

MGI031-04

会場:201A

時間:5月25日 12:30-12:45

## 4次元ボリューム可視化によって見えた地震波動伝播過程の物理 Physics of Seismic Wave Propagation Inferred from the 4D Volume Visualization

岩井 一央<sup>1\*</sup>, 古村 孝志<sup>1</sup>, 前田 拓人<sup>1</sup>, 武村 俊介<sup>2</sup>

Kazuhisa Iwai<sup>1\*</sup>, Takashi Furumura<sup>1</sup>, Takuto Maeda<sup>1</sup>, Shunsuke Takemura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究セ, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>CIDIR, the University of Tokyo, <sup>2</sup>ERI, the University of Tokyo

### 1. はじめに

地震現象は、震源断層から放射された地震波が、弾性体である地殻・マントルを伝播し、そして地表付近を覆う柔らかい堆積層で強く増幅されるまでの一連の複雑な過程を辿る時空間的な4次元現象である。こうした地震の揺れの物理を探究し、大地震の強い揺れと被害の予測・災害軽減に向けて、震源・経路・地表面における現象を定量的かつ詳しく把握することが求められる。地震の揺れは、震源と地下構造をモデル化して、スーパーコンピュータを用いた運動方程式の大規模数値シミュレーションにより高い精度で再現が可能である。また、近年整備の進んだ高密度地震観測網により、大地震の揺れを全国1,000カ所以上で観測できるようになり、観測は地表付近に限られるものの大量の観測データが入手されるようになった。こうした観測データとシミュレーション結果の効果的な可視化および相互比較により、地震波動伝播過程の物理的解釈に向けた新たな視点が得られようとしている。

近年の高密度地震観測網の展開と、スーパーコンピュータによる高解像度シミュレーションの実現により、生成される大量のデータから必要な情報を抽出する技術の重要性が一層増してきている。特に3次元波動場シミュレーションでは、従来の2次元平面のシミュレーションの数百ないし数千倍の出力データを生み出すので、震源から放射された地震波が不均質な地下構造を伝播して地表に強い揺れを生じさせる物理過程について、時間を追って正しく理解するための可視化は更に重要になってきた。可視化は、地震研究に携わる者の理解を助けるだけでなく、一般の人々に地震現象をわかりやすく説明して、地震防災につなげるためにも有効であると考えられる。

### 2. 地震波動場のボリューム可視化

本研究では、3次元地震波動場を「ボリュームレンダリング」技法を用いて可視化し、これを一続きにして動画を作ることにより、波動伝播現象を再現した。そして過去の被害地震の強い揺れの成因を探り、また地震波の発生、屈折や反射、回折波や表面波の生成などの重要な地震現象を分離して個々に表現する地震波動場教材を作成した。ボリュームレンダリング法では、3次元波動場の各ピクセルに対して、地震エネルギーの強度やその空間変動に対応した色や透明度を与えることができるため、弾性体中の擾乱現象である地震波動場の可視化に適しており、振幅の小さな散乱波や反射波、屈折波の生成および伝播の理解を助ける。これは、一般的な3次元可視化で用いられる等値面処理にはない大きな利点である。なお、地震波は震源から離れるにつれて強く減衰するため、小振幅の波の可視化には、距離減衰の補正や振幅のlog圧縮といったダイナミックレンジを大きくするための工夫が必要である。

たとえば、2004年新潟県中越地震では、震源直上の新潟平野や、震源から遠く離れた関東平野の地下の堆積構造により、周期数秒以上の長周期地震動が強く生成し、超高層ビルが大きく揺れたことが問題となった。同地震の3次元大規模地震波動伝播シミュレーションに基づくボリューム可視化動画を作成したところ、1) 中越地方下の堆積層において地震波の多重反射により表面波が発生し、2) これが地表面に沿ってゆっくりとした速度で関東平野にまで伝わり、3) 関東平野の厚い堆積層においてさらに数倍強く増幅されて長周期地震動が生成し、4) 関東平野内に閉じ込められて揺れが長く続く様子が確認できた。

キーワード: 地震, 可視化, シミュレーション, ボリュームレンダリング

Keywords: earthquake, visualization, simulation, volume rendering