






災害が科学に変わった瞬間

～1755年リスボン大震災を境に科学はどう変わったか？～



自己紹介

- さめ (MEΓ-CCK)
 -  VRChat物理学集会の主催
 -  社会人学生として通信制大学在学中
- 得意分野:
 -  コンピュータビジョン (画像認識 / 点群処理)
 -  空間情報処理 (地理情報 / リモートセンシング)
 -  クラウドインフラ設計 / IaC (AWS, GCP)
- [GitHub](#)
- [YouTube](#)
- [Speaker Deck](#)



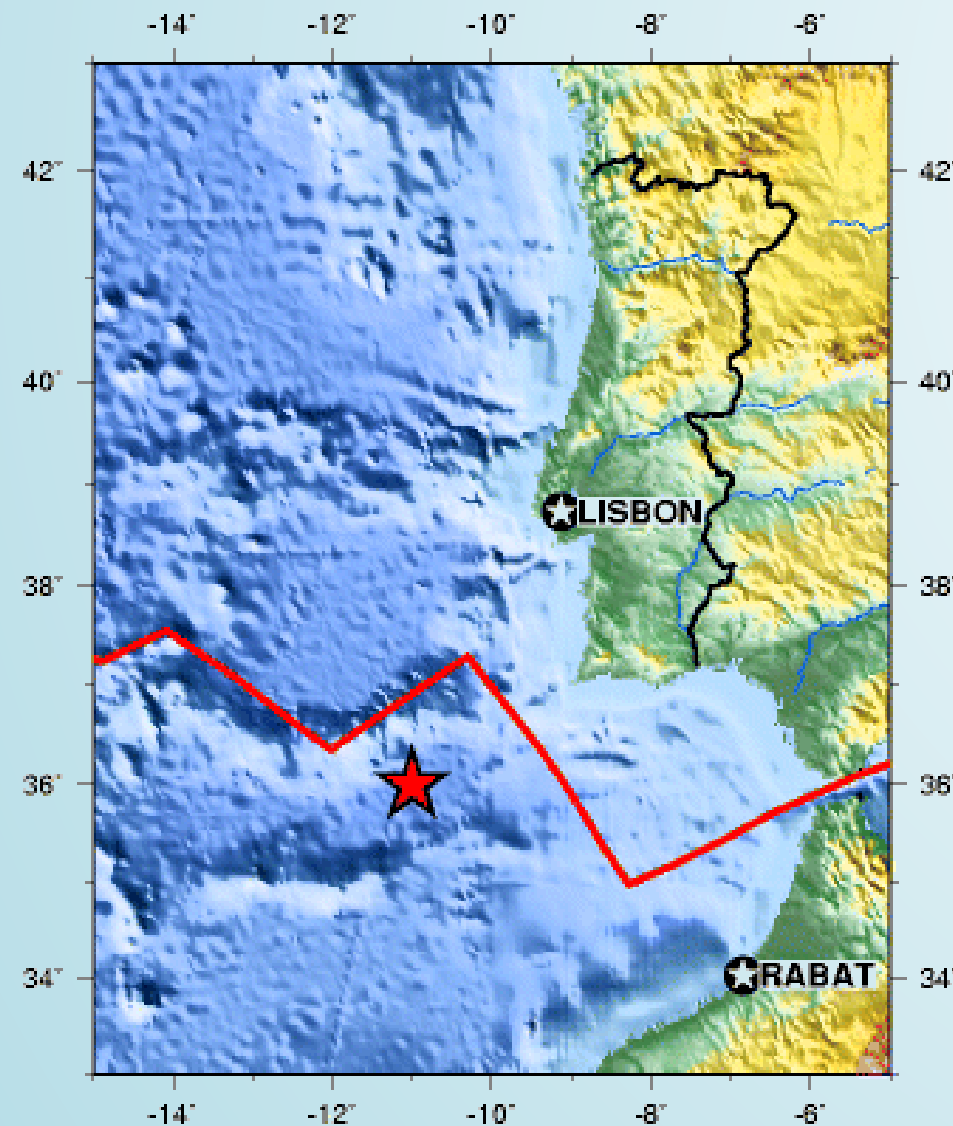
今日話すこと

- 1755年リスボン大震災の概要
 - 科学革命前夜の「観察の文化」
 - 科学者たち（カント、ミッチェル）の反応
 - 実験的地震学の誕生（マレット）
 - 1755年リスボン大震災の科学史的影響
-
- 「災害」が「科学」に変わった過程を追体験する

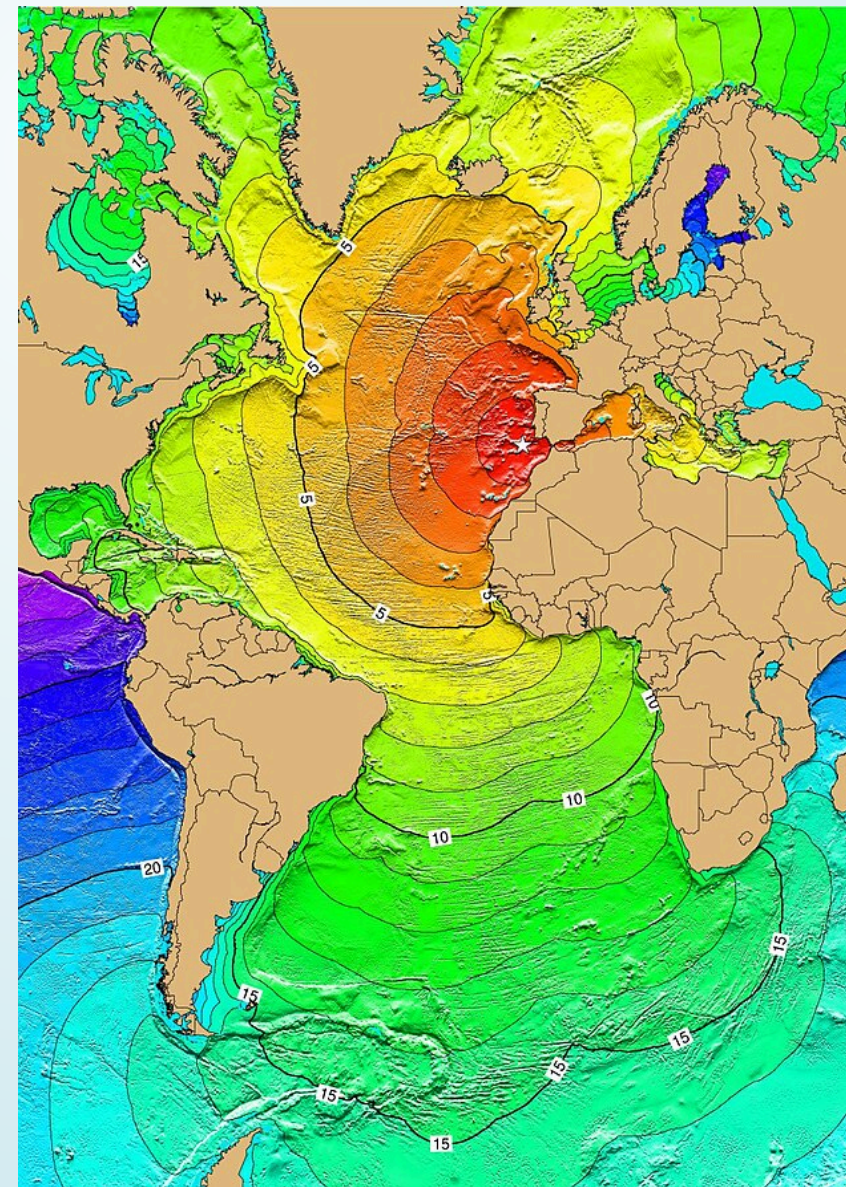
リスボン大震災とは？

リスボン大震災

- ポルトガルの首都リスボンを襲った大地震
- 発生日時: 1755年11月1日 午前9時40分頃
- 震源: 大西洋、サン・ヴィンセント岬沖 約220km

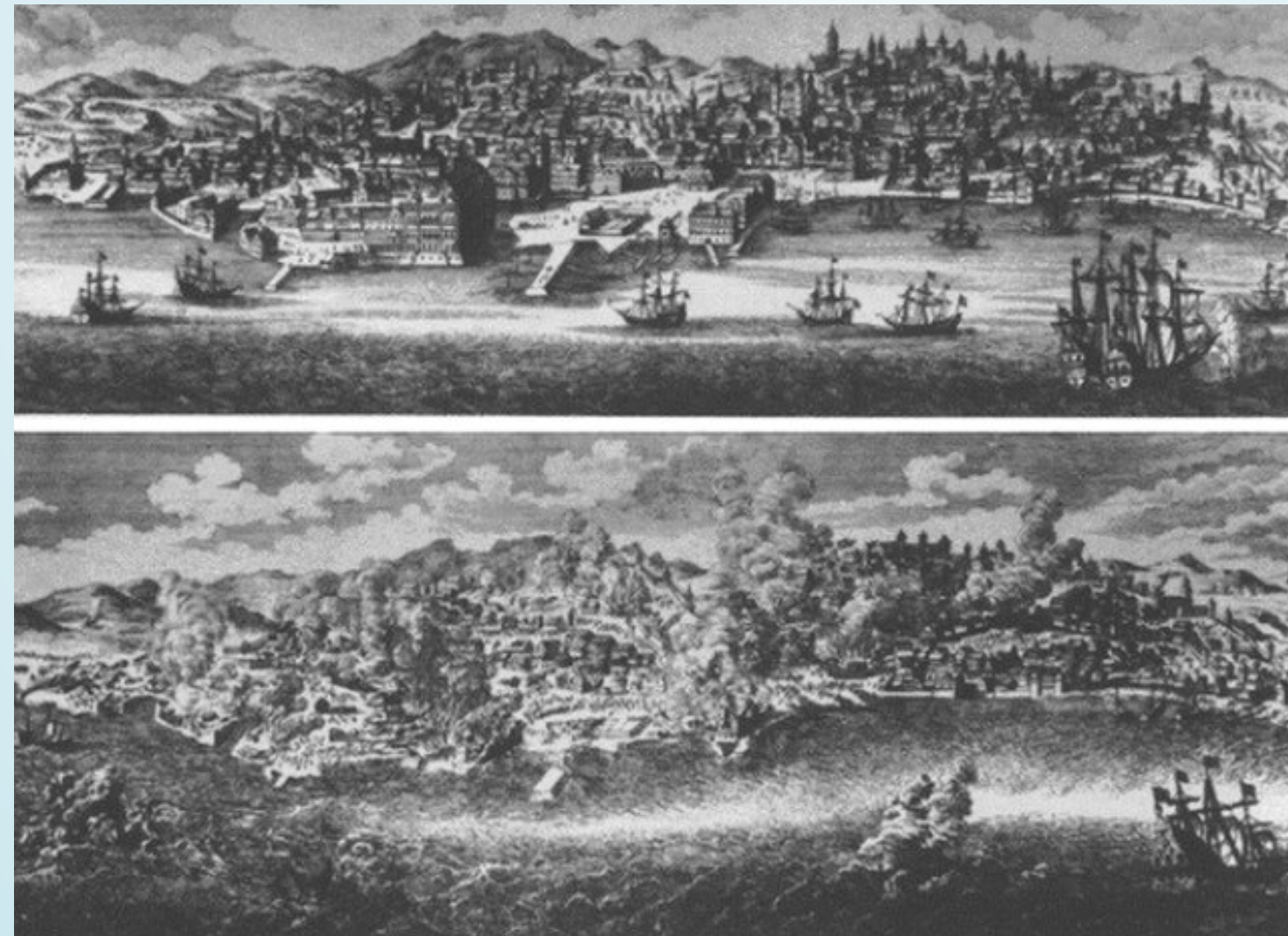


1755 Lisbon, Portugal Earthquake



被害想定

- 推定マグニチュード: M8.5～9
- 死者数: 3万～4万人
- リスボン市内の建物の約85%が破壊



被害前後のリスボン




三重の災害

1. **地震**: 建物の倒壊（3回の大きな揺れ）
2. **津波**: 海水が一度引いた後、巨大な波が襲来
3. **火災**: 調理器具の転倒などにより市内各所で発生



当時の被害を描いた銅版画。リスボン市立図書館収蔵

なぜこの地震が科学史を変えたのか？



-  万聖節(カトリックの祝日)の朝 — 敬虔な市民が教会でミサ中に被災
-  教会が倒壊し、娼館が無傷だった矛盾
-  「なぜ神は善良な市民の街を破壊したのか？」

- **神罰説 vs 自然現象としての科学的探求 の対立**
- **地震という自然災害を科学的に捉える歴史の変遷**

科学的手法の発展期

(1660-1754)

「神の怒り」から「観察可能な自然現象」へ

-  **1660年**: 英国王立協会設立
 - モットー「Nullius in verba」（権威を鵜呑みにするな）
 - 組織的データ収集の始まり
-  **1665年**: *Philosophical Transactions* 創刊
 - 地震報告の蓄積が始まる
 - 90年間で約70件の観察記録

リスボン以前の重要な観察事例

| 年代 | 出来事 | 意義 |
|------|----------------------------|-----------------------|
| 1692 | ジャマイカ・ポートロイヤル地震 (当時英国の植民地) | 「地震は山岳中心部から始まった」という観察 |
| 1750 | ロンドン地震 | 多くの報告がPhil. Trans.に掲載 |


理論の萌芽

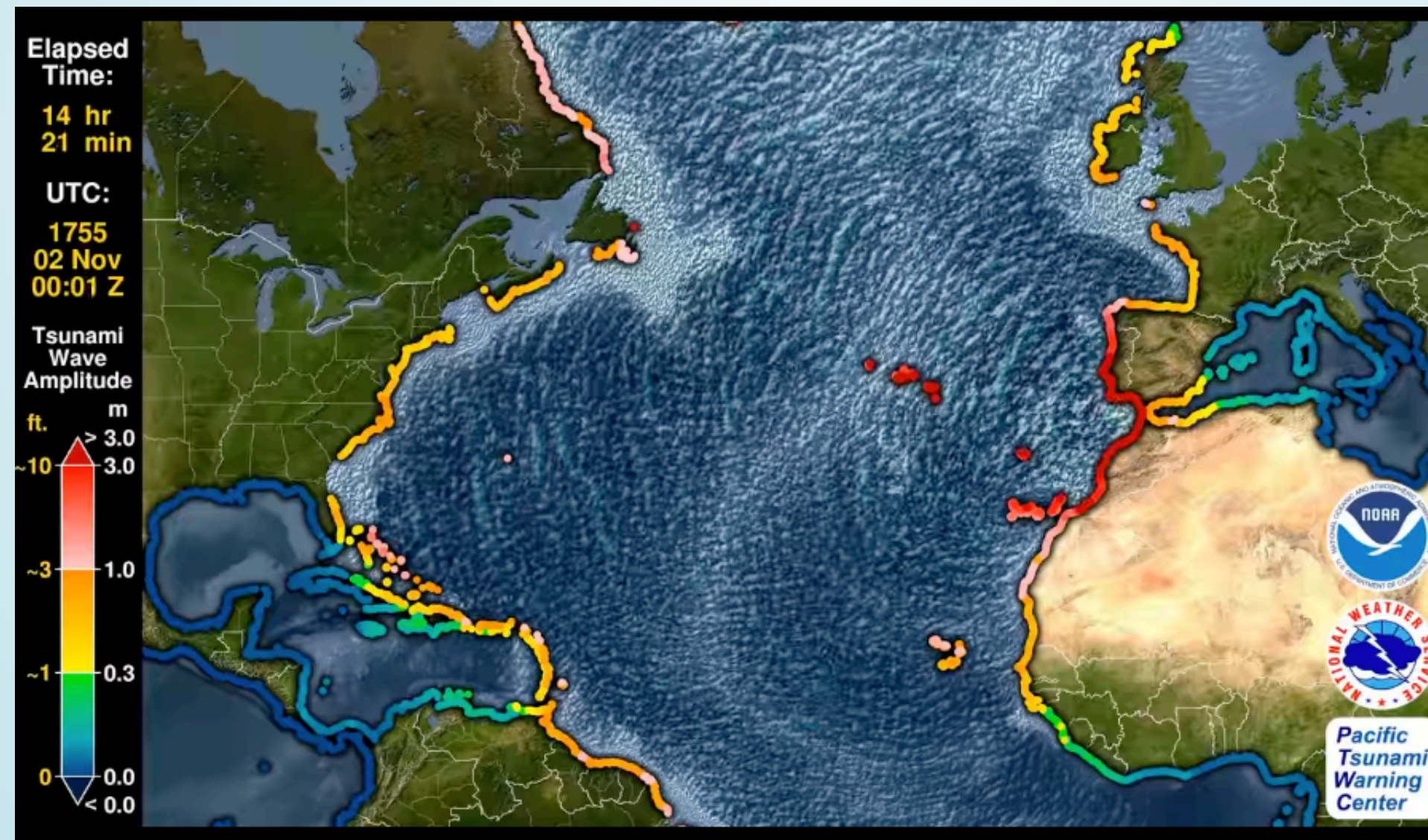
- **1750年ロンドン地震の観察:** 地震の「軌道」概念
 - 場所によって揺れの到達時刻・強度が異なる → 地震は「移動する現象」
 - 現代の「震源からの地震波伝播」が経験則として認識

-  地震を科学的に解釈しようとする萌芽

1755年11月1日

ヨーロッパを揺るがした大地震

-  地震と津波の規模
 - 津波がアゾレス諸島、西インド諸島に到達
 - ヨーロッパ全域で揺れを観測



Credit: NOAA

二つの対照的な反応

神学的解釈

Gabriel Malagrida (イエズス会宣教師)

「市民の罪に対する神罰」

科学的調査

宰相・ポンバル侯爵カルヴァーリョ

科学的アンケート

「地震は何時に始まり、どれくらい続いたか？」

「海水は引いたか、満ちたか？
高さはどの程度か？」

「建物の倒壊に方向性はあったか？」

- 同じ災害に対する「なぜ」と「どのように」の分岐点

耐震設計とその実証実験


- 耐震対策されたガイオラ構造で街を再建
- 兵士の行進で振動させる実験を行ったとされる
 - 耐震構造の**実証実験**の始まり
 - 災害対策に実験という**科学的手法**の採用



科学者たちの反応

(1756-1760)

1756年：カントの論文

-  **3本の論文を短期間で発表**
 - 「最近頻発している地震の原因について」
 - 「地震の原因に関する自然史と理論」
 - 「地震に関する継続的考察」



カント 「地震はただの自然現象」

- 🤔 カントの主張
 - 地震は純粹に物理的・化学的現象
 - 地下の硫黄と鉄の燃焼説
 - 現代では否定された仮説だが、地震のメカニズムを科学現象として理解する試み
 - 神学的解釈を完全に排除
 - 地震は神罰ではない、ただの自然現象


「自然法則に従う必然的現象であり、道徳的意味はない」

1759年：ミッチェルの革命

- 🧑‍🔬 ジョン・ミッチェル (1724 - 1793)
 - 地震に関する論文を王立協会に提出 (1759)
 - 地震学の先駆けとして今日でも高い評価
 - 翌年に会員に選出





ミッチェルの貢献

-  画期的な提案
 1. 地震は**波動**として伝播する
 2. **震央・震源深度**の推定法 (幾何学的アプローチ)
 3. 伝播速度の推定 (約20マイル/分 \div 約530m/s) ※
 4. 津波は**海底地震**によって引き起こされる
 5. **断層** (地層のずれ) と地震の関係を示唆

※当時の推定値。現代では地震波 (P波) は約5~8km/sと判明

データ之力

-  科学的考察を可能にした下地
 - 1750年ロンドン地震で「地震は移動する現象」という経験則
 - *Phil. Trans.* の**100年分**の観察記録
 - カルヴァーリヨをはじめとするリスボン大地震の大規模な体系的アンケート調査（1756）
-  リスボン大地震の震央を**大西洋上**と正確に推定

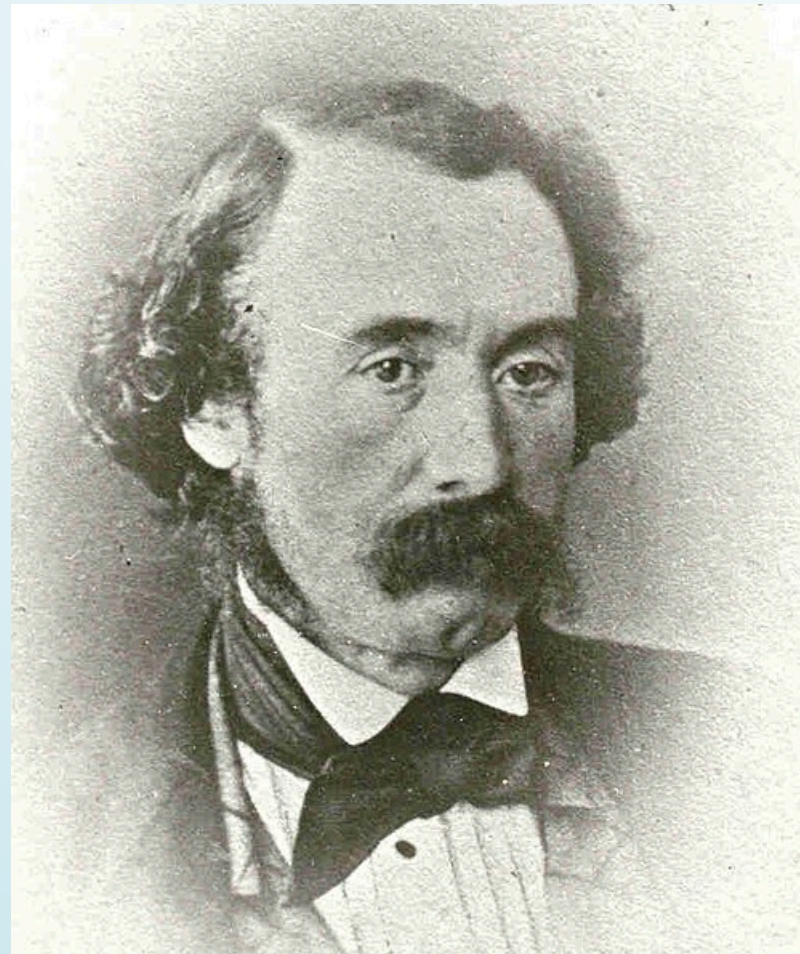
-  データに基づいた科学的な地震研究の始まり

地震学の基礎形成


19世紀中頃

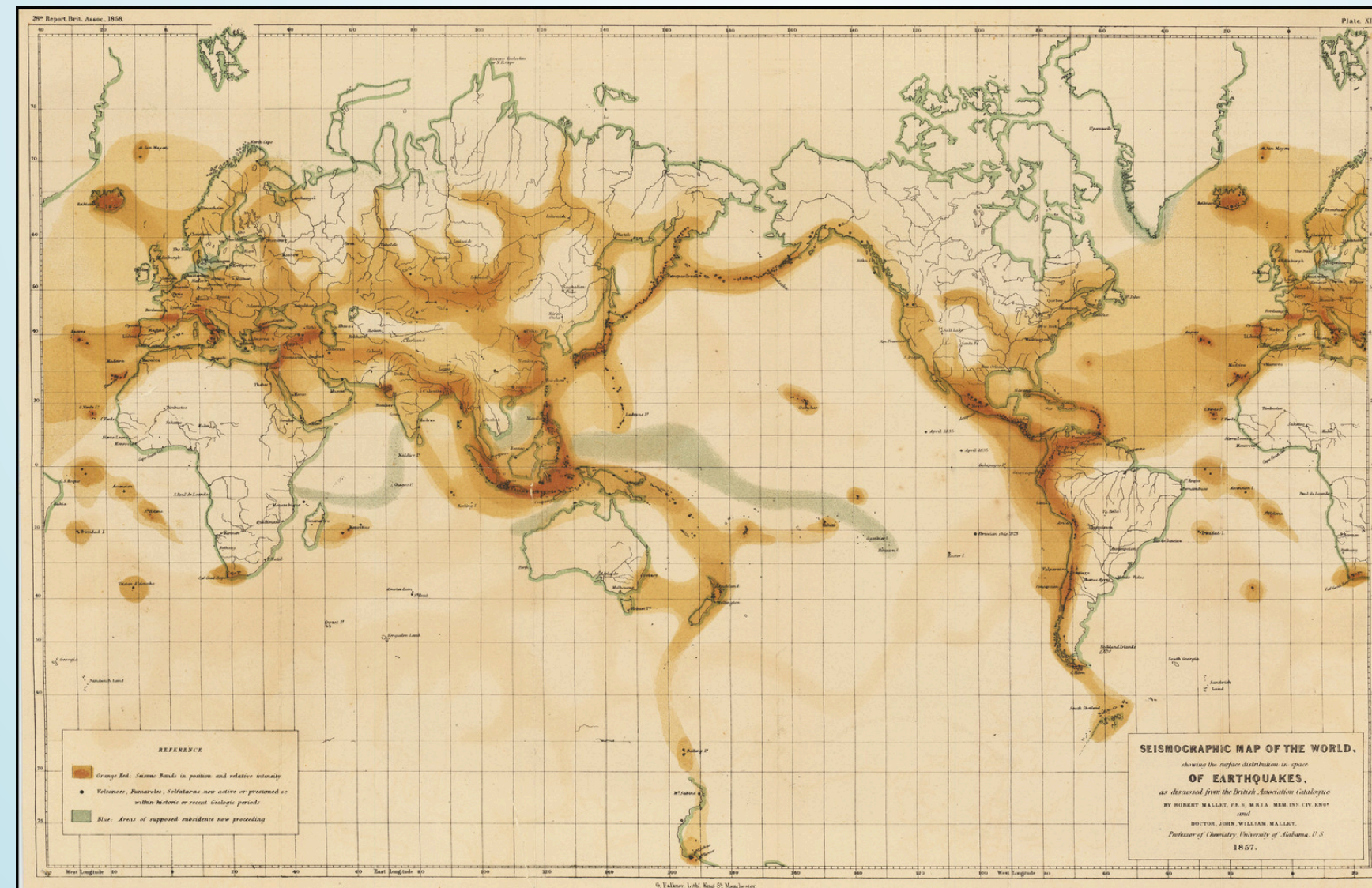
ロバート・マレット:地震学の父

- 🌟 地下に爆薬を埋めて爆破実験 (1849)
- 約800m離れた場所で地震波を測定
- 地震波の速度を測定 (濡れた砂で約251m/s, 花崗岩で約427 m/s)
- 媒質による伝播速度の違いを実証




地震分布図の作成 (1858)

-  **1858年 世界地震分布図**
 - 約6800件の歴史的地震をカタログ化
 - 地震が特定地域に偏って起こることを示した
 - 現在知られているプレート境界とほぼ一致！



自動記録地震計の構想


- 水銀管を用いた地震計を設計
 - 地震の方向や大きさを記録する仕組み
- 電磁石の磁力変化で記録を残す方式を提案
- 機械式時計との連携で発生時刻を記録する構想
- 設計段階にとどまり、生前に実用化には至らず*
 - 1880年代に実用化


-  地震のデータ収集の効率化！

※詳細な機構については文献により記述が異なります


リスボン大震災の遺産

科学史的意義

-  科学的手法による地震の理解
 - 神学的解釈から自然科学的理解へ
 - 「なぜ」から「どのように」への転換

-  データの力
 - 100年の観察蓄積（英国王立協会）
 - 組織的調査（カルヴァーリョ）
 - グローバルなカタログ化（マレット）

現代への接続

-  **19世紀中頃までに確立された基礎**
 - 地震波の概念
 - 震央・震源の概念
 - 震度スケール
 - 等震度線マップ
 - 地震分布と造山帯の関係

これらはすべて**現代地震学の基盤**
となっている

まとめ

- 🌐 1755年リスボン大震災は**災害を自然科学研究の対象**とする大きなきっかけとなった
- 🔬 カント、ミッチェル、マレットらが「どのように」を科学的に解明
- 📊 100年の観察蓄積と実験的検証が近代地震学を確立
- 💡 **災害が科学に変わった瞬間**
 - 現代の地震学や気象学への大きな影響
 - 科学の知見を防災や減災に役立てる

主要参考文献

- D. Oldroyd et al., The Study of Earthquakes in the Hundred Years Following the Lisbon Earthquake of 1755, Earth Sciences History Vol. 26, No. 2 (2007), pp. 321-370
- K. van Blanken, Earthquake observations in the age before Lisbon: eyewitness observation and earthquake philosophy in the Royal Society, 1665–1755, Notes Rec R Soc Lond (2022) 76 (1): 27–48.
- ニコラス・シュラディ, リスボン大地震：世界を変えた巨大災害, 白水社 (2023), 山田和子訳

LT登壇者の募集

- 物理学集会ではLT登壇者を募集しています！
 - どんなジャンルでもOK！
- 興味のある方は物理学集会のDiscordサーバーまで！

