

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会
第2回内陸で発生する地震の調査観測に関する検討ワーキンググループ
議事要旨

1. 日時 令和5年12月26日（火） 10時00分 ～ 12時00分
2. 場所 文部科学省 ※対面・WEB会議の併用（傍聴はWEBのみ）
3. 議題
 - （1）内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に向けて取り組むべき調査観測について
 - （2）その他
4. 配布資料
 - 資料 内2-（1） 地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会内陸で発生する地震の調査観測に関する検討ワーキンググループ構成員
 - 資料 内2-（2） これまでの主なコメントと今後の論点
 - 資料 内2-（3） 歴史地震に関する話題
 - 資料 内2-（4） 測地データを用いた地殻内地震の長期予測
 - 参考 内2-（1） 地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会第1回内陸で発生する地震の調査観測に関する検討ワーキンググループ議事要旨
 - 参考 内2-（2） 地震調査研究の推進について－地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策（第3期）－
 - 参考 内2-（3） 地震に関する総合的な調査観測計画～東日本大震災を踏まえて～
5. 出席者
 - （主査）
加 藤 愛太郎 国立大学法人東京大学地震研究所教授
 - （委員）
石 川 直 史 海上保安庁海洋情報部技術・国際課地震調査官
石 山 達 也 国立大学法人東京大学地震研究所准教授
加 納 靖 之 国立大学法人東京大学地震研究所准教授
近 藤 久 雄 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター
活断層・火山研究部門活断層評価研究グループ主任研究員
下 山 利 浩 気象庁地震火山部管理課地震情報企画官
遠 田 晋 次 国立大学法人東北大学災害科学国際研究所災害評価・低減研究部門教授
西 村 卓 也 国立大学法人京都大学防災研究所教授
日 野 亮 太 国立大学法人東北大学大学院理学研究科教授
藤 原 広 行 国立研究開発法人防災科学技術研究所研究主監マルチハザードリスク評価研究部門長兼務先進防災技術連携研究センター長兼務
三 宅 弘 恵 国立大学法人東京大学地震研究所准教授

宮澤理稔	国立大学法人京都大学防災研究所准教授
矢来博司	国土地理院地理地殻活動研究センター地理地殻活動総括研究官
(事務局)	
郷家康徳	文部科学省研究開発局地震・防災研究課長
重野伸昭	文部科学省研究開発局地震・防災研究課地震調査管理官
佐藤壮紀	文部科学省研究開発局地震・防災研究課地震調査研究企画官
大榎直樹	文部科学省研究開発局地震・防災研究課課長補佐
加藤尚之	文部科学省科学官
八木原寛	文部科学省学術調査官

6. 議事概要

議題 (1) 内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に向けて取り組むべき調査観測について

事務局 (大榎): 「資料 内2-(2)」に基づき説明。主なコメントは以下の通り。

【加藤主査】 第1回WGでも事務局から説明があった通り、当面本WGで取りまとめるのは、今回取りまとめていただいた程度の粒度で、現状の課題や今後の方向性を示すものと考えている。個別具体的な手法や、その是非等の各論には立ち入りすぎずに、それらの議論はさらに次のステップであると理解している。

【日野委員】 第3期総合基本施策では、内陸で発生する地震の長期評価の高度化を進めることとしているが、そもそも内陸で発生する地震の長期評価が地震本部において位置付けられてない。少なくとも、「内陸で発生する地震の長期評価」を地震本部でやる、という方向性はWGで示す必要がある。

【石山委員】 活断相のトレースデータが様々な機関に分散しているという問題は感じており、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第3次) で、デジタル活断層をベースにしたものを、できるだけ研究者が自由に使えるような形で公開していこうという取り組みをしようと思っているところ。地理院活断層図との統合等についても計画として考えている。

【加藤主査】 会議後半でも全体的な観点でコメントを頂く場を設ける。

加納委員: 「資料 内2-(3)」に基づき説明。主なコメントは以下の通り。

【三宅委員】 歴史地震を活用するというのは、今後、見落としを防ぐという上で、大変重要な分野。データに偏りがあるということを考えると、例えば首都圏であるとか近畿中京圏という場所をパイロット的に絞ってやるのが第三期総合基本施策に有効と思われるのか、もしくは全国を見て、そのカタログ作りに力を注ぐほうが有効だと思うのか、その

辺りの考えをお聞かせいただけないか。

【加納委員】 両方でできればよいが、マンパワーコストの問題もある。長期間のデータを見るなら、資料の例のように京都や関東でやるのが一つの方法である。一方で見逃しを防ぐなら、全国を網羅的に調査すべきである。自治体史編纂は各地域で行われているので、地域と協力してプロジェクトを作ることが重要である。首都圏については、既存のプロジェクトで歴史地震を調べているので、過去の蓄積を活用することができる。日記史料の調査では、小さな地震（震度3～4）まで拾うと大変である。今のところ、日本全国の各都道府県の最低一カ所の日記を見て、江戸時代の終わり頃の数十年を対象にしている。どのぐらいの地震までを見逃さないかを定めて、全国を対象にする場合はそれに従うべき。

【加藤主査】 中規模地震と言われているM6程度の地震の場合はどうか。

【加納委員】 それは全国を俯瞰してやるのが良い。1日ずつの調査と並行して日記全体を概観するような調査もやっているのだから、まずは被害が出るM6くらいまでを見るというのは一つの方法。

【加藤主査】 マンパワーの問題とおっしゃったが、資料を見つけるのにすごく時間がかかるのか、それとも資料は豊富にあって、日記史料を取ってくるのにすごく時間がかかるのか。

【加納委員】 今画面でお見せしている日記史料の調査では、日記があることはわかっており、日記の歴史史料のカタログを参考にして当たりをつけて、史料を読みに行っている。調査中に各地で別の史料や地域の歴史学者からの情報が得られることもある。宇佐美先生たちの史料調査では、長期間の日記でも、大きな地震だけに注目して調査したことがある。これはマンパワーの問題や効率性のためであるが、同じ日記を再調査すると、見ていなかった部分にも地震があることが分かった。資料中（内2-(3) p12）、左側の図はその例で、黒い丸は宇佐美先生たちの史料集に載っていた地震で、緑の丸は新しく見つけた地震である。このようなことも考えると、知られている日記史料で大きな地震に注目して見ていくのが、全国的に必要である。

【石山委員】 時間と空間の偏在性が一体どれぐらいのものかというのはあたりを付けられているか

【加納委員】 今日の資料には入れていないが、出来ている史料集の分布から大きく外れることはないと思う。どの時代のどこの場所がカバーされているかはある程度示せる。それを見ながら抜けている時代や場所を調査する方法もある。時間的には江戸時代より前の史料はまだ未調査のものが多く、平安時代や鎌倉時代になると、新しい史料が見つかるのが難しい。今まで収集されたものを点検していくのが主な手法である。

【宮澤委員】 歴史地震カタログの重要性について、意見と質問がある。加納委員から紹介された論文は、地震本部から2005年に出された全国地震動予測地図に対する検証を行ったものである。この検証は、昔起きたことは今後も起き得るという考えに基づいて行っ

た。加納委員は詳しく説明しなかったが、振り返り期間隔が10年や100年ぐらいの沈み込み帯の地震に対しては、地震動予測地図は良い対応があった。それは、十分な過去の記録があったからである。一方で内陸の活動間隔1000年以上の活断層の地震に対しては、対応性が低かった。これは、検証に用いた歴史地震が過去500年程度で、繰り返し発生間隔と比べると短かったからである。つまり、予測も検証も、もっと長期間の歴史記録や歴史地震カタログが必要であると感じた。

加納委員も指摘したように16世紀より前はカタログに漏れがあるため、この研究では過去500年程度の記録しか使わなかった。16世紀より前の地震カタログを補う作業を行ったときに、どれぐらい実現可能かということについてお聞きしたい。

【加納委員】 16世紀以前は、新しい史料が出てくるのが難しい。しかし、知られている地震の規模の精度は上げられると考える。16世紀以前の史料は少なく、記述も簡素である。例えば、鎌倉で大きく揺れたと書いてあるから、その辺りで起きた大きな地震と推定するしかない。それをもう少し工夫して使っていくことはできるが、新しいカタログの抜けを埋めるようなものは見つかりにくいだろうというのが今の見通し。

【近藤委員】 豊後地震の例を紹介いただき、榎原先生を中心に再検討された結果があったが、我々も連動型地震事業で引用して、現在も継続している。このような結果が出ると、活断層の調査研究の結果と擦り合わせて、各歴史地震がどの活動区間に対応するかが明確になり、評価上の貢献度が高いと考え、ありがたい。

地震発生確率や活断層調査の結果を求めるときに、歴史地震の大事な点は、最新活動時期を決めるときに、過去2,000年間のどこかに活動したという判断になることである。一方で活断層から発生する大地震の間隔が1,000年や数千年に一回など長いために、歴史地震との対応がつくと、相対的に新しい時期に大地震を起こしたという判断になる。これは非常に重要であると認識している。一つ伺いたいのは、現状の地域評価を進める中で、既存の歴史地震と活断層との対応の議論になるが、元データが日記だった場合、元データの信頼度についてどう考えるかである。京都で残された日記は信頼度が高いとか、各地で見つかった地元の日記はどう扱えば良いかという議論が過去にはあったと思うが、そのような一次史料の信頼度について、コンセンサスがあれば教えてほしい。

【加納委員】 資料の信頼性の評価については、歴史学で資料批判と言われており、データの扱い方は、歴史学でのコンセンサスを流用できるのではないか。どの日記がどの程度の信頼性かは、例えば京都の場合は同じ時代に複数の日記があり、複数を見比べて信頼性を担保できるところもある。地域で一点しかない場合でも、年中行事や日々の天気や地震以外のことを読めば、ある程度信頼性が評価できるところもある。我々は地震のことに集中しがちだが、歴史学の方はそれらを俯瞰し、他の出来事についても研究を進められるので、そういうところで信頼性を評価すべきである。また、信頼性の情報をカタログに反映できないかというのは以前から考えている。皆さんは宇佐美氏や宇津氏のカタログを使っていると思うが、これからは「保守的で硬いところだけ使えばこの一覧表になる」とか「少し信頼性は落ちるが、ありそうなものまで含めればこのカタログになる」というやり方もできるのではないかと思う。

【日野委員】 歴史地震のカタログに記載されているイベントの確らしさはすごく大事だと思っています。例えば信頼度1~3のようにラベル付けすることは比較的容易なのか。

【加納委員】 ある程度の基準を設けて、複数の資料に基づいているかどうか、地震が起きた当時書かれた史料を信頼性が高いと扱う、後になって移されたものや伝聞情報は信頼性を下げる、などの見方ができる。ある程度信頼度をつけることは可能であると思う。たくさんの地震を拾う方針で作成されたカタログも信頼度が混在している部分を整理すれば使いやすくなる。地震学のほうでは、信頼性付きのデータを扱うことも出来ると思うので、歴史地震カタログに、そのような信頼度情報を付けておくのは大事だと思う。

【日野委員】 新しいデータをどんどん取っていくこともすごく大事だけれども、今あるカタログをきちんと評価することが、まだ課題として残っているのであれば、特にこういう評価としてデータを使いたい時には大事だと思う。

【日野委員】 最後のスライドに欧州の取り組みということで、AHEAD等の取組を紹介しておりますが、これは歴史地震のデータベースをきちんと作りましょうということだと理解した。例えば、このプロダクトを将来の地震発生予測に使っているか。

【加納委員】 そのためにやっていると言っても過言ではない。このAHEADをやっているグループの中には、確率的地震動予測地図のようなハザードマップを作る人たちもいて、歴史地震のセッションに行くと、そういう地図も出てくる。

西村委員：「資料 内2-(4)」に基づき説明。主なコメントは以下の通り。

【三宅委員】 質問は2点。一つ目は、この手法で南西諸島の地殻内地震へ適用は可能であるかどうか。もう一点は、この手法を用いて伏在断層でまだ見つかっていないものを炙り出せるかどうかという可能性についてお教えいただきたい。

【西村委員】 南西諸島は、島嶼域は観測点が少ない。伊豆半島や伊豆諸島もそうで、全域をやるのは難しいと思う。ただ、沖縄本島に限れば、観測点があるので計算できるが、全域をやるのは難しいと思う。潜在断層については、はっきりしたものが言えないが、測地データは、地表に見える断層や見えない断層に関わらず、地下で断層変形があったものが反映されていると思う。伏在断層を抽出することは、この方法でできるのではないかなと思う。

【遠田委員】 最初で地震と活断層と測地の比較を海外でもやっているということで、今回の発表では、最後に確率で比較していた。全部出ていないが、活断層には平均変位速度があり、年間のスリップレートがある。だから1856年以降なら400年間の累積の変位を入れて、モーメントリリースレートを出して比較できると思った。近畿と中部は、90年代の昔の論文だが、山口大にいた金折先生などが、ブロックローテーションで、活断層体のモーメントリリースレートを出していた。そのあたりとの比較も面白いと思う。

【西村委員】 測地のほうからも基本的に活断層のスリップレートを計算することができ、特にカリフォルニアではよく合う例が多い。しかし日本でやると、だいたい測地のほうが数倍大きい場合が多く、どうしてなのかが十分に解明されていない。これはプレート間固着を除いただけでは解消されないもので、中部地方や日本海側に近い断層になると、それほどプレート間固着の影響を受けていないのだが、それでも測地のほうが大きい。ここで比べているモーメントの比較というのは歴史地震と測地であるが、数倍測地のほうが大きいということなので、おそらく活断層と測地を比べても数倍ぐらい大きいということなのだと思う。そこがまだ十分に解明できていないところ。

【遠田委員】 新潟あたりは活断層の長さが短くてバラけており、逆に非常に大きくて大きな活断層があるところには大きい地震が連発して、割りと地震と測地が合うようなことになると思う。モーメントのリリースの仕方も、このあたりの活断層分布との議論ができて非常に面白いのではないかと思った次第。

【加藤主査】 トルコでは構造境界が発達していると思うが、例えば、トルコの内陸部だけでやると β （地震ひずみの割合）は小さくなるのか。

【西村委員】 その地域性までは見ていない。基本的にトルコでもモーメントリリースが多いのは、北アナトリア断層と東アナトリア断層で、それ以外の地域だけでの比較はやっていないためわからない。特に内陸地震域は、そもそも地震発生レートが低いので、かなり長いカタログを持ってこないと平均的なものをちゃんと抽出できないという問題がある。したがって、短い期間のカタログだけでは過大評価や過小評価が目立ってしまうと

思う。

【日野委員】 質問が二つある。一つは今話題になっている β は何なのかという話。今は全国一律で β を与えてやっているが、課題の中で地域依存性を検討する必要があるとあった。現状でいうと、尾形先生の結果との比較で見ると、東北地方から北海道は、西村さんが出されている確率のほうが少し高めになっているというのは、確率が一緒でなければならないとすると、 β の地域性を反映しているという解釈になるのか。

【西村委員】 本来同じだとすると、そういうことになる。本当は北海道や東北では β が小さいはずなのに、全国一律でやっているの、という解釈。

【日野委員】 β の値が肝のような気がする。そもそも β を何が決めているのだろうかということが、グローバルなところの比較も含めて大事だと思う。

もう一つは、海のプレートが沈み込む影響を考慮しているが、その際に斜め沈み込みはどう扱っているのか。プレート間地震で解消されると仮定しているのだけれど、実際にはプレート間地震は横ずれ成分をほとんど解消しない。

【西村委員】 プレート境界の影響を取るために、ブロック断層モデルを用いている。西南日本では南海トラフが斜め沈み込みであるが、モデルではプレート境界の影響のほか、中央構造線などが大きくずれる。内陸で横ずれを解消する断層もモデルに含めており、プレート間固着の影響のみを抽出する。求められたプレート間固着には、内陸での変形を無理やりに当てはめないように補正しているが、その方法には課題がある。

【日野委員】 北海道の太平洋側の確率が違っているのが、どちら側に振れるか直感が働かなかつたのだが、例えば斜め沈み込みの影響の取り方がうまくいってない場合もあるのではないかと思い質問した次第。

【加納委員】 β を求めるときに歴史地震のカタログを参照しているが、小さい地震も大きい地震もちゃんとしているほうが良いとは思いますが、緯度経度が決まらなくても、マグニチュードが大体わかればいいていいという話なのか、どういうカタログがあるとより良く

なるのか。小さい地震が少し増えてもそんなに変わらないが、小さい地震でもたくさんあると、累積で効いてくる可能性があるか。

【西村委員】 基本的にM6の地震はGR則に従っていると、大きい地震だけで決まるので、大きい地震のマグニチュードの見積もりがかなり効いてくる。例えば、宇津カタログでは、慶長の一連の地震はそんなに大きくないので、モーメントは過小評価されがち。しかし、例えば中央構造線が全部割れていた場合、それは大きくなる。なので、M6の地震をいくつか見落とすよりも、M7.5か7.8かといったマグニチュードの見積りの差がかなり効くことになる。

【遠田委員】 ひずみ速度分布の計算についてですが、体積変化については、どうされているのか。気になるのは、北海道・東北は逆断層系が多いのでそちらと関連すると考えた。尾形先生のものとは矛盾が生じているのは、どのような工夫をされているのか。

【西村委員】 ここでひずみ速度のどの成分を使うか、3通りを試している。最大せん断、主ひずみの大きいほう、さらにもう一つは主ひずみ2つと面積ひずみの3つのものの最大値を試しています。最後の主ひずみ2つと面積ひずみの最大値は、Savage and Simpson(1997)の変換式ですが、それが西日本では一番良く合う。おっしゃる通り、最大せん断だけでは基本的に横ずれの地震の断層だけに対応してしまい、逆断層では過小評価になるため、主ひずみを使った成分で計算している。

-これまでの議論を総合した、全体を俯瞰的な観点からのコメント-

【藤原委員】 すべての分野にとって基盤的な情報整備が重要である。今日の提案された活断層についてもそうであるし、新たに整備する場合にも、国のデータや歴史データなど、共通の基盤があることが、評価に必要である。強震動の場合、研究者がそれぞれのデータベースに基づいてモデルを作ると、モデルのばらつきが大きく、評価に影響する。このような活動を進めるには、基盤整備が不可欠である。地震調査研究推進本部が主導し

て、そうしたものを進めてほしい。以上である。

【日野委員】 統合して総合的にすることが大切であるが、データには得意不得意な部分がある。特に歴史地震は地理的に差がある。評価では網羅性も重要である。先行して高い分解度や信頼度で評価する部分があっても良いが、全国一律で評価を進めることも必要である。統合にこだわりすぎると、網羅的なものを出すことが遅れるかもしれない。一番粗いデータに合わせるか、制約があることを前提条件付きで出すか等、どこかで妥協する必要があるかもしれない。

【加藤主査】 データの統合の観点で、西村委員の発表では、単純平均と最大値を取ったモデルを紹介いただいたが、良く整合している部分もあればそうでない部分もあるということで、どのように統合していくかはなかなか難しいところがある。実際に手を動かしていただいた西村委員から何かコメントやご意見をいただければ。

【西村委員】 プロバブルなモデルとしては、多分平均のほうが優れているのかなというところもあるが、目的によっては、より危険なほうを取る方法もあるため、単純に計算的なものだけではなく、ニーズによってどういうふうに通合していくのかという方針も変わってくるのではないかと思う。

【石川委員】 統合モデルと情報の統合は違う。UCERF3の例では、いろいろなデータに重み付けをして統合モデルを作るのは、結果は1個でありすっきりするが、伝え方や解釈が難しい。統合モデルを作るのも良いが、情報を地震活動や測地、歴史地震や活断層など、参照できるようにすることが大事である。「地震はこう」「測地はこう」と相互参照する形を作ることが第一段階で、違いの原因を考えて、防災情報につなげていくという形になると思う。その意味では、先に藤原委員が言ったように、情報を統合して、共有できるシステム・プラットフォームが必要だと感じる。

【三宅委員】 情報を統合してデータベースを作るのと同時に、データベースの質のチェックや検証も同時に行ったほうが、国民にとって有益な情報が出るため、検証のプロセス

もぜひ入れていただきたい。例えば検証確認する対象であれば、震度が大きな地震など、分かりやすい情報とセットでデータベースを育てていくことが重要。

【遠田委員】 結果のアウトプットについて気になることがある。確率論的地震動予測地図では、海溝型地震の影響で太平洋側や関東が真っ赤になる。今のテーマは内陸地震であるが、報告書では書かれている活断層による地殻内地震の強震動予測が地図上では埋もれてしまうので、一般の人は気づかない。自分の県や地域の地震のタイプ等の宣伝の仕方を考えなければ、例えば太平洋側に住んでいないから安心、という誤解が生じるかもしれない。報告書はそのままで良いが、外向けの宣伝は工夫する必要があると思う。

【日野委員】 アウトプットの方法について。地震本部が出した「日本の地震活動」という冊子がある。講演会に行くときに、その地域の地震活動を勉強するのに便利である。定量評価が目標であるが、データを集めても扱えないものがある。そういうものをここに入れて活用すれば、アウェアネスが高まるのではないかと思う。そのときに長期評価と「日本の地震活動」という解説紙が整合していることが重要である。それを考えながら検討できれば良いと思う。特に歴史地震は、こちらで取り扱わなければならないという気がしている。その時には震源に戻らないで、この場所はこの被害がありましたという形で伝えることができる。

議題 (2) その他

【事務局 (大榎)】 次回以降の日程については、主査と相談して改めて連絡する。

【加藤主査】 それでは第2回内陸で発生する地震の調査観測に関する検討ワーキングの方を閉会する。