

# 平面波入射問題の時間領域差分解法のための超効果的な側方境界処理：ソースボックス法を用いた異次元差分ハイブリッド

Very effective non-reflecting side-boundary manipulation for FDM solution of plane-wave incidence problems by source box methods

# 大島 光貴[1]; 竹中 博士[2]; 岡元 太郎[3]

# Mitsutaka Ohshima[1]; Hiroshi Takenaka[2]; Taro Okamoto[3]

[1] 九大、理、地球惑星; [2] 九大・理・地惑; [3] 東工大・理工・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [2] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.; [3] Dep. Earth Planet. Sci., Tokyo Institute of Technology

差分法を用いてシミュレーションを行う際には有限の計算領域を扱うため、計算領域の境界における波動場に対して特別な処理、いわゆる無反射境界処理が必要となる。何も処理を施していない計算領域境界に波が入射した場合、そこから人工的な反射波が生じ、やがて波動場はノイズに汚染されてしまう。特に平面波入射問題では、常に入射平面波と計算領域側方境界が接することになり、平面波と境界の接点を波源としてノイズ円筒波が発生する。さらに、この波源が地表付近に来ると、大振幅の表面波が側方境界上端から生じて計算領域の中心に向かって進むためノイズ汚染は深刻になる。このノイズを含まない波動場が得られるのは境界からの円筒波や表面波が目にする領域に到着する前迄であるから、この問題は解析上大きな障害となる。計算領域の端境界付近における人工的な反射波を低減するための境界処理法には様々なものがあるが、著者の知る限り平面波入射問題に有効な手法はほとんど皆無である。唯一の例外は、ソースボックス法である。ソースボックス法は、もともと差分法や有限要素法等の領域型の解法に震源を導入するために考案された手法で、計算領域と一部の領域(ソースボックス)を共有する問題の解(参照解)を用意し、これを計算領域への入射場と考えて、ソースボックス内では求めたい解と参照解と差(散乱場)だけを数値的に求め、入射場と散乱場を加えた全波動場をボックス境界において計算領域へ与えてやるという巧妙な方法である。ただ、参照解は解析解がない場合は、あらかじめ数値的に計算してストアしておく必要があるためボックス内が非常に単純な場合を除いてほとんど用いられてこなかった。ソースボックス法を平面波入射問題の側方境界処理に利用する場合、ボックス内は少なくとも深さ方向に任意の不均質構造を用意せねばならないため、一般の数値解法はもちろん Propagator matrix 法のような半解析的方法を用いてですら参照解の計算はたいへん面倒であった。このため、このような巧妙な手法に手間をかけるよりも計算領域の幅を膨大にとることの方が好まれてきた。

本研究では、田中・竹中(2005)の1次元不均質構造専用の3次元平面波入射差分参照解として利用することにより、この問題を克服し、平面波入射に伴う側方ノイズを実用上完全に消し去ることに成功したので報告する。

この方法は、波動計算に2次元あるいは2.5次元差分法を用いる場合、中央に計算領域を設け、その両側にそれぞれボックス領域を設ける。3次元差分法を用いる場合には、計算領域の外側をボックス(角筒)領域で囲む。そして計算領域とボックス領域は精度に応じた数のグリッドを境界で共有し(空間4次精度で4つ、2次精度で2つ)、そこで必要となる鉛直不均質構造の平面波入射解(参照解)は、あらかじめ計算してストアしておくのではなく、計算領域の計算(2次元、2.5次元あるいは3次元差分法)と同時進行でリアルタイム(ダイナミック)に計算する。

本発表では、この方法を2.5次元差分法(Takenaka and Okamoto, 1997)に適用した計算例を紹介し、この方法の効果を示す。