

# スラブ内地震、海溝型巨大地震 とスロー地震

国際地震工学センター  
主任研究員 北 佐枝子

# 目次

※理学的基礎研究

## I はじめに

I -1)スロー地震、スラブ内地震と海溝型巨大地震について

I -2)スロー地震とスラブ内地震との連動

## II スラブ内地震、海溝型巨大地震とスロー地震\* -紀伊半島での例-

II -1)解析データと解析領域

II -2)スラブ内地震解析から見えてくるもの

II -2-1)成果のまとめ

II -2-2)スロー地震前後での地震活動の変化

II -2-3)スロー地震前後での応力場の変化

II -2-4)プレート境界の固着の時間変化

II -3)プレート境界地震解析から見えてくるもの

II -3-1)相似地震とスロー地震

II -3-2)小さなスロー地震の発見

## III まとめ

nature communications

[Explore content](#) [About the journal](#) [Publish with us](#)

[nature](#) > [nature communications](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Open Access](#) | [Published: 21 December 2021](#)

**Effects of episodic slow slip on seismicity and stress near a subduction-zone megathrust**

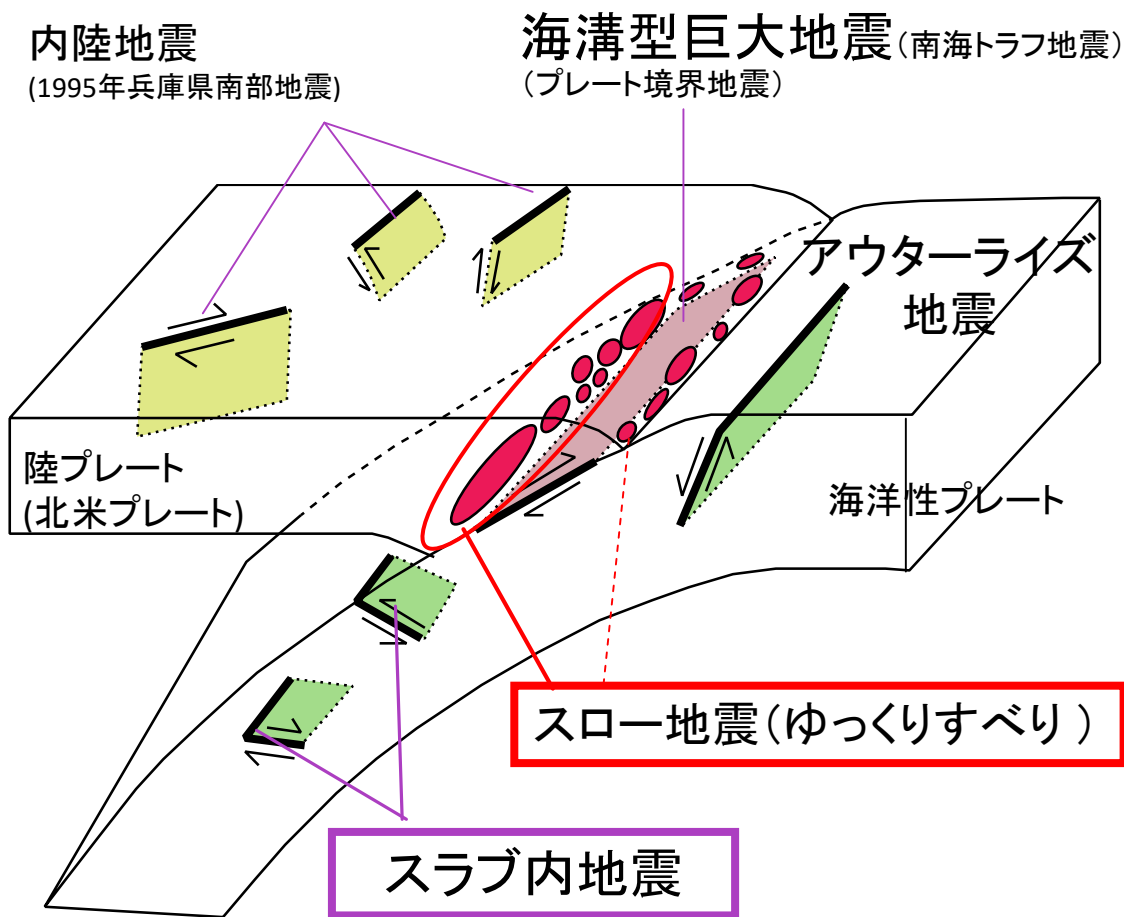
[Saeko Kita](#) , [Heidi Houston](#), [Suguru Yabe](#), [Sachiko Tanaka](#), [Youichi Asano](#), [Takuo Shibutani](#) & [Naoki Suda](#)

[Nature Communications](#) 12, Article number: 7253 (2021) | [Cite this article](#)

\*Kita et al. [2021, Nature Communications]での公表内容

# I はじめに

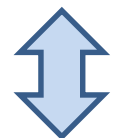
I -1)スロー地震、スラブ内地震と海溝型巨大地震について



ふつうの地震

- ・内陸地震
- ・海溝型地震
- ・アウターライズ
- ・スラブ内地震

瞬間的



スロー地震  
(ゆっくりすべり)

- 継続時間:瞬間的~数年
- すべり量・応力降下量:小

図 日本列島で発生する地震のタイプ(西日本)

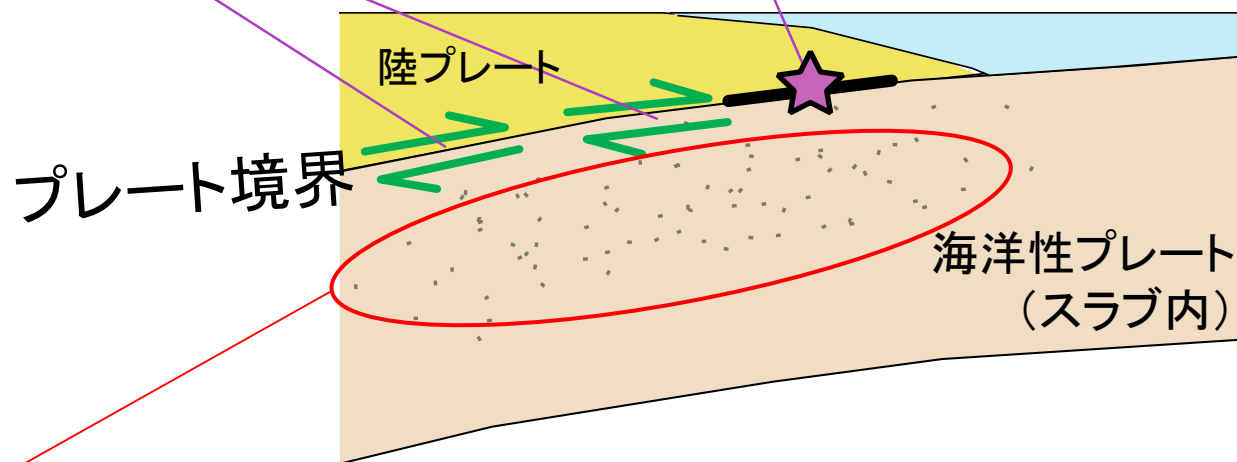
## I-2) スロー地震とスラブ内地震との連動

スロー地震(ゆっくりすべり) = 海溝型巨大地震の準備過程の1つ

連動

詳細な関係メカニズムは不明  
(Han et al. 2014;  
Warren-Smith et al.  
2019)

スラブ内地震



→【研究目的】 スラブ内地震を使い、スロー地震や海溝型巨大地震の準備過程をモニタリングする可能性を探る

## Ⅱ スラブ内地震、海溝型巨大地震とスロー地震 -紀伊半島での例-

### Ⅱ-1) 解析データと解析領域

\*Kita et al. [2021, Nature Communications]

## Ⅱ-1) 解析データと解析領域

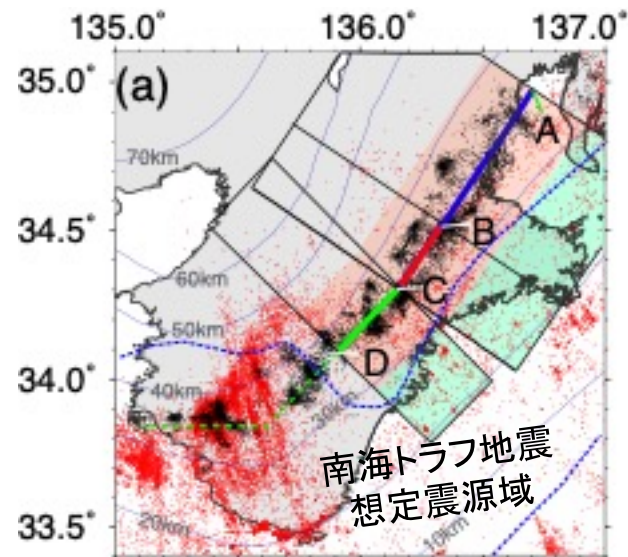
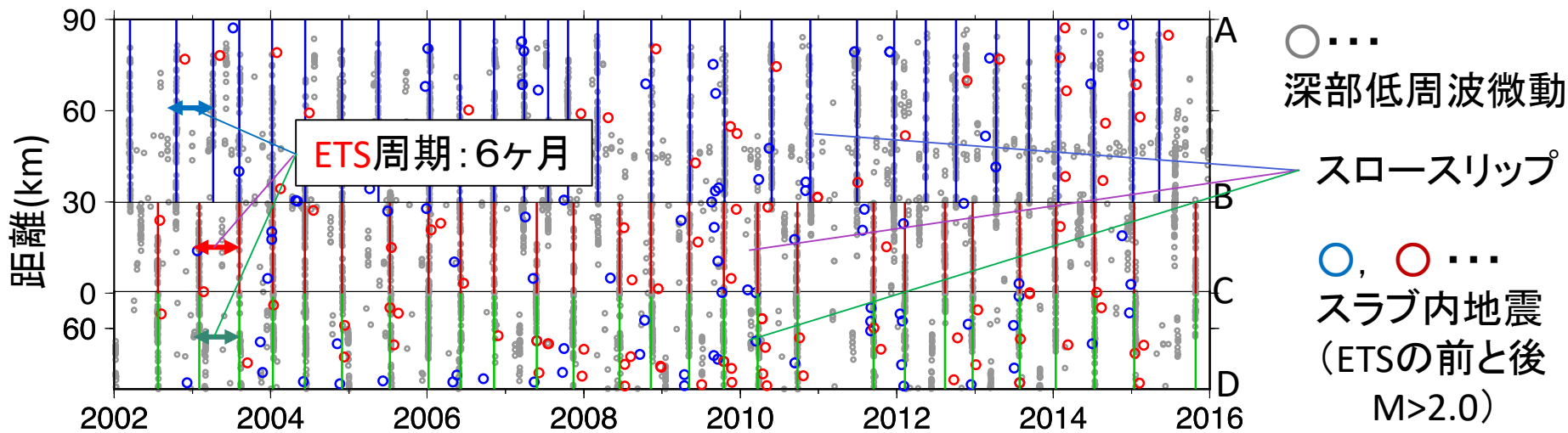
### ●データ(2002年-2019年):

- 震源カタログ(気象庁)
- メカニズム解, 深部低周波微動(防災科研)
- プレート境界の深さ(京都大学防災研)

### ●紀伊半島: 2タイプのスロー地震の同時発生(ETS)

- 深部低周波微動 Episodic Tremor (継続時間: 数分)
- スロースリップ Slow slip (継続時間: 数日)

### ●地震発生の時空間分布(紀伊半島)



↑ 深部低周波微動(黒点)  
スラブ内地震(赤点)  
スロースリップ(赤領域)

○...  
深部低周波微動

スロースリップ

○, ○...  
スラブ内地震  
(ETSの前と後  
M>2.0)

## Ⅱ スラブ内地震、海溝型巨大地震とスロー地震 -紀伊半島での例-

Ⅱ-2) スラブ内地震解析から見えてくるもの

Ⅱ-2-1) 成果のまとめ

Ⅱ-2-2) スロー地震前後での地震活動の変化

Ⅱ-2-3) スロー地震前後での応力場の変化

Ⅱ-2-4) プレート境界の固着の時間変化



Ⅱ-2-1) 成果のまとめ

-スラブ内地震とスロー地震の連動の原因は？-

スラブ内の地震活動の時間変化(次頁)

スロー地震(ゆっくりすべり)前の地震発生数 b値 のピーク

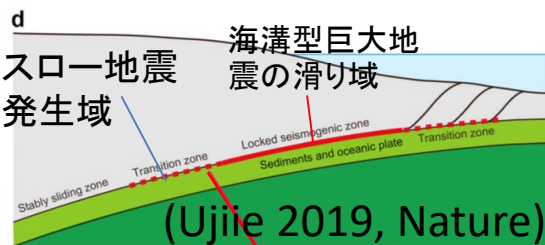
類似

注水実験でのb値・地震発生数の特徴 (Bachmann et al. 2012)

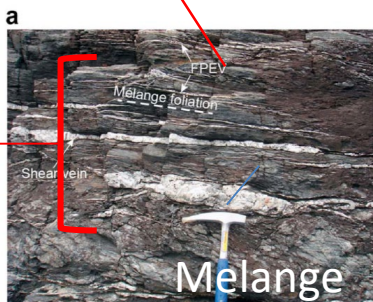
地下構造(地震波速度・減衰構造) (Kita and Matsubara 2014 Audet and Burgmann 2009)

応力場解析(本研究)

古いプレート境界の化石(Melange)



石英脈



検出

(内陸地震の誘発?)

陸プレート(内陸地震発生領域) + プレート境界(海溝型巨大地震震源域)

(小さなゆっくりすべり)

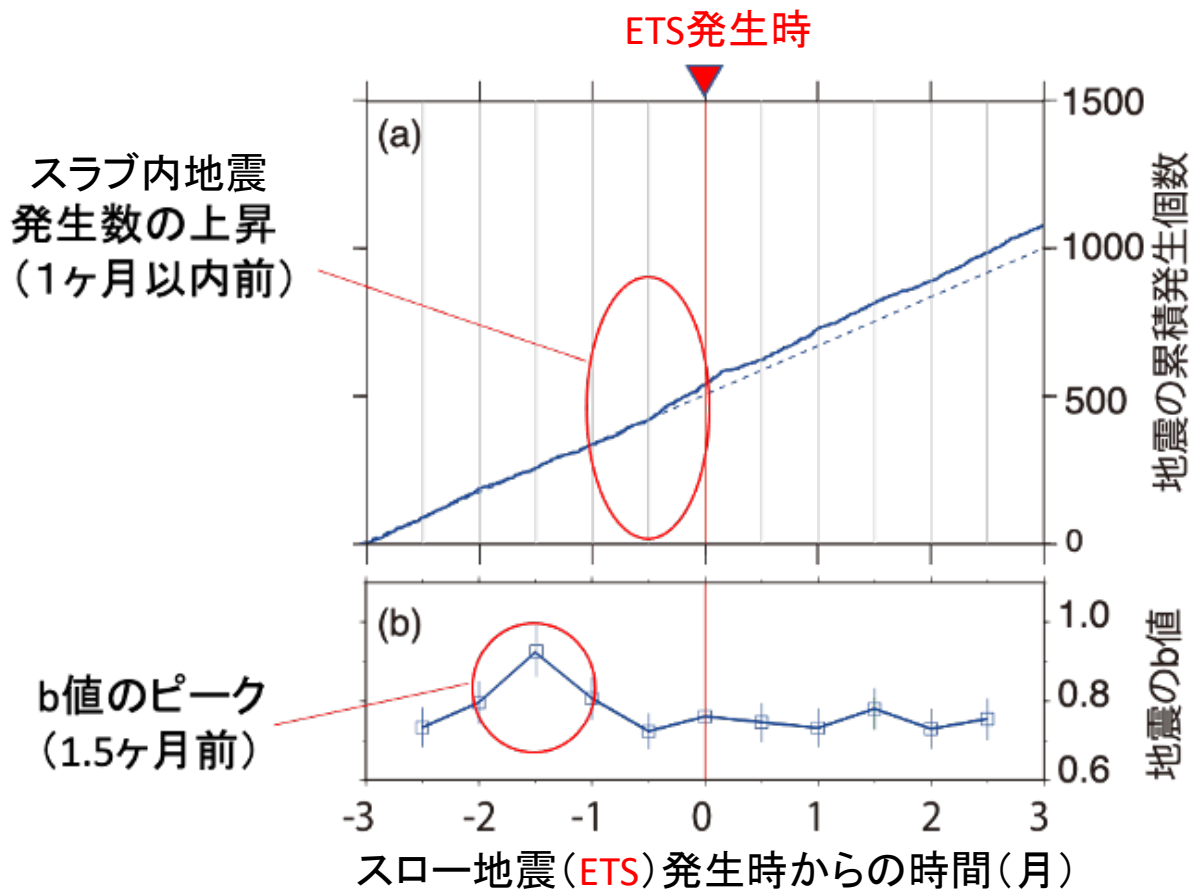
(流体)

地殻流体の動き (スラブ内 ⇔ プレート境界) (スロー地震発生域)

地殻流体の証拠

Ⅱ-2-2) スロー地震(ETS)発生前後の地震活動の変化

\*17年分の観測データを使用



・スロー地震(ETS)発生前:  
スラブ内地震発生数の上昇, b値のピーク

=

地殻流体の動き  
(スラブ内 ⇨ プレート境界)  
(スロー地震発生域)

∴ スイスでの誘発地震(注水実験)での結果(Bachmann et al. 2012) に類似

## Ⅱ-2-3) スロー地震(ETS)発生前後の 応力場の変化\*

\* 下半球投影で表現

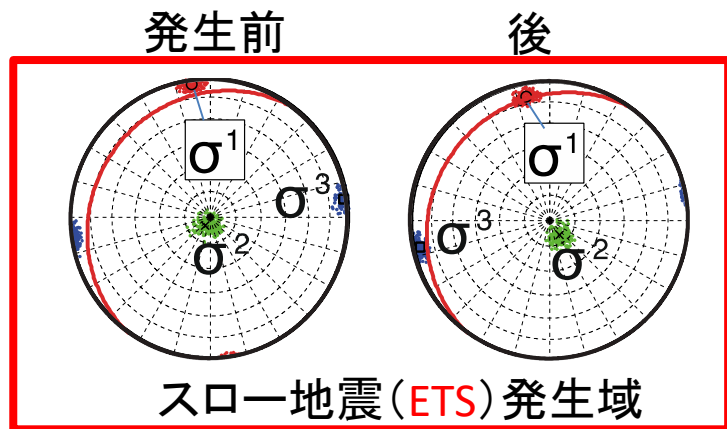
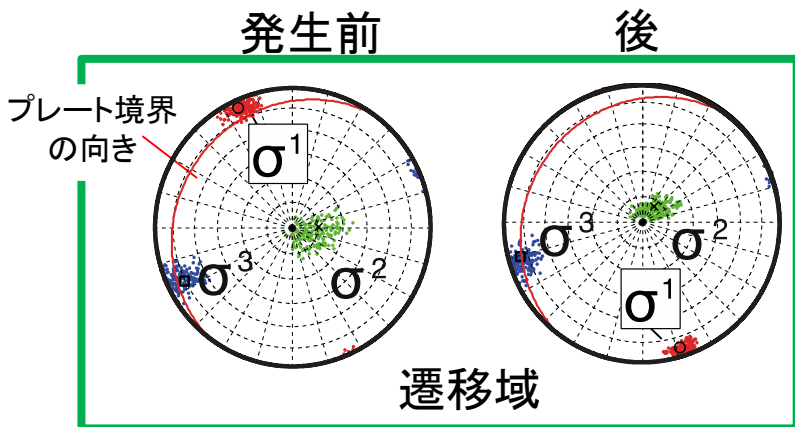
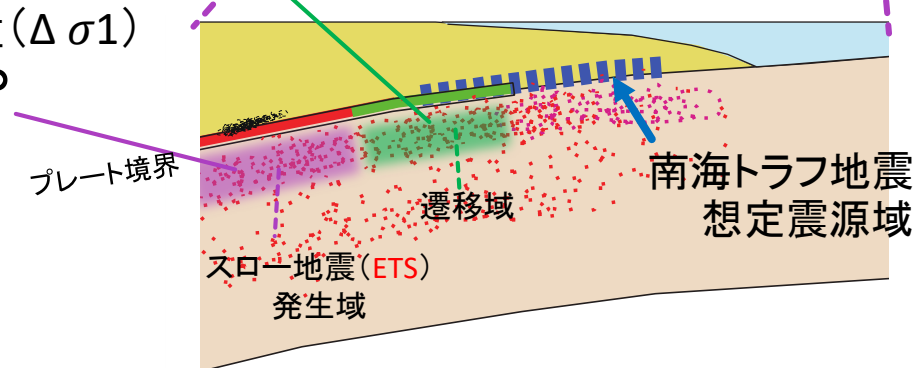
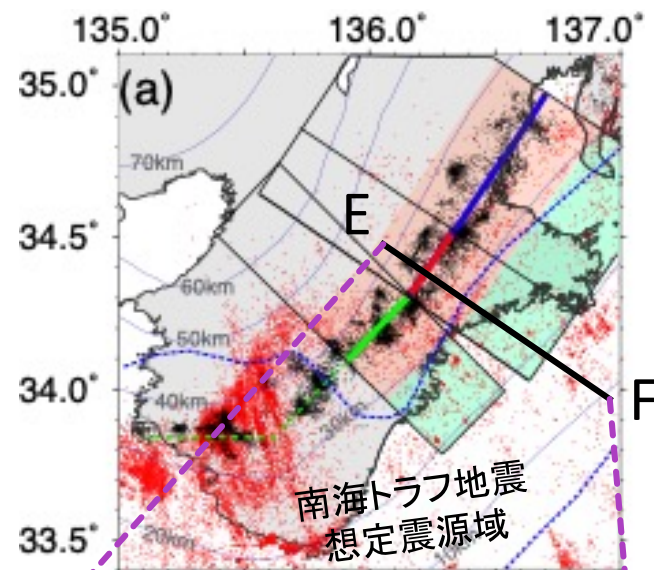


図 ETS前後でのスラブ内での  
応力軸の変化

最大主応力軸  
変化量( $\Delta\sigma_1$ )  
 $\rightarrow 12^\circ$

変化量( $\Delta\sigma_1$ )  
 $\rightarrow 5^\circ$

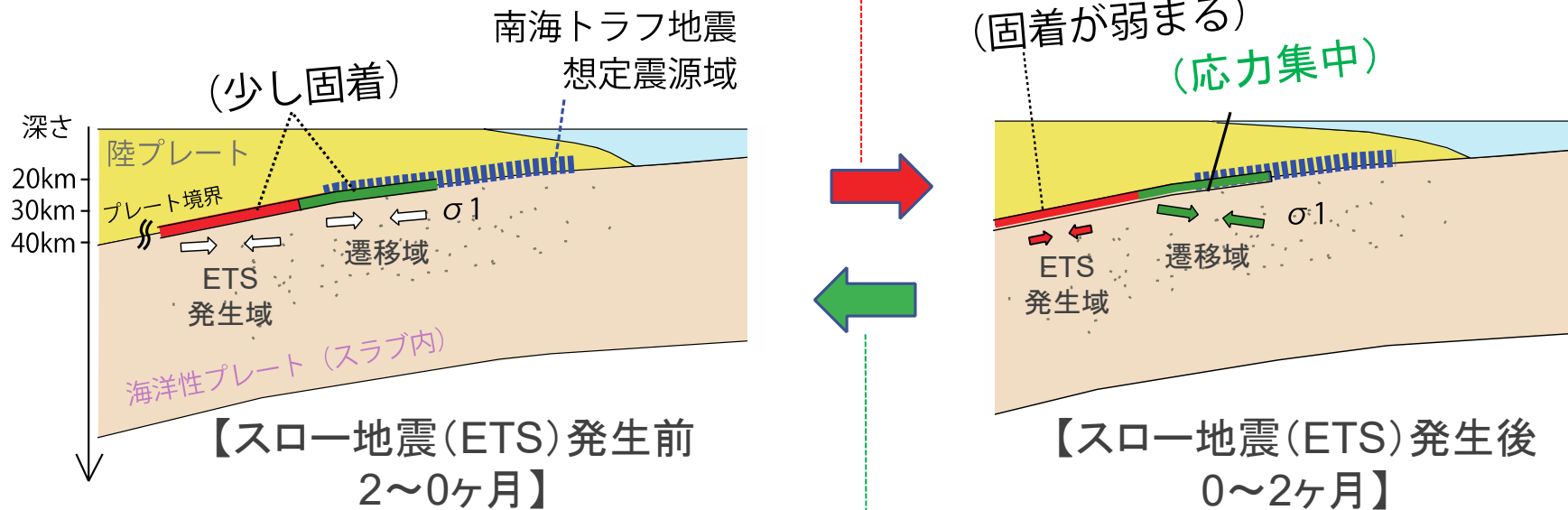


・スロー地震(ETS)発生前後でスラブ内の  
応力軸の変化の空間変化を発見

II-2-4) プレート境界での固着の時間変化

\*スラブ内の応力変化に基づく

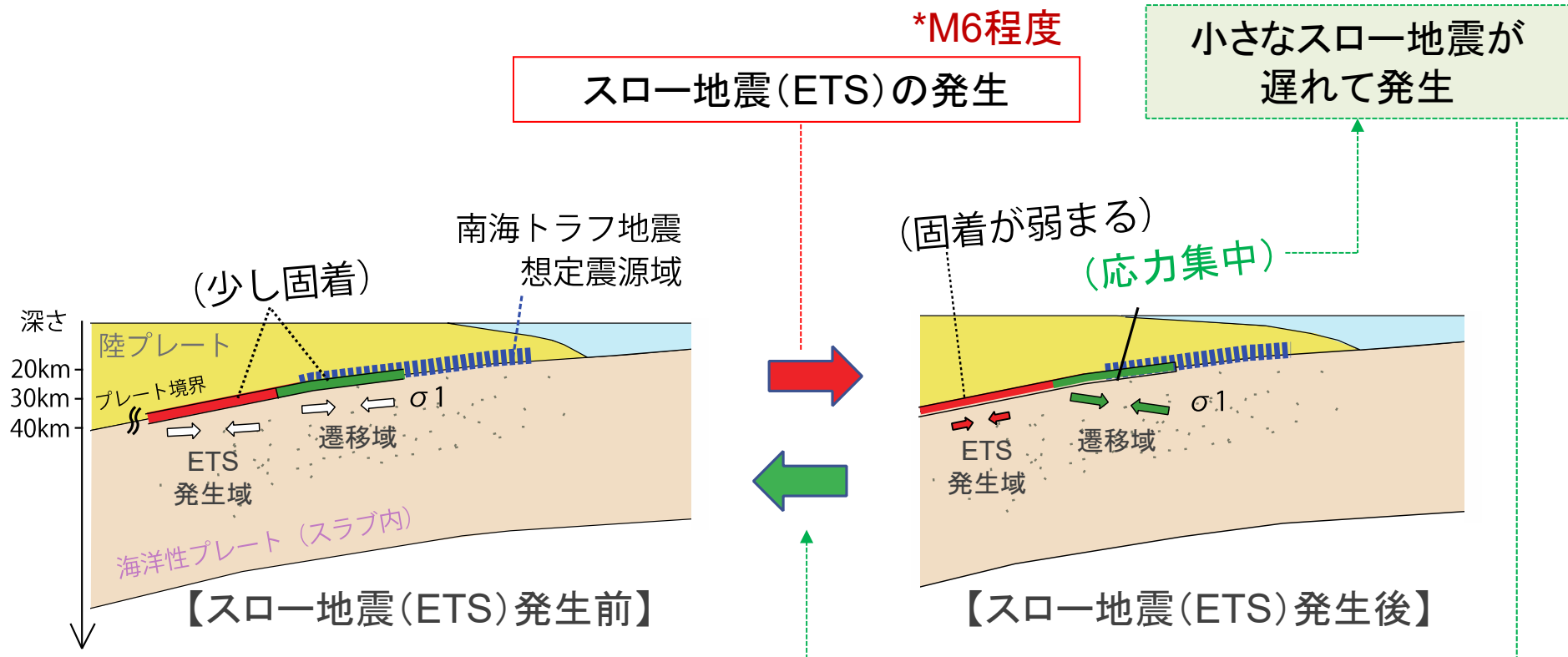
スロー地震(ETS,周期6ヶ月)の発生



(元に戻る機構は?)  
→次頁

II-2-4) プレート境界での固着の時間変化

\*スラブ内の応力変化に基づく



\*プレート境界での微小地震活動 (相似地震解析)より検出(次頁以降)

## Ⅱ スラブ内地震、海溝型巨大地震とスロー地震 -紀伊半島での例-

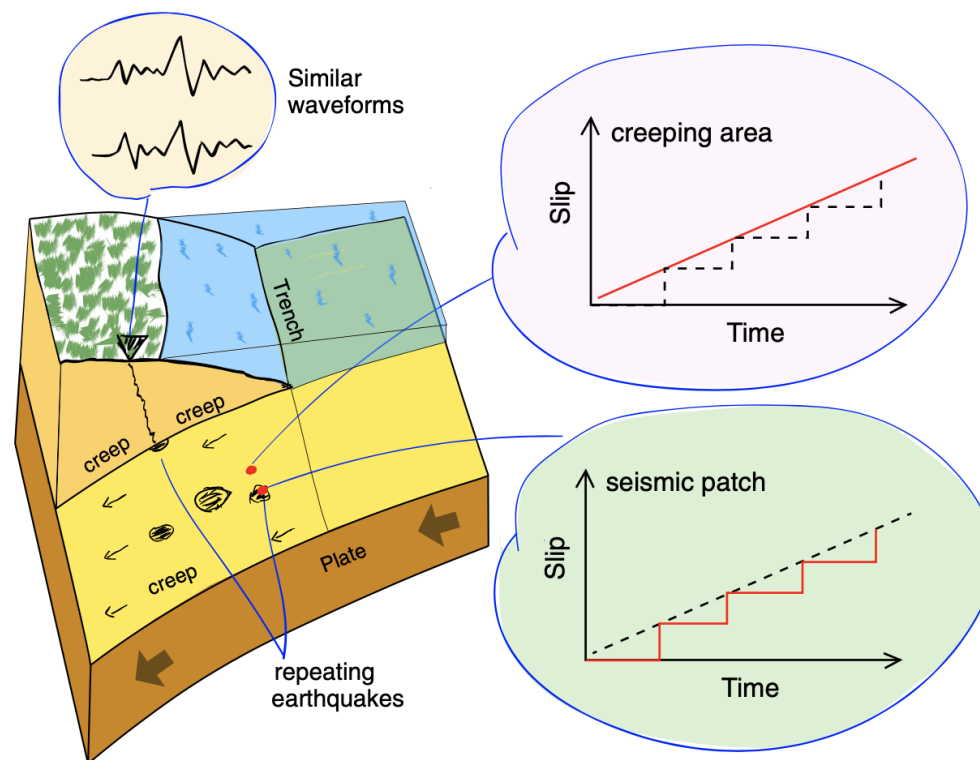
Ⅱ-3)プレート境界地震解析から見えてくるもの

Ⅱ-3-1)相似地震とスロー地震

Ⅱ-3-2)小さなスロー地震の発見

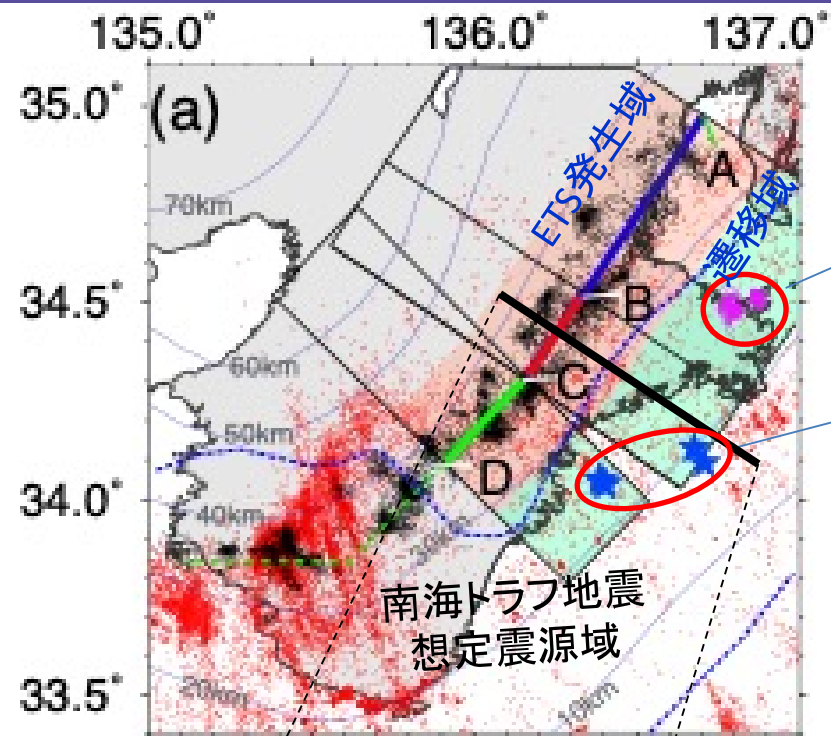
## Ⅱ-3-1) 相似地震とスロー地震

Uchida [2019]

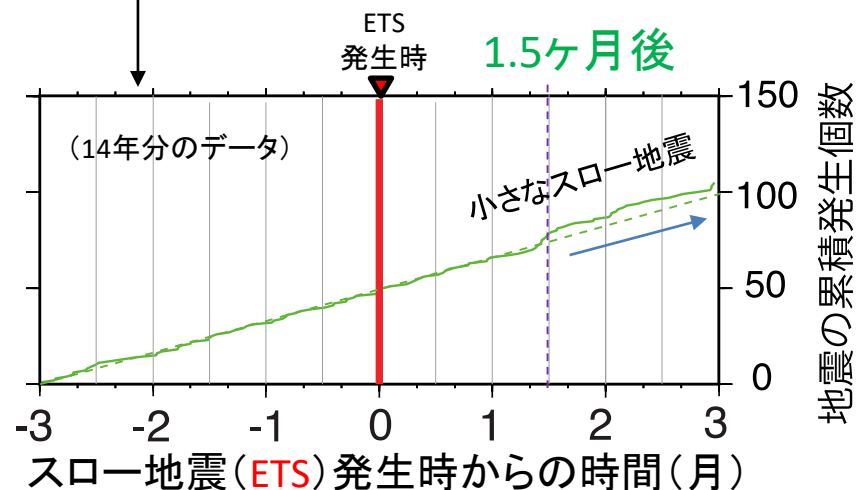


- 相似地震 : 小さなスロー地震のインディケーター

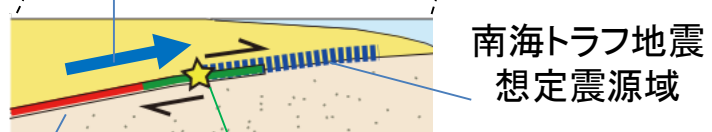
II -3-2) 遷移域での小さなスロー地震の発見



- 相似地震と思われる地震活動 (本研究)
  - 相似地震 (Igarashi 2020)
- 「小さなスロー地震」新たに見つかる



流体の動きが原因?



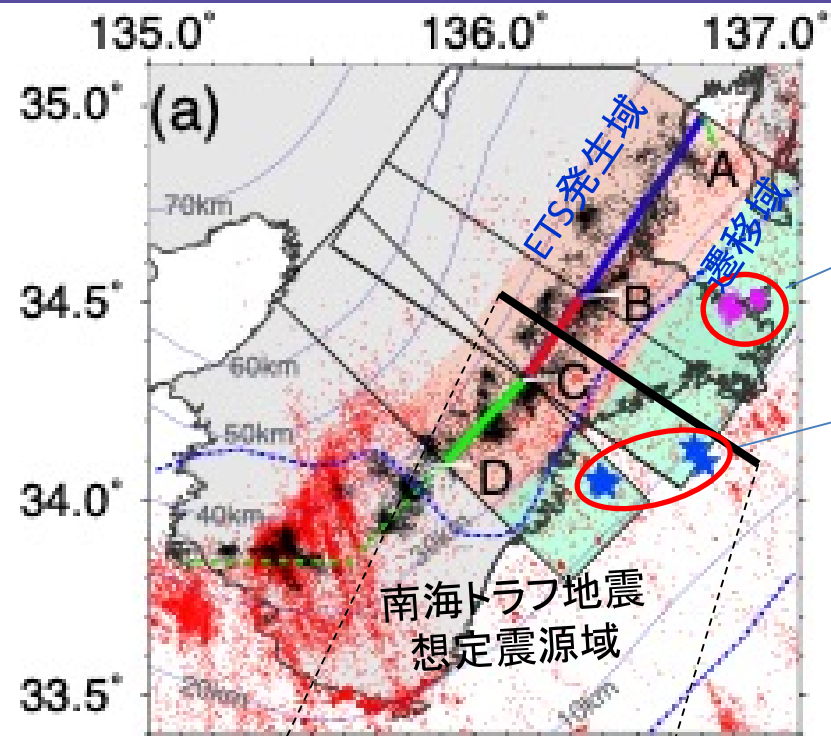
ETS 発生域 (深さ30-40km)

遷移域(深さ20-30km) (小さなスロー地震)

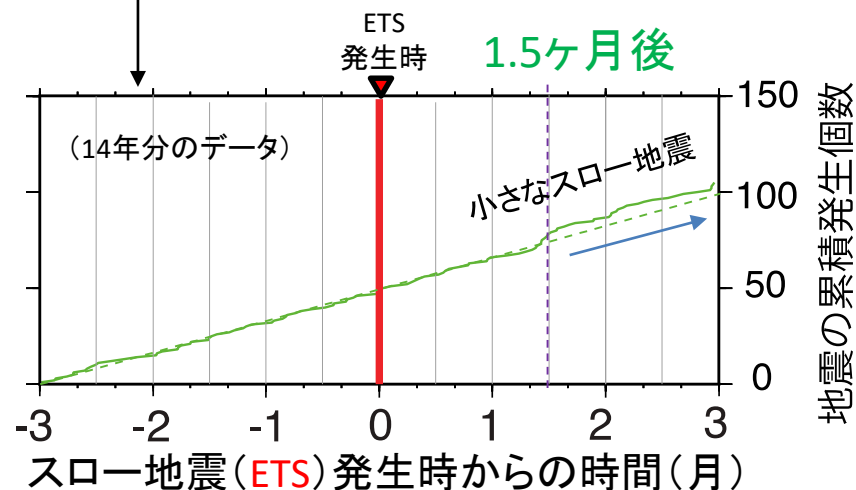
→スロー地震(ETS)の後、遷移域にて **小さなスロー地震**が遅れて発生



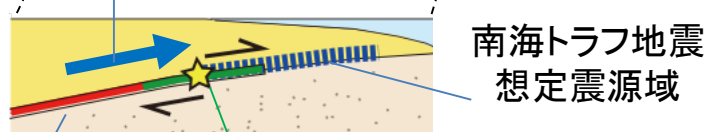
Ⅱ -3-2) 遷移域での小さなスロー地震の発見



- 相似地震と思われる地震活動 (本研究)
  - 相似地震 (Igarashi 2020)
- 「小さなスロー地震」新たに見つかる



流体の動きが原因?



ETS 発生域 (深さ30-40km)

遷移域(深さ20-30km) (小さなスロー地震)

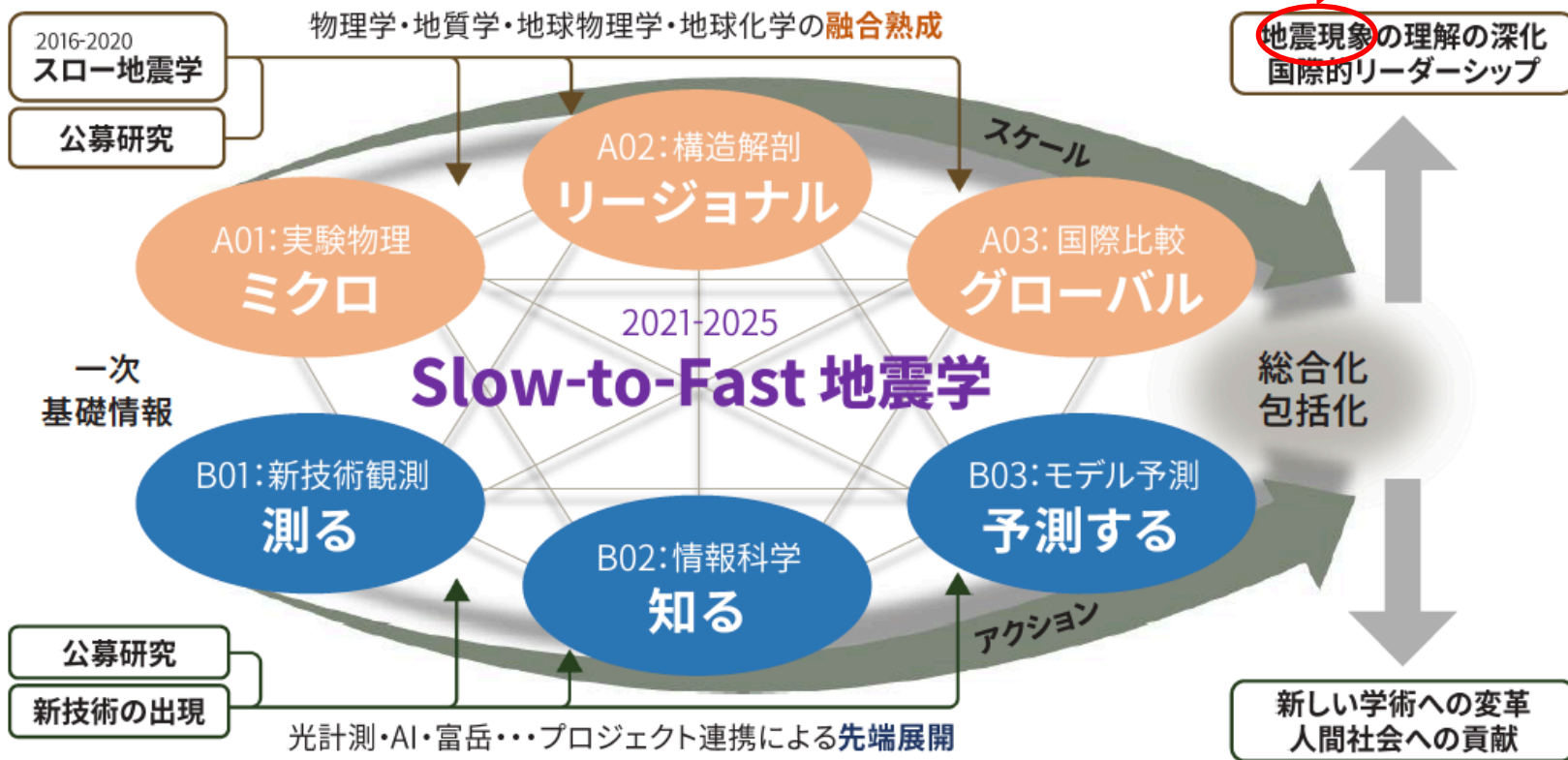
→スロー地震(ETS)の後、遷移域にて **小さなスロー地震**が遅れて発生

→(本研究) 想定震源域の応力蓄積機構を見出した可能性

## (付録) 日本のスロー地震研究の展望

\* 大型科研費・学術変革領域(A)「Slow-to-Fast地震学」が始動

スロー地震&ファスト地震(海溝型巨大地震)

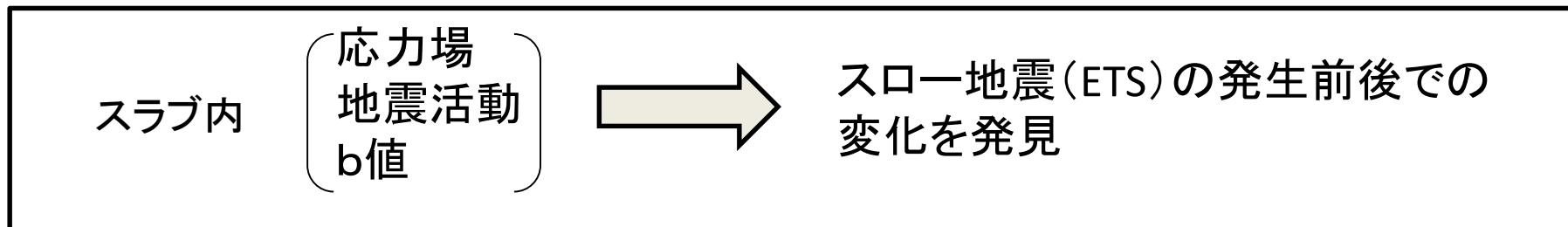


・理学諸分野のみならず、光計測技術、スパコン、AI分野、南紀熊野ジオパークの研究者も参画。

※発表者(北): A02班及びダイバーシティ推進担当として参画

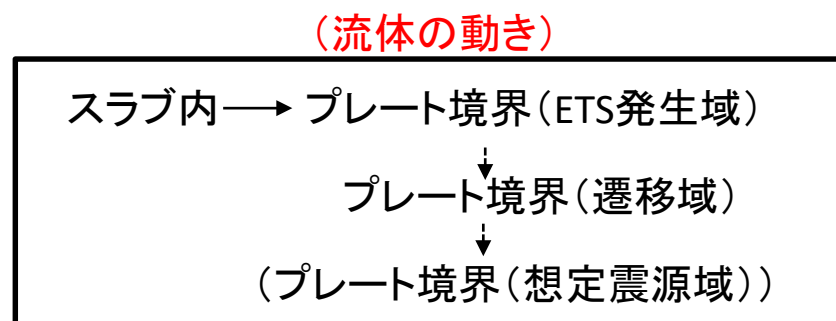
# Ⅲ まとめ

### Ⅲ まとめ

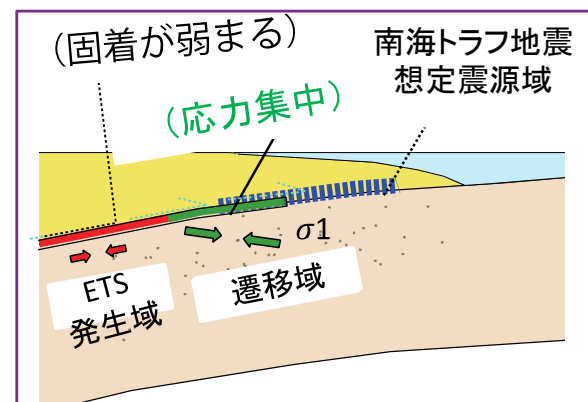
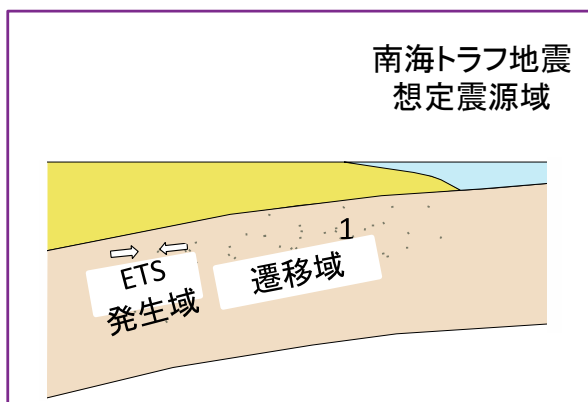


||

①地殻流体の移動が原因  
②ETS発生後に、遷移域での小さなスロー地震の発生



スロー地震(ETS)



小さなスロー地震(遷移域での固着弱化+ 想定震源域での応力蓄積)