

# 多数のテンプレート地震を用いた、気象庁一元化震源の相対震源決定

株式会社 ホームサイズモメータ 堀内茂木

## 1. はじめに

地下構造には、大きな不均質性が存在し、不均質性が震源決定の大きな誤差要因になっている。Waldhauser & Ellsworth (2000)によるHypoDDは、解析する全領域で発生する全地震の相対震源決定の誤差が最小となるように震源決定する方であり、不均質性の影響を取り除くことができる震源決定法である。しかし、この方法は、狭い領域で発生する地震の震源決定を行うための方法であり、広域で発生する地震を解析対象とすることはできない。また、地震は、毎日発生するが、彼らの方法は、インバージョンで全ての地震の震源を同時に推定しているため、新しく発生した地震を追加することが難しい。本報告では、多数のテンプレート地震を用いた相対震源決定法を提案し、気象庁一元化震源の再決定を行ったので、報告する。

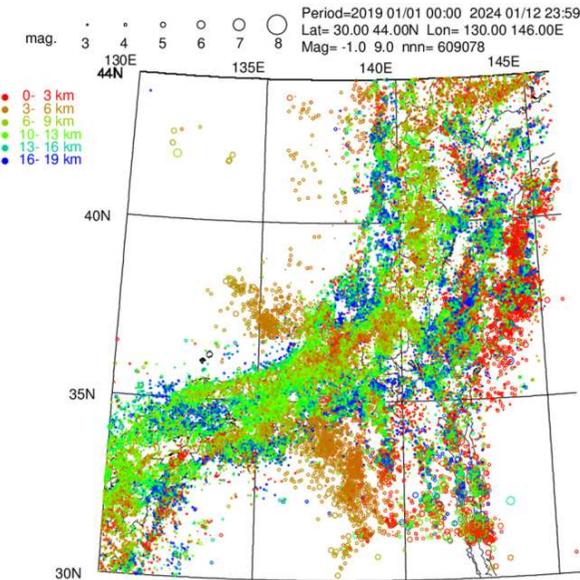
## 2. 方法

堀内・他(2022)は、相対震源決定による、読み取りデータの自動修正機能を備えた自動震源決定システムを開発した。詳しくは、

<https://www.homeseismo.com/html/sotajijido.html> に示されているが、このシステムは、地震毎に、その地震の近傍で発生する多数の地震との相対震源決定を行っている。ここでは、このシステムを変更し、一元化震源の相対震源決定に適用できるようにした。以下は、この方法の説明である。

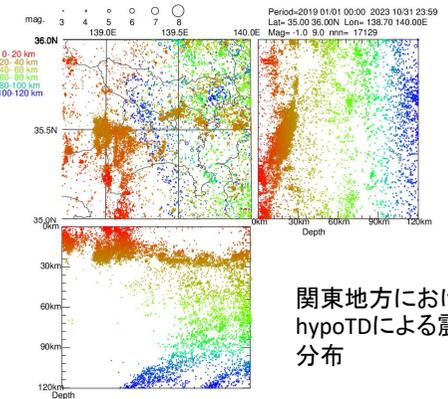
まず、解析領域で発生した大き目の地震の、震源パラメータと、P波、S波到着時刻データを登録する。以下では、この大き目の地震をテンプレート地震と呼ぶことにする。個々の地震の震源は、その地震の震源近傍で発生しているテンプレート地震をN個選び、地震毎に、N組の相対震源決定を行うことにより求めた。最良解は、N組の相対震源決定の二乗平均誤差が最小となるように求めた。ここでは、N=50とした。以下では、この震源決定法をhypoTDと呼ぶことにする。

個々のテンプレート地震は、震源決定に用いられる観測点の、配置と、組み合わせにより、地下構造の不均質性の影響を受け、震源決定誤差を含んでいる。従って、テンプレート地震一個を用いて、相対震源決定すると、求められた解には、テンプレート地震の震源決定誤差が上乘せされることになる。多数のテンプレート地震と相対震源決定し、震源パラメータを求める場合には、テンプレート地震に含まれている震源決定誤差が平均化され、推定誤差が小さくなるはずである。N個用いる場合には、推定誤差は、誤差の平均値の約 $\sqrt{N}$ 分の1になると期待される。

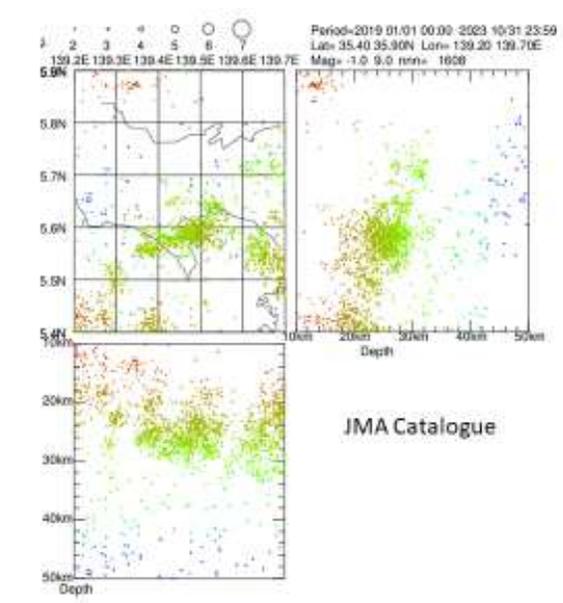
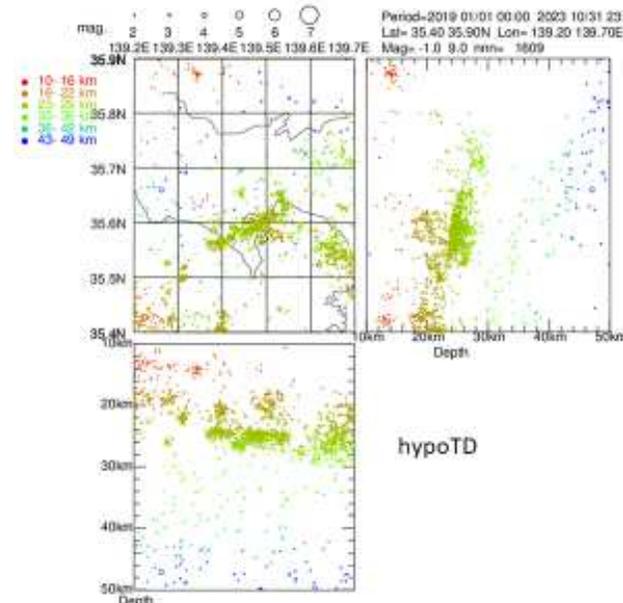


## hypoTDによる震源決定

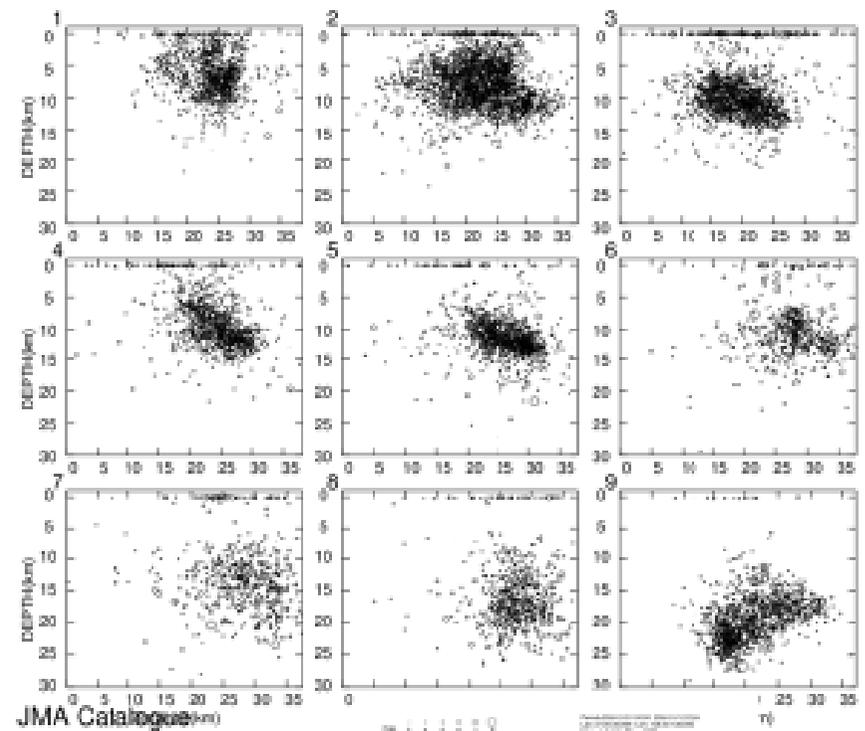
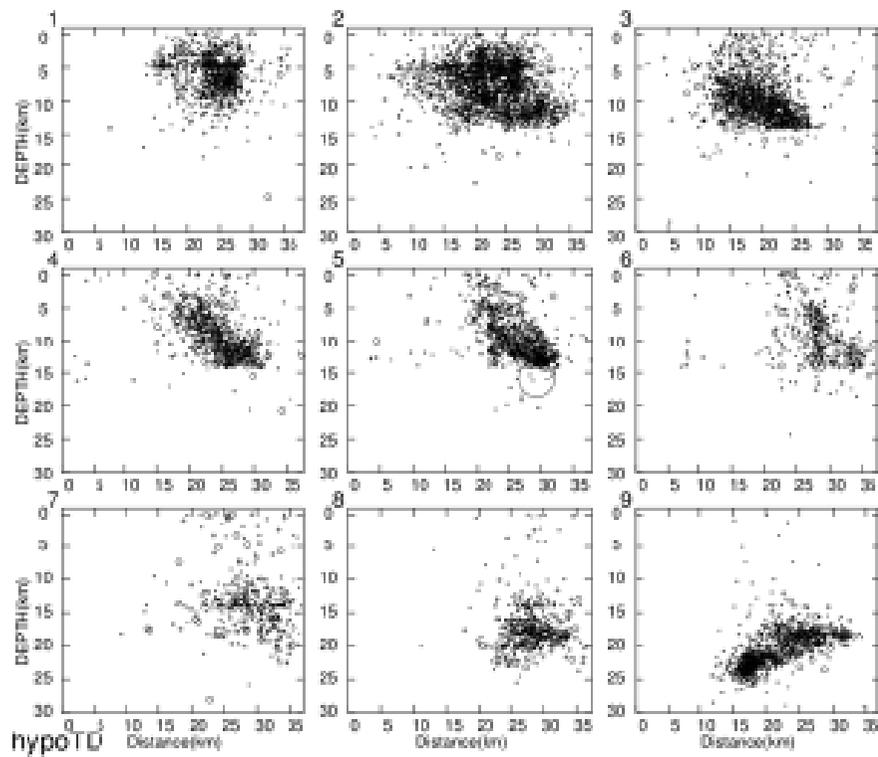
- ・期間: 2019年1月1日-2024年1月12日
- ・震源決定数: 120万個
- ・用いたテンプレート地震の総数: 27万個
- ・個々の地震について、相対震源決定に用いたテンプレート地震数: 50個



関東地方における、hypoTDによる震源分布



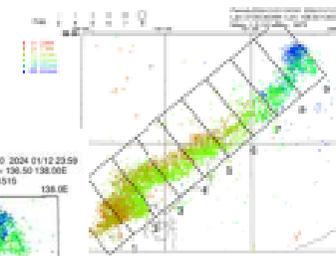
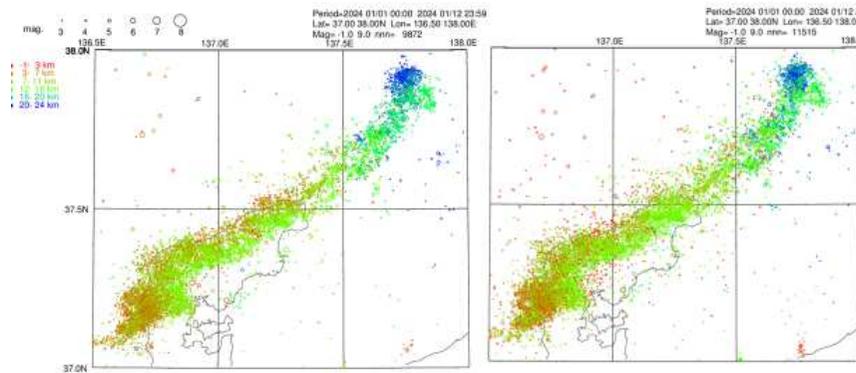
東京湾直下のhypoTD(左)による震源分布と、一元化震源(右)によるそれとの比較。



能登半島地震のhypoTD(左)による震源の鉛直断面図と、気象庁一元化震源によるそれ(右)との比較。

**結論**

- ・多数のテンプレート地震を用いた相対震源決定(hypoTD)で、精度の高い震源位置が求められることが示された。
- ・気象庁一元化震源の読み取りデータは4日遅れで公開されているが、そのデータを用いることで、今後、数日遅れで、日本全域の高精度震源分布の推定が可能であると思われる。



能登半島地震のhypoTDによる震央(左)と、一元化震源によるそれ(右)との比較  
 期間 2024年1月1日-2024年1月12日。