

「Slow-to-Fast地震学」および「Dark地震学」の研究推進



国立研究開発法人 建築研究所 国際地震工学センター 上席研究員 北 佐枝子

(概要) 2000年初頭に発見されたスロー地震は、当初の理解のような「例外的現象」ではなく、むしろ地球内部の変形を担う主役であり、通常の地震の準備過程であることがわかりつつあります。本発表では、地球惑星科学界におけるスロー地震に関する学術研究での動きと研究例を紹介します。

日本におけるSlow地震学のはじまりと研究展開

2000年代

2010年代

2020~2025年

2025年以降

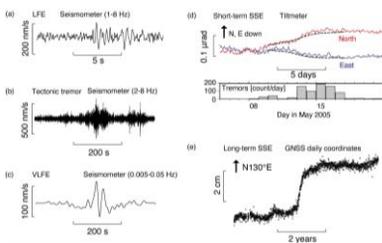


図1: スロー地震の観測波形 (西川2023)

※日本によるスロー地震の世界初の発見とその後、90年代に日本政府が整備した高規格の地球物理学観測網(産地長観測+GNSS地殻変動観測)の科学研用が功を奏した。



図3: Slow地震とFast地震の分布 (Nishikawa 2022)

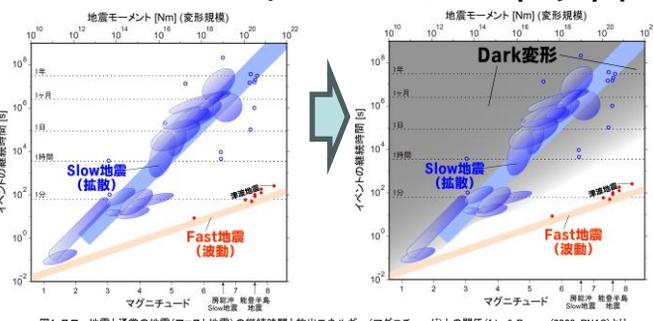


図4: スロー地震と通常の地震(ファスト地震)の継続時間と放出エネルギー(マグニチュード)との関係 (Ide & Berzoa (2023, PNAS)より)

この25年で解明されたSlow地震の特徴 ①通常地震と比較し破壊継続時間が長く(図1)、放出エネルギー小な地殻変動現象(図4) ②海溝型巨大地震の準備過程に関与/先駆的現象の場合も(図2) ③主に海溝型地震の縁で発生(図3)

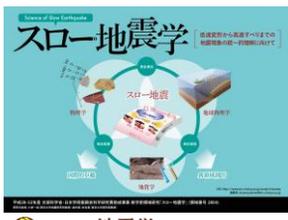
Slow地震に関する大型科学研究PJの変遷

未知のSlow地震(=Dark地震)を追究する新・組織が2025年発足、現在大型科研費申請の現在審査中

2015~2020年

2020~2025年

2025年以降



※建築研究所(北): 公募研究採択者として参加



※建築研究所(北): 研究分担者(A02組)および観測技術ダイバーシティ推進担当として参加



※建築研究所(北): 計画研究代表者(B04組)担当として参加

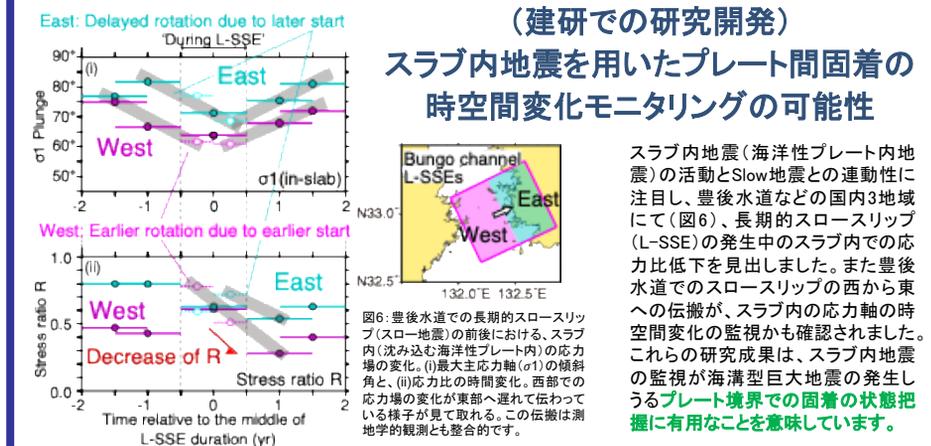
世界における日本のSlow地震学の立ち位置

Slow Earthquakes as of 20 Dec 2025

| Country/Region | 論文数 | 引用回数 |
|----------------|-----|-------|
| United States | 261 | 1,574 |
| Japan | 187 | 1,504 |
| China | 157 | 1,214 |
| France | 92 | 1,133 |
| Spain | 92 | 1,133 |
| Italy | 47 | 714 |
| Canada | 33 | 496 |
| United Kingdom | 30 | 467 |
| India | 22 | 307 |
| Australia | 20 | 277 |
| South Korea | 19 | 274 |
| Germany | 19 | 274 |
| Sweden | 19 | 274 |
| France | 17 | 266 |

2020年から2025年の期間において日本は世界で最もSlow地震関連の論文発表をしました。しかし、発表論文の引用効率は欧米主要国と比べて低く、中国やオーストラリアと同程度に留まります。

未知のSlow地震の観測先取権を確保・維持しつつ、日本の地震学が世界を牽引するには、国際的な活動を叶える大型研究費の獲得、海外との競争に耐える研究活動の支援体制構築が不可欠です。



(建研での研究開発) スラブ内地震を用いたプレート間固着の時空間変化モニタリングの可能性

スラブ内地震(海洋性プレート内地震)の活動とSlow地震との連動性に注目し、豊後水道などの国内3地域にて(図6)、長期的スロースリップ(L-SSE)の発生中のスラブ内の応力比低下を見出しました。また豊後水道でのスロースリップの西から東への伝搬が、スラブ内の応力軸の時空間変化の監視も確認されました。これらの研究成果は、スラブ内地震の監視が海溝型巨大地震の発生しうるプレート境界での固着の状態把握に有用なことを意味しています。

図6: 豊後水道での長期的スロースリップ(スロー地震)の前後における、スラブ内(沈み込む海洋性プレート内)の応力場の変化。(i)最大主応力軸(σ_1)の傾斜角と、(ii)応力比の時空間変化。西部での応力場の変化が東部へ遅れて伝わっている様子が見て取れる。この伝搬は測地学的観測とも整合的です。