

グリッドモデルの内挿関数に関する考察

A note on interpolation function in grid-based tomography

宮澤 理稔[1], 加藤 護[2]

Masatoshi Miyazawa[1], Mamoru Kato[2]

[1] 京大・理・地物, [2] 京大・総人

[1] Geophysics, Kyoto Univ, [2] IHS, Kyoto Univ.

<http://www-seis.kugi.kyoto-u.ac.jp/~linen/>

グリッドモデルを用いた地震波走時計算で生ずる矛盾を指摘し、これを解決する内挿関数を示す。

3次元的地球内部構造を表すために、グリッドモデルとブロックモデルが、よく用いられる。走時トモグラフィでは、これらのモデルを用いて、地球内部を伝播する地震波線や、それに沿った走時の計算が行われる。グリッドモデルでは、各グリッドに物理量（たとえば、速度）を与え、グリッドに一致しない任意の点では、周囲のグリッドでの値を内挿して、物理量を与える。ブロックモデルでは、空間的に敷き詰められたブロックのそれぞれに物理量を与え、そのブロックに含まれるすべての点で、物理量として、同じ値を与える。最近の研究では、人工的な境界を含んでしまうブロックモデルに対して、構造の変化を滑らかに表現できるグリッドモデルを採用する傾向にある。

グリッドモデルを用いた研究では、多くの場合、その内挿関数は線形に与えられている。これは速度の逆数であるスローネスをパラメータとした時、走時トモグラフィの観測方程式を解く際に、線形な逆問題として容易に適用できるからである。ここで注目すべきは、線形なグリッドモデルは、グリッドに与える物理量を速度として（速度モデル）、見積もった波線や走時と、グリッドに与える物理量をスローネスとして（スローネスモデル）、見積もった波線や走時が、必ずしも一致しないことである。速度とスローネスは、定義により、逆数関係にあることが、求められており、グリッド上ではこれが成立する。しかし、空間上の任意の点で、速度モデルを用いて、内挿により求められた速度と、スローネスモデルを用いて、内挿により求められたスローネスとでは、同じ内挿関数を用いても、必ずしも逆数関係が成立しないという、本質的な矛盾がある。例えば、簡単に互いに異なる速度 v_1 と v_2 の平均が、スローネス $1/v_1$ と $1/v_2$ の平均の逆数に一致しないことから分かる。この相違は速度やスローネスの大きな擾乱があり、グリッドポイントが考慮すべき空間内で十分密でないかぎり、無視できるものではない。

この矛盾を解消するには、いくつかの方法がある。例えば内挿する際に相乗平均を用いる方法があるが、観測方程式が非線形に与えられるため逆問題には一般的でない。そこで我々は、線形性を保ちながら、かつ、グリッドとの距離にノルム評価を用いる内挿関数を用いることを提案する。速度とスローネスとの逆数関係が成立する、つまり、走時内挿モデルと、スローネス内挿モデルとの間の、波線経路や走時の差が最も小さくなる内挿関数は、最大ノルムで評価した場合である。この場合、グリッドモデルは、ブロックモデルに一致する。