

分野: 自然科学系 キーワード: 海溝型地震、プレート沈み込み、有機物の熱熟成反応、断層滑り

## 断層に含まれる有機物が 地震発生メカニズムに影響している！？

### 【研究成果のポイント】

- ◆ 海洋プレートの沈み込みによって、プレート上の地層が深部に移動するとき、温度・圧力の上昇を受けて、有機物の石炭化が進行し、ピーク摩擦係数が低下、断層の摩擦強度を低下させることが判明。
- ◆ 断層の摩擦強度の低下は、破壊が進展するために必要なエネルギーを減少させ、プレート境界における地震時の断層の破壊伝播過程に影響を与える可能性がある。
- ◆ 有機物の熱化学反応を考慮することで、有機物を豊富に含む海溝型プレート境界断層や内陸活断層における地震時の破壊伝播過程・断層滑り挙動のさらなる理解が期待される。

### ❖ 概要

廣野哲朗准教授(大阪大学理学研究科)と金木俊也博士(研究当時・大阪大学理学研究科、現・日本学術振興会 学振特別研究員 PD、研究機関は京都大学防災研究所)は、海溝型地震を引き起こすプレート沈み込み帯の断層中に含まれる有機物に着目し、地震時の断層滑りを模擬した室内摩擦実験<sup>\*1</sup>を行うことで、有機物の熱化学反応が海溝型地震の滑り挙動に影響を及ぼす可能性があることを解明しました。

これまで海溝型地震時の断層滑り挙動には、プレート沈み込み帯に豊富に存在する摩擦強度の弱い粘土鉱物が重要な役割を果たしていると考えられており、断層に含まれる有機物およびその熱熟成反応が及ぼす影響は解明されていませんでした。

今回、廣野准教授と金木博士は、有機物を多く含む断層での地震を模擬した室内実験を行うことで、**有機物の熱熟成反応<sup>\*2</sup>が断層の摩擦強度や地震時の破壊伝播過程<sup>\*3</sup>に影響を及ぼす可能性がある**ことを明らかにしました。室内実験の結果、有機物の石炭化が進行するにつれて、ピーク摩擦係数が低下します(図1)。プレートの沈み込みに伴ってプレート上の地層は深部に持ち込まれ、温度・圧力が上昇、含まれる有機物の石炭化が進行するため、有機物が豊富に含まれている海溝型プレート境界断層では、粘土鉱物の存在のみならず、有機物の熱熟成反応が断層の摩擦強度を低下させ、地震時の破壊伝播過程へ影響を及ぼす可能性があります(図2)。さらに、陸上でも有機物を多く含む活断層が確認されており、同じく熱熟成反応が断層の摩擦強

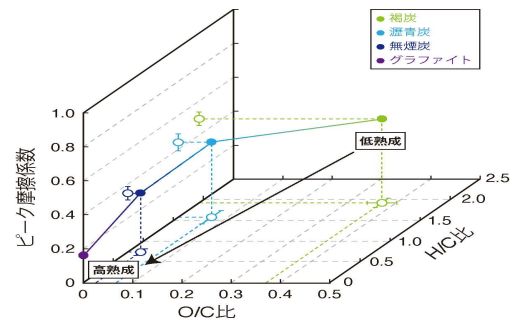


図1  
室内実験から決定した有機物のピーク摩擦係数

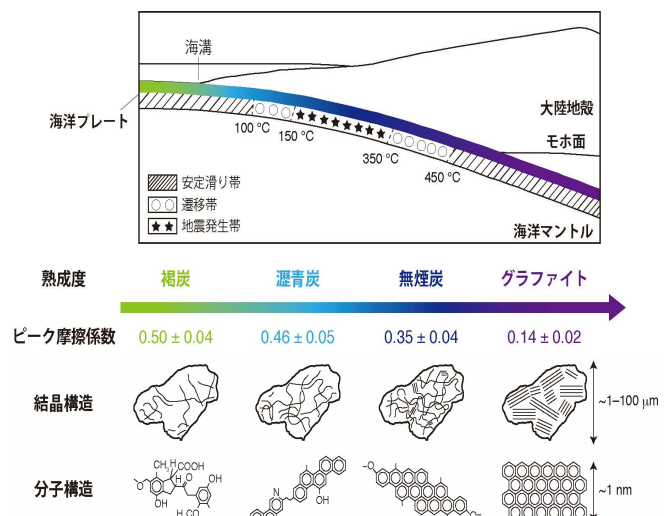


図2  
プレートの沈み込み帯に伴う  
有機物の摩擦強度・結晶構造・分子構造の変化



## Press Release

度・破壊伝播過程に影響している可能性があります。

本研究成果は、英国科学誌「Scientific Reports」に、5月27日(月)18時(日本時間)にオンライン公開されます。

### ❖ 研究の背景・内容

プレート沈み込み帯で発生する海溝型地震は、2004年スマトラ島沖地震や2011年東北地方太平洋沖地震のように、ときに巨大津波を伴って社会に大きな被害を及ぼします。これら巨大地震を引き起こすプレート境界断層の海溝軸およびその周辺では、大陸から土砂として流れてきた粘土鉱物が豊富に存在しており、この粘土鉱物は他の鉱物(例えば石英や長石)と比較して摩擦強度が低いことから、粘土鉱物が地震発生に与える影響が指摘されてきました。しかし一方で、同じく海溝およびその周辺に多く堆積している有機物は、プレート沈み込みに伴って地下深部に持ち込まれ、プレート境界断層に多少なりとも含まれていますが、この有機物およびその熱熟成反応が海溝型地震とどのように関係しているか、未解決のままでした。

廣野准教授と金木博士は、有機物を多く含む断層における地震を模擬した室内実験を行い(図3)、有機物の熱熟成反応に伴ってその摩擦強度が減少し(図1)、地震時の破壊伝播過程に影響を及ぼすことを明らかにしました。低熟成の有機物(亜炭)はピーク摩擦係数が0.5程度である一方で、深部で熱熟成が進みグラファイトへと変化した場合、そのピーク摩擦強度は0.1程度と極端に低くなり、破壊が進展するために必要なエネルギー(破壊エネルギー)は小さくなります。有機物の熱熟成によるこのような変化は、地震時の破壊伝播過程を支配するパラメータに影響を与えます。このように、**プレート境界断層の中でも有機物を多く含む領域では、浅部から深部へと有機物が亜炭からグラファイトと変化し、断層の摩擦強度や地震時の破壊伝播過程に影響を及ぼすことが明らかになりました。**

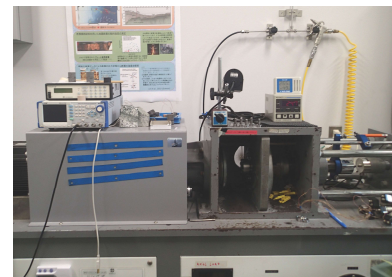


図3  
室内摩擦実験の装置

### ❖ 本研究成果が社会に与える影響と今後の展望

環太平洋のプレート沈み込み境界(海溝)では、陸上から流れてきた有機物が多く地層に含まれています(図4)。さらに、陸上でも有機物・グラファイトを多く含む活断層が確認されています。そのため、本研究成果により、有機物の熱熟成反応が断層の摩擦強度および地震時の破壊伝播過程に及ぼす影響を解明できたことで、**海溝型地震発生時のプレート境界断層のみならず内陸活断層の多様な地震メカニズムの全容解明への前進**が期待されます。今後、世界各地の海溝型プレート境界断層および内陸活断層の断層試料を精査し、**有機物が地震ダイナミクスに及ぼす普遍的な影響の解明**を目指します。

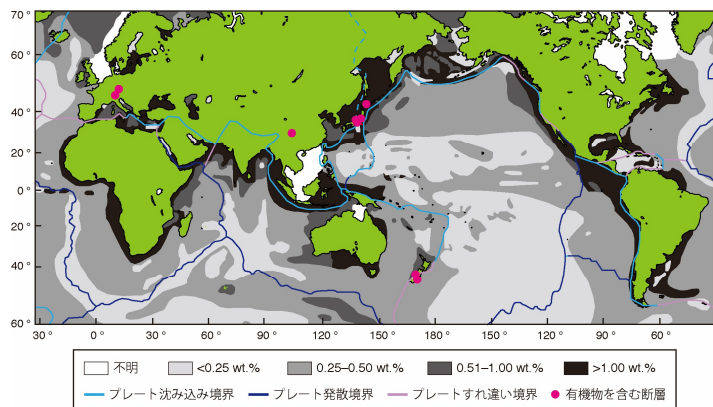


図4  
海底堆積物での有機物の含有量と有機物を含む陸上活断層の分布図

### ❖ 特記事項

本研究成果は、2019年5月27日(月)18時(日本時間)に英国科学誌「Scientific Reports」(オンライン)に掲載されます。

タイトル: "Diagenetic and shear-induced transitions of frictional strength of carbon-bearing faults and their implications for earthquake rupture dynamics in subduction zones"

著者名: Shunya Kaneki and Tetsuro Hirono

## Press Release

また、5月26～30日に幕張メッセで開催される日本地球惑星科学連合2019年大会にて、5月28日(火)11:30よりA09の会場(東京ベイ幕張ホール)で、本研究成果の専門家向けの口頭発表を行います。

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2019/subject/SCG54-04/advanced>

本研究は、日本学術振興会の科学研究費助成事業「特別研究員DC1」ならびに「新学術領域研究(地殻ダイナミクス:<http://cd.dpri.kyoto-u.ac.jp>)」の支援の元に行われました。

### ❖ 用語説明

#### ※1 室内摩擦実験

円筒形に成形した2つの岩石試料に対して垂直に応力を負荷し、一方の岩石を高速で回転させることで地震時の高速滑りを模擬する。

#### ※2 有機物の熱熟成反応

本研究における有機物とは生物由来の有機炭素を含む物質の総称であり、周囲の温度および被熱時間に応じて、その熱熟成度、すなわち結晶構造・分子構造・元素組成を系統的に変化させる。プレート沈み込み帯では、沈み込みに伴う温度・圧力の上昇によって、有機物の熱熟成度が連続的に増加する。

#### ※3 破壊伝播過程

震源で開始された破壊が周囲に広がっていく過程。代表的なパラメータとして、破壊の進む速度(破壊伝播速度)が挙げられる。

### ❖ 本件に関する問い合わせ先

<研究に関すること>

大阪大学 大学院理学研究科 准教授 廣野哲朗(ひろのてつろう)

E-mail: [hirono@ess.sci.osaka-u.ac.jp](mailto:hirono@ess.sci.osaka-u.ac.jp)

専門分野: 地震断層学

<広報・報道に関すること>

大阪大学理学研究科庶務係

TEL: 06-6850-5280 FAX: 06-6850-5288

E-mail: [ri-syomu@office.osaka-u.ac.jp](mailto:ri-syomu@office.osaka-u.ac.jp)

備考: 図2はフリーで二次利用を頂いても大丈夫です。以下のURLでtiffファイルを公開しています。

<https://www.dropbox.com/s/dfgy2jim8mul7xa/%E5%9B%B32.tif?dl=0>