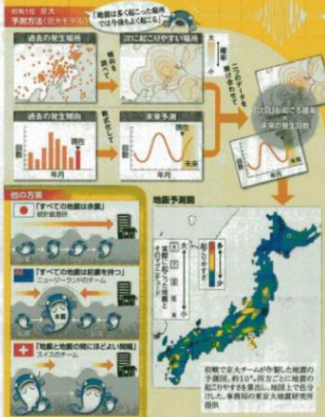


地震予測 競って磨く

地震予測 コンテスト 参加チームの方策



過去のデータから法則導く

過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。

物理的現象に着目

過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。

中規模の好成績

過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。

過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。過去の地震発生時刻から、地震発生時刻と地震発生時刻の関係を導き出す。

日本は地震が多い国なので、大地震への対策が、いろいろ考えられています。中でも、国や建設会社などは、長周期地震動への対策に力を入れているようです。長周期地震動とは、どんな揺れなのでしょう。どんなところがこわいののでしょうか。

[illegible]

ゆつくり揺れ、遠くに伝わる

ビル強度再び確認必要

100

長岡市地震動と超高層ビル

●**③、両者の真意のとき**
地面が緩かく強くゆれる
とビルはゆれを覚悟

[illegible][illegible]

押しに強いが曲げには弱い

逆にアルカリ性があだとなる「アルカリ骨材反応」は、鉱物学的に不安定な骨材と、アルカリ性が強すぎるセメントを使ってしまったときに起こります。両者の化学反応でできた成分が、コンクリ

グラフィック・白岩 渾 / The Asahi Shimbun

(吉田晋)

[illegible]

糸静線「運動の可能性」

神戸大名誉教授
「広域的監視を

[illegible]

となり、長野県内でも糸魚川、磐城列勢を広げるとを視
察付近で震度4が観測され、政府に「地震の発生可能性が
あり」と説明、警戒に政府だ。

は現在、長野野8都県（一部地震を含む）に地震防
災対策強化地域を指定、県内た。

は観測や上下伊那、25市町村が指定されているが、従来の「フィリピン海プレート

日本地震学会が静岡市開

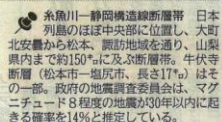
線より西側の「アムールプレート」が東に動いてくる影響もあると指摘。同プレートは安定的とされるウラシアプレートとの境界で地震。東日本大震災で糸線付近より東側の本州の広範囲で地震が東へ動いたため、アムールプレートも動きやすくなった可能性があるとのこと。

このため、東海地震の震源域東側の富士川河口断層帯沿いや、さらに北にある糸線断層

地付近と報告。取札に対しては、最大級の揺れが起きた場合は糸静線に沿ってさらに北に延びたり、長野盆地西縁断層帯などのある県北部に影響が及ぶ可能性にも言及した。

周帯が東部地震帯などと同時に活動した、先行的、誘発的地震としては東海、東南海、南海地震の連動に加え、南海よりさらに南西方向や沖台の領域が連動する可能性を唱える研究者が出ていた。

石橋名誉教授が可能性を指摘する「超巨大地震」の震源域



学会で石橋氏は超巨大地震の震源域の北端を松本盆地

地震予測揺らぐ仮説

「いつ」は言えないにしても、似た地震が同じ場所で繰り返して起きる——こんな地震予測の基本的根拠となる仮説が、東日本大震災の発生で揺らいでいる。「アスペリティモデル」と呼ばれるもので、改良版も発表されたが、当面は予測には使えそうにない。

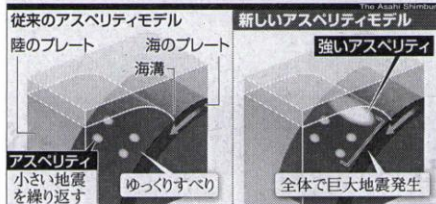
3.11で解釈に限界

「アスペリティ」は「ざらざら」といった意味で、ギアがたまってはかれるとプレート同士が普段は強くくっついていてる部分。「固

日本で独自進化

阪神大震災以降の観測網の整備で、日本で盛んに研究され、独自に進化した。もともとはプレート境界の地域ごとの性質を示す概念だったが、実際の地震にあてはめ、この説をもとに地震発生をシミュレーションして、将来予測が可能になると期待された。

東日本大震災の本震はマグニチュード(M)9。震源の宮城県沖にはM7級のアスペリティが複数あると



が単純に連動してもM9にはならない。

「アスペリティはいつも決まっていて、同じような地震を繰り返すと単純化した解釈に限界があることがわかった」と東北大学の松沢暢教授は指摘する。

しかし、「アスペリティ」モデルが完全に間違っているわけではない」と東大地

震研究所の加藤尚之准教授は話す。震災前は、何百年分もひずみをため、強く固着したアスペリティが日本海溝付近にあることは知らなかった。

起り方は複雑

日本海溝は、海のプレートが陸の下にもぐり始める場所。強くくっついていて、と、深い部分のプレートも動きにくく、地震を起こしても、たまったエネルギーのすべては開放しない。海溝付近で地震が起こると深

い部分も一緒にずれて巨大地震になる、と考えた。加藤さんは、約700年周期で巨大地震が起こり、その間に小さい地震が繰り返す様子をコンピュータで再現した。巨大地震後は、小さい地震の発生周期が短くなった。

アスペリティは、エネルギーをため、いずれ巨大地震が起きる、という考えだ。ただ、シミュレーションは予測に直結しないという加藤さんは指摘する。地下の状態は、岩石を使った実験で推定して計算するが、本当は何が起きているかはわからないからだ。「地震の起り方は条件次第で変わり、複雑。起こった現象の理解には役立つが、予測はまだまだだ」と話している。

海洋研究開発機構と京都大のチームは、小さいアスペリティをいくつ含む、巨大アスペリティがあるという説で、M9を説明できそうだという。小さい地震が繰り返される間、大きい

(瀬川茂子、小宮山亮磨)

プレート沈みこみ「見た」

島崎邦彦・地震予知連会長



地震予知連絡会長の島崎邦彦
東大名誉教授・松本敏之撮影

3月11日の地震で、海溝でプレートが本当に沈みこむ現場を、初めて「見た」と感じている。

これまで知っていたプレート境界の地震は、陸の地震でいえば、地表に現れない小さい活断層。地表に段差ができ

て、穴を掘ってみると何にもずれた跡がわかる大きな活断層を知らずに、地震の研究をしてきたようなものだ。今回は、全球測位システム(GPS)観測で、海底で50

津波地震は、海溝付近が大きくずれて、海底が隆起して起こった。これが今回の地震の本質で、その実態がおぼろげながらわかってきた。ひょっとしたら、貞観型はいつも津波地震と一緒に発生しているのかもしれない。

この地震は、強い揺れと広い範囲を浸水させた津波を起こす「貞観型」の地震と、破壊的な高い津波をもたらした「津波地震」の二つが同時発生したと考えられる。

これまで知らなかった、海溝付近が大きくずれる可能性を検討しながら、南海トラフで将来起きる地震の想定も直すことになる。いろいろなケースを想定して、新しい考え方を作っていききたい。

(聞き手・瀬川茂子)

東日本大震災では、気象庁が地震の正しい規模（マグニチュード）をすぐに算出できず、津波の予測を誤ったことが問題になった。巨大地震の規模を素早く正確に見極めるにはどうしたらいいのか……地震学者たちの挑戦が続いている。

[illegible]

「これは、**精度**の問題だ。精度とは、ある測定値が、真の値にどの程度近いか、ということだ。精度が高いということは、測定値が真の値に近くなるということだ。精度が低いということは、測定値が真の値から遠くなるということだ。精度を高めるためには、測定方法や測定装置を改良する必要がある。例えば、測定装置の感度を上げる、測定方法を改良する、測定環境を安定させる、測定者の訓練を徹底させる、などがある。精度を高めることは、測定結果の信頼性を高めることに直結する。したがって、測定結果を信頼して活用するためには、精度を高めることが不可欠である。」

「なるほど、精度の問題だ。では、精度を高めるためには、どのような方法があるのか？」

「精度を高めるためには、測定方法や測定装置を改良する必要がある。例えば、測定装置の感度を上げる、測定方法を改良する、測定環境を安定させる、測定者の訓練を徹底させる、などがある。精度を高めることは、測定結果の信頼性を高めることに直結する。したがって、測定結果を信頼して活用するためには、精度を高めることが不可欠である。」

「なるほど、精度の問題だ。では、精度を高めるためには、どのような方法があるのか？」

「精度を高めるためには、測定方法や測定装置を改良する必要がある。例えば、測定装置の感度を上げる、測定方法を改良する、測定環境を安定させる、測定者の訓練を徹底させる、などがある。精度を高めることは、測定結果の信頼性を高めることに直結する。したがって、測定結果を信頼して活用するためには、精度を高めることが不可欠である。」

気象庁のマグニチュード算出の流れ

```

    graph TD
      A[地震発生] --> B[マグニチュード算出]
      B --> C[津波警報  
(約3分)]
      B --> D[M8.4で暫定PE  
正確に計算できないとそれ  
より(小評価)になるため]
      D --> E[M8以上を正確に算べるには  
約1分以上は]  
E --> F[現在の算出方法では、15分以上かかる]
  
```

約3分 震度分布から推定

震源域が大きいほど震度6弱以上の
揺れの範囲が大きくなる特性を利用し
てM8以上かどうか推定する

●震度
7強
6強
5強
4強
3
2
1

2005年8月16日
新潟県中沖地震
M7.2

震源域

2011年3月11日
東日本大震災
M9.0

震源域

気象庁の資料を基に制作

約4分 地殻変動から算出

GPSの観測データを使って、リアルタイムでマグニ
チュードを推定する。刻々と変わる地殻変動から、地
殻変動を起こした断層の大きさを推定

2011年3月11日
東日本大震災
1分10秒後

移動距離
50cm

推定した断層

断層

1分30秒後

M8.0

2分50秒後

M8.7

東北大学の資料を基に制作

約6分 地震の波形から算出

P波とS波の間にあるWフェーズと呼ばれるゆっつり
とした長周期の波を使い、規模を推定する

Wフェーズ

地震発生

P波到達時刻 S波到達時刻 →時間

グロウパツの画像 写真提供 The Asahi Shimbun

金沢市には、東日本大震災
後の技術支援の一環として、
タスを使ってWフェーズのデ
ータを集めてリアルタイムデ
ータを取得している。地震学
界では、M7.0以上で起きる
地震で、Wフェーズを使うこ
とが試みられている。

「Wフェーズ」は、気象庁のM
は過小可能であるという説が
広まっている。これは、Wフェ
ーズは通常の地震よりも小さ
い。ただし、地震学の専門家
によると、Wフェーズは通常の
地震よりも大きな規模を示す
可能性があるという。つまり、
Wフェーズを用いて算出した
数値がある程度低く出てくる
場合が多いことがわかってい
る。その点については、地震学
界の専門家の見解も一致して
いる。今回の地震規模をWフ
ェーズの方法と比較して算出
する。今回の地震の次の巨大な
地震を生かす。

（前ページ）

(潮川葎子)

「阪神」以降、名前付いた大地震9回

岩手・宮城内陸地震、能登半島地震、新潟県中越地震、芸予地震……。阪神大震災以降、大きな地震が続き、気象庁が命名した地震は9回起きた。

地震には活動期があるのか。

「日本全体では、はっきりとした活動期」と藤原明は見いだせていないが、特定の地震帯をみると、違いが見えてくる」と、防災科学技術研究所の岡田義光理事長は話す。20世紀に日本列島周辺で起きた地震帯の回数を年ごとにまとめると、M7級以上の地震は一定の頻度で発生しており、下の地震帯は少ない時期はなかった。

しかし、地震学者たちが指摘してきたように、首都圏や関西に注目すると様相は変わる。繰り返して起きるM8級の海溝型の巨大地震が起きる前の数十年と、起きた後の10年ほどは、いずれもM7級の内陸の地震が多くなっている。政府が首都直下や南海トラフの地震対策に力を入れるのも、影響の大きさに加え、こうした点から大地震が近づいている恐れがあると考えられるからだ。

起こすエネルギーを十分にためている活断層が影響していると考えられる。

M 8級の巨大地震が起きれば、地殻にいかめる力が変化して影響が内陸にも及ぶ。内陸に数多くある活断層には、巨大地震の影響で地震が起きやすくなるタイプと、起きにくくなるタイプがある。

巨大地震で促進されるタイプの活断層は、最後の一押しとなって地震を起こす。また、巨大地震後は余震もあり、しばらくは地震活動が活発な時期が続く。その時期が過ぎると、巨大地震でプレートをかわれた抑制されるタイプの活断層ではしばらく地震は起きにくく、静穏期が訪れる。数十年たって巨大地震の影響から抜け出すと、徐々に地震を起こし始め、やがて次の巨大地震が起きる。

つまり、活動期は①前回の巨大地震でプレートをかわれた活断層で地震が起きる②巨大地震が起きる③巨大地震の余震や誘発された地震が起きる、これらがセクトになっているイメージだ。

M 8級の巨大地震の影響は、それほど大きいのか。

相模トラフで起きた1923年の関東大震災(M7.9)の前後には、1894年の東京地震(M7)、1924年に丹沢地震(M7.5)などM7級の地震が相次いでいる。内閣府は「首都地域のM8級の地震は200~300年間隔だ」としている。最近、話題の恐れがある」としている。最近、話題の首都直下地震もこれにあたる。

西日本では、100～150年間隔で南海トラフの巨大地震が起きてきた。前回1944年の東南海地震(M7.9)と46年の南海地震(M6.8)の前後には、25年の但馬地震(M6.8)、27年の北丹後地震(M7.3)、43年の鳥取地震(M7.2)、45年の三河地震(M6.8)があった。「東南海、南海地震は今世紀前半にも発生の恐れがあり、その前に内陸の地震が活発化する恐れがある」と指摘されるのはこのためだ。

医療サイト・アピタルには、専門医、患者が書くブログが満載です。

では、なぜ巨大地震の前後に内陸の地震活動が活発化するのか。

西日本の活断層は、なぜか南海トラフの巨大地震で抑制されるタイフが多いという。堀さんは「1990年代以降、抑制されるタイフの断層でM5級がわずかに増えており、活動期に移行しつつあると考えられる」と話している。

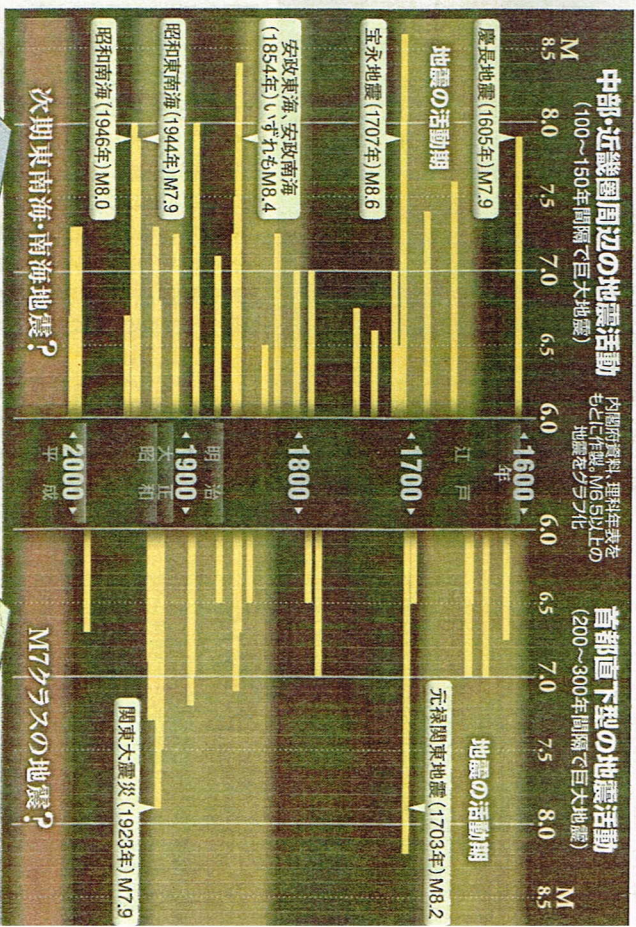
(編集委員・黒沢大陸)

地震が多い時期と少ない時期が存在するイメージ

地震を起こしそうな活断層

巨大地震が起きると地殻にかかる力が変わり、活断層型の地震を促したり抑えたりする

しばらく地震が起きなくな
り、次の巨大地震が近づい
た頃に起きる

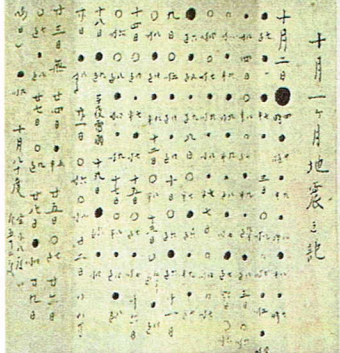


歴史地震の研究方法

古文書から学ぶ

大地震後の余震

黒丸は夜、白丸は昼の地震、丸の大きさは揺れの大きさを示した「藤岡屋日記」
「新収日本地震史料」から



地震直後

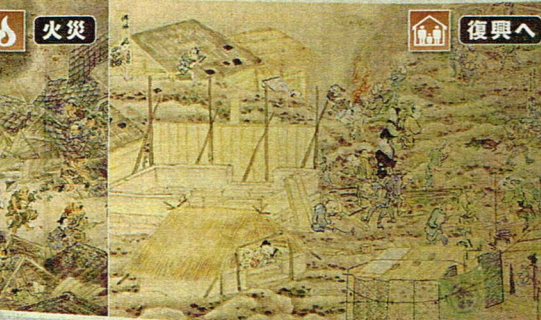
災害対応
地震発生から復興までを描いた絵図
「江戸大地震之図」から、東京大学史料
編纂所蔵



ラフィック・寺島 隆介 / The Asahi Shimbun

安政江戸地震(1855)

当時の日記、手記、被害報告などから、
地区ごとに被害を整理する



ラフィック・寺島 隆介 / The Asahi Shimbun

阪神大震災の前、関西で大地震は起きないと多くの人が思っていたが、歴史を振り返れば地震は繰り返していた。地震計での記録は100年程度でも、史料なら千年以上さかのぼれる。古文書を読み解き、防災に生かそうとする歴史地震研究が注目されている。

船で沖に出ていて津波にあった家臣が、気づくと山の上の松のそばにおり、松の木に船をつないだ。

江戸時代の史料「駿府記」によれば、伊達政宗が徳川家康にこんな奇談をしたという。東日本大震災の400年前、東北で津波の被害があった慶長三陸地震(1611年)にまつわる記録だ。だが、船をつないだという千貫山は仙台平野の外れにあり、標高は186m。津波の高さとしては、あまりに高く不自然だ。作り話なのか。

東北大東北アジア研究センターの蝦名裕一研究員は、古文書や絵図をもう一度調べ直し、現在の地形と比べた。「船をつないだ松は、千貫山の頂上ではなく、ふもとではないか」。当時の阿武隈川は蛇行しており山に近い河道を通っていたこともわかった。津波が7m程度、川を遡上して船を運ぶことは十分、考えられる。

史料を洗い直し、科学的な整合性を検証する作業を丹念に続けること、過去の地震の実態に迫り、大津波が繰り返す周期がわかるかもしれない。津波被害の範囲によっては東日本大震災と似た「慶長奥州地震津波」と名づけられるような災害だった可能性もある。「被災地を開墾したなど復興策を学ぶこともできる」と蝦名さんは話す。

「公的に収集して」

史料から地震を学ぶ研究は古くからあった。1891年の濃

日記から震度推定 復興の

当時、どの地域で、どのくらいの間隔で大地震が起きているのか、地震が起こればやむを得ない季節や時刻があるのかを知るには史料を調べるしかなかった。

現在に続く研究は、東京大地震研究所教授を務めた宇佐美龍夫さんが1970年代に始めた。古文書の読み方を歴史学者に教わりながら、地震、津波の記録を探した。文書のほりこりをふく雑巾、筆記用具やカメラを持って各地の図書館や民家を訪ね、史料を集めて整理した。

文部省の研究費で始めたが、「予算が足りず、集めた史料の印刷に数年かかると言っていたら、日本電気協会が援助して

史料を集めて保管しておけば、読み直して過去の地震の姿が少しずつ見えてくる。早稲田大の中村操客員研究員と地震予知総合研究振興会の松浦律子部長は、1985年の安政江戸地震に取り組んでいる。

新収日本地震史料ののっている目録などから「土蔵敷、表門大破損」「土蔵壁落大破一棟」といった記述を探し、地区ごとの被害状況を整理。民家や寺院、土蔵、石垣などの被害や、体感の大きさから震度の判定表を作り、各地の震度を推定。

震度分布は、関東大震災と似ており、低地や埋め立てた地など地盤が悪い場所が揺れが強いことがわかった。揺れが次第に大きくなり、外に逃げてから家が傾いたといった体験談から、突然強い揺れに襲われた阪神大震災のような浅い震源でなく、やや深い震源と推定された。

歴史記録が多く残る西日本の地震の研究も進んでいる。歴史地震研究会の武村雅之会長(小堀鑄二研究所副所長)は「根拠があるが、調べると過去の地震の姿が見えてくる。昔、こゝまで津波がきた。どう逃げるかと考える材料になる。防災につながるようにしたい」と話している。

震源の深さも判断

「個人所有の古い史料はどうぞん失われていく。いまは個人の努力で集めているが、限界がある。公的に集めてほしい」と宇佐美さんは訴える。