

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

岩石摩擦の物理的素過程に関する実験的研究

(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

(4) 地震発生・火山噴火素過程

ア．岩石の変形・破壊の物理的・化学的素過程

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(4) 地震発生・火山噴火素過程

イ．地殻・上部マントルの物性の環境依存性

ウ．摩擦・破壊現象の規模依存性

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

高速・大変位の条件および摩擦すべり面上のアスペリティの分布(摩擦強度の時空間的不均質)のそれぞれに着目して地震発生に関わる摩擦挙動を理解することを目的とする。0.1 mm/s 程度の中速から 1 m/s 程度の高速までの幅広い速度条件で、かつ大変位の摩擦実験を行って、様々な地殻物質について地震性すべりにおける摩擦特性を明らかにする。また、自然の断層面上に存在すると考えられているアスペリティを実験室で再現し、そのせん断応力の作用にともなう時空間変化の解析から、アスペリティの物理的背景、特に地震波の解析から提出される「応力降下量の大きいところ」というアスペリティ像と接触面上の強度の不均質との関係を解明する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度は、高速・大変位班では、岩石試料、沈み込み帯物質などについて、すでに開発した摩擦試験機を用いた、0.1 mm/s 程度の中速から 1 m/s 程度の高すべり速度の条件下でかつ大変位の摩擦実験を行う。速度・変位の条件を変えながら繰り返し実験することより、多様な条件下における岩石摩擦の概要を明らかにする。また、中 高速条件における速度急変実験を行うことのできる実験システム構築を目指した技術開発に取り組む。アスペリティ班では、岩石試料(もしくは岩石を模擬した材料)どうしの接触面にせん断応力を作用させながら、透過弾性波、透過光などによる接触面の固着状態の可視化と、ひずみ測定、光弾性などを利用した面上のひずみ分布の 2 次元的な把握を同時に行なうことができるせん断時接触面モニターシステムを開発する。

平成 22 年度～平成 25 年度は、高速・大変位班では、引き続き、幅広い速度、変位条件での摩擦実験を行って、岩石試料、沈み込み帯物質などについて摩擦特性を明らかにする。また、定常摩擦の速度依存性を明らかにすることを目的とした実験を行う。さらに、摩擦面の変形組織を解析することで、物質変化や変形と摩擦特性との関係を明らかにするための研究をすすめる。アスペリティ班では、初年度に開発したシステムにより、2 つの試料を接触させた模擬断層の 2 軸せん断実験を行いながら、接

触面の固着状態と変形（すべり）速度のそれぞれの時空間分布を測定し，面上の個々の点でのすべりの構成関係を調べることができるようせん断試験装置を調整・改良する．マクロな変位速度や応力などの測定量と接触状態の関係を調べる．実験室の透過弾性波では mm オーダーの強度の不均質に敏感であること，自然の地震断層のアスペリティが数～数十 km オーダーであることを考慮し，実験の時空間スケールを調整する．単純にふたつの試料を接触させるだけでなく，接触面にガウジ物質をはさんで，アスペリティをより強調した状態での同様の実験を実施する．

(7) 平成 23 年度成果の概要：

高速・大変位班では，回転式中～高速摩擦試験機を用いて，付加体物質（付加体泥質岩，南海掘削試料）の摩擦実験をおこない，0.003 mm/s ～ 1 m/s のすべり速度における摩擦の性質を調べた．本年度は特に，紀伊半島沖南海トラフ付加体中に発達する巨大分岐断層浅部および前縁断層先端部から採取された断層物質について，低速から数 10 mm/s のすべり速度で実験を行った．これにより，定常摩擦の速度依存の性質と断層内変形の特徴が抽出されつつある．正の速度依存性を示す試料には，一様に分散した剪断変形組織が発達するのに対して，負の速度依存性を示す試料においては，断層に平行に近い剪断面が多数発達する様子が認められる．

アスペリティ班では，24 チャンネル差動増幅器の開発を行った．前年度開発した多チャンネル同時サンプリングシステムを利用して透過弾性波および静ひずみの測定を行うシステムの開発を行った．透過弾性波の振幅分布の一例を図にしめす．動ひずみ測定システムおよびこれらを組み合わせたせん断実験については次年度実施することとした．

アスペリティ班のせん断試験を除き，当初計画通り進んでいる．

(8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Shibazaki, B., Matsuzawa, T., Tsutsumi, A., Ujiie, K., Hasegawa, A., and Ito Y., 2011, 3D modeling of the cycle of a great Tohoku-oki earthquake, considering frictional behavior at low to high slip velocities, *Geophysical Research Letters*, 38, L21305, doi:10.1029/2011GL049308.

Tsutsumi, A., Fabbri, O., Karpoff, A. M., Ujiie, K., and Tsujimoto, A., 2011, Friction velocity dependence of clay-rich fault material along a megasplay fault in the Nankai subduction zone at intermediate to high velocities, *Geophysical Research Letters*, 38, L19301, doi:10.1029/2011GL049314.

Ujiie, K., Tsutsumi, A. and Kameda, J., 2011, Reproduction of thermal pressurization and fluidization of clay-rich fault gouges by high-velocity friction experiments and implications for seismic slip in natural faults, *Geology of the earthquake source*, Geological Society, London, Special Publications, 359, 267-285.

(9) 平成 24 年度実施計画の概要：

高速・大変位班では，引き続き，幅広い速度，変位条件での摩擦実験を行って，岩石試料，沈み込み帯物質などについて摩擦特性を明らかにする．また，定常摩擦の速度依存性を明らかにすることを目的とした実験を行う．さらに，摩擦面の変形組織を解析することで，物質変化や変形と摩擦特性との関係を明らかにするための研究をすすめる．アスペリティ班では，これまでに開発した透過弾性波測定システムを組みこんで，2つの試料を接触させた模擬断層の2軸せん断実験を行う．広帯域の透過弾性波による接触面の固着状態をと変形（すべり）速度の時空間分布をそれぞれ測定し，面上の個々の点でのすべりの構成関係を調べることができるようせん断試験装置を調整・改良する．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

担当者：加納靖之（京都大学防災研究所）

<高速・大変位班> 担当者：堤 昭人（京都大学大学院理学研究科）

<アスペリティ班> 担当者：加納靖之（京都大学防災研究所）・川方裕則（立命館大学）

他機関との共同研究の有無：無

(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：京都大学防災研究所地震予知研究センター
電話：0774-38-4216
e-mail：kano@rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者
氏名：加納靖之
所属：京都大学防災研究所地震予知研究センター