

- (1) 実施機関名：東京大学大学院理学系研究科
- (2) 研究課題名：日本列島域の地殻活動予測シミュレーションモデルの開発
- (3) 最も関連の深い建議の項目：2.(1)ア．日本列島域
- (4) その他関連する建議の項目：2.(1)イ．特定の地域

## 2.(1)ウ．予測シミュレーションモデルの高度化

- (5) 本課題の平成16年度からの5カ年の到達目標と平成16年度実施計画の位置付け：

本研究課題の最終目標は、複雑なテクトニック環境の下にある日本列島域を一つのシステムとしてモデル化し、プレート運動に起因する準静的な応力の蓄積から破壊核の形成を経て動的破壊伝播に至る大地震の発生過程を、膨大な地殻活動データと高度なモデル計算を併合した大規模シミュレーションにより定量的に予測することである。この目標を達成するために、平成16年度からの5ヶ年で以下のことを実施する。まず初年度は、複数の要素モデルで構成される地殻活動シミュレーションモデルのプロトタイプを「地球シミュレータ」上に完成させる。次年度には、地殻変動や地震活動データのインバージョン解析により、プレート境界面の摩擦特性を定める。第3年度及び4年度には、過去の大地震の活動履歴が再現できるようにシミュレーションモデルを規定するパラメーターの調整を行い、最終年度には広域GPS観測網や地震観測網からのリアルタイムデータを取り込んだ大地震発生の予測シミュレーションを行う。また、計画後期の第4年度以降には、プレート内の大規模な活断層を地殻活動予測シミュレーションモデルに組み込み、内陸活断層地震の発生サイクルのシミュレーションを試みる。

- (6) 平成16年度実施計画の概要：

5ヶ年計画の初年度に当たる平成16年度には、地殻・マンツルの弾性・粘弾性構造、プレート境界の3次元形状、断層構成則の環境依存性等を考慮した日本列島域の地殻活動シミュレーションモデルのプロトタイプを「地球シミュレータ」上に完成させる。具体的には、同じ3次元地殻・マンツル構造モデルの上に、海洋プレートの沈み込みに伴う準静的な応力蓄積シミュレーションモデルと動的な地震破壊伝播シミュレーションモデルを別々に開発し、計算アルゴリズムの異なる準静的モデルと動的モデルとをシミュレーション・プラットフォームを介してシステム結合する。こうして開発した地殻活動シミュレーションモデルを「地球シミュレータ」上で走らせ、コードの最適化を行うとともに、特定地域を対象としてプレート境界の摩擦特性を規定するパラメーターの設定の違いによるシステムの挙動特性の違いを定量的に明らかにする。

- (7) 平成16年度成果の概要：

平成16年度には、準静的な粘弾性すべり応答の計算コードのベクトル化及び並列化を完了し、平成15年度にCAMPグループが構築した日本列島域の3次元標準構造モデル(Hashimoto et al., 2004)に対する粘弾性すべり応答関数の計算を行った。また同時に、準静的応力蓄積モデルのベクトル化及び並列化を行い、既に完成している動的破壊伝播モデルとシステム結合することで、日本列島域の地殻活動シミュレーションモデルのプロトタイプを構築した(Matsura et al., 2004)。

この地殻活動シミュレーションモデルを用いて、太平洋プレートと北米プレートの境界で

発生した 1968 年の十勝沖地震の震源域における、巨大地震の発生予測シミュレーションを試みた( 図 1 )。シミュレーション結果から、震源域に十分な応力が蓄積されていない場合には、何らかの要因によって動的破壊がトリガーされたとしても、それが急激に加速され大地震にまで発展することはないということが分かった。逆に、震源域の応力が臨界状態に達していれば、何かの拍子にトリガーされた動的破壊は急激に加速され、ついには大地震にまで発展してしまう。

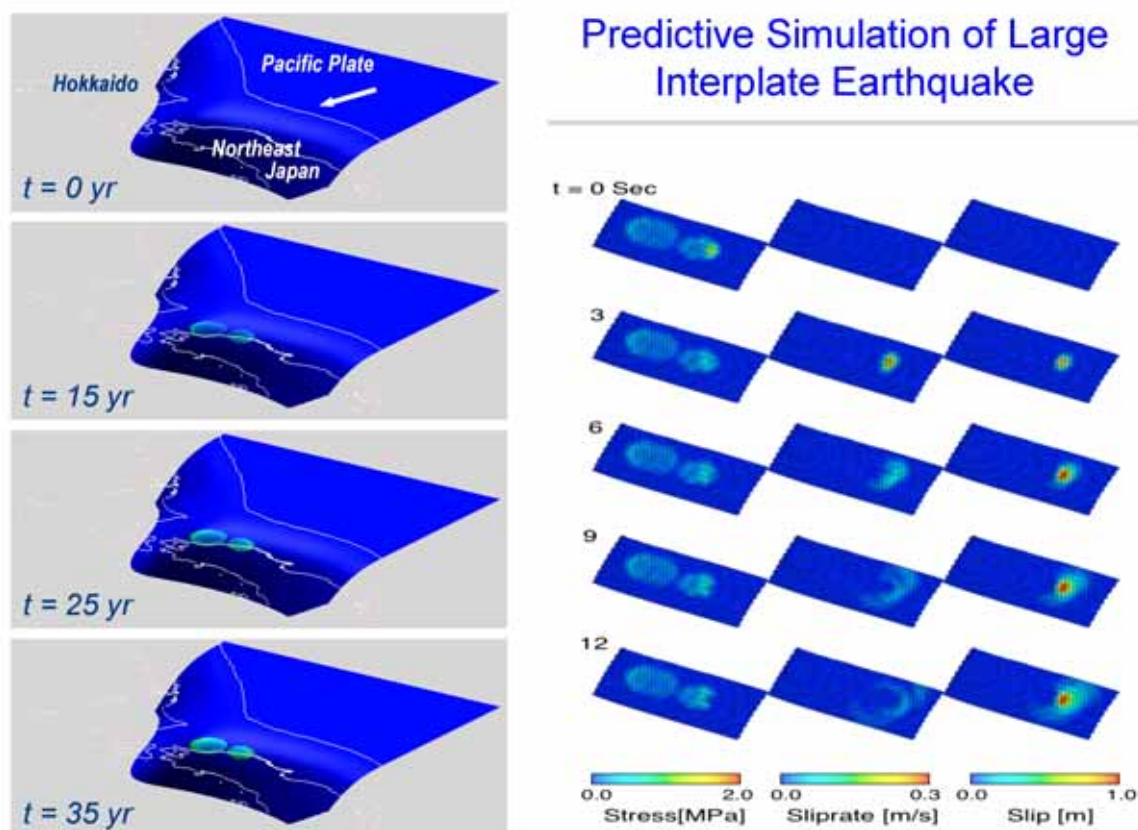


図 1 .1968 年十勝沖地震の震源域における大地震発生予測シミュレーション( Matsu ura, 2004 )。左：準静的な応力蓄積過程。右：動的破壊が開始した後の剪断応力、すべり速度、及び断層すべりの時間変化。このケースでは、震源域の応力が未だ臨界状態に達していないので、強制的にスタートさせた動的破壊は、充分加速されることなく停止してしまう

平成 1 6 年度の実施項目としては挙げていないが、準静的応力蓄積モデルに部分衝突という考え方を導入し、東北日本弧を対象として、プレート内活断層地震の原因となる地殻内応力蓄積のシミュレーションを行った( Hashimoto and Matsu ura, 2005 )。このシミュレーション結果から、太平洋プレートの収束運動の約 1 割が地殻内変形で解消される( 衝突率 10% )とすると、第四紀の活断層運動から推定される東北日本弧の地殻内応力の蓄積パターンと蓄積レートを合理的に説明できることが分かった( 図 2 )。

## Intraplate Stress Accumulation in Northeast Japan

$$\text{Collision rate} = 1 - \text{steady subduction rate} / \text{plate convergence rate}$$

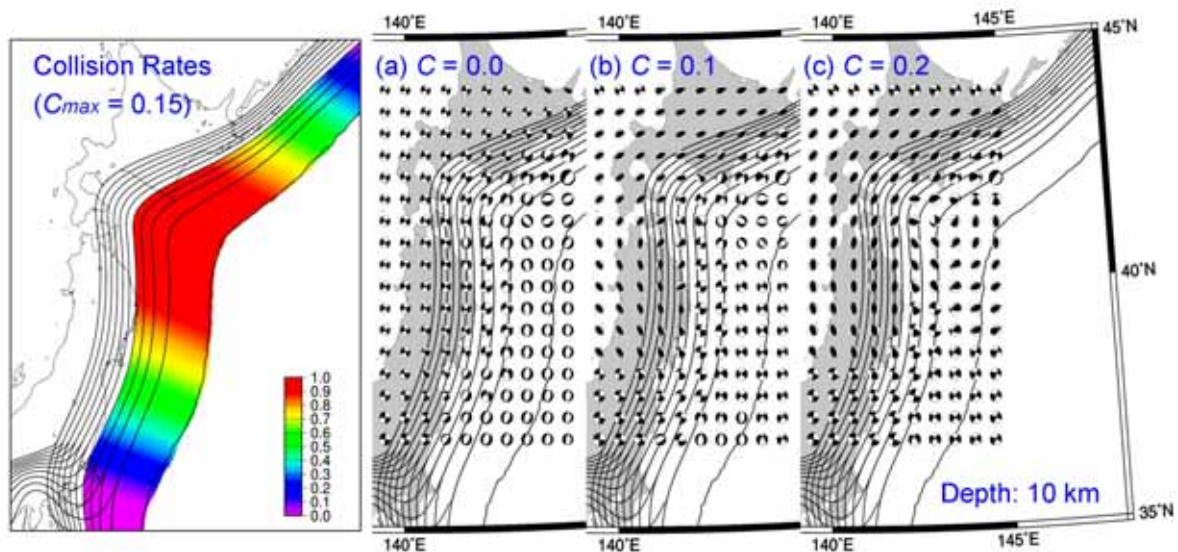


図2 . 太平洋プレートと北米プレートの部分衝突による東北日本の地殻内応力の蓄積レート (Hashimoto and Matsu'ura, 2005)。衝突率 0.0 (完全沈み込み) では、東北日本で卓越する東西圧縮場を説明することができない。衝突率 0.1 とすると、観測事実と調和的な東西圧縮場が実現される。

(8) 平成16年度の成果に関連の深いもので、平成16年度に公表された主な成果物：

- [1] Fukahata, Y., A. Nishitani, and M. Matsu'ura, Geodetic data inversion using ABIC to estimate slip history during one earthquake cycle with viscoelastic slip-response functions, *Geophys. J. Int.* 156, 140-153, 2004.
- [2] Hashimoto, C., K. Fukui, and M. Matsu'ura, 3-D modelling of plate interfaces and numerical simulation of long-term crustal deformation in and around Japan, *Pure Appl. Geophys.* 161, 2053-2068, 2004.
- [3] Matsu'ura, M., Reproducing core-mantle dynamics and predicting crustal activities through advanced computing, *Journal of the Earth Simulator* 1, 67-74, 2004.
- [4] Matsu'ura, M., C. Hashimoto, K. Nakajima, and E. Fukuyama, Development of a predictive simulation system for crustal activities in and around Japan, *Annual Report of the Earth Simulator Center*, April 2003-March 2004, pp.83-86, 2004.
- [5] Takada, Y., and M. Matsu'ura, A unified interpretation of vertical movement in Himalaya and horizontal deformation in Tibet on the basis of elastic and viscoelastic dislocation theory, *Tectonophysics* 383, 105-131, doi:10.1016/j.tecto.2003.11.012, 2004.
- [6] 松浦充宏, 地球シミュレータによる固体地球変動の再現と予測, *パリティー*, Vol.19, No.01, 61-63, 2004.

( 9 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

松浦充宏 , 井出哲 , 深畑幸俊 , 橋本千尋

他機関との共同研究 : 名古屋大学 1 名 , 千葉大学 1 名 , 防災科学技術研究所 1 名

( 10 ) 問い合わせ先 :

部署等名 : 東京大学大学院理学系研究科 ( 地球惑星科学専攻 )

電話 : 03-5841-4318

e-mail : [matsuura@eps.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:matsuura@eps.s.u-tokyo.ac.jp)

URL :