

疎性モデリングを用いたスロー地震のインバージョン—Fused Lassoの適用

Geodetic inversion for spatial distribution of slow earthquakes under sparsity constraint (Fused Lasso)

*中田 令子¹、日野 英逸²、桑谷 立³、岡田 真人⁴、堀 高峰¹*Ryoko Nakata¹, Hideitsu Hino², Tatsu Kuwatani³, Masato Okada⁴, Takane Hori¹

1. 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2. 筑波大学システム情報工学研究科、3. 海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、4. 東京大学大学院新領域創成科学研究科

1. R & D Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. University of Tsukuba, Japan, 3. Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo

本研究では、沈み込むプレートとその上のプレートとの境界面上で起きているすべりの時空間分布を、地表の地殻変動データから高分解能で抽出するための手法を開発している。そのために、大地震後に生じるゆっくりしたすべり（余効すべり）やスロースリップイベントをターゲットとする。これらは、スロー地震と総称され、数日～数年間かけて地下の断層がゆっくりとすべる現象であり、GPS等によって地表で観測された地殻変動から、断層面上のすべり量を推定できる。従来の手法ではABIC [Yabuki & Matsu'ura, 1992]やカルマンフィルタ [Segall & Matthews, 1997]を用いて、すべり分布のなめらかさを仮定していた。そのため、詳細な構造を高分解能で推定することは難しかった。

我々は、地震や余効すべりを含むプレート境界面上のすべりの時空間変化の数値シミュレーションによって、大地震とその後の余効すべりを計算した [Nakata et al., 2012]。数値シミュレーションでは、大地震の震源域には、周囲よりも不安定な摩擦条件を与えているため、周囲とは異なる挙動（普段は周囲よりもすべり速度が遅く、地震時には周囲よりも高速ですべる）を示す。数値シミュレーションで起こした大地震後の余効すべりは、地震時のすべり域（震源域）を取り囲むように分布していた。この余効すべりに伴う地殻変動を計算し、それを模擬観測データとして、プレート境界面上のすべり分布を推定したところ、従来の手法では、すべりが0であるべき震源域内において、無視できない大きさのすべりが推定された [Nakata et al., 2014; 2016]。しかし、Markov random fields (MRF)モデルに基づいたすべりのなめらかさおよび不連続性を規定する項と、スパースモデリングに基づいたモデルパラメタのスパース性を規定する項を導入した評価関数を最小にするモデルパラメタセットは、従来の手法よりも高分解能で、余効すべり域と固着域を分離できていた [Nakata et al., 2016]。しかし、交差検定を用いたハイパーパラメタ推定手法やMarkov chain Monte Carlo (MCMC)法を用いたモデルパラメタ推定手法のため計算に時間がかかり、問題の大規模化は難しい、ノイズレベルや観測点分布によっては十分な分解能が得られにくい場合がある、などの課題も明らかになった。

そこで、Nakata et al. [2016]の考え方を参考に、Fused Lasso等の既存の数値モデルを組み合わせた手法の開発を行っている。現在は、1997年・2003年・2010年に発生した豊後水道スロースリップイベントの実データに適用する準備を進めているところである。これらのイベントに関しては、すでにABICを用いたインバージョン解析等が行われており、すべり域はだいたい同じであるが、時間発展は異なっていることが明らかになっている[e.g., Yoshioka et al., 2015]。スパースモデリングを取り入れることによって、すべり分布がどのように変わるのか、イベント毎の空間分布の違いや、同期して発生している深部低周波微動やすべり欠損の大きな領域との詳細な位置関係などについて調べる。