

ABICによる joint-inversion の定式化 : 1997年チベット・マニ地震 (Mw=7.6) に対する地震波形・InSAR データの適用

A method of joint inversion using ABIC: Application to the 1997 Manyi, Tibet earthquake with InSAR and seismic data

深畑 幸俊 [1]; Funning Gareth[2]; 八木 勇治 [3]; Parsons Barry[4]

Yukitoshi Fukahata[1]; Gareth Funning[2]; Yuji Yagi[3]; Barry Parsons[4]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] UC バークレー・地震; [3] 筑波大学大学院; [4] オックスフォード大

[1] Dept. Earth and Planet. Science, Univ. Tokyo; [2] UC Berkeley, Seism. Lab.; [3] Univ. of Tsukuba; [4] Depart. Earth Sciences, Univ. Oxford

我々は地学現象を様々な方法で観測する。例えば、地震が発生すると、その変動は強震計、広帯域地震計、GPS、干渉 SAR、水準測量等によって観測される。逆に、それら各種観測データから、インバージョン解析により、どのような地震が発生したのかを推定することができる。当たり前のことだが、用いるデータの数や種類が多くなるほど、より良いモデル推定が行える筈である。

モデル推定において、用いるデータが一種類のみの場合は、全てのデータの観測誤差が同じ分布に従うと仮定することが可能である。一方、異なる種類のデータを用いてモデル推定を行う場合には、そのような仮定は成り立たない。勿論、ダンピング付き最小二乗法でその重みを主観的に決めたりするように、各種データの誤差の広がりや解析者が適当に設定することはできる。しかし、そのような方法で推定されたモデルは、統計的に確度が最大化されたものではない。本研究では、赤池のベイズ情報量規準 (Akaike's Bayesian Information Criterion, ABIC) を用いることにより、異なるデータ間の重みを観測データに基づいて客観的に決め、同時インバージョン (joint-inversion) を可能とする定式化を行った。

具体的な手順は以下のとおりである。ABIC によるインバージョン解析では、先験的情報とデータの誤差分布を規定する複数の超パラメータを持つベイズモデルを構築し、ABIC 最小の規準によりその超パラメータの値を決める。そこで、複数種類のデータがある場合には、データの誤差分布を規定する超パラメータの数をデータの種類の分だけ増やし、それらの値を ABIC 最小の規準によって求めれば良い。この方法は、滑りの時空間分布を求める場合のように、複数の先験的情報を持つ問題に対しても同様に有効である。

新たに定式化した joint-inversion の手法を 1997 年チベット・マニ地震 (Mw 7.6) の断層モデルを求める問題に適用した。用いたデータは、ERS-2 によって得られた 3 組の干渉 SAR(InSAR) データと、IRIS-DMC の 10 観測点の P 波データである。断層面としては、長さ 180km 深さ 18km の一枚の垂直の断層を設定してそれを 6km x 6km の小断層に分け、時間的・空間的に滑りはなめらかに変化すべきという先験的拘束条件を課した。インバージョン解析は、InSAR のみ、地震波形のみ、InSAR と地震波形の両方、の三種類のデータセットに対して行った。

Joint-inversion (InSAR と地震波形の両方のデータを使用) で得られた滑り分布は、InSAR のみの場合と良く似たものであった一方、地震波形データのみの場合とは大きく異なっていた。このことは、地震の滑り分布を求める上で InSAR の方が遠地地震波形よりも良質の情報を提供することを示している。また、joint-inversion の結果が InSAR データをよく説明するのは勿論だが、地震波形データについても、地震波形データのみインバージョンの場合とほぼ同様に (データの適合度合いが 2% ほど落ちるのみ) 説明することができた。

本研究で開発した joint-inversion の手法は、地震の断層モデルを推定する問題のみならず、線形のインバース問題であれば一般に適用可能である。