

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2009～2013

課題番号：21107002

研究課題名(和文) 巨大地震断層の三次元高精度構造と物性の解明

研究課題名(英文) 3-D structure and physical properties of subduction-zone earthquake faults

研究代表者

朴 進午(PARK, JIN-OH)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：70359199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 130,000,000円、(間接経費) 39,000,000円

研究成果の概要(和文)：海溝型巨大地震と津波を引き起こす巨大地震断層の実態を明らかにするため、南海トラフや日本海溝において3次元反射法地震探査データを用いた高精度地殻構造イメージングとIODP掘削データ(コア試料と検層データ)の取得を行った。その結果、南海トラフに発達する巨大分岐断層の3次元詳細構造、P波速度構造、活動性、流体供給源が明らかになり、地震発生帯浅部の高間隙流体圧が地震破壊伝播に重要な影響を及ぼすことが判明した。また、2011年東北地方太平洋沖地震時の大津波を引き起こした浅部プレート境界断層の高分解能構造と物性(自然ガンマ線、比抵抗、掘削パラメータなど)が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：To figure out detailed image and physical properties of the subduction thrust fault system generating large earthquakes and tsunamis, we conducted 2-D/3-D seismic reflection data analysis and also acquired IODP (Integrated Ocean Drilling Program) drill data (core sample and downhole logging) in the Nankai Trough and Japan Trench margins. We revealed 3-D detailed structure, P-wave velocity structure, fault activity, and fluid supplier of the Nankai megathrust fault. High pore fluid pressures of the Nankai shallow megathrust fault play an important role in coseismic slip propagation all the way or nearly all the way to the trench. Moreover, high-resolution seismic reflection and LWD (logging while drilling) data allowed us to define the shallow megathrust fault that generated large tsunamis during the 2011 Tohoku earthquake (M9.0).

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：3次元反射法地震探査 南海トラフ地震発生帯掘削 巨大分岐断層 構造解釈 岩石物性

### 1. 研究開始当初の背景

プレート収束型沈み込み帯で発生する海溝型巨大地震は、強震動や津波を引き起こし、人類に甚大な自然災害を及ぼしている。海溝型巨大地震発生機構を理解するために、巨大地震断層の構造や物質特性を明らかにする必要がある。申請者らは紀伊半島熊野沖南海トラフ沈み込み帯において過去に2次元マルチチャンネル反射法地震探査 (Multi-channel Seismic: 以下、MCS) を行い、プレート境界断層から上方へ発達し、上盤プレートの付加体を完全に切断する巨大分岐断層のイメージングに世界で初めて成功した。この巨大分岐断層の発達域が1944年東南海地震 (M8.1) の破壊領域に含まれていることや、巨大分岐断層の延長部の海底地形が強い変形を受けていることで、プレート境界断層のみならず、巨大分岐断層も東南海地震時の破壊伝播や津波発生に重要な役割を果たした可能性が考えられている。しかし、極めて複雑な形状を示している巨大地震断層の構造や物性の空間変化を明らかにするに当り、2次元MCSデータのみでは不十分である。統合国際深海掘削計画 (Integrated Ocean Drilling Program: 以下、IODP) では、平成19年度秋から東南海の巨大地震断層 (巨大分岐断層とプレート境界断層) をターゲットとした南海トラフ地震発生帯掘削計画が開始された。本計画研究は、巨大地震断層に関するこれまでの2次元地殻構造と物性の研究を3次元地殻構造と物性の研究へ発展させる。更に IODP 掘削データとの統合解析を行う。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、3次元MCSデータを用いた高精度地殻構造イメージング処理を行い、巨大地震断層の3次元構造を明らかにすることである。また、掘削孔を用いたVSP (Vertical Seismic Profiling: 鉛直地震探査) を行い、巨大地震断層の物性をマッピングする。更に、3次元MCSデータとVSP・掘削データ (コア試料と検層データ) との統合解析から、巨大地震断層に沿った流体の空間分布や間隙水圧分布を明らかにし、海溝型巨大地震のメカニズムを規定する流体挙動を推定する。もって、他の計画研究と密接に連携し、本領域の全体的な目的である海溝型巨大地震の準備・発生過程の解明に迫る。

### 3. 研究の方法

(1) 熊野沖南海トラフ沈み込み帯で取得した3次元MCSデータを用い、3次元重合前深度マイグレーション処理 (3-D Prestack Depth Migration: 以下、3-D PSDM) を行い、巨大地震断層の3次元構造を明らかにする。  
 (2) 3次元MCSデータと検層データの対比のため、IODP南海トラフ地震発生帯掘削航海に参加し、VSPデータと検層データを新たに取得する。

(3) 巨大分岐断層の活動履歴を復元するため、古期南海トラフ付加体の地質構造変遷史の復元と基盤変形様式の推定を行う。

(4) IODP コア試料と陸上付加体の堆積物から得られた物性とMCSデータから得られる反射係数を用いて、巨大地震断層面上の流体圧比を求める。

(5) 南海トラフと日本海溝における巨大地震断層形成プロセスの比較研究のため、日本海溝に発達する巨大地震断層のイメージングや物性推定を行う。

### 4. 研究成果

(1) 巨大地震断層の3次元構造とP波速度熊野沖3次元MCSデータを用い、巨大地震断層の3次元地殻構造イメージングに成功した (図1)。また、高精度速度解析 (3-D PSDM) の結果、巨大地震断層付近のP波速度構造が得られ、変形フロントから外縁隆起帯までの付加体内部において最大層厚約2 km、幅約15 km、長さ約120 kmに及ぶ低速度層を発見した。低速度層は高間隙水圧の状態を示唆し、付加体の剛性率を低下させ、巨大地震発生時に津波の発生を促進することが考えられる。また、流体に富む低速度層がより深部の巨大分岐断層に流体を供給する場合、巨大分岐断層の固着すべりに影響を与える流体の供給源としての役割も考えられる。巨大分岐断層付近の3次元詳細構造や流体の供給源を明らかにしたことは本研究が初めてのことであり、今後の巨大地震・津波発生メカニズムを解明する上で、重要な進展となる。

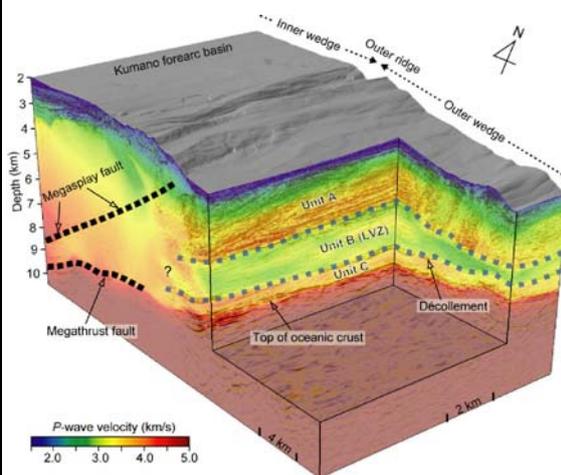


図1. 熊野沖巨大地震断層の3次元詳細構造とP波速度構造。

### (2) 熊野前弧海盆の構造発達

巨大地震断層の挙動を理解するため、MCSデータを用いた海盆堆積層の堆積過程・変形様式の解析を行い、古期付加体の基盤変形様式を推定した。その結果、現在の海盆全域にわたる1-4 Maの広域不整合を境に、それ以降、外縁隆起帯の形成、志摩海脚の隆起、西部での隆起帯形成等によって、顕著な変形作用が進行し、高堆積速度場が形成されたことが明

らかになった。また、海側から陸側への順序でジャンプするドミノ式褶曲帯の形成を確認した。これは下位に存在する古期付加体が、通常の付加体前線部と逆順序でブロック運動したことを示している。数 10 万年前から現在まで熊野海盆は静穏期に入り、巨大分岐断層運動の活性化が考えられる。この研究成果は、熊野前弧海盆の付加体を切断しながら発達する巨大分岐断層の活動履歴復元に重要な制約を与える。

(3) 巨大分岐断層の幾何形状と活動性  
熊野沖 3 次元 MCS データを用いて巨大分岐断層の浅部形態を詳細に解析した。その結果、東側地域と西側地域で断層形態・曲率などが異なること、断層先端部が凹状の異常形態となることなどが明らかになった。これは、東側地域と西側地域で巨大分岐断層の形成履歴が異なることを示唆している。特に、断層面の 3 次元起伏パターン (図 2) から、滑らかな形態の部分は断層の活動性が高いことが分かった。この成果は断層幾何形状から断層活動性を評価できる可能性を示した点で画期的で、今後世界各地の活断層の活動性を評価する際の重要な検討項目になると期待される。また、モデル実験と粒子法シミュレーションで付加体内部の短時間変動を検出した結果、数十年程度で断層の停止・再活動現象が発生しており、付加体内の流体移動がこの時間スケールで変動していることが示唆された。この成果は原位置での応力計測を実施する際の自然由来のゆらぎを評価する際の基本情報となる。

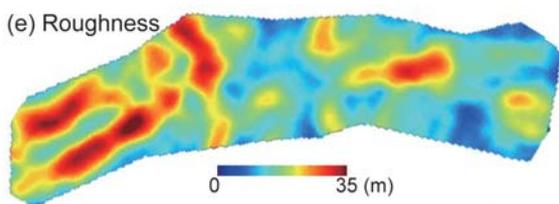


図 2. 巨大分岐断層面の 3 次元起伏パターン。

(4) プレート境界断層の間隙流体圧  
沈み込みプレート境界における間隙流体圧は、物質および熱の移動、断層摩擦、ウェッジの形状、地震の挙動などに密接に関わる。四国室戸岬沖南海トラフのプレート境界断層 (デコルマ) の有効圧と流体圧比を求めするため、陸上アナログである付加体の岩石物性と MCS データとの対比を行った。陸上 (四国) 付加体中の過去の沈み込みプレート境界地震断層における上盤・下盤の岩石を対象に、室内実験により有効圧コントロール下で P 波・S 波速度を測定した。この実験結果を元に、上盤と下盤それぞれのすべての有効圧の組み合わせから得られる反射係数が、南海トラフ MCS データから独立に推定される反射係数と一致するときの有効圧の組み合わせを検討した。その結果、上盤 10-15 MPa、下盤 5-10 MPa 程度の有効圧のときの弾性波速度が

現在の南海トラフをよく説明することが明らかとなった。そのときの流体圧比はおよそ 0.75 以上であると推定された。このような地震発生帯浅部の高間隙流体圧は、超低周波地震の発生や巨大地震性すべりの海溝軸への伝播に重要な影響を及ぼす。更に、本研究の成果を今後の巨大地震断層の掘削結果と統合することで、海溝型巨大地震のメカニズムを規定する流体挙動の理解に大きな進展が期待できる。

(5) 孔内計測データ取得と VSP データ解析  
平成 24 年度の IODP 第 338 次研究航海で VSP を実施するため、熊野前弧海盆でライザ掘削を行った。掘削途中の障害により、予定していた巨大分岐断層付近の VSP データは取得できなかったものの、巨大分岐断層の物性推定に有効な浅部付加体の孔内計測データ (P 波と S 波速度) を取得し、他の掘削データとの統合解析を進めている。平成 24 年度の孔内計測データ解析結果を補完するため、平成 21 年度の IODP 第 319 次研究航海で取得した VSP データの解析を行った。VSP の周回探査データを用いた地震波異方性解析の結果、明瞭な P 波速度異方性が検出された。掘削コア試料を用いた応力測定結果と地震波異方性の情報を比較した結果、今回求めた弾性波異方性は最大水平応力方向と整合的であることが明らかになった。

(6) 日本海溝の巨大地震断層イメージング  
東北地方太平洋沖地震発生後、巨大地震断層をイメージングするため、日本海溝の海溝軸付近で高分解能 MCS 探査を実施した。その結果、震源近傍の海溝軸近傍において堆積層が逆断層によって変形している構造を初めて明瞭に捉えた (図 3)。この観察事実は、沈み込み浅部は地震性滑りを起こさないというこれまでに広く受け入れられてきた海溝型地震発生モデルを書き換える必要性を示すものであり、地震学を始めとする関連研究分野に大きな影響を与える結果となった。また、この調査結果を受けて実施された東北地震緊急掘削は大きな成果を挙げた。上記した結

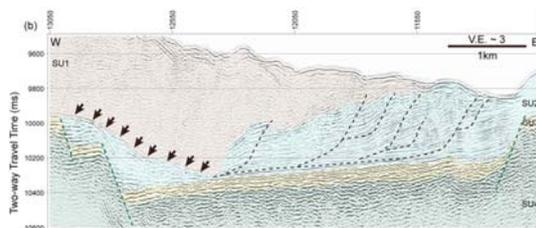


図 3. 日本海溝軸近傍に発達するプレート境界断層の高分解能 MCS イメージ。

果は震源近傍の宮城沖海溝軸で得られたものであるが、日本海溝は青森から千葉にかけて広がり、宮城沖以外でも過去に津波を伴う地震が発生している。今後、日本海溝全域で海溝軸の詳細な地下構造をマッピングする計画が実施されており、新たな掘削計画とも

連携することで、日本海溝で発生する海溝型巨大地震発生メカニズムの理解へつなげていく。

(7) 東北地方太平洋沖地震の緊急掘削  
東北地方太平洋沖地震のメカニズムを解明するため、平成 24 年に緊急掘削を行い、掘削同時検層データを取得した。自然ガンマ線、比抵抗、掘削パラメータ等の測定値 (図 4) から、プレート境界断層 (デコルマ) は海底下 820 m 付近の強度の小さい遠洋性粘土層中に存在することが判明した。今後、MCS データとの統合解析を行い、デコルマ物性を空間的に拡張することで、東北地方太平洋沖地震発生メカニズムの理解が飛躍的に発展することが期待される。

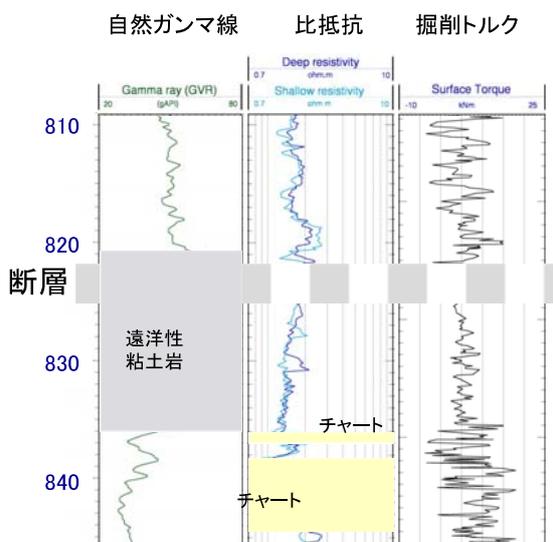


図 4. 東北地方太平洋沖地震の緊急掘削によって得られたプレート境界断層付近の検層データ。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 74 件)

- ① Yamada, Y., Masui, R., Tsuji, T., Characteristics of a tsunamigenic megasplay fault in the Nankai Trough. *Geophysical Research Letters* 40, 4594-4598, 2013, DOI:10.1002/grl.50888 (査読有)
- ② Obana K., Kodaira, S., Shinohara, M., Hino, R., Uehira, K., H. Shiobara, H., Nakahigashi, K., Yamada, T., Sugioka, H., Ito, A., Nakamura, Y., Miura, S., No, T., Takahashi, N., Aftershocks near the updip end of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Earth and Planetary Science Letters*, 382, 111-116, 2013, DOI:10.1016/j.epsl.2013.09.007 (査読有)
- ③ Pickering, K.T., Underwood, M., Saito, S., Naruse, H., Kutterolf, S., Scudder, R., Park, J.-O., Moore, G.F., Slagle, A.L.,

Depositional architecture, provenance, and tectonic / eustatic modulation of Miocene submarine fans in the Shikoku Basin : Results from Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment., *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 14, 1722-1739, 2013, DOI:10.1002/ggge.20107 (査読有)

- ④ Hashimoto, Y., Doi, N., Tsuji, T., Difference in acoustic properties at seismogenic fault along a subduction interface: Application to estimation of effective pressure and fluid pressure ratio, *Tectonophysics*, 600, 134-141, 2013, DOI:org/10.1016/j.tecto.2013.03.016 (査読有)
- ⑤ Tsuji, T., Kodaria, S., Ashi, J., Park, J.-O., Widely distributed thrust and strike-slip faults within subducting oceanic crust in the Nankai Trough off the Kii Peninsula, Japan, *Tectonophysics*, 600, 52-62, 2013, DOI:10.1016/j.tecto.2013.03.0142 (査読有)
- ⑥ Nakamura, Y., Kodaira, S., Miura, S., Regalla, C., Takahashi, N., High-resolution seismic imaging in the Japan Trench axis area off Miyagi, northeastern Japan, *Geophysical Research Letters*, 40, 1713-1718, 2013, DOI:10.1002/grl.50364 (査読有)
- ⑦ Lin, W., Conin, M., Moore, J.C., Chester, F.M., Nakamura, Y., Mori, J.J., Anderson, L., Brodsky, E.E., Eguchi, H., Expedition 343 Scientists., Stress State in the Largest Displacement Area of the 2011 Tohoku-Oki Earthquake, *Science*, 339, 687-690, 2013, DOI:10.1126/science.1229379 (査読有)
- ⑧ Hashimoto, Y., Eida, M., Kirikawa, T., Iida, R., Takagi, M., Furuya, N., Nikaizo, A., Kikuchi, T., Yoshimitsu, T., A large amount of fluid migration around shallow seismogenic depth preserved in tectonic melange, the Cretaceous Shimanto Belt, Kochi, Southwest Japan, *Island arc*, 21, 53-56, 2012, DOI:10.1111/j.1440-1738.2011.00806.x (査読有)
- ⑨ Kodaira, S., No, T., Nakamura, Y., Fujiwara, T., Kaiho, Y., Miura, S., Takahashi, N., Kaneda, Y., Taira, A., Coseismic fault rupture at the trench axis during the 2011 Tohoku-oki earthquake, *Nature Geoscience*, 5, 2012, DOI:10.1038/ngeo1547 (査読有)
- ⑩ Morita, S., Nakajima, T., Hanamura, Y., Possible ground instability factor implied by slumping and dewatering structures in high-methane-flux continental slope, *Submarine Mass Movements and Their*

- Consequences, *Advances in Natural and Technological Hazard Research*, 31, 311-320, 2012, DOI:10.1007/978-94-007-2162-3\_28 (査読有)
- ⑪ Park, J.-O., Kodaira, S., Seismic reflection and bathymetric evidences for the Nankai earthquake rupture across a stable segment-boundary, *Earth Planets Space*, 64, 299-303, 2012, DOI:10.5047/eps.2011.10.006(査読有)
- ⑫ Yamada, Y., Oshima, Y., Matsuoka, T., Slope failures in analogue model experiments of accretionary wedges, *Submarine Mass Movements and Their Consequences. Advances in Natural and Technological Hazards Research Series*, 1, 343-354, 2012, ISBN 9789400721616 (査読有)
- ⑬ Lin, W., Saito, S., Sanada, Y., Yamamoto, Y., Hashimoto, Y., Kanamatsu, T., Principal horizontal stress orientations prior to the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki, Japan, earthquake in its source area, *Geophysical Research Letters*, 38, L00G10, 2011, DOI:10.1029/2011GL049097 (査読有)
- ⑭ Tsuji, T., Hino, R., Sanada, Y., Yamamoto, K., Park, J.-O., No, T., Araki, E., Bangs, N., von Huene, R., Moore, G.F., Kinoshita, M., In situ stress state from walkaround VSP anisotropy in the Kumano basin southeast of the Kii Peninsula, Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 12, Q0AD19, 2011, DOI:10.1029/2011GC003583 (査読有)
- ⑮ Bangs N.L., Hornbach, M.J., Moore, G.F., Park, J.-O., Massive methane release triggered by seafloor erosion offshore southwestern Japan, *Geology*, 38, 1019-1022, 2010, DOI:10.1130/G31491.1 (査読有)
- ⑯ Hashimoto, Y., Tobin, H.J., Knuth, M., Velocity-porosity relationships for slope apron and accreted sediments in the Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment (NantroSEIZE), *Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 315 Site C0001, Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11, Q0AD05, 2010, DOI:10.1029/2010GC003217 (査読有)
- ⑰ Park, J.-O., Fujie, G., Wijerathne, L., Hori, T., Kodaira, S., Fukao, Y., Moore, G.F., Bangs, N.L., Kuramoto, S., Taira, A., A low-velocity zone with weak reflectivity along the Nankai subduction zone, *Geology*, 38, 283-286, 2010, DOI:10.1130/G30205.1 (査読有)
- ⑱ Yamada, Y., Yamashita, Y., Yamamoto, Y., Submarine landslides at subduction margins: insight from physical models, *Tectonophysics*, 484, 156-167, 2010, DOI:info:doi/10.1016/j.tecto.2009.09.007 (査読有)
- ⑲ Park, J.-O., Hori, T., Kaneda, Y., Seismotectonic implications of the Kyushu-Palau ridge subducting beneath the westernmost Nankai forearc, *Earth Planets Space*, 61, 1013-1018, 2009, <http://www.terrapub.co.jp/journals/EPS/pdf/2009/6108/61081013.pdf> (査読有)
- ⑳ Strasser, M., Moore, G.F., Kimura, G., Kitamura, Y., Kopf, A., Lallemand, S., Park, J.-O., Sreaton J.E., Su, X., Underwood, B.M., Zhao, X., Origin and evolution of a splay fault in the Nankai accretionary wedge, *Nature Geoscience*, 2, 648-652, 2009, DOI:10.1038/NGEO609 (査読有)
- [学会発表] (計 238 件)
- ① Park, J.-O., Naruse, H., The Nankai tsunamigenic décollement moisturized by Miocene fan turbidites, The 2nd Japan-Korea Marine Geosciences Symposium on Global Open Ocean Studies, 2013年11月13日, 東京大学大気海洋研究所, 千葉
- ② Hashimoto, Y., Eida, M., Shear veins under high pore pressure condition along subduction interface: Yokonami Mélange, Cretaceous Shimanto Belt, Shikoku, Southwest Japan, AGU Fall Meeting, 2013年12月13日, San Francisco, USA
- ③ Morita, S., Goto, S., Miyata, Y., Nakamura, Y., Kitahara, Y., Yamada, Y., Research activities on submarine landslides in gentle continental slope. Eos Trans, AGU Fall Meeting, 2013年12月9日, San Francisco, USA
- ④ Yamada, Y., Shibamura, J., Matsuoka, T., Stress fluctuations around faults identified in borehole breakouts and their implications to hydrocarbon exploration/production, The 6th International Symposium on In-situ Rock Stress (RS2013), 2013年8月20日, Sendai, Japan
- ⑤ Nakamura, Y., Kodaira, S., Yamamoto, Y., Fujie, G., Obana, K., Miura, S., Takahashi, N., Cook, B., Conin, M., Chester, F., Mori, J., Eguchi, N., Toczko, S., Expedition 343 scientists, Results from a new seismic

survey around the JFAST drill site, AGU Fall meeting, 2013 年 12 月 11 日, San Francisco, USA

- ⑥ Saito, S., Malinverno, A., Lin, W., Yamamoto, Y., Wu, H.Y., Harris, R., Sakaguchi, A., Ujiie, K., Vannucci, P., Petronotis, K., IODP Expedition 344 Scientists, Preliminary results on horizontal stress orientation and stress magnitude, off Osa Peninsula, Costa Rica. AGU Fall Meeting, 2013 年 12 月 9 日, San Francisco, USA
- ⑦ Park, J.-O., Naito, K., Seismic inversion for incoming sedimentary sequence in the Nankai Trough margin off Kumano Basin, southwest Japan, AGU Fall Meeting, 2012 年 12 月 4 日, San Francisco, USA
- ⑧ Hashimoto, Y., Doi, N., Tsuji, T., Differences in Vp and Vs at a seismogenic subduction interface: application to fluid pressure estimation by AVO analysis with Nankai seismic profile, AGU Fall Meeting, 2011 年 12 月 5 日, San Francisco, USA
- ⑨ Yamada, Y., Oshima, Y., Matsuoka, T., Slope failures in accretionary wedges in physical experiments, AGU Fall Meeting, 2011 年 12 月 5 日, San Francisco, USA
- ⑩ Park, J.-O., Seismic Reflection Images of the 1946 Nankai Megasplay Fault off Kii Peninsula, southwest Japan, AGU Fall Meeting, 2010 年 12 月 14 日, San Francisco, USA
- ⑪ Yamada, Y., Yamashita, Y., Yamamoto, Y., Periodic development of slope failures due to thrust displacement in physical models: application to submarine landslides, EGU General Assembly 2010, 2010 年 5 月 2 日, Vienna, Austria
- ⑫ Hashimoto, Y., Tobin, H. J., Knuth, M. W., P and S wave velocity measurements on sediments from the hanging-wall of megasplay fault, AGU Fall Meeting, 2010 年 12 月 13 日, San Francisco, USA
- ⑬ Saito, S., Underwood, M., Kubo, Y., Sanada, Y., Araki, E., Byrne, T.B., McNeill, L.C., Saffer, D.M., Eguchi, N.O., Toczko, Sean, Moe, K., Petrophysical characterization of subduction input sediments off Kii Peninsula: Results from IODP NanTroSEIZE Stage 2, AGU Fall Meeting, 2009 年 12 月 15 日, San Francisco, USA

[図書] (計 6 件)

- ① 橋本善孝、(株)南の風社、最新・高

知の地質-大地が動く物語、2012、22

- ② Yamada, Y., Kawamura, K., Ikehara, K., Ogawa, Y., Urgeles, R., Mosher, D., Chaytor, J., Strasser, M. (Eds.), Springer, Submarine Mass Movements and Their Consequences, 2012, 756

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)  
○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ

<http://www-solid.eps.s.u-tokyo.ac.jp/nantro~/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

朴 進午 (PARK JIN-OH)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号 : 70359199

(2) 研究分担者

森田 澄人 (MORITA SUMITO)

独立行政法人産業技術総合研究所・地圏資源環境研究部門・主任研究員

研究者番号 : 20358188

山田 泰広 (YAMADA YASUHIRO)

京都大学・工学系研究科研究院・准教授

研究者番号 : 20362444

斎藤 実篤 (SAITO SANEATSU)

独立行政法人海洋研究開発機構・海洋掘削科学研究開発センター・グループリーダー

研究者番号 : 40292859

橋本 善孝 (HASHIMOTO YOSHITAKA)

高知大学・自然科学系・准教授

研究者番号 : 40346698

中村 恭之 (NAKAMURA YASUYUKI)

独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター・グループリーダー代理

研究者番号 : 60345056

(3) 連携研究者

真田 佳典 (SANADA YOSHINORI)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球深部探査センター・技術研究主任

研究者番号 : 70362449