

海底地震計記録で読み解く地震空白域の将来

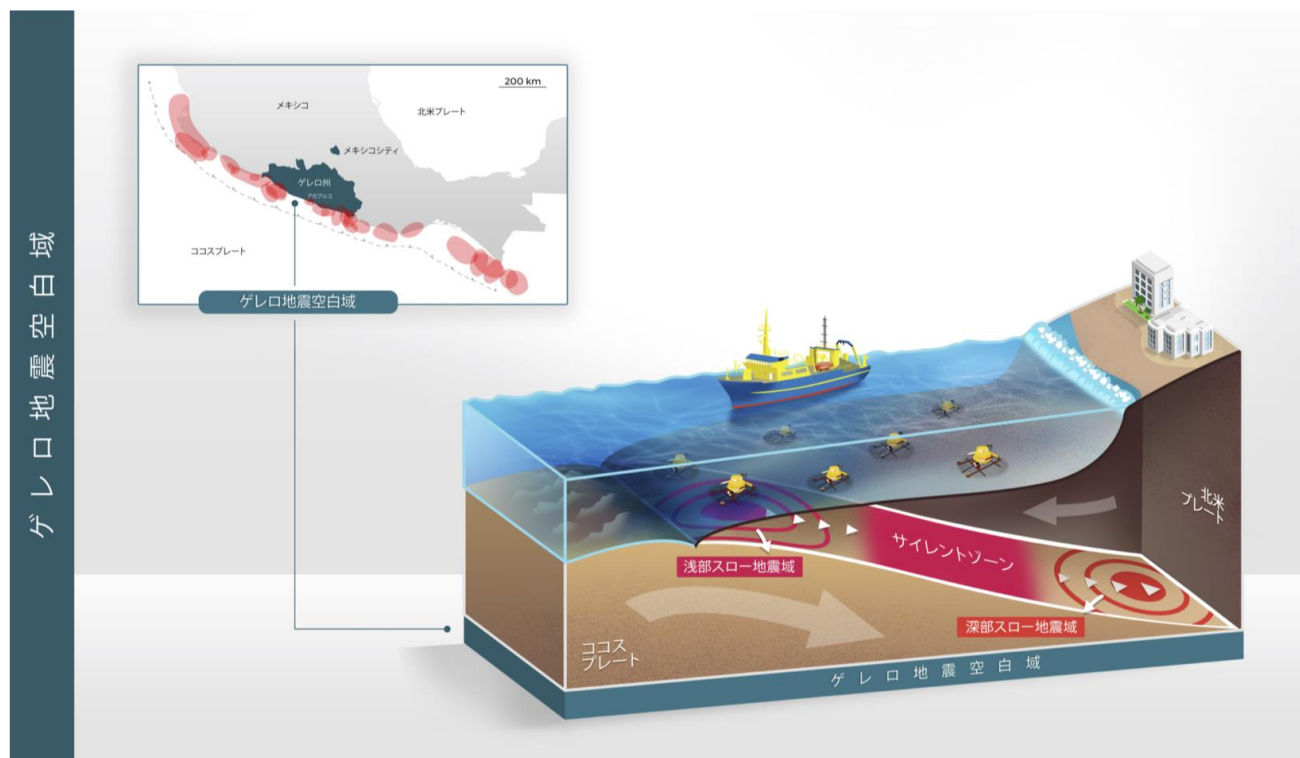
-メキシコ・グレロ州沖合の地震空白域のスロー地震活動の発見-

概要

国立大学法人京都大学防災研究所の伊藤喜宏准教授と理学研究科地球惑星科学専攻博士後期課程3年のプラタ-マルティネス ライムンド、東京大学大学院理学系研究科の井出哲教授、東京大学地震研究所の篠原雅尚教授らは、メキシコ国立自治大学、カリフォルニア大学バークレー校と共同で、メキシコ太平洋沿岸部に設置された海底地震計記録を解析しました。その結果、メキシコ太平洋沖で過去 100 年間に地震が発生していない領域(地震空白域)でゆっくりとプレート境界がずれ動くスロー地震が発生していることを初めて明らかにしました。

環太平洋地域のプレートの沈み込み帯では、大地震と同様にスロー地震が繰り返し発生しています。現在世界で報告されているスロー地震について、特に海底下で発生するスロー地震活動の理解は、海底観測網が整備されている地域に限られていました。我々は日本・メキシコによる国際共同研究(JST-JICA SATREP「メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究」(日本側代表：伊藤喜宏))の一環として、メキシコ合衆国グレロ州の太平洋沖合の地震空白域の直上に海底地震観測網を構築しました。2017 年11月から 2018 年11月にかけて得られた地震記録を解析した結果、過去 100 年間に大地震が発生していない地震空白域内でスロー地震の発生が確認されました。観測されたスロー地震活動は、地震空白域が周囲と比べてプレート間の固着が小さく、結果として空白域を震源とする大地震の活動が周囲と比べて低調であることを説明します。また、この領域で想定されていた巨大地震の発生リスクがこれまでよりも低い可能性を示します。

本成果は、2021 年 6 月 28 日 18 時(日本時間)に、英国科学誌電子版「Nature Communications」に掲載されました。



1. 背景

メキシコ太平洋沿岸部では、ココスプレートが北米プレートの下に沈み込み、これらのプレートの境界部では繰り返し大地震が発生しています。一方で、西経 99.2 度から 101.2 度の間には過去 100 年間、海溝付近まで破壊が到達するような大地震が発生していない地震発生の空白域の存在が指摘されており、特にその中でも西経 100 度から西側では海岸線付近を含めて大地震が発生していないゲレロ地震空白域と呼ばれる領域が存在します。東側の海溝付近の空白域を含めて、将来の地震発生時にマグニチュード8クラスとなることが予測されており、南海トラフと同様に、地震・津波災害に対して特に警戒すべき場所の一つとして注目されています。さらに、ゲレロ地震空白域より陸側のプレート境界深部では、4-5 年間隔で繰り返しスロー地震(※1)が発生していることも知られています。このスロー地震域の広がり(例えば、海溝付近まで到達するのか、それとも海岸線付近で停止するか)は、これまで海底に地震観測点がなかったため、十分に理解されていませんでした。

2. 研究手法・成果

日本とメキシコによる国際共同研究の一環としてゲレロ州沖合の海底に 2017 年11月から 2018 年11月まで地震計 7 台を設置しました。観測された地震波形を精査した結果、ゲレロ地震空白域内で発生する規模の小さなスロー地震(テクトニック微動)の波形を初めて検出することに成功しました。検出したスロー地震に加えて、通常地震の震源の分布とゲレロ地震空白域周辺の海底地形や重力分布などと比較し、それらの発生場所や活動履歴を詳しく調べました。

解析の結果、微動活動が活発な領域、通常地震活動が活発な領域、いずれの活動も観測されない領域(以下、サイレントゾーン)がゲレロ地震空白域内に存在することを見出しました。特に「サイレントゾーン」の東西の端では、スロー地震の発生を示す小繰り返し地震の活動も新たに見出されており、「サイレントゾーン」内部でも周囲と同様にスロー地震が発生している可能性が示されました。海底地形や重力異常と比較から、「サイレントゾーン」はプレート境界が相対的に凹んでいる領域に対応します。この局所的な凹みにより、プレート間の固着が低下し、結果としてスロー地震が起こり易くなったと考えられます。

今回の結果は、ゲレロ地震空白域で長期にわたり大地震が発生していない理由をよく説明します。加えて、近隣で発生した大地震の破壊域がゲレロ地震空白域内まで伝播しなかったことも説明可能です。これまで「サイレントゾーン」を含むゲレロ地震空白域の解釈として2つの説明が可能でした。1 点目は、地震空白域の固着が強く、少なくとも過去 100 年間で、プレートの沈み込みに伴い生じる歪みを蓄積し続ける領域であること、2 点目は地震空白域の固着が弱く、頻繁に発生するスロー地震により沈み込みにより生じる歪みを解消する領域であるという考え方です。我々の観測結果は2つ目の解釈とよく一致し、マグニチュード8クラスの地震の発生確率が従来の想定ほど高くないことを示します。ただし、2011 年東北地方太平洋沖地震時にはスロー地震域が極低頻度で発生する巨大地震の震源域となった事例もあることから、引き続き同地域での地震・津波防災に向けた取り組みを継続して実施する必要があります。

3. 波及効果

海底地形や重力異常との比較から、プレート境界の形状がスロー地震の活動様式を規定している可能性が示されました。世界のいくつかの沈み込み帯でも(例えば、日向灘、ニュージーランド北島東方沖、ペルー中央部)、プレート境界の形状に対応するプレート間の固着の変化が報告されています。今回の成果は、日本海溝や南海トラフ沿いで発生するスロー地震の発生メカニズムの理解に際して、プレート境界面の形状の重要性を示す結果です。

4. 主著者(R. Palta-Martínez : 博士後期課程3年生) のコメント

過去数十年間、ゲレロ地震空白域の存在は、アカプルコやシワタネホなどの沿岸の都市、さらにはメキシコシティなどの大都市に住む 1,500 万人以上の人々に対して、大地震と津波による災害リスクをもたらしてきました。このため、メキシコ国内外の地震学者たちはこれまでに将来の大地震の可能な評価に注力し続けてきました。今回、日本とメキシコの間で国際共同研究により、海底下で発生する微小地震や浅部スロー地震(テクトニック微動)が観測され、これまでとは異なるゲレロ地震空白域の地震像の特徴をまとめることができました。ゲレロ地震空白域におけるスロー地震の発見は、ゲレロ州沿岸部の地震と津波の可能性の理解の進展において重要な貢献となりました。これらは、メキシコに暮らす人々にとってリスク軽減に向けた対策を検討する上で重要な情報となります。さらに、日本の研究者や社会にとって、今回メキシコで得られた成果が、浅部スロー地震の研究およびモニタリングが行われている南海トラフや日本海溝とよく似ているため、有益なものとなるはずで、両国の共同研究を通じて、沈み込み帯の大地震の物理的プロセスの理解が深まったことを嬉しく思います。

<論文タイトルと著者>

タイトル: Shallow slow earthquakes to decipher future catastrophic earthquakes in the Guerrero seismic gap

著者名: R. Plata-Martínez^{*1}, S. Ide², M. Shinohara³, E. Garcia⁴, N. Mizuno², L. A. Dominguez⁵, Taka'aki Taira⁶, Y. Yamashita⁴, A. Toh², T. Yamada^{3, 7}, J. Real⁸, A. Husker⁸, V. M. Cruz-Atienza⁸, Y. Ito⁴.

掲載雑誌: Nature Communications

所属: 1. 国立大学法人京都大学理学研究科 2. 国立大学法人東京大学理学系研究科 3. 国立大学法人東京大学地震研究所 4. 国立大学法人京都大学防災研究所 5. メキシコ国立自治大学高等研究院 6. カリフォルニア大学バークレー校(アメリカ) 7. 気象庁 8. メキシコ国立自治大学地球物理研究所

<用語解説>

※1 スロー地震

通常地震に比べて遅い断層すべり速度で歪を解放する現象としてスロー地震が知られている。スロー地震は、その規模(または継続期間)によって、スロースリップ(マグニチュード(M)5以上)、超低周波地震(M3~4クラス)、低周波地震・テクトニック微動(M2クラス以下)と呼ばれ、スロースリップの場合、その継続時間は数日から1年以上に及ぶ。東北地方太平洋沖地震直前にも、スロースリップが観測されている(A)。その際、スロースリップ域が本震時に再び大きくずれ動き、甚大な津波被害の一因となった。さらに、日本海溝沿って不均質に分布するスロー地震域が、巨大地震発生時のすべりの広がりをコントロールしている可能性も指摘されている(B)。スロー地震が特に観測研究されている地域としては、メキシコその他、南海トラフ、ニュージーランド、南米及び米国・カナダ国境付近の太平洋沿岸部が知られている。

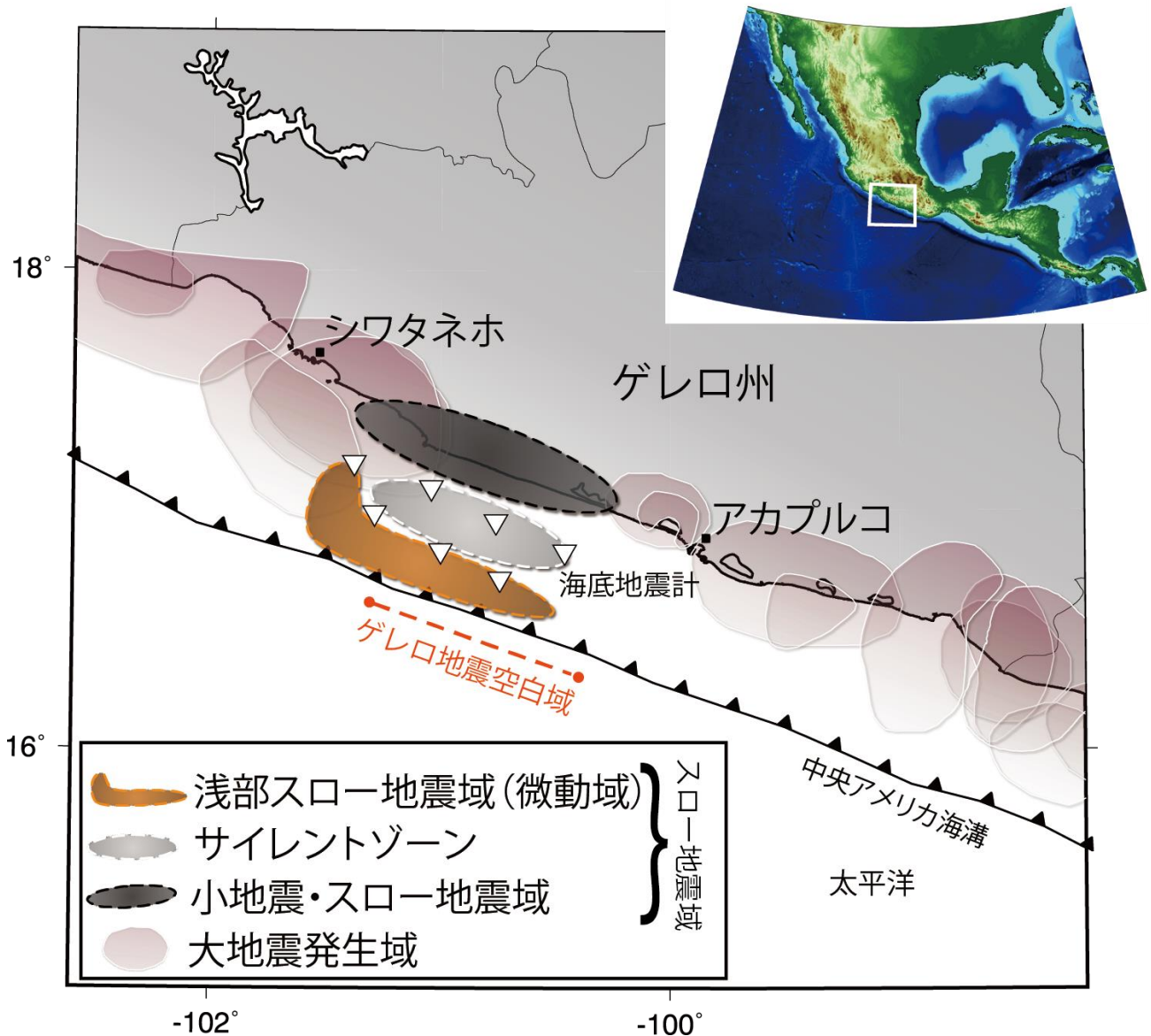


図 1：本研究で明らかにしたゲレロ地震空白域の浅部スロー地震域（テクトニック微動発生域）、サイレントゾーン（非地震発生域）、小地震・スロー地震域。サイレントゾーンはプレート間の固着が弱く、常にゆっくりとずれ動いている可能性が高い。また、サイレントゾーンは、プレート境界形状の凹部に対応する可能性が本研究から見出されている。今回の研究では、ゲレロ地震空白域に海溝から海岸線付近まで固着が弱い領域が広がる可能性を示した。