

先カンブリア紀玄武岩質岩脈の初生磁化の検出

清田 和宏 [1]; 望月 伸竜 [2]; 佐藤 雅彦 [3]; 小木 曾 哲 [4]; 高橋 太 [5]; 綱川 秀夫 [1]
[1] 東工大・理・地惑; [2] 産総研・地質情報; [3] 東工大・理工・地惑; [4] 京大; [5] Tokyo Tech

Primary component of the basaltic dike intrusion of the Precambrian St. Cloud granitic rocks in Minnesota, North America

Kazuhiro Seita[1]; Nobutatsu Mochizuki[2]; Masahiko Sato[3]; Tetsu Kogiso[4]; Futoshi Takahashi[5]; Hideo Tsunakawa[1]
[1] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [2] Geological Survey of Japan, AIST; [3] Earth and Planetary Sciences, Titech; [4] Kyoto Univ.; [5] Tokyo Tech

Reconstruction of the billion-year timescale variation in the geomagnetic field gives a crucial constraint for the study of the core dynamics, especially the evolution of the geodynamo. The geodynamo is controlled mainly by the Coriolis force and the fluid convection. There are three possible major energy sources of the core convection: (1) cooling of the core (thermal convection), (2) latent heat released by solidification of the fluid outer core at the inner-core boundary ICB (thermal convection) and (3) buoyancy of the fluid containing the excessive light material around the ICB due to the exsolution (compositional convection). Therefore the dynamo evolution has been tightly related to temporary change in the thermal boundary conditions at the core mantle boundary (CMB) and ICB, thermal diffusion, the mantle convection and the plate motions including the Wilson Cycle as the boundary condition at the upper surface of the mantle.

According to the evolution model of the geodynamo based on the thermal history of the Earth (Stevenson et al., 1983), the early geomagnetic field after the Earth formation (about 4.5 Ga) was generated by thermal convection in the entire core due to cooling, and gradually attenuated to be almost diminished about 2.5 Ga. When the solid inner core nucleated about 2.5 Ga, compositional convection initiated in the fluid outer core and thus the geomagnetic field recovered up to the high intensity comparative to the present (about 2.0 Ga). This model can give a scenario of not only the geomagnetic field evolution but also the ancient Martian magnetic field older than 4.2 Ga found by the recent planetary exploration. Therefore it is regarded as a working hypothesis examined by the Archean and Proterozoic paleomagnetism. Since such an evolution model depends greatly on uncertainty of parameters, the initiation age of the inner core growth does not exactly correspond to 2.5 Ga, and therefore the paleomagnetic study should be conducted for a wide time range of the Precambrian.

Pre-Tertiary rock samples generally have undergone metamorphism and/or weathering, particularly volcanic rocks. Therefore we have focused on granitic rocks for pre-Tertiary paleomagnetism because it is not so difficult to collect fresh samples for the paleomagnetic study. Besides, as the magnetization of granitic rock could average out the secular variation because of its slow cooling rate, it seems to be suited for the study of a billion-year time scale variation in the geomagnetic field (Wakabayashi et al., 2006). In measurement of the paleointensity, theoretical correction is applicable to natural remanent magnetization (NRM) intensity if singledomain component is obtained (Tsunakawa et al., 2006; Tarduno et al., 2007). With this in mind, we collected rock samples of St. Cloud granites in Minnesota, USA, which yields the U-Pb and ^{40}Ar - ^{39}Ar radiometric ages of about 1.8 Ga and a basaltic dike which intruded into St. Cloud granites. The dike intrusion will be also used for the baked contact test of the host granite. In the present study, we report the preliminary result of detection of the primary component of the basaltic dike.

地球のコアダイナミクスと熱史は10億年スケールで大きく関わっている可能性があり、古地磁気学的データから10億年スケールの地磁気変動を復元することが重要である。ダイナモは自転によるコリオリ力と対流運動が本質的であると考えられている。対流運動のエネルギー源としては、1) コアの冷却(熱対流)、2) 内核境界で外核流体の固化によって生じる潜熱(熱対流)、3) 外核流体固化(内核成長)の際に外核に不純物として混ざっている軽元素が液相に残され、内核・外核境界付近の流体が相対的に軽くなることで得られる浮力(組成対流)が考えられている。それゆえ、ダイナモの熱的挙動を直接に支配しているのはコア・マントル境界、及び内核境界における境界条件である。さらにマントルが熱輸送を担うことから、地球全体の熱拡散スケール(10^{11} - 10^{12} 年)やマントル上面の境界条件としてのプレート運動と大陸のウィルソンサイクル(10^8 - 10^9 年)もダイナモの挙動に影響すると考えられる。

地球型惑星の熱史計算に基づいた地磁気強度変動モデル(Stevenson et al., 1983)によれば、初期地球(~4.5Ga)の地磁気は地球の冷却に伴うコア全体の熱対流によって生成され、その後徐々に減衰した。約2.5Gaに内核が誕生して、熱対流から組成対流に遷移し、一度弱くなった地磁気は復活して約2.0Gaには現在と同程度のダイナモが存在したと考えている。このモデルにより、地磁気の進化だけでなく惑星探査によって発見されている42億年以前の火星の磁場を説明できる作業仮説であり、原生代・太古代の古地磁気学研究によって調査すべきであろう。一方、地磁気強度変動モデルはパラメータの不確定性に大きく依存するため、内核形成開始時期がモデル年代(約2.5Ga)から大きく外れる可能性もあり、幅広い年代の古地磁気強度データを得て検討する必要がある。

第三紀以前の岩石は一般に変成作用や風化の影響を受けており、古地磁気強度測定に利用できる火山岩試料は少ないため、我々は比較的新鮮な試料を得やすい花崗岩に着目して研究を進めてきた。さらに、冷却速度が遅いため花崗岩の磁化は永年変化を平均化していると考えられ、10億年スケールの地磁気変動の検討に適していると思われる(Wakabayashi et al., 2006)。冷却速度が遅いことは、実験室での熱残留磁化獲得効率が自然界と異なることになりうるが、自然残留磁

化 (NRM) の単磁区粒子成分が得られるならば、単磁区磁性粒子理論による補正値を適用可能である (Tsunakawa et al., 2006; Tarduno et al., 2007)。本研究ではこのような方針に基づき、太古代の古地磁気学研究を目的として約 18 億年前の放射年代 (U-Pb 法、 ^{40}Ar - ^{39}Ar 法) を持つアメリカ・ミネソタ州の St. Cloud 花崗岩体でサンプリングを行った。St. Cloud 花崗岩体には玄武岩質岩脈があり、貫入岩テストのためのサンプリングも行った。今回の発表では、貫入岩テストを念頭に置き、玄武岩質岩脈の初生磁化検出の予察的な結果を報告する。