

SSS033-01

会場:105

時間:5月23日 14:15-14:30

関東アスペリティ・プロジェクトの概要 Outline of the Kanto Asperity Project

小林 励司^{1*}, 山本 由弦², 佐藤 利典³, 穴倉 正展⁴, 伊藤 久男², 篠原 雅尚⁵, 川村 喜一郎⁶, 芝崎 文一郎⁷

Reiji Kobayashi^{1*}, Yuzuru Yamamoto², Toshinori Sato³, Masanobu Shishikura⁴, Hisao Ito², Masanao Shinohara⁵, Kiichiro Kawamura⁶, Bunichiro Shibasaki⁷

¹ 鹿児島大・理, ² 海洋研究開発機構, ³ 千葉大・理, ⁴ 産総研, ⁵ 東京大・地震研, ⁶ 深田地質研, ⁷ 建築研

¹Kagoshima Univ., ²JAMSTEC, ³Chiba Univ., ⁴GSI, AIST, ⁵ERI, Univ. Tokyo, ⁶Fukada Geological Inst., ⁷BRI

The Kanto region is one of the most densely populated urban areas in the world. Great earthquakes along the Sagami trough have repeatedly occurred. The 1703 Genroku and 1923 (Taisho) Kanto earthquakes caused severe damages in the Tokyo metropolitan area. Slow slip events (SSEs) have also repeatedly occurred in an area adjacent to the asperities of the great earthquakes, off Boso peninsula (e.g., Ozawa et al 2007).

The Kanto Asperity Project (KAP) proposes a drilling and long-term monitoring program in the southern Kanto region of southeastern Japan with the aim of determining the characteristics of the plate boundary in and around the source regions (asperities) of great earthquakes and SSEs.

Recent progress in the development of supercomputers has enabled the simulation of earthquake and SSE generation cycles, but the parameters are not based on scientific data, and are not sufficiently reliable to assess the hazards associated with future earthquakes. The establishment of a realistic earthquake-generation model is of crucial importance in mitigating the danger posed by earthquake geohazards.

We focus on three different types of seismic events occurring repeatedly at the almost same depth of the seismogenic zone along the Sagami trough (5-20 km)

(1) The 1923 M^{7.9} Taisho earthquake, located in Sagami Bay. Maximum slip is about 6 m, the recurrence interval is 200-400 yr, and the coupling rate is 80-100% ("coupling rates" = "slip amounts during earthquakes or slow-slip events" / ["rate of motion of the Philippine Sea Plate" - "recurrence interval"]).

(2) The 1703 M^{8.2} Genroku earthquake, located in Sagami Bay, but also extending to the southern part of Boso Peninsula. Maximum slip is 15-20 m, the recurrence interval is ~2000 yr, and the coupling rate at the southern part of the Boso Peninsula is 10-30%.

(3) Boso slow-slip events, located southeast of Boso Peninsula. Maximum slip is 15-20 cm over ~10 days, the recurrence interval is 5-6 yr, and the coupling rate is 70-100%.

In the cases of Nankai and Cascadia, SSEs occur at deeper levels than the asperities, and the location can be controlled by temperature and pressure. The Boso SSEs occur at the same level as the asperities, raising the possibility that the conditions (materials, fluids, or surface roughness) in the Kanto region are different to those encountered at Nankai and Cascadia.

Our main objectives of the KAP are

Objective 1. to understand why the different types of events occur side by side at almost same depth (in same P-T conditions) and

Objective 2. to establish realistic earthquake-generation models using data on each step of the process of natural earthquakes.

We submitted one umbrella and two component proposals (Program A and B) in October 2010. Program A proposes ultra-deep drilling to intersect plate boundaries in the Boso SSE region and the Taisho asperity, in order to compare the geological materials at the two sites. Coring and logging at plate boundaries would also yield realistic frictional properties and effective normal stress, as derived from experiments on recovered materials and from measurements of pore pressure, respectively.

Program B proposes long-term monitoring (borehole observatories) for recording in detail crustal deformations and seismicity during 2-3 cycles of Boso SSEs, enabling testing of the hypothesis that SSEs can be used to assess the validity of earthquake

generation models. Once Program B has yielded earthquake generation models from SSE ones, we can verify and improve the models by directly determining the values of parameters as part of Program A.

We have considered to submit one more new proposal. This will focus on the input materials on the Philippine Sea plate. One of our hypothesis on the Objective 1 is that the difference of input materials may cause the different type of slips. Saito et al. (this session) will describe the details of this hypothesis.

キーワード: アスペリティ, スロー・スリップ, 掘削, モニタリング

Keywords: asperity, slow slip, drilling, monitoring

SSS033-02

会場:105

時間:5月23日 14:30-14:45

関東地震の多様性 - 古地震データによる検討 - Diversity of the Kanto earthquake suggested from paleoseismological data

宍倉 正展^{1*}

Masanobu Shishikura^{1*}

¹産総研 活断層・地震研究センター

¹Active Fault Earthq. Res. Ctr., AIST/GSJ

相模トラフ沿いのフィリピン海プレートと北米プレートとの境界を震源として発生する関東地震は、歴史的には1923年大正関東地震と1703年元禄関東地震が知られている。元禄地震より前の地震の履歴に関しては歴史記録が乏しく、地形、地質の痕跡に頼らざるを得ない。過去の関東地震はこれまで段丘地形の証拠に基づいて大正型、元禄型というタイプ分けがなされてきたが、最近の古地震データはこれらを見直す必要があることを示唆している。

相模湾北縁付近から三浦半島直下付近にアスペリティを持つとされる大正型地震は、再来間隔が測地的に200-400年(Sagiya, 2004など)、古地震学的には段丘地形から平均約400年(宍倉, 2003)と推定されている。一方、元禄型地震は、段丘地形の証拠から2000-2700年間隔で発生し、大正のアスペリティを含んでさらに房総半島南東部のアスペリティまでが破壊されると考えられている(宍倉, 2003)。しかし、この房総半島南東部の元禄アスペリティは、断層モデルに基づくすべり量と再来間隔から見積もられる平均すべり速度(7 mm/year)が、測地的に推定されたすべり欠損(30 mm/year; Sagiya, 2004)に対して遅く、収支が合わないという問題がある。

元禄型地震の発生年代は、中田ほか(1980)が示した房総半島南部沿岸に分布する沼面群と呼ばれる4面の段丘の年代から推定されており、沼I面:7200年前、沼II面:5000年前、沼III面:3000年前、沼IV面:1703年元禄地震である(いずれも較正した年代)。最近、筆者が元禄型地震の発生年代を再検討する目的で、内房側の館山低地においてボーリング調査を行ったところ、沼II面で4400年前頃、沼III面で2800年前頃と推定され、従来よりやや若くなった。宇野ほか(2007)も沼面群の見直しを行い、外房側の千倉において沼II面:5300年前頃、沼III面:4400年前頃の年代を得た。そして従来の段丘面区分では房総半島の内房側と外房側とで離水年代が必ずしも一致しないという重要な指摘をした。これらの結果は、沼面群が1703年の元禄地震のような隆起のくり返しを示しているわけではなく、内房側がより大きく隆起するタイプや逆に外房側がより大きく隆起するタイプなど、様々な隆起のパターンを検討する必要があることを示している。たとえば元禄アスペリティやその周辺のみが破壊されるような「外房型」地震の可能性が考えられる。もしこのタイプの地震が従来の元禄型より高頻度で起こっているとすれば、すべり欠損との収支の乖離も解消されるかもしれない。またこの場合、従来の大正型と外房型が連動したものが従来の元禄型という考え方もできる。これまで明らかになっている大正型の発生年代も、ほとんどが内房側の地域から得られたデータであり、今後、外房側の古地震調査による履歴解明が重要になってくるだろう。

一方、大正型のアスペリティに関しても必ずしも一定のすべり量、再来間隔ではない可能性を示す古地震データが三浦半島で得られている。三浦半島は1703年元禄、1923年大正の両地震とも1.0-1.5m程度の隆起を伴ったことが隆起生物遺骸の高度などから明らかになっている(宍倉・越後, 2001)が、それより前のイベントに関しては不明な点が多い。筆者は最近、三浦半島西岸の荒崎において標高4m付近に明瞭な離水ノッチを見いだした。高度から見ると元禄地震の1回前か2回前のイベントの痕跡の可能性が期待されたが、そこに付着する生物遺骸は4200年前頃という比較的古い年代であった。三浦半島は数条の活断層が横切っているため、これらの活動による影響もあって複雑であるが、今回得られた高度と年代は、必ずしも元禄型、大正型の隆起のくり返しが累積していないことを示している。

文献: Sagiya (2004) PAGEOPH; 宍倉 (2003) 震研彙報; 宍倉・越後 (2001) 歴史地震; 中田ほか (1980) 地理学評論; 宇野ほか (2007) 連合大会予稿

キーワード: 関東地震, アスペリティ, 古地震, 海岸段丘, 房総半島, 三浦半島

Keywords: Kanto Earthquake, asperity, paleoseismology, marine terrace, Boso Peninsula, Miura Peninsula

SSS033-03

会場:105

時間:5月23日 14:45-15:00

MCS 断面から探る房総沖地震活動に関連する構造的特徴 Structural characteristics associated with seismogenesis Off Boso region investigating from MCS profiles

三浦 誠一^{1*}, 山下 幹也¹, 藤江 剛¹, 野 徹雄¹, 高橋 成実¹, 小平 秀一¹, 小林 励司²

Seiichi Miura^{1*}, Mikiya Yamashita¹, Gou Fujie¹, Tetsuo No¹, Narumi Takahashi¹, Shuichi Kodaira¹, Reiji Kobayashi²

¹ 海洋研究開発機構, ² 鹿児島大学

¹JAMSTEC, ²Kagoshima University, JAPAN

房総沖は関東地方南東岸に位置し、相模トラフおよび日本海溝というプレート境界において、フィリピン海プレートおよび太平洋プレートが沈み込んでいる。これらの収束運動に伴って過去にマグニチュード8クラスの巨大地震が発生しており（例えば1703年元禄地震や1923年大正関東地震）、甚大な被害を被っている。また、房総沖では1996年以降5-7年周期でスロースリップイベントが観測されており、そのモーメントマグニチュードは6クラス相当となる（Ozawa et al. 2007）。このスロースリップイベントは地震の準備過程や地震サイクルを理解する上で重要であり、房総沖はそのために適したフィールドである。このような観点から、海洋研究開発機構は2008年から2010年にかけて「かいいい」によるマルチチャンネル反射法（MCS）探査を実施してきた。取得データはIODPプロポーザル「関東アスペリティプロジェクト」の掘削候補点周辺サイトキャラクタリゼーションにも貢献している。これまでフィリピン海プレートの運動に直交および並行方向の測線によって、プレート境界面における海山や分岐断層と海底谷との連続性などを明らかにしてきた。またスロースリップイベントが観測されている範囲においてプレート境界反射イベントの振幅が大きいことや位相が反転していることを報告した。今回は2010年に実施したA5測線によってスロースリップイベントの海側限界に関連する構造特徴を明らかにするとともに、フィリピン海プレートの北東端における分布と変形を把握する。A5測線と既往測線におけるプレート境界面反射イベントの振幅が大きい部分は、スロースリップイベントの領域に概ね一致していることがわかった。また、A5測線の海溝陸側斜面には、表層堆積層や基盤面付近が断層系で切られている部分と、海溝近傍の変形の少ない表層堆積層の部分と浅部変形様式に大きく異なる特徴が確認できる。後者はもしかすると斜面崩壊等によって生じた変形の可能性もある。これらの変形は、太平洋プレート上面のホルスト グラーベン構造や、フィリピン海プレートの北東端など、変形様式の境界を表しているかもしれない。本発表ではこれまで取得したMCSデータによるフィリピン海プレート上面深度や反射振幅強度および表層変形構造など構造的特徴の空間分布を把握して、房総沖における広域テクトニクスや地震活動を考察する予定である。

キーワード: MCS, 房総沖, 地震, フィリピン海プレート, スロースリップ

Keywords: MCS, Off Boso, earthquake, Philippine Sea Plate, slow slip

SSS033-04

会場:105

時間:5月23日 15:00-15:15

南関東のアスペリティ分布と沈み込むフィリピン海プレートの構造 Structure and fate of subducting Izu-Bonin Arc at Sagami Trough

齋藤 実篤^{1*}, 高橋 成実¹, 山崎 俊嗣², 田村 芳彦¹, 山田 泰広⁴, 山本 由弦¹, 小林 励司³

Saneatsu Saito^{1*}, Narumi Takahashi¹, Toshitsugu Yamazaki², Yoshihiko Tamura¹, Yasuhiro Yamada⁴, Yuzuru Yamamoto¹, Reiji Kobayashi³

¹ 海洋研究開発機構, ² 産業技術総合研究所, ³ 京都大学, ⁴ 鹿児島大学

¹JAMSTEC, ²AIST, ³Kyoto University, ⁴Kagoshima University

南関東下では元禄型地震、大正型地震、スロー・スリップ・イベントという異なる性質の滑りイベントが起きている。同じ深さにこれらの滑り領域が隣り合わせに共存する理由を解き明かすことが関東アスペリティープロジェクトの主目的の一つである。アスペリティーの特性を推定する際に、沈み込むプレート上面の構造特性を理解することが重要である。南海トラフに沈み込むプレートは比較的単純な背弧海盆であるのに対し、関東に沈み込んでいるプレートは伊豆火山弧?前弧系であり、地殻構造上、四国海盆に比べて極めて複雑な構造を呈していることは無視できない。

相模トラフに沈み込むフィリピン海プレートの基盤岩類は西から東へ3列の南北帯状配列をなしている。こうした帯状構造は地磁気異常によっても明瞭に現れている (Yamazaki & Yuasa, 1998)。このような東西バリエーションをもったプレートの沈み込みにより、南関東地域におけるアスペリティーの特異な東西分布を説明できる可能性がある。第1列は伊豆火山弧フロント (低 K ソレライト) からなり、“熱い”島弧が小田原・箱根地域で沈み込んでいる。第2列は漸新世?始新世の古島弧 (カルクアルカリ岩、高 Mg 安山岩、ボニナイト等) からなり、冷たい前弧 (古島弧) が三浦房総半島南方で沈み込んでいる。第3列は蛇紋岩海山列からなり、房総東方沖に沈み込んでいる。

北部伊豆火山弧?前弧の東西方向の地殻構造の多様性が関東南部の地震発生帯の多様性を支配しているという仮説を検証するために、アスペリティーの初期物質である沈み込む直前の伊豆小笠原弧の基盤物質を掘削・採取し、地震発生帯に持ち込まれた後の破壊特性や水理特性を知る事は地震発生メカニズムを理解する上で極めて重要である。

キーワード: 統合国際深海掘削計画, 関東アスペリティー, 伊豆小笠原弧, フィリピン海プレート, 地震発生帯

Keywords: IODP, KAP, Izu-Bonin arc, Philippine Sea plate, Seismogenic zone

SSS033-05

会場:105

時間:5月23日 15:15-15:30

三浦・房総半島の付加体・被覆層システム

Systematic accretionary prism and slope basin system exposed in the Miura and Boso peninsulas, central Japan

山本 由弦^{1*}, 斎藤 実篤¹, 金松 敏也¹, 千代延 俊², 北村 有迅¹, 亀田 純³, 濱田 洋平³

Yuzuru Yamamoto^{1*}, Saneatsu Saito¹, Toshiya Kanamatsu¹, Syun Chiyonobu², Yujin Kitamura¹, Jun Kameda³, Yohei Hamada³

¹ 海洋研究開発機構, ² 地球環境産業技術研究機構, ³ 東京大学

¹IFREE, JAMSTEC, ²RITE, ³University of Tokyo

Geologic architectures in the southern Kanto region including the area where the Taisho-Kanto and Genroku earthquakes and Boso slow slip events occur show E-W or WNW-ENE trending geologic belt. Since the structure extends to the Miura and Boso peninsulas, on land geology in this area would provide a key to understanding geologic framework in the proposed drilling sites of Kanto Asperity Project. The Miura and Boso are composed of systematic accretionary prism and slope basin system. The former consists of two accretionary complexes: the early to middle Miocene Hota accretionary complex buried only 2-4 km, and the late Miocene to early Pliocene Miura-Boso accretionary complex buried less than 1 km. The latter uncomfortably overlies the accretionary prism and tend to be younger to the south. These geologic systems were uplifted rapidly due to the Izu-Bonin island arc collision and therefore have never experienced deeper burial, thermal, and physical overprinting. In this presentation, we will show the geologic framework of accretionary wedge and overlying slope sediments in the Miura and Boso areas, corresponding characteristics on physical properties and deformation/fabrics, and comparison with modern-plate convergent margins in Kanto regions.

キーワード: 付加体, 被覆層, OST, 房総, KAP

Keywords: accretionary prism, slope basin, OST, Boso, KAP

SSS033-06

会場:105

時間:5月23日 15:30-15:45

Physical properties, geologic age and magnetic fabrics of sediments collected from off Miura-Boso region

Physical properties, geologic age and magnetic fabrics of sediments collected from off Miura-Boso region

川村 喜一郎^{1*}, 山野 誠², 宍倉 正展³, 金松 敏也⁴, 大石 雅之⁵

Kiichiro Kawamura^{1*}, Makoto Yamano², Masanobu Shishikura³, Toshiya Kanamatsu⁴, Masayuki Oishi⁵

¹ 財団法人深田地質研究所, ² 東京大学地震研究所, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ JAMSTEC, ⁵ 首都大学東京

¹ Fukada Geological Institute, ² ERI, University of Tokyo, ³ GSJ, AIST, ⁴ JAMSTEC, ⁵ Tokyo Metropolitan University

Kanto, the capital region of Japan, is one of the large metropolitan areas in the world and is the central district of politics, economy and industry. We know great earthquakes will happen absolutely some day in the future and can imagine the extensive damage of the capital region.

The southeast of the Kanto located unique tectonic setting, the trench-trench-trench triple junction, which comprises the North America Plate, the Philippine Sea Plate and the Pacific Plate (Seno et al., 1987). The Philippine Sea Plate subducts beneath the North America Plate, moreover the Pacific Plate subducts beneath the Philippine Sea Plate (Seno et al., 1987). Thus, tectonic setting in the Kanto region is complicated, and large earthquakes occurred repeatedly a number of times in the past. During Japanese-French KAIKO project, various researchers obtained data of a lot of seismic prospecting, bathymetric surveys and piston cores so far in Sagami Bay and off Boso Peninsula (e.g. Nakamura et al., 1987), but we need to know more geological records of large earthquakes associated with such double plate subduction.

Many geologists, geophysicists and seismologists attempt to predict recurrent interval and magnitude of next large earthquakes by drilling from shallow to deep depths as an asperity horizon inducing large earthquakes. It is called as the Kanto Asperity Project. To know paleoseismic history in the Kanto region using shallow drilling cores is one of the main targets in this project.

In this study, we show physical properties, geologic ages and magnetic fabrics of deep-sea sediments collected from Sagami Bay and off Boso Peninsula, prior to drilling project to know whether paleoseismic records can decipher from the core sediments. 13 piston cores of about 4 m long were collected during JAMSTEC cruises KY07-14, KR09-10, and KT-10-10. The core sediments were mostly composed of hemipelagic clayey sediments interbedded with volcanic ash layers. Bathymetric surveys by seabeam mapping, sidescan SONAR investigation and subbottom profiling in the coring sites were also conducted during these cruises. Based on these data, we discuss sedimentation and erosional processes in Sagami Bay and off Boso Peninsula to decipher the paleoseismic records.

キーワード: Porosity, Shear strength, 14C, Volcanic ash layer, Anisotropy of magnetic susceptibility, Bathymetric map

Keywords: Porosity, Shear strength, 14C, Volcanic ash layer, Anisotropy of magnetic susceptibility, Bathymetric map