

# 日本の海底地形と津波

戎崎（理研）

# パルー地震の津波

- 2018年9月28日10:02 (UTC)  
Mw~7.5 : **横ずれ断層**
- スラワシ島パルーに津波で大被害  
死者2018人、特定できた行方不明者1309人
- **大規模な地滑り（地上）が発生**  
被害地域：計5平方キロ以上  
傾き：1度程度の斜面  
水平移動：1キロ以上
- **海底地滑りによる津波**  
今村他2018 東北大学災害科学国際研究所



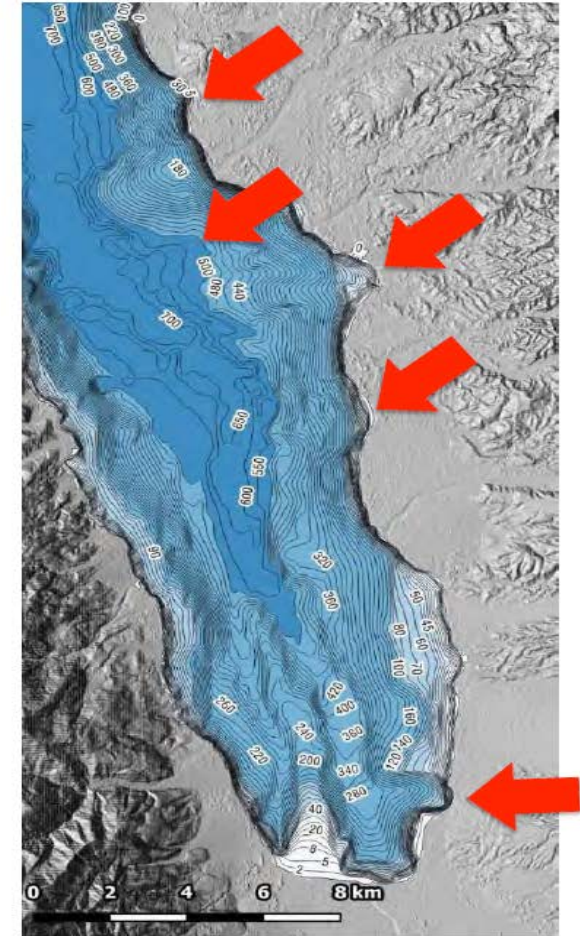
# 海底地形に 過去の地すべり跡

今村他 2018

[http://irides.tohoku.ac.jp/topics\\_disaster/2018sulawesi-eq.html](http://irides.tohoku.ac.jp/topics_disaster/2018sulawesi-eq.html)

地形から見る過去の  
海底地滑り(痕跡  
形状)  
今村解釈

Sotris Valcaniotis and  
BIG  
<http://www.big.go.id/>



# On Land Slide

Why Sulawesi's tsunami is puzzling scientists

By Jonathan Amos

BBC Science Correspondent

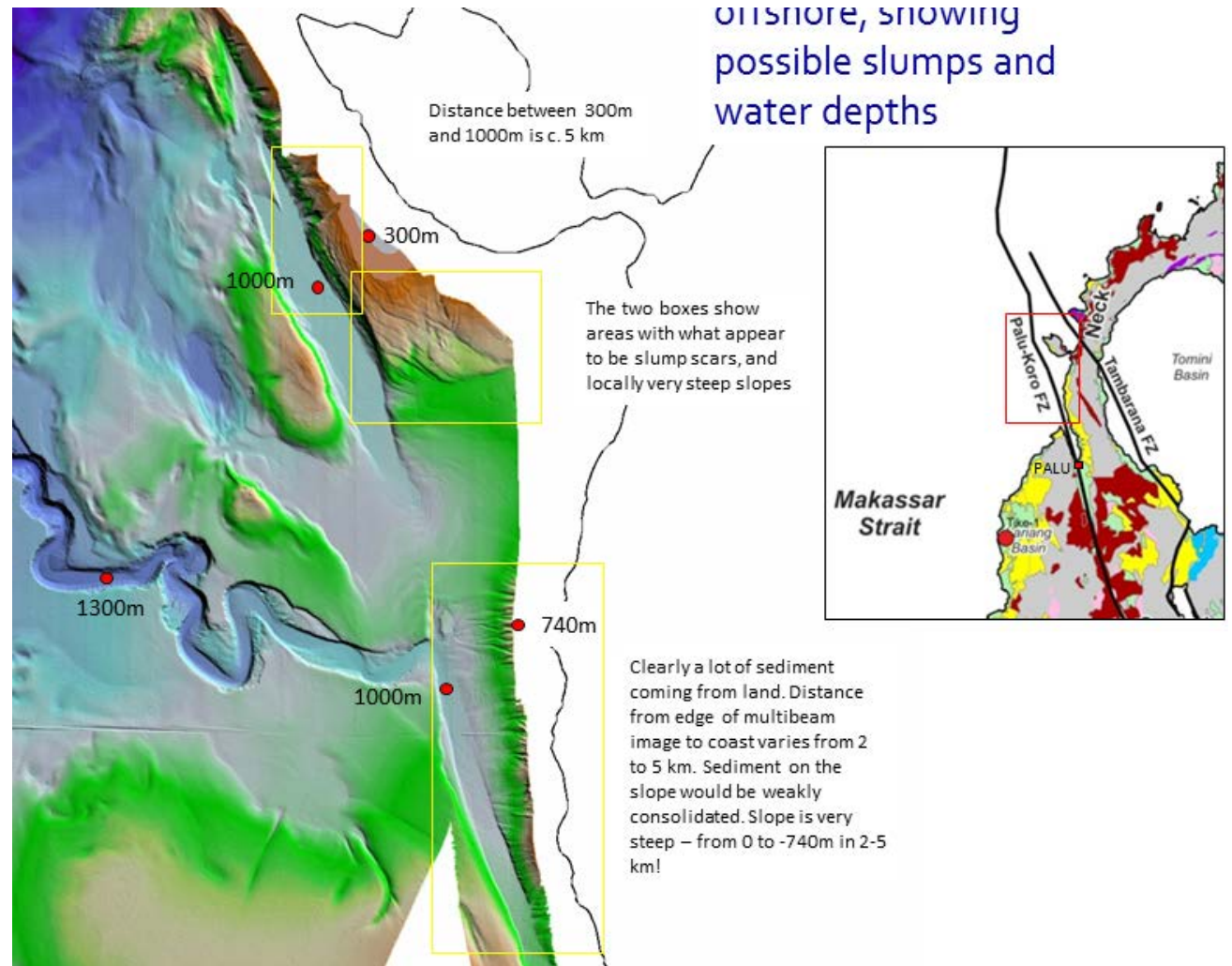
1 October 2018

My first calculation of the seafloor deformation in the earthquake are 49cm," said Dr Mohammad Heidarzadeh, an assistant professor of civil engineering specialist in coastal engineering at Brunel University in the UK.

"From that you might expect a tsunami of less than one meter, not six meters. So something else is happening. So the two speculations are legitimate - the submarine landslide and the funneling caused by the bay."



# Palu-Kuro fault



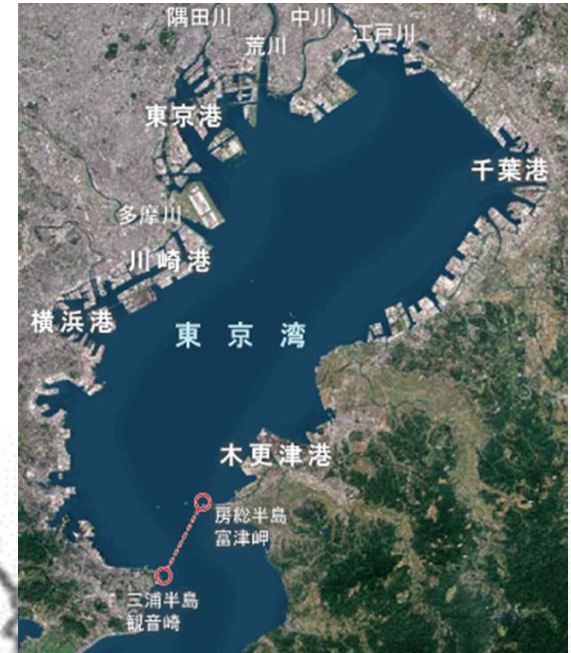
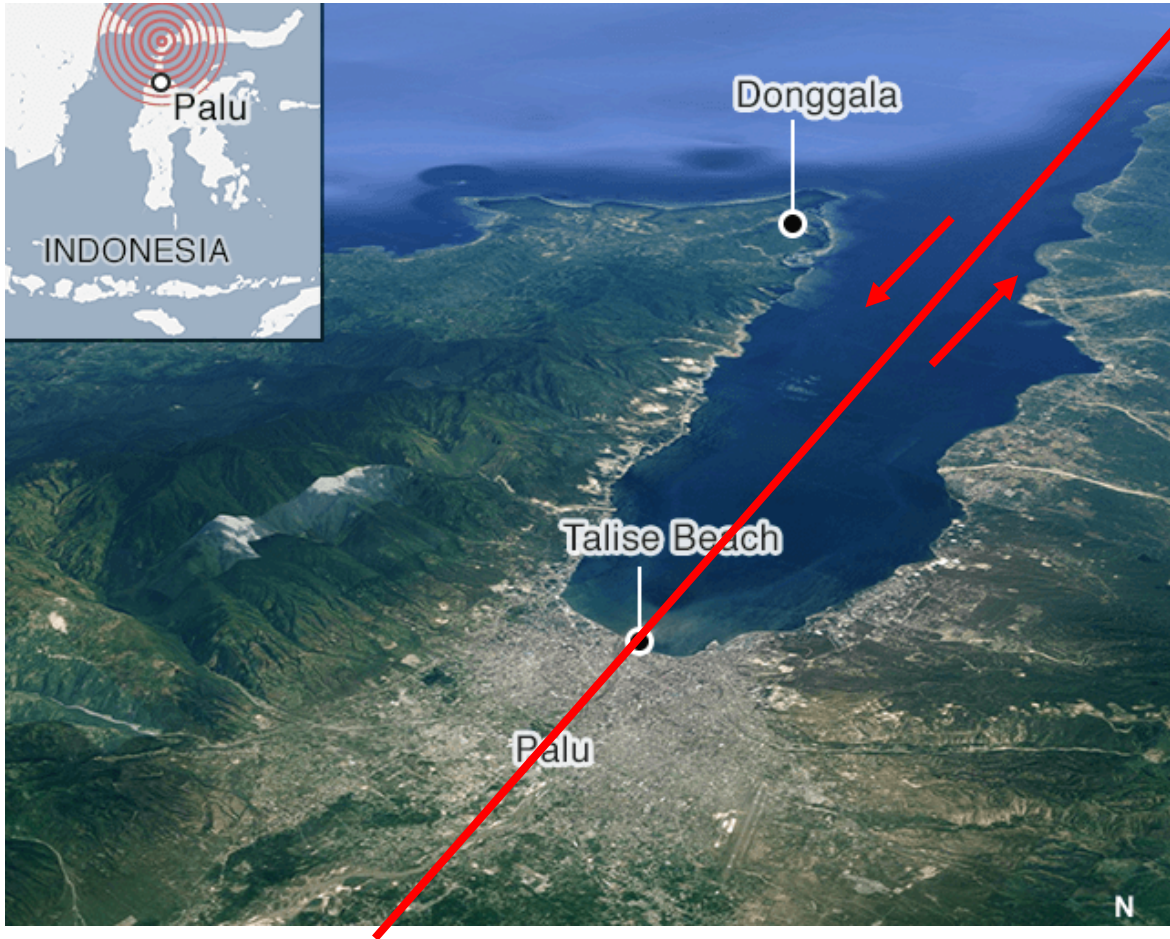
# パルーと東京の類似性

湾奥に位置している

大水量河川による分厚い軟弱堆積層

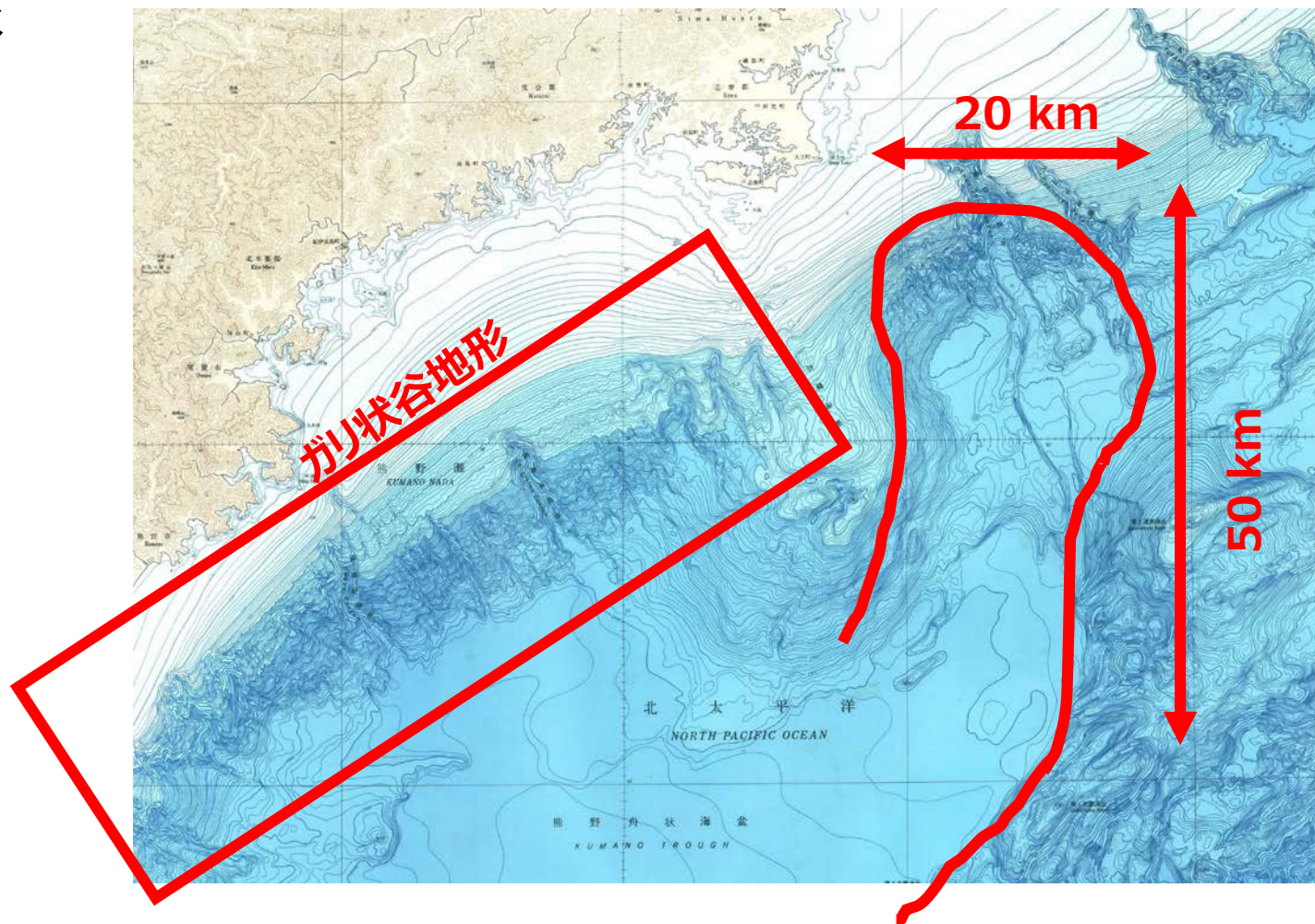
湾内の海底地滑りによる津波

デルタ地帯における広域地すべり



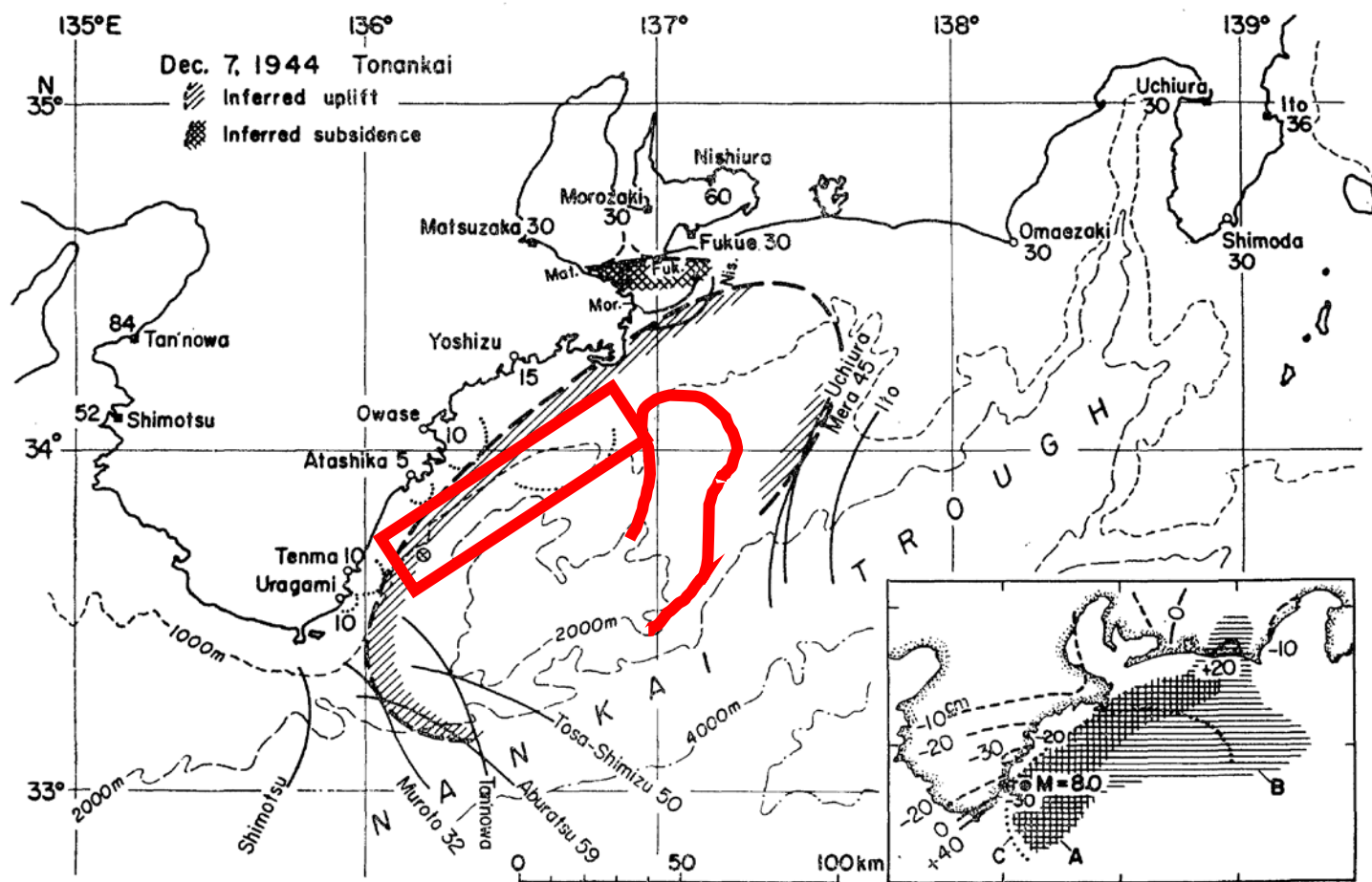
# 熊野灘の地滑り地形

- 伊良湖水道口（南方）
- 熊野灘ガリ状谷地形



# 1944東南海地震 津波の波源域

- 地滑り地形に一致
- 地滑りモデルと検潮計記録との照合



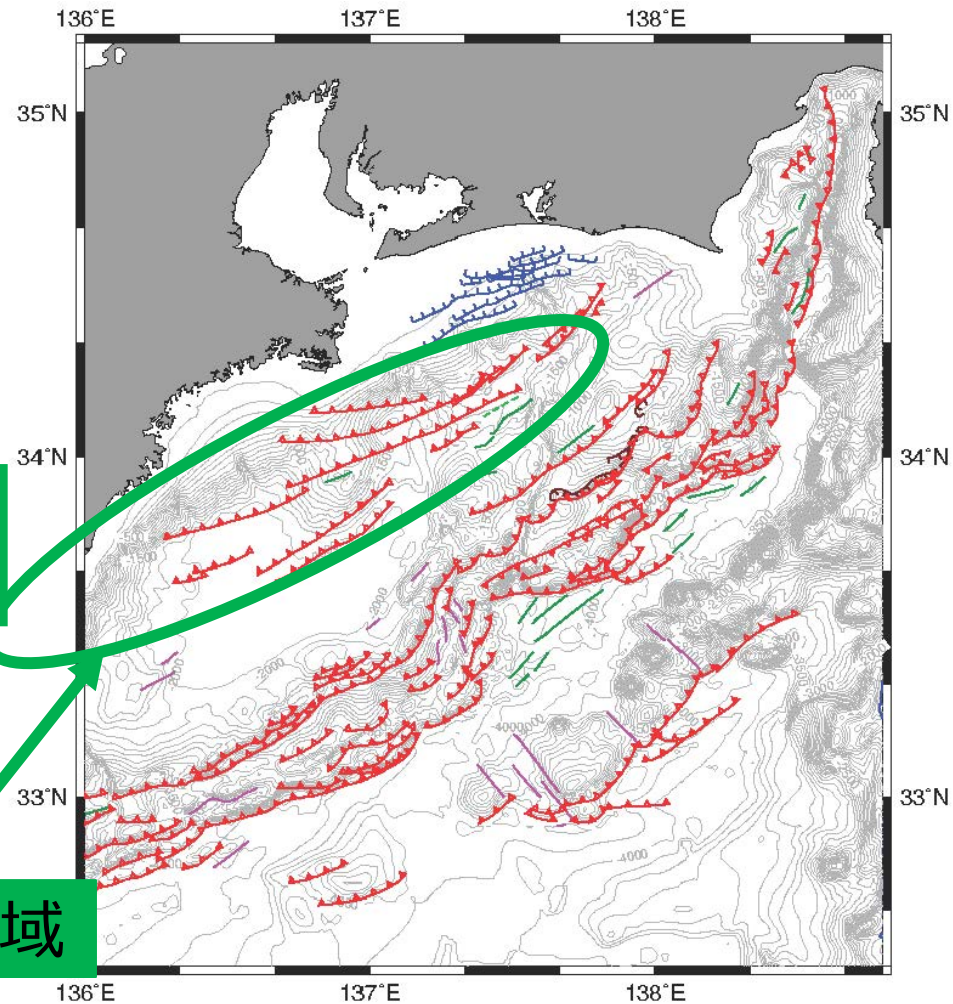
羽鳥1974、地震、27、10-24



# 遠州灘

- 海溝軸に平行な断層系
  - 海溝陸側斜面 (水深2000-4000m)  
逆断層
  - 大陸棚縁 (水深1000-2000m)  
逆断層
  - 湾口堆積帯 (水深<500m)  
正断層

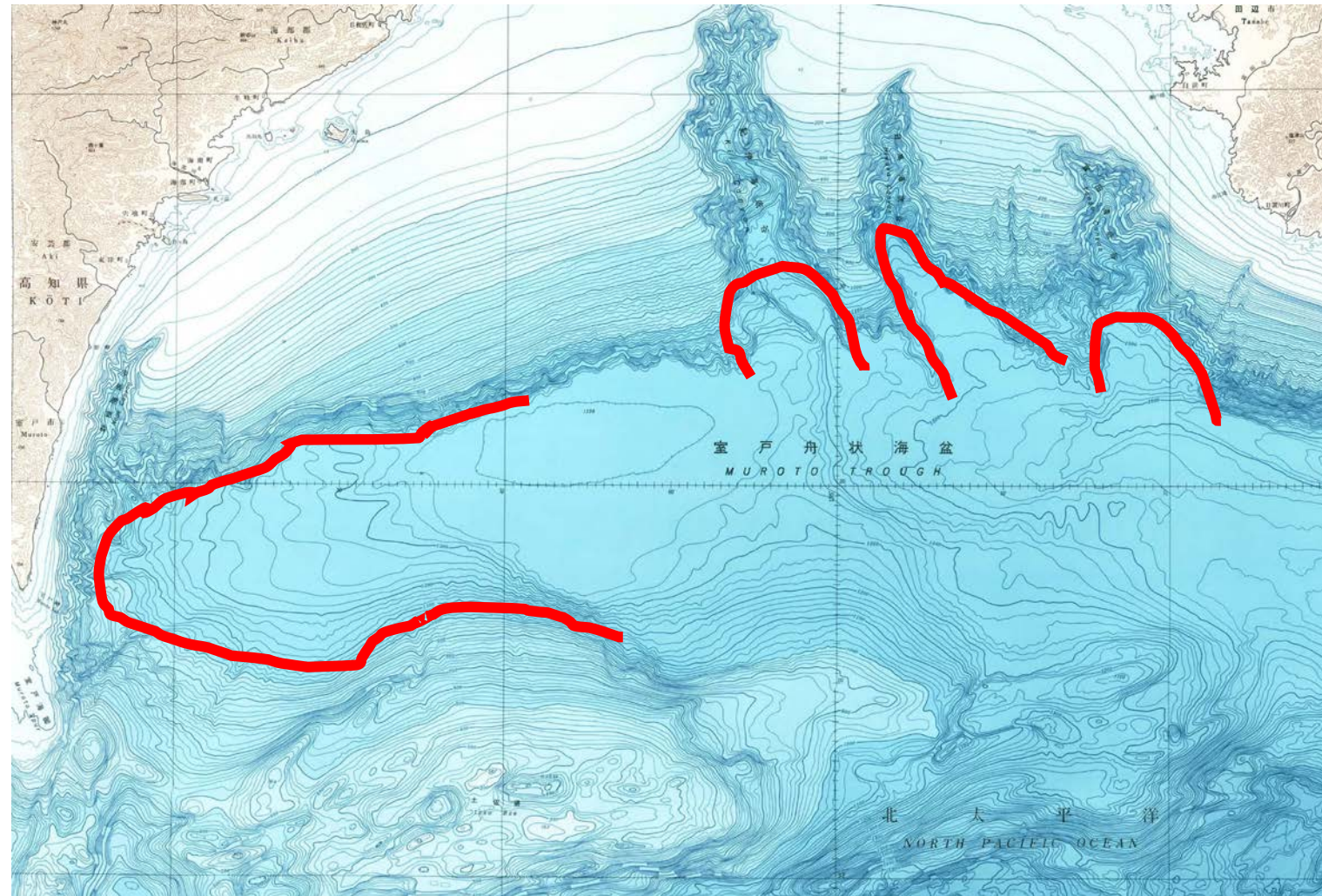
地滑り地帯・津波波源域



徳山他2001年「日本周辺海域中新世末期以降構造  
発達史」、海洋調査技術、13巻、27-51

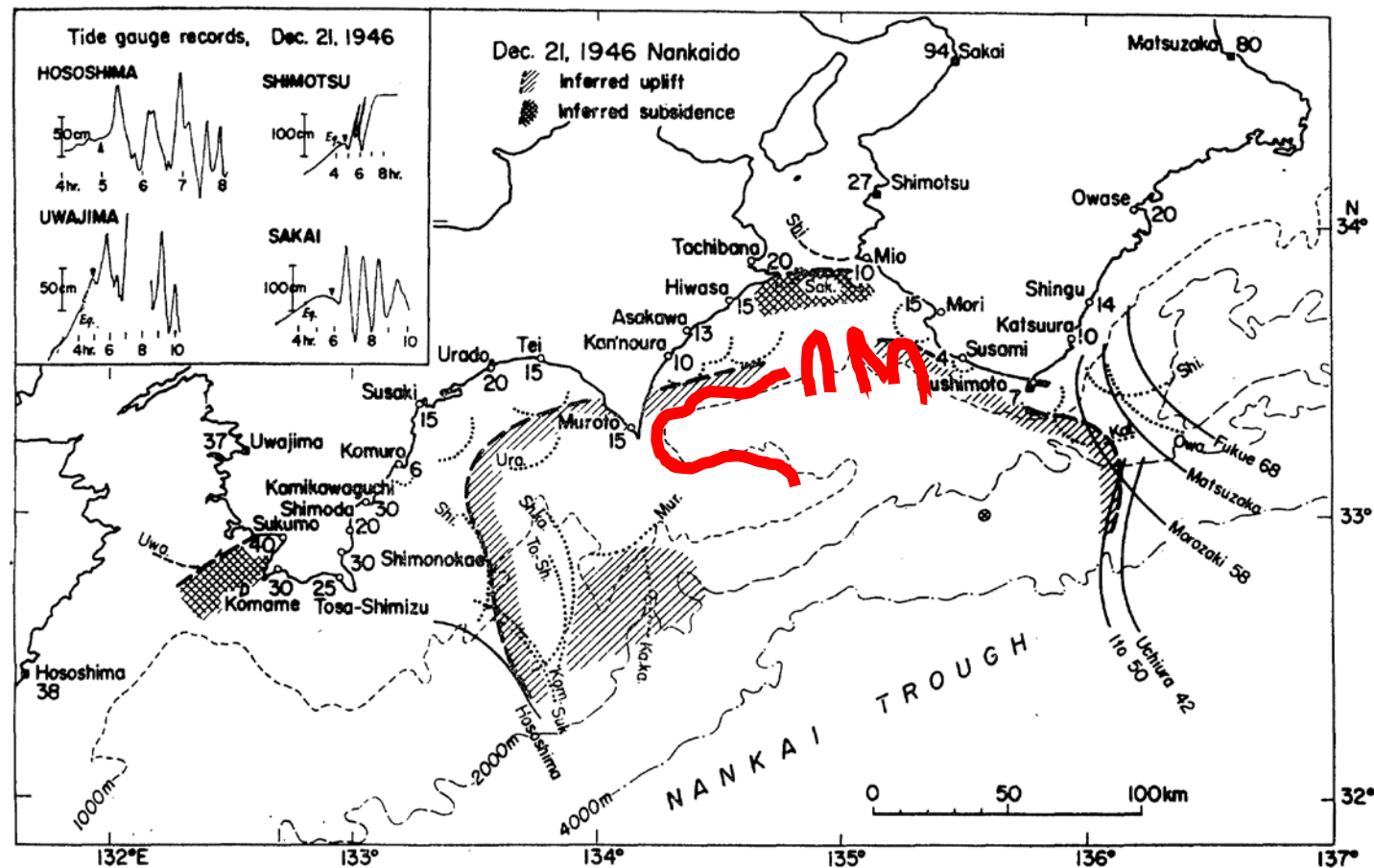
# 紀伊水道地滑り地形

- 室戸岬東方沖
- 紀伊海底谷口
- 日高海底谷口
- 富田海底谷口



# 1946南海地震 津波の波源域

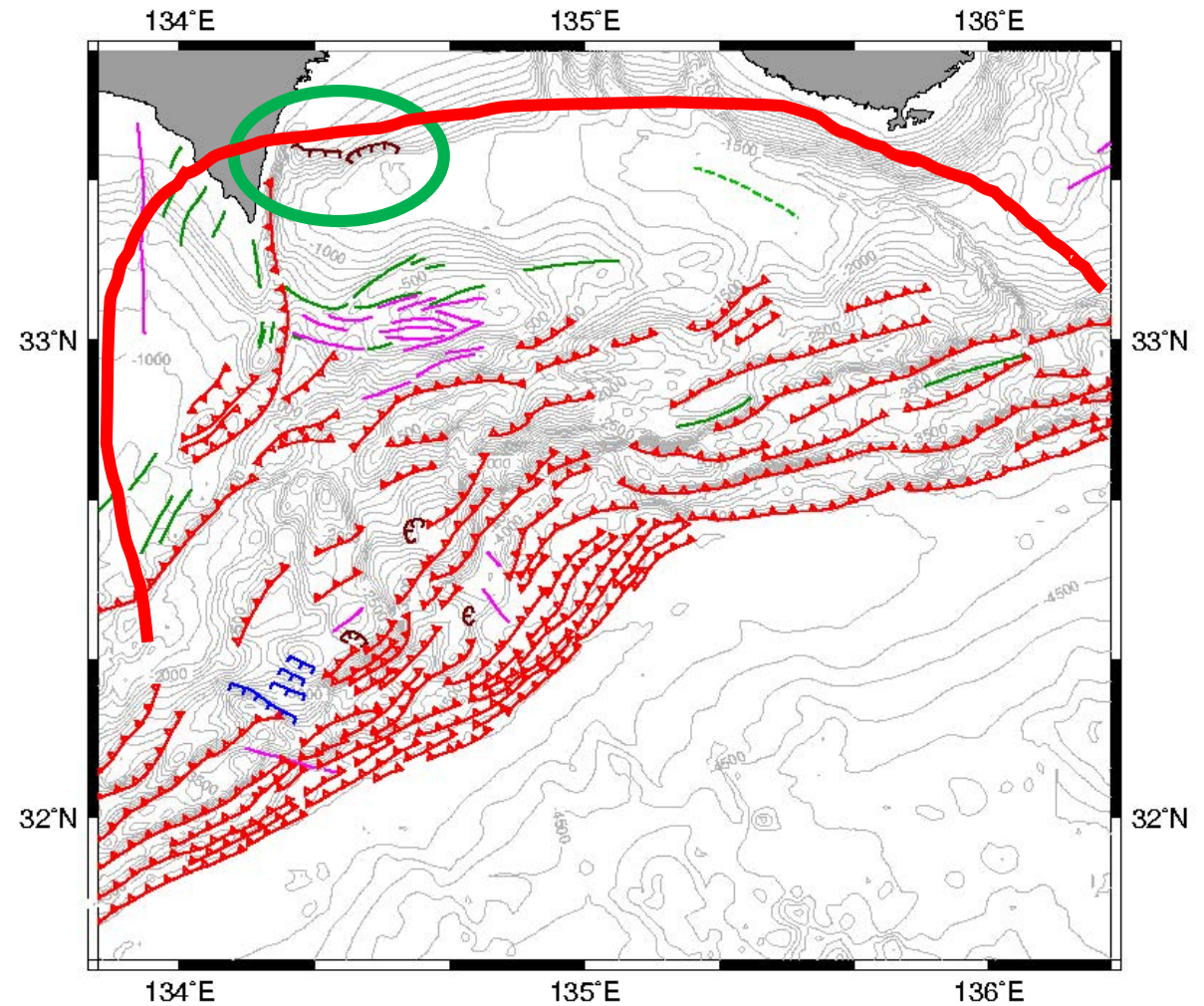
- 地滑り地形を含む
- 地滑りモデルと検潮計記録との照合



羽鳥1974、地震、27、10-24

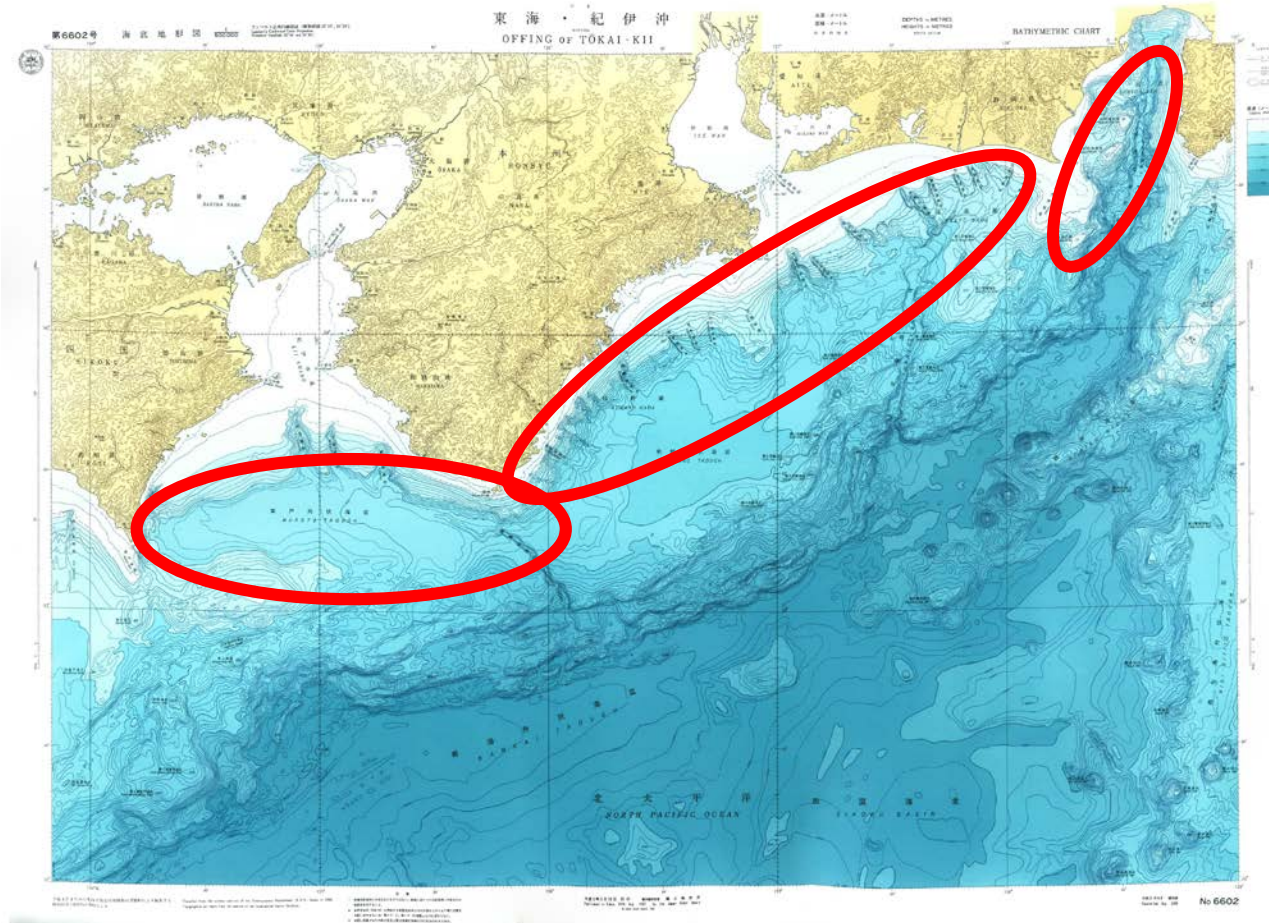
# 紀伊水道

- 室戸岬東方沖に地滑り地形が同定されている
- 3つの海底谷構造も同様ではないか？



徳山他2001年「日本周辺海域中新世末期以降構造  
発達史」、海洋調査技術、13巻、27-51

# 東南海海底地形図



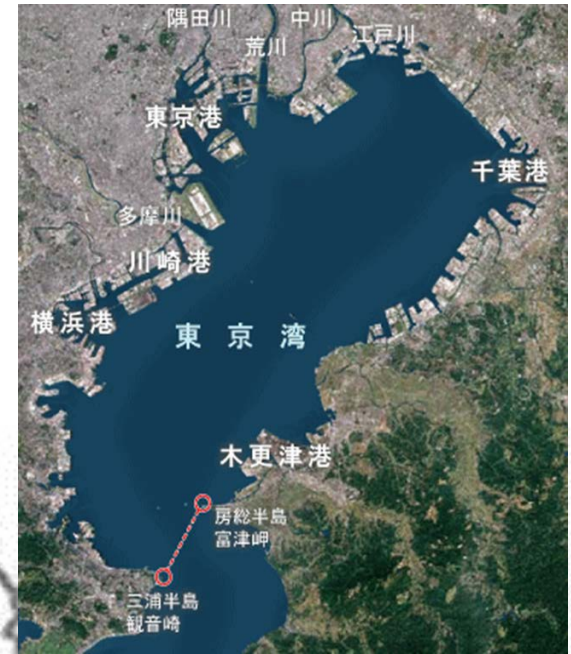
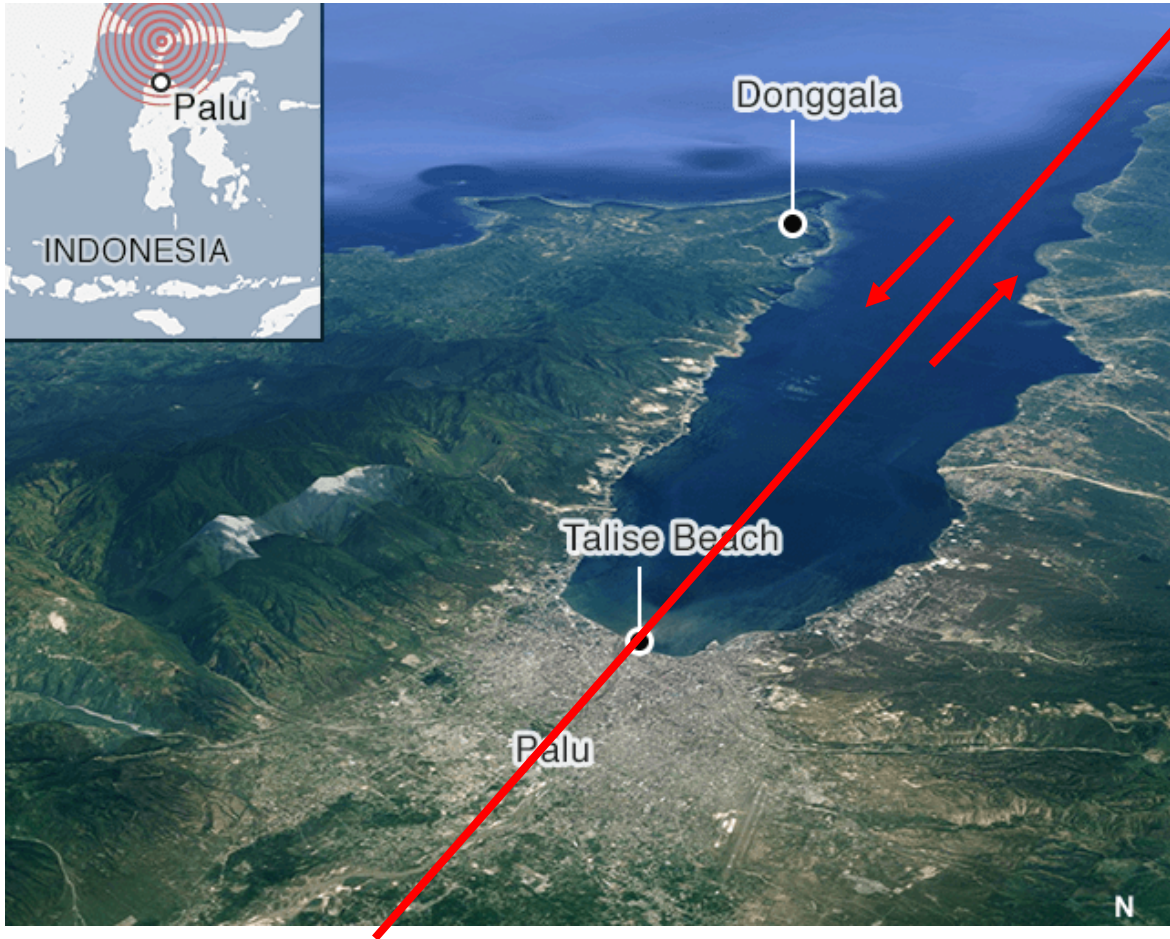
# パルーと東京の類似性

湾奥に位置している

大水量河川による分厚い軟弱堆積層

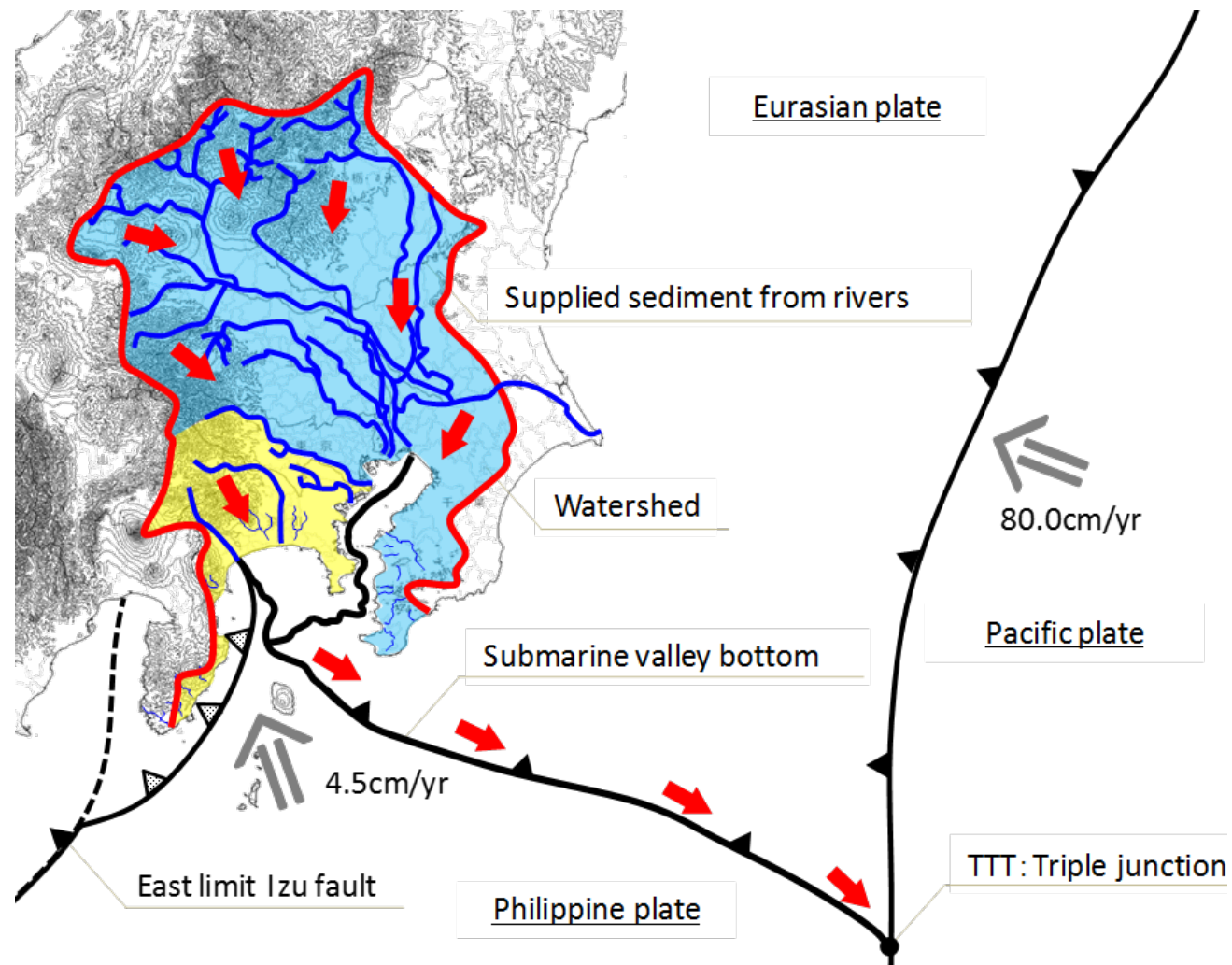
湾内の海底地滑りによる津波

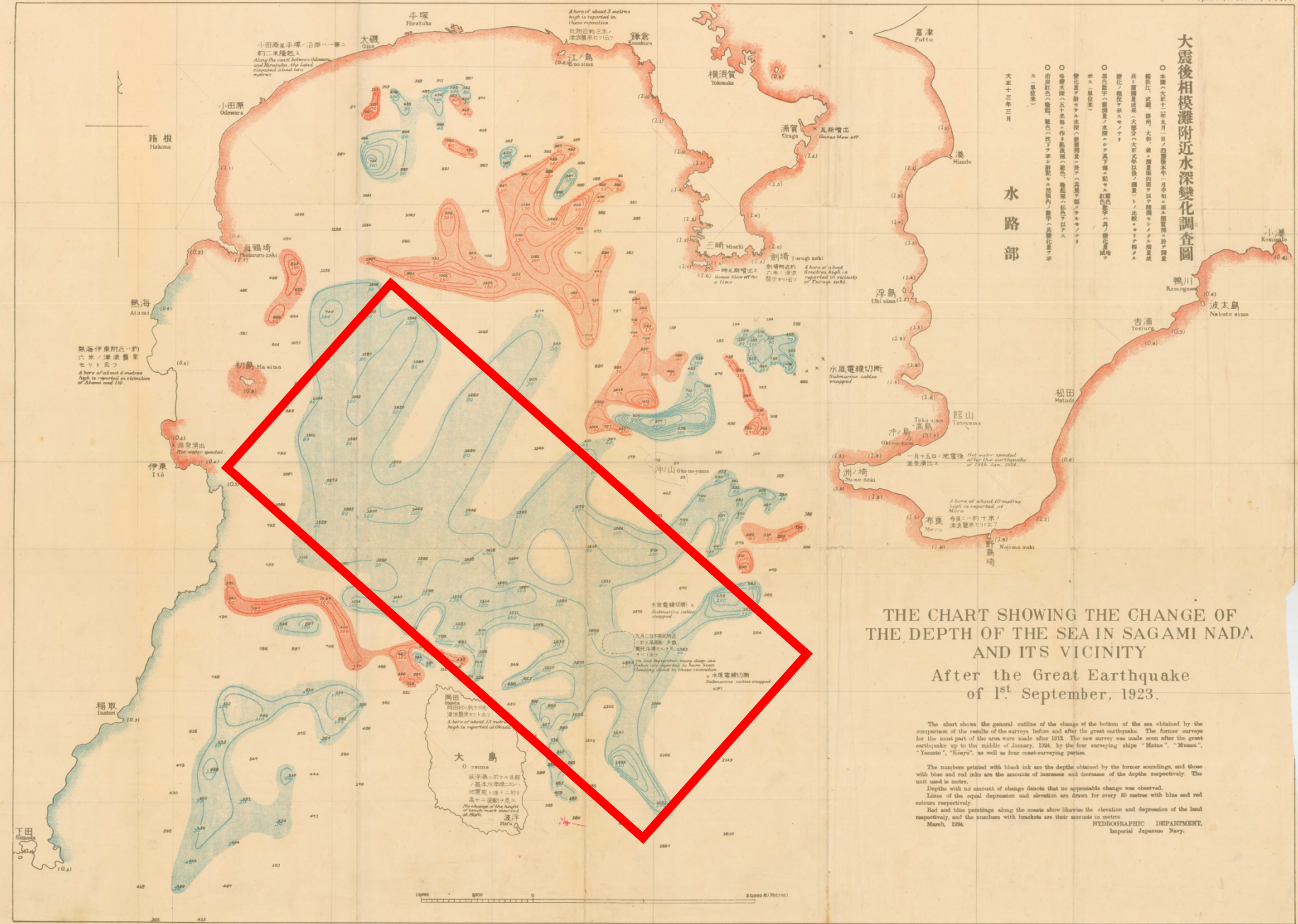
デルタ地帯における広域地すべり



# 東京

- 関東一円の土砂が東京湾口部・相模湾に集中
- 湾口から急傾斜
  - 相模トラフに接続
  - 千葉沖三重点
- 1923関東地震
  - 相模湾・東京湾口部で海底地滑り
  - 小川1924





大震後相模灘附近水深變化調査圖

○ 本圖は一九二三年九月一日の地震前後の水深調査の結果を示すものである。○ 調査は、地震前、大正十三年四月から五月にかけて、四隻の調査船「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」により行われ、地震後、大正十三年九月から十月にかけて、四隻の調査船「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」により行われた。○ 本圖は、地震前後の水深調査の結果を示すものである。○ 調査は、地震前、大正十三年四月から五月にかけて、四隻の調査船「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」により行われ、地震後、大正十三年九月から十月にかけて、四隻の調査船「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」、「美濃丸」により行われた。

水路部

THE CHART SHOWING THE CHANGE OF THE DEPTH OF THE SEA IN SAGAMI NADA AND ITS VICINITY After the Great Earthquake of 1<sup>st</sup> September, 1923.

The chart shows the general outline of the change of the bottom of the sea obtained by the comparison of the results of the surveys before and after the great earthquake. The former surveys for the most part of the area were made after 1913. The new survey was made soon after the great earthquake up to the middle of January, 1924, by the four surveying ships "Mitsui", "Mitsui", "Yamato", "Kure", as well as four coast-surveying parties.

The numbers printed with black ink are the depths obtained by the former soundings, and those with blue and red inks are the amounts of increase and decrease of the depths respectively. The unit used is meters.

Depths with no amount of change denote that no appreciable change was observed.

Lines of the equal depression and elevation are drawn for every 50 meters with blue and red colors respectively.

Red and blue paintings along the coasts show likewise the elevation and depression of the land respectively, and the numbers with brackets are their amounts in meters.

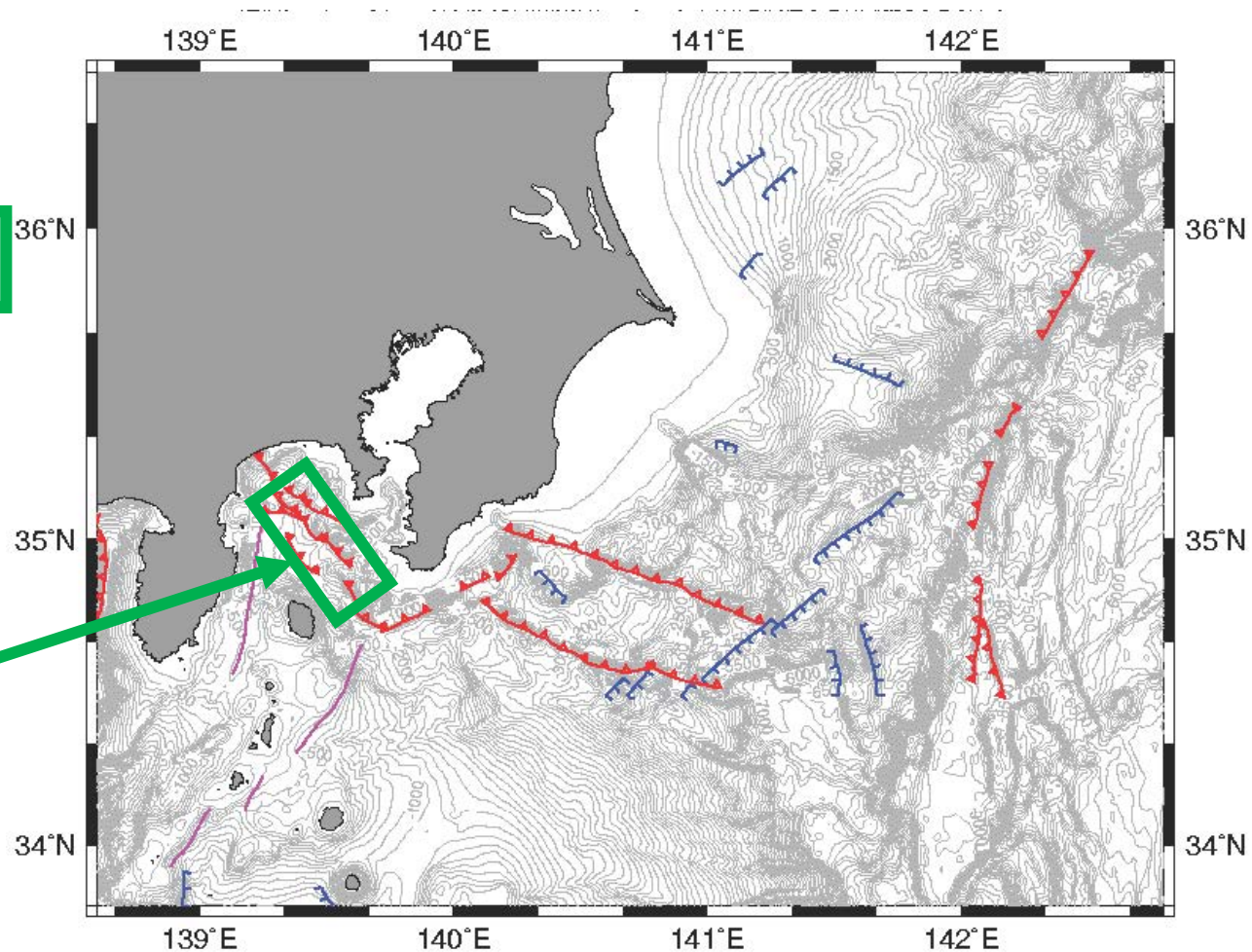
HYDROGRAPHIC DEPARTMENT, Imperial Japanese Navy, March, 1924.



# 相模湾・千葉沖

相模湾に逆断層：相模トラフ

1923関東地震  
の津波波源域



徳山他2001年「日本周辺海域中新世末期以降構造  
発達史」、海洋調査技術、13巻、27-51

# まとめ

## ➤ 海底地滑りが津波被害を拡大する：地震は引き金

- 2018スラウェシ島地震津波
- 2018アナク・クラカタウ
- 2011東北地方太平洋沖地震津波
- 1923関東地震津波

## ➤ パルー・スンダ海峡津波の徹底説明（他人事ではない）

- ソナーによる海底地質調査
- 潜水艇による海底探査（コアサンプル採取で年齢測定）
- 重力異常：衛星と航空機
- 地上地滑りの調査

## ➤ 日本周辺海域の地形・地質調査

- 東京湾口部
- 伊勢湾口部（伊良湖水道沖・遠州灘/熊野灘）に地滑り地形
  - ✓ 1944東南海地震津波の波源域と一致
- 紀伊水道口（室戸舟状海盆）に地滑り地形
  - ✓ 1946南海地震津波の波源域と一致

## ➤ 重力不安定場の特定と危険性の推定

- 重力異常データを用いた堆積物移動測定
  - 衛星および航空機
- 危険性が高い部分を安定化・除去
  - ✓ 海底土木工事
  - ✓ 人工津波実験

## ➤ スマート防災

- 超実時間シミュレーション（地震と重力不安定場データ）
  - ✓ 到来時間波高予測
- ドローン編隊の展開による津波襲来検知
- AI + スマホによる個別避難誘導

# Palu-Kuro Fault

Indonesia tsunami: An underwater landslide likely caused the widespread destruction in Sulawesi

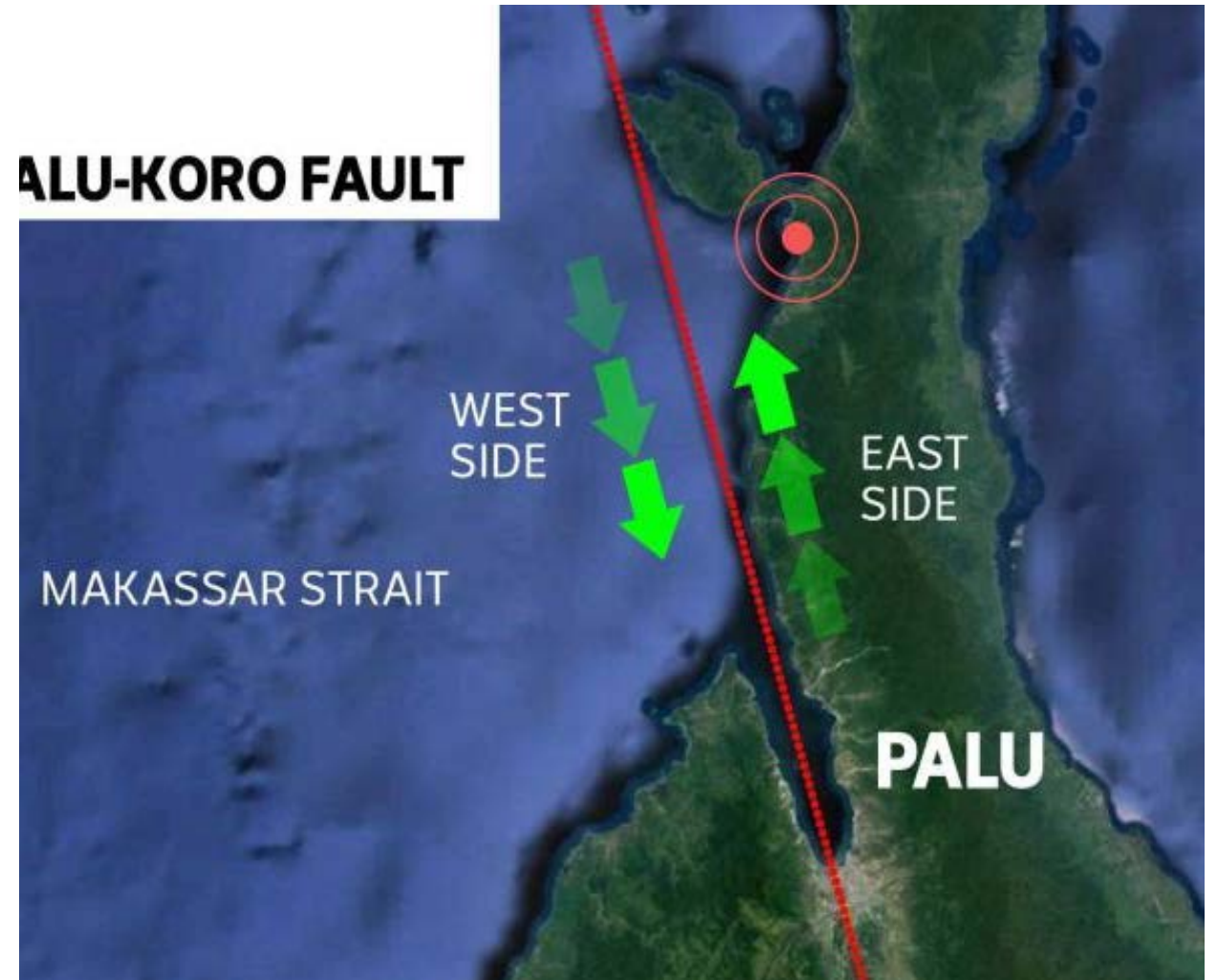
By Mary Lloyd

Updated 3 Oct 2018, 7:30am

—ABC News

What all the experts the ABC talked to agree is that the earthquake likely caused an underwater landslide.

Palu's steep mountains continue underwater to great depths, so one or more of their slopes could have been damaged by the quake, displacing so much water it caused the tsunami.



Indonesia tsunami: An underwater landslide likely caused the widespread destruction in Sulawesi

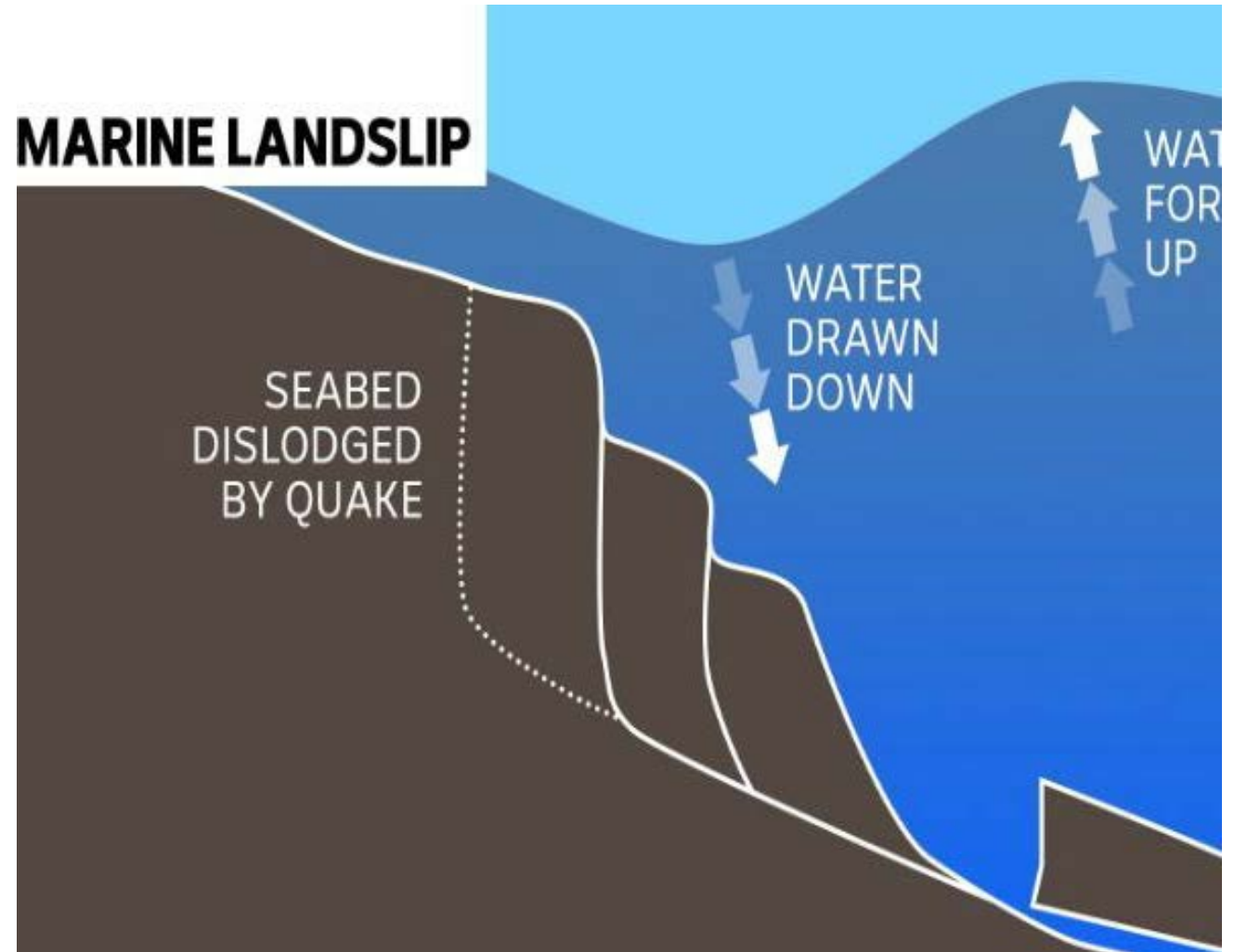
By Mary Lloyd

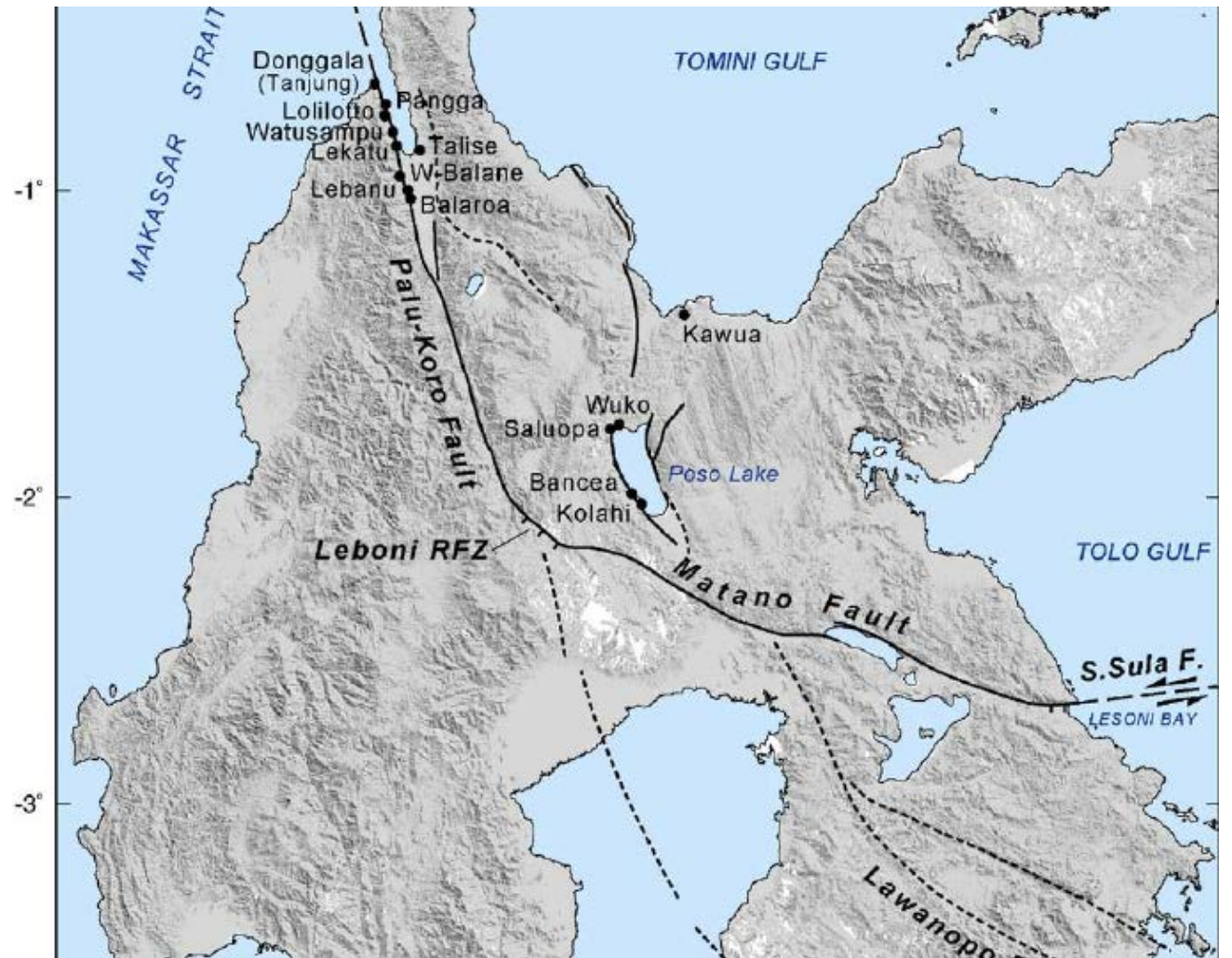
Updated 3 Oct 2018, 7:30am

—ABC News

What all the experts the ABC talked to agree is that the earthquake likely caused an underwater landslide.

Palu's steep mountains continue underwater to great depths, so one or more of their slopes could have been damaged by the quake, displacing so much water it caused the tsunami.





# ムーンショット型研究開発制度の創設について

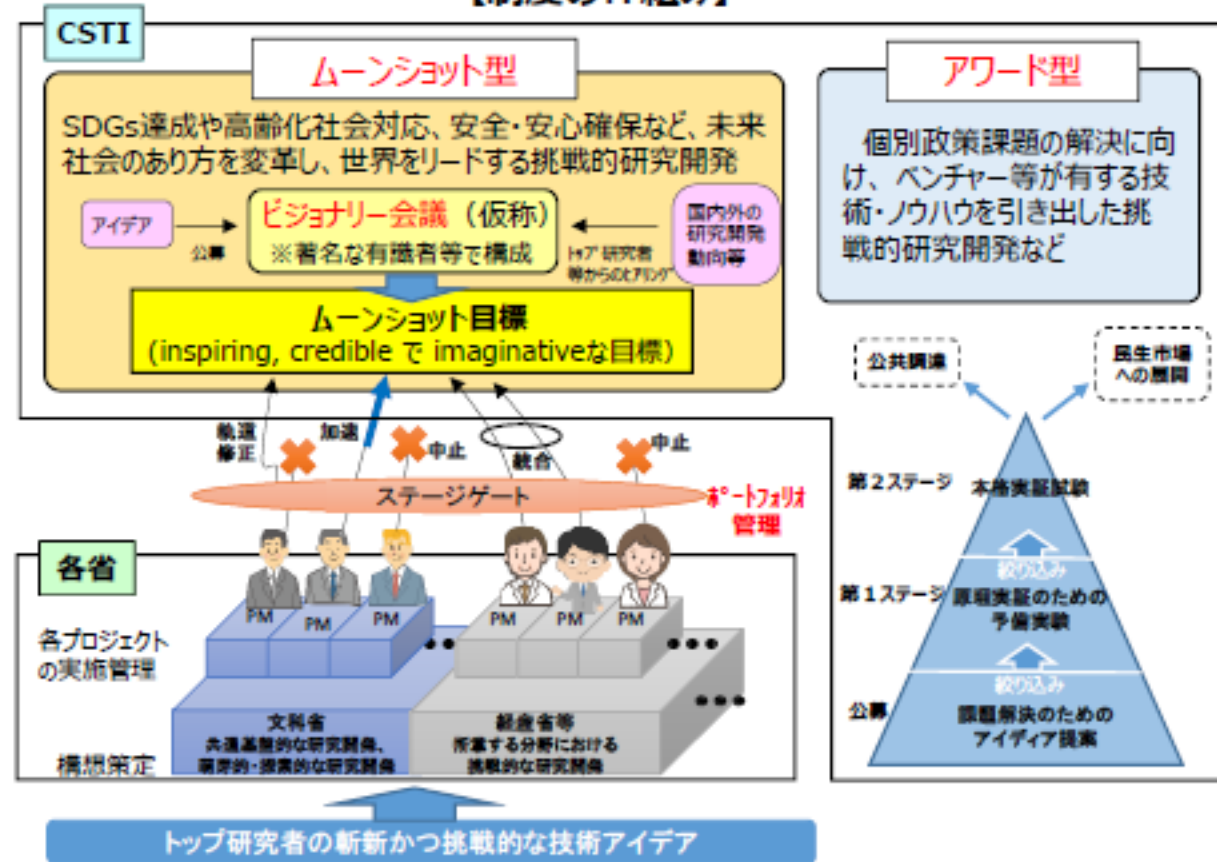
H31年度概算要求額30億円  
文科省・経産省からも関連要求

- 未来社会を展望し、困難だが実現すれば大きなインパクトが期待され、多くの人々を魅了するような斬新かつ挑戦的な目標を掲げ、国内外からトップ研究者の英知を結集し、関係府省庁が一体となって集中・重点的に挑戦的な研究開発を推進するムーンショット型研究開発制度を創設。
- また、直面する政策課題等の解決に向け、世界中から多様なアイデアや知恵を募集し、その実現可能性を競いながら挑戦的な研究開発を推進するアワード型研究開発を合わせて導入。

## 【制度の特徴】

- 個別の技術シーズでは解決困難な社会課題等を対象に、CSTIが骨太の目標（ムーンショット目標）を設定し、関係府省が当該目標に即した研究開発構想を策定。
- 関係府省では、常識にとらわれない革新的な技術アイデア（ムーンショット）を失敗も許容しながら発掘・育成するため、多様な技術・アプローチ（ムーンショット）を採択し、政府全体として取捨選択・再編を行いながら、目標達成を目指すポートフォリオ管理を導入。
- その際、多様な技術的アイデアを持つトップ研究者等（PM）を広く募集し、世界最先端の挑戦的な研究開発を推進。
- アワード型研究開発により、各省や自治体が抱える個別政策課題の解決に向けたアイデア等をベンチャー企業等から広く募集。

## 【制度の枠組み】



○ CSTIの下に「ビジョナリー会議（仮称）」を設置し、未来に向けた安全・安心の確保、SDGsの達成や超高齢化社会への対応など、個別の技術シーズでは解決困難な、我が国及び国際社会が直面する社会課題（外部不経済な課題等）に対する骨太の目標（「ムーンショット目標」）を設定。

○ ①人々を魅了し(*inspire*)、②信頼でき(*credible*)、③創意にあふれた斬新な(*imaginative*)な「ムーンショット目標」の下、世界中から英知を結集して困難な課題を克服



- 科学技術分野における飛躍的な進歩により、人工知能(AI)が人知を超える(シンギュラリティ)など、**世界各国は、産業・社会を大胆に変革させる野心的な構想(ムーンショット)を掲げ、ハイリスクハイインパクト研究を加速化。**
- ムーンショットを掲げ、世界各国が、ヒト(優秀な研究者)、カネ(民間のリスクマネー)、ノウハウ(最先端の知識)を獲得競争。

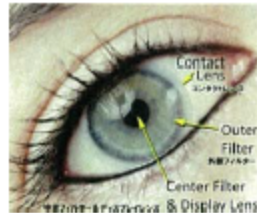
米国

脳のアポロ計画 (ブレイン・イニシアティブ)



脳の神経伝達メカニズムを13年間で全解明し、次世代コンピューターの開発や認知症の新たな治療法を確立するなど将来のフロンティア開拓。

コンタクトレンズで仮想現実(VR)



戦地での諜報監視活動を支援するため、国防高等研究開発局(DARPA)が開発中。上空のヘリ等から撮影された映像を、コンタクトレンズに投影。

中国

絶対に盗聴されない通信の実現



量子暗号技術を応用した世界初の通信衛星「墨子号」を打ち上げ、2018年1月、オーストラリア-中国間での機密通信に成功。

AIでムーンショットを加速化

- 中国政府、科学技術「第13次5ヶ年計画」
- ✓ 2030年までにAI分野で世界トップに。1500億ドル(16兆円)規模の国内市場を形成。
- ✓ AIを応用したムーンショット研究に、今後数十億ドルを投資。

天津市等では、AI産業団地の整備を予定。

中東(ドバイ)

スマートシティ実現に向けた実験フィールドを提供し、世界の最先端研究を誘致

ドローン・タクシー



2017年、ドイツ企業が設計した2人乗り機の実験飛行に成功。

3Dプリンタでビル建設

2030年までに25%の建築物が3Dプリント技術で建設。



時速1100kmの列車



減圧した筒内を磁気浮上する貨車でドバイ-アブダビ間を12分で結ぶ。



# 津波による犠牲者をゼロにする ムーンショット型研究開発制度提案

1) 海底地質調査による重力不安定場の  
特定

ソナーによる調査

ボーリング調査

ブーゲ重力異常

衛星と航空機による堆積状態把握

2) 海底土木工事技術開発

土壌改良剤による固定化←経時劣化が問題

海底自動ロボットによる砂防ダム建設

爆破による除去

3) 浮く人、浮く車、浮く家の開発

浮く車

浮く家

4) スマート防災

シミュレーションによる地震直後予報

ドローン編隊射出による沖合い監視

I Tデバイスを使った個別避難誘導