

## 地磁気永年変化と古地磁気測定誤差による方向データの平均への影響

### Effects of the geomagnetic secular variation and the paleomagnetic error on the mean direction

# 畠山 唯達[1], 河野 長[2], 浜野 洋三[1]

# Tadahiro Hatakeyama[1], Masaru Kono[2], Yozo Hamano[3]

[1] 東大・理・地球惑星物理, [2] 岡山大固地研

[1] Dept. of Earth and Planetary Phys., Univ. Tokyo, [2] Inst. for Study of Earth's Interior, Okayama Univ., [3] Dept. Earth & Planetary Physics, Univ. of Tokyo

はじめに：

ここ数年ガウス係数に何らかの制約条件を加えたうえ、古地磁気データを用いてインバージョンによって推定された過去 500 万年の「平均磁場モデル」がいくつか発表されている (Gubbins and Kelly, 1993; Kelly and Gubbins, 1997; Johnson and Constable, 1995, 1997)。これらのインバージョンに用いられた古地磁気データは主に熔岩流から求められた方位データである。しかし、Kono et al. (2000) はガウス係数と方向データは非線形な関係を持っていてこれらの平均値の間には 1 対 1 の対応関係がないため、平均方向からガウス係数の平均だけを求めるインバージョンが正確に平均を表さないことを指摘した。本研究では磁場方向データをガウス係数のテイラー展開によって表し、その分散 (すなわち地磁気永年変化) がどれほど観測値の平均に影響を及ぼすかを定量し、ガウス係数の平均と分散を同時に決定するインバージョンの可能性について吟味した。またこれとは独立に、古地磁気学的な測定上の誤差が方向データに及ぼす影響も調べ、インバージョンにおいて永年変化および測定誤差からくる観測値の誤差が分離可能であるかも検討した。

永年変化の方向データへの影響：

地球磁場のガウス係数がある平均の周りに決まった分散 (永年変化) を持って時間変動していると仮定すると、長時間に渡って一様に観測される磁場方位のデータ (伏角 + 偏角, 方向余弦など) は、平均場の周りで、

(観測値の期待値) = (平均場による観測値) +  $0.5 \times$  (観測量の 2 回微分  $\times$  ガウス係数の分散の自乗) + (3 次以上の項)...

と展開することができる。この式の右辺第 2 項以降が永年変化の及ぼす影響である。とくにガウス係数の変動が正規分布で表すことができる場合、その 3 以上の奇数次のモーメントはないので、観測値の期待値のずれは分散までで大部分が説明できることが予想される。今回はガウス係数の分布を正規乱数を用いて与え、それによって観測される方向データの平均場による観測値からの差と、右辺第 2 項の大きさを比較した。永年変化モデルについては、コア表面における磁場の強さが次数  $l$  ごとに一定になり、それを位数  $m$  で等分配するもの (Loves, 1974; Constable and Parker, 1988) を採用した。ただしその絶対量は変化させ永年変化の大きさの影響も調べた。その結果、分散の影響は偏角に対して磁気緯度が  $20$  度付近が一番大きく数度程度であり、2 次までの展開では 1.5 倍ほど過大評価することがわかった。

測定値の誤差の影響：

純粋に古地磁気学的な測定に含まれる誤差にはさまざまな要因がある。現場におけるサンプリング、成形、サンプルの形状異方性、サンプル内の磁化の不均質性、磁力計へのセッティング、そして磁力計による測定の実誤差などである。今回はこれらのうち、全てのサンプルに系統的に出てくるような誤差は考えず、正規分布的な分布を持つ  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  の 3 成分の誤差が磁力計によって測定される全磁力に比例すると考えた。この場合、観測値は 3 成分の基本場による 2 次までの展開で記述したとき、磁化方向に対してフィッシャー分布を仮定した場合、その平均は平均場によるものと一致する。つまり、十分な量の観測があれば、測定誤差は測定値の平均に対して影響を及ぼさないとと思われる。

平均地球磁場の非線形インバージョンへの応用：

以上の結果から信頼できる観測値が 1 サイトにおいて十分な数あれば、観測誤差は方向データからの非線形インバージョンによって得られる平均ガウス係数には誤差として以上の影響を及ぼさず、また現在予測されるような永年変化を考えた場合、これが数度の影響を観測値に与えることから、この影響はガウス係数によるテイラー展開をすることによって観測パラメータを書き下し分散の効果を入れたインバージョンをすることによって同時に解くことが可能である。