

## 地殻の磁化方向が不明な場合、応力磁気効果のモデル計算は可能か？

# 山崎 健一 [1]  
[1] 京大・防災研

## Calculation of piezomagnetic fields arising from the crust with unknown directions of initial magnetizations

# Ken'ichi Yamazaki[1]  
[1] DPRI, Kyoto Univ.

In calculating the piezomagnetic field (i.e. changes in the magnetic field arising from changes in stress via the mechanism of the piezomagnetic effect), a conventional procedure is as follows: (1) Estimate the spatial distribution of magnetizations in the crust based on results of magnetic surveys, (2) Conduct modeling of the piezomagnetic field using the estimated structure of initial magnetizations (e.g. Nishida et al., 2004, EPS). The problem includes a problem on the non-uniqueness of the initial magnetization. Indeed, potential theories show the spatial distribution of initial magnetization cannot be determined uniquely. In an earlier study, Yamazaki (2009, EPS) considered a situation in which (i) the stress is uniform in the region of interest, (ii) direction of initial magnetization is fixed and known, and (iii) the magnetic anomaly arising from the initial magnetization is given in a plain at a certain height. He has shown that, under the conditions (i) - (iii), the piezomagnetic field is determined uniquely regardless of the non-uniqueness of initial magnetization. This result implies we can avoid a difficulty of estimating the initial magnetization in the piezomagnetic studies.

However, the assumption (ii) is somewhat problematic. Therefore the problem that should be addressed is whether the piezomagnetic field is determined uniquely or not when the condition (ii) is not involved. Regrettably, the answer to this question is NO. We can provide a set of explicit distributions of initial magnetization, both of which generates the same magnetic anomaly, but generate different piezomagnetic fields. This result implies that we cannot uniquely associate the piezomagnetic field and the stress field that causes the piezomagnetic effect. Therefore, we need to restrict the piezomagnetic studies in the cases that the direction of initial magnetizations is fixed.

ピエゾ磁気効果によって生じる地磁気変化（ピエゾ磁場）を計算するとき、通常は（１）地表で得られた磁気測量データ等に基づき磁化分布を推定する、（２）推定した磁化分布を初期磁化として線形ピエゾ磁気効果を仮定して磁場のモデル計算を実行する、という２段階を踏む（例えば Nishida et al., 2004, EPS）。しかしポテンシャル問題の非一意性により、地表の磁気測量データのみから地下の磁化分布を一意に決定することはできないので、得られたモデル計算結果が正しいことは自明ではない。先行研究（Yamazaki, 2009, EPS）は、(i) 応力場が考察対象の領域内で一様、(ii) 初期磁化の方向が一様で既知、(iii) ある高度における平面上の磁気異常が既知、という３条件が満たされるならば、磁化構造の非一意性にもかかわらず、ピエゾ磁気により生じる磁場は一意に決定されることを示した。この結果は、磁場観測の結果を応力変化量に関連付ける上で、磁化決定というそれ自体難しい問題を回避できることを意味している。

しかし、仮定 (ii) は常に許容されるわけではない。そこで仮定 (ii) をはずしたとき、すなわち磁化の強さだけでなく方向も不確定な場合にもピエゾ磁場は一意に決定できるのかが問題となる。この問題についての答えは否定的である。すなわち、同一の磁気異常を生じ、かつ異なるピエゾ磁場を生じる磁化分布が存在することが示される。今回考えた問題では一様な応力場を想定しているが、より複雑な応力場の場合にも一意性が崩れることは明白である。よって、ピエゾ磁気効果を振り所として磁場観測を応力変化推定に用いようとする場合、磁化方向が一定であることの確認は必須であると言える。