

## 長周期地震動の再現

スーパーコンピュータを用いた大規模数値シミュレーション

防災システム研究センター 主任研究員 青井 真



### はじめに

皆さんは『長周期地震動』という言葉を知っているでしょうか。地震の際に人が強い揺れとして感じたり、木造家屋などに被害を生んだりする地面の揺れ（地震動）は1秒前後の周期を持っています。しかし、通常はあまり体を感じない周期数秒から十秒を超える周期を持つ地震動が思わぬ被害を生むことがあり、これを長周期地震動と呼びます。2004年新潟県中越地震の際に200kmも離れた六本木ヒルズで、震度3の揺れであったにもかかわらず、エレベーターのワイヤが切断して停止したことを覚えている人もいます。

### 2003年十勝沖地震

2003年十勝沖地震は、9月26日の早朝に起きたマグニチュード8という、海溝型巨大地震です。この地震では、震源の近くに大きな都市がなかったことなども幸いし、地震の規模の割には被害が小さかったと言えます。しかし、震源から200 km以上離れた苫小牧で巨大なタンクから石油があふれて大火災を起こしました。

図1の地図に黄色で書かれている大きな長方形が地震断層の滑りの分布を示しており、青い●で示した地点の防災科研の強震計で観測された記録が、図1の右図の下から震源に近い順に黒い線（波形）で描かれています。

図1から、震源から遠く離れているにもかかわらず、

ならず、苫小牧の位置する勇払平野では波形の振幅が大きいだけでなく、長い間揺れ続けていることがわかります。これは、地下数キロメートルにも及ぶ柔らかい堆積層により地震の波が増幅され、閉じ込められ続けることによるもので、これこそが長周期地震動の正体です。

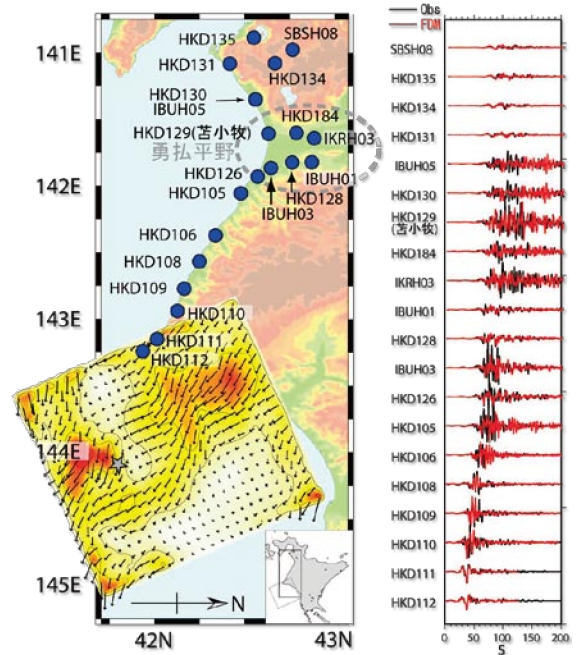


図1 観測された強震波形(黒線)とシミュレーションにより再現された波形(赤線)

### スパコンによるシミュレーション

2003年十勝沖地震の長周期地震動の生成原因を探るために、スーパーコンピュータの中に震源モデルと地下構造モデルを構築して、大規模数値シミュレーションにより、観測されたデータ（強震波形）の再現を目指しました。モ

デルの構築には、これまでに行われてきた地下構造探査などの結果や、観測データを用います。このような作業は『データ同化』と呼ばれ、シミュレーションを実現象の解明や予測に応用するための重要なステップです。構築されたデータは、数百メートルの立方体に分割（格子点分割）され、波動伝播の方程式である偏微分方程式を近似的に数値解法により解きます。この格子の数は数億個にもなるため、計算能力の高いスーパーコンピュータが必要となるのです。

## 可視化

図1の右側に赤線で示したシミュレーション波形は、観測データをよく再現していることが分かります。長周期地震動の成因をより詳

しく分析するために、空間的、時間的にどのように波動場が変化するのかわかる必要があります。膨大なシミュレーション結果を的確に捉えるためには、目的とする箇所を必要な方向から自由に見えるようにする『可視化』が有効な手段となります(図2)。このような技術を通して、勇払平野全体の影響だけでなく、より浅い部分の影響との複合効果で長周期地震動が発達したことが分かりました。

このような正確なシミュレーション技術は、長周期地震動に対する防災対策を考える上で重要であり、将来の巨大地震に備えるためのハザードマップ作成にも役立てられます。

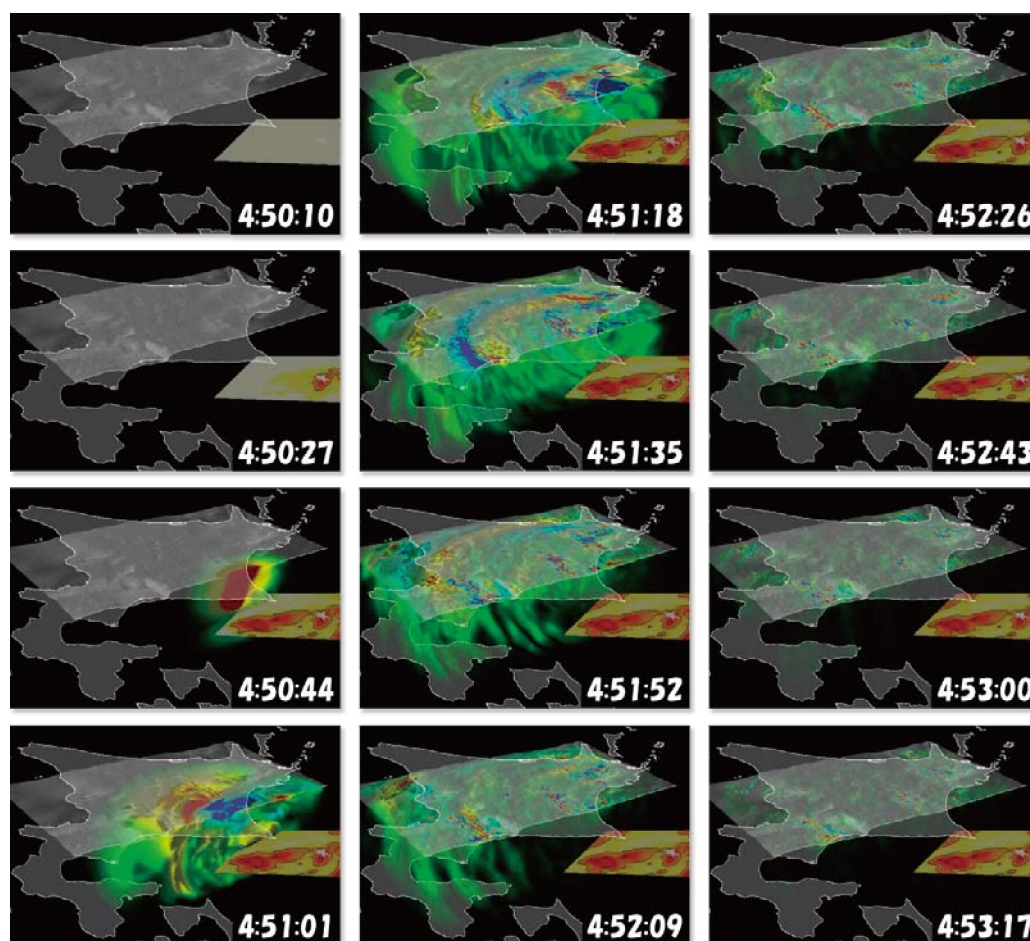


図2 2003年十勝沖地震(9/26, 04:50, マグニチュード8.0)の地震波伝播のシミュレーション結果の三次元空間における時間毎の可視化イメージ