

関東大震災から100年

—最新の地震予知研究と死なないために出来る事—

2023年9月29日

長尾年恭

nagao@scc.u-tokai.ac.jp

東海大学海洋研究所・客員教授

静岡県立大学グローバル地域センター・客員教授

認定NPO『富士山測候所を活用する会』理事

(一社) 日本地震予知学会・会長

自己紹介 長尾年恭(ながおとしやす)

現職：東海大学客員教授 海洋研究所 地震予知・火山津波研究部門
：静岡県立大学客員教授 グローバル地域センター 自然災害研究部門

1988～1995：金沢大学理学部助手

1996～2016.3：東海大学海洋研究所地震予知研究センター(98年よりセンター長)

2015.4～：東海大学博士課程地球環境科学研究科長

2016.4～2020.3：東海大学海洋研究所・所長

2016.4～2021.3：地震予知・火山津波研究部門・部門長

第22次日本南極地域観測隊、越冬隊(1981-83)に参加

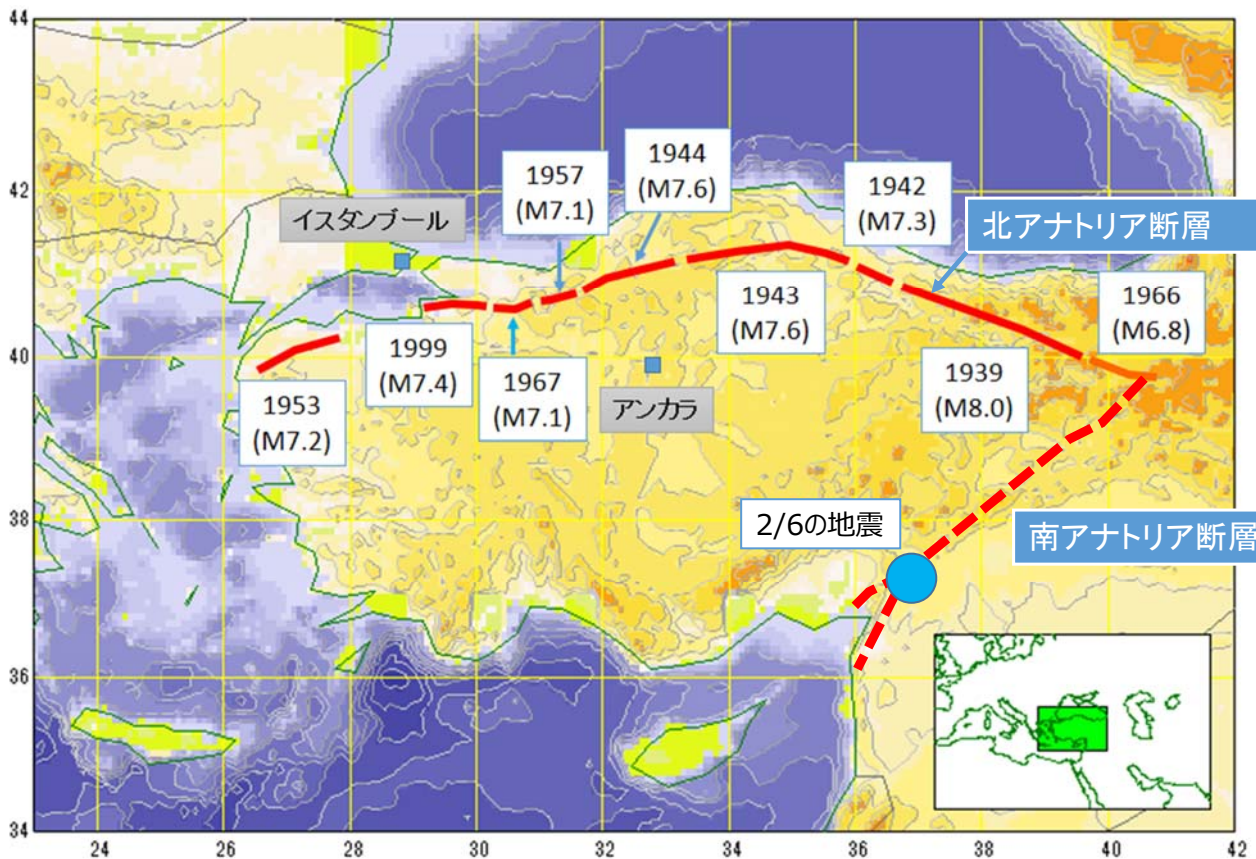
専門：**地震電磁気学およびパターンインフォマティクスによる短・中期地震予測の研究**
地震防災啓発活動・耐震補強の推進、地球熱学

委員等：大阪府ならびに大阪市特別参与(2012-13) 大阪府市エネルギー戦略会議
内閣府・南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会(2012-13)
内閣府・南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会(2016-2018)
地震学会、地震予知検討委員会委員(2001-2014)
統合国際深海掘削計画(IODP)日本代表理事(2004-2008)
**国際測地学・地球物理学連合(IUGG)地震・火山噴火に関する電磁現象WG
(EMSEV) 事務局長(2001-2018), 委員長(2019-)**
東大地震研 地震・火山噴火予知研究協議会委員(2009-2018)
一般財団法人『強靱な理想の住宅を創る会』理事長(2014-2021)
認定NPO『富士山測候所を活用する会』理事(2018-)
一般社団法人『日本地震予知学会』副会長(2014-2018), 会長(2018-)

本日の講演のあらすじ

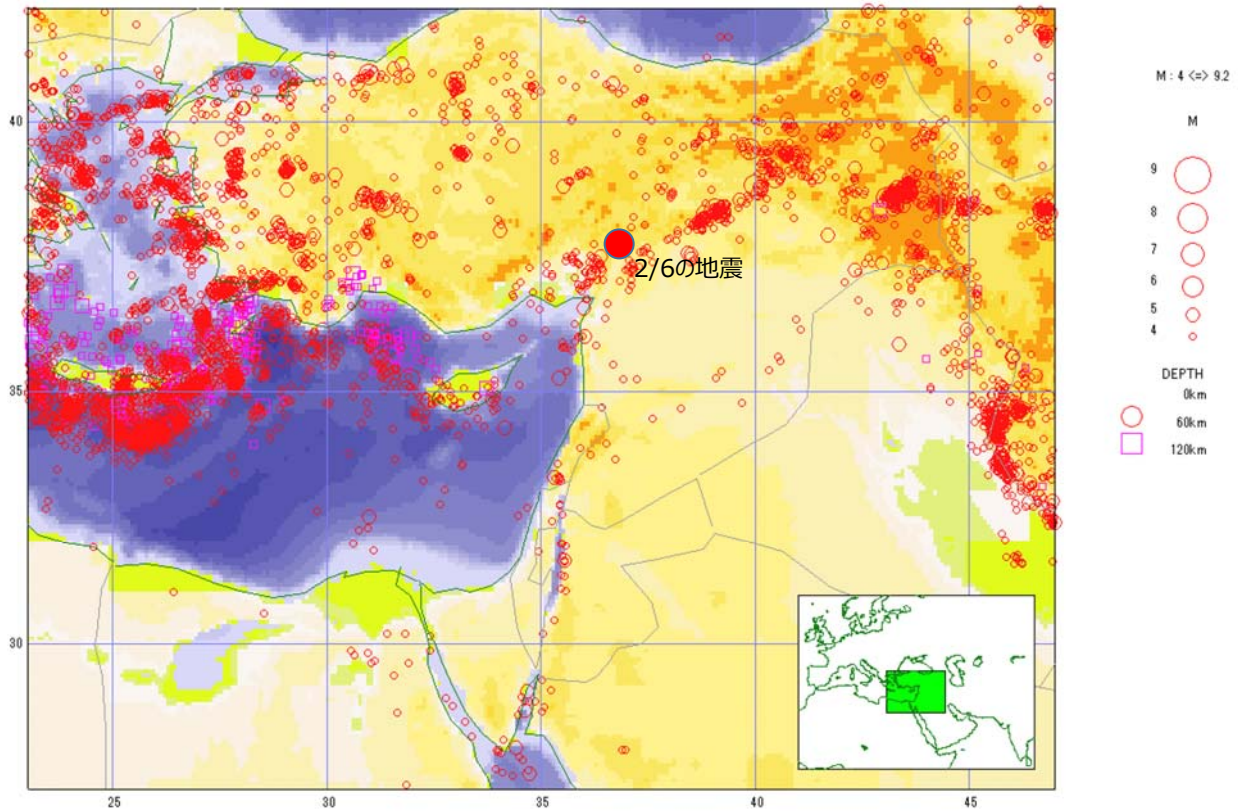
- 2月6日, トルコ・シリアで発生した巨大地震
2023年の幕開け
- 南海トラフ巨大地震とは
- スーパーサイクル地震について
- 首都圏の地下に“**火薬庫**”が
→ 南関東ガス田とは何か
- 最新の地震予知研究 “地下天気図プロジェクト”
- 長尾年恭著 『巨大地震列島』

2023.2.6 トルコ・シリア地震 (M7.8)



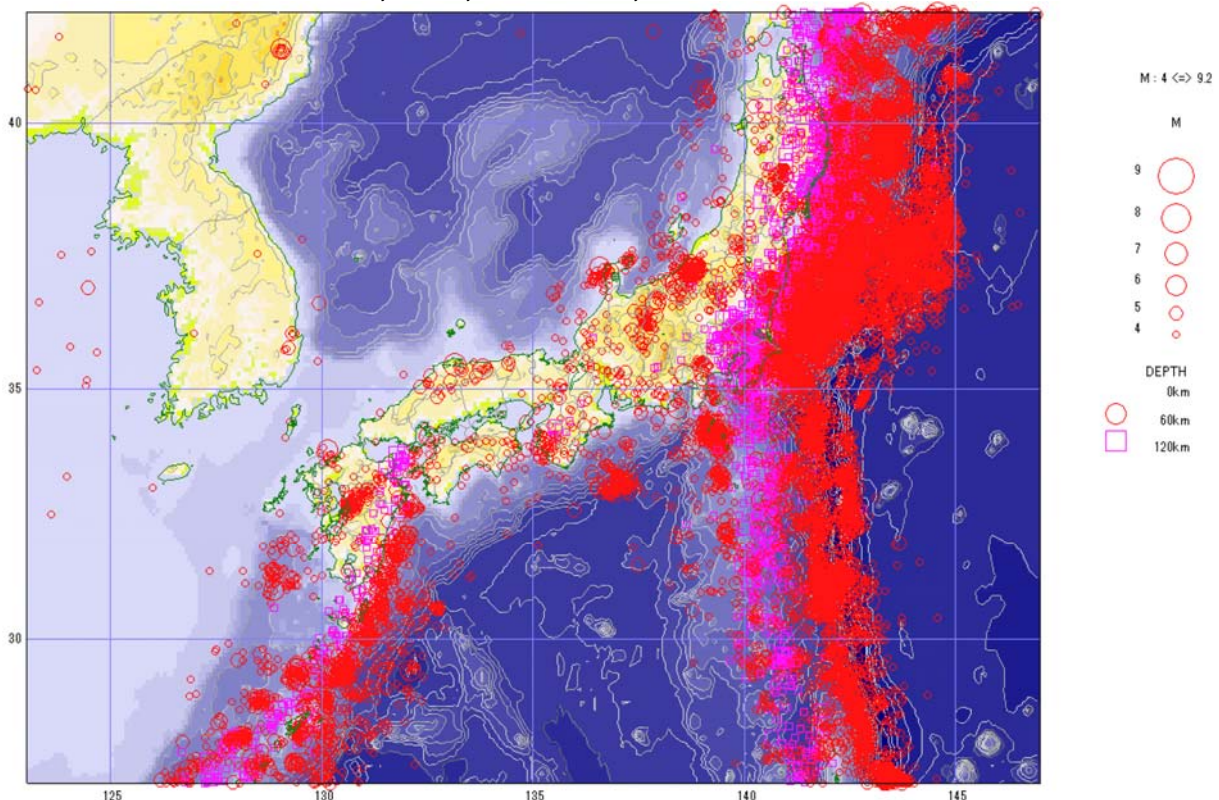
トルコの地震活動 (実はかなり地震国)

2000.1.1-2023.1.31, M4>, D<120km, 5044個の地震が発生

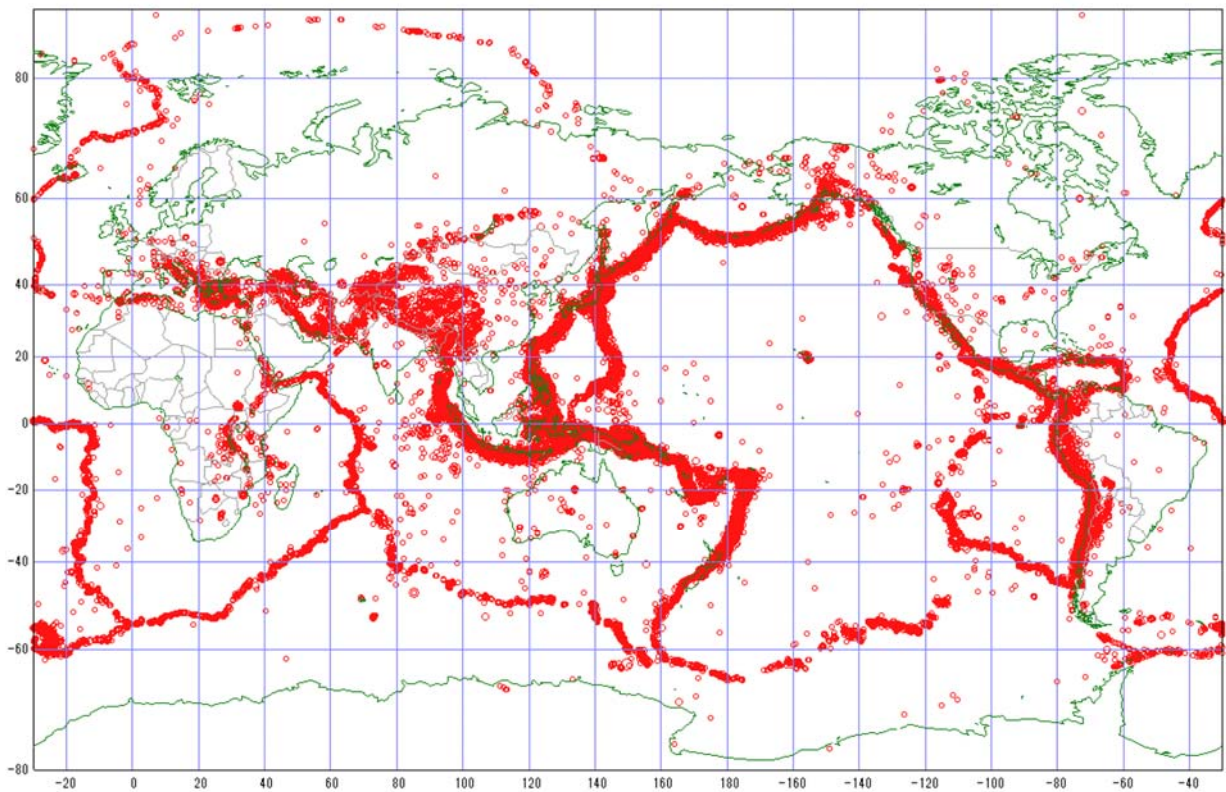


同期間・同範囲の日本の地震活動

2000.1.1-2023.1.31, M4>, D<120km, 19476個の地震が発生



世界の地震の分布



世界のプレートの分布



© DuMA Inc. 2022

プレートテクトニクスは数学で言う、**公理**に近いもの

2月23日にはタジキスタンでマグニチュード6.8の地震発生！

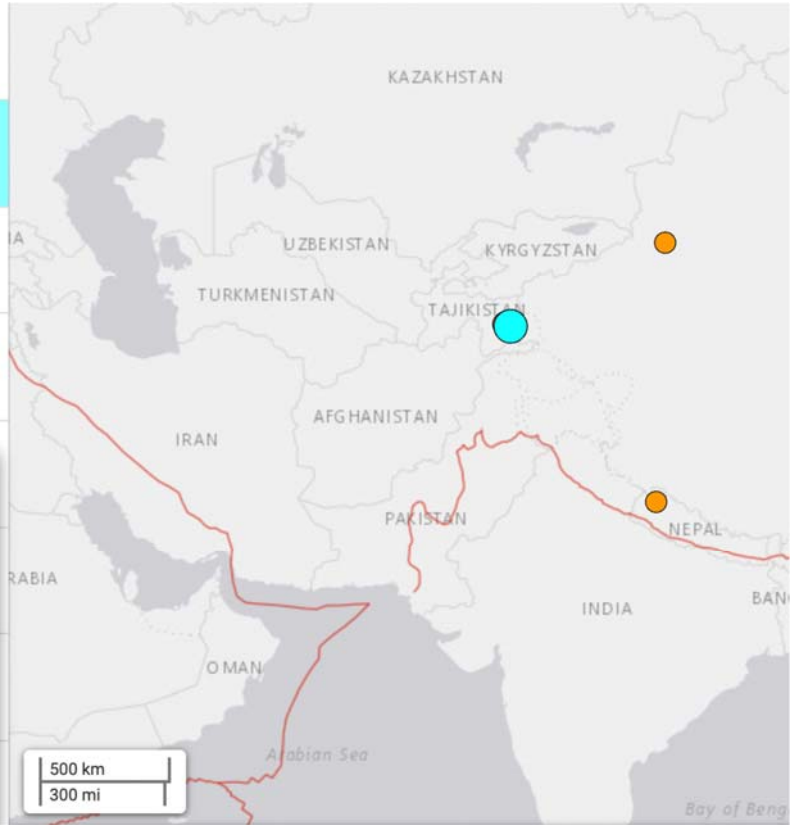
- 5.0 86 km W of Murghob, Tajikistan
2023-02-23 09:55:14 (UTC+09:00) 10.0 km
- 6.8 67 km W of Murghob, Tajikistan**
2023-02-23 09:37:40 (UTC+09:00) 20.5 km
- 2.9 4km W of Ukiah, CA
2023-02-23 08:44:02 (UTC+09:00) 1.9 km
- 2.9 12 km WNW of Two Rivers, Alas...
2023-02-23 08:14:55 (UTC+09:00) 148.8 km

M 6.8 - 67 km W of Murghob, Tajikistan

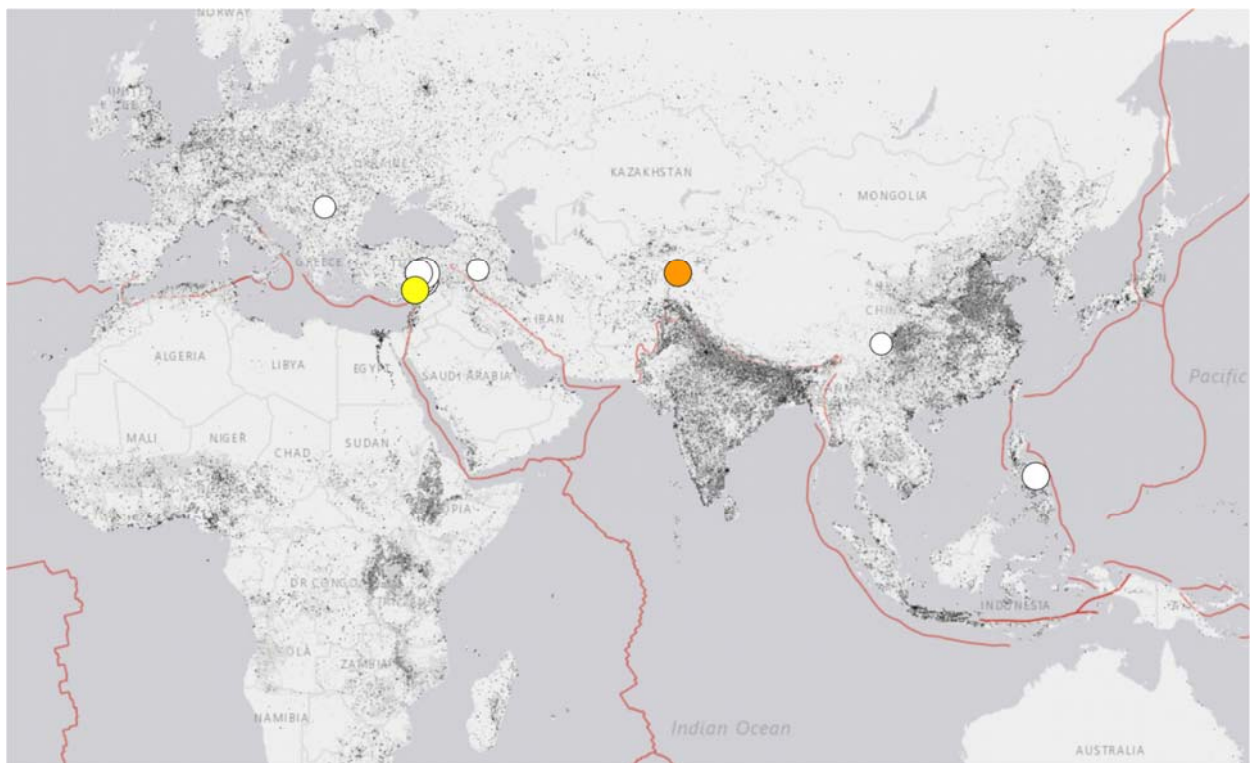
IX DYFI **VII** ShakeMap **GREEN** PAGER

Time 2023-02-23 09:37:40 (UTC+09:00)
Location 38.073°N 73.208°E
Depth 20.5 km

CLOSE

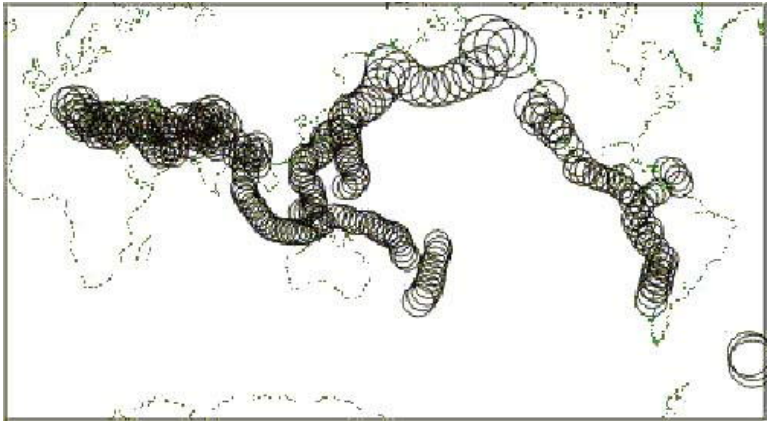


トルコの地震とタジキスタンの地震に人口密度を重ねた図



M8アルゴリズムとは

—地震活動度解析による各種予測—
Institute of Earthquake Prediction Theory and
Mathematical Geophysics, RAS

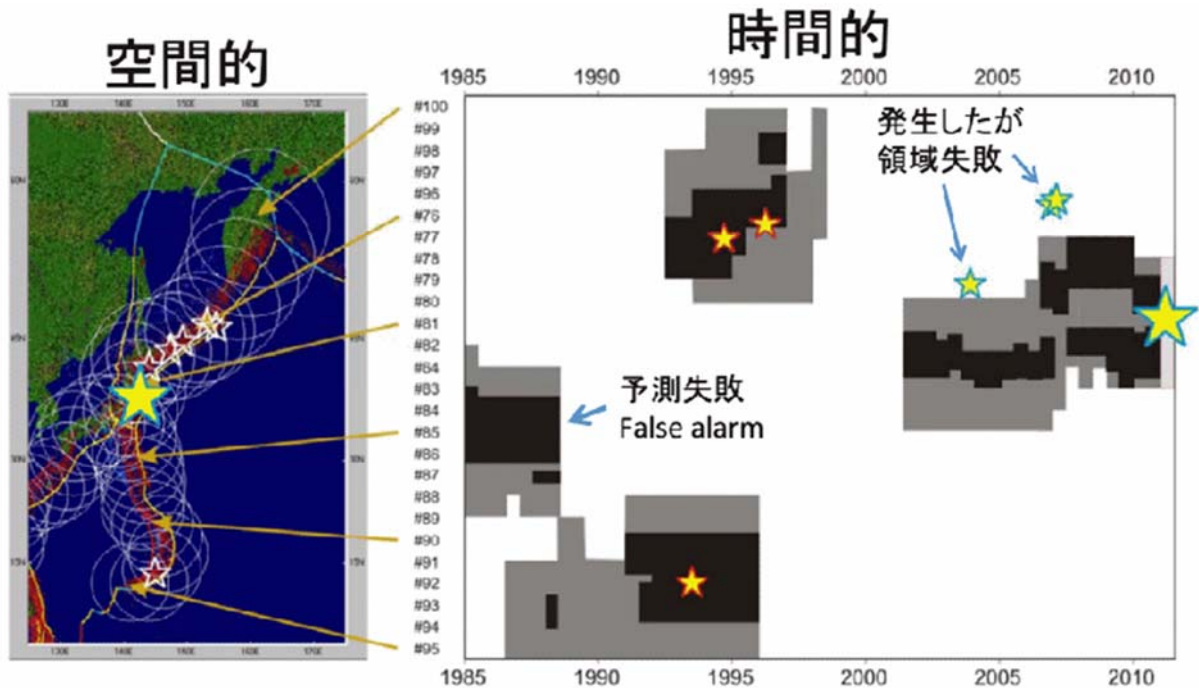


Vladimir I. Keilis-Borok
(31.07.1921 - 19.10.2013)

M8アルゴリズム

- ロシア科学アカデミーおよびUCLAで開発
- 地震活動度評価アルゴリズムの一つ
- マグニチュード8クラスの5年間予測
- M8では警報 (Times of Increased Probability of strong EQs: Tips) は次のような基準が、ある閾値を超えた場合に発令
 - 1) 絶対的な地震活動度
 - 2) 上記地震活動度のゆらぎ
 - 3) ある程度規模の大きな地震の空間的集中度
 - 4) 過去1年間の主要な地震の余震活動の激しさ
- 一度発表したら変更なし ← 事後評価が容易
- 第三者機関での評価結果は約60%の予知率

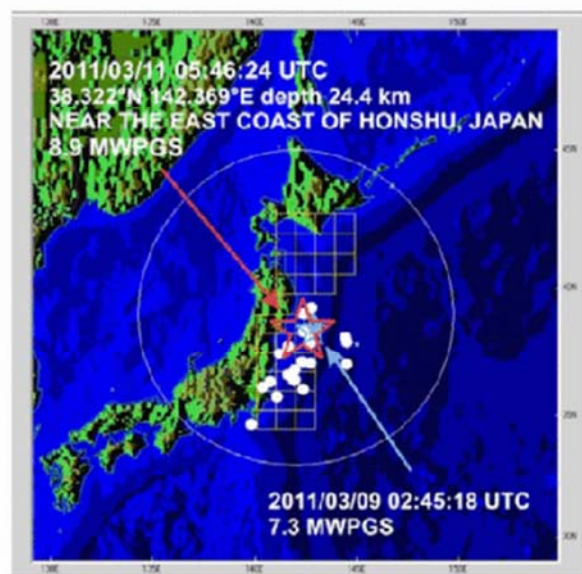
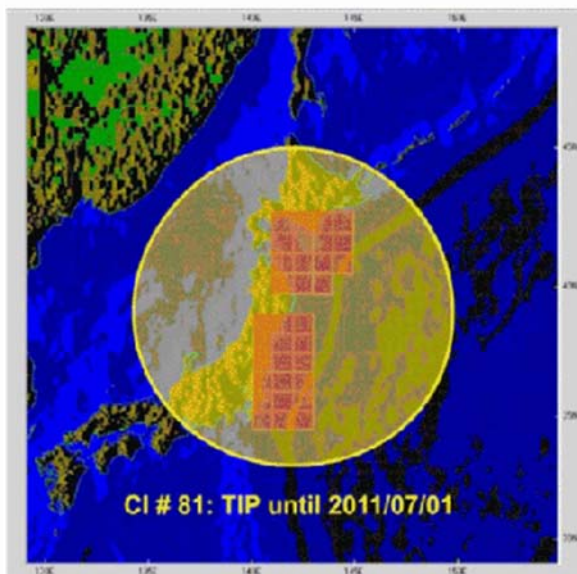
西太平洋での過去の予測



東日本大震災前の予測

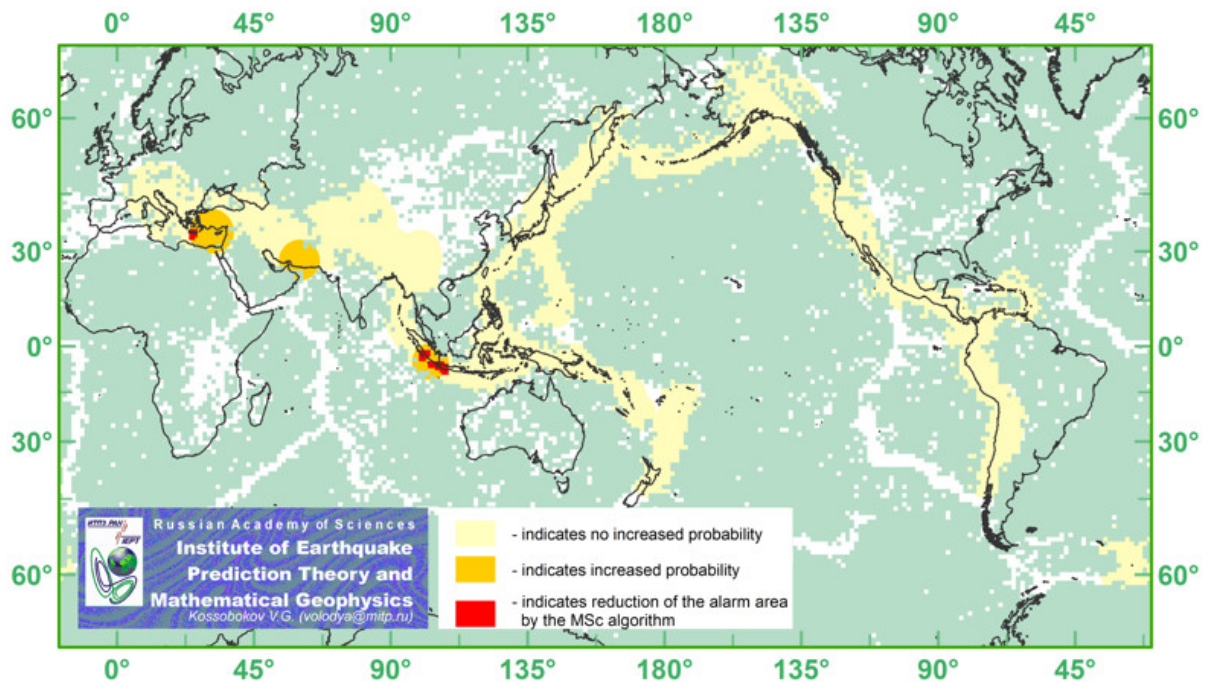
東日本大震災前は？

M8グループでは2006年1月に警報を発令、その期限は2011年1月であった。厳密に言えばこの予測は失敗ではあった。しかし5年というのは機械的に決めたルールであり、我々は評価できるのではないかと考えている。



M8アルゴリズム

Regions of Increased Probability of Magnitude 8.0+ Earthquakes
as on July 1, 2021 (subject to update on January 1, 2022)



トルコ地震発生 1年半前 **異常発現**

南海トラフ巨大地震とは？！

- 想定済の危機
- 将来100%確実に発生
- 日本の経済的“沈没”
- 東日本大震災の10倍の経済的被害
- 次の地震は超巨大？！
 - **スーパーサイクル地震**
- 財政破綻、デノミネーションも現実的に

過去の南海トラフ巨大地震

684年11月29日 東海道沖

887年 8月22日 仁和の南海・東海地震 (M 8.5 ~) 東海・南海同時発生、五畿七道が被災、大阪湾に巨大津波、八ヶ岳崩壊など)

1096年12月17日 東海道沖M 8 - 8.5 駿河で津波

1361年 8月17日 正平 (康安) 3連動地震? M8.5以上

1498年 9月20日 東海道沖M 8.2 - 8.4 浜名湖今切決壊、駿河、伊豆に大津波、志太郡で26000人死亡。南海トラフ沿いの大地震とみられる

1605年 2月 3日 東海道沖M 8 死者多数

1707年10月28日 (宝永大地震) 東海道 南海道M 9クラス 御前崎で隆起、東海道筋の倒壊被害大

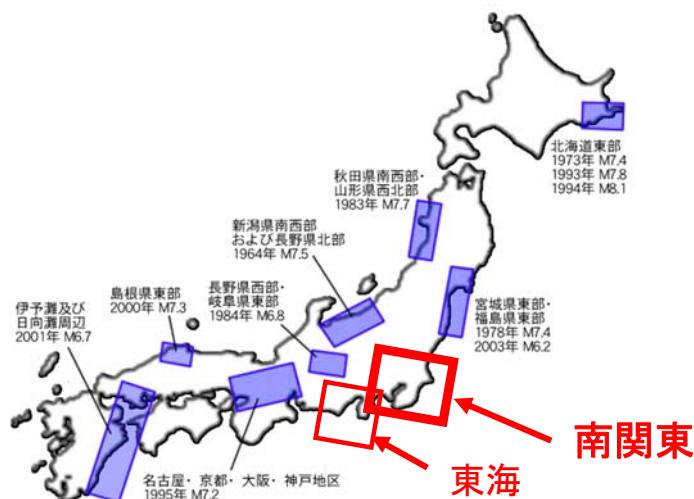
1854年12月23日 (安政東海地震) 東海道沖M 8.4

沿岸に大津波被害、下田で840戸が流失、駿府では約600戸焼失。袋井では90%倒壊、死者多数

1944年12月7日 (東南海地震) 東海道沖M7.9 静岡、愛知、三重などで死者1223人、家屋全壊1万7599戸。津波が各地に襲来 波高は熊野灘沿岸で6-8m、遠州灘沿岸で1-2m、下田では最大2.1m。菊川、清水市で震度6。となった。->この地震は記録が非常に少ない

1946年12月21日 (南海地震) 南海道沖M8.0 死者1330人、家屋全壊1万1591戸、焼失2598戸。津波が静岡から九州に至る海岸に来襲

20??年12月??日
(令和南海トラフ地震).....



10カ所のうち
8か所ではすでに
地震が起こっている

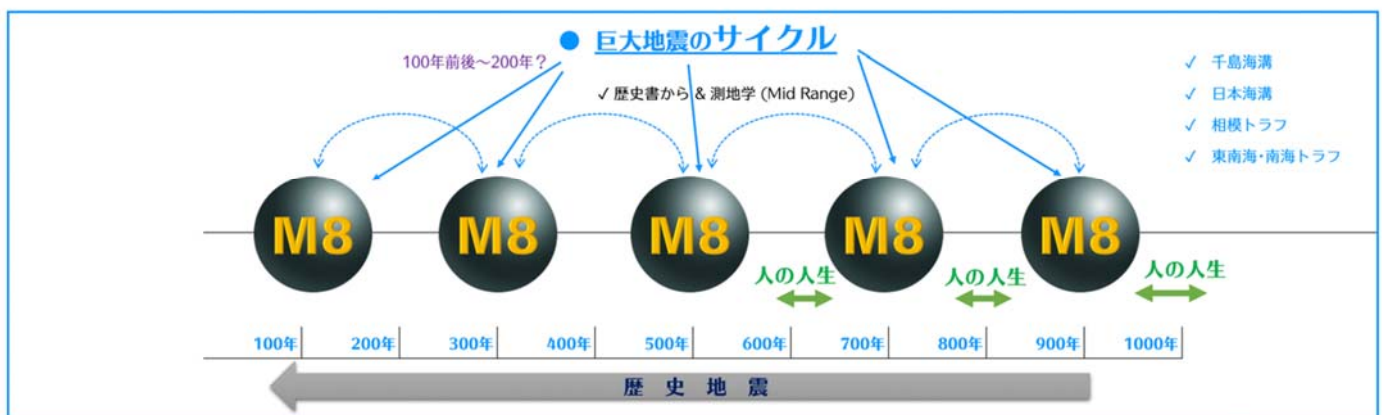
大地震が予想された地域
(1978年中央防災会議)

西南日本で超巨大地震は発生するか？

- 西南日本では、古文書の記録により紀元684年以降の東海地震の記録が存在する
 - この事が逆に研究を阻害していた可能性がある
- 少なくともこの期間では1707年の宝永の東海地震が史上最大
- しかし、地形学的には過去7,000年間で4回の超巨大地震が発生していた可能性が指摘されている
- 次の東海地震は超巨大である可能性が指摘されている
 - **スーパーサイクル地震**

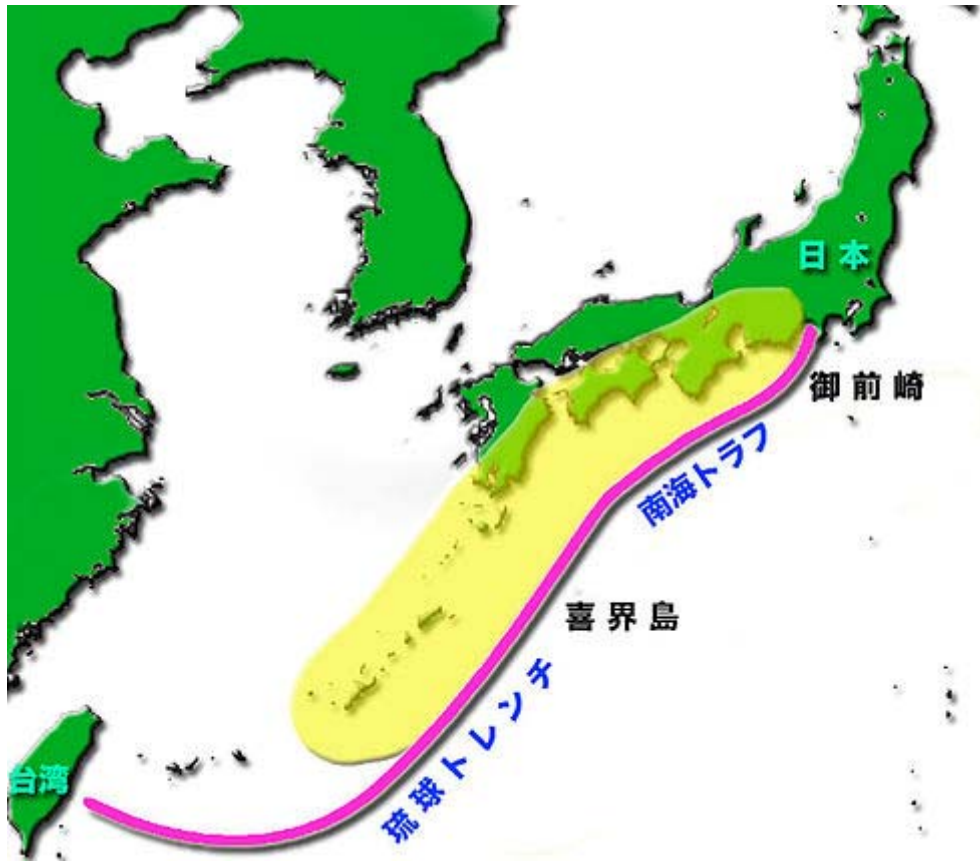
スーパーサイクル地震とは？

©DuMA Inc.2021



想定される超巨大地震の震源域

—過去7000年間に4度発生していた可能性大—



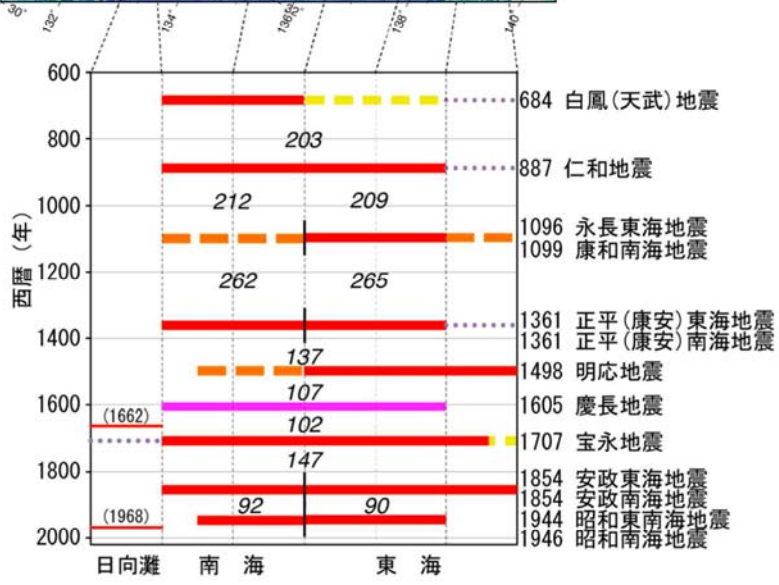
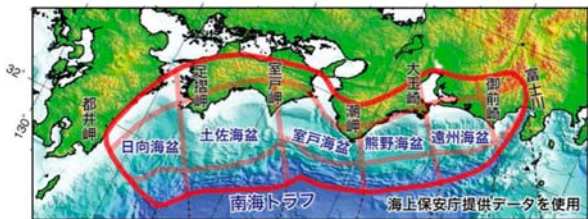
・歴史記録からみた震源域の多様性

・南海地域の地震と東海地域における地震

- ①同時に起きる場合 (1498年、1707年)
- ②若干の時間差が生じる場合 (1854年、1944・1946年)

・東海地域の地震

- ①御前崎より西側で断層のすべりが止まった場合 (1944年)
- ②駿河湾奥まですべりが広がった場合 (1854年)



- 確実な震源域
- 確実視されている震源域
- 可能性のある震源域
- 説がある震源域
- 津波地震の可能性が高い地震
- 日向灘のプレート間地震(M7クラス)

南海トラフの巨大地震

- 確実に発生
- 甚大な被害、対応力不足 32万人、220兆円、240万棟
- インフラ・ライフライン途絶 電力・燃料・エネルギー不足
- 膨大な帰宅困難者・避難者 食料品・飲料水・生活物資不足
- 国民の半分が被災 対応力の圧倒的不足
- IT化された近代都市が初めて被災
- 人口減、多大な債務、復旧・復興の長期化、孤立集落
- 複合災害＝揺れ＋津波＋火災 誘発地震、噴火、風水害

国の衰退（政府の財政破綻）

国難を回避するため、産官学の総力結集が必要

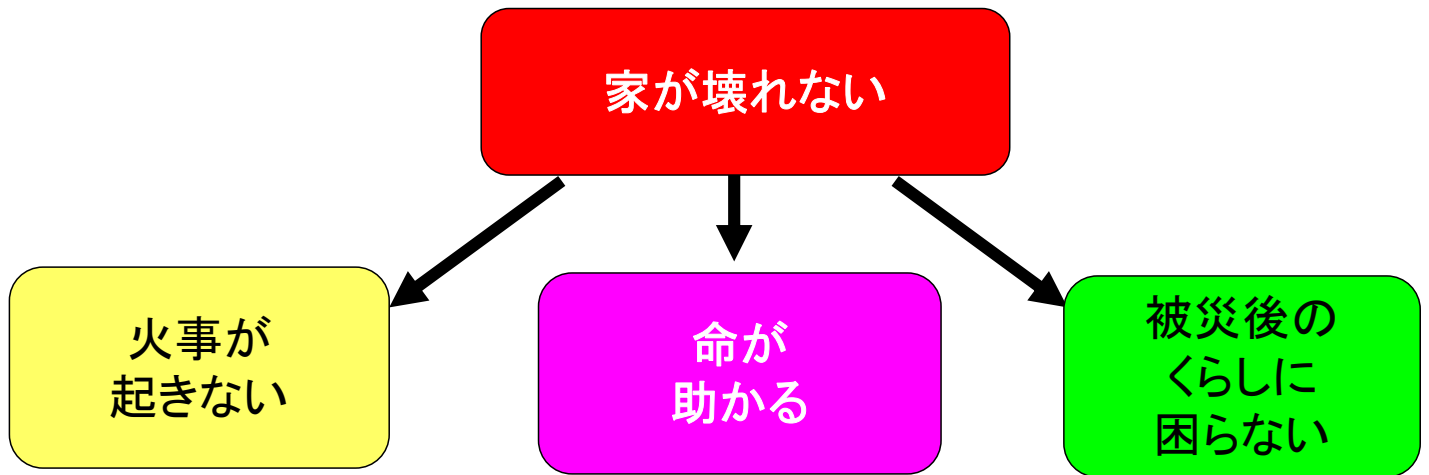
これまでの”大震災”

- 関東大震災（1923年）火災による被害
- 阪神淡路大震災（1995年）建物倒壊による被害
- 東日本大震災（2011年）津波による被害

次の南海トラフ巨大地震（西日本大震災？）

津波＋建物倒壊＋火災
すべてやってくる！

耐震補強の効果

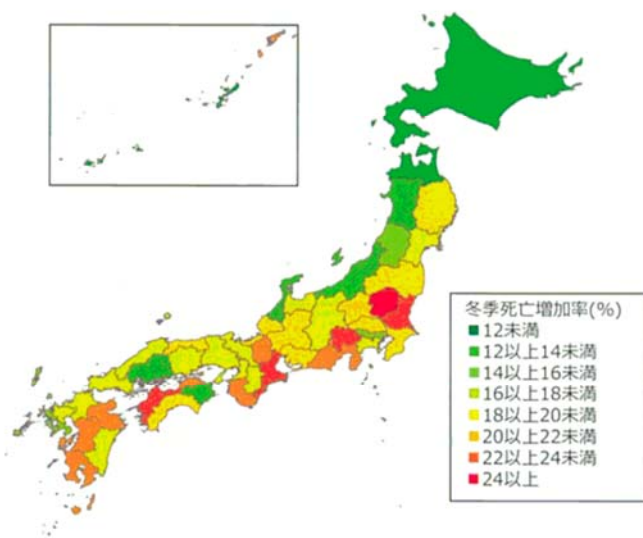


コロナ渦のような感染症蔓延期には
自宅で避難生活ができる事が望ましい

高断熱住宅は死者を減らす

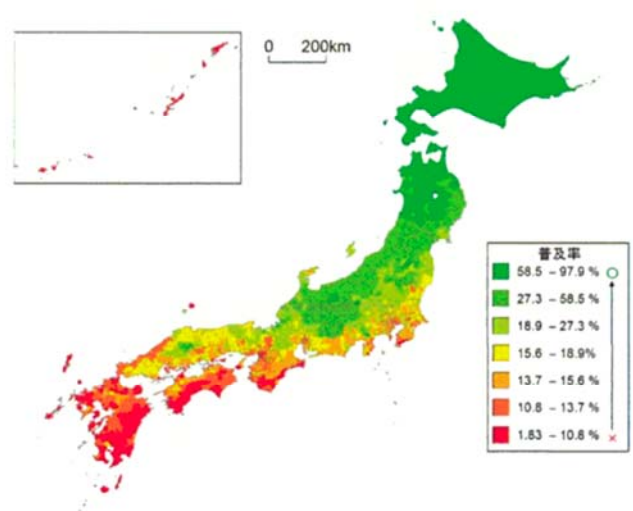
冬季死亡増加率の都道府県別比較

厚生労働省：人口動態統計（2014年）
都道府県別・死因別・月別からグラフ化



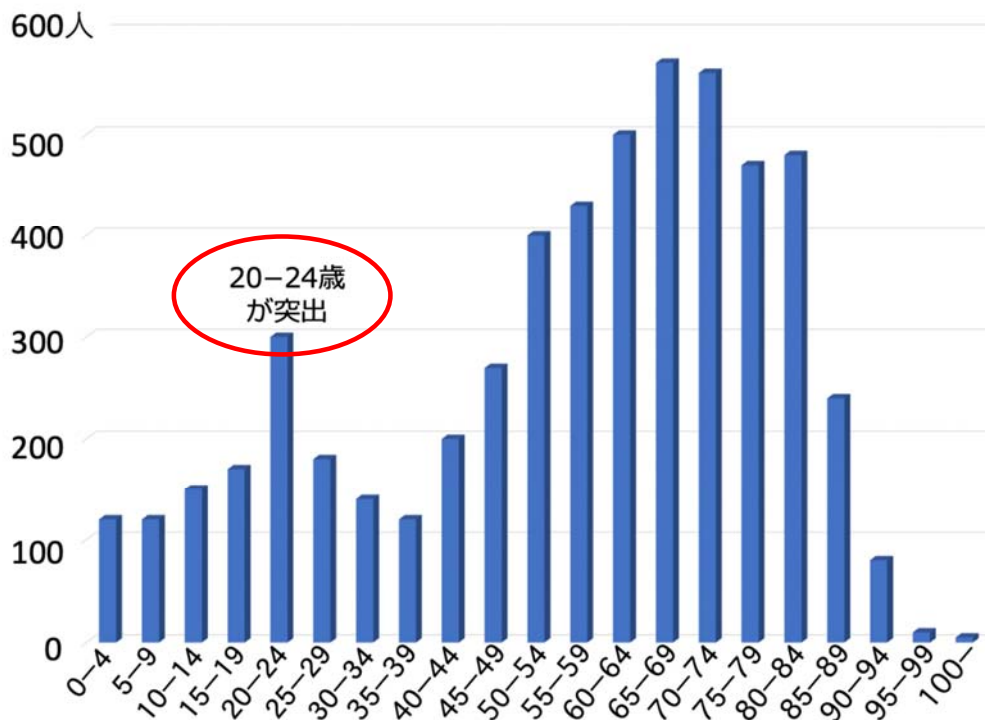
高断熱住宅普及率の都道府県別比較

総務省「住宅・土地統計調査2008」の（二重サッシ又は複層ガラス窓のある住宅数） / （居住世帯のある住宅総数）を地図化



⇒ 高断熱住宅の普及地域で冬の死亡増加率が低い

阪神大震災の年齢別死亡者数



『国民衛生の動向』;厚生統計協会 1996年

住宅が強い事が地震防災の基本

- 例えば北海道の家は断熱性に優れる
 - 一> 壁が多い
 - 一> 窓が小さい
- 震災による避難は長期化する可能性大
 - 一> 特に今のようなパンデミック時には自宅で暮らせる事が重要
- 高耐震+高断熱住宅は長生きの秘訣
 - 一> 暖房費の節約
 - 一> さらに電気自動車は巨大な蓄電池

地震予知を取り巻く状況

なぜ地震予知研究は評判が悪いのか？

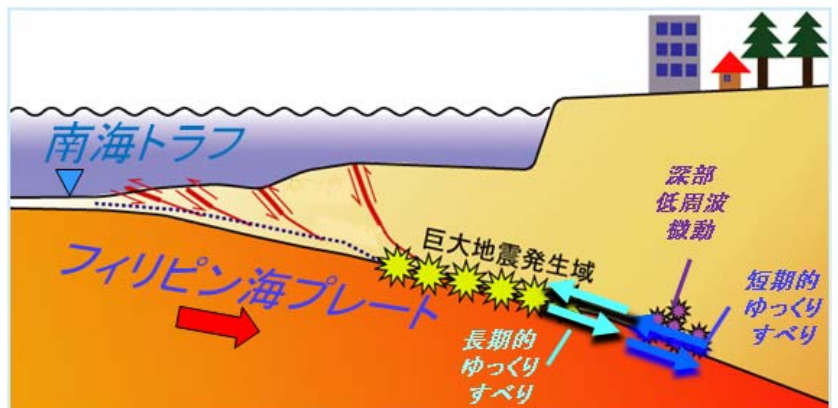
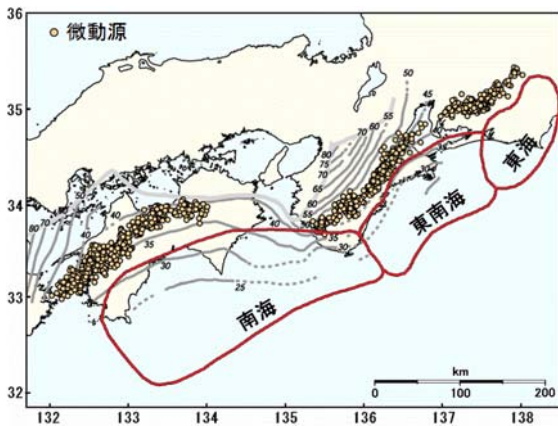
- 地震学会の公式見解
現時点で時間を指定した短期地予知は困難
確率論的な予測のみ可能とされている
政府は30年予測(長期予測のみ実施)
- 発表者も参加した内閣府委員会の結論
「確度の高い予測は困難」
→これをメディア的に表現すると「地震
予知は不可能」となる
- 東海地震の警戒宣言発表という枠組みを廃止
2017年11月1日からは「南海トラフ地震に関
連する情報」を発表するしくみに変更

なぜ「南海トラフ地震に関連する情報」が出せるのか？

- 予知は困難と言われているのに、南海トラフ巨大地震が切迫している可能性が高い時には“臨時情報”を出すしくみとなっている
- 観測網(観測技術)の発展により、地下で何が起きているかに関する知見が飛躍的に向上
- Hi-net(高感度微小地震観測網)およびGEONET(GNSS: Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)の整備
- その結果、プレート境界での深部低周波微動、スロースリップ、超低周波地震等の新しい現象が発見された
- 特に“半割れ”となった後の対応は極めて困難

観測網の飛躍的な発展

- 日本は世界最高水準の微小地震観測網が1995年の阪神大震災を契機に展開された
- 日本全国に約1,000点を超える地震計が配備された
- 全く新しい現象(深部低周波地震など)も発見された
- 統計物理学(破壊の物理学)の理論的進展
 - 前震やフラクタル次元解析についての理解が進んだ!
- AIによる識別も進みつつある



地震計設置の変遷



世界最高水準の地震観測網

● 地震計設置箇所

関東大震災時

1923(大正12)年

阪神大震災前

1995(平成7)年

✓ Hi-net整備後
阪神大震災後

2000(平成12)年～

1995年の阪神大震災以降、Hi-netと呼ばれる高感度微小地震観測網を展開した。これにより、世界最高水準の地震観測が可能となった。

この観測網により、地震活動の小さなゆらぎも精密に観測できるようになった。

DuMAの設立

- 東海大学発のベンチャー
- Down Under Meteorological Agency
- 地下天気図[®]情報の発信
- 地震防災啓発活動の推進 等
個人から会費(月額 220円)を頂戴し
地下天気図情報等を定期的に配信
(法人は月1万円、年間では10万円)
- 利益はすべて地震予知研究を実施している大学に還元
(北大、千葉大、静岡県立大、東海大、中部大等)
- 直前予知のための観測機器開発や先行現象の統合システム開発に充当

HOME News&Topics 目的と活動 地下天気図[®]とは ニュースレター 地震の基礎 LINK DuMA 概要 お問い合わせ

© 2015 DuMA Inc.

日本列島は、**大地揺乱[®]**の世紀に突入。
DuMAは、地震前兆現象をサイエンスします。

DuMAは地震や自然災害の時事解説、及びその前兆・予兆現象に係る情報をDuMAニュースレターなどで提供サービスします。

DuMAは地震前兆現象をサイエンスする研究者の方々との連携を組んでいます。

DuMAは地震前兆・予兆現象をサイエンスする研究を推進するため、これらの研究の支援をいたします。

【大地揺乱[®](だいちようらん)】とはDuMAの造語です。大地が揺れて、擾乱(じょうらん=定常状態から乱れること)することを意味します。

擾乱は力学的不安定が生じた時、その不安定な状態を解消しようとして起こる運動(地震)。一般的には気象学用語。

熊本地震及び九州中部の誘発地震により被災された皆様、避難生活をされている皆様に心よりお見舞い申し上げます。
皆さまの安全と被災地の一日も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。

地下天気図[®]とは

- 地震活動を天気図の低気圧, 高気圧になぞらえて視覚的に表現したもの
- **天気概況**に相当
- 低気圧とは相対的に地震活動が**低下**(静穏化)している事(図上では**青色**で示される)
- 高気圧とは相対的に地震活動が**活発化**している事(図上では**赤色**で示される)
- 将来の地震は**青色**の領域の中心より**端の部分**で発生する事が多い
- 一般に青色の部分が**消えた**後(静穏化が終了した後)に地震が発生する可能性が高い

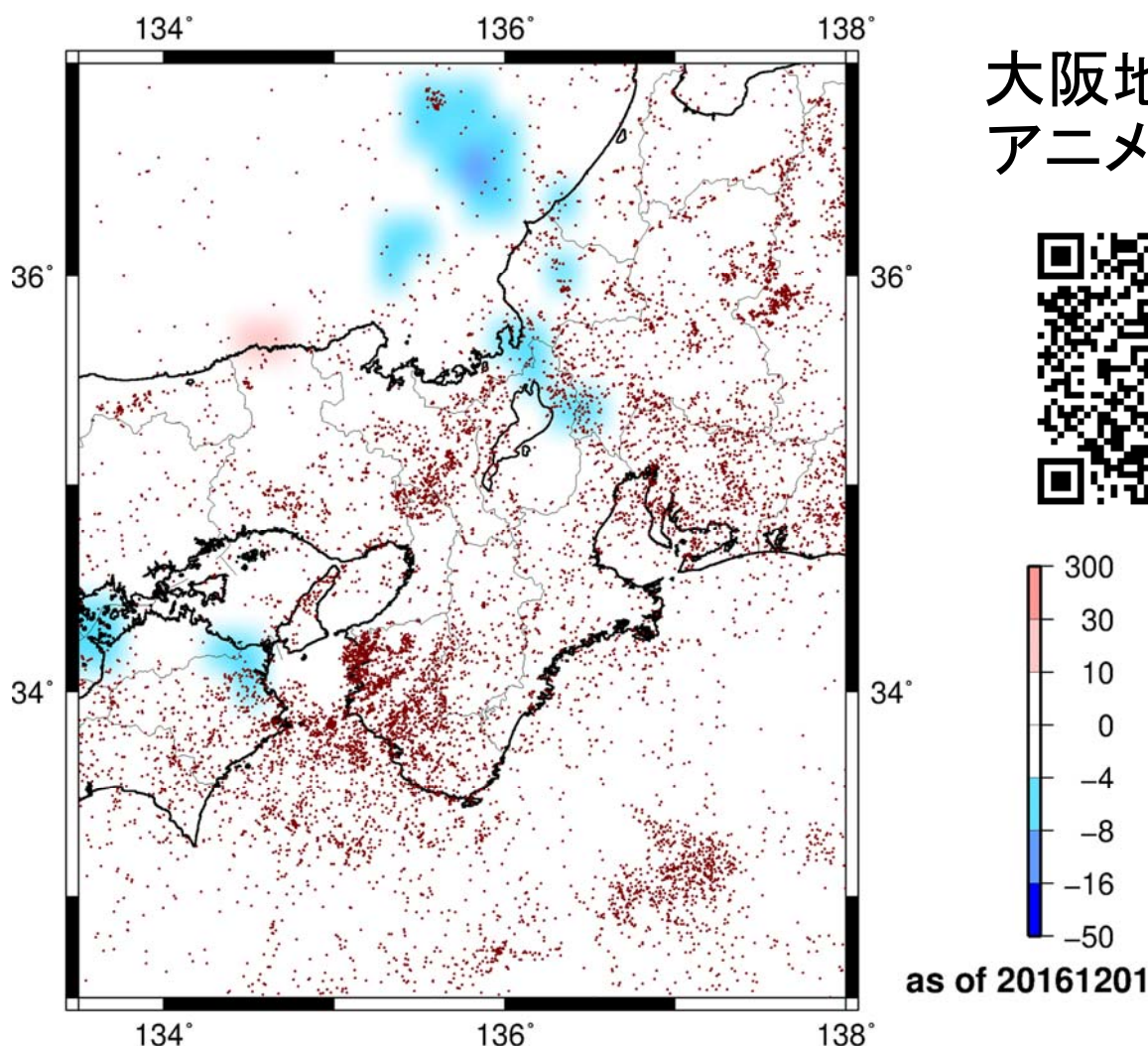
地下天気図はRTM法というアルゴリズムを使用

- RTM法とは、東海大学が開発した新しい地震活動評価のためのアルゴリズム
- **R**は**距離**(region)、**T**は**時間**(time)、**M**は**地震の大きさ**(magnitude)を表す
- RTMの値は**R**, **T**, **M**の積として定義される
- 解析対象地点の**近傍**で**最近大きな**地震が発生するとRTMの値が大きくなる

大阪北部地震とは (2018年6月18日, M6.1)

- マグニチュード自体はそれほど大きくなかった
- ブロック塀の倒壊により、通学中の小学生が死亡
- 西日本では、南海トラフのマグニチュード8クラスの地震の数十年前から内陸地震活動が活発化
- 関西地方で明瞭な地震活動静穏化が見られた
- 実は紀伊水道で静穏化と同期する“**ゆっくり地震**”が発生していた

→ 南海トラフの巨大地震が発生した後は、南海トラフ巨大地震の先行現象の一つであったという事になるはず

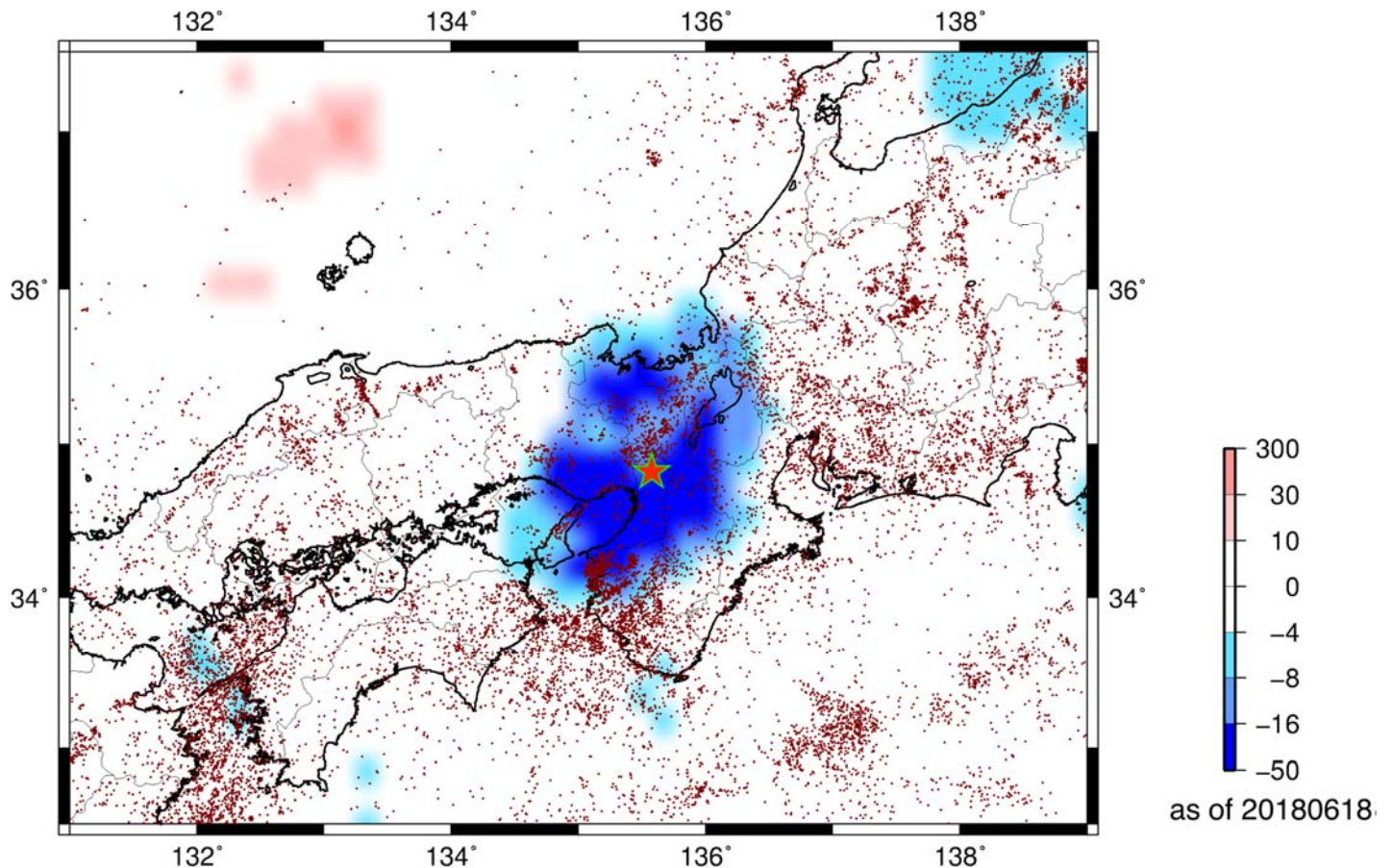


大阪地震前の
アニメーション



300
30
10
0
-4
-8
-16
-50
as of 20161201

大阪北部地震発生当日

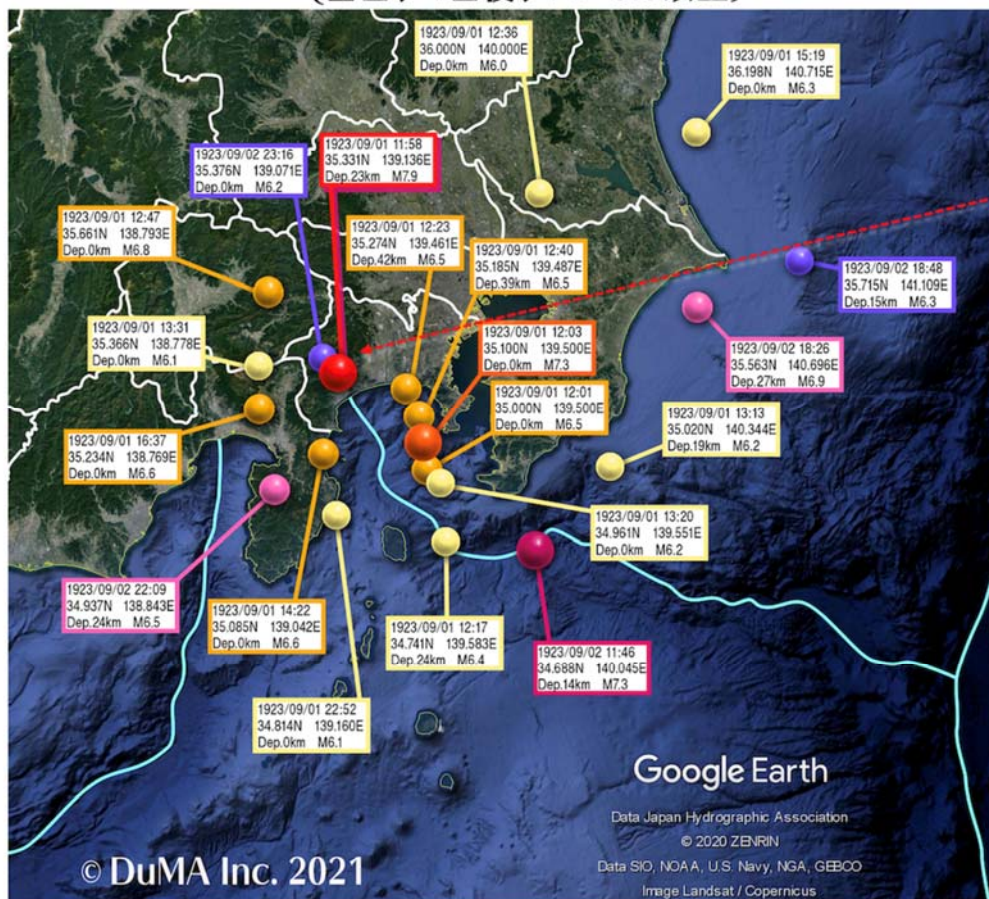


関東大震災から100年

- 1923年9月日 M7.9
- 火災による多くの死者
- 火災旋風がその原因と言われている
 - 一> 本講演で最新の知見を紹介
 - 一> 南関東ガス田の存在

関東大震災の本震、余震のマップ

(当日、1日後、M>6.0以上)



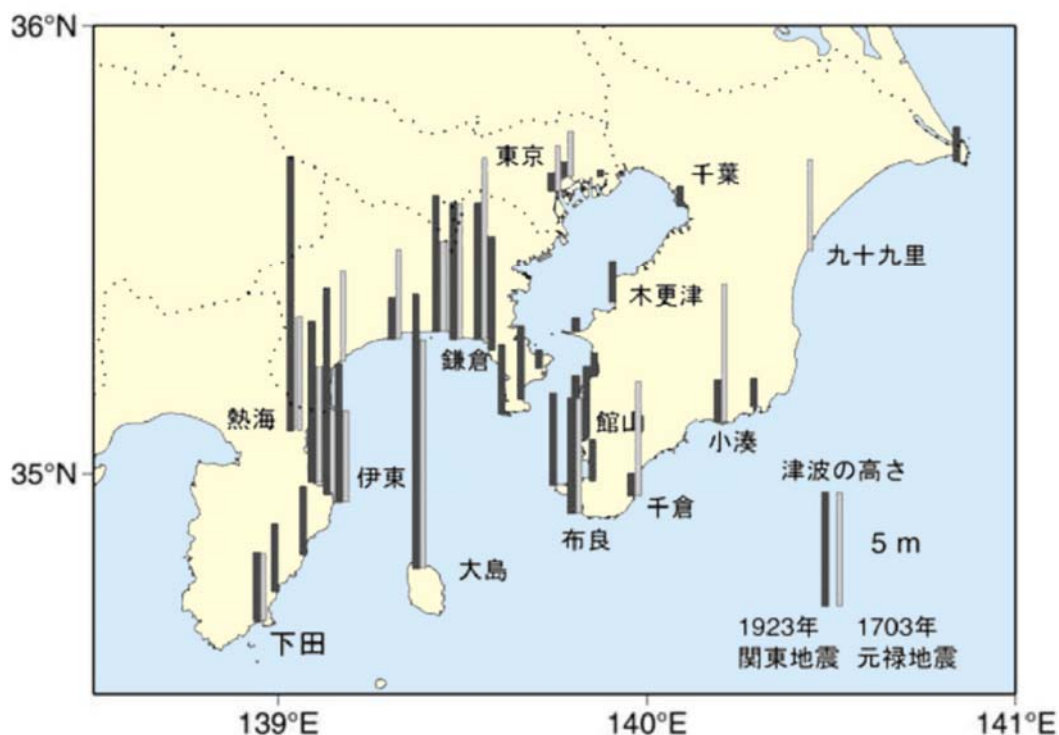
本震:1923/09/01, 11:58



M	当日	翌日
M>7.0		
M>6.5		
M>6.0		

気象庁の地震カタログから
深さ:50km 以内

実は関東大震災では神奈川県には大きな津波も襲来



■関東大震災(1923)と元禄地震(1703)時の津波の高さ

出典:羽鳥徳太郎・相田勇・梶浦欣二郎『南関東周辺における地震津波』
(1973, 東京大学地震研究所編「関東大地震50周年論文集」)

関東地方に潜む危機

—南関東ガス田—

今年も関東大震災から百年の節目にあたる。奇しくも二月六日、トルコで二度にわたり発生したマグニチュード7クラスの地震は、死者四万五千人を超え、都市部を襲う地震の恐怖を改めて突きつけてきた。

二〇二一年三月十一日に発生した東日本大震災では、津波による犠牲者が中心だったが、東京などの都市直下地震ではトルコと同様の危険がある。

たしかに建物の耐震技術では日本に一日の長があり、あそこまで無残に倒壊する可能性は低い。しかし最近、首都直下地震における新たなリスクが注目されている。キーワードは「ガス」と「地下水」だ。

【南関東ガス田という燃料】

大正十二（一九二三年）九月一日の正午直前に発生した関東大震災では、大火災が東京の街を焼き尽くした。約十万人の死者のうち九割が被災だったとされる。発生時は「ごはんの準備で火を使っている家庭が多かった。これが火災の原因になった」という考え

ており徐々に認知されつつある。そして他にメタン噴出の可能性に言及した地震関連書籍もある。

南関東ガス田自体のリスクはすでに知られている。二〇〇四年には千葉県九十九里町いむし博物館で発生した、職員一人が死亡する事故があった。原因はガス田由来のメタンガスが地下室に充満していたことだ。さらには〇七年には渋谷の温泉施設で大規模爆発が発生し三人が死亡しているが、この原因も千葉の事故と同様だった。

つまり東京と南関東エリアの地下には広範囲でガスが眠っているのだ。水溶性ガス田というのはメタンが地下水中に大量に溶解しているもの。東京都では、地震沈下を防止するために一九七二年から天然ガス採取を全面停止し、八八年からは野田全体で地下水の採水を規制している。

水溶性ガスは一定の圧力がかかれば水に溶けたまま。地下水やガスの利用制限によって地下水位が上がれば、そこに溶けているガスも一緒に地上近くまで上がってくる。

すでに東京駅の地下部分や、上

方で、「地震だ！火を消せ！」という標語が生まれた。これは誤りではないが、火災が広がったのは別の理由が指摘されている。関東大震災で最も多くの死者を出したのは、本所区現在の墨田区（の跡東横線駅）の約二万坪の空き地に大勢の避難者が殺到したところに火災が広がって二万八千人

「大火災」を巻き起こすリスク

首都直下型地震で「地下ガス」の脅威

が命を落とした。従来、この原因は「火災蔓延」によるものと説明されてきた。これは、広範囲火災が発生した際に、炎が持ち回り、発生し、大きな被害を出すものだ。しかし、大震災前後の可能性がある。信用大学名誉教授の榎本祐輔氏は、被災直後の火災について南関東ガス田由来の「メタン火焔」の噴出が原因だった可能性を示す史料や写真を多数発見した。

さらに、一八五五年の安政江戸地震でも同様の事態が発生した可能性も指摘する。この地震が発生したのは先述したが、大地の割れ目から火が噴き出るのが目撃されていた。当時の様子を書き記した『武江地動之記』には次のような記述がある。

「二日夜行徳の辺には地上より火燃出たり、近くより見れば見えず。またその先に火の燃える見ゆるみ、芝罘元町の坊止跡木興石衛門も此夜途中に於いて土中より火の出るを見た」と（一句点省略）

興味深いことに、安政江戸地震と関東大震災の火災の発生地域では、重なる部分が多いのだと左頁

のエリアでもガス引火のリスクはあるが、延焼しやすい住宅地のはうが、危険性は高い。江戸時代や大正時代より異なるのが、アスファルトで覆われているが、トルコの例を見ても分かるように、地割れを防ぐ効果はそれほど期待できない。

地下水とガスの調査が義務づけられている。地下水位の上昇は、ガス田由来の天然ガスが上昇してないほど信頼されて圧力が上昇している可能性がある。そもそも地下水の状況さえ正確に把握できていないのが実情だ。

二〇二五年十一月には、東京の新橋川にある「有楽町排水所」でトラブルが発生。レベルが水位して、十二時間わたって列車の運行を見合わせた例もある。今般のトルコ地震は「八八」の側面も強いと報道されている。東京における「ガス田リスク」の研究内容を聞いた研究者の人物

OBはこう語ったという。「対応をどうしないといけないが、今はその余裕はない。この事実

は一言でも知りたくはないものだ。せめてガスと地すべりの実地調査を開始すべきだ。無難のまま関東大震災と同レベルの地震が今の東京を襲えば、阿鼻叫喚の火焔地震が当時を遙かに上回る規模となる可能性も早く否定できない。



●火災の発生した地点 筆者提供の資料を基に編集部で作成

関東地方の地下には「南関東ガス田」というメタン貯留槽が広く分布

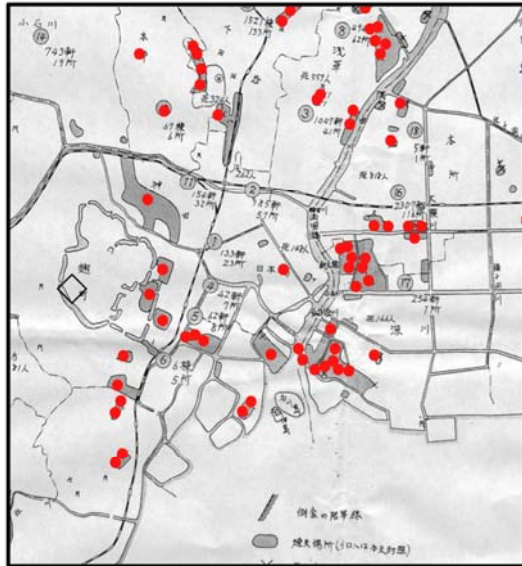
2007年には渋谷の温泉施設で爆発事故、3名が死亡
 2005年にも九十九里いわし博物館で爆発事故、2名が死傷



首都圏では地下水組み上げ規制により、地下水のみならずメタンも大量に蓄積されている！

大正関東地震と安政江戸地震の火災発生の類似点

1855年安政江戸地震の火災マップ（夜中10時頃）
 [佐山 守, 安政江戸地震災害誌, 東京都]



「火事よといふと三十七八ヶ所のもへ出、本所深川斗りて十三ヶ所程出火有しとなり」[安政地震雑記]

1923年関東大地震の火災マップ（正午頃）
 [震災予防調査会]報告 第百号



「僅々、発震後十分足らずして、市内七十六か所から猛火は燃え上がったのであった。」[大正大震災火災]

火災域が両地震で同じ。ともにこの地域で震度VI以上で地割れ発生

今首都圏で大地震が発生すると、、、

- 現在、東京都は地盤沈下を防止するため、1972年末から天然ガス採取を全面停止し、1988年からは東京都の平野部全体で揚水を規制
- 東京駅の地下駅部分や、上野駅の新幹線駅などは、地下水位が上昇し駅駅本体が浮き上がるという問題が生じている
- いまや東京駅総武線地下ホームでは、水位は天井の上にまで到達
- 換言すれば、東京駅の地下ホームで水死する可能性すら存在する
- このことは地下水位の上昇だけでなく、南関東ガス田由来の天然ガスもかつてないほど蓄積されて圧力が上昇している事を意味する
- 首都圏はメタンガス対策・地下水位低下対策の立案・実施が急務
- 現状はこのリスクを完全に見過ごしている
- この情報を知った東京消防庁長官も務めた元総務省大物官僚は、「対応を取らないといけないが、今の日本にはそのような経済的な余裕は無い。（この事実を）官僚が知りたくないものだ」と語った
- 無策のまま関東大震災と同じレベルの地震が今の東京を襲えば、阿鼻叫喚の火焰地獄が当時をはるかに上回る規模となる可能性も否定できない状況

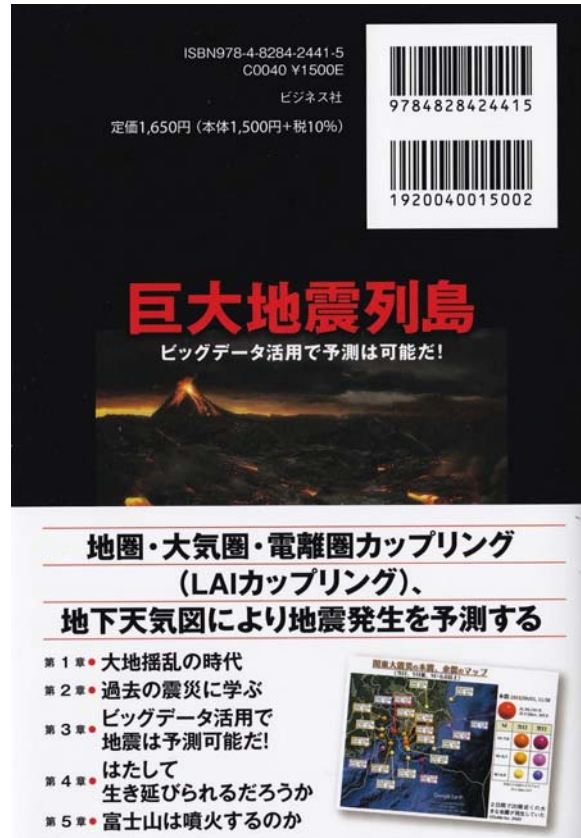
シン・ゴジラ

- 最高の防災映画
- 冒頭の20分は3.11の時の官邸の様子
- 中盤の東京大脱出は100年前の関東大震災後の大疎開
- 終盤のゴジラへの血液凝固剤注入はもちろん福島原発事故

→ 自治体・防災関係者は必見！



『巨大地震列島』 長尾年恭(ビジネス社)



ご静聴ありがとうございました

