jh140017-NA10

青井真（独立行政法人　防災科学技術研究所）

GPGPUによる地震ハザード評価

研究の目的

我々はこれまでに、防災科学技術研究所が開発している3次元差分法を用いた地震動シミュレータGMS（Ground Motion Simulator；青井・他、2004）をGPGPUに適用し、数億から数百億格子程度の規模のモデルに対して実用上十分な性能を発揮出来る環境を構築してきた。本研究では、GPUコンピューティングをスーパーコンピュータシステムに積極的に取り入れている東京工業大学のTSUBAME上で大規模な地震ハザード評価を行うことで、主にリソースの制約から「決めうち」的に限られた想定震源（シナリオ）に対してのみ行われてきた従来のハザード評価の枠組みを超え、想定外を可能な限り生じさせないハザード評価のあり方を検討し、南海トラフや相模トラフなどで想定される巨大海溝型地震を対象としたハザード評価に資することを目的とする。

研究の内容

➢ 巨大海溝型地震の長周期地震動予測の広帯域化

これまで、周期3～20秒程度（超高層建物や石油タンクなどに影響を及ぼす周期帯域）の長周期地震動を対象として、3次元差分法による地震波伝播シミュレーションを実施。

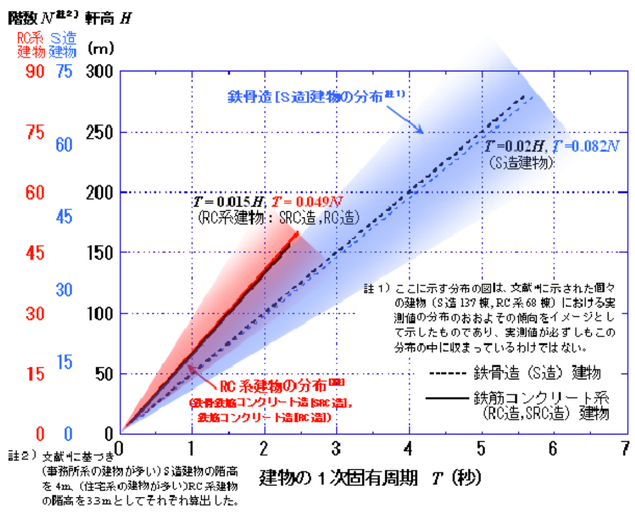
↓

さらに多く存在する小規模な構造物に対しては、より短周期帯域の地震動評価が重要。

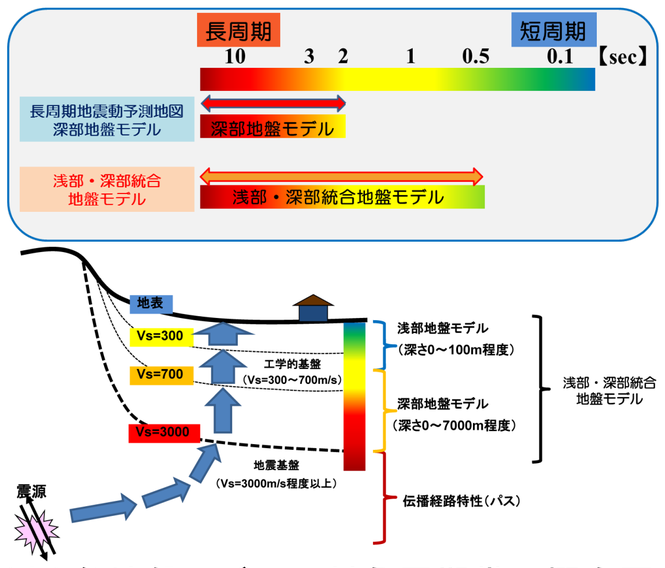
↓

さらに精緻にモデル化された地下構造モデルと震源モデルを用いた地震波伝播シミュレーションが必要。

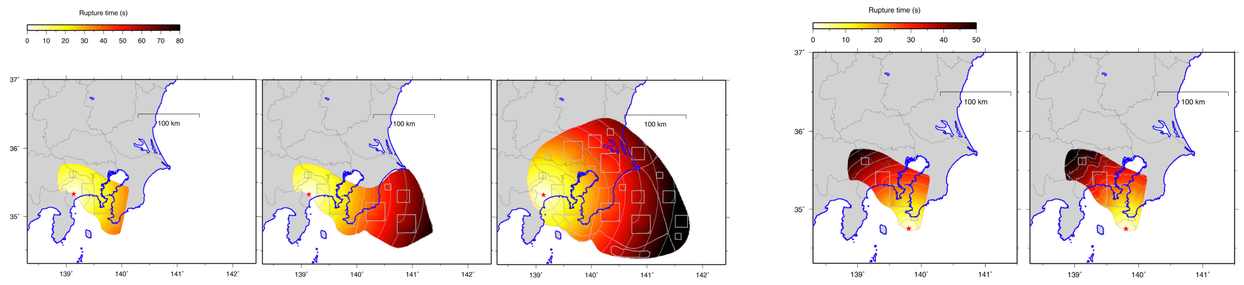
詳細な地下構造モデル（浅部・深部統合地盤モデル）が構築されつつある南関東地域を対象として、相模トラフの地震を想定した多様な震源モデルに基づいて周期1秒以上の地震動を評価する。



高層建物の固有周期と建物高さ・階数との関係［地震調査委員会（2012）より抜粋］。



（上）各地盤モデルの対象周期帯の概念図。（下）堆積平野の地盤構造（S波速度構造）と周期特性の関係［先名・他（2013）］。



（左）震源域の多様性を考慮した震源モデルの例（右）破壊伝播不均質性を考慮した震源モデルの例［Iwaki et al.(2013)より抜粋］。

➢ 3次元地下構造を考慮した2011年東北地方太平洋沖地震の震源過程解析

既往の被害地震の震源特性の解明

懸念される地震の発生シナリオを策定しハザード評価を行うために不可欠

$$U(t) = \int_{\Sigma} \Delta u(\xi,t) * G(\xi,t)\, d\Sigma(\xi)$$

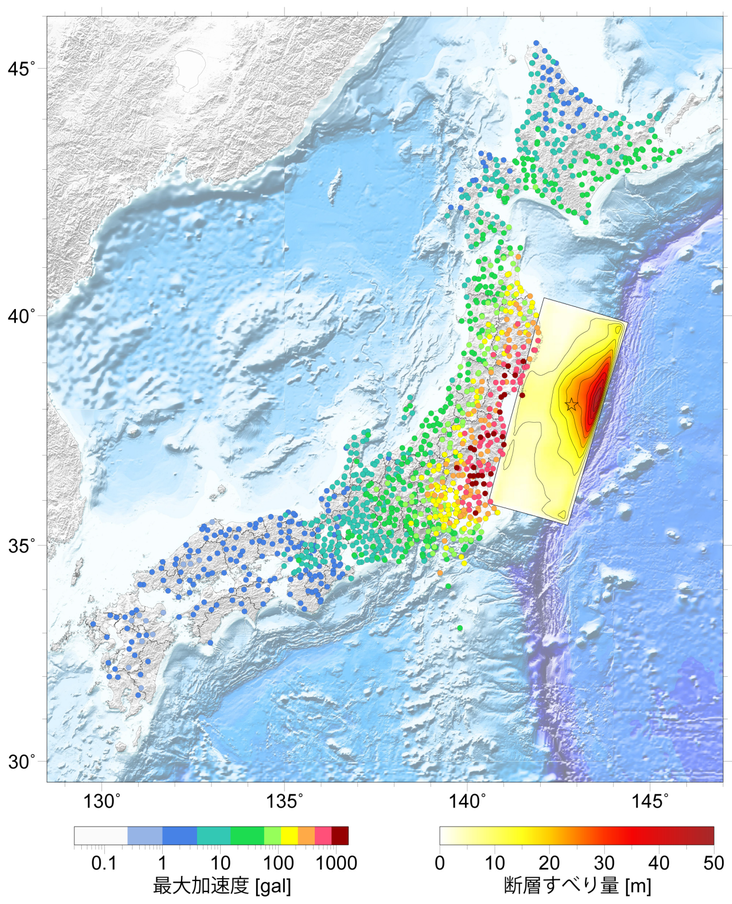
観測波形　震源過程　グリーン関数

グリーン関数が分かれば震源過程を推定できる

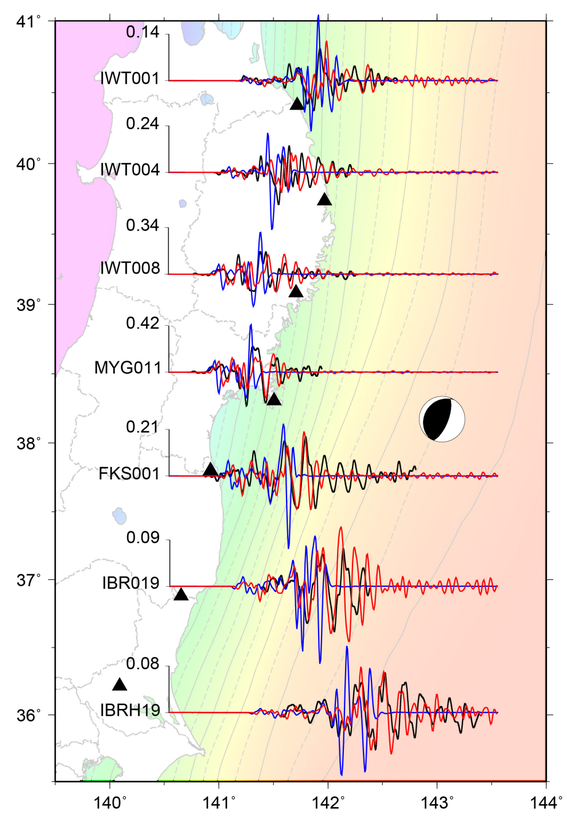
・1次元成層地下構造に基づくグリーン関数：
　利点：比較的短時間で計算可能
　弱点：複雑な不均質の影響を考慮できず、適用できる周期が長周期帯域に限られる

・3次元不均質地下構造に基づくグリーン関数：
　利点：プレートや堆積盆地などに影響される地震波形も計算可能
　弱点：大規模な数値計算が必要

GPUを用いた差分法により効率的に計算し、短い周期まで信頼性の高いグリーン関数を用いて詳細な震源モデルを推定する。



周期8-100秒の強震記録と、1次元成層地下構造モデルに基づくグリーン関数を用いて推定された、2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデル（Suzuki et al., 2011）



観測波形（周期4-100秒）
　黒：震源付近で発生した中規模地震
シミュレーション
　赤：3次元不均質地下構造から差分法により計算　観測波形をよく再現
　青：1次元成層構造から計算