

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

日本周辺のプレート運動の精密推定

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ア．列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア．日本列島域

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-1) 地震発生予測システム

ア．地殻活動予測シミュレーションとデータ同化

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

日本列島の地殻変動を周囲のプレート運動に基づいて理解するため，アジア・西太平洋に展開する GPS 観測網と GEONET を統合解析してプレート運動に基づいた日本列島の変形の理解を進める．

具体的には以下の項目を目標に研究を実施する．

1) 東アジアの変位速度場をより精確に推定するとともに，他のデータを併用しつつアムールプレートが存在するかどうかを明らかにする．

2) アジア・西太平洋に設置している IGS 観測点等のうち利用可能なデータを取り込み，GEONET データと共に統合解析を実施し，日本列島をとりまくプレートの相対運動を明らかにする．

3) 前項目で得られた結果をもとに，アジアのプレート運動と日本列島の地殻変動の関連についてテクトニクス的立場に基づく解釈を与える．

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 2 1 年度においては以下の研究を実施する．

1) 前 5 か年計画で実施してきたモンゴル内での GPS 観測を継続する．

2) 5-8 月にモンゴル天文地球物理学研究センターの共同研究者を招へいし，東アジアの変位速度場に関する議論を進める．また，アムールプレートの内部変形を調査するため SAR を用いた解析を行う．

3) VLBI の世界観測データを国土地理院より入手し，GPS 観測データと統合処理することにより東アジアから西太平洋にかけての変位速度場の推定精度を向上させる．

平成 2 2 年度においては以下の研究を実施する．

1) モンゴル内での GPS 観測を継続する．

2) 前年度までに得られた東アジアの変位速度場に関する議論を進めアムールプレートが存在するとの仮定のもとにその境界がどこにあるのかを検証する。また、アムールプレートの内部変形を調査するため SAR を用いた解析を行う。

3) 日本列島をとりまく東アジアから西太平洋に至る地域のプレート運動について考察を進める。
平成 23 年度においては以下の研究を実施する。

1) モンゴル内での GPS 観測を継続する。

2) アムールプレートの存否についてのそれまでの知見を総合し、東アジアのテクトニクスについてそれまでの成果を論文としてまとめる。

3) 日本列島をとりまく東アジアから西太平洋に至る地域のプレート運動について考察を進める。
平成 24 年度においては以下の研究を実施する。

1) モンゴル内での GPS 観測を継続する。

2) 日本列島をとりまく東アジアから西太平洋に至る地域のプレート運動について考察を進めると共にこれらのプレート運動が日本列島の地殻変動にどのような影響を与えているのかについて考察を行う。

平成 25 年度においては以下の研究を実施する。

1) モンゴル内での GPS 観測を継続する。

2) これまでの成果を総合し、当初の目的(前項目の 1)~3)) に対してどのような成果が得られたのかを仔細に調査し、研究成果を学会等を通じて発表するほか、論文として公表する。

(7) 平成 24 年度成果の概要：

平成 24 年度は計画に基づき以下の研究を実施した。

(1) モンゴルの GPS 観測を前年度に引き続き順調に実施している。これまでにモンゴル内で 3 観測点を 10 年以上にわたって実施しているほか、キャンペーン観測を 1997 年と 2007 年に実施した。現在これらの観測データを解析中である。精密な速度推定のため、日毎の推定位置座標に含まれる雑音の特性について調査を行っている。これまでの研究経過をまとめ国際会議で発表した。

(2) 昨年度より日本列島全体の地殻変動を可視化するために、GEONET データを用いた動画を作成している(加藤, 2012)。今回は、各電子基準点の変位アニメーションや Delaunay 三角網を用いた内部変形アニメーションをいくつか作成した。また、日本周辺の震央分布と合わせて地殻変動アニメーションを作成することで、地殻変動と地震の関係性が見られるようなアニメーションの作成も行った。アニメーションの時間解像度を細かくすることで、いくつかの地震後の局所的な地殻変動を捉えることができた。各アニメーションでいろいろな特徴があるが、様々な表現方法で日本列島の地殻変動をアニメーション化することは、異常な変動をしている地域や観測点を特定する助けになると考えられる。

また、同手法をプレート運動の可視化にも適用している。本研究では自前のプログラムでこの部分を改善して、地形、重力異常、ジオイド等の各種地球科学データを使って過去のプレート形状と位置をできるだけ精密に復元し、その可視化を試みた。

(3) 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震においては、地震時に東北地方太平洋沿岸が沈降したことから、その回復過程に着目し、断層深部延長の余効滑りと地殻・上部マントルの粘弾性的回復の両面から地震時の沈降及び地震発生以前の長期的な沈降を回復させるモデルについて検討した。まず、GEONET データを用いた時間発展インバージョン解析を行い、地震後約 7 か月間の余効滑りを推定した(図 1)。次に今後の予測を行うため、断層面を 9 枚の 322km × 31km のサイズの短冊状の長方形で近似した(図 1)。これらの短冊状の断層面に適宜滑り量を与えて、海岸線付近の上下変動量を Okada (1992) の定式化によって推定した。断層面上の滑り量については多くの場合が考えられるが、ここではそのうち 3 種類について報告する。図 2 に与えた滑り量分布を示す。左から右へ浅い方から深い方の順番に滑り量を示している(1)は基本的に現在余効滑りが進行している領域がそのまま滑り量を増大させた場合(3)は最も深い 120km まで滑りが進行した場合(2)はその中間である。図 3 は(3)の場合の上下地殻変動の分布とプレート運動方向の上下変動プロファイル(挿入図)を示す。これらの図から分かるように、深さ 120km まで約 3.5m の余効滑りを与えることにより、海岸線が地震

時の沈降量の約 1 m を回復することができると考えられる。

続いて、粘弾性緩和の可能性について検討した。ここで与えた余効滑りだけでは地震時の沈降を回復することができるだけであり、地震時に蓄積していた沈降量をすべて回復することは難しい。これらのギャップを埋めるためには更に可能性を考えなくてはならない。余効滑りがもっと大規模に進むということも可能性としては考えられるが、一方忘れてならないのは粘弾性緩和の寄与であろう。粘弾性緩和は必ず発生すると考えられるから、その寄与を見積もっておかないと他のメカニズムによる寄与を過大評価してしまうことになりかねない。そこで、Tanaka et al. (2008) の定式化に基づく球対称粘弾性地球モデルを用いた計算を実施した。粘弾性余効と地震時及び余効滑りの量をすべて考慮した場合、断層モデルの与え方によっては、約 1000 年とされる地震サイクルで上下変動量が微弱な隆起を示すという地形学的な証拠と整合性のある条件が存在することが示された。

文献

Tanaka, Y., V. Klemann, K. Fleming, and Z. Martinec, 2008, Spectral finite element approach to postseismic deformation in a viscoelastic self-gravitating spherical Earth, *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.04015.x

Okada, Y., 1992, Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. America*, 82, 1018-1040.

- (8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：
加藤忠義・原田靖，日本列島の 3 次元時間変動の可視化，日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿，HGM21-08，2012
Kato, T., A. Sharav, M. Iwakuni, Crustal deformation in Mongolia and tectonics in eastern Asia, SD-01, the 9th General Assembly of Asian Seismological Commission, September 2012.
加藤照之，沈降か隆起か 過去 100 年と過去 10 万年の矛盾する挙動，*milsil*，Vol.5, No.5, 10-13, 2012 .
加藤照之・福田淳一・田中愛幸・青木陽介，2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震に伴う余効的地殻上下変動，日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿，SCG74-09，2012
瀧澤一起・横田裕輔・加藤尚之・加藤照之，日本海溝沿いのスーパーサイクルの同定とシミュレーション，日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿，SSS39-19，2012

- (9) 平成 25 年度実施計画の概要：

平成 24 年度に引き続き，以下の研究を実施する。

- 1) モンゴル内での GPS 観測を継続する。
- 2) モンゴル天文地球物理学研究センターの共同研究者と，東アジアの変位速度場に関する議論を進める。
- 3) 太平洋プレートの運動とひずみ場の研究を進め，東アジアを含めた日本列島周辺のプレート運動に関して考察をすすめる。
- 4) 東北地方太平洋沖地震に伴う余効変動について考察を進めるとともに太平洋から東アジアに至る地域におけるプレート運動への影響について調査を行う。
- 5) 5 年間の研究をまとめ印刷公表する。

- (10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

東大地震研 加藤照之

他機関との共同研究の有無：有

北海道大学大学院理学研究院 高橋浩晃

日本気象協会 岩國真紀子

モンゴル科学アカデミー天文地球物理学研究センター Amarjargal Sharav

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東大地震研地震火山噴火予知研究推進センター

電話：03-5841-5730

e-mail：teru@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：加藤照之

所属：東京大学地震研究所 地震火山噴火予知研究推進センター

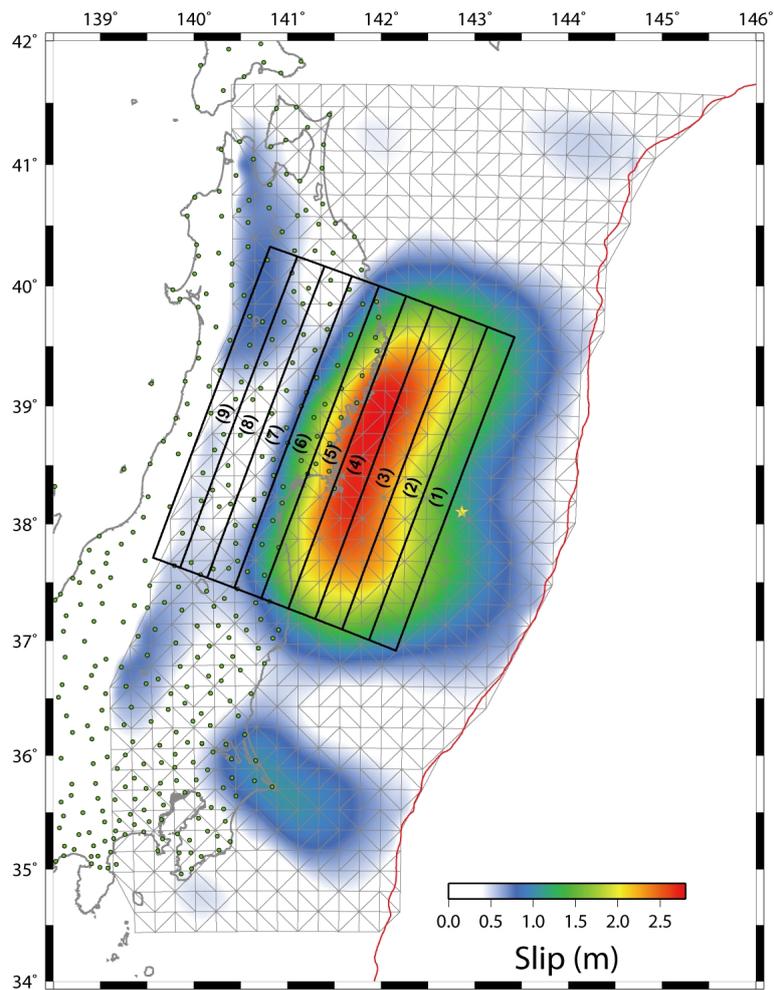


図 1

余効滑り域とそれに基づくモデル断層面を示す．断層面は長方形で近似し，9枚の短冊状に分割している．

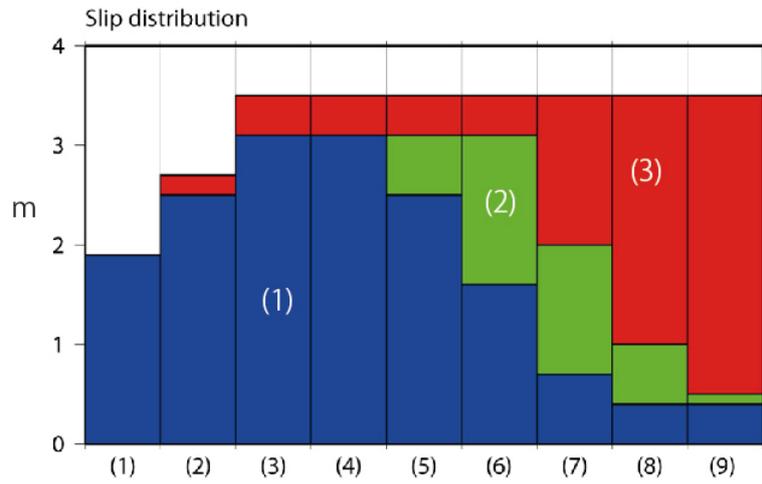


図 2

深部断層における滑り分布．横軸のカッコ内数値 (1)-(9) を示す領域は図 1 参照のこと．縦軸は m．3 種類の色はモデル (1) からモデル (3) のそれぞれの滑り分布を示す

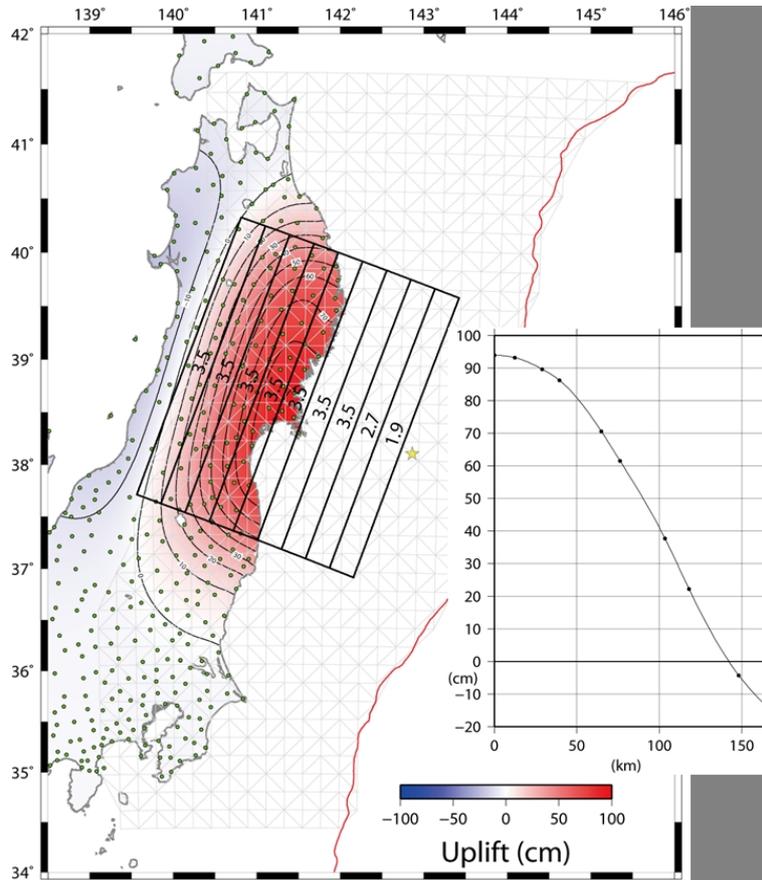


図 3

図 2 のモデル (3) の滑り分布の場合の地表で推定される上下変動．挿入されているプロファイルは断層面の中央部を横切るプレート運動に平行する測線に沿った上下変動プロファイルを示す．海岸線のところでほぼ 1 m の隆起が得られる．