

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 (мeг-ccк)
 - 🎨 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



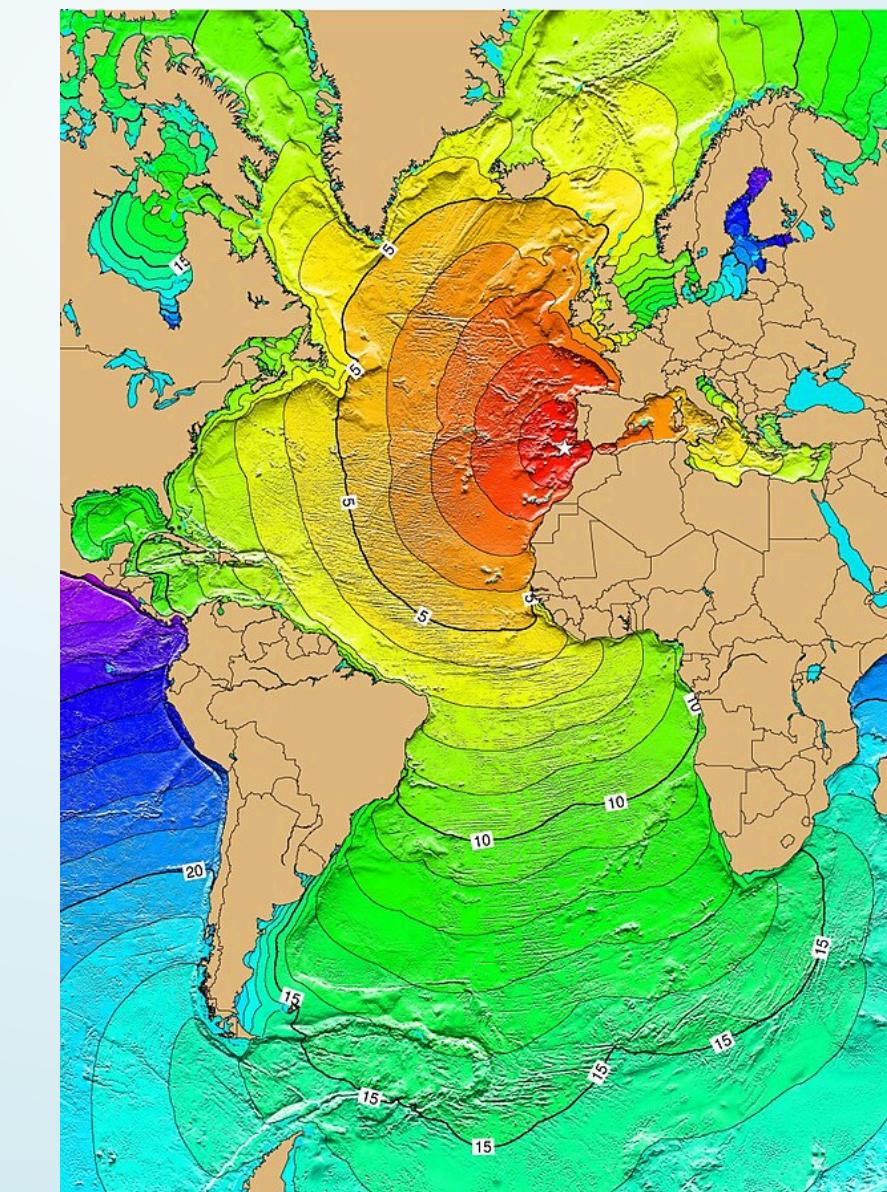
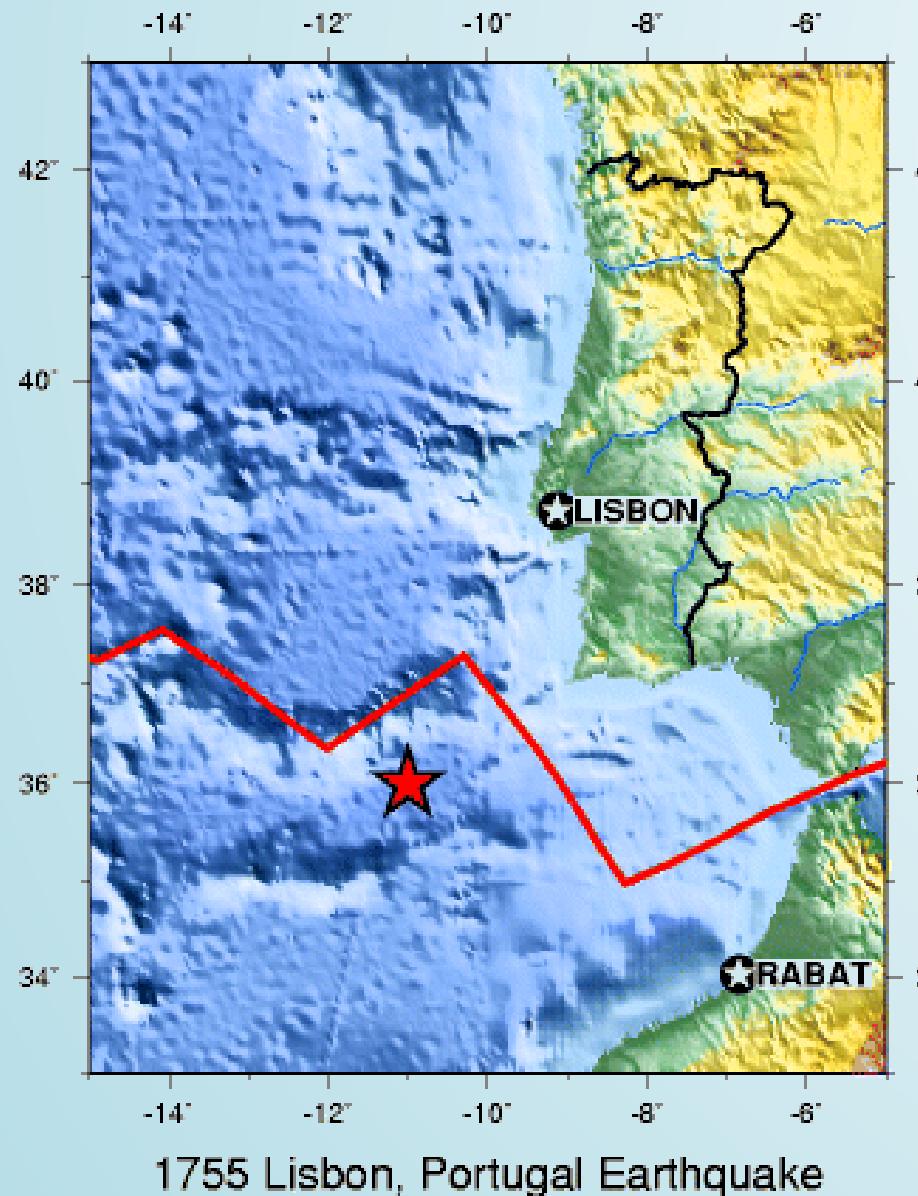
今日話すこと

- 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、ミッケル）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



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的変遷

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」（權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(当時英國の植民地)	「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

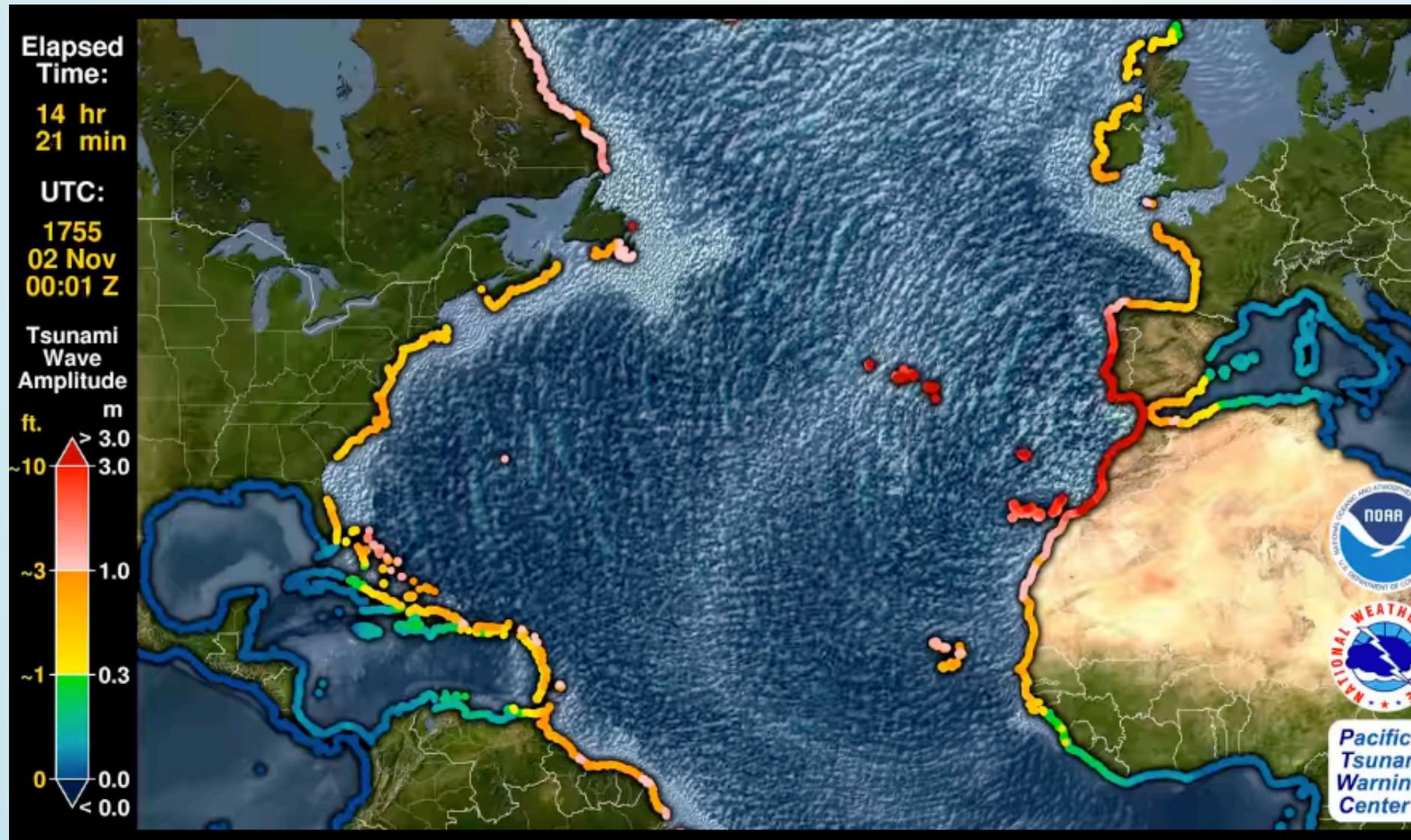
- **1750年ロンドン地震の観察:** 地震の「軌道」概念
 - 場所によって揺れの到達時刻・強度が異なる → 地震は「移動する現象」
 - 現代の「震源からの地震波伝播」が経験則として認識

-  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

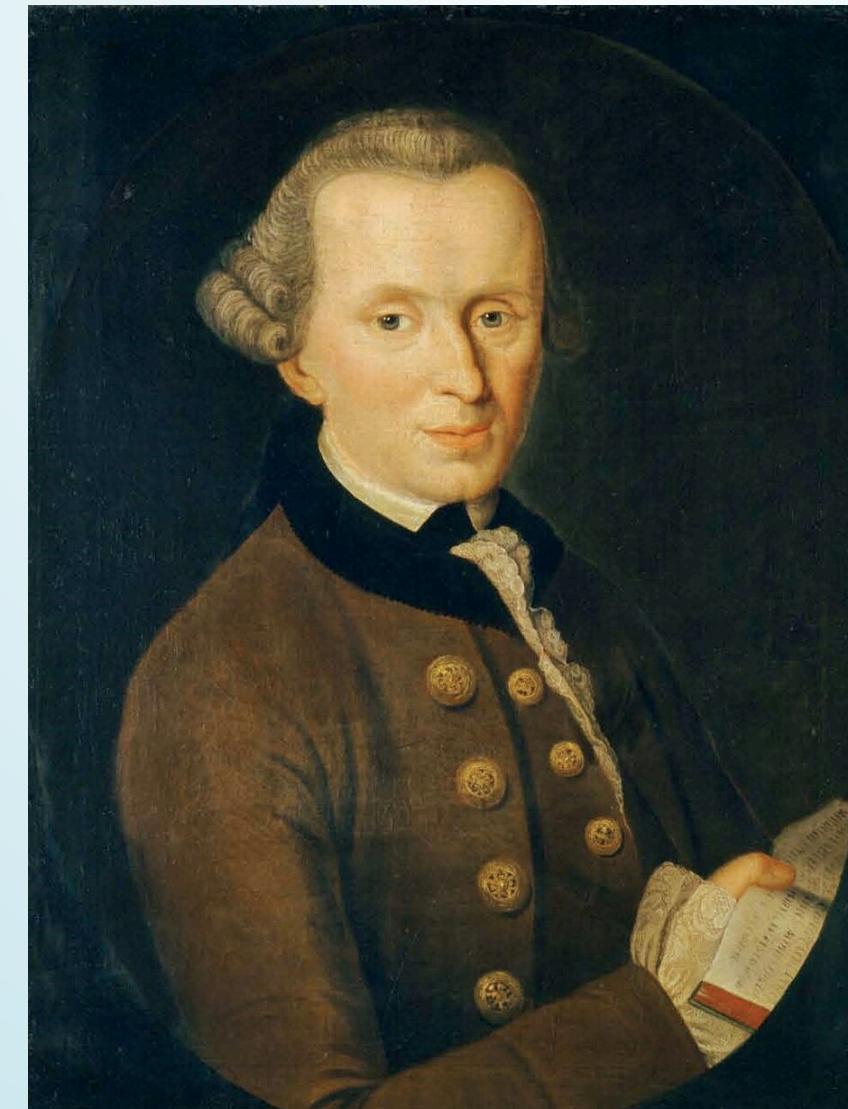


科学者たちの反応

(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、道德的意味はない」

1759年：ミッチャエルの革命

-  ジヨン・ミッチャエル (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



ミッセルの貢献

-  **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 ≈ 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

データの力

-  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

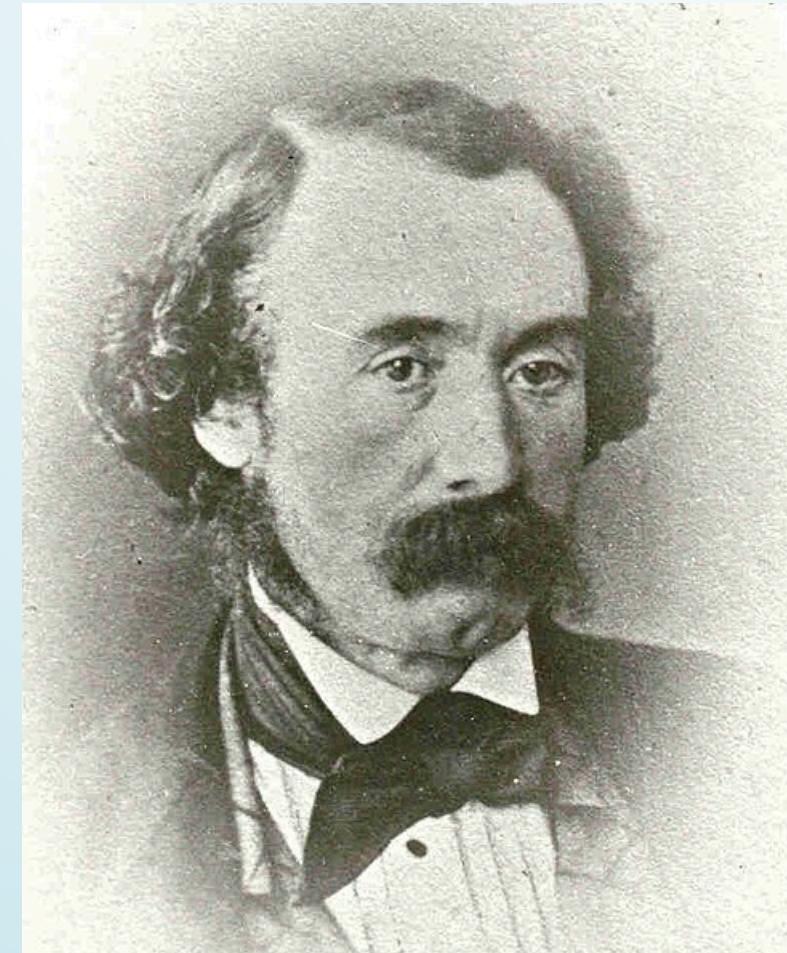
-  データに基づいた科学的な地震研究の始まり

地震学の基礎形成

19世紀中頃

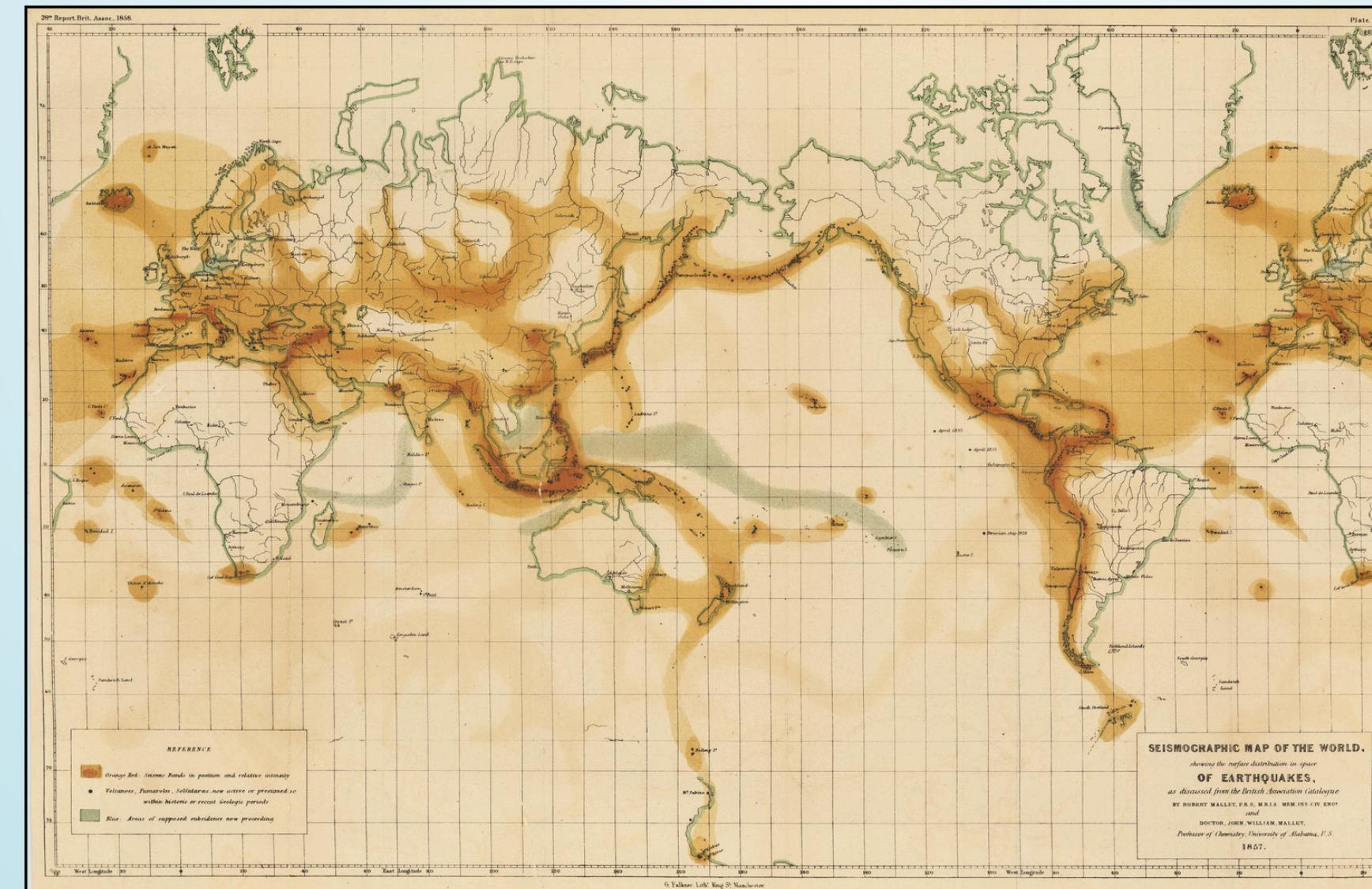
ロバート・マレット: 地震学の父

-  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

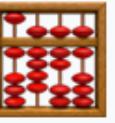
- 水銀管を用いた地震計を設計
 - 地震の方向や大きさを記録する仕組み
- 電磁石の磁力変化で記録を残す方式を提案
- 機械式時計との連携で発生時刻を記録する構想
- 設計段階にとどまり、生前に実用化には至らず*
 - 1880年代に実用化

-  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（カルヴァーリヨ）
 - 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、ミッチエル、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！

