

R003-P01

ポスター 2 : 9/25 AM1/AM2 (9:00-12:30)

高相関な密度-磁化モデル取得のための group lasso を用いた磁気・重力ジョイントインバージョン

#宇津木 充¹⁾

¹⁾京大・理・火山研究センター

Magnetic and gravity joint inversion for obtaining highly correlated density-magnetization models using group lasso regularization

#Mitsuru Utsugi¹⁾

¹⁾Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University

The magnetic and gravity surveys are powerful methods for obtaining information of the subsurface structure, and both are highly compatible with each other based on potential theory. Thus, many studies have been focused on the gravity and magnetic joint inversion.

In such studies, it is often apply the constraint that the density structure obtained from the gravity data to be correlated with the magnetization structure obtained from the magnetic field data, and recent studies used the methods such as cross gradient, fuzzy c-means method, and correspondence maps etc. for this purpose. In these analyses, the subsurface is divided into small block cells, and the density and magnetization of each cell are calculated.

In our study, we attempted to introduce a regularization method called "group lasso" in the joint inversion of magnetic and gravity data. The group lasso is a method in which model elements can be divided into several groups (clusters), and the elements belonging to each group are constrained to take zero or non-zero values. Making groups (pairs) of density and magnetization of each grid cells, we attempted to apply this group lasso method to the gravity and magnetic joint inversion. This means that where density or magnetization takes a non-zero value, the other will also be non-zero, and conversely, if one is zero, the other is also likely to be zero. As a result, derived density and magnetization structures are expected to have similar shape with high correlation.

The advantages of applying group lasso method are 1) ease of implementation, and 2) the ability to impose sparsity in addition to group effects on the model at the same time. In particular, the optimization of the nonlinear group lasso penalty can be obtained analytically using the proximal gradient method, and thus, we can implement it with a very simple code. Further, since the group lasso penalty is a vector version of the L1 norm penalty and it is also a sort of the sparsity promoting penalty, it is expected that the resultant model have sparseness feature.

In this presentation, we will show the details of the calculation method as well as some examples of its application to the synthetic tests and the real data study.

磁場、重力探査は地下構造についての情報を得るための有力な手法であり、どちらもポテンシャル理論に基づき親和性が高い事から、構造解析においてはこれらのデータを同時に使用したジョイントインバージョンが古くから研究されてきた。その際、重力データから得られる密度構造と、磁場データから得られる磁化構造が相関を持つような拘束を与える事が多く、そのために例えば cross gradient、fuzzy c-means、correspondence maps などを用いた解析方法が提案されている。ここで、これらの解析においては地下を小ブロックに分割し各々のブロックの密度、磁化を求めるといった方法が一般的に用いられている。

本研究では、磁重力ジョイントインバージョンにおいて group lasso と呼ばれる正則化方法の導入を試みた。group lasso とは、モデル要素をいくつかのグループ（クラスター）に分割できる場合に、そのグループに属す要素をまとめてゼロ、もしくは非ゼロの値を取るよう拘束を与えられるものである。この方法を用い各々の地下ブロックの密度と磁化をグループにして group lasso を適用する事を試みた。これにより、密度、磁化の一方が非ゼロの値を取るブロックでは他方も非ゼロとなり、逆に一方がゼロになれば他方もゼロになりやすくなる。その結果、得られる密度、磁化構造は形の似通った、相関の高い構造となる事が期待される。この方法を用いる利点としては、1. 実装が容易である、ことに加え 2. グループ効果に加えスパース性をモデルに課すことが出来る、という事が挙げられる。特に 1. については、本来非線形な group lasso のペナルティの最適化解が近接勾配法に依り解析的に求められるので非常に簡単なコードで実装できる。2. については、group lasso ペナルティは L1 ノルムペナルティのベクトル版でありスパース正則化法の一つなので、その導入により先行研究で指摘された磁場・重力スパースインバージョンの恩恵をそのまま享受できることが期待される。本発表では計算方法の詳細に加え、シンセティックテスト及び実データに適用した例について紹介する。