

## GeoFEM 地震発生サイクルシミュレーション

## GeoFEM earthquake generation cycle simulation

# 平原 和朗[1]

# Kazuro Hirahara[1]

[1] 名大・環境・地球惑星

[1] Environmental Studies, Nagoya Univ.

我々のグループでは、沈み込み帯における地震発生サイクルシミュレーションを可能にする手法として、3次元不均質性や形状を比較的簡単に取り扱える有限要素法(FEM)を主として採用し、(財)高度情報科学技術研究機構(RIST)と共同で並列有限要素法プログラム群 GeoFEM(Iizuka et al., 2002)を開発してきた。開発した GeoFEM を用いて、東北地方や西南日本といった地域におけるプレート境界及び内陸活断層を含む現実的な地殻・マンツルの3次元不均質構造モデルを作成し、複数の断層の準静的・動的相互作用を考慮した、地震発生サイクルの地域モデルを開発しようとしている。

ここではこれまで我々のグループで開発研究してきた地震サイクルシミュレーション研究を概観する。

運動学的なプレート運動の表原や地震による断層面上での変位を表すために、地震学でよく用いられている分割節点法(Melosh and Raefsky, 1981)による、変位の食い違いを表す機能を GeoFEM に付け加えてある。この機能を用いて、以下の運動学的地震サイクルシミュレーションを行った。東北日本と西南日本で沈み込むプレートを含む3次元粘弾性 FEM モデルを作成し、プレートの沈み込みと実際に発生した地震による内陸での地殻変動および応力変化を計算した。

東北日本では、過去の地殻変動をシミュレートし、測地測量による水平ひずみと水準測量による上下変動を比較し(Suito et al., 2002)、非地震性すべり(Mw8.4に相当)が過去100年に少なくともひとつ発生した可能性を示した(水藤, 2002)。

西南日本では、3回の南海トラフ巨大地震を含む、最近300年間の地震サイクルシミュレーションを実行した(Hyodo and Hirahara, 2002a)。西南日本内活断層上での、クーロン破壊応力の時間変化を計算し、地震が発生した時期と比較し、フィリピン海プレートの沈み込みと直交する走向を持つ断層では、破壊応力の変化からその時期が予測できることが分かった。特に、1995年兵庫県南部地震は破壊応力の変化から期待される時期にびたり発生している。しかしながら、その他の走向の断層ではうまく予測できないことが分かった。また、内陸へのひずみや応力伝播の問題に関連して、新潟から神戸にかけてひろがるひずみ集中帯(NKTZ)(Sagiya et al., 2000)の成因について、Iio et al.(2002)に基づいて定量的にシミュレーションを行った(Hyodo and Hirahara, 2002b)。その結果、関東沖から沈み込む太平洋プレートにおいて、系の緩和時間よりも長期にわたりプレート間地震が発生せず固着していれば、プレート境界から数百km離れた内陸部へもプレート沈み込みによる圧縮力を効果的に伝達することを示した。また、NKTZにひずみを集中させるには、ひずみ集中帯直下において周りより弱い上部地殻および緩和時間の短い下部地殻といった地殻の局所的不均質性が必要であることを定量的に示した。

摩擦の構成則を用いた地震発生シミュレーションの現状は以下の通りである。GeoFEMにおいては、地震発生の問題はプレート境界や断層といった接触面における摩擦すべりの発展と捉え、マスタースレーブ法を用いた接触解析問題として扱う。GeoFEMには現在一定摩擦の場合の接触解析が組み込まれている。速度と状態依存の摩擦則の組み込みには非常に多くの繰り返し計算を必要とするので、高速で安定な解法を開発中である(Prabhakar and Iizuka, 2002)。

現在地球シミュレータへのGeoFEMのインストールと簡単な問題におけるチューニングを終えた段階である。これとは別に、Kato and Hirahara(1997)の2次元シミュレーションを3次元に拡張し、弾性体ではあるが大規模シミュレーションが行えるようコード開発も行っている(Hirose and Hirahara, 2002)(HH02)。GeoFEMによる接触解析開発と併せて、HH02を地球シミュレータに移植し、東北日本や西南日本を対象とした大規模準静的地震発生サイクルシミュレーションを行う。現在は弾性解析であるが、GeoFEMにより単位すべりに対する応力を計算し、HH02に組み込んで3次元不均質粘弾性媒質中での地震発生サイクルシミュレーションシステムの開発も行う予定である。