

短報

三重県総合博物館建設地で発見された東海層群化石密集層の古地磁気年代

星 博幸

〒448-8542 愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1 愛知教育大学自然科学系理科教育講座

(2015年3月2日受付；2015年12月27日受理)

Key words: Kameyama Formation, magnetostratigraphy, Mie Prefectural Museum, paleomagnetism, Pliocene, Tokai Group

Hiroyuki Hoshi*. 2016. Paleomagnetic dating of a fossiliferous bed of the Tokai Group at the construction site of the new Mie Prefectural Museum, Tsu City. Mie Prefectural Museum Research Bulletin, 2: 1-6.

Abstract

During the construction of the new Mie Prefectural Museum, a fossiliferous clastic bed was found in the lower part of the Kameyama Formation of the Tokai Group. This paper presents a paleomagnetic study conducted in order to investigate the age of the fossiliferous bed by means of magnetostratigraphic dating. Samples were collected at two stratigraphic horizons immediately above and below the fossiliferous bed. Analysis of stepwise demagnetization results revealed a normal polarity paleomagnetic direction for both horizons, strongly suggesting that the fossiliferous bed also has normal polarity. The bed was most likely deposited during Chron C2An.3n (3.596-3.330 Ma) or Chron C2An.2n (3.207-3.116 Ma), which means that the depositional age is between 3.596 and 3.116 Ma.

**Corresponding author: Department of Earth Sciences, Aichi University of Education, Kariya, Aichi 448 8542, Japan (hoshi@aeu.ac.jp)*

1. はじめに

2010年末、三重県総合博物館建設地（図1）の造成中に、脊椎動物化石や昆虫化石、植物化石などを含む層厚1 mほどの化石密集層が発見された（三重県立博物館・新博物館整備推進室，2011；中川，2014）。この化石密集層の層準は東海層群亀山層下部であり、東海層群の重要な火山灰鍵層である大谷池火山灰層の上位、野村火山灰層の下位に位置する。この化石密集層に含まれる化石群は、堆積時のこの地域の古環境と生態系を復元するうえで重要と考えられる。そのため、発見直後に「新県立博物館建設地地層・化石調査委員会」が組織され（三重県立博物館・新博物館整備推進

室，2011），この化石密集層と化石群が総合的に研究されることになった。筆者はこの委員会のメンバーの一人として、古地磁気層序学の手法によってこの化石密集層の年代を推定することになった。よく知られているように、地層の古地磁気極性層序（paleomagnetic polarity stratigraphy）を地磁気年代層序（geomagnetic chronostratigraphy）に正確に対比できれば、極性反転層準（polarity-reversal horizon；古地磁気極性が正から逆へ、または逆から正へ移り変わる層準）の年代を高精度で決定できる（例えば、Opdyke and Channell, 1996）。東海層群は古くから古地磁気層序学の手法によって年代の検討が行われ（例えば、中山・吉川，

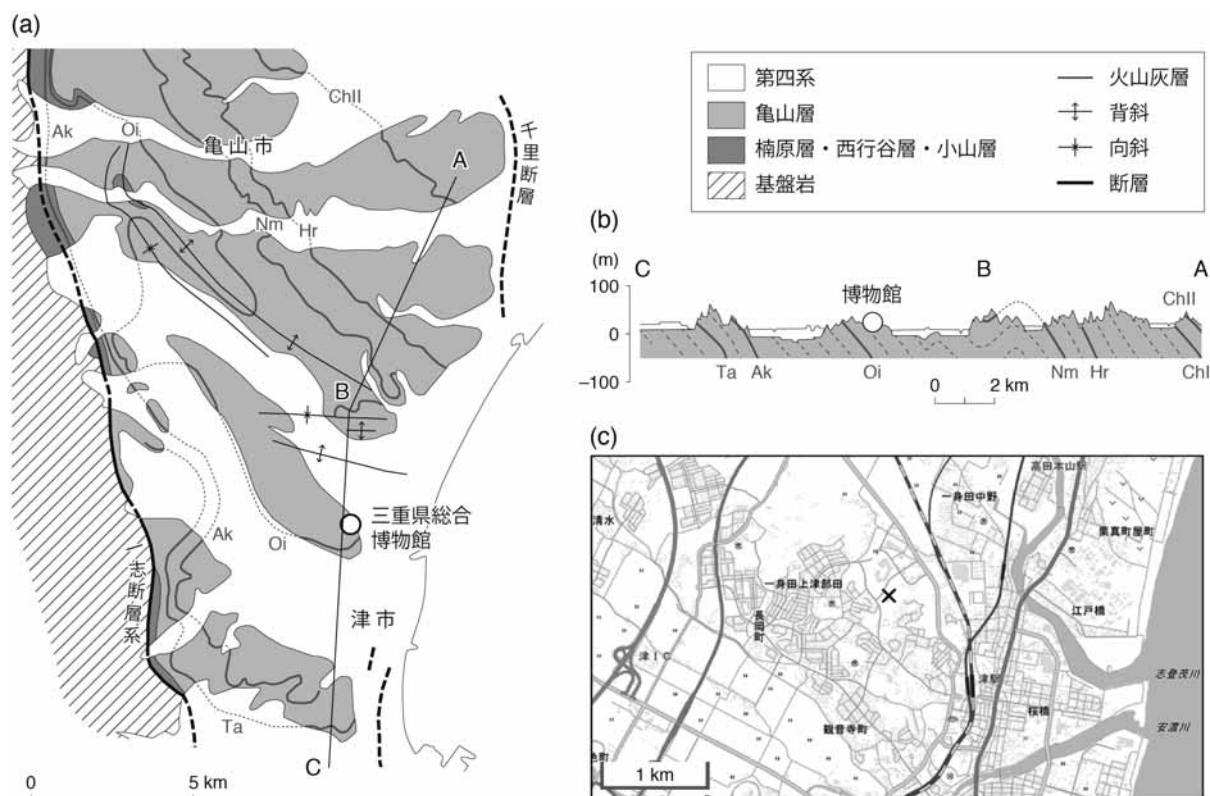


図1 三重県総合博物館の位置と周辺の地質。(a) 地質図. 吉田 (1990) に基づく。(b) 地質断面図 (吉田, 1987 に基づく). 断面図は縦横の縮尺が異なることに注意. 地質図に示した地域では小山層, 西行谷層, 楠原層, 亀山層が東海層群の構成層である. 火山灰層: Ak = 阿漕; ChI = 長明寺 I; ChII = 長明寺 II; Hr = 原田川; Nm = 野村; Oi = 大谷池; Ta = 垂水. (c) 博物館周辺の地形図と試料採取位置 (×印). 地形図は電子国土Webシステム (国土地理院) より作成.

1990; Nakayama et al., 1995), 最近筆者らの研究によって亀山層上部の古地磁気層序の改訂が行われた (星ほか, 2013, 2014). この手法を適用することによって, 化石密集層の年代を決定できる可能性があると筆者らは考えた.

筆者は化石密集層の下位および上位の細粒砕屑岩層から試料を採取し残留磁化を測定した. 化石密集層は砂質で, 古地磁気測定に適さない岩相であったため, その上下層の古地磁気を調べることで化石密集層の極性を推定することにした. 小論では得られた残留磁化測定データを示し, 化石密集層が挟まれる亀山層下部の火山灰層の古地磁気極性や放射年代も考慮しながら, 化石密集層の年代について考察する.

2. 試料と方法

試料は津市一身田上津部田の博物館建設地内 ($34^{\circ} 44' 32''$ N, $136^{\circ} 30' 06''$ E) から採取した. 試料採取層準は化石密集層基底の下位約70cmおよび同基底

の上位約210 cmであり, それぞれ層準110430-1および110430-2とした. 両層準とも青灰色シルト岩からなる. 岩相および地質構造 (三重県立博物館・新博物館整備推進室, 2011; 中川, 2014) から, これらの地層は整合一連の堆積物と判断される.

調査地の地層は北西に緩く傾斜している. 複数の法面に露出していた地層断面を観察・計測し, 層理面の走向・傾斜を求めたところ, $N53^{\circ}E, 5^{\circ}NW$ という結果を得た. 北方へ緩傾斜という結果は, 調査地周辺の亀山層の地質構造 (図1; 吉田, 1987; 吉田ほか, 1995) と調和的である. 後述する残留磁化方位はこの地層傾斜を補正する必要がある (傾動補正).

試料採取には充電式ドリルを使用し, 露頭で直径25 mmのコアを1地点につき6本採取した. コアの定方位付けには磁気コンパスを用いた. コアを愛知教育大学の実験室に持ち帰り, 岩石カッターを用いて高さ約22 mmの円筒状試料を作成した.

測定では, まず1地点につき2個の試料を選び, 自然

残留磁化 (NRM; natural remanent magnetization) を測定後、段階交流消磁法による消磁実験を行った (消磁には夏原技研DEM-95CとSchonstedt GSD-5を組み合わせた装置を使用)。残留磁化の測定には夏原技研スピナー磁力計 (ASPIN) を使用した。段階交流消磁は11~12ステップで最高50 mTまで実施した。測定後、消磁結果を直交投影図 (Zijderveld, 1967) と等積投影図に示し、残留磁化方位が決定できそうかどうか検討した。両層準とも方位決定可能と判断できたため、残りの試料に対しても段階交流消磁を適用した。測定終了後、消磁データの主成分解析 (Kirschvink, 1980) を行い、直交投影図上で原点に向かう固有残留磁化 (ChRM; characteristic remanent magnetization) 成分の分離とその方位決定を試みた。その際maximum angular deviation (MAD; Kirschvink, 1980) が15°未満の結果を採用した。このようにして得られた試料のChRM

方位を使って両層準の残留磁化方位を決定した。

3. 結果

両層準の代表的な段階交流消磁結果を図2に示す (左図が110430-1、右図が110430-2)。図に示した2つの試料とも、10 mTまでは二次磁化と考えられる磁化成分が認められたが、その後ChRMが現れた。測定したすべての試料にかなり大きな二次磁化が付着していた。両層準とも、測定した6試料中5試料からMADが15°未満のChRMを分離できた。

試料の「消磁前の方位 (NRM方位)」と「消磁後に決定された方位 (ChRM方位)」を図3に示す。この図に示したChRM方位は地層の傾動を補正していない (in situ) 方位である。NRM方位は両層準とも大きな分散を示したが、ChRM方位はよく集中した。これは交流消磁によって二次磁化成分が完全に除去され、両

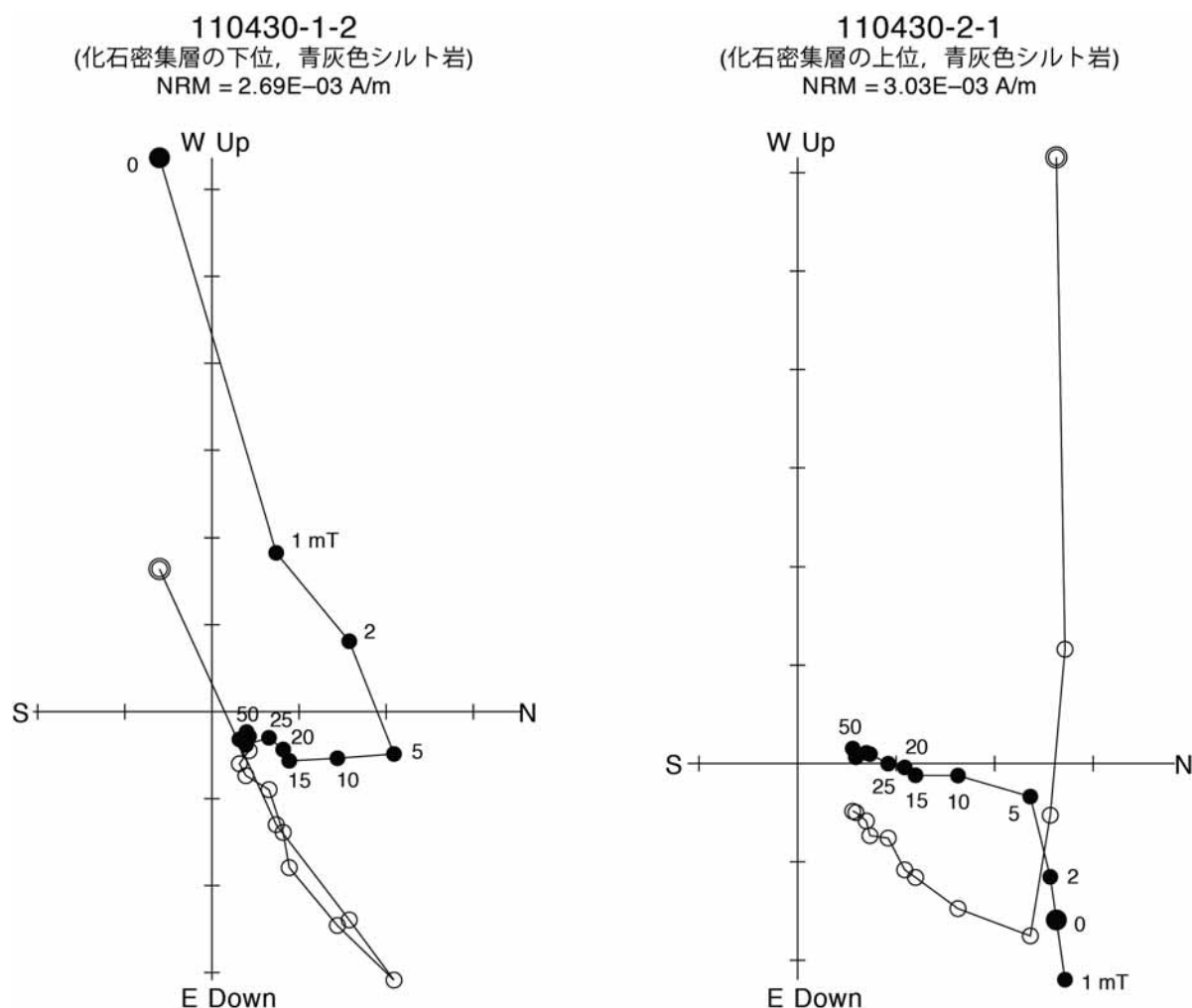


図2 代表的な段階交流消磁結果 (直交投影図)。●は残留磁化ベクトルの水平面投影 (横軸 N S, 縦軸 E W), ○は鉛直面投影 (横軸 N S, 縦軸 Up Down)。印の数字はピーク磁場強度 (単位 mT)。

層準に固有の（堆積時に獲得したと考えられる）磁化成分が分離できたことを示す。傾動補正後（走向・傾斜としてN53°E, 5°NWを用いた），両層準とも下向きの方位を示し，仮想的地磁気極（VGP; virtual geo-magnetic pole）の緯度が45°よりも高いため，正帯磁（正極性）と判断される。両層準の方位データを表1に示す。

4. 考察

今回の測定によって，化石密集層を挟む2つの層準がいずれも正極性残留磁化を持つことが判明した。2層準の層位間隔はわずか約3 mであり，上記のように地層は整合一連と判断できることから，化石密集層も正磁極期の堆積物であることは間違いないと考えられる。

この正磁極期は，以下の考察からガウス正磁極期（Gauss Chron）であると判断できる。吉田（1987）の地質図および地質断面図によると，化石密集層の層準は下位の大谷池火山灰層と上位の野村火山灰層の間にあたる（図1および4）。大谷池火山灰層のフィッシュ・

表1 化石密集層の下位層（層準110430-1）および上位層（層準110430-2）の残留磁化測定結果。

Site	110430-1	110430-2
N	5	5
J (10^{-3} A/m)	6.04	3.95
D (°)	18.6	10.7
I (°)	61.5	34.8
D_c (°)	11.8	8.3
I_c (°)	58.4	31.4
α_{95} (°)	9.6	8.7
k	64.8	78.1
VGP lat. (°N)	79.6	70.8
VGP long. (°E)	198.0	291.7
Polarity	Normal	Normal

N : 試料数

J : 試料の自然残留磁化強度の平均

D, I : 偏角, 伏角

D_c, I_c : 傾動補正後の偏角, 伏角

α_{95} : 95%信頼限界円の半径

k : 集中度パラメータ

VGP: 仮想的地磁気極

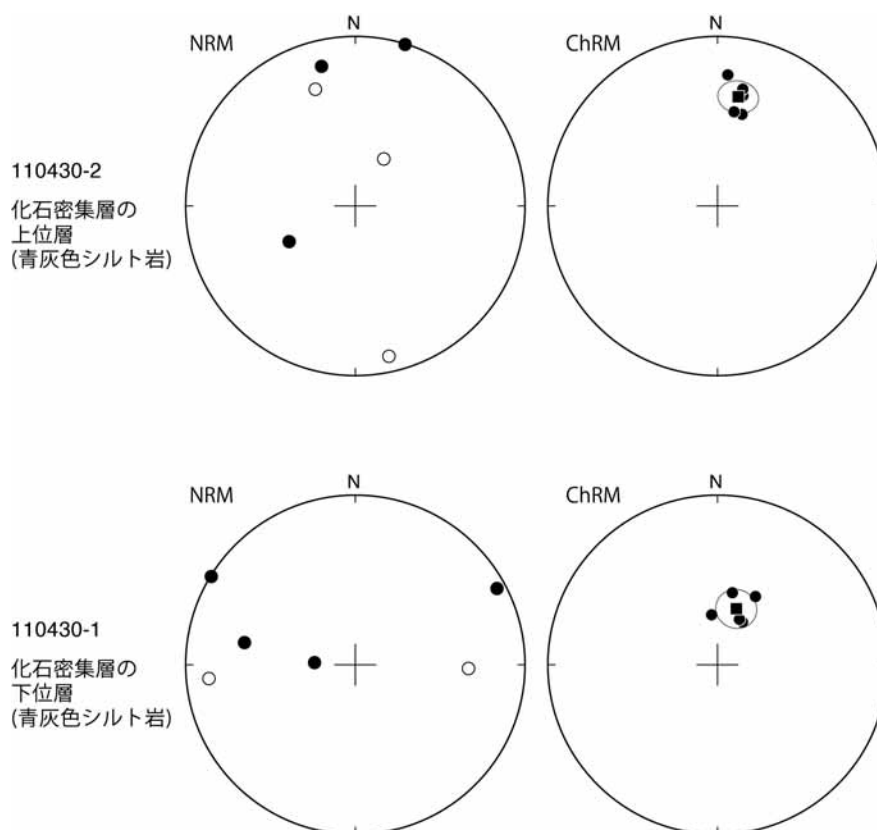


図3 層準110430-1と110430-2の自然残留磁化（NRM）方位と固有残留磁化（ChRM）方位。すべて等積投影。傾動補正をしていない（in situ）方位であることに注意。○/●は試料の残留磁化方位を示し，○が上半球，●が下半球。ChRMの■は平均方位で，その周りの点線の円は95%信頼限界範囲（半径 α_{95} ）。

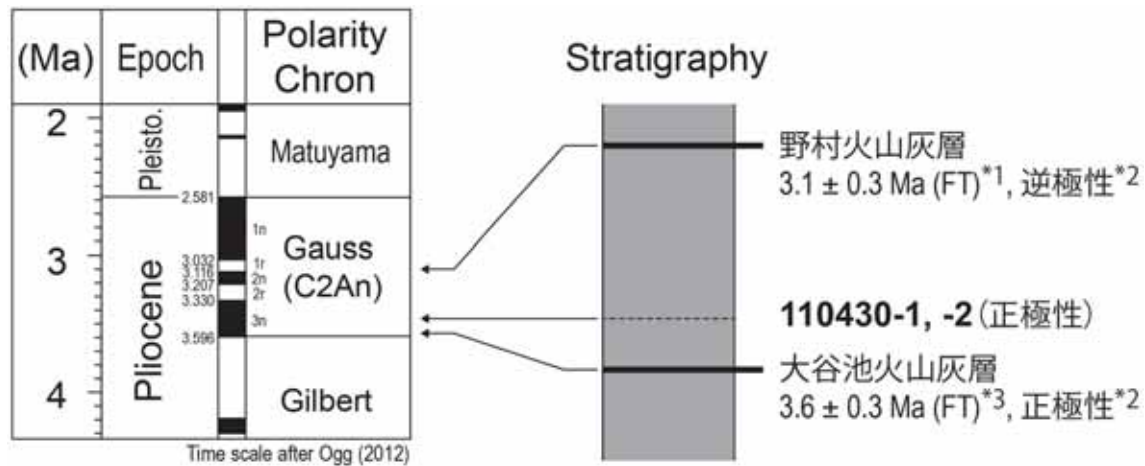


図4 地磁気年代尺度と調査層準（110430 1, 2）の対応関係。調査層準とその周辺の層序は吉田（1987）の地質図と地質断面図（図1b）をもとに筆者が推定。*1 田中（2009）；*2 中山・吉川（1990）；*3 吉田（2000）。

トラック（FT）年代は3.6 ± 0.3 Ma（吉田，2000），古地磁気は正極性（中山・吉川，1990）である。Ogg（2012）の地磁気年代尺度に基づくと，3.6 ± 0.3 Maの年代に対応する正磁極期はガウス正磁極期前期（Chron C2An.3n; 3.596～3.330 Ma）と考えるのが妥当である。つまり，大谷池火山灰層はChron C2An.3nの堆積物であり，その年代は3.596 Maよりも若い。一方，野村火山灰層はFT年代が3.1 ± 0.3 Ma（田中，2009），古地磁気は逆極性（中山・吉川，1990）である。FT年代の誤差を考慮すると，この逆極性はガウス正磁極期中期のChron C2An.2r（3.330～3.207 Ma）またはC2An.1r（3.116～3.032 Ma）のどちらかに対応する。これは野村火山灰層が3.032 Maよりも古いことを意味する。結局，今回検討した2層準（正極性）とそれらに挟まれる化石密集層の年代は，大谷池火山灰層と同じChron C2An.3n（3.596～3.330 Ma）あるいはChron C2An.2n（3.207～3.116 Ma）のどちらかということになり，3.596 Maより若く，3.116 Maより古い堆積物であると結論される。

吉田（1987）の地質図および地質断面図によると，調査地の層準はどちらかという大谷池火山灰層に近いことから，図4では調査地の層準をChron C2An.3n（約3.5 Ma）に対応させ記載しているが，より厳密に年代を決めるには，大谷池火山灰層から野村火山灰層までの詳しい古地磁気層序の検討が必要である。

5. 謝辞

中川良平氏（三重県総合博物館）と宇佐美徹氏（愛知県立杏和高校）には調査地とその周辺の地質についてご教示いただいた。査読者からは小論の完成度を高めるための貴重なコメントを頂いた。本研究の一部は科研費（基盤(C), 23540532, 26400488）によった。

6. 引用文献

- 星 博幸・服部憲児・田中里志・宇佐美徹・中川良平・津村善博・小竹一之・森 勇一. 2013. 三重県亀山地域に分布する東海層群のガウス 松山古地磁気極性境界. 地質雑, 119: 679 692.
- 星 博幸・田中里志・宇佐美徹・中川良平・津村善博・小竹一之. 2014. 岩石磁気・古地磁気測定から示唆される東海層群のガウス 松山逆転層準. 地質雑, 120: 313 323.
- Kirschvink, J.L. 1980. The least squares lines and plane and the analysis of palaeomagnetic data. Geophys. J. R. Astr. Soc., 62: 699 718.
- 三重県立博物館・新博物館整備推進室. 2011. 化石がでたゾ！一みんなですらべた新県立博物館建設地一. 三重県立博物館・新博物館整備推進室, 津, 18p.
- 中川良平. 2014. がかいぞミエゾウ！～化石が語る巨大ゾウの世界～. 三重県総合博物館, 津, 108p.
- 中山勝博・吉川周作. 1990. 東海層群の古地磁気層序. 地質雑, 96: 967 976.

- Nakayama, K., Yoshikawa, S. and Ito, T. 1995. Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic Tokai Group in central Japan and its sedimentologic implications. *J. Southeast. Asian Earth Sci.*, 12: 95-104.
- Ogg, J.G. 2012. Geomagnetic polarity time scale. In Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M. and Ogg, G., eds., *The Geologic Time Scale 2012*, Elsevier, Oxford, 85-113.
- Opdyke, N.D. and Channell, J.E.T. 1996. *Magnetic Stratigraphy*. Academic Press, San Diego, 346p.
- 田中里志. 2009. 東海層群亀山累層, 野村火山灰層のフィッシュン・トラック年代. 亀山市鈴鹿川河床の鮮新世化石群発掘調査報告書, 亀山市歴史博物館, 83-86.
- 吉田史郎. 1987. 津東部地域の地質 (地域地質研究報告5万分の1図幅). 地質調査所, 72p.
- 吉田史郎. 1990. 東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷. *地調月報*, 41: 303-340.
- 吉田史郎. 2000. 伊勢湾周辺の東海層群の年代と対比. 日本地質学会107年大会演旨, 230.
- 吉田史郎・高橋裕平・西岡芳晴. 1995. 津西部地域の地質 (地域地質研究報告5万分の1図幅). 地質調査所, 136p.
- Zijderveld, J.D.A. 1967. A.C. demagnetization of rocks: analysis of results. In Collinson, D.W., Creer, K.M. and Runcorn, S.K., eds., *Methods in Palaeomagnetism*, Elsevier, Amsterdam, 254-286.