リアルタイムトモグラフィの試み：ホイヘンス法と再帰的インバージョン

A road to the real-time tomography: Huygen's method and recursive inversion scheme

小木曽　仁[1]，蓬田　清[1]
Masashi Ogiso[1], Kiyoshi Yomogida[2]

[1] 北大・理・地球惑星
[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

地震波走時トモグラフィは地下不均質速度構造を推定する方法として広く用いられている。
しかし、従来の手法では以下のような制限があった。

1. 広く用いられている波線追跡法(pseudo bending や ray shooting)では、全ての震源一観測点の組み合わせについて、2 点間で波線の計算をそのたびに行う必要がある。また、複雑な速度構造の下では波線理論からはありえない波線が求まる場合や、shadow zone では適用できない。
2. 逆問題の解としては最小二乗解、また iterative 解法が用いられることが多いが、一般的な解法では大規模な行列計算が必要であり、さらなるデータの増加に対しては、データの増加分を含めた全てのデータについて再度初めから行列計算を行わなければならない。

上の制限は、これまでのトモグラフィの結果を地震発生ごとに更新していくというリアルタイムトモグラフィにおいては特に重要である。本研究では、ホイヘンスの原理を利用した走時及び波線計算法(Saito, 2001)を採用する。この手法（ホイヘンス法）はホイヘンスの原理とネットワーク理論を組み合わせた手法で、任意の震源一観測点の組み合わせについて、複雑な速度構造でも十分な精度で最小走時とその経路を計算できる。次に、最小二乗解を求める際には Rodgers(1976)の手法を用いて行列計算を再帰的に行うことにより、計算時間が軽減でき、ひとつのデータの増加に対して簡単な補正項による表現でそれまでの結果から最新の結果を求めることとする。また、この方法では分解能行列が同時に計算でき、結果の精度が評価できるので iterative 法より優れている。

以上の二つを組み合わせ、さらに、あらかじめ観測点から任意の点へ逆の方向に走時と波線を計算しておく。地震の発生に応じて既に計算された走時データを用いて再帰的に最小二乗解をすばやく求めることによって、いわゆるリアルタイムトモグラフィが可能になる。

ここでは、実際の速度構造への応用の前段階として、簡単な速度構造モデルを用いた数値実験により、このトモグラフィ手法の有効性を調べた。通常の地震波走時トモグラフィの手法で求めた結果と比べて、特に解像度を比較すると、ほぼ同様であることを確認し、その有効性が示された。