○2012 年度 第 1 回雑誌会

日時　4 月 16 日（月）15:00~16:30

場所　4 号館 207 講義室

発表者：勝俣　啓、プルナ・プトラ、アブドアラー・サブリー

発表者：勝俣　啓

題名：　Tsunami hazard from the subduction megathrust of the South China Sea: Part 1. Source characterization and the resulting tsunami

著者：　Kusnowidjaja Megawati et al.

雑誌：　Journal of Asian Earth Sciences, 13-20, 2009

要旨：

フィリピン・ルソン島の西側を南北に延びるマニラ海溝では過去 440 年以上に渡って歪みを蓄積しているので，M 9 クラスの超巨大地震を起こす可能性がある．本研究では地震学および測地学的に考えて最も起こり得る断層モデルを仮定し，津波の数値計算を実施した．その結果，フィリピンや中国南部，ベトナムなどの南シナ海沿岸部は巨大津波に襲われる可能性が高いことが分かった．

発表者：プルナ・プトラ

題名：Progress in palaeotsunami research

著者：James Goff, Catherine, Chagué-Goff, Scott Nichol, Bruce Jaffe, Dale Dominey-Howes

雑誌：Sedimentary Geology 243-244 (2012) 70-88, doi:10.1016/j.sedgeo.2011.11.002

要旨：

The study of palaeotsunamis preserved in the sedimentary record has developed over the past three decades to a point where the criteria used to identify these events range from well-tested and accepted to new methods yet to receive wide application.

In this paper we review progress with the development of these criteria and identify opportunities for refinements and for extending their application to new settings.

The emphasis here is on promoting the use of multiple proxies, selected to best match the context of the site or region of interest. Ultimately, this requires that palaeotsunami research must be a multidisciplinary endeavour and indeed, extend beyond the geological sciences of sedimentology and stratigraphy and, to include knowledge and approaches from field such as archaeology, anthropology and sociology. We also argue that in some instances, despite the use of multiple proxies, the evidence for tsunami

inundation of a coast simply may not be preserved.

発表者：アブドアラー・サブリー

題名：Three-dimensional mapping of salt stores in the Murray-Darling Basin, Australia
2. Calculating landscape salt loads from airborne electromagnetic and laboratory data

著者：I.C. Mullen , K.E. Wilkinson, R.G. Cresswell, J. Kellett

雑誌：International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 9 (2007) 103–115

要旨：

Salt is widespread in the Australian landscape – in soil, regolith and groundwater – leading to concerns that land management practices may be putting much agricultural land and important water resources at risk of salinisation. Defining the location and nature of salt stores is an important first step in understanding the processes leading to salinity of soils, streams and groundwater resources, and predicting areas that may be at risk. Airborne geophysics can define subsurface salt stores and mobilisation pathways.

Airborne electromagnetics (AEM) can map the three-dimensional conductivity structure of the landscape but does not, intrinsically, quantify the amount of salt. Salinity, moisture content, porosity and mineralogy all contribute to the electromagnetic signal, and each can vary significantly throughout the landscape.

In the Lower Balonne catchment, Queensland, the relationship between AEM and the amount of salt in the landscape was quantified using laboratory analyses of pore fluids from core samples. A general statistical relationship was established between AEM conductivity and salt load (defined as the product of pore fluid salinity, porosity and moisture content)—with a significant positive correlation although data were generally widely dispersed. Comparison of calculated salt load with borehole electromagnetic logs gives insight into the factors contributing to dispersion in the AEM data.

The relationship transforms bulk conductivity to salt load in 5 m layers, allowing the generation of a three-dimensional map of the salt load. This is a powerful tool for identifying areas that may require monitoring and management interventions to reduce salinity risk. An example is given of salt loads beneath an established irrigation area in the Lower Balonne catchment, Queensland.

○2012 年度 第 2 回雑誌会

日時　5 月 7 日（月）15:00~16:00

場所　4 号館 207 講義室

発表者：谷岡勇市郎、伊尾木圭衣

発表者：谷岡勇市郎

題名：Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults

著者：Thorne Lay, Hiroo Kanamori, Charles J. Ammon, Keith D. Koper, Alexander R. Hutko, Lingling Ye, Han Yue, and Teresa M. Rushing

雑誌：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 117, doi:10.1029/2011JB009133, 2012

要旨：

本論文は最近の M9 クラスの超巨大地震の発生を受けて、プレート境界面が海溝から地震発生域の下端に沿って深さ方向に 4 つの異なった領域に分けられることを示す。最近の M9 クラス巨大地震、2004 年スマトラーアンダマン巨大地震（Mw9,2）、2010 年チリ巨大震（Mw8.8）や 2011 年東北沖巨大地震（Mw9.0）は破壊域の深さの違いによって良く似た地震波放出の傾向を示す。位相のそろった遠地短周期地震波は巨大断層面の深い部分から放出され、それに引き換え大きな断層すべりと比較的位相がそろっていない短周期地震波の放出は浅い部分の断層面で発生している。まず、海底下 15 ㎞より浅い部分の断層面は津波地震が発生する A 領域と分類した。深さ 15 ㎞から 35 ㎞の断層面は巨大地震による大きなすべりを発生させ短周期地震波の発生は中間的な B 領域とした。海底下約 35 ㎞から 55 ㎞の断層面は C 領域とし、そこには小さな孤立した地震発生パッチが存在し、位相のそろった短周期地震波を放出する大きな破壊や小さめの繰り返し地震を発生させる。2011 年東北沖巨大地震の場合、位相のそろった遠地短周期地震波が放出された部分は強震動を発生させた地域であった。D 領域は比較的若い海洋リソスフェア―が低角で沈み込む場所に存在し、地震発生域下で安定すべり領域との遷移域で低周波地震、微動やスロースリップを発生させる。

発表者：伊尾木　圭衣

題名：Sensitivity Study of Hydrodynamic Parameters During Numerical　Simulations of Tsunami Inundation

著者：Ceren Ozer and Ahmet Cevdet Yalciner

雑誌：Pure and Applied Geophysics, (2011)

要旨：

この論文では、流体力学的パラメーターの分析をおこなった。ここでいう流体力学的パ

ラメーターとは、沿岸の 構造物の被害に関する、津波のポテンシャルを表すために用いられる表現である。このパラメーターは、構造物に対する津波によるけん引力と静水圧力の比率によりきまる。このパラメーターは津波が浸水する間、速度や深さの瞬間値によって変わる。本研究では津波のこれらの効果を調べるため、２つの異なる海底ス ロープをもつ一般的な海盆において、津波数値モデルを用いて分析がおこなわれた。異なる波の周期や振幅、押し波引き波のような、初期条件を変えた様々な正弦波を用いてシミュレーションがおこなわれた。そして沿岸にそってフルード数の二乗分布(Fr2)について調べた。計算結果は定量的に比較された。波の周期が短い方が、また緩やかなスロープの方が、Fr2 の最大値は大きくなるなどがわかった。

○2012年度　第3回雑誌会

日時　5月14日（月）15:00～16:00

場所　4号館207講義室

発表者：　山田卓司、スネンダー・ハリス

発表者：山田卓司

題名：　Explosion swarms at Stromboli volcano: A proxy for nonequilibrium conditions in the shallow plumbing system,

著者：　S. De Martino, A. Errico, M. Palo, and C. B. Cimini,

雑誌：cubed, 13, doi:10.1029/2011GC003949, 2012.

要旨：

本論文では、ストロンボリ火山の群発的噴火に伴う地動を、地震計および歪計データをもとに解析した。ストロンボリ火山は、数分に1回の「ストロンボリ式」噴火を絶え間なく続けているが、時として1分間に1~数回の噴火をするような群発的噴火を起こすことがある。

本論文で解析対象としたのは、(1)2002-2003年、(2)2006-2007年、(3)2010-2011年の3期間に起きた群発的噴火である。(1),(2),(3)いずれの期間でも、群発的噴火が始まると、噴火に伴う地動の卓越周波数が高周波数側に変化することが観測された。これは、共振する空洞の構造が、群発的噴火に伴って変化したことを示唆していると考えられる。

発表者：スネンダー・ハリス

題名：A Probabilistic Tsunami Hazard Assessment for Western Australia

著者：David Burbidge, Phil R. Cummins, Richard Mleczko and Hong Kie Thio

雑誌：Pure appl. Geophys. 165 (2008) 2059–2088

要旨：

The occurrence of the Indian Ocean Tsunami on 26 December, 2004 has raised concern about the difficulty in determining appropriate tsunami mitigation measures in Australia, due to the lack of information on the tsunami threat. A first step in the development of such measures is a tsunami hazard assessment, which gives an indication of which areas of coastline are most likely to experience tsunamis, and how likely such events are.

Here we present the results of a probabilistic tsunami hazard assessment for Western Australia (WA). Compared to other parts of Australia, the WA coastline experiences a relatively high frequency of tsunami occurrence. This hazard is due to earthquakes along the Sunda Arc, south of Indonesia. Our work shows that large earthquakes offshore of Java and Sumba are likely to be a greater threat to WA than those offshore of Sumatra or elsewhere in Indonesia. A magnitude 9 earthquake offshore of the Indonesian islands of Java or Sumba has the potential

to significantly impact a large part of the West Australian coastline. The level of hazard varies along the coast, but is highest along the coast from Carnarvon to Dampier. Tsunamis generated by other sources (e.g., large intra- plate events, volcanoes, landslides and asteroids) were not considered in this study.

Journal:

Authors:

Abstract:

☆～～～

○2012 年度　第 4 回雑誌会

日時　6 月 4 日（月）15:00～16:30

場所　4 号館 207 講義室

発表者：高橋浩晃、和田直人、眞城亮成

発表者：高橋浩晃

題名：The seismic coupling of subduction zones revisited

著者：Scholz C. H., and J. Campos

雑誌：J. Geophys. Res., 117, B05310, doi10.1029/2011JB009003, 2012

要旨：

世界の沈み込み帯におけるサイスミックカップリングについて再検討を行った．利用したデータは地震間のＧＰＳによる上盤側の地殻変動であり，これと地震学的に推定されたモーメント開放量との比較を行った．その結果，これらがほぼ10%程度の範囲内で一致することが明らかになった．これはこの2−30年間の間に，多くの古地震学の成果が得られたこと，また，いわゆる時空間的な空白域で超巨大地震が連発したことによる．

これらの最新のデータは，1995年にScholz and Camposにより提唱されたサイスミックカップリングの不均質が摩擦の不安定性に起因するとする説を支持する．つまり，沈み込み帯では，境界面にかかる高い垂直応力による強い固着と，垂直力の減少による弱い固着が生じるとする説にそった結果となった．地震のアスペリティは高い固着を示す場所と空間的な相関があり，見かけ上は永続的なように見えるが，蓄えられているエネルギーは時期ごとに異なるため，巨大地震の破壊域やアスペリティの分布は活動サイクルごとに大きく異なることになるだろう．

発表者：和田直人

題名：A unified sorce model for the 2011 Tohoku earthquake

著者：Kazuki Koketsu , Yusuke Yokota , Naoki Nishimura , Yuji Yagi , Shin'ichi Miyazaki , Kenji Satake , Yushiro Fujii , Hiroe Miyake , Shin'ichi Sakai , Yoshiko Yamanaka , Tomomi Okada

雑誌：Earth and Planetary Science Letters 310 (2011) 480-487

要旨：

大きな被害をもたらした２０１１年東北地方太平洋沖地震（以下、東北地震という．）は、地球物理学の研究で用いられる様々な機器の密な観測網で捉えられた。遠地地震、強震動、地殻変動のデータを用いたジョイントインバージョンによって、一つの震源モデルが導かれた。それによると、東北地震は３つの大きな破壊によって構成されることがわかった。一つ目は最初の５０秒間の小さな破壊で、東～北東方面に毎秒1.8kmという低速で伸

長してゆくもの。二つ目は初めの破壊から２０秒後に始まって秒速1.5kmという最も遅い速度で伸長し、スリップ量が36mに達するもっとも大きなもの。最後は南の方に毎秒2.5kmという前者より早い速度で伸長したものである。津波のみのデータを用いて行ったインバージョンだけが、最初の破壊領域から海溝軸方面までの間で津波を発生させる40mのスリップを仮定しないと説明できなかった。東北地震による災害の特徴は、破壊速度の遅さと津波を発生させる大きなスリップ量によって説明することができる。

発表者：眞城亮成

題名：Application of real-time GPS to earthquake early warning

著者：Richard M. Allen and Alon Ziv

雑誌：GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L16310,
doi: 10.1029/2011GL047947, 2011

要旨：

Earthquake Early Warning (EEW)の課題は，マグニチュード（M）が非常に大きい巨大地震に対して適切に機能することである．そのようなEEWに向け，リアルタイム高時間分解能GPSによる永久変位について検証する．本論文では，2010年4月4日カリフォルニアとメキシコとの境界にまたがる地点で発生したEl Mayor-Cucapah地震（Mw 7.2）を扱う．GPSの変位波形と広帯域地震計によって捉えられた地震波形（速度・加速度）を比較する．また，S波が到達してから静的変位のオフセットを抽出する．
これをもとに，El mayor-Cucapah 地震のMを推定すると，6.8～7.0となった．リアルタイム高時間分解能GPSは，津波警報システムを含めたリアルタイム地震情報やEEWのためのM推定に有効な手段である．

○2012 年度　第 5 回雑誌会
　日時　6 月 11 日（月）15：00～16：30
　場所　4 号館 207 講義室
　発表者　橋本武志、齊藤　悠、外崎禎緒

発表者：橋本武志
題名：Constraints on the rates of degassing and convection in basaltic en-vent volcanoes
著者：J. L. Palma, S. Blake and E. S. Calder
雑誌：G-cubed, 12, doi:10.1029/2011GC003715
要旨：
　開放火道系における継続的なガス放出を説明する仮説として，かねてより火道内マグマ対流モデルが提唱されている（例えば, Kazahaya et al., 1994; Stevenson and Blake, 1998; Huppert and Hallworth, 2007）. このモデルの基本的な考え方は, 揮発性成分に富んだ低密度・低粘性のマグマが火道内を上昇し，火道浅部で脱ガスすることによって相対的に高密度・高粘性となり，火道内を下降するというものである．この機構によれば，マグマが噴出されることなく火山ガスが火口から放出され続けることが可能である．本論文の主な内容は以下の３点である.

(1) 上記引用文献で取り扱われた鉛直円筒火道におけるcore-annular型の対流に基づいた議論を拡張し，傾いた火道やダイク状火道にも適用できるようにした．ただし，解析解が得られるのは鉛直火道の場合で, かつ, 流れのパターンが単純な場合に限られるので, 以下の次元解析によるアプローチをとっている.
(2) 火道内マグマ対流を支配する物理の次元解析から，３つの無次元パラメータが導かれるが，これらの定量的関係を室内実験（粘性・密度を異にする二種の流体をoverturnさせる実験）によって明らかにした．その際，流れのパターンや混合度の影響についても考察した.
(3) 火道のジオメトリ及びマグマの物性から予想されるマグマ対流量と，火口からのSO2放出率，火道浅部での脱ガス率，の３者を結びつける関係式を与えた．この関係式を利用すると，DOAS等によるSO2ガス放出率の観測値と，メルトインクルージョンによる脱ガス率（脱硫黄率）の分析値を用いて，火道径を推定することが可能である.

雑誌会では，本論文における議論の土台となっているいくつかの先行研究についてもできるだけ紹介します.

発表者：齊藤　悠
題名：Rapid Estimation of Earthquake Source and Ground-Motion Parameters for Earthquake Early Warning Using Data from a Single Three-Component Broadband or

Strong-Motion Sensor
著者：M. Böse, T. Heaton, and E. Hauksson
雑誌：Bulletin of the Seismological Society of America,Vol. 102, No. 2, pp. 738–750, April 2012, doi: 10.1785/0120110152
要旨：
　本論文は, PreSEIS On-site algorithm という緊急地震速報(Earthquake Early Warning, 以下EEWと呼ぶ)の新しいアルゴリズムを提案するというものである.
EEWのアルゴリズムは大きく分けて，単独観測点処理を行う現地警戒システム（on-site warning system)と複数観測点処理を行う地域警戒システム(regional warning system)の2種類がある．それぞれから推定される震源や地震動のパラ メータ，またその推定スピードにはギャップがあることが知られている．そのギャップを埋めるためにBöse et al.(2008)で提案された方法がPreSEIS algorithmである．PreSEIS algorithmは，人工ニューラル・ネットワーク（以下，ANN）に基づいて構成されており、人間の脳のように過去の経験や具体的な事 例から学習することで最適化できるので、早期に警報を出すことができる．しかし, PreSEIS algorithmには, ①学習のために大量のデータセットが必要であるということ，②ネットワーク依存性が高く，一度ANNが特定のネットワークをインプットすると，そこに新たに地震計を加えたり，取り外したりすることが難しいという2つの欠点がある.
本論文で提案されたPreSEIS On-site algorithmは，この2つの欠点を解消させたものである.
このアルゴリズムでは，ブロードバンド地震計または強震計の加速度・速度・ 変位の3成分波形記録から，モーメントマグニチュードMと震央キョリΔ，地表面 最大震度(peak ground velocity,以下PGV）を推定する．その結果，①変位と速度の波形はMとPGVを推定することに，加速度波形は地震とノイズを区別することに適しているということ，②観測点補正を行うとエラーは10%まで減少し，観測波形の水平・垂直成分の両方が使用できる場合はさらに10%小さくできること，③τC法と比較し，τC法よりも60%ほどエラーが小さいということ，などがわかった.

発表者：外崎禎諸
題名：Time-Lapse Changes of Seismic Velocity in the Shallow Ground Caused by Strong Ground Shock of the 2000 Western-Tottori Earthquake, Japan, as Revealed from Coda Deconvolution Analysis.
著者：K. Sawazaki, H. Sato, H. Nakahara, and T. Nishimura
雑誌：Bull. Seismol. Soc. Am., 99, 352-366, doi:10.1785/0120080058, 2009
要旨：
　この記事は、大地震における強い振動が、浅層地盤の地震波伝達速度にどのような影響を与えるかを調べるために、2000年の鳥取県西部地震の浅層地盤の地震波伝達速度の経時的変化を報告したものである。伯田観測点の地表面と地下100mのボーリング孔の２点で観測した地震波記録をコーダ波デコンボリューション法で処理し、せん断弾性係数の変化を

求めた。結果として、せん断弾性係数は、強振動直後に52％まで低下し、それに伴いＳ波速度は30％低下した。その後、せん断弾性係数は地震後0ー1週間、1週間ー１ヵ月、１ヵ月ー１年、１年ー４年の各期間で対数線型的に回復した。
これら、コーダ波デコンボリューション法で得られた結果は、従来の相互相関関数から得られたものと一致している。また、浅層地盤における地震波変化のメカニズムは、地盤の排水や岩石の歪・破壊に関連する可能性があり、強振動を観測した相似地震について同様にコーダ波デコンボリューション法を用いた分析を重ねることで得られるだろうということが分かった。

○ 2012年度　第6回雑誌会
日時：2012年6月18日（月）15：00～16：30
場所：理学部4号館2階207講義室
発表者：奥山哲、森貴章、田中良

発表者：奥山哲
題名：Postseismic displacement of the 1999 Athens earthquake retrieved by the Differential Interferometry by Synthetic Aperture Radar time series
著者：Simone Atzori, Michele Manunta, Gianfranco Fornaro, Athanassios Ganas, and Stefano Salvi
雑誌：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 113, B09309, doi: 10.1029/2007JB005504, 2008
要旨:

1999年9月，中規模（Mw=5.9）の地震がアッティカ平原で発生した．この地震によりアテネとその住民は予想外かつ広範囲の被害を被った．
本研究では，ERS1/2の100枚近いデータを用いた多時期観測による差分干渉SAR解析から，1992年から2002年までの変位時系列を計算した．この解析により，コサイスミックな変動と本震後2.5年間で最大3cmに及ぶ余効変動を完全に分離することができた．

我々はこの余効変動を起震断層内のアフタースリップとしてモデル化した．線形インバージョンにより求められたアフタースリップの分布は本震時のすべり分布を反映したものであり，主にその下方に分布している．静的応力変化の解析から，アフタースリップは本震により引き起こされ，アサイスミックに断層面を伝播したと考えられる．アフタースリップのすべり領域は一部本震のそれと重なっており，これは本震時の破砕面が少なくとも観測終了（2002年4月）の時点ではまだ回復していないことを意味する．

このような中規模地震についての時系列解析から得られた結果は，多時期観測による差分干渉SAR解析が巨大地震の研究において重要な手法になるであろうことを示唆している．

発表者：森貴章
題名：Photogrammetric monitoring of lava dome growth during the 2009 eruption of Redoubt Volcano
著者：Angela K. Diefenbach, Katharine F. Bull, Rick L. Wessels, Robert G. McGimsey
雑誌：Journal of Volcanology and Geothermal Research 2011
doi: 10.1016/j.jvolgeores.2011.12.009
要旨:
溶岩ドームの体積・噴出率は，噴火プロセスの理解や火山災害予測のための重要なデータの一つである．本論文では，デジタル写真測量を用いて，Redoubt Volcano（Alaska）の2009年噴火で形成された溶岩ドームの体積・噴出率を推定し，その有用性を示した．

Redoubt Volcanoでは，1989-90年及び2009年に溶岩ドームを形成する噴火が起きた．1989-1990年の噴火活動では，溶岩ドームは成長と重力崩壊を繰り返した．しかし、写真測量に用いる機器や技術の制約から、準リアルタイムに溶岩ドームの体積・噴出率を正確に測定することは困難であった．一方、溶岩ドームの成長と爆発崩壊を起こした2009年の噴火活動の際には、写真測量にデジタル技術が導入され、短時間で溶岩ドームの正確な体積・噴出率を推定することが可能になった．

2009/4/16-7/1の期間に試みたデジタル写真測量から，成長中の溶岩ドームの数値標高モデル（DEM）を作成した．DEMの時系列比較により，地形変化を見ることで溶岩ドームの体積・噴出率を推定した．その結果を用いて，1989–90年と2009年の溶岩ドームの成長と崩壊のプロセスを比較する．

2009年の活動末期に形成された溶岩ドームは，重力崩壊を起こした1989-90年ドームと同様に低い噴出率で斜面に成長が進んだが、重力崩壊を起こすことはなかった．その理由は，溶岩ドーム形成の前に起こった爆発的噴火によって火口が大きく開いたことで，溶岩ドームの体積の大部分が火口内に留まり，溶岩ドームが重力安定したからである．

デジタル写真測量は，成長中の溶岩ドームの地形把握と災害予測のために視覚的な観察を補うだけでなく，準リアルタイムに溶岩ドームの体積・噴出率の測定を可能にした．また，観察・観測飛行の際に収集される溶岩ドームのデジタル写真の有用性を実証した．ゆっくり進行するドーム形成噴火のみならず、デジタル写真測量は（多くの場合に）地形変化を伴う火山噴火の観測に有用なツールになると言える。

発表者：田中良
題名：Magma mixing triggered during volcanic eruptions
著者：Andrew W. Wood, Alexander Cowan
雑誌：Earth and Planetary Science Letters 288 (2009) 132-137
要旨:

本論文の目的は，マグマ溜まりにおけるマグマ混合のプロセスをモデル化することである．

多くの火山噴出物で観察されるマグマ混合の度合いは様々で，そのプロセスやタイミングも様々なモデルが考えられてきた．
マグマ混合のタイミングとしては，噴火前，噴火中の二つが考えられている．
本論文ではマグマ混合が，成層マグマ溜まりの攪拌混合として，噴火中に起こるモデルを考える．

筆者らは，マグマ混合の原因を噴火によるマグマ溜まりの減圧とする次のようなモデルを提案している．

・噴火によってマグマ溜まりの圧力が減少し，揮発性成分の離溶，気泡の成長によってそれぞれのマグマの密度が 変化する．
・それぞれのマグマの密度，温度，溶解度定数，揮発性成分量，斑晶量の違いにより，密度の減少量に違いが生じ る．
・下層のマグマの密度が上層のマグマの密度よりも小さくなる時，マグマ混合が起こる．

モデルを再現した簡単な室内実験を行い，二つの異なる性質の粘性流体の混合が減圧によって起こることを確認した．

さらに，ベスビオス火山のAD79の噴火にこのモデルを適用し，提案されたモデルによってマグマ混合が説明されることを確認した．

○2012 年度　第 7 回雑誌会
　日時　6 月 25 日（月）15：00～16：30
　場所　4 号館 207 講義室
　発表者：大園真子、和田さやか、小四郎丸拓馬

発表者：大園真子
題名：Spherical-Earth finite element model of short-term postseismic deformation following the 2004 Sumatra earthquake
著者：Hu, Y., and K. Wang
雑誌：J. Geophys. Res.,117, B05404, doi:10.1029/2012JB009153, 2012.
要旨：
　2004年スマトラ地震(Mw9.2)後の短期間(3年以内)に，キャンペーンモード及び連続的なGPS観測によって得られたnear-field(震源域からの距離が<100km)及びfar-field(>100km)の余効変動を説明するため，粘弾性構造を持つ球体地球を仮定した有限要素法を使ってモデリングを行った.
プレートと沈み込むスラブは弾性体を仮定し，大陸側のマントル(マントルウェッジ)と海洋側のマントルは, transientなレオロジーの特徴を持つKelvin固体とsteady stateなレオロジーの特徴を持つMaxwell流体を組み合わせたBurgers粘弾性体を仮定した．大陸側のマントルのMaxwell流体の粘性(10^19 Pa s)は，海洋側(10^20 Pa s)よりも1桁小さい.
余効すべりの有無，Burgers粘弾性体粘性を粘性の値を変えながら計算した結果として，最も観測値をよく説明するモデルでは余効すべりが必要となる．また，この時のマントルウェッジのtransientおよびsteady stateなレオロジーの粘性はそれぞれ5×10^17 Pas s, 10×10^19 Pa sとなった.
今後，稠密観測が行われている他の沈み込み帯(2011年東北沖地震)や，スマトラでのより長期的な観測から，沈み込み帯での粘弾性構造について，パラメータの強い拘束が可能になると期待される.

発表者：和田さやか
題名：Continuing inflation at Three Sisters volcanic center, central Oregon Cascade Range, USA, from GPS, leveling, and InSAR observations
著者：Daniel Dzurisin, Michael Lisowski, Charles W.Wicks
雑誌：Bull Volcanol (2009) 71:1091-1110 doi: 10.1007/s00445-009-0296-4
要旨：
　アメリカ, オレゴン州にあるカスケード山脈のThree Sisters火山群では, 現在火山活動は活発でないが, 広範囲にわたる隆起が，InSARによって2001年4月に観測された．活発でない火山での隆起が観測されたのは珍しいことであり, その後GPS，水準測量によっても隆起が確認された.

本論文の目的は，このエリアの隆起を引き起こしているソースのモデルを推定することである．
GPS連続観測での観測値には, 火山性の変形以外に, テクトニックな変形や, 季節的な摂動, 観測の際に生じるノイズなどが含まれている．それらの火山性でない変形を，長期間の観測結果を用いることで推定し, 取り除いた．その結果, 火山性の変形は，指数関数的に減衰するような, 時間に依存する形であることがわかった．また, それをInSAR, キャンペーンGPS, 水準測量の観測結果にも応用することで, 観測期間の異なるデータを全観測期間の変形に換算した火山性の変形に変換した.
全期間（1997年9月から2006年8月）の変形に換算した各観測の火山性の変形データを同時解析し, 点圧力源モデル（茂木モデル）・偏長楕円圧力源モデル・傾いた偏長楕円圧力源モデルを比較した．その結果, 見積もられた最適モデルは，鉛直方向に伸びた（アスペクト比が0.86-0.90）, 偏長楕円の圧力源で, 表面から4.9-5.4km下に位置するものである.
また, 全期間のソースの体積変化量は36.5-41.9×106m3である.

発表者：小四郎丸拓馬
題名：Subsidence of Askja caldera 2000-2009: Modelling of deformation processes at an extensional plate boundary, constrained by time series InSAR analysis
著者：Elske de Zeeuw-van Dalfsen, Rikke Pedersen, Andrew Hooper, Freysteinn Sigmundsson
雑誌：Journal of volcanology and Geothermal Research 213-214 (2012) 72-82
要旨：
　本論文では、カナダの地球観測衛星RADASATのInSAR（干渉合成開口レーダ）解析から明らかになった，アイスランド北部アスキャカルデラの沈降について，そのメカニズムが推測されている。
アスキャの最近の噴火は1961年に起きており、それ以後、水準測量やGPS観測、数度の重力測定など、数々の調査が行われている。1970年代以降アスキャカルデラは沈降を続けていると考えられており、本研究で行われたInSARによる解析でも、2000年－2009年にかけてカルデラの沈降が観測されている。
筆者らは、InSARによって得られたデータから、カルデラ地下の圧力源の推定を試みている。地下圧力源の推定は、これまでも先行研究によって行われているが、圧力源が2つあると推定したものや、圧力源がcrack状であると推定したものなどがあった。筆者らは、アイスランド北西部でのプレート境界の伸張によるテクトニクスに注目した。筆者らは、アスキャカルデラの沈降には、一つの球状圧力源の変動（茂木モデルによる）と、プレート境界の伸張の両方が関係していると考えている。
また、アスキャカルデラの沈降は、世界中の他のカルデラと比べても急激なものであり、これはアスキャカルデラの地下構造が、他のものと比べて特徴的であるためだと筆者らは考えている。これを実証するために、筆者らは上部と下部で粘性の異なるカルデラの地下構造を仮定し、圧力源の変動とテクトニクス的な伸張を加えたときの、地表の沈降を計算

した。
結果として得られた圧力源の位置・深さ・体積変化量は、北緯65.05°西経16.78°・3.km・-0.0014km^3/yrであり、これらは先行研究と比べて大きく異なるものではない。また、圧力源の変動だけではなく、テクトニクス的な伸張と、地下構造の推定を行うことによって、計算によって得られる地殻変動の推定値を、実際の観測値により近づけることが出来ることが分かった。最後に筆者らは、アスキャカルデラにおいて重力測定を行い、その地下構造を知ることができれば、さらに詳しいアスキャカルデラの活動ダイナミクスを知ることができるだろう、と主張している。

○2012 年度　第 8 回雑誌会
　日時　7 月 2 日（月）15：00～16：30
　場所　4 号館 207 講義室
　発表者：大島弘光、山田大志、篠原大地

発表者：大島弘光
題名：Detailed analysis of particle launch velocities, size distributions and gas densities during normal explosions at Stromboli
著者：A. J. L. Harris, M. Ripepe, E. A. Hughes
雑誌：　Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 231-232 (2012) 109–131
要旨：
　火山噴火あるいは火山爆発で放出される固気混合物（火砕物＋火山ガス）の噴出速度は噴煙の形成を支配すると同時に、噴火機構の理解とモデル化においても重要な噴火パラメーターの１つである．この噴出速度を見積もるためにストロンボリ式噴火やブルカノ式噴火では古くから放出岩塊調査が行われてきた．また写真やビデオ解析、更に最近ではドップラーレーダーによる観測から噴出速度が推定されている．この論文ではストロンボリ火山で撮影された熱映像ビデオデータを解析し、典型的なストロンボリ式噴火による火山ガスと火砕物の噴出と上昇について検討している．
解析した34例のうち31例で、火山灰、火山礫と火山ガスからなる混合物の激しい噴出に先行して、小さな礫と火山ガスからなる高速な噴霧状の噴煙が認められた．
後者は熱映像あるいは垂直温度プロファイルの時系列において急速に温度上昇を示す領域として識別され、その先端の火口から高さ20mまでの上昇速度は平均で100m/s前後、最大で160m/sを示した．この前縁は時間とともに不明瞭になるが、高温岩片と考えられる２から３のスポット状の高温部が残存し、それらの噴出速度は概ね66-82m/s、最大213 m/sと見積もられた．また単純な放射温度の混合モデルを用いて高温部の温度から見積もられた岩片の大きさは1.8ー9.6cmの範囲に分布し、多くは火山礫のサイズ(2ー6.4cm)で、分布のモードは4cmであった．
一方、前者は広がりのある高温域として識別され、その前面の噴出速度は平均46m/s、最大129 m/sである
噴霧状噴煙に認められたスポット状高温部の噴出速度と後続する噴煙の前面の噴出速度の間には線形の関係が認められる．それらは、固相粒径2mmおよび64mmとしたときに気相によって連行される固相速度を示す直線に挟まれて分布し、前者が火山礫を連行する細粒な礫と気相からなる火山ガスの噴出速度、後者が粒径の大きな火山礫から岩塊の速度を表していると考えられる．
このとき直径Dを持つ火山礫の速度(Uparticle)と火山ガス(Ugas)の速度は、定数をkとして
Ugas=Uparticle+k D1/2
と表されることが知られているが、今回の解析で得られたデータを説明できない．これは定数kが噴出火山ガスの密度に依存していることに関係し、解析した32例の噴火において火

山ガス密度は0.04 kgm−3から 9 kgm−3の範囲でかわりえる(ｋの値として54 m1/2 s−1 and 828 m1/2 s−1).
このことを考慮にいれ、得られたデータをよくセつめする次の関係式：
Ugas=Uparticle+a [ρgasD1/2]b
を導いた．ここでUgasは火山ガスの速度、Uparticleは火山礫の速度、a、bは経験的に導かれる係数である．

発表者：山田大志
題名：Moment tensor inversion of explosive long period events recorded on Arenal volcano, Costa Rica, constrained by synthetic tests
著者：R. Dave, G.S O'Brien, I. Lokmer, C.J. Bean, P. Lesage, M.M. Mora
雑誌：Journal of Volcanology and Geothermal Research 194 (2010) 189-200
要旨：
　コスタリカにあるアレナル火山では、1968年の噴火以降活発な火山活動が続いており、それら火山活動に伴い火山性地震も多く観測されている。本論文では、2005年に記録された爆発地震のデータを用いてモーメントテンソル法による発震構造の解析を行うために、合成波を用いて解析手法の試験運用を行い、解析手法の評価を行った。
モーメントテンソル法においては、解析するエリアのグリーン関数をいかに正確に決定できるかによって解析結果が大きく左右される。本論文においてはSPAC(Sounding usingthe spatial autocorrelation)法によって求められた地下速度構造、地形、3D ELM(Elastic Lattice Method)法によって求められた弾性体内の地震波の伝搬法を用いてグリーン関数を決定している。
合成波を用いた試験では、モーメントテンソル項のみの解析と、モーメントテンソル項とシングルフォース項の二つの項から発振構造の解析を行う二種類の手法を試験した。それぞれの手法において、バックグラウンドノイズのある場合と、震源が実際の震源と異なる位置を仮定している二つの場合に関して、それぞれ合成波を解析させて震源解析を行った。
試験の結果、モーメントテンソル項のみの解析は、いずれの場合も概ね合成波に入力された力系のインバージョンに成功しているのに対し、シングルフォース項を含む解析では、合成波に入力されていない力系成分がインバージョンされる結果となった。
続いてモーメントテンソル項のみの解析方法を用いて実際に観測された爆発的地震のデータの解析を行った。発震構造は等方成分が87%を含む結果となり、当初予測された通り発震源は爆発であったと推測された。この結果より、筆者らは他の2005年の観測データも解析可能となり、今後解析を進めるとしている。

発表者：篠原大地
題名：Seismic hazard in western Canada from GPS strain rates versus earthquake catalog

著者：S.Mazzotti, L.J.Leonard, J.F.Cassidy, G.C.Rogers, S.Halchuk
雑誌：J. Geophys. Res., VOL. 116, B12310, doi:10.1029/2011JB008213, 2011
要旨：

確率的地震危険度分析(PSHA)は一般的に50ー100年間の地震カタログからの統計が、大きな地震の長い期間の間隔を表現しているとすれば、それらの統計から求まる頻度とマグニチュードに基づいている。
しかし、それだけでは正確な分析ができないのではないかということでカナダ西部とアメリカ北西部で179個のGPS速度の水平成分から得られた歪み速度を使ってPSHAを求めるという別の方法を試みた。
本論文の目的はGPSの歪み速度から求めたPSHAと地震カタログから求めたPSHAを比較するというものである。
GPSの歪み速度は不確実伝播の論理系統樹を使って地震統計、地震モーメントの速度、地震発生率に変換される。
結果としてGPSのメジアンのモーメント速度と地震発生率はたった二つのゾーンでのみ地震カタログから得られたものおおよそ一致した。

○2012 年度　第 9 回雑誌会
　日時　7 月 9 日（月）15：00～16：30
　場所　4 号館 207 講義室
　発表者：中村有吾、平沢陽子、湊宏司

発表者：中村有吾
題名：　Sedimentary processes associated with sand and boulder deposits formed by the 2011Tohoku-oki tsunami at Sabusawa Island, Japan.
著者：　Goto, K., Sugawara, D., Ikema, S., Miyagi T. (2012)
雑誌：　Sedimentary Geology, doi:10.1016/j.sedgeo.2012.03.017.
要旨：
「宮城県寒風沢島（宮島）における2011年津波によって堆積した砂および巨礫の堆積プロセス」
　2011年3月11日の地震・津波から1年が過ぎたいま，3/11津波堆積物に関する研究成果のいくつかが（北大組の成果も含めて）論文として公表されつつある.
　きょう紹介するのは，宮城県の松島，寒風沢島の事例である. 寒風沢島では津波浸水域に砂層だけでなく巨礫（256mm 以上の礫）が堆積した. 巨礫は砂層の上位にあり，さらに巨礫を砂層が覆う. このことは，津波の前面（ボアフロント）でベッドロード堆積物（砂層）が形成し，次いで巨礫が運搬・堆積したことになる. 地表面に砂層があることで，摩擦が減少したと思われる. また，巨礫の上に砂があるということは，巨礫の堆積後にこの地域が一時的に湛水し，サスペンジョン（浮流）物質の沈殿がおきたと考えられる. このような層序は，津波堆積物の事例の中では珍しく，寒風沢島の地形条件が大きく影響している. 本研究のように，砂と巨礫の堆積状況を同時に分析することで得られる成果は多い.

発表者：平沢陽子
題名：Degassing at low magma-viscosity volcanoes：quantifying the transition between passive bubble-burst and Strombolian eruption.
著者：James, Mike R. and Lane, Steve J. and Wilson, Lionel and Corder, Steve B
雑誌：Journal of Volcanology and Geothermal Research,10 March 2009,81-88.
要旨：
　低粘性のマグマを持つ多くの火山では, ガス放出が短い間隔で繰り返されている.
その形態は, ストロンボリ式噴火による爆発的な放出（短時間, 多量）からガスパッフィングのような穏やかな放出（短時間, 少量）, 噴気のような放出（連続的, 少量）まで広い範囲に亘る.
　これらは火道を上昇してきたスラグがマグマ表面で破裂することによる現象と考えられている.
　このうち爆発的なガス放出は大きいスラグの破裂によるもので, 穏やかなガス放出は小

さいスラグの破裂によるものである.

ここでは, 放出形態の違いを判別する指標となる, 無次元パラメータP*slimを導入する.

P*slim はある深さでのスラグの内圧の平方根と長さの平方根に比例し, 大気圧に反比例する.

P*slim≦1のときは, 穏やかなガス放出となり, 計測可能な破裂音などは小さくなると予測される.

逆にP*slim＞1のときは爆発的なガス放出となり, 破裂音などはP*slimが増すにつれ大きくなると考えられる.

これは室内実験と数値モデルのシミュレーションにより確かめられた. P*slimは放出形態を識別する指標と, 上昇するスラグの特性と観測量を結びつけるパラメータになりえることが示された.

この考え方を他の惑星の火山へ適用した結果は, 惑星火山について現在理解されていることと合致する.

発表者　湊宏司

題名　Correlations of Seismicity Patterns in Southern California with Surface Heat Flow Data

著者　Bogdan Enescu, Sebastian Hainzl, Yehuda Ben-Zion

雑誌　Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 99, 2009, 3114-3123

要旨

南カリフォルニアの地震活動の性質と地表の熱流量の関係をrelocated earthquake catalogを用いて調査した. 最初に十分な数の事象に対するepidemic type aftershock sequence (ETAS)モデルパラメータを決定した. 本論文ではマグニチュードMの地震の余震発生能力を表すETASモデルのパラメータαに注目した. 比較的小さいαを持つ地震のグループと比較的大きいαのグループを比較すると, それらの間に明確な違いがあることが分かった. 小さいαを持つ地震の系列は比較的前震が多く余震は少ない. 一方, より典型的な, 大きいαを持つ地震の系列は比較的前震が少なく余震は多い. 後者のより典型的な地震系列は本震が発生する前日に地震活動の数が明らかに増加している.

また, 空間的な α の値の配置は地表の熱流量と深く関係している. 熱流量の多い地域は比較的αの値が小さいという特徴があり, このような地域は群発地震が起きやすいということを示している. この研究の結果は, 熱流量の多い地域で群発地震が発生し, その他の地域で前震−本震−余震を伴う地震が発生することを予測するダメージレオロジーモデルとも矛盾しない. 同じ熱流量の地域内での α の値の違いは, 局地的なスケールで付加的な要因（地下流体の存在や岩石の種類など）が地震発生のプロセスに影響していることを示していると筆者らは考えている.

○2012 年度　第 10 回雑誌会

日時　7 月 23 日（月）15：00～16：30

場所　4 号館 207 号室

発表者：齊藤佳佑、柴田靖之、冨田克洋

発表者：齊藤佳佑

題名：Relationship between structures, stress and seismicity in the Charlevoix seismic zone revealed by 3 - D geomechanical models: Implications for the seismotectonics of continental interiors

著者：A. F. Baird, S. D. McKinnon, and L. Godin

雑誌：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B11402, 2010

要旨：

カナダ東部，ケベック州のセントローレンスvalleyにCharlevoix seismic zoneがある．この地域は平行な急こう配の断層がいくつかあるため複雑な構造になっていて，地震帯は断層とほぼ平行に走っている．大きな地震は断層に沿うようにクレーター(周囲より地盤が柔い領域)の外で発生していて，小さい地震はクレーター内部やその下で起きている．断層とクレーターの関係性をFLAC3Dという3次元の応力解析を使って探査を行った．最大主応力と最少主応力の差を表すdifferential stress (σD)は境界における変位から生まれ，徐々にテクト ニックな環境に似てくる．結果としては，柔い断層はクレーターにおける応力を増加させる．これは断層の安定性の減少や地震活動の減少の説明になるかもしれない．加えて，断層上のすべり分布はクレーター周辺で大きなイベントが起きることを示し，メカニズム解が過去に起きた大地震と一致した．これはメカニズム解のP軸の回転が他の断層に沿って起きていると期待され，大陸内部の応力を推定するために使われるメカニズム解に対する危険性を示唆する．

発表者：柴田靖之

題名：Numerical investigations of tsunamis generated by pyroclastic flows from the Kikai caldera, Japan

著者：Fukashi Maeno, Fumihiko Imamura

雑誌：GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS,VOL.34,L23303,2007

要旨：

鬼界カルデラでカルデラを形成する期間に、多量の火砕流が海に流入することによって発生した津波について、波源の状況と２層の浅水モデルを使って調査した。火砕流の密度構成の体積フラックスは正弦関数によってコントロールされる。調査結果として津波の最大高度は、火砕流の体積フラックスが最も大きいモデル内で最大となった。

海底における沈殿物粒子をかき混ぜることができる、津波のおおよその波源の状況を、無次元化したせん断応力を用いて調査した。実験結果により、沈殿物の初期の動きに対して働くせん断応力は、津波の形跡のある場所には、容易には到達しないことを示した。火砕流モデルにおけるせん断応力は粒子中砂を動かす基準値よりも大きくならないが、一方で、カルデラ崩壊モデルにおけるせん断応力はほとんどの粒子における基準値を上回り、鬼界カルデラの爆発的なカルデラ形成噴火により発生した火砕流の大きな体積フラックスの流入により発生した津波でさえも、海中の沈殿物を動かすことはできないことが分かった。従って、鬼界カルデラの崩壊は火砕流よりも大きな津波を発生させてきたと考えられる。

発表者：冨田克洋

題名：Identifying Active Structures Using Double-Difference Earthquake Relocations in Southwest British Columbia and the San Juan Islands, Washington

著者：Natalie J. Balfour, John F. Cassidy, and Stan E. Dosso

雑誌：Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 102, No.2, pp.639-649, April 2012

要旨：

この論文ではDouble-difference法を用いてカナダのブリッティシュコロンビア州の南西部、アメリカのワシントン州のサンファン島の震源を再決定した。今回の研究地域は北アメリカ地殻で大きな地震を引き起こす可能性がある複雑な地域である。インフラや人口集中都市圏の近くで危機を引き起こすかもしれない隠れた断層を再決定によって特定することが目的である。地震カタログのデータや波形の相関関係のデータを用いて得られた確かな再決定を行い、以前まで知られていなかった断層の根拠を示した。結果では、一般的なカタログによる震源決定よりはっきりとエラーが減って、地震のクラスターのある地域の線状構造を示した。ブリッティシュコロンビアの南西部では地震活動の線状構造が隠れた断層のようではあるが地表付近の堆積層を破壊していないようである。しかしながら、サンファン島で見つかった線状構造では反射法地震探査などによって判明した地表面に露出している断層と関係があるだろうということが特定できた。様々な種類の速度モデルを用いたが不適切なモデルを用いると層境界において間違った値が出たり、鉛直方向のエラーが増えた。

○ 2012年度　第11回雑誌会
日時：2012年10月1日（月）15：00-16：00
場所：理学部４号館２階207講義室
発表者：スネンダー・ハリス、プルナ・プトラ

発表者：スネンダー・ハリス
題名：Tsunami modelling with adaptively refined finite volume methods
著者：R. J. LeVeque, D. L. George, and M. J. Berger, Acta Numerica, 2011
雑誌：Acta Numerica (2011), pp. 211–289

要旨

Numerical modelling of transoceanic tsunami propagation, together with the detailed modelling of inundation of small-scale coastal regions, poses a number of algorithmic challenges. The depth-averaged shallow water equations can be used to reduce this to a time-dependent problem in two space dimensions, but even so it is crucial to use adaptive mesh refinement in order to efficiently handle the vast differences in spatial scales. This must be done in a 'well- balanced' manner that accurately captures very small perturbations to the steady state of the ocean at rest. Inundation can be modelled by allowing cells to dynamically change from dry to wet, but this must also be done carefully near refinement boundaries. We discuss these issues in the context of Riemann-solver-based finite volume methods for tsunami modelling. Several examples are presented using the GeoClaw software, and sample codes are available to accompany the paper. The techniques discussed also apply to a variety of other geophysical flows.

発表者：プルナ・プトラ
題名：Sediment sources and sedimentation processes of 2011Tohoku-oki tsunami deposits on the Sendai Plain, Japan — Insights from diatoms, nannoliths and grain size distribution
著者：W Szczuciński, M Kokociński, M Rzeszewski, C Chagué-Goff, f, M Cachão, K, Goto, D Sugawara
雑誌：Sedimentary Geology (2012), http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.07.019
要旨:

The 11th March 2011Tohoku-oki tsunami inundated the low-lying Sendai Plain (Japan) more than 5 km inland leaving sand and mud deposits over most of the area. In order to establish the sources of the tsunami deposits and interpret processes of their sedimentation, samples were collected from the deposits, underlying soils and the beach along a shore-perpendicular transect and analysed for grain size, diatom assemblages and nannoliths. The fining-inland tsunami deposits consisted of poorly to moderately sorted medium to coarse sand within 2 km of the coastline and very poorly to poorly sorted mud farther inland. More specifically, there was a slight fining of the coarse to medium sand mode within the sandy deposits and an increased contribution of the coarse and very coarse silt fraction in the mud deposits. The tsunami deposits also exhibited vertical changes including fining upward and coupled coarsening-fining

upward trends. Few diatoms were present in beach sediments, soils and tsunami deposits within 1 km of the coastline, while diatoms were more abundant farther inland. Diatom assemblages in the soil and tsunami deposits were similar and dominated by species typical of freshwater-brackish habitats, while no typically marine species were encountered. Nannoliths were generally absent in the studied sediments, except for few specimens. Our data indicate that there was probably no or only a very minor component of marine sediments transported onland by the tsunami. The sandy tsunami deposits within ~ 1 km of the coastline were mostly derived from beach and dune erosion. From 1 to 2 km landward the contribution of these sources decreased, while sources comprising local soil erosion and the entrainment of sediments from the Teizan-bori canal increased. Farther inland, local soil erosion was the major sedimentsource for the mud deposits. The tsunami deposits were most likely deposited during at least two inundations, mostly out from suspension resulting in an upward grain size fining trend. However, bed load deposition was also important in the sandy deposits as suggested by a common grain size upward coarsening, position on C–M diagrams and frequent horizontal lamination. The present study reveals that even very large tsunamis may not transport marine sediments onland and thus many commonly applied indicators of tsunami deposits based on the assumption of their offshore origin (marine diatoms, foraminifera, nannoliths, marine sediments) may be of limited use.

○ 2012年度　第12回雑誌会
日時：2012年10月22日（月）15：00-16：30
場所：理学部４号館２階207講義室
発表者：東 龍介、アブドアラー・サブリー、齊藤圭佑

発表者：東 龍介
題名：Fore arc structure and plate boundary earthquake sources along the southwestern Kuril subduction zone
著者：Yukinobu Okamura, Takumi Tsujino, Kohsaku Arai, Tomoyuki Sasaki, Kenji Satake, and Masato Joshima
雑誌：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 113, B06305, 2008
doi 10.1029/ 2007JB005246
要旨
著者らは本論にて，千島前弧において地質学的構造・重力異常観測をおこない，1952 年十勝沖，1973 年根室沖，2003 年十勝沖地震の震源域との比較検証をしている．
地震波形から推定された震源域はいずれも陸側斜面上部域の海盆下に分布する．
特にすべり量の大きい領域は低重力異常域に一致し，且つ，激しく下底浸食が起こっているといわれる日高衝突帯にも対応する．一方で，1952 年十勝沖地震の津波波源域は衝突帯よりも東側に位置する．
これらの比較から，十勝沖の震源は陸側斜面上部域の範囲内に収まっていて，そのすべりの広がりは千島前弧スリバーと東北日本弧の衝突によるテクトニックな影響を受けているようにみえる．一方で，1952 年地震の津波波源は沖側の斜面中下部域へ広がっていて斜面上部域よりも大きくすべったものの，層順の大規模な食い違いや分岐断層は認められない．このことから，1952 年の津波はプレート間の断層運動によって励起されたものと思われる．

発表者：アブドアラー・サブリー
題名：A comparison of helicopter-borne electromagnetics in frequency- and time-domain at the Cuxhaven valley in Northern Germany.
著者：Annika Steuera, Bernhard Siemona, Esben Aukenb
雑誌：Journal: Applied Geophysics 67 (2009) 194–205
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926985107000717
http://www.hgg.geo.au.dk/ref_manager/STEUER2009.pdf
要旨:
Two different airborne electromagnetic methods were applied in the same area: the frequency-domain helicopter-borne electromagnetic (HEM) system operated by the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Germany, and the time-domain SkyTEM system of the HydroGeophysics Group at the University of Aarhus, Denmark. For verification of and comparison with the airborne methods, ground-based transient electromagnetics and 2-D resistivity surveying were carried out. The target of investigation was the Cuxhaven valley in Northern Germany, which is a significant local groundwater reservoir. The course of this buried valley was

revealed by drillings and the shape was determined by reflection seismics at several cross sections.

We applied electrical and electromagnetic methods to investigate the structure of the valley filling consisting of gravel, sand, silt and clay. The HEM survey clearly outlines a shallow conductor at about 20m depth and a deeper conductor below 40m depth inside the valley. This is confirmed by 2-D resistivity surveying and a drilling. The thickness of the deeper conductor, however, is not revealed due to the limited investigation depth of the HEM system. The SkyTEM survey does not resolve the shallow conductor, but it outlines the thickness of the deeper clay layer inside the valley and reveals a conductive layer at about 180m depth outside the valley. The SkyTEM results are very consistent with ground-based transient electromagnetic soundings.

Airborne electromagnetic surveying in general has the advantage of fast resistivity mapping with high lateral resolution. The HEM system is cost-efficient and fast, but the more expensive and slower SkyTEM system provides a higher depth of investigation. Ground-based geophysical surveys are often more accurate, but they are definitively slower than airborne surveys. It depends on targets of interest, time, budget, and manpower available by which a method or combination of methods will be chosen. A combination of different methods is useful to obtain a detailed understanding of the subsurface resistivity distribution.

発表者：齊藤圭佑

題名：:Earthquake Stress Drops and Inferred Fault Strength on the Hayward Fault, East San Francisco Bay, California

著者：Jeanne L. Hardebeck and Allegra Aron

雑誌：Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 99, pp.1801-1814, 2009

要旨：

断層において，応力降下量が震源の深さや断層様式，クリープ現象に対してどのようなバリエーションをとるのかについて調べた．M1.0~4.2 のボアホールデータを使い，empirical green's function method で応力降下量を推定した．中間応力降下量は 8.7MPa で，ほとんどの応力降下量は 0.4~130MPa の範囲に収まる．応力降下量は深くなるにつれて大きくなる傾向があり，中間応力は深さ 1~7km で~5MPa，7~13 km で~10MPa，13 km 以深で~50MPa となった．高い応力降下量は深部の逆断層地震に多く見られた．応力降下量が深さと断層様式と相関関係があることは応力降下量がせん断応力と関連があることを示す．Hayward fault の応力降下量分布とクリープモデルとの比較を行い，高い応力降下量は Oakland 周辺に分布していることを発見した．また，固着した領域とクリープ領域のすべりの違いが累積した結果，高いせん断応力がかかっている可能性がある．

○2012 年度第 13 回雑誌会

日時：2012 年 11 月 5 日（月）15:00-16:30

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：森　済、森　貴章、柴田靖之

発表者：森　済

題名：

1) Imaging the multi-level magma reservoir at Mt. Etna volcano (Italy)

2) A new dyke intrusion style for Mount Etna May 2008 eruption modeled through continuous tilt and GPS data

著者：

1) M. Aloisi, M. Mattia, C. Ferlito, M. Palano, V. Bruno and F. Cannavo

2) M. Aloisi, A. Bonaccorso, F. Cannavo, S. Gambino, M. Mattia, GPuglisi and E. Boschi

雑誌：

1) Geophys. Res. Lett. 38, L16306, doi:10, (2011).

2) Terra Nova, 21, 316-321, (2009).

要旨

イタリアのエトナ火山では，現在世界で最も稠密な 36 点の GPS 連続観測(CGPS)点が整備されている．2000 年から始められた CGPS 点の整備は，今回論ずる 2008 年 5 月 13 日の噴火開始時点で 20 点に達していた．今回，CGPS 観測網によって，2008 年～2009 年の噴火に際し得られた情報を扱った 2 本の論文を併せて紹介する．

１）では，噴火開始から 2010 年末までの CGPS の変化から，2008 年 5 月～2009 年 6 月の噴火に関与したと推定される深さの異なる複数のマグマ溜りの存在を明らかにした．２）では，2008 年 5 月 13 日の最初の噴火を起こした浅所（海水面付近より上）に貫入したダイクを CGPS と 10 点のボアホール傾斜観測と 1 点の坑道傾斜観測から明らかにした．

２）では貫入は 2 回に分けて起こり，いずれも北北西－南南東に伸びるほぼ垂直なダイクを推定した．最初に 8:40 の噴火開始から 9:30 の間に山頂東部海抜 800m に幅 1.6km，長さ 2km，開口量 1m 傾斜 81 度のダイクが貫入し，次に 9:40 から 17:00 の間に山頂北部海抜 500m に幅 1km，長さ 1.7km，開口量 1.2m の傾斜 90 度のダイクが貫入したと推定した．

１）では，噴火開始から 2010 年末までの CGPS の結果から，２）のダイクへマグマを供給したシステムを推定した．CGPS の観測から，噴火開始～2008 年 8 月 2 日の期間には，全山的収縮が，2008 年 8 月 2 日～2009 年 6 月 14 日の噴火終了までの期間には山頂付近の収縮と山腹部の膨張が，2009 年 6 月 14 日～2010 年 5 月 21 日には全山的膨張が，2010 年 5 月 21 日～2010 年末には山頂部の停滞とそれ以外での膨張がそれ

ぞれ観測された．

これらの変動を説明するモデルとして，ほぼ山頂直下に，深さの異なる，海水面付近，深さ 2km 付近，深さ 6.5km 付近のマグマだまりを考え，それぞれのマグマだまりの膨張・収縮により，2008 年噴火後の変動を説明した．噴火活動中の 2008 年の変動からは下から上へのマグマの移動が推定されたが，噴火終了後の変動からは，膨張源の下方への伝搬が考えられた．筆者らは，後期の変動原因をマグマの発泡の下方への伝搬によるのではと考えている．

発表者：森　貴章

題名： Surface textures and dynamics of the 2005 lava dome at Shiveluch volcano, Kamchatka

著者：Michael S. Ramsey, Rick L. Wessels, Steven W. Anderson

雑誌名： Geological Society of America Bulletin 2012

doi: 10.1130/B30580.1

要旨：

溶岩ドームの表面構造・温度変化は，溶岩の出現や爆発的噴火の可能性を示す(Anderson and Fink, 1990, 1992; Ramsey and Fink, 1999)．本論文では，表面構造・温度変化から，Shiveluch Volcano で 2005 年 2 月の爆発的噴火後に形成された溶岩ドームの特徴を考察する．使用したデータは ASTER（地球観測センサー）の TIR（熱赤外）画像，地上から撮影した写真，及び空中 FLIR（赤外線前方監視装置）画像である．

Shiveluch Volcano は，カムチャッカ半島の中でも活動的な火山のうちの 1 つである．現在の活動の中心は，山頂南側に位置する紀元前の噴火によって形成されたカルデラ内である．2001-2010 年の間，カルデラ内では，溶岩ドーム成長・爆発的噴火・溶岩ドーム崩壊等の噴火活動が起こった．噴火活動による噴煙は，ベーリング海や太平洋上空に漂い，航空ルートに影響をもたらす．Shiveluch Volcano のモニタリングは，北太平洋地域の危険防止のために優先すべき目標となっている．

地上写真から溶岩ドームの成長方向・成長率を推定した．空中 FLIR 画像から溶岩ドーム表面のしわ構造・熱分布のデータを得た．TIR 画像から得た溶岩ドーム表面の温度変化を用いて，溶岩ドームの成長方向・成長率を推定した．TIR 画像から推定した成長方向・成長率は，地上写真から推定した成長方向・成長率とほぼ一致する．表面のしわ構造は，新たに溶岩が出現する場所であり，外成的ドーム成長を意味する．熱分布は，外成的溶岩ドーム成長方向を示す．Shiveluch Volcano の溶岩ドームの成長様式を見出すことができた．

衛星の観測データに地上・空中の観測データを組合せることで，衛星データから成長方向・成長率の推定の可能性を示す．さらに，観測における時間分解能を上げることに繋がり，現在活動中の溶岩ドームに対するモニタリングの有効な手法となりえるだろう．

発表者：柴田靖之

題名： Numerical investigations of tsunamis generated by pyroclastic flows from the Kikai caldera, Japan

著者：Fukashi Maeno, Fumihiko Imamura

雑誌：GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS,VOL.34,L23303,2007

要旨：

鬼界カルデラで，カルデラ形成噴火の期間に多量の火砕流が海に流入することによって発生した津波について，波源の状況と２層の浅水モデルを用いて調査した．火砕流の密度の大きい基盤となる部分の体積フラックスを，正弦関数によってコントロールされるものと仮定し，発生する津波の数値計算を行った．調査結果として，津波の最大波高は火砕流の体積フラックスが最も大きいモデルで最大となった．

海底における沈殿物粒子をかき混ぜることができる津波のおおよその波源の状況を，無次元化したせん断応力を用いて調査した．計算結果は，火砕流起源の津波が発生させる沈殿物の初期の運動に対して働く境界せん断応力が，津波の形跡のある場所には容易には到達しないことを示した．火砕流起源の津波における境界せん断応力は，粒子中砂を動かす基準値よりも大きくならないが，一方でカルデラの陥没起源の津波におけるせん断応力は，ほとんどの粒子に対し運動を開始させる基準値を上回った．鬼界カルデラの爆発的なカルデラ形成噴火により発生した，大きな体積フラックスの火砕流の流入によって発生した津波でさえも，海中の沈殿物を動かすことはできないことが分かった．従って，鬼界カルデラにおけるカルデラの陥没は火砕流の流入よりも大きな津波を発生させてきたと考えられる．

○2012 年度第 14 回雑誌会

日時：2012 年 11 月 12 日（月）15:00-16:30

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：西村裕一、伊尾木圭衣、齋藤佳佑

発表者：西村裕一

題名：Microtextural characteristics of quartz grains transported and deposited by tsunamis and storms

著者：Pedro J.M. Costa, C. Andrade, A.G. Dawson, W.C. Mahaney, M.C. Freitas, R. Paris, and R. Taborda

雑誌：Journal: Sedimentary Geology 275–276 (2012) 55–69

要旨：

津波や高潮により運ばれる堆積物（砂）を堆積構造から見極めることは，現象の複雑さや微地形の影響を考慮すると，たいへん難しいと言わざるを得ない．本研究では，砂に含まれる石英粒子の表面の微細構造（macrotexture）に着目して，高速度で運搬され堆積したこれらの堆積物を識別できるかどうかを検討した．実際には 78 のサンプルに含まれる 1150 の石英粒子について電子顕微鏡写真により調べた．

その結果，津波や高潮の堆積物については，特別な構造は見られなかったものの，割れたり衝突を受けたりした痕跡が供給源である海底や海岸の砂に比べてずっと多いこと，さらに，粒子の特徴が多様性に富むことがわかった．また，流速や粒子密度，輸送時間を変化させて構造の違いを調べる室内実験も実施した．

まとめとしては，この新しい方法はイベント堆積物の検出には有効であり，今後は津波と高潮の堆積物の区別にも応用できる可能性を秘めている，と言えそうである．

発表者：伊尾木圭衣

題名：Slip distribution of the 2003 Tokachi-oki Mw 8.1 earthquake from joint inversion of tsunami waveforms and geodetic data

著者：F. Romano, A. Piatanesi, S. Lorito, and K. Hirata

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 115, B11313, doi:10.1029/2009JB006665,2010

要旨：

2003 年十勝沖地震(Mw8.1)は千島海溝南西部に沿って発生したプレート境界型地震である．また，この地震は大きな津波を発生させた．この地震のすべり量分布を求めるため，検潮所で観測された津波波形と，GPS と 3 つの海底圧力計で観測された地震時の変位を用いてジョイントインバージョンをおこなった．

すべり量分布における異なったデータセットの解像度は，チェッカーボードテストによ

って仮定された．その結果，津波データは沖のすべり量分布を拘束し，GPS データは陸上のすべり量分布を拘束する．3 つの海底圧力データは沖のすべり量分布を粗く拘束したにすぎなかった．これは沈み込み帯付近で密なネットワークを導入すべきであることを示す．3 つのデータセットの重ね合わせはインバージョン結果を大いに改善する．

2003 年十勝沖地震のジョイントインバージョン結果によると，最大すべり量 6m は深さ 25 km より深い場所にとどまる．震源の北西部 30~80km では 3m のすべり量が深さ 50km に位置する．すべり量が 1m 以下の場所は震源より updip 側に位置する．

さらに，破壊は厚岸沖のプレート境界までは広がらない．大きな影響を与えるすべり遅れ(~4m)は 1952 年十勝沖地震から蓄積しているとして，このセグメントは千島海溝に沿って発生する次の大きなプレート境界型地震の間に破壊しうるだろう．

発表者：齋藤佳佑

題名：Relationship between structures, stress and seismicity in the Charlevoix seismic zone revealed by 3 - D geomechanical models: Implications for the seismotectonics of continental interiors

著者：A. F. Baird, S. D. McKinnon, and L. Godin

雑誌：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B11402, 2010

要旨：

カナダ東部，ケベック州のセントローレンス valley に Charlevoix seismic zone がある．この地域は平行な急こう配の断層がいくつかあるため複雑な構造になっていて，地震帯は断層とほぼ平行に走っている．大きな地震は断層に沿うようにクレーター(周囲より地盤が柔い領域)の外で発生していて，バックグラウンドの微小地震はクレーター内部やその下で大地震より先行して起きている．

断層とクレーターの関係性を FLAC3D という 3 次元の応力解析を使って探った．リフト断層には摩擦不連続が影響しており，クレーターは弾性率の低い bowl-shape で表される．最大主応力と最少主応力の差を表す differential stress (σ D)は境界における変位から生まれ，徐々にテクトニックな環境に似てくる．

結果として，柔い断層はクレーターにおける応力を増加させる．これは断層の安定性が減少することや，低調な地震活動の localization に対する説明になるかもしれない．加えて，断層上のすべり分布は大規模なイベントがクレーター周辺で起きることや，P 軸の向きがテクトニックな環境と似てくることを示し，それは過去に起きた大地震と一致した．これは P 軸の向きが，次第に断層と平行となるように回転していると期待され，大陸内部の応力を推定するために使われるメカニズム解に対する危険性を示唆する．

○2012 年度第 15 回雑誌会

日時：2012 年 11 月 19 日（月）14:40-16:10

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：村上亮、眞城亮成、冨田克洋

発表者：村上亮

題名：Structural architecture of the 1980 Mount St. Helens collapse: An analysis of the Rosenquist photo sequence using digital image correlation

著者：Thomas R. Walter

雑誌：Geology, August 2011; v. 39; no. 8; p. 767-770; doi:10.1130/G32198.1

要旨

紹介者は,①近代科学的機器で観測された山体崩壊現象の唯一の例である 1980 年セントヘレンズ火山の崩壊において，滑り面形成の準備段階の有無に関する情報はないか？，②今後，我々が行う火山観測で参考になるポイントはないか？の二つの観点から，本論文を閲読した．著者による要旨は以下の通りである．

「1980 年 5 月 18 日に発生したセントヘレンズ（米国）火山の山体崩壊は，視覚的に目撃し，科学的観測機器で記録された，ほぼ唯一の事例である．Voight ら（1981）は，Gary Rosenquist が時系列的に崩壊現象を撮影した一連の写真を解析した．その結果，北麓が崩壊を始めた後，特徴的なブロック状構造を形成しながら岩盤滑りが進行し，流下物が定置した領域では，流山地形が形成されたことが明らかになった．本論文の著者は，Gary Rosenquist の写真群に，もう一度立ち返り，最新の画像相関解析方法を適用した解析を行った，彼は，山体崩壊の各過程における，移動ベクトルおよび歪の分布とそれらの時間発展の詳細の把握を試みた．計測された速度分布や歪分布から，地下においては，地滑りの基底部を形成するスプーンでえぐったような滑り面の存在が推定され，地表面においては，岩盤滑り発生域の端部における横ずれ断層が確認された．さらに，滑り領域内部でも，既往研究では見落とされていた，内部ブロック間の非均一的な相対運動が見いだされた．30 年前の写真でも，最新の解析技術を適用して再解析を行うことにより，新しい情報をくみ取ることができる．

発表者：眞城亮成

題名：An evolutionary approach to real□time moment magnitude estimation via inversion of displacement spectra

著者：M. Caprio, M. Lancieri, G. B. Cua, A. Zollo, and S. Wiemer

雑誌名：Geophysical Research Letters, VOL. 38, L02301,doi:10.1029/2010GL045403, 2011

要旨

本論文では，Earthquake Early Warning（EEW）向けに，モーメントマグニチュードMw推定手法を提案する．本手法では，リアルタイムにおける地震波の変位スペクトルインバージョン（SI）法に基づき，Mwを推定する．SI法の要素は2点ある．１）低周波スペクトル振幅Ωo，コーナー周波数fc，および減衰係数Qを求め，地震モーメントMoを推定する．２）地震モーメント推定に基づき，Mwと不確定性を推定する．本手法の特徴は，経験則を用いず，Mwに関係する量を直接推定することである．SI法の検証として，南カリフォルニアの158のイベント，および日本の28のイベントの地震波形データを用いて検証を行った．その結果，最初の地震波検知から10秒以内にマグニチュードの推定可能性が示唆された．

発表者：冨田克洋

題名：Determination of dip direction for the 2007 Chuetsu-Oki earthquake from relocation of aftershock using arrival times determined by cross-correlation

著者：Jim Mori

雑誌：Earth, Planets and Space, 60, 1117-1120, 2008

要旨：

波形の相関を用いて，31 個の観測点で記録された 2007 年の中越沖地震の 321 個の余震から P 波の到着時刻を決定した．これらのデータを様々な震源の再決定法に用いた．今回は，1 次元の速度構造，SIMULPS12 を用いた 3 次元の速度構造，hypoDD を用いた 1 次元の速度構造, tomoDD を用いた 3 次元の速度構造の 4 つの方法を用いた．すべての方法の結果において，余震分布は南東向きの傾斜を示した．同じパターンが最大余震の起こる前の期間においても見られた．これらの結果は本震を引き起こした断層も南東に傾斜していることを示している．

○2012 年度第 16 回雑誌会

日時：2012 年 12 月 3 日（月）15:00-16:30

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：村井芳夫、外崎禎緒、和田さやか

発表者：村井芳夫

題名：A rare foreshock sequence of the 20 January 2007 Odaesan, Korea, earthquake to measure the existence of preseismic velocity changes

著者：David P. Schaff and Won-Young Kim

雑誌： Journal of Geophysical Research, Vol.117, B06314, doi:10.1029/2012JB009232, 2012

http://www.agu.org/pubs/crossref/2012/2012JB009232.shtml

要旨：

2007年1月20日に発生した韓国のOdaesan地震(Mw4.6)の前震の地震波形を解析して、地震前の媒質の速度変化の推定を試みた論文を紹介する。ダイラタンシー理論や岩石実験によると、大地震発生前には応力変化への応答でクラックが開くことによって、地殻内の地震波速度が変化することが予想される。しかし、次の地震がいつどこで発生するかわからないので、充分な観測機器を設置して、人工震源を使って地震波速度変化を捉えることは難しい。それなら、くり返し地震のような自然地震を使えばできそうだが、地震前の変化が直前にしか現れないとすれば、多分時間的なサンプリングが充分でないので、これまで検出されてこなかった。

この論文では、Mw4.6の本震前3日間にほとんどくり返しイベントと見なせる9個の前震が発生するというまれなデータを、細かい時間サンプリングで調べることができた。まず、S波波形の相互相関から波形の時間遅れを求めると、本震に向かって速度低下が大きくなっていく傾向が得られた。しかし、この結果には前震の震源位置がわずかに違う影響が含まれているので、震源群を震源アレイとみなしてその影響を補正することによって、速度変化の推定精度を1オーダー改善できた。その結果、地震前の速度変化ははっきりとは見られなくなってしまったが、地震前に変化があったとするなら、その上限を0.01%～0.08%と見積もることができた。

発表者：外崎禎緒

題名：Spatial- and Frequency-Dependent Properties of Site Amplification Factors in Japan Derived by the Coda Normalization Method

著者：T. Takemoto, T. Furumura, T. Saito, T. Maeda, and S. Noguchi

雑誌名：Bulletin of the Seismological Society of America August 2012 vol. 102 no. 4 1462-1476

要旨：
本研究では、日本の強振動ネットワーク(KiK-net、K-net)の 48 の地震の 4001 の地震動記録を使用し、コーダ正規化法に基づいて 1800 箇所の観測点における地盤増幅係数を評価した。結果、低周波領域では、大きな盆地地帯において地盤増幅係数は-4dB～24dB と広範囲にわたって変化した。対して高周波領域では 0dB～18dB と比較的変化幅は小さくなり、周囲の表層環境との明瞭な関連性は見られなかった。その後、地盤増幅係数を用いて、各観測点ごとの地震加速度を補正することで、強震パターンの分布の変化を検討した。その結果、震央から同心円状に等震度線が引けるような加速度分布を示した。この結果は、強振動予測を行うに当たってこの評価法が有用であるということを示唆している。

発表者：和田さやか
題名：Simultaneous inversion of deformation and gravity changes in a horizontally layered half-space: Evidences for magma intrusion during the 1982-1984 unrest at Campi Flegrei caldera (Italy)
著者：A.Amoruso, L.Crescentini, G.Berrino
雑誌：Earth and Planetary Science Letters 272 (2008) 181-188
doi：10.1016/j.epsl.2008.04.040
要旨：
イタリアのCampi Flegrei calderaは1538年に大きな噴火を起こして以来，地殻変動が継続的に観測されている．1982-1984年には，このカルデラの中心に位置するポッツオリの港にて1.8mに及ぶ大きな隆起が観測された．この大きな隆起を引き起こしているソースがマグマなのか熱水なのかについて長く議論が続いている．そして，地殻変動を引き起こしているソースがマグマであるのか熱水であるのかを区別することは，災害評価に非常に重要である．本論文の目的は，この地域で推定されている層構造を用いて観測データを解析し，この大きな隆起を引き起こしているソースの最適モデルを推定することである．用いられた観測データは，水準測量・EDM・重力測定の3つで，誤差関数を用いて，それぞれの観測データへの重みづけもされた．

球状のソースを用いて解析した結果，上下方向のモーメントが水平方向より約3倍大きいソースであると推定されたことから，平面上にポイントクラックを並べたモデルを用いてインバージョンを行った．その結果，この期間の大きな隆起を引き起こしたのはpenny-shapedソースで，深さ3.1km，半径2.7km，体積変化0.023km3，密度2500kg/m3と推定された．これは，層構造の密度とも適合している．また，密度の値からこのソースはマグマであると推定された．均質媒質で推定されるソースの密度は，層構造からの推定値よりも小さく見積もられてしまうことも示された．観測値との比較では，均質媒質の計算値よりも，層構造を用いた最適モデルの方が良く合っていることも示された．

○2012 年度第 17 回雑誌会

日時：2012 年 12 月 10 日（月）15:00-17:00

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：定池祐季、斎藤佳佑、篠原大地、湊宏司

発表者：定池祐季

題名：The Roles and Tasks of Implementation Science on Disaster Prevention and Reduction

著者：Katsuya Yamori

雑誌：Journal of Integrated Disaster Risk Management Vol 1, No 1 (2011),48-58

DOI 10.5595/idrim.2011.0009

要旨：

防災・減災の領域では，純粋科学に由来する知識や技術を効率的に適用していくばかりでなく，多様な主体によって知識や技術を相互生成していくことが重要である．そのためのアプローチの一つである実践適用科学（implementation science）は，普遍的な「正解」ではなく，時間や地域が限定されたりするような「成解」が共存し相互に繋がる知識のネットワークを（再）協働構築するプロセスであるといえる．

本論文では，実践適用科学の実践例として，著者が開発に携わった防災ゲーム「クロスロード」と，株式会社ウェザーニューズによる「雨プロジェクト」を紹介している．「クロスロード」は，阪神・淡路大震災（1995年）時に災害対応にあたった神戸市職員へのインタビューが元になっている．当時の職員は，災害時に「正解」のない様々な事態に直面し，その時々の成解を見出しながら対応にあたっていた．その時のジレンマを元に，「正解」のない問いに対して，YesかNoかの意志決定をし，参加者同士のコミュニケーションをはかるゲームとして「クロスロード」が作られている．「雨プロジェクト」は，株式会社ウェザーニューズが2005年より行っている取り組みである．一般市民がレポーターとして登録し，雲や雨などの状況をレポートする．2009年以降は，それらの情報も取り込み，10分単位の天気予報を提供するようになっている．情報の正確性などの課題はあるが，専門家と市民の協働によって気象に関わる災害情報を作りだすことは，大きな意義がある．

発表者：斎藤佳佑

題名：Computing a Large Refined Catalog of Focal Mechanisms for Southern California (1981–2010): Temporal Stability of the Style of Faulting

著者：Wenzheng Yang, Egill Hauksson, and Peter M. Shearer

雑誌名： Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 102, No. 3, pp.1179–1194, 2012

要旨：
Hardebeck and Shearer (2002, 2003)で提唱されたHASHというメカニズム解決定プログラムを使って1981-2010年に南カリフォルニアで発生した地震のメカニズム解を計算した．P波の初動極性とS/P比から48000個のメカニズム解を決定し，カタログの統計的な特徴を解析した．平均的なnodal plane uncertainlyとazimuthal gapに関連した基準を設けてpreliminary catalogをふるいにかけ，およそ179000個の高精度なメカニズム解を得た．S/P比は2000年以降に入手可能となり，P波の初動極性だけで推定したメカニズム解と比較すると，nodal plane uncertainlyは大きく減少した．メカニズム解のパラメータは約30年に渡って安定していた．主な断層スタイルはP軸がN5°Eの高角の横ずれ断層である．M<2.5のイベントは逆断層のイベントより正断層のイベントの方が多く，M>2.5だと逆断層のイベントの方が多い．Tape et al. (2010) のモーメントテンソルの解を使って，カタログの共通するイベントについてfocal planeの回転を比較した．共通するイベントの70%が良くマッチしており，角度の回転が標準的なnodal plane uncertainlyよりも少ない．回転角度の大きいイベントはSouthern California Seismic Network (SCSN) の端周辺に位置しているか，記録が少ないかのどちらかである．

発表者：篠原大地
題名：GPS crustal deformation, strain rate, and seismic activity after the 1999 Chi-Chi earthquake in Taiwan
著者：Kuan-Chuan Lin, Jyr-Ching Hu, Kuo-En Ching, Jacques Angelier, Ruey-Juin Rau, Shui-Beih Yu, Chun-Hsiung Tsai, Tzay-Chyn Shin, and Mong-Han Huang
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B07404, 22 PP., 2010
doi:10.1029/2009JB006417
要旨：
この論文の主要な目的は，1999年9月21日に台湾で発生したMw＝7.6のちち地震の後のアクティブな変動をGPSのデータを使用して明らかにすることである．2003年1月1日ー2005年12月31日の間の110のGPS連続観測点のデータを用いて調査した．さらに，調査期間中に発生した４つのMw＝5以上の地震を使用して変位と歪みのパターンを調査比較した．
その結果，チチ地震の前後で台湾中央部におけるとても大きな西向きの速度増加がみられた．他の４つの地震はチチ地震よりも台湾全体でみると顕著な影響は見られなかったが，より局地的なスケールにおいては大きな変動が観測された．この結果は大きい地震やミディアムサイズの地震はGPS歪みパターンに影響を与えるということを示すものであるが，その影響の与え方に違いがみられた．大きい地震では伸張と変位への影響は大きいが，一方で回転に与える影響は小さかった．対照的に，ミディアムサイズの地震は，伸張や変位に与える影響はわずかで，回転に与える影響は大きかった．

発表者：湊宏司

題名：Temperature control of continental lithosphere elastic thickness, Te vs Vs

著者：R.D. Hyndman, C.A. Currie, S. Mazzotti, A. Frederiksen

雑誌名：Earth and Planetary Science Letters 277 (2009) 539-548,
doi: 10.1016/j.epsl.2008.11.023

要旨：

大陸リソスフェアの弾性的厚さはその強度，ひいては地質構造の歪みや地震の影響の受けやすさと密接な関係がある．近年，リソスフェアの厚さや強度は，実験室でのデータによる予測通りに地殻と上部マントルの温度，組成に依存するのかということが問題となっている．我々はこの依存関係を，北アメリカ大陸北西部の有効弾性厚Te（地形-重力コヒーレンスによる）と上部マントル温度（せん断トモグラフィー速度Vsとその他の方法で測定した）を比較することによって地域的に検証した．Teの値は世界的にみられるように顕著にバイモーダルであり，高温の山脈背弧側で20km以下，低温の安定陸塊で60km以上である．これらのTeは山脈下方における低いVsと安定陸塊下方の高いVsとに対応している．温度-深さモデルの分析結果はTeのモデルを推定し，Teの観測値と比較するために使用される．

中間の熱領域すなわち熱年代が~300Maの領域は中間のTeをもち，これは硬い上部マントルの上にもろい下部地殻があることを意味する．Teのモデルはリソスフェアの構成物，含水率，歪み速度などと結びついており多くの不確実性をもつ．しかし，降伏応力限界のモデルと，Cordillera Moho の800-900℃の領域や楯状地の400-500℃の領域（Vsとその他の手法によって導かれた温度）で観測されたTeは対応している．我々の研究はリソスフェアの有効弾性厚と強度が主に温度によって支配され，laboratory-basedのレオロジーは地殻や上部マントルの地球科学的タイムスケールでの変形を推定するのに利用できるという結論を支持する．

○2012 年度第 18 回雑誌会

日時：2012 年 12 月 17 日（月）15:00-17:00

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：アディティア・グスマン、眞城亮成、柴田靖之、平沢陽子

発表者: アディティア・グスマン

題名： The 25 October 2010 Mentawai tsunami earthquake, from real-time discriminants, finite-fault rupture and tsunami excitation.

著者: Andrew V. Newman, Gavin Hayes, Yong Wei, and Jaime Convers.

雑誌：Geophysical Research Letters, Vol. 38, L05302, doi:10.1029/2010GL046498, 2011

要旨：

On 25 October 2010 an earthquake (Mw 7.8) occurred off the west coast of the Mentawai Islands. The earthquake generated large tsunami that caused more than 400 causalities. The earthquake is identified as a tsunami earthquake because the generated tsunami is disproportionately large, excessive rupture duration (125 s), large slip near the trench, and deficiencies in energy-to-moment and energy-to-duration-cubes ratios.

Using a rapid energy-duration discriminant for tsunami earthquakes, the earthquake energy and rupture duration was determined in near real-time. The first iteration about 6.5 minutes after rupture initiated, found rupture duration Tr=53 s and Me=6.95. By the second iteration, 8.5 minutes after the earthquake, Tr increased to 96 s and Me to 7.17, a result that could have identified the event as slow. By the fourth iteration, 16.5 minutes after the rupture began, Tr=126 s and Me= 7.09 which are close to the final solution.

The earthquake occurred in the shallowest segment of the subduction megathrust that have relatively small rigidity, causing a reduction in shear velocity Vs and rupture velocity Vr. The slow-source tsunami earthquake showing deficient radiated energy (Me 7.0), identifying the characteristically reduced rupture velocity (~1.25-1.5 km/s). Using the spatially determined rupture velocity, the finite fault model is scaled to predict the 5-9 m local tsunami runup and observed tsunami waveforms at a station 1600 km away from the source.

発表者：眞城亮成

題名：An evolutionary approach to real‐time moment magnitude estimation via inversion of displacement spectra

著者：M. Caprio, M. Lancieri, G. B. Cua, A. Zollo, and S. Wiemer
雑誌名： GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L02301, 7 PP., 2011
doi:10.1029/2010GL045403
要旨：

本論文では，Earthquake Early Warning（EEW）向けに，モーメントマグニチュード Mw 推定手法を提案する．本手法では，リアルタイムにおける地震波の変位スペクトルインバージョン（SI）法に基づき，Mw を推定する．SI 法の要素は 2 点ある．1）低周波スペクトル振幅平坦域 Ω0，コーナー周波数 fc，および減衰係数 Q を求め，地震モーメント Mo を推定する．2）地震モーメント推定に基づき，Mw と不確定性を推定する．本手法の特徴は，経験則を用いず，Mw に関係する量を直接推定することである．SI 法の検証として，南カリフォルニアの 158 のイベント，および日本の 28 のイベントの地震波形データを用いて検証を行った．その結果，最初の地震波検知から 10 秒以内にマグニチュードの推定可能性が示唆された．

発表者：柴田靖之
題名：Volcano spreading and fault interaction influenced by rift zone intrusions: Insight from analogue experiments analyzed with digital image correlation technique
著者：Nicolas Le Corvec, Thomas R. Walter
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research 183 (2009) 170-182
要旨：

大きな火山は構造的に不安定であり、歪みや物質移動といった様々な変形の影響を受けやすい傾向にある。斜面の変形や、斜面の不安定性に関係する形態の変化は、多くの火山島において似通っているが、その中で見られる断層形状や斜面の移動といった構造的な表出の詳細は大きく異なっている。海洋島の火山の斜面の不安定性は、山体の重力による拡大と、リフトゾーンの中のマグマの貫入の２つの主要なメカニズムに関連すると考えられている。この論文では、初めに天然の中で観察される典型的な構造を要約し、次に、山体の重力による拡大とリフトゾーンのマグマ貫入の構造の特徴を模型実験を用いて調査し、これら２つのメカニズムの相互作用を考察した。筆者らは、マグマ貫入と山体の変形が起こる不安定な火山体を模型中に再現し、重力による山体の拡大の期間と、リフトゾーンのマグマ貫入が起きる期間と、それらの現象を組み合わせた期間における断層の発展を研究した。筆者らは、デジタルカメラを用いて実験結果を記録し、デジタル画像相関技術(DIC)を適用して変形を測定した。これにより、筆者らは高い解像度の回転場を研究することができ、断層の位置付けとそれらに関連する現象を分析できる。実験結果で、重力による山体の拡大をのみを示すモデルでは、リストリック断層が典型的な構造となり、一方で、リフトゾーンの貫入を示すモデルでは、表面に生じる地溝と、山体内の深い部分で発生するほぼ水平な断層が典型的な構造となった。重力による山体の拡大とリフトゾーンのマグマ貫入が、同時または交互に起こる場面においては、断層

の相互作用が明らかになった。例えば、山体の重力による拡大は不安定な斜面の内部に断層を形成する一方で、リフトゾーンのマグマ貫入は、断層の発達を妨げ、それゆえに火山の斜面を安定にさえするのかもしれない。筆者らは、リフトゾーンのマグマ貫入や、斜面の不安定性や、部分崩壊の関連する仕組みをより良く区別するという試みのもとで、実験で得られた知見をハワイのキラウエアと、レユニオン島のピトン・ドゥ・ラ・フルネーズに当てはめる。地震測定や測地観測のような、地質学や地球物理学の現場のデータに関して重要な推測が生じる。

発表者：平沢陽子

題名：Simulations of tephra dispersal from the 1991 explosive eruptions of Hudson volcano, Chile

著者：David J. Kratzmann , Steven N. Carey , Julie Fero , Roberto A. Scasso , Jose-Antonio Naranjo

雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research 190 (2010) 337-352

要旨：

噴煙の灰粒子の移流拡散を予測することは、航空安全上きわめて重要である。本研究では、リアルタイム火山灰追跡モデルPUFFを、Hudson火山の1991年噴火に適用し、シミュレーション結果と衛星追跡から推定される噴煙の空間分布・時間発展とを比較した。Hudson火山はチリ南部に位置する火山で、1991年8/8から8/15にかけて爆発的な噴火を起こし、発生した噴煙は最高高度18kmにも達した。

観測された噴煙として使った情報は、NOAA-11,-12に搭載されたAVHRRによる情報と、NASA Nimbus-7に搭載されたTOMSによる情報である。AVHRRは赤外放射計で、測定された二つの熱赤外周波数帯域の輝度温度の差から噴煙と水蒸気雲を区別した。TOMSはUV分光計で、エアロゾル指標（AI）値から水蒸気雲と噴煙を区別する。

PUFFは、アラスカのCook入り江エリアにある火山に対する噴煙予測を目的として開発されたラグランジアン型の火山灰追跡モデルであり、考慮されている物理過程の詳細はTanaka(1994)をもとに説明する。粒子の位置は風による輸送、拡散、重力降下によって決まると仮定している。

シミュレーション結果は、噴煙粒子の空間分布・時間発展を全体的によく再現した。シミュレーション結果と衛星による観測がもっともよく合ったのは、灰粒子の濃度の最大となる位置が、対流圏界面の高さと一致するように噴煙高度とZ-width（噴煙トップから灰粒子濃度の最大の位置までの距離）を入力した場合であった。

○2012 年度第 19 回雑誌会

日時：2013 年 1 月 7 日（月）15:00-16:30

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：茂木透、小四郎丸拓馬、齋藤悠

発表者：茂木透

題名： 台湾造山帯下の MT イメージング－島弧－大陸の衝突—

Magnetotelluric imaging beneath the Taiwan orogen：An arc-continent collision

著者： Edward A. Bertrand, Martyn J. Unsworth, Chih-Wen Chiang, Chow-Son Chen, Chien-Chih Chen, Francis T. Wu, Ersan Türkoğlu, Han-Lun Hsu, and Graham J. Hill

雑誌： JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 117, B01402, doi:10.1029/2011JB008688, 2012

要旨：

台湾造山帯は，後期中新世以来のフィリピン海プレート上のルソン火山弧とユーラシア大陸プレートとのななめ衝突により形成されている．このななめ衝突により北から南に向かって若くなる造山帯を形成しており，それにより島弧—大陸衝突の発達過程を研究することができる．このことにより，台湾は島弧—大陸衝突過程の研究には適した場所となっている．

台湾で最初に行われた長周期 MT 観測は 2006-7 年に TAIGER（台湾総合ジオダイナミクス研究）プロジェクトの一部として実施された．MT 観測は，造山帯をまたぎ，すべての主要なテクトニック境界と横切る南部，中央部，北部の 3 測線上の 82 点で行われた．MT 時系列データに対するノイズに強いリモートリファレンス処理により，高品質のサウンディングが得られ，それにより 2 次元および 3 次元両方のモデルも得られた．この MT で得られた比抵抗モデルにより，南部および中部では中央山脈下でのリソスフェアの変形（厚皮変動）の予測が支持されたが，造山帯スケールでの薄皮変動モデルの予測とは一致しなかった．北部台湾における MT 比抵抗モデルにより，沈み込むフィリピンスラブからの脱水が示され，subducting-indenter モデルによる変形が描かれた．MT モデルは造山帯下 30 ㎞のところに高電気伝導度で地震活動が活発な領域があることを示した．

この高電気伝導度域は流体の相互連結域と解釈され，リソスフェア規模での衝突変形が広がっている範囲を示している．

発表者：小四郎丸拓馬

題名： Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro – elastic - model of flank collapse

著者： M.Battaglia, M.Di Bari, V.Acocella, M.Neri

雑誌： Journal of Volcanology and Geothermal Research 199 (2011) 153-164

要旨：

本論文ではまず山体崩壊を引き起こす力を推定し，極限平衡問題を解くことにより，各力の山体の不安定性への影響力を探る．これをイタリアのエトナ山の活動と照らし合わせ，エトナ山でダイクの貫入が山体の不安定性に対してどのような影響を及ぼしたかを検証している．

そもそも山体崩壊とは，低頻度で起こる災害でありながら，一度発生すると人間社会に甚大な被害を及ぼしうる，低頻度大規模災害の原因となるものである．これは，磐梯山やセントヘレンズ山でも見られた現象であり，エトナ山においても同じようなことが起こるのではないかと危惧されている．

ここでは，山体の不安定性に影響する力として，山体自体の荷重・貫入したダイク内のマグマの力・ダイクによって力学的熱的に押し上げられる力・海水や地下水による力・周囲の地殻から押される力が挙げられている．これらの中でも山体自体の荷重と貫入したダイク内のマグマの力，そして周囲の地殻から押される力は際立って大きく，山体の不安定性を支配する要因となっていると考えられる．ただし，熱や水によって摩擦係数が弱められることも考えられ，長期的に見ればこれらの作用も無視できないものとなっている．

極限平衡問題においては，以下の３つのケースで山体がどのような振る舞いをするか検証されている．１）ダイクの貫入がない場合；２）ダイクの貫入はあるが，ダイク内マグマの過常圧はない場合；３）ダイクの貫入も，ダイク内マグマの過常圧もある場合．極限平衡問題を解いた結果，（１）山体はじっとしたまま．（もしくは等速で運動し続けている．）；（２）摩擦係数の低下を考えると，山体は不安定．；（３）山体は不安定　となることがわかった．

以上の結果をエトナ山の実際の活動と照らし合わせると，エトナ山北東と南の山麓では近年年間 1-2cm の変動が続いており，これは上の（１）もしくは（２）の状況にあるのではないかと考えられる．また，東山麓では 2001－2002 年において年間数十 cm の変動が観測されており，これは上の（３）の状況にあるのではないかと考えられる．

また，本解析においてはいくつもの地球科学的に未知のパラメータを用いているが，筆者らはパラメータに不確定性を持たせたまま解析することで，ある程度信頼できる結果が得られると主張している．

発表者：齋藤悠

題名： Stress drop and source scaling of the 2009 April L'Aquila earthquakes

著者： Giovanna Calderoni, Antonio Rovelli and Shri Krishna Singh

雑誌： Geophysical Journal International, Geophys. J. Int. (2013) 192, 260–274
doi: 10.1093/gji/ggs011

要旨：

2009 年 1 月から 4 月にかけてイタリア中部ラクイラ(L'Aquila)で群発地震が発生し，4 月 6 日には Mw=6.1 の地震が発生した．ラクイラは山間の寒冷地であることから，夏の避暑地やウィンターリゾート地としてイタリア人にはよく知られた観光地である．そのため，この地震での被害は大きく，犠牲者は約 300 名，負傷者は 1,000 人以上と言われ，被災地では，6 万名以上の住民が家を失い避難生活を強いられた．

本論文では，以下の 2 つの解析を行っている

①2009 年 4 月にラクイラで発生した Mw＞5.0 の 3 つの地震の震源域から 10km 以内の地震に対し，経験的グリーン関数(EGF)法を適用し応力降下量の推定を行った．解析には，26 個の地震波形を使用することができた．ここでは一定の応力降下量モデルと地震モーメントの関数として与えられる応力降下量のモデルを比較して，その有用性を議論した．モデルの比較には，観測波形のスペクトル比との誤差を最小二乗的に評価することで行った．その結果，地震モーメントの大きさが大きくなるほど応力降下量も大きくなるようなモデルが最も誤差が小さくなることがわかった．

②地震モーメントと震源メカニズムが独立に求まっている 64 個の地震に対し，応力降下量を推定した．その結果，Mw＞4.5 の地震では約 10MPa となり，Mw が最小の地震になると応力降下量は 1 MPa まで減少することがわかった．

筆者らはこれらの結果から，小さい地震と大きい地震の性質は異なると主張している．

○2012 年度第 20 回雑誌会

日時：2013 年 1 月 21 日（月）15:00-17：00

場所：理学部 4 号館 2 階 207 講義室

発表者：青山裕、小四郎丸拓馬、田中良、山田大志

発表者：青山裕

題名：On the geophysical fingerprint of Vulcanian explosions

著者：J. Gottsmann, S. De Angelis, N. Fournier, M. Van Camp, S. Sacks, A. Linde, M. Ripepe

雑誌：Earth and Planetary Science Letters, Volume 306, Issue 1-2, p. 98-104

要旨：

西インド諸島のMontserrat島にあるSoufriere Hills火山は，粘性の高いマグマの流出に伴う溶岩ドームの成長と，ドームを破壊するような爆発的な噴火（ブルカノ式噴火）で知られる．連続的な溶岩の流出から，突如として爆発的な噴火へ移行するプロセスについては良く分かっておらず，この移行を予測することへの挑戦が続いている．

本研究では，Montserrat島に展開された多項目の観測網によるデータから，2008年7月及び12月に発生した爆発的噴火の前後における地下での現象を検討した．7月29日の噴火は，2kmよりも浅い部分の火道内の不安定化に端を発し，噴火の開始とともに火道の減圧，マグマの破砕，新鮮なマグマ物質の火道内からの放出が続いたと考えられる．一方，12月3日の噴火は深さ10kmほどに根を持つマグマ供給系全体（マグマだまりを含む）における突然の増圧が引き金となり，ドーム表面（固結部分）の破壊，激しい爆発的噴火，圧力波の伝搬，ドームを構成していた岩石の飛散と現象が進んだとみられる．

噴火の前兆は数分のオーダーでしか確認されない．すなわち，ブルカノ式噴火においては，地下の力学系のゆっくりとした変化が噴火準備となっているのではなく，突如始まる変化が噴火につながっていくことを示唆している．本研究の結果からは，ブルカノ式噴火を対象とした早期警戒情報の発表は非常に困難であると言えよう．

発表者：小四郎丸拓馬

題名：Dike emplacement and flank instability at Mount Etna: Constraints from a poro – elastic - model of flank collapse

著者：M.Battaglia, M.Di Bari, V.Acocella, M.Neri

雑誌名： Journal of Volcanology and Geothermal Research 199 (2011) 153-164

要旨：

そもそも斜面すべり（山体崩壊）とは，低頻度で起こる災害でありながら，一度発生

すると人間社会に甚大な被害を及ぼしうる，低頻度大規模災害の原因となるものである．これは，磐梯山やセントヘレンズ山でも見られた現象である．

ここでは，山体の不安定性に影響する力として，山体の荷重・貫入したダイクによる力・マグマによる空隙水圧の増加・海水や地下水による力・周囲の地殻から押される力が挙げられている．これらの中でも山体の荷重と貫入したダイクによる力，そして周囲の地殻から押される力は際立って大きいものである．ただし，熱や水によって摩擦係数が弱められることも考えられ，長期的に見ればこれらの作用も無視できないものとなっている．

極限平衡問題においては，以下の３つのケースで山体がどのような振る舞いをするか検証されている．１）ダイクの貫入がない場合；２）ダイクの貫入はあるが，ダイク内マグマの過剰圧はない場合；３）ダイクの貫入も，ダイク内マグマの過剰圧もある場合．極限平衡問題を解いた結果，（１）山体は安定に存在．（もしくは等速で運動し続けている．）；（２）摩擦係数の低下を考えると，山体は不安定．；（３）山体は不安定 となることがわかった．

以上の結果をエトナ山の実際の活動と照らし合わせると，エトナ山北東と南の山麓では2001－2002年において年間数十cmの変動が観測されており，これは上の（１）もしくは（２）の状況にあるのではないかと考えられ，実際にダイク貫入と噴火が観測されている．また，東山麓で近年年間1-2cmの変動が続いており，これは上の（３）の状況にあるのではないかと考えられる．

また，本解析においてはいくつもの地球科学的に未知のパラメータを用いているが，筆者らはパラメータに不確定性を持たせたまま解析することで，ある程度信頼できる結果が得られると主張している．

発表者：田中良

題名：Two-dimensional gas loss for silicic magma flows: toward more realistic numerical models

著者：Marielle Collombet

雑誌：Geophysical Journal International 177, 309-318, 2009

doi：10.1111/j.1365-246X.2008.04086

要旨：

本論文の目的は，火道における，より現実的なマグマの状態を明らかにすることである．そのために，二次元非定常火道流モデルに，二方向（鉛直と側方）の脱ガスを取り入れたモデルを提案した．モデルでは，マグマ全体の流れと，その中のガスの流れがそれぞれ計算される．グローバルな流れの計算には，圧縮性流体のナヴィエ―ストークス方程式と連続の式を用いた．また，ガスの流れはダルシーの法則に従い，マ

グマの浸透率は気泡の量と形に依存する．ガスを一切動かさずに計算されたマグマの状態を，時間 t=0 の状態とし，脱ガス量と，供給されるガスの量が釣り合うまで計算を行った．その結果，火道最上部の中心付近に，脱ガスによって密度が増し，浸透率が低下した蓋のようなものが形成されることを示した．この結果は，実際の火山において観察されるスパインの存在をよく説明している．また，この蓋の存在により，ある程度時間が経過した後，ガスは火道壁付近を通って上昇することが示された．これは，噴煙がドーナツ状に放出される，Ring-shaped degassing と呼ばれる現象をよく説明している．このように，提案されたモデルは，より現実的なマグマのふるまいを描いた．しかし，このモデルでは結晶化の効果は考慮しておらず，それを考慮することでより発展したモデルを作ることができると著者らは述べている．

発表者：山田大志

題名：Waveform inversion of volcano-seismic signals for an extended source

著者：M. Nakano, H. Kumagai, B. Chouet, and P. Dawson

雑誌：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112B02306,
doi: 10.1029/2006JB004490, 2007

要旨：

活火山においては，火山活動に伴う地震活動が多く認められる．地震計によって観測される火山性地震のデータからは，波形インバージョンの手法を用いることでその発震機構を推定することができ，火山の諸現象を解析する上では有効な情報となることがある．

火山性地震における波形インバージョンについての先行研究では，震源を一つの点と仮定する点震源の手法が用いられてきている．しかしインバージョン結果から，発震機構がクラックの形状をしているとする解が導出される事例があり，一つの点震源を用いる手法は，細かな発震機構の解析には限界があるとされてきた．

また草津白根山で観測される地震波形には，共鳴のような振動が観測されており，筆者らはこれをクラックにおける共鳴ないし流体による振動であると考え，クラックの振動について点震源よりもさらに振動を再現できるモデルが必要であったという背景も存在する．

本論文では，複数の点震源を二次元的に分布させたモデルを考え，クラックにおける振動のモードや方向，クラックの規模，クラック内における振動の誘発領域について推定するインバージョン手法について提案している．またフーリエ変換を行い周波数領域での計算を行う事で，時間領域における計算に比べて計算機への負荷を軽減できるとしている．

これら手法の妥当性を検証するにあたり，筆者らは復元された地震波形の比較や，点

震源間の smooth constraint による相互の影響，観測点配置の変化の影響，点震源の個数や間隔の変化，地下速度構造の変化などについて多くのテストを行い，手法によって得られる解について評価している．