

愛知教育大学の岩石磁気・古地磁気研究設備

Equipment for rock magnetic and paleomagnetic study at Aichi University of Education

星 博幸*
Hiroyuki HOSHI

key words : 岩石磁気学, 古地磁気学, 研究設備, 愛知教育大学

1. はじめに

地球科学の中には岩石磁気学及び古地磁気学という専門分野がある。岩石磁気学とは、地層や岩石の磁気的性質や過去の地磁気(古地磁気)の獲得機構を研究する分野である。また古地磁気学とは、岩石磁気学を基礎として、地層や岩石の磁気測定に基づいて古地磁気の復元を試みたり、磁気測定結果を利用して地層の年代や地殻の変形などを探究したりする分野である。岩石磁気学と古地磁気学がプレート・テクトニクスの構築・検証に大きく貢献したことは周知の事実である(Cox, 1973; 河野, 1986; 上田, 1998)。日本列島の形成と日本海の誕生についても、岩石磁気学・古地磁気学は「日本列島折れ曲がり説」(Kawai et al., 1971)や「日本海の観音開き拡大説」(Otofujii et al., 1985)に代表される学説を提示した。地層の対比や精密年代決定(Opdyke and Channell, 1996), 考古試料の年代決定(中島・夏原, 1993)においても、古地磁気の研究は多大な貢献を果たしてきた。地球生命の誕生・進化や地球内部の構造進化を探究する上で地磁気がいづ、どのようにして発生したかを探ることはきわめて重要であるため、先カンブリア代の古地磁気研究も盛んに行われている(吉原, 2005)。最近では、地層の磁気的性質の精密分析によって地層の堆積環境や堆積後の続成・変質作用を

研究する新しい分野(堆積磁気学や環境磁気学とよばれる)も発展している(Evans and Heller, 2003; 鳥居, 2005)。

愛知教育大学(愛知県刈谷市)は、東海地方で唯一の岩石磁気・古地磁気実験室を有している。筆者が97年に実験室を立ち上げて以来、科研費や本学施設整備費を用いて測定・実験環境を整備してきた。本実験室では主にテクトニクスや層序学、地質年代学に関する問題の解明を目指した岩石磁気・古地磁気研究を行っている。本稿では本実験室の研究設備について簡単に紹介する。なお、測定・データ解析の原理と方法の詳細については河野(1982)や小玉(1999), Gubbins and Herrero-Bervera (2007ed.)等の教科書を参照してほしい。

2. 岩石磁気・古地磁気実験室の設備

(1) スピナー磁力計(夏原技研 ASPIN)

試料の残留磁化を測定するための高感度な磁力計である(写真1)。スピナーという名が示すように、この磁力計では試料を磁気センサー(フラックスゲートセンサー)の近くで回転(スピン)させることによって磁化を測定する。センサー及び試料回転部は円筒状磁気シールド内に設置されている。試料の残留磁化の方向(偏角, 伏角)と強度を決定するためには、試料の向きを3回または6回置き換えて測定する必要がある。

*愛知教育大学理科教育講座地学領域
Department of Earth Sciences, Aichi University of Education, Kariya, Aichi 448-8542, Japan
(hoshi@auecc.aichi-edu.ac.jp)

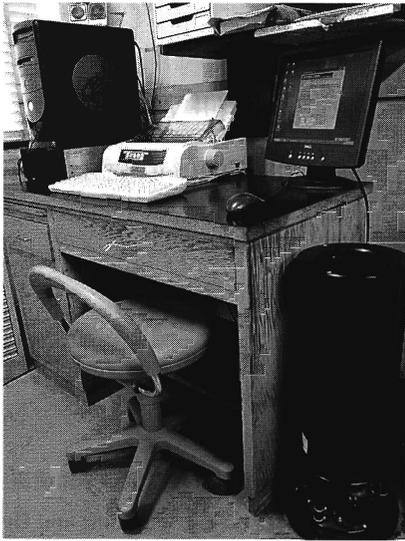


写真1 スピナー磁力計

測定はコンピューター制御で行われる。付属のソフトウェアを使用して、測定データを直交投影図(ザイダーベルト投影図)や等積投影図に示すことが可能である。

(2) 交流消磁装置 (Schonstedt GSD-5)

試料を交流磁場にさらすことによって試料の残留磁化を消磁する装置である(写真2の右側の装置)。電源・制御部(コントローラー)、磁場を発生させるコイル(円筒状磁気シールド内に設置)、コイル内で試料を回転させる特殊な回転器(タンブラー)から構成されている。電源・制御部とタンブラーは夏原技研の手によって更新されている。交流磁場は最大 100 mT まで発生可能である。交流消磁には「回転交流消磁」と「定置交流消磁」という2つの方法があるが、この装置ではその両方が可能である。試料に非履歴性残留磁化(ARM)を着磁させることもできる。

(3) 熱消磁装置 (Schonstedt TSD-1)

試料を無磁場中で加熱・冷却することによって試料の残留磁化を消磁する装置である(写真2の左側)。電源・制御部(コントローラー)と加熱・冷却部(円筒状磁気シールド内に設置)から構成されている。冷却部の残存磁場は 10 nT 以下(地磁気強度の 0.02 %以下)である。電源・制御部は夏原技研の手によって更新されている。この装置は加熱ユニットと冷却ユニットが別に

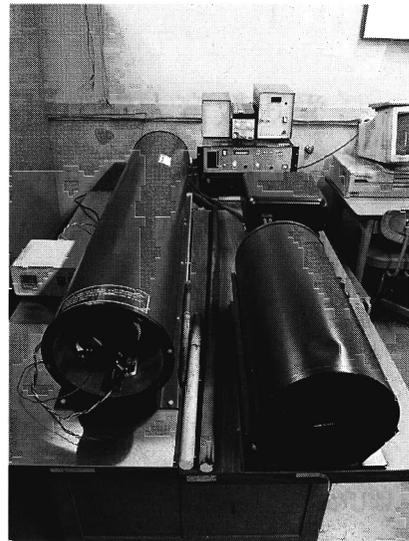


写真2 交流消磁装置(右側)と熱消磁装置(左側)

なっており、ある試料を加熱しながら別の試料を冷却することが可能である。冷却ユニット中のコイルに弱い直流を流す(ARM 着磁用の電源に接続することによって、試料に熱残留磁化(TRM)を着磁させることもできる。

(4) 低温消磁実験装置(夏原技研製)

試料を無磁場中で液体窒素温度にまで冷却することによって試料の残留磁化を消磁する装置である(写真3)。円筒状磁気シールド内にデュワー瓶と試料を出し入れするためのチェーンが設置されている。この消磁法は磁鉄鉱(マグネタイト)を含む試料に対して有効である。磁気シールドが大型なので、試料を無磁場中で一時保管する用途にも利用できる。

(5) 初期磁化率 (Bartington MS-2)

試料の初期磁化率(初期帯磁率)を測定するための装置である(写真4)。本体とセンサー部(MS-2B)から構成されている。比較的大きな初期磁化率を持つ試料の場合は迅速に測定可能である(1測定に要する時間は5秒程度)。

(6) 磁化率異方性測定装置 (AGICO)

試料の初期磁化率(初期帯磁率)を測定するための非常に高感度なメーターであり、2010年3月に設置予定である。本体・測定部(MKF-FA)、電気炉(CS4)、クライオスタット(CSL)から構成され、バルク初期磁化率の測定のほかに初期



写真3 低温消磁実験装置

磁化率の異方性測定, 初期磁化率の高温・低温測定も可能である(温度に対する変化を連続的に測定することも可)。磁化率異方性の測定では, 試料の向きを数回置き換えて測定する必要がある。測定はコンピューター制御で行われる。

(7) パルス磁化器 (Magnetic Measurements MMPM10)

試料に瞬間的に静磁場を加えて等温残留磁化 (IRM) を着磁させる装置である(写真5)。径の異なる2つの試料挿入部(コイル)があり, 直径1インチ試料用のコイルでは最大3 T, 直径0.5インチ試料用のコイルでは最大9 Tの磁場を発生させることができる。

(8) 単軸フラックスゲート磁力計 (Bartington Mag-01H)

0.1 nT~2 mTの磁場を測定できる磁力計である(写真6)。センサープローブは棒形とT字型の2種類あり, 用途によって使い分ける。バッテリー内蔵で, 屋外でも長時間(連続10時間以上)使用できる。地磁気観測や消磁装置内の残留磁場の測定などに利用できる。

(9) その他の機器

携帯型初期磁化率計: 露頭で岩石の初期磁化率(初期帯磁率)を直接測定できる携帯型メーターを2台保有している。1つはSM30 (ZH instruments 製) というタバコ箱サイズのメーターで

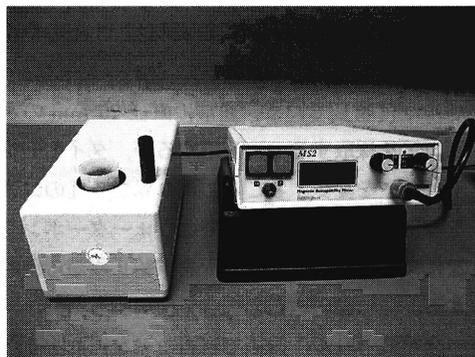


写真4 初期磁化率(帯磁率)計

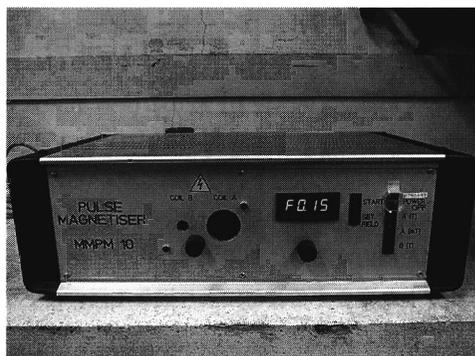


写真5 パルス磁化器

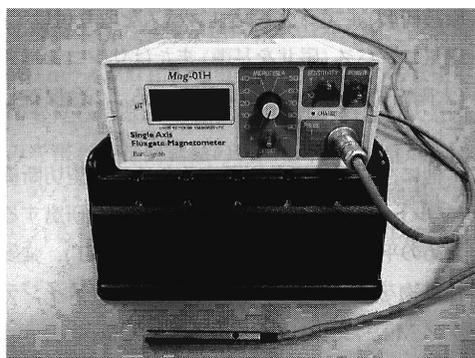


写真6 単軸フラックスゲート磁力計

あり, 露頭での直接測定のほか, 実験室内でコンピューターに接続して試料の初期磁化率を高精度で測定することも可能である。もう1つはKappameter KT-9 (Exploranium 製) という懐中電灯型のメーターで, 多少荒れた露頭面でも測定可能である(補正モードあり)。

エンジンドリル: 露頭で岩石コアを採取するための携帯型エンジンドリルを2台保有してい

る。チェーンソー (タナカ工業製) を夏原技研が改造・販売しているもので、排気量 33 cc の空冷 2 サイクルエンジンを搭載し、ウォータースイベルが付属している。通常は直径 25 mm の岩石コアを採取するのに使用するが、ダイヤモンドビットを変更することにより異なる径のコアを採取可能である。採取ではウォーターポンプを接続し、ビット先端に水を供給しながら使用する。主に硬い岩石の場合に使用する。

充電式ドリル：露頭で岩石コアを採取するための機器であるが、主に軟質岩 (半固結の堆積岩など) に対して使用する。一般に販売されている充電式ドリルにウォータースイベル (夏原技研製) とダイヤモンドビットを取り付けたものである。マキタ製 DF460DZ (24V 充電式ドライバドリル) とマキタ製 HR261D (36V 充電式ハンマドリル) の 2 台を保有している。エンジンドリルと同様、通常は直径 25 mm の岩石コアを採取するのに使用するが、ダイヤモンドビットを変更することにより異なる径のコアを採取可能である。

オリエンテーター：露頭での岩石コア採取時にコアの定方位付けを行うための機器である (夏原技研製)。ブランドンコンパスを取り付けて、磁気コンパス (磁北を基準) またはサンコンパス (太陽方位を基準) として使用する。2 台保有している。

他に、岩石コアを切断するための小型切断機 (マルトー MC-110, 2 台)、試料表面を研磨するための平面研磨機 (マルトー ML-110NT)、強磁性鉱物を観察するための反射顕微鏡 (メイジテクノ MT9420) などを保有している。

3. おわりに

岩石磁気・古地磁気研究の中心となる機器は残留磁化測定の磁力計であるが、本実験室のスピンナー磁力計ではチャートや石灰岩の極微弱な自然残留磁化 (NRM) を測定することは困難である。これらの残留磁化を測定するためには SQUID (超電導量子干渉素子) を利用した超電導磁力計が不可欠であるため、今後その設置を目指したい。

本実験室は、研究・教育目的で利用を希望す

る人には基本的にオープンであり、毎年、多数の本学学生・院生や他研究機関の研究者・学生等に利用してもらっている。岩石磁気・古地磁気の研究・教育に関心のある方はご一報いただきたい。

4. 文献

- Cox, A., 1973, *Plate tectonics and geomagnetic reversals*. Freeman, San Francisco, 702p.
- Evans, M. E. and Heller, F., 2003, *Environmental magnetism*. Academic Press, San Diego, 299p.
- Gubbins, D. and Herrero-Bervera, E., 2007ed., *Encyclopedia of geomagnetism and paleomagnetism*. Springer, Dordrecht, 1054p.
- Kawai, N., Nakajima, T. and Hirooka, K., 1971, The evolution of the island arc of Japan and the formation of granites in the circum-Pacific belt. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, **23**, 267-293.
- 小玉一人, 1999, 古地磁気学. 東京大学出版会, 248p.
- 河野 長, 1982, 岩石磁気学入門. 東京大学出版会, 146p.
- 河野 長, 1986, 地球科学入門—プレート・テクトニクス. 岩波書店, 195p.
- 中島正志・夏原信義, 1993, 考古地磁気年代推定法. ニュー・サイエンス社, 95p.
- Opdyke, N. D. and Channell, J. E. T., 1996, *Magnetic stratigraphy*. Academic Press, San Diego, 346p.
- Otofujii, Y., Matsuda, T. and Nohda, S., 1985, Opening mode of the Japan Sea inferred from the palaeomagnetism of the Japan Arc. *Nature*, **317**, 603-604.
- 鳥居雅之, 2005, 環境磁気学—レビュー—. 地学雑誌, **114**, 284-295.
- 上田誠也, 1998, 地球・海と大陸のダイナミズム. NHK ライブラリー, 253p.
- 吉原 新, 2005, 太古代の地球磁場. 地学雑誌, **114**, 212-222.