曲テストや逆転テストなどの野外テストによって検討される。しかし、古地磁気強度データに対しては野外テストは通常適用されていない。テリ工法については複雑な実験手順が提案され、データを選択するための詳細な基準が設けられているが、古地磁気強度データに対する信頼性の高い野外テストの不在は、テリ工法を初めとする古地磁気強度データに疑問点を残す現状となっている。強度データに対して適用できる可能性がある野外テストとして接触テストが挙げられる。

中新世のコロンビアリバー玄武岩のメイビュー岩脈とそのまわりの接触変成帯について古地磁気強度測定を行った。幅約2メートルのメイビュー岩脈はコロンビアリバー玄武岩の一部であるN2のグランドロンド玄武岩に貫入している。厚さ1cmの急冷ガラス層が岩脈と母岩の接触面に沿って観察される。2-3mmの厚さにスライスした試料片を作製し熱磁気分析を行った。キュリー温度は岩脈と母岩の両方で接触面からの距離に応じて急速に1つのhand sample内でも変化する。ガラス層の試料は高チタン含有率のチタノマグネタイトのキュリー温度(~150)を示すが、非ガラス試料はマグヘマイト化を受けその割合は接触からの距離に従って減少する。母岩の玄武岩のキュリー温度は接触面から離れるにつれて減少するが、接触面に最も近い試料はマグネタイトのキュリー温度(~580)を示す。

強くマグヘマイト化した岩脈や母岩の試料は見かけ上非常に低いもしくは時に負の古地磁気強度の値を示す。これらの異常値は、テリ工法における加熱時の変質によるものと考えられる。テリ工法の各温度ステップで測定した初磁化率の値も温度の上昇とともに急激に大きくなる。マグヘマイト化をほとんど示さない岩脈のガラス層の試料は、現在の地球磁場強度よりも低い比較的高い古地磁気強度の値を示す。接触面に最も近い母岩の玄武岩試料はガラス質の岩脈の試料と同様の古地磁気強度の値を示す。このことは、岩脈貫入時の地球磁場強度が岩脈と母岩の両方に記録されていることを示唆している。

キーワード: 古地磁気強度, テリ工法, 野外テスト, 岩石磁気学
Keywords: paleointensity, Thellier method, field test, rock magnetism

SEM036-12

会場:301B

時間:5月26日 17:15-17:30

瑞浪層群，中期中新世堆積物(生俵層)の古地磁気 Paleomagnetism of the Middle Miocene sediments (Oidawara Formation) of the Mizunami Group, central Japan

星 博幸^{1*}, 加藤大貴²
Hiroyuki Hoshi^{1*}, Daiki Kato²

¹ 愛知教育大学理科教育講座地学領域, ² 愛知教育大学初等教育教員養成課程理科

¹Aichi University of Education, ²Aichi University of Education

Oriented 1-inch cores were collected from 42 stratigraphic horizons of the Middle Miocene marine sedimentary sequence of the Oidawara Formation, uppermost lithological unit of the Mizunami Group. Magnetic measurement with detailed alternating-field and thermal demagnetizations revealed a magnetic polarity stratigraphy that divides the sedimentary sequence into three polarity zones (lower reversed, middle normal, and upper reversed). This dominantly reversely magnetized sequence can safely be correlated to Chronozone C5Br as the sediments are dated at approx. 15.8-15.6 Ma based on diatom biostratigraphy. The reversed polarity characteristic remanent magnetization (ChRM) directions determined by principal component analysis of stepwise demagnetization data have a SSW declination (approx. 200 deg) after gentle tilt correction, indicating clockwise paleomagnetic rotation. This is consistent with existing paleomagnetic data from the Early Miocene sediments underlying the Oidawara Formation that display more deflected declination. The detected clockwise paleomagnetic rotation is attributed to the clockwise tectonic rotation of the SW Japan arc associated with the Japan Sea opening as has so far been suggested, and the Oidawara Formation records the paleomagnetic information in the course of the clockwise tectonic rotation. The reversed polarity ChRM inclination is significantly shallower than expected at the latitude of the studied area, probably due to inclination shallowing of detrital remanent magnetization. The normal polarity ChRM directions exhibit a northerly declination and a moderate inclination, possibly influenced by a viscous magnetic component that cannot completely be erased by demagnetization.

Keywords: paleomagnetism, Miocene, Oidawara Formation, Mizunami Group, magnetostratigraphy, tectonic rotation

SEM036-13

会場:301B

時間:5月26日 17:30-17:45

横浜市南部に分布する上総層群大船層に記録されたオルドバイ上限境界における地磁気変動

An upper Olduvai polarity transition record from the Ofuna Formation, Kazusa Group, in Yokohama, central Japan

楠 稚枝^{1*}, 岡田 誠², 鴨志田 健伍¹, 野崎 篤¹, 間島 隆一¹

Chie Kusu^{1*}, Makoto Okada², Kengo Kamoshida¹, Atsushi Nozaki¹, Ryuichi Majima¹

¹ 横浜国立大学, ² 茨城大学

¹Yokohama National University, ²Ibaraki University

We report a detailed geomagnetic record including direction and proxies of paleointensity at around the upper Olduvai polarity transition from an on-land core, named as Core-I, drilled by Yokohama National University at Segami, southern part of the Yokohama City. The 105 meters length core covers a part of the Ofuna Formation, Pleistocene marine sequence, consisting of massive siltstone intercalating ash and thin sand layers. Two ash layers detected at depths of 9 and 27 meters below the surface have been correlated with Kd38 and Kd39 respectively, which are key tephras recognized in Japan as indicating ages just above the upper Olduvai boundary.

1-inch diameter mini-cores were taken for paleomagnetic and rock-magnetic measurements using a core-piker at 452 stratigraphic levels from Core-I between 75 and 105 meters with intervals of 2 to 10 cm thickness. Measurements for stepwise alternating field demagnetization (AFD) from 5 mT up to 60 mT with 5 mT steps, anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), and anhysteretic remanent magnetization (ARM) were conducted for specimens at all the 452 levels, and stepwise thermal demagnetization were done for selected 30 specimens. As the results, at most of the specimens, secondary components were removed up to 25 mT and/or 250 degree C levels and characteristic remanent magnetization (ChRM) components were extracted. The upper Olduvai polarity transition was detected between 82 and 87 meters corresponding with a 7 kyrs time span between 1784Ka and 1777Ka, which were derived by an age model using oxygen isotopic analyses.

キーワード: 古地磁気, 地磁気反転, オルドバイ正磁極亜期, 地磁気強度変化

Keywords: paleomagnetism, geomagnetic polarity transition, Olduvai subchron, geomagnetic paleointensity

SEM036-14

会場:301B

時間:5月26日 17:45-18:00

ジャワにおけるマツヤマ - ブリュンヌ地磁気逆転磁場の特徴 Matuyama-Brunhes polarity transition features from Sangiran, Java

兵頭 政幸^{1*}, 北場 育子¹, 松浦 秀治², 竹下 欣宏³, 近藤 恵², 熊井 久雄⁴
Masayuki Hyodo^{1*}, Ikuko Kitaba¹, Shuji Matsu'ura², Yoshihiro Takeshita³, Megumi Kondo², Hisao Kumai⁴

¹ 神戸大学, ² お茶の水女子大学, ³ 信州大学, ⁴ 大阪市立大学

¹Kobe University, ²Ochanomizu University, ³Shinshu University, ⁴Osaka City University

Detailed features of the Matuyama-Brunhes (M-B) polarity reversal transition are obtained from a 7-m thick section of fluvio-lacustrine sediments in Sangiran, Java. Besides the previously reported multiple short reversal episodes, relative paleointensity (RPI) was determined with magnetizations of sediments whose magnetic carriers are magnetite (titano-magnetite) and hematite. RPI was calculated with the same coercivity spectra of natural remanent magnetization (NRM) and normalizers. We used a component of NRM demagnetized in a peak alternating field (AF) of 30 mT subtracted by NRM demagnetized in a peak AF of 100 mT (NRM30-100). Two normalizers were used; one is anhysteretic remanent magnetization (ARM) demagnetized in a peak AF of 30 mT (ARM30), and the other is isothermal remanent magnetization (IRM) demagnetized in a peak AF of 30 mT (IRM30). ARM was imparted with a peak AF of 100 mT superimposed on a DC biased field of 50 μ T. IRM was imparted with a DC field of 100 mT. Therefore, not only NRM30-100 but also ARM30 and IRM30 are mainly carried by magnetite, and scarcely contributed by hematite whose remanent coercivity is higher than 100 mT. Magnetic data of 3 to 5 specimens per horizon were averaged. The horizon mean NRM30-100 value varies by 320 times. On the other hand, the horizon mean values of NRM30-100/ARM30 and NRM30-100/IRM30 (RPI proxies) vary by only 13 and 10 times, respectively, being consistent with the range of observed RPI variations across the polarity transition. The two RPI proxy curves quite well agree with each other, showing double minima. The first RPI minimum occurred between the first two short reversal episodes, and the second one in a broad range from the main polarity boundary to the third short episode, followed by a rapid increase in RPI. The RPI variation pattern is quite similar to that of the M-B transition record from rapidly deposited (50-60 cm/ka) sediments of Osaka Bay, Japan. Four excursions with VGP latitudes lower than 45 degrees were observed just before the main polarity boundary. The VGPs are distributed in the western south Pacific, overlapping the VGP cluster of the transitional fields from Hawaiian lavas Ar/Ar dated at 776 ka in average, and a Canary Island lava Ar/Ar dated at 780 ka. The base of the M-B transition lies about 5 m above the tektite horizon, which confirms the transition is distinct from the precursor event.

キーワード: 地磁気逆転トランジション, マツヤマ - ブリュンヌ, 相対古地磁気強度, ジャワ, トランジション VGP
Keywords: geomagnetic polarity transition, Matuyama-Brunhes, relative paleointensity, Java, transitional VGP

SEM036-15

会場:301B

時間:5月26日 18:00-18:15

「琵琶湖北湖、近江舞子沖第二湖盆と今津沖第一湖盆最深部で採取した極表層堆積物の磁気的特性の比較」

Comparison of magnetic properties of topmost sediments at the first and second depressions in North Basin of Lake Biwa

浅見 智子^{1*}, 石川 尚人¹, 石川 可奈子²

Tomoko Asami^{1*}, Naoto Ishikawa¹, Kanako Ishikawa²

¹ 京大・人間環境, ² 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

¹ Graduate School of Human and Environment, ² Lake Biwa Environmental Research Institute

琵琶湖湖底の極表層堆積物を対象にして、磁気的特性への初期続成作用の影響の解明とそれを考慮した上での磁気的特性の変化に基づく環境変動解析を目的とした研究を行っている。今回は、琵琶湖北湖、近江舞子沖 (Ie-1、水深 71m: 堆積速度 1 mm/yr) で採取した堆積物コアの磁気特性解析の結果と、昨年報告した琵琶湖今津沖の北湖最深部 (N4、水深 91 m: 堆積速度 1-2 mm/yr) の堆積物の磁気特性との比較検討結果を報告する。

琵琶湖北湖は、温度躍層の形成に伴い夏季から秋季にかけて湖水が成層する停滞期と成層してない全循環期を一年で繰り返し、それにより湖底の水質は変動する。Ie-1 と N4 とでは、溶存酸素濃度 (DO) は 2-4 月に極大期となり、いずれも 8-9 mg/L になるが、10-11 月の極小期には、N4 では 1 mg/L 以下になるのに対して、Ie-1 では 4 mg/L 程度までに留まる。植物プランクトン現存量の目安であるクロロフィル a 量は、N4 では 2 月に約 4 μ g/L の極大値になるのに対して、Ie-1 では 3 月に極大となり、約 9 μ g/L と高い値をとる。一方、湖底水温は両地点とも年間を通して大きく変化はせず、Ie-1 では約 7.8-8.3、N4 では約 7.5-8 である。

Ie-1 において、2008 年 11 月、2009 年 3 月、6 月に、HR 型採泥器を用いて 13-30 cm の堆積物コア試料を採取した。試料は N4 とほぼ同様の黒色から暗緑灰色からなる均質な極細粒シルトであった。土色測定からは、約 18 cm 深までは N4 よりやや明るい岩相であることが示された。コア試料から 1 cm 間隔で連続的に実験用試料を採取し、凍結乾燥させた後、岩石磁気学的実験に用いた。

低温・高温磁気特性解析の結果、N4 と同様に Ie-1 の堆積物中の主な強磁性鉱物は、マグヘマイト化したマグネタイトであることがわかった。深度方向の磁気的特性の変化から、3つのユニット (A、B、C) に分けられることがわかった。Unit-A (0~約 12 cm 深) では保磁力の減少が見られた。Unit-B (12~20 cm 深) C (20~30 cm 深) では、強磁性鉱物の量の減少と磁気的粒径の増加が示唆された。ユニット毎の磁気的特性の挙動は N4 と同じであるが、ユニット境界の深度は Ie-1 の方がそれぞれ約 2 cm ほど深くなる傾向が認められた。

磁性鉱物の量の指標である ARM、Mrs、Ms では、全ユニットにおいて ARM 以外は N4 よりも低い値を示す傾向が認められ、特に ARM と Mrs の差が顕著であった。常磁性・反磁性鉱物の量の指標となる高磁場磁化率には差が認められないことから、Ie-1 の方が強磁性鉱物の量が少ないことが示唆される。しかし、ARM はほぼ同様で Mrs と Ms の差が顕著であることは、超常磁性粒子の量に差がある可能性も考えられる。

磁気的粒径の指標とされるパラメータ比においては、Mrs/ARM はほぼ同様の値であったが、ARM/Mrs、Ms/ARM は、Ie-1 の方がやや高い値を示した。よって、Ie-1 の方がやや細粒であることが示唆される。

保磁力の指標である Hc、Hcr、S-0.1T では、Hc はほぼ同じ値であったが、Hcr、S-0.1T は Unit-A において顕著な差があり、Ie-1 の方が低保磁力であった。この保磁力の違いの原因を磁性鉱物の粒径の違いと考えたと、上記の磁気的粒径の指標からの示唆と矛盾する。保磁力を変化させる要因としてマグネタイトのマグヘマイト化の割合が考えられる。等温残留磁化の極低温下での強度変化に認められるマグネタイトのフェルベール点での強度変化の明瞭さを比較すると、DO が両地点において減少する時期の 2008 年 11 月に採取した試料のみ Ie-1 と N4 で違いが認められ、他の時期のものには違いは認められなかった。マグヘマイト化の割合には、2008 年 11 月以外は大きな差が無いように考えられる。

Unit-A での保磁力の深度方向変化には、N4 では季節変動が顕著に認められたが、Ie-1 では認められなかった。また、N4 の Unit-A-B では、29 K において特徴的な磁気的变化を示す磁性鉱物の存在が認められたが、Ie-1 では認められなかった。この磁性鉱物は現時点では不明であるが、シデライト (FeCO₃)、ロードクロサイト (MnCO₃)、ピビアナイト (Fe₃(PO₄)₂ · 8H₂O)、ピロタイト (Fe₇S₈) の可能性は低いと考えられる。

SEM036-16

会場:301B

時間:5月26日 18:15-18:30

琵琶湖の湖底堆積物の磁気特性と水理・気候変動との対応 Magnetic properties of Lake Biwa sediments responding to hydrological and climate changes for the last 46 kyrs

林田 明^{1*}, 山本 朋弘¹, 安田 雅彦¹
Akira Hayashida^{1*}, Tomohiro Yamamoto¹, Masahiko Yasuda¹

¹ 同志社大学

¹Doshisha University

Magnetic analysis of a piston core sample from Lake Biwa (BIW95-4) revealed that anhysteretic remanent magnetization (ARM) increases in the post-glacial stage and at interstadial intervals in the last glacial period (Hayashida et al., 2007). New core samples recovered from other sites in 2007 and 2008 reproducibly extended the ARM record back to 46 ka, featuring major interstadials of Dansgaard-Oeschger cycles and Heinrich events. It is thus suggested the magnetic mineral content in Lake Biwa sediments represents hydrological changes associated with climate changes.

We made rock magnetic analysis of the core sediments in order to identify magnetic minerals carrying the ARM and responding to the millennial-scale climate changes. Comparison of ARM acquisition curves up to 100 mT suggest that samples with higher ARM values are characterized by higher magnetic coercivity compared to low ARM samples, although the difference is not clearly distinguished by IRM acquisition over 100 mT. The variation of magnetic coercivity correlative to the ARM variation is also shown by measurement of hysteresis loops with a vibrating sample magnetometer. Hysteresis parameters displayed in a Day plot show that most data fall in the region of pseudo-single domain (PSD), where the samples with higher ARM provide lower H_{rc}/H_c and higher M_{rs}/M_s data. We suggest possibility that the ARM peaks were yielded by increased flux of fine-grained ferromagnetic minerals, such as pedogenic magnetite, possibly associated with enhanced precipitation during the interstadial intervals and the post-glacial period.

キーワード: 琵琶湖, 非履歴残留磁化, ダンスガード-エシュガー・サイクル

Keywords: Lake Biwa, anhysteretic remanent magnetization, Dansgaard-Oeschger cycles

SEM036-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

広島湾の堆積物中の磁性鉱物種と粒径の季節変化 Seasonal changes of magnetic minerals and their grain sizes in the Hiroshima Bay sediments

川村 紀子^{1*}, 石川 尚人²

Noriko Kawamura^{1*}, Naoto Ishikawa²

¹ 海上保安庁 海上保安大学校, ² 京都大学大学院人間・環境学研究科

¹Japan Coast Guard Academy, ²Kyoto University

広島湾では1970年代から渦鞭毛藻の異常発生による赤潮被害が報告されている。鉄は渦鞭毛藻にとって必須元素であり、二価や三価のイオン、もしくは鉄化合物として陸から海に供給されている。赤潮の被害予測のためには、広島湾での鉄の分布を調べることは重要である。これまでの海洋観測では特に夏季において、広島湾では海水の酸性化や還元化が観測されている。これは海水中の二酸化炭素濃度の増加や溶存酸素の低下が原因となっている。このような状態では、鉄酸化物は酸性下では溶解し、鉄硫化物が形成されることが知られている。広島湾での鉄の分布や存在形態の変化を調べるため、我々は堆積物中の鉄化合物の同定と、底層水や間隙水中の鉄量を測定した。試料は2010年6月から8月にかけて広島湾のいくつかの地点からマルチプルコアにて採取し、約5cmの堆積物を得た。これまでの海洋観測によると、これらの地点においてこの時期は底層水の水温は上昇し、溶存酸素濃度とpHの値は低下していることがわかっている。得られた試料の岩相は、水深の浅い地点で砂質シルトであり、比較的深い地点では、粘土質シルトであった。試料採取地点の底層水と試料中の間隙水は0.45マイクロメートルのフィルターでろ過し、これらの中の溶存態鉄量を測定した。堆積物については、磁気ヒステリシスと高温磁気測定を行った。この結果、全ての堆積物試料中には磁鉄鉱と赤鉄鉱の存在が認められたが、比較的還元的な底層水の分布する水深の深い地点においては磁硫鉄鉱が存在することが解った。またこれらの深い地点においては、磁氣的粒径は6月から8月にかけて増加しており、また底層水や間隙水中でも溶存態鉄量の値は高くなっていた。このことから、より還元な環境に移行する際に磁鉄鉱と赤鉄鉱は溶解して磁硫鉄鉱が形成され、磁氣的粒径や溶存態鉄量もこれに応じて変化したと考えられる。鉄は広島湾において短い期間においても敏感に環境変化に対応して、堆積物と海水の間を移動しているのかもしれない。

キーワード: 沿岸堆積物, 鉄, 磁性

Keywords: marine sediments, iron, magnetic properties

SEM036-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

琵琶湖湖底堆積物 (BIW08-B) から得られた 90-150ka の磁気特性変動と古地磁気記録 Paleomagnetic and rock magnetic records of 90-150ka obtained from sediment core BIW08-B in Lake Biwa.

小椋 裕介^{1*}, 石川 尚人¹, 林田 明², 竹村 恵二³

Yusuke Ogura^{1*}, Naoto Ishikawa¹, Akira Hayashida², Keiji Takemura³

¹京大・人環, ²同大・工・環境システム, ³京大・理・地球熱学研究施設

¹Grad. HES, Kyoto Univ., ²Dept. Environ. Sys. Sci., Doshisha Univ., ³Beppu Geo. Res. Lab., Kyoto Univ.

琵琶湖北湖中央部、沖島北方より採取された湖底堆積物コア (BIW08-B) の約 90-150ka の堆積層を対象として古地磁気学的・岩石磁気学的解析を行った。目的は、堆積物形成時の地球磁場変動を復元することと、磁気特性変動と気候変動との対応を探ることである。

コア長 100m の内 25.48-45.10m の層準を研究対象とした。この層準は約 90-150ka に相当する堆積層で Blake (Smith and Foster, 1969 など他多数) などのエクスカージョンが得られることが期待される。また、この試料は、酸素同位体比変動 (Imbrie et al., 1984) から推測されている氷期から間氷期への急激な温暖化を経験していると考えられる堆積層である。

高温および低温における磁気特性の測定より、堆積物に含まれる強磁性鉱物としてマグヘマイト化したマグネタイトとヘマタイトの存在が認められた。また、残留磁化および堆積物の磁気特性を担う主要な強磁性鉱物はマグヘマイト化したマグネタイトであることが分かった。

段階交流消磁実験により自然残留磁化の安定性を検討し、初期磁化率 () の異方性に基づくコア変形の評価を行なった。安定な残留磁化成分の伏角はコアを通じて概ね 30-60 °で変動し、平均伏角は地心双極子に基づくコア採取地点での期待値 54.7 °よりも低かった。このことより、堆積物が圧密の影響を受けた可能性が示された。

残留磁化方位と相対的古地球磁場強度の変動には、地磁気エクスカージョンを示唆する特異な変動が、約 93ka, 104-108ka, 133ka において認められた。年代的に Blake Event に対応する可能性があるが、得られた変動パターンは世界的に報告されている特徴とは異なった。

非履歴性残留磁化率 (ARM) と $ARM /$ の変動から、マグヘマイト化したマグネタイトの量の増大と粒径の細粒化、量の減少と粒径の粗粒化とが同調して起こることが示された。と $ARM /$ と種々の気候指標との対比より、温暖・湿潤な時期に対応して細粒な磁性鉱物の量が急減する変動が、約 101-105ka, 122-125ka, 132-136ka で認められた。

キーワード: 環境磁気学, 古地磁気学, 湖底堆積物

Keywords: Environmental magnetism, paleomagnetism, lake sediment

SEM036-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月26日10:30-13:00

人工残留磁化の熱消磁実験におけるマグヘマイト化したマグネタイトを含む堆積物の磁化挙動

Magnetic behaviors of sediments including maghemitized magnetite in thermal demagnetizations of artificial remanences

石川 尚人^{1*}, 林田 明², 谷川 喜彦¹, 竹村 恵二³

Naoto Ishikawa^{1*}, Akira Hayashida², Yoshihiko Tanigawa¹, Keiji Takemura³

¹京大・人環, ²同大・環境システム, ³京大・理・地球熱学研究施設

¹Grad. EHS, Kyoto Univ., ²Dept. Environ. Sys. Sci., Doshisha Univ., ³Beppu. Geo. Res. Lab., Kyoto Univ.

Low-temperature oxidized magnetite (maghemitized magnetite: Magh-Mt) has been recognized as a common magnetic mineral in sediments and soils. It is important to identify the presence of Magh-Mt and to clarify its magnetic property for environmental magnetic and paleomagnetic investigations on sediments and soils. We present results of thermal experiments performed on Magh-Mt bearing sediments, especially progressive thermal demagnetization (PTHD) experiments of artificial remanences. Analyzed samples were taken from a sediment core (BIW07-5) obtained by piston coring in Lake Biwa, central Japan. The core consisted of homogeneous lacustrine clay with 6 tephra layers. Freeze-dried clay samples were used for thermomagnetic experiments.

Low-temperature magnetometric results showed the presence of Magh-Mt in the clay samples. Warming curves from 5 to 300K of isothermal remanence (IRM) imparted at 5K in 1T after zero-field cooling showed a large decrease of IRM between 5 and 40K and suppressed Verwey transition of magnetite between 90 and 120K. As S-ratios (maximum field of 2.5T and back field of 0.3T) of the samples were higher than 0.965, Magh-Mt was regarded as a principal magnetic mineral.

PTHD experiments of artificial remanences in air and Ar were carried out for clarifying magnetic mineralogy. Samples were packed in small quartz cups. IRM was imparted along the cup axis in a DC field of 1.9T, and then anhysteretic remanence (ARM) was imparted perpendicular to the axis by a peak alternating-field of 100mT and a DC field of 0.1mT. PTHD up to 680 or 700°C were performed using a noninductively wound electric furnace in a six-layer mu-metal magnetic shield; the internal stray field was less than 5 nT. The initial magnetic susceptibility (X_0) was measured using a KLY-3S susceptibility meter at each demagnetization step.

During the PTHD in air, decay curves of ARM and IRM components showed inflections at about 280 and 360°C, respectively. The ARM components were unblocked at 620°C. The IRM components were unblocked at 680°C after small or no decrease at 620°C. X_0 decreased gradually up to 680-700°C. During the PTHD in Ar, the ARM components increased at 280°C, accompanied with increase of X_0 , and were unblocked at 560°C. The IRM components decreased at 560°C and were unblocked at 640-680°C. X_0 increased from 280 to 680-700°C. The ARM component is carried initially by Magh-Mt, and carriers of the IRM component are likely carried by Magh-Mt with higher coercivity and primary hematite. It is suggested that the conversion of Magh-Mt occur from 280°C and that magnetite converted during heating in Ar may acquire remanence newly or inherit remanence from parent Magh-Mt.

Additionally, PTHD experiments above 500°C in Ar were performed after demagnetizations in air at lower temperatures (200, 300, 400 and 480°C). Decay curves of ARM and IRM components above 500°C from samples demagnetized at 200°C in air were quite similar to the curves during the PTHD in Ar at all steps, indicating the complete conversion of Magh-Mt to magnetite. Samples demagnetized at 300-480°C in air provided the presence of remanence unblocked between 540 and 620°C during the PTHD in Ar. The amount of the unblocked remanence increased with increasing the demagnetization temperature in air. It is implied that a converted product from Magh-Mt during heating in air is stable for heating and carries the remanence unblocked up to 620°C.

A PTHD experiment of artificial remanences is a simple and useful method for identifying magnetic minerals. However, in the case of Magh-Mt bearing samples, it is inferred that decay curves of artificial remanences do not represent initial magnetic mineralogy because a converted product carries remanence during heating.

キーワード: マグヘマイト, 岩石磁気, マグネタイト

Keywords: maghemite, rock magnetism, magnetite

SEM036-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

琵琶湖湖底堆積物中に挟在するテフラの磁気特性 Magnetic properties of tephra in Lake Biwa sediments

山本 友里恵^{1*}, 竹村 恵二¹, 鳥居 雅之²

Yurie Yamamoto^{1*}, Keiji Takemura¹, Masayuki Torii²

¹ 京都大学, ² 岡山理科大学

¹Kyoto University, ²Okayama University of Science

本研究は、磁気特性に基づくテフラの同定法や噴出起源を探る手法を検討し、含有磁性鉱物種と火山現象との関連を探ることを目的として、複数のテフラについて数種類の岩石磁気学的実験を行った。テフラ試料は、琵琶湖湖底堆積物に挟在する降下火山灰である。27のテフラ (K-Ah, U-Oki, Sakate, DHg, DSs, AT, SI, DNP, DAP2, Aso-4, K-Tz, Aso-ABCD, Ata, BT29, BT34, BT37, Aso-3B, Aso-2, BT44, BT45, BT48, Ata-Th, BT59, Aso-1, Tky-Ng1, BT67, Ss-Pk) についての岩石磁気学的実験と、磁性鉱物の EDS 分析を行った結果、以下のことが明らかになった。

全てのテフラで $x=0.1-0.6$ のチタノマグネタイト ($\text{Fe}_{3-x}\text{Ti}_x\text{O}_4$) の存在が認められた。K-Ah・Sakate・DHg・DSs・AT・K-Tz・Ata・Ata-Th・BT37・BT44・BT45・BT48・BT67 では、 $y=0.5-0.9$ のチタノヘマタイト ($\text{Fe}_{2-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$) の存在が認められた。また、マグヘマイト化したマグネタイトやヘマタイトの存在が示唆されたが、これらはテフラの本質物ではなくコンタミネーションの可能性があり、その起源の一つとして琵琶湖堆積物粘土の磁性鉱物由来が考えられる。

King plot および Day plot から、九州地方を起源とするテフラと山陰地方を起源とするテフラは異なる分布を示す傾向が見られ、九州地方のテフラの方がより細粒傾向を示すことがわかった。また、九州地方を起源とするテフラの磁区構造は擬似単磁区粒子、山陰地方を起源とするテフラは多磁区粒子が多い傾向が見られた。このことは、噴出起源からの距離に伴う磁性鉱物の淘汰を反映している可能性がある。

J_s -T 曲線 (高温磁気測定) および ZFC・FC 曲線 (低温磁気測定) の挙動から、テフラは KA & AT (鬼界カルデラ起源、始良カルデラ起源), ATA (阿多カルデラ起源), ASO (阿蘇カルデラ起源), DAISEN-A (大山火山起源), DAISEN-B (大山火山起源), SAMBE (三瓶山起源) の6つのグループに分けることができた。この結果はおよそ噴出起源と一致するため、熱磁気曲線の形を見ることで、テフラの噴出起源を推定できることがわかった。噴出起源が未確認の BT テフラをこのグループに対比させた結果、BT34・BT59 は阿蘇カルデラ起源、BT37・BT44・BT45・BT48・BT67 は大山火山起源であることが示唆された。また、二系列の磁性鉱物の組み合わせに基づく地質温度計 (Ghiorso and Sack, 1991) を適応して、テフラ噴出時のマグマの温度を以下のように推定した。鬼界カルデラおよび始良カルデラは約 750-850 °C、阿多カルデラは約 800-950 °C、猪牟田カルデラは約 850-1000 °C、大山火山は約 700-950 °C、三瓶火山は約 800 °C である。

熱磁気曲線の挙動から噴出起源を推定し、更にキュリー温度を調べることで、磁気特性に基づいたテフラ同定の可能性が極めて高くなったと考えられる。ただし、580 °C よりも高いキュリー温度は、琵琶湖堆積物粘土中の磁性鉱物の影響や実験中に高温酸化によって生成される磁性鉱物の影響を受けている可能性があるため、同定の道具に用いるべきではない。

SEM036-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月26日10:30-13:00

IODP Exp.329 南太平洋で掘削された遠洋性堆積物コアの古地磁気および環境磁気学的研究 Onboard paleomagnetic results of pelagic sediment cores from the South Pacific Ocean, IODP Expedition 329.

下野 貴也^{1*}, Helen Evans², Steven D'Hondt³, Expedition 329 Shipboard Science Party⁴

Takaya Shimono^{1*}, Helen Evans², Steven D'Hondt³, Expedition 329 Shipboard Science Party⁴

¹筑波大学生命環境科学研究科, ²LDEO, Columbia University, ³University of Rhode Island, ⁴Expedition 329 Shipboard Science Party

¹University of Tsukuba, Graduate School of, ²LDEO, Columbia University, ³University of Rhode Island, ⁴Expedition 329 Shipboard Science Party

IODP Expedition 329 surveyed and cored the sediment at 6 sites throughout South Pacific Gyre (SPG) and at 1 site its southern margin. The central SPG has been described as Earth's largest oceanic desert (Claustre and Maritorena, 2003). The dominant lithology of this expedition is zeolitic metalliferous clay at the deeper water sites on older basement (58 to 120 Ma) within the gyre (Sites U1365, U1366, U1369 and U1370). Manganese nodules occur at the seafloor and intermittently within the upper sediment column at these sites. The cored sediment at the shallowest site (U1368) is calcareous nanno fossil-bearing clay. The sediment at Site U1367 is transitional between these 2 lithologies. Site U1371 lies outside the low-chlorophyll region, and its cored sediment is dominantly siliceous ooze with abundant diatom debris.

Paleomagnetists of Expedition 329 measured natural remanent magnetization (NRM) of all archive-half sections from Sites U1365 to U1371 using the three-axis cryogenic magnetometer at 2.5-cm intervals before demagnetization. The archive-half sections were demagnetized by alternating fields (AF) of 10 mT and 20 mT. The primary magnetization of pelagic clay generally degrades at a few meters depth below the sediment-water interface. The boundary between the primary and stable magnetic records often occurs in the later part of Gauss chron and coincides closely with the late Pliocene onset of northern hemisphere glaciation (Opdyke and Foster, 1970; Kent and Lowrie, 1970; Prince et al., 1980). Magnetic directions of this expedition are not interpretable throughout most of the pelagic clay (Sites U1365, U1366, U1367, U1368, and, U1370) possibly due to magnetic overprint during coring (high positive inclination), viscous remanent magnetization (VRM), or diagenetic changes in the sediment. In addition, appearance of manganese nodules often hampers indigenous magnetic direction in shallow sediment sections. However, fortunately the pelagic clay sediments of Sites U1369 and the top of U1365 (0-6 m) were less influenced.

The lithology at U1367 changed from metalliferous clay (Unit I) at the top to nannofossil ooze (Unit II) at the bottom. The metalliferous clay unit extends from 0-5.5 mbsf in U1367. Consistently, NRM intensities and magnetic susceptibility in Unit I were in the order of 10^{-1} to 10^{-2} A/m (more than 100×10^{-5} vol. SI) and decreased to about 10^{-3} to 10^{-2} A/m (10 to 50×10^{-5} vol. SI) in Unit II (nannofossil ooze).

キーワード: 統合国際深海掘削計画, 南太平洋環流, 古地磁気層序, 遠洋性粘土, 岩石磁気, 遠洋性粘土

Keywords: Integrated Ocean Drilling Program, South Pacific Gyre, magnetic stratigraphy, pelagic clay, rock magnetism, viscous remanent magnetization

SEM036-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

徳之島に産する蛇紋岩の岩石磁気

Rock-magnetic study on serpentinite from Tokunoshima Island, southern Kyushu, Japan

森尻 理恵^{1*}, 中川 充¹, 斎藤 眞¹, 中井 睦美²

Rie Morijiri^{1*}, Mitsuru NAKAGAWA¹, Makoto Saito¹, Mutsumi Nakai²

¹ 産業技術総合研究所地質調査総合センター, ² 大東文化大学

¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² Daito-Bunka Univ.

徳之島に分布する白亜紀の付加コンプレックスは、蛇紋岩を含む。これらは古第三紀の花崗岩類に貫かれ、さらに第四系の石灰質堆積岩に覆われる。四万十帯の白亜紀付加コンプレックスで現在蛇紋岩などの超苦鉄質岩が知られているのは、徳之島を含め3地域しかなく、その中で徳之島はもっとも広く分布する。このためいわゆる“黒瀬川帯”の構成要素と考えられたこともあった。しかし、交通の便や接触変成を被っていることから、蛇紋岩の岩石学的・岩石磁気学的記載は不十分であった。そこで、1. 四万十帯中に産する蛇紋岩の原岩情報、2. 接触変成を蒙った蛇紋岩の岩石磁気学的特性把握の一助として報告する。

蛇紋岩は徳之島中南部の剥岳をはさんで3列分布しており、北北東 - 南南西方向の断層沿いに剪断された産状を示す。各列より代表的な試料を採取した。蛇紋岩は著しく剪断された産状を示し、濃緑色で光沢をもつ場合と淡緑色部と互層状の場合がある。後者の淡緑色部は滑石が主体となっており、接触変成による熱的影響と考えられる。かんらん石は細かく圧砕され、メッシュ状の蛇紋石に交代されているものの一部は残存しており、原岩には少なくともダナイトと単斜輝岩(残存)が認められる。前者には数珠状の磁鉄鉱が顕著に認められるが、後者には極端に少ない。

蛇紋岩化とは、かんらん石に水が加わり蛇紋石と磁鉄鉱に変わる作用であるとも言える。蛇紋岩化によって磁鉄鉱が晶出する割合は、反応する水の量に大きく影響される。つまり、原岩が同じ場合に、蛇紋岩の磁性に有意な差があれば、それは蛇紋岩化作用を受けたときの環境が大きく違っている可能性を示唆する。そこで、3か所の露頭から試料を採取し、岩石磁気的な検討を行った。いずれも、VSMによる高温磁気測定とMPMSによる低温磁気測定を行った結果、主として磁化を担っている鉱物は低温磁気測定から磁鉄鉱であると判断され、高温磁気測定によるとキュリー温度は560 K付近を示した。

徳之島の蛇紋岩はダナイト、単斜輝岩を原岩とし中程度の蛇紋岩化と接触変成作用を被っている。蛇紋岩化の際に生成した磁鉄鉱は、その後の接触変成作用を受けて、新たに安定した残留磁化を獲得したと考えられる。しかしながら地質構造が複雑なため、古地磁気学的な検証は難しいと判断し、定方位サンプリングは行わなかった。

キーワード: 蛇紋岩, 徳之島, 岩石磁気

Keywords: serpentinite, Tokunoshima Island, rockmagnetism

SEM036-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

カナダ・グレンビル岩脈の古地球磁場強度の予察的結果 Paleointensity study of the 570Ma Grenville dike, Canada: a preliminary result

中山 裕樹¹, 中村 教博^{1*}, 兵藤 博信²
Yuki Nakayama¹, Norihiro Nakamura^{1*}, Hironobu Hyodo²

¹ 東北大学 理学研究科 地学専攻, ² 岡山理科大学 自然科学研究所

¹Earth Science Dep. Tohoku Univ., ²Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.

Recent numerical simulation for the long-term evolution of the geodynamo revealed that high heat flux at the core-mantle boundary (CMB) generates a continuous high virtual dipole moment of $6 \times 10^{22} \text{Am}^2$ throughout an Earth's history (nearly 3.8Ga~present) and that low heat flux at CMB shows secular weakening of the moment to less than $2 \times 10^{22} \text{Am}^2$. The Pre-Cambrian paleointensity study can solve this enigmatic result but is still lack of reliable data due to heavy alteration and metamorphism. Although a single silicate grain paleointensity method is a best way for the study, more primitive but basic test to reveal a reliable primary thermal remanent magnetization is a full paleomagnetic field test such as full baked contact test with hybrid zones. The Grenville dike is of the Ediacaran Grenville dike swarm intruding tonalitic gneiss (1Ga) of the Grenville Structural Province (Ontario, Canada). Hyodo and Dunlop (1993) reported a successful result of full baked contact test with hybrid zone. Here we report a preliminary result of Thellier-Thellier type paleointensity measurement for the chilled margin samples of the 570Ma (⁴⁰Ar/³⁹Ar age) Grenville dike. The characteristic component of the Grenville dike yields a virtual geomagnetic pole position at 51N and 145W, being different from the compiled VGP positions of the other Grenville dike (Murthy 1971). We obtained paleointensity results of nearly $0.5 \times 10^{22} \text{Am}^2$ from three samples of chilled margin (quality factor of 17.00~74.67), being much lower than low heat flux model at CMB. Although the number of our successful samples is limited, it seems that the Grenville dike samples possess a potential to reveal reliable ancient paleointensity data.

SEM036-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

交流磁化率の周波数スペクトル：磁性粒子サイズ推定のための新たな方法 Frequency spectrum of AC magnetic susceptibility: A new rock magnetic method to estimate grain size distribution

小玉 一人^{1*}

Kazuto Kodama^{1*}

¹ 高知大学海洋コア総合研究センター

¹ Center for Advanced Marine Core Research

A new measurement system has been developed for detecting frequency spectrum of low-field alternating current (AC) magnetic susceptibility for rock and mineral magnetic studies. The measurement method is principally the same as that of the previous system developed for obtaining frequency dependence of natural samples (Kodama, G-cubed, 11, 2010, Q11002), but the new system has been improved so as to measure AC susceptibility at frequencies in the range of 10 kHz to 100 kHz. The wide range of operating frequency, along with the capability of measuring both in-phase and out-of-phase components of AC susceptibility, permits to estimate the grain size distribution of superparamagnetic particles. Preliminary measurements were made on natural materials, including volcanic rocks containing SD/MD particles, Chinese loess/paleosol samples, as well as several synthetic materials. The result from the Chinese loess/paleosols, for example, shows a stronger frequency dependence for the paleosol than for the loess, over the frequency range considerably broader than ever reported. This result suggests that the measurement of wide band frequency spectrum of AC susceptibility can be useful, especially in environmental magnetism, as a new rock magnetic experimental method to help quantify the distribution of superparamagnetic nano-particles in a variety of soils and sediments.

キーワード: 交流磁化率, 周波数スペクトル, 粒子サイズ分布, 超常磁性

Keywords: AC magnetic susceptibility, frequency spectrum, grain size distribution, superparamagnetism

SEM036-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

台湾車籠埔断層掘削計画試料の熱履歴の古地磁気解析 Paleomagnetic thermal history of faulting: constraints from the Taiwan Chelungpu-fault Drilling Project

立花 晶子^{1*}, 中村教博¹, TCDP hole-B 研究グループ²
Shoko Tachibana^{1*}, Norihiro Nakamura¹, TCDP hole-B Research Group²

¹ 東北大学・理・地学, ²TCDP hole-B 研究グループ
¹Earth Sci., Thoku Univ., ²TCDP hole-B Research Group

The September 21, 1999, the Chi-Chi earthquake (Mw = 7.6) attacked Taiwan. The Chelungpu fault caused this earthquake, and fault type is a thrust fault with left-lateral component. In the southern part of the fault, ground accelerations were higher, even though the ground velocities and displacements were less than the north at Chi-Chi earthquake (Chung and Shin, 1999). To understand faulting mechanism of the Chi-Chi earthquake, the Taiwan Chelungpu-fault Drilling Project (TCDP) was conducted to obtain shear zone samples at depth. Two cores called as hole A and hole B were drilled and three different shear zones were found in these boreholes.

Many studies to investigate the faulting history of the active Chelungpu fault have been reported, e.g., in-situ temperature measurements by using borehole (Kano et al, 2006); measurements of compositions of elements and isotope ratios (Ishikawa et al., 2008); thermomagnetic analyses (Mishima et al., 2006). These studies imply that these signatures are attributed to the latest event of faulting (i.e. Chi-Chi earthquake), on the other hand this active fault has been activated many times since 0.7 Ma (Chen et al., 2000). Therefore there is a contradiction for the timing of the earthquake occurrence. Electron spin resonance (ESR) signals are also in turn used to reconstruct the temperature rise of frictional heat (Fukuchi, 2003). Although their methods could apply to the estimation of a single event of temperature rise, they give little information for thermal history and its timing on repetitive frictional heating of the active fault. Additionally, ESR is generally accepted as effective dating method, and has been used for fault gouge dating (Fukuchi, 2001; Murakami et al., 2002). However, ESR dating age does not always mean the age of the latest fault movement, because frictional heating not always reach high-temperature to reset ESR. Here, I conducted systematic paleomagnetic analysis of fault zone rocks of TCDP hole B to trace faulting history of the Chelungpu fault. Remanences are very sensitive to feeble thermal changes, therefore it could be useful to trace the thermal history of repeated faulting by thermal demagnetizations.

In my previous work, anomalous high remanent magnetizations had been found from fault rock samples around core surface. I reargued these anomalous remanences by comparison between surface and interior of core, and found they are almost of origin from drilling-induced remanent magnetization (DIRM) except for some gouge in the 1136-m fault zone and BM disk samples. The fault gouge should be exposed frictional heating, so that samples without DIRM carry original faulting-induced remanences. To investigate their thermal history, thermal demagnetizations for these samples were conducted and exhibited mostly three remanent components unblocked 580, 300 and 250. Thermomagnetic analyses for these samples yielded that they comprise magnetite and pyrrhotite as remanence carrier. Primary component unblocked at 580 and secondary components unblocked at 300 should be carried by magnetite and pyrrhotite respectively, and acquired during each mineral was produced. From time-temperature relation in remanence, tertiary components unblocked at 250 should be acquired flash reheating about 260 or 300 in the case of pyrrhotite or magnetite being magnetic carrier respectively. Since the initiation age of the Chelungpu fault activity is 0.7 Ma within Brunhes normal chron (Chen et al., 2000), faulting-induced TRM acquired in earth field should indicate normal polarity. However remanent components of some gouge and BM disk samples indicate reverse polarity, accordingly, these reverse components might be acquired in excursion events. The youngest excursion with high reliability is at 0.3 Ma, therefore the formation events to yield major fault gouge zones should have dated back to Mono Lake excursion at least 0.3 Ma.

キーワード: 古地磁気, 車籠埔断層掘削計画

Keywords: Paleomagnetism, Taiwan Chelungpu-fault Drilling Project (TCDP)

SEM036-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

東九州津久見地域の赤色チャートの多成分自然残留磁化

Multicomponent natural remanent magnetization from red chert in the Tsukumi area, eastern Kyushu

濱田 和優^{1*}, 宇野 康司¹, 尾上 哲治²

Kazumasa Hamada^{1*}, Koji Uno¹, Tetsuji Onoue²

¹ 岡山大学, ² 鹿児島大学

¹Okayama Univ., ²Kagoshima Univ.

Middle Triassic (Anisian) red cherts in the Chichibu Terrane were collected at 27 beds for paleomagnetic study. Progressive thermal demagnetization treatment revealed five distinct remanent magnetization components from the cherts. The first remanent magnetization component is demagnetized at around 200degrees. The component is similar to that of the present Earth's geomagnetic field. The second component appears at around 250degrees and is demagnetized at around 420degrees. The directions of the component, before tilt correction, cluster well and have negative steep inclinations and southwesterly declinations. The third and fourth component is revealed between about 480 and 630degrees. The directions of these components, before tilt correction, cluster well and have positive intermediate inclinations and northwesterly declinations. The fifth component is retrieved at the latest stages of the demagnetization from 650 to 690degrees. The majority of the directions of this component show steep inclinations before tilt correction and show northerly shallow directions after tilt correction. A few of the directions, after tilt correction, have southerly shallow directions. This component is considered to be of primary because both polarities are present and the antipodality between the two polarities is observed.

The observed directions are compared with previously reported red chert directions from the Mino-Tamba Terrane (Inuyama area) that yielded four distinct remanent magnetization components. The directions of the first to fourth component in this study (referred to as components A to D), before tilt correction, are well correlated with the in-situ directions of the first to third components from cherts in the Mino-Tamba Terrane (Shibuya and Sasajima, 1986; Oda and Suzuki, 2000; Ando et al., 2001), although the two regions are 500 km apart from each other.

The fifth component, with low inclination values after tilt correction, is well correlated with the tilt-corrected inclinations of the D component observed in the previous study. The cherts in the present study have formed at around the equator during Middle Triassic times.

キーワード: 古地磁気, 赤色チャート, 三畳紀

Keywords: paleomagnetism, red chert, Triassic

SEM036-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

丹沢山地, Gauss-Matuyama chronozone 境界付近の細川谷流紋岩の複数の磁化成分の獲得 Multi-component magnetization of the Hosokawa-dani rhyolite around the Gauss-Matuyama chronozone boundary

植木 岳雪^{1*}
Takeyuki Ueki^{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

丹沢山地西部, 丹沢湖の北の細川谷, 大又沢には, 細川谷流紋岩とよばれる流紋岩岩脈が貫入している。細川谷流紋岩は, 約 2.3-2.5 Ma の K-Ar 年代を示し (有馬ほか, 1990), ざくろ石を含むことで有名である (有馬ほか, 1990; 山下, 1996; 神奈川県環境部, 1997)。ざくろ石を含む軽石質テフラは, 丹沢山地東縁の中津層群, 三浦半島の上総層群浦郷層, 千葉県銚子地域の犬吠層群名洗層から見出されている。田村ほか (2010) は, ざくろ石の化学組成から細川谷流紋岩とそれらの軽石質テフラを対比し, 2.5 Ma ごろの丹沢山地の火成活動を議論した。今回, 細川谷流紋岩と南関東のざくろ石含有軽石質テフラの対比を顕彰するため, 細川谷流紋岩と中津層群中の Mk19 テフラ直下のシルト層の古地磁気測定を行った。細川谷流紋岩は, 段階交流消磁実験では高保磁力の逆極性の残留磁化成分しか分離されなかったが, 段階熱消磁実験では正極性の低温成分, 逆極性の中温成分, 正極性の高温成分の 3 つの残留磁化成分が分離された。高温磁率率測定および低温磁気測定によって, 中温成分はマグヘマイト, 高温成分はマグネタイトあるいはチタンに乏しいチタノマグネタイトによって担われていることがわかった。したがって, 細川谷流紋岩は正極性の初生磁化と逆極性の 2 次磁化を持っていることになり, それぞれ Gauss Chron, Matuyama Chron に獲得されたと思われる。一方, Mk19 テフラ直下のシルト層は逆極性の残留磁化を持っていた。これらから, 細川谷流紋岩と Mk19 テフラは対比されないため, 南関東のざくろ石含有軽石質テフラの給源と 2.5 Ma ごろの丹沢山地の火成活動については再検討する必要がある。

キーワード: Gauss-Matuyama chronozone 境界, 2 次磁化, マグヘマイト, 細川谷流紋岩, 岩脈とテフラの広域対比, 丹沢山地
Keywords: Gauss-Matuyama chronozone boundary, secondary magnetization, maghemite, Hosokawadani rhyolite, correlation of dyke and distal tephra, Tanzawa Mountains

SEM036-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

ベーリング海パウワー海嶺基盤岩の古地磁気学的研究 A paleomagnetic study for cores from basement rocks of the Bowers Ridge, in Bering Sea

後閑 友裕¹, 岡田 誠^{1*}
Tomohiro Gokan¹, Makoto Okada^{1*}

¹ 茨城大学

¹Ibaraki University

The IODP Expedition 323 was done between July 5th - September 4th of 2009. Samples used in this study were collected from Core 8X - 19X of Hole U1342D. The Hole U1342D was drilled 127.7 meters below sea floor at 54.5 degree N in latitude, 176.6 degree E in longitude and 818.2 meters in water depth. This site is located on the crest of western part of the Bowers ridge, that has not been revealed its formation processes including age and location. The purpose of this study is to know the paleolatitude where the Bowers ridge formed with paleomagnetic analyses on collected samples.

Lithology of the cores mainly consists of volcano-clastics including volcanic sands and breccias, and lava fragments. Since there is no thick lava flow, which has not rolled after it settled, has been seen on the cores, we conducted the conglomerate and thermal contacted tests for the specimens to assess the quality of thermal remanences to reconstruct paleolatitude. One-inch diameter mini-cores collected at 26 positions and half-inch diameter micro-cores collected at 101 positions from the Hole U1342D cores. Progressive alternating field demagnetization from 5m T to 60 mT with 5 mT steps, and/or progressive thermal demagnetization from 100 to 600 degree C with 25 to 50 degree C steps were done for specimens from the all positions. Magnetic susceptibility at each step of progressive thermal demagnetization, and anisotropy of magnetic susceptibility were also measured.

As the results, characteristic remanent magnetizations (ChRMs) were extracted from 50 one-inch specimens and 72 half-inch specimens. Among those ChRMs, only 5 specimens from one piece of core show that the ChRMs settle in similar direction of which the average inclination becomes -63.8 degree with 19.7 degree in 95% confidence limit. This value indicates 45.5 degree in average with ranging from 27.3 to 73.9 degrees in paleolatitude. However, a paleolatitude assessment requires time averaged paleomagnetic directions at which the time should be much longer than the period of geomagnetic secular variation (c.a. several thousand of years), suggesting that we can not argue paleolatitude using our results.

キーワード: 古地磁気, IODP EXP323, ベーリング海, パウワー海嶺
Keywords: Paleomagnetism, IODP EXP323, Bering Sea, Bowers Ridge

SEM036-P13

会場:コンベンションホール

時間:5月26日10:30-13:00

伊能忠敬の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5回報告 Analyzing the early 19th century's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki The 5th report

辻本 元博^{1*}, 面谷 明俊², 乾 隆明³
Motohiro Tsujimoto^{1*}, Akitoshi Omotani², Takaaki Inui³

¹ 日本国際地図学会, ² 山陰システムコンサルタント, ³ 松江市文化財審議委員

¹Japan cartographer's Association, ²San-in System Consultant, ³Matsue municipal Comitee of culture prop

国宝「山島方位記」67巻は伊能忠敬による1800年から1816年迄の日本本土の殆ど全域の推計約20万件の陸上測量磁針方位角でなる測量方位角帳である。唯一東京深川伊能隠宅の1802年から1803年の測量データに付いての地磁気偏角の解析が1918年に行われて以来中断した解析作業を再開した。

(1)「山島方位記」のデータの解析で日本を地磁気偏角データが少ない地域から19世紀初頭に遡って世界の正確な地磁気偏角データの集中地域に変えることができ、北東アジアに新しいデータを提供できる。山島方位記からの解析済み地点数は100を超えた。当時の日本列島の偏角の分布の概略の全体像が現れ始めた。

(2) ガウス・ウエーバーの等偏角線世界地図との比較

1840年発行で北東アジアの1830年頃(1828-1832)の観測データを基準に作成したガウスとウエーバーによる等偏角線世界地図(以下ガウスの等偏角線という)の日本列島の等偏角線の基本的構造は概略で山島方位記からの解析結果と同一である。しかし、九州北部と対馬では永年変化と逆転する矛盾と、北海道では地域的な相異が見られる。

ガウスの等偏角線図に付いている観測データの表には日本列島での観測データは書かれていない。故に山島方位記からの解析結果による補足が非常に重要になり始めた。

偏角の変化をつかむ為に地形的に東西に長く偏角の変化が掴みやすい西日本での解析に集中する。(3) 山島方位記記載のデータを使用する優位性。

1. 膨大な測量データ。2. 分単位の解析結果3. データが1800年から1816年に集中する。4. 日本本土のほぼ全域を網羅するデータ。

(4) 解析方法の開発と改良

1. 真方位から山島方位記記載の磁針方位を差し引いた差の平均を偏角とする。

2. 測定の基点の詳細位置はその測量基点における異なる測量対象地点に付いて計算された全ての偏角の値が近似な位置に調整されるべきである。

3. GPS送受信機で基点の緯度経度を確認する。4. 辻本元博からスピードアップの為に上記の計算をエクセルの連続式にしたいとの相談を受けて面谷明俊が実現した。

(5) 伊能忠敬測量時の地磁気偏角及び測量基点詳細位置復元促進への社会認知の試み。

「山島方位記」からの詳細な地域の地磁気偏角と詳細な測量基点の位置の復元知識が乾隆明編集の山陰中央新報の新聞コラムと同郷土史書籍に掲載され普及の試みが始まり読者の好評を得ている。乾隆明と面谷明俊による地域教室での講義は聴衆に非常に強い感銘を与えている。

キーワード: 地磁気偏角, 伊能忠敬, 山島方位記, ガウス・ウエーバー等偏角線世界地図, 地磁気永年変化, 測量基点詳細位置復元

Keywords: geomagnetic declination, Tadataka Inoh, Santou-Houi-Ki, Isogonic Atlas by Gauss and Weber, secular variation of geomagnetic declination, restoring the precise position of survey's reference point

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SEM036-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

磁気図 2010.0 年値の作成 Magnetic Charts for the Epoch 2010.0

阿部 聡^{1*}, 植田 勲¹, 川原 敏雄¹, 高橋 信雄¹, 田上 節雄¹, 石倉 信広¹

Satoshi Abe^{1*}, Isao Ueda¹, Toshio Kawahara¹, Nobuo Takahashi¹, Setsuo Tanoue¹, Nobuhiro Ishikura¹

¹ 国土地理院

¹GSI of Japan

国土地理院では 1970 年より 10 年ごとに日本の磁場分布を表した磁気図を作成し、公表している。本年（2011 年）は磁気図公表の年であり、現在作成中である。2010.0 年値作成にあたり、新たなモデルである時空間モデルが 2010 年までに作成された。このモデルの採用により、今後は任意の年単位での磁気図作成も可能となり、1970 年からの各磁場成分の年変化を視覚的に捉えることができるようになった。

国土地理院が作成している磁気図は、日本全国の磁場分布を最もよく表した図である。そのため、IGRF や WMM といった地磁気の世界モデルでは表現できないような細かい空間分布を捉えることが可能である。磁気図応用の一例として、世界モデル（主磁場モデル）との差をとることによって日本の磁気異常分布を知ることができる。

また、2010.0 年値作成に伴う紙ベースの磁気図公表は今回のみとし、今後は国土地理院ホームページ上での公開に移行する予定である。

キーワード: 磁気図, 偏角, 全磁力, 磁気異常

Keywords: Magnetic charts, declination, total force, magnetic anomaly