

## 空中磁気データによる3次元地下構造イメージング ユニーク解の欠如とノルム最小化解析

3D subsurface imaging by aeromagnetic data — Optimizing minimum norm analysis under the lack of unique solution

# 中塚 正 [1]; 大熊 茂雄 [2]

# Tadashi Nakatsuka[1]; Shigeo Okuma[2]

[1] 産総研 地質; [2] 産総研・地質情報

[1] GSJ, AIST; [2] GSJ, AIST

<http://staff.aist.go.jp/tad.nktk/>

一般にベクトル磁場  $H$  は、ソースのない空間 ( $\nabla \times H = 0$ ,  $\nabla \cdot H = 0$ ) では、スカラーポテンシャル から導かれ、 $H = -\nabla \phi$ ,  $\nabla^2 \phi = 0$ . 磁場  $H$  のある方向成分  $X = -(\nabla \phi / x)$  は、やはりラプラス方程式  $\nabla^2 X = 0$  を満たす. しかし、全磁力  $F = |H|$  は、一般にはラプラス方程式を満たさない. しかし、局所磁気異常の解析のように、一定で強い標準磁場  $N$  に弱い異常場  $A$  が重畳した状態 ( $H = N + A$ ) を想定すると、全磁力は  $F = |H| = |N| + T$  ( $T$  は  $A$  の標準磁場方向の成分) となる. 異常場  $A$  自体もスカラーポテンシャル から導かれ ( $A = -\nabla \psi$ ,  $\nabla^2 \psi = 0$ ), 標準磁場方向を  $n$  として  $T = -(\nabla \psi / n)$  であり、従って  $\nabla^2 T = 0$  となる. [ $H$   $N$   $A$  はベクトル]

すなわち、全磁力異常  $T$  は、標準場が純直流的であり磁気異常振幅が標準場に比して十分小さいという近似のもとに、ラプラス方程式  $\nabla^2 T = 0$  を満たす. 従って、無限平面 (または曲面) 上で全磁力異常が与えられると、それを境界条件として、ソースのない至るところの全磁力異常が導ける. ソースのない全空間で全磁力異常が求まることは、磁気異常ポテンシャルに引き直せることを意味し、標準場の向きを与えると他の成分磁気異常値 (各成分の絶対値ではないが) を導くことができる (Lourenco and Morrison, 1973).

一定の方向成分を測定する磁力計は、一般にそのセンサーをその方向に向ける必要があり、とくに移動観測においてはそれを高精度で行うことに大きな困難がある. また、その測定分解能も現状では有効数字 3~4 桁程度と思われる. 一方、光ポンピング磁力計をはじめとする全磁力計測では有効数字 6~7 桁を上回る分解能が実現しており、精密な地下構造把握をめざす上では、全磁力計測が優れている.

全磁力異常の解析にあたっては、ポテンシャル場理論が適用でき理論的取り扱いが容易な反面、異常のソースを求める逆解析において、数学的にユニークな解が存在しないという困難がある. この困難に打ち勝つためには 2 つの方向性がある. 一つは他種目の観測で得られた情報を相補的に取り込むこと、もう一つは地下構造と言う複雑な自然を実践的により正しくモデル化 (単純化) することである. 両者は排他的ではないが、後者は、自然は複雑でありつつも、それに対して人間はモデル化 (単純化) によってそれを理解しようとする simple is best の考え方である. 解がユニークでないときのノルム最小の考え方は、この考え方に沿うものである.

ここでは、空中磁気データから 3 次元地下構造イメージングを行う逆解析にあたって、不定問題の CG 法による解がノルム最小となる点を活用し、効果的な 3 次元イメージングの方法を検討する. 検討の主要なポイントは、ノルム最小にするパラメータとして磁化をその体積に関係なく用いるのか磁気モーメントとして評価すべきか、ソースが深部になるほど上空での観測に及ぼす効果が小さくなる点をいかに評価するかなどである.