

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会
第3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6年2月14日（水） 15時00分 ～ 17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3-（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3-（2） これまでの主なコメントと今後の論点
 - 資料 内3-（3） 内陸で発生する地震の新たな調査観測について（構成案）
 - 参考 内3-（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
 - 参考 内3-（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3-（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

【加藤主査】 前回までの会合において、20年以上に渡る地震観測によって蓄積された地震活動の分布や、活断層調査に基づく活断層で発生した地震の調査研究、歴史地震の調査による地震活動の長期間の履歴、測地データを用いたひずみ速度に基づく地震発生確率の計算の調査研究の現状について、事務局、加納委員、西村委員から情報をいただきながら議論を行ってきた。その後、令和6年能登半島地震が発生し、甚大な被害が広範囲において生じている。今般の地震を受けて、本ワーキンググループでも調査研究の進め方等について改めて検討が必要という意見もあると考えられるため、そういった観点も含めて議論をよろしく願いたい。

事務局（大榎）：「資料 内3-(2)」及び「資料 内3-(3)」に基づき説明。主なコメントは以下の通り。

【日野委員】 このワーキンググループで検討を進める中で、内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に向けて方向性も見えてきたかと思っていたところで、令和6年能登半島地震が起ってしまった。高度化の中には、実は迅速性を持ってタイムリーに出していく手法というのも入っていると思っていたところで、このような大きい被害を伴う地震が起ってしまった、いいものを作ろうと思ったが結果的に間に合わなかったという、非常に忸怩たる思いがある。高度化の検討は、早く答えが出せるもの、取り残すところがなく広域に答えを適切に出せるようなものを視野に入れ、スピーディーに議論していく必要があるという思いがあった。スピーディーとは言いながらも拙速は避けるべきなので、この場にいるメンバーの知見で、そのような検討をこの場でできると良いと思う。

【遠田委員】 地震本部としてこの令和6年能登半島地震を受けた教訓をうまく反映させるという意味では、例えば「資料 内3-(3)」の2番『内陸で発生する地震の調査観測に関する基本的な考え方』の中に、陸域に強震をもたらす沿岸沖合の活断層による地震というものも加えてはどうかと思う。また、今回の令和6年能登半島地震で、輪島などで海岸隆起が発生したが、沿岸域では漁業への影響もあり、一般の方に『内陸でこういう地震が起きるとこういう地殻変動が想定される』ということを示すのも重要だと思うので、ほぼ付加情報になるかもしれないが、沿岸の活断層が動くことにより想定される地殻変動といった

ことも上手に示すような方法を検討していく必要があると思う。

【加藤主査】 今、遠田委員からご指摘いただいた点は、後ほどさらに時間をとって議論させていただきたい。はじめに日野委員からいただいたご発言に関して、迅速性や科学的なチェック、信頼性を担保した上で、迅速かつ全国を網羅するような形で評価していくということが、重要になってくると考えられ、第2回のワーキンググループでも網羅性に関しては議論があった。ある程度の制約条件を踏まえて、迅速性やその網羅性というのを重視するのであれば、ある程度で妥協しつつも進めることが大切ではないかといった議論も同時に行われた。例えば、段階的な情報を統合して評価を進める上で、比較的簡単な手法を使った場合の精度や技術的課題、注意点等に関して議論いただくのが非常に有意義だと思う。事務局から説明があったが、第1回のワーキンググループで余震のその除去方法いわゆるデクラスタリングや、領域分けの観点で議論があったと思うので、そういう観点が全国を網羅しつつも、学理として信頼性のある程度高いものを出せるかといった観点でぜひ議論させていただきたいと考えている。これに関しては休憩をはさんで、議事の後半で時間を設けて1回議論をさせていただきたい。まずは、「資料 内3-(3)」の構成案に沿って、ご意見やコメントをいただきながら議論を進行させていただきたいと思う。「1 はじめに」の部分に関して、これまでのワーキンググループの設置の経緯や、審議事項等について改めてまとめて記載している。この部分に関してご意見やコメント等があれば、よろしく願います。

【石川委員】 「3 内陸で発生する地震の長期予測に資する調査観測に求められる観点」にも関わると思うが、具体的に書いてあるのは観測がメインになっている。長期予測という面だと、やはりシミュレーションやモデルの研究も推進していく必要があるが、そういう部分は視野に入っていないのか。そのあたりの扱いはどのようになるのか。

【事務局（大榎）】 今回、新たな調査観測について手法の検討を議論していくことになるわけだが、当然その中には観測の結果を使ってそれをモデル化していく、あるいはそういった手法を検討していくことについて、具体的な調査や実施方法はまた別途専門的な機関で検討を進めていく必要は別途あると思うが、この委員会の中でもそういったことを実施していくべきであるということについては、十分スコープに入ってくると思う。モデルの調査研究についても具体的に書き込んでいく、あるいは取り入れていくということはあってしかるべきと思う。書き方は工夫させていただきたいと思う。

【加藤主査】 活断層の連動の評価やどれぐらいの確率で連動するかといった調査観測は3-2-3で必要な観点として書いてあり、そういったところの具体的なアプローチの方法として数値シミュレーションやモデルが考えられる。モデルや数値シミュレーションの取り組みもぜひご議論させていただきたいと考えている。

【加納委員】 内陸で発生する地震の定義について、総合基本政策に書かれている通りであるが、令和6年能登半島地震が起きたのでコメントする。海溝型の地震に対する内陸の地震ではあるが、海の方で起きる地震に対する内陸の地震という見方もできなくはなく、総合基本政策の中ではそのようにも書かれているため、令和6年能登半島地震もその範疇だと思う。これについて一言書き加えることはできるか。

【事務局（大榎）】 遠田委員からも陸域に強い揺れをもたらすような地震という点でご指摘いただいたと理解している。海溝型でない地震が元々は想定されていて、そのうち特に都市部で発生すると大きな被害があるとか、直下で起きると被害があるといったことが念頭に置かれている。当然、陸域に強震をもたらすような海域や沿岸域の地震もスコープに入ってくると想定している。そういったものを書き加えるということを経験委員からも御指摘をいただいていたものと理解している。

【加納委員】 遠田委員の指摘の繰り返しになるが、「1 はじめに」にそのような記述があってもよいと思った。

【事務局（大榎）】 承知した。「1 はじめに」で触れられるようにしたいと思う。

【近藤委員】 内陸と沿岸の地震の仕分けについて、活断層に関しては、はじめは内陸の陸域だけを対象としていたが、後に2007年の能登半島地震を契機に内陸及び沿岸海域を対象を変えたということがある。最初の方で内陸及び沿岸海域の地震の定義をして、以降はまとめて内陸とするという形にすれば、読みやすくなる。常に「内陸及び沿岸海域」と書かれると読むのがつらくなってくる。プレート境界の沈み込み帯とそれ以外の陸域の地震いわゆる内陸の地震という形で大別した方がわかりやすいと思う。

【加藤主査】 その場合、例えば、海域の浅い活断層や、東北の福島県沖合のいわゆる上盤で起きる浅い地震はどう考えたらよいか。沿岸海域なら沿岸に近いところでよいか、そこから少し離れたところの沖合の浅いところで起きる地震はどう考えたらよいか。内陸という言葉がなかなか難しいが、定義を最初にした方がいいという理解でよいか。

【近藤委員】 そのとおり。内陸及び沿岸海域の地震というのを、ここでは一括して内陸の地震と定義するという提案である。沿岸海域の地震がどこまで含まれるかについては、遠田委員のご指摘では陸域に強震を与えるぐらいのものという整理と思う。

【遠田委員】 要は理学的には海溝型地震と、浅部地殻内地震だと思う。浅部地殻内地震のうち、陸域に強震をもたらす可能性のある断層という感じだと思う。厳密に言うと、日本海東縁は基本的に活断層だと思うが、浅部地殻内地震の中で陸域に強い揺れをもたらす地震という定義だと思う。

【石川委員】 地震調査委員会の海域活断層分科会で、海域の活断層を評価しているが、そこで扱っている海域の活断層の範囲というのは、遠田委員がコメントした陸域に強震動を与えるものだけを扱っているのか。それとも、より広く沖合まで扱っているのか。

【事務局（佐藤）】 やや沖合までやっている。

【石川委員】 このワーキンググループの整理として、活断層分科会だけではなく、海域活断層分科会で取り扱っている活断層も、全てターゲットに入れるということにするのか、あるいは海域活断層分科会で取り扱っているものの中でも沿岸域だけの一部になるの

かという点の整理が必要ではないかと思う。

【事務局（重野）】 海域活断層分科会については、強震動だけではなくて津波もターゲットとして評価していることもあり、このワーキンググループで強震だけをターゲットとするのか、津波も含めるのかという点で考え方を整理する必要があると思う。

【加藤主査】 ハザードと言っているのは津波ももちろん入れる方が良いと思う。そうすると、対象の領域としては大体一緒になってくる。

【石川委員】 海域活断層分科会でターゲットとしているものも、このワーキンググループのスコップとするのが整理としては良いと思う。もう一つ確認だが、海域活断層分科会が設置されたとき、日本海東縁部は海溝型ではなくて、将来的に海域活断層として評価すると言っていたと思うが、その整理で間違いないか。

【事務局（重野）】 そこは議論を進める上で改めて整理しなければならないと思う。

【石川委員】 まだ確定している話ではないということか。

【事務局（重野）】 そういったご意見があったことは承知しているが、今後議論を進めるにあたって再度検討した方が良いと思う。

【日野委員】 このワーキンググループから上げていくドキュメントにどう反映させるかを考えなければならない。全般的な考え方について、最初に話したが、取り残しているものがあるというのが一番まずいと思う。そういう意味ではボーダーは決めずに、主として内陸で起こるあるいは内陸及び沿岸域で起こる地震を対象としつつも、結果的に評価するための手法のスコップが広がってもそれは構わないし、あるいはスコップを広げることにも念頭に入れて、検討していけばよいと思う。例えば、地球物理観測で言えば、陸上にある観測網でデータがちゃんと取れる範囲は決まる。すなわち、データの都合で決まってしまう。あるいは歴史地震にスコップを当てると、それは結局地面が揺れるなり津波がやってくるなりしないと資料が残らないため、ソースに限りができてしまうのはあると思う。それはあくまでもその情報側の制約であって、対象としては、あまりボーダーを決めるような考え方はできるだけしない方がよいと思う。

【加藤主査】 次に「2 内陸で発生する地震の調査観測に係る基本的な考え方」についてである。これまでの議論を踏まえて、内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化の推進の目的について事務局で整理した。目的やアウトプットのあり方等についてここで議論したいと思う。先ほど、なるべく取りこぼしのないように、ハザードを及ぼす地殻内地震、プレート境界型地震以外の地殻内で発生する浅い地震を評価対象として、それをターゲットにして手法を開発していくことが重要ではないかというご指摘があったと思う。それについて、何かご意見があったらいただきたい。

【遠田委員】 「想定よりも小さな規模の地震」というのは、主要活断層帯で発生する固
有地震よりも小さな規模の地震のことを指しているのか。曖昧な表現になっているように

思う。

【加藤主査】 然り。主要活断層帯で想定されているマグニチュードよりも小さい地震のことである。

【遠田委員】 ここをうまく書いておかないと誤解されて分かりづらいと思う

【加藤主査】 1つ目は、既知の活断層から離れた場所で発生する地震、要は伏在断層や事前に認知されていない断層はたくさんあるが、そういったものによる地震。2つ目は、先ほど遠田委員がご指摘の、主要活断層で想定されているマグニチュードよりも小さな地震。2014年の長野県北部地震のように北部の一部のセグメントで破壊が起きたような地震が含まれる。3つ目が、先ほど議論のあった陸域に強い揺れをもたらす沿岸の活断層や伏在断層の地震であるが、その他の点で加えておくべき調査対象があれば、皆さんご意見をお願いしたい。

【日野委員】 ハザードの観点で見たとき、地震といえば揺れや津波がフォーカスされがちであるが、令和6年能登半島地震では地殻変動がものすごく大きく、他にも地形変状等の他のハザードがたくさんあることが顕在化している。最初の遠田委員の指摘というのは、地震が発生して大きな被害をもたらす場合は、その被害の中身がどういうものであるかということも併せて伝えていく必要があるということだったと思う。今、このワーキンググループで対象にしているのは、こういう地震があったときにどういうハザードに繋がるのかということのを両輪で検討していく必要があると思う。このワーキンググループの趣旨を超えるのであれば、宿題として他に投げかけるということはあってもよいと思う。情報を伝えるというところに関係してくるため、その部分でそのような問題提起ができるとうよいと思う。

【加藤主査】 少なくとも地殻変動はソースか。

【日野委員】 ソースを想定すると直接出せる量である。

【加藤主査】 例えば、地滑りとなると難しいだろう。

【日野委員】 建議計画の中でそのようなことも含めて研究が進んでいるため、そういうものは将来的には取り込めればよいと思う。

【加藤主査】 少なくともソースの情報を取り込んでいくべきだと思う。

【加納委員】 中間的な成果について専門家向けに公表するとあるが、この専門家というのはどのような想定か。地震のコミュニティなのか、それとも、もう少し広く、例えば情報科学の人とか、歴史学や人文学、社会学の人も含めてなのか。いわゆる一般市民じゃなくて大学や研究所にいる人ぐらいの意味なのか、あるいはもう少し狭く、地震学の周りの人という意味なのか、あるいはそこはぼかしておくということなのか。

【事務局（大榎）】 ここで当初想定していた専門家というのは、地震の研究を従来からやっている地震工学の方や情報科学の中でも特に地震のデータを取り扱っている方、建築関係の方等、少なくとも地震学の周辺領域を中心とした学識経験者といったような方、あるいは民間企業の中でも技術研究者といったところにリーチするようなものというのを想定しており、一般向けや自治体職員向けという形では想定していない。

【加藤主査】 情報の公開、過程で得られたデータ及び計算手法等の中間的な生成物に関しても広く公表して活用していただくという点も含め、「2 内陸で発生する地震の調査観測に係る基本的な考え方」で書いておくべきことや、修正点等があれば、ご意見をいただきたい。最後にもう一度この部分に関しては議論したいと思う。次の「3 内陸で発生する地震の長期予測に資する調査観測に求められる観点」について、情報を総合して評価に結びつけていくというのが、本ワーキンググループの大きな目的となっている。それに関してご意見やコメントがあればお願いします。また、多様なその情報を総合して評価を行っていく場合に、求められる観点に関しまして、ご意見、コメントをお願いします。こちら先ほど少し議論があったが、調査観測項目が必要な観点と、それを理解するためにどういった調査観測が必要かという資料になっており、どういった観点が重要かということでご意見、コメントをお願いします。

【加納委員】 歴史地震については前回話したことを基にかなり書いていただいております、ありがたい。カタログの話が初回にも少し議論になったと思うが、いわゆる気象庁の1919年以降のカタログは、観測点の分布は今と違うが、かなり現在に近い形でカタログになっていると理解。ただしその前の明治時代あたりは、歴史地震と現代の観測による地震の間のところでは注意が必要で、歴史地震的な扱いもしなければならぬし、観測データも少しあるところであるため、そこが抜け落ちないようにする必要があると思う。また、整備された観測網については兵庫県南部地震以降や今の観測網をイメージすると思うが、時期によって観測方法は異なり、それによってそのデータの質も違うということ、意識して分けるとしたら、今のカタログと歴史地震的なものになると思うが、その中間的な部分があることについては少し意識をしておいた方がよいと思う。

【加藤主査】 今のカタログと歴史地震の間のところの再解析も重要だということか。

【加納委員】 今は宇津カタログを使っている部分についても、アップデートが必要かもしれない。

【西村委員】 複数の情報を総合するときに、それぞれどういう重みづけで統合するかを考えなければならない。統合しないという考え方もあるのかもしれないが、ユーザー側としては一つのもので出てきた方がわかりやすいと思う。その部分についてはまだ十分議論できていないと思うが、そういった部分も検討していく必要はあると思う。

【加藤主査】 いずれかの場所に含めるようにしたいと思う。

【遠田委員】 統合と逆行するかもしれないが、地震カタログに関して、気象庁の一元化だけではなく、特に最近のデータで加藤主査らが行っているようなテンプレート法や、リ

ロケーションしたもっと精度の良いものをもう少し活用することはできないのか。

【加藤主査】 精緻なカタログはあるため、より使いやすいように整備していくことは可能だと思う。

【遠田委員】 防災科研で作られていたものが公表されていたと思う。

【加藤主査】 JUICE（日本全国高分解能再決定震源カタログ）というカタログで、3.11が起きる前までだが、長期間の地震のカタログを震源再決定して公開されている。個別の各領域であれば出せるが、全国一様となるとそういったカタログがあまりない。そういった長期間のデータを使った震源再決定の調査項目を設けてもいいと思ったがいかがか。

「3-2-1 地震観測網により蓄積された地震活動の分布」の中の調査項目に観測は入っているため、そこにそのような長期間の精緻な地震カタログの構築を加えるということではないか。

【三宅委員】 「それぞれのデータや手法を高度化し」とあるが、そこに「調査観測を行うとともに」と明示的に追記いただきたい。

【加藤主査】 西村委員からの説明があった測地データを用いた地震の発生確率の評価と地震の背景地震活動を用いた評価について、正の相関がある地域があれば、逆相関、つまり互いに一致しない領域があった。そういったモデルの違いの原因を考えることで防災情報に繋がるというコメントが前回出ているため、そのような比較を意識した調査項目があった方がよいと思うが、どのように入れ込むのがよいか。

【事務局（大榎）】 横断的な事項は「3-1 情報を総合した評価について」に統合してしまっており、「3-2 各情報の活用に必要な観点」の中でも横断的な事項を入れた方がいいかもしれないため、検討する。

【遠田委員】 地下構造探査等の内容が反映されていないと思うがいかがか。

【石山委員】 もちろん入れていただいた方がよいと思う。伏在断層や、先ほど話にあったような既知の活断層から離れた場所で発生する地震の理解にも繋がると思う。また、令和6年能登半島地震を考えると、単純にその海域あるいは沿岸域の断層ということ以上に非常に問題な点として、非常に陸に近い沿岸であるために調査が非常にしづらい場所であるという特徴があると思う。例えば、断層と変動地形などが結びつきにくいということもあるほか、断層の形状を推定するための構造探査も非常にやりづらいという特徴がある地震であったと思う。そういうことを解決するような地下構造探査も推進していく必要があると思う。

【加藤主査】 どちらかという手法を新たに作っていくスタンスか。

【石山委員】 然り。一つは、単純に断層形状を求めるだけなら海陸統合探査を行えばよいということかもしれない。それに加えて、断層の活動履歴の推定をする場合は段丘地形

を用いたりあるいは生物遺骸を用いたりして行うわけだが、それは陸と違って直接繋がらない。複合的なやり方を推進していく必要があると思う。

【日野委員】 関連して、沿岸域はとても大事だが、データが欠けている。今、構造探査の話の文脈で話をいただいたが、地震観測もやりにくい。地殻変動も一歩海岸線の外に出たらデータがなく、衛星からも見えないというような状況なので、そういう意味で、海の歴史地震は無いかもしれないが、断層の調査も測地も地震も共通して、浅海域の調査観測が立ち遅れていることは認識するべき。その技術にテコ入れをしようというのであれば、これは横断的なテーマとしてあげるとよいのかもしれない。

【加藤主査】 浅海域の観測調査観測の手法開発と理解した。

【石山委員】 令和6年能登半島地震は、単純に大きい地震が陸に近いところで起きただけではなくて、M7.6で破壊領域が150キロぐらいあり、日本海東縁は比較的大きい地震が連動で起こりやすいということがあると思う。それが陸の近くで起きたことが、非常にインパクトが大きく、そういうことも考慮に入れないといけないと思う。先ほど海岸の隆起の話もあったが、それだけではなくて、非常に広範囲の地盤変状や、液状化、道路の寸断、強震動といったことが、複合的に非常に広域で起きたのが今回の地震の非常に大事な点だと思う。そういうことが起きるということを念頭に置くと、複合的な調査観測ということは非常に大事だと思う。

【加藤主査】 連動しやすい、あるいは破壊が次々に連鎖しやすいという点を評価するような手法を取り入れていくべきだということか。

【石山委員】 何故連動しやすいのかというのは難しい問題であるが、そういうことを解くということも理学的に大事であり、それと同時にそういうことが起きる場所であるということ念頭に置いた調査観測が大事だと思う。

【加納委員】 その海陸の境界域を横断的にやるというのは賛成である。日野委員が海の歴史地震は無いかもしれないと話したが、海沿いの村々で被害の報告があったときに震源を海の側に置くのか陸に置くのかという点で、歴史地震は結構悩むところ。そこをきちんとやるということは、カタログをきちんと作るということでもあり、歴史地震も横断的なテーマに含まれると思う。また、津波の記録もありうる。

【加藤主査】 確かに津波の記録はある。

【加納委員】 海側に観測点がないというのは正しい。

【石山委員】 海域というのは活動性も含めて非常に難しいが、別の見方をすると海陸境界域は近くに陸があり、変動地形や歴史地震などの資料を間接的に含めて評価できる可能性がある対象ではあると思う。比較的信頼性の高い評価ができる対象であるということが非常に大事なことなので、全く解けない問題ではないと思う。そういう意味で、きちんといろんなことをやっていくというのが大事と思う。

【加藤主査】 データ自体が取りにくい場所ではあるが、全く手段がないわけじゃないということと理解。そういった観点で浅海域の地震の発生確率を評価できる手法の開発に繋がっていきけるような調査観測を実施していくことが重要だと思う。

【事務局（大榎）】 重み付けの話が出たと思う。「3-1 情報を総合した評価について」に入れるのか、横断的な手法に入れるのかは議論があると思うが、重み付けはそもそもかなり難易度が高く、今後評価していく手法を検討していくに当たって非常に重要な観点だと思う。これについて、具体的なアイデア、どのようにしていくべきかという方向性についてご指南をいただくことは可能か。

【加藤主査】 前回、西村委員からお見せいただいたが、背景地震活動や測地のデータから単純に平均したモデルと最大値がどちらかの大きなものを採用するという提案があったと思う。それらも踏まえ、委員の皆様からご意見をいただきたい。

【西村委員】 難しいと思う。それぞれのデータの信頼性から重み付けするのが普通に地球物理でやることだと思うが、信頼性や誤差みたいなものは評価しづらいと思う。現状としては、特に最初のうちはそのように割り切ってしまうと思う。ただ研究者としては、より高精度な重み付けのやり方というのはあると思う。今の時点では具体的なアイデアはないが、研究項目としては必要な項目と思う。

【日野委員】 西村委員と同じことを考えていたが、評価の前にそれぞれの項目の答えに対して、重みや誤差を出すことを意識すると思う。それぞれクオリティの違うデータであるため、例えば、地震活動で評価した中でもこの領域は怪しいとか、地殻変動データを持ってきて合わせたときにどちらの重みを付けるかという使い方を考える観点で、どういう誤差や曖昧さの情報を出していくかが、研究開発の一步目と思う。

【加藤主査】 それぞれの調査項目で出てくるものを、その中でまず信頼性の評価をした上で、複数のものを融合するときに、それらを参考にしていくということと理解。

【日野委員】 一つの手法の中での誤差評価は通常やっているところだが、地図を重ねて出すときにどうするかというのは、総合評価するときに初めて出てくるものだと思うので、それは意識的に合意しないといけない。

【加藤主査】 例えば、地震活動から見ると、地震活動のデータは100年ぐらいしかないため、元々活動度が低いところは低く出てしまう。しかし、測地でひずみ速度が大きく蓄えていることが信頼性高い場合は、逆に地震数のデータを使うと過小評価になってしまう。そのあたりは、融合するときに初めて出てくる視点で、まさに日野委員がおっしゃっていたことと思う。そういった情報統合するときに、それぞれに注意すべき点を考慮した上で統合していくことが重要と思う。

【日野委員】 最初は合わせてみて、合わないのは何故かというところから始まると思う。

【加藤主査】 横断的な調査項目は重要である。

【加納委員】 誤差や曖昧さ、時空間スケールといった、この観測項目はどの時間スケールや空間スケールが得意あるいは主に見ているみたいといったところは意識する必要があると思う。

【加藤主査】 先ほど「3 内陸で発生する地震の長期予測に資する調査観測に求められる観点」についてご議論いただいた。冒頭に、令和6年能登半島地震を受けて、日野委員と遠田委員から、迅速なプロトタイプ的な評価として、比較的簡単で全国一様に網羅性をもった手法で評価することが重要というご指摘があった。それに向けて考えられる技術的、解析的な課題や留意点についてもご意見をいただきたい。地震活動と歴史地震の調査、活断層、測地のデータのそれぞれの分野において、比較的簡単で全国網羅的に評価できるような手法について、ご提案や注意点をそれぞれの観点からご意見をいただきたい。まずは地震観測により蓄積された地震活動のデータ使った簡単で全国一様に評価できる手法についてご意見、コメント等あればお願いしたい。

【日野委員】 地震活動だけではなく地殻変動もそうかもしれないが、基盤観測網のデータをきちんと使うのは非常に重要だと思う。そもそも、こういう評価のために整備されてきたという背景もあり、今こそ、その威力を見せるべき時と思う。既に使い始めているところはあり、例えば、活断層の地域評価の中で地震活動を使った評価というのがあるため、それをベースにして始めてみるというのは一つのアイデアと思う。あるいは、このワーキンググループの中で紹介があったETASベースでやってみるのもある。ETASベースの方は、日本全国でやったらこんな感じになるというのを1回見せていただいているのでイメージがわかりやすいが、地域評価の方は、まだ全国でやったらどうなるかまだ見ていないため、そこは心配ではあるが、スピード感を持ってという意味で言うと、今ある方法を取りあえず使って検証し、もし課題が見つかるならそれに手当をするという印象を持っている。

【宮澤委員】 情報を統合した評価を行う場合、どのように統合していくかを考えるのにかなり時間を要してしまうという心配があると思う。どのように統合するかはまずさておき、それぞれの項目について、今まで通りになってしまうかもしれないが、得られた成果についてはその都度公表していくようなやり方があるのではないかと思う。今後研究調査を進めるにあたって、おそらく進捗状況等に大きな隔たりがあったりする中で、統合するまで結果を公表しないとか、統合するまで待つというようなことは、迅速性という意味では、欠けるところがあるため、それぞれの項目について出せるものは順次出していくことが必要と思う。

【加藤主査】 まさしくその通りだと思う。総合とか横断的な研究には時間がある程度かかると思われるため、まずはそれぞれの項目について、全国を一様に評価できる方法で、簡単に評価できそうなアプローチでやっていき、成果を出していく視点が重要だと思う。宮澤委員に伺いたいが、地震活動という点から言うと、先ほど日野委員から地域評価の手法やETASの背景地震活動の分布というご提案があったが、何か他にもあるかという点とそ

ういった手法で注意すべき点や留意点についてご意見いただきたい。

【宮澤委員】 テクニカルにはかなりたくさんあるとは思う。先ほど日野委員がおっしゃった通り、今ある日本の基盤観測網は世界の中でもかなりしっかりとしている。そこで得られる地震のカタログも、他の国に比べるとかなり均質で様々な解析に耐えうるデータになっている。ただ、年によって地震の検出の基準等が変わってしまっている中で、そこをシームレスに繋いで解析できるようなデータを選んで、引き続きやっていくことは必要と思う。積極的な意見になっていないかもしれないが、まずは今の基盤観測網をきちんと維持し、データが今後もきちんと取り続けられ、今後の評価に繋がるような観測を続けていくことが大事なことと思う。

【加藤主査】 地震のカタログ、検出精度の時間変化等は考慮すべきであるが、それを考えた上で積極的に活用していくのも重要。今後も地震観測も維持して、長期間のカタログを蓄積していくというのも今後の評価の更新に繋がっていくと思う。その視点も含めて検討をしていくことは重要だと思う。私から先ほど一点話したが、地震カタログを用いた場合、100年ぐらいの期間しかないため、その間に地震活動が起きてない領域において単純に地震活動データで評価してしまうと、過小評価となり地震の発生確率は下がってしまう可能性が高いと思う。大地震が起きてその後地震活動がその周辺で発生して徐々に減衰していくが、だいぶ時間が経ってしまうと、その地震活動自体が非常に小さなマグニチュードの地震活動のみが起きている状況になると思う。ここ100年間地震活動がないところというのは、逆に危ない可能性もあると思う。地震活動データを使って日本全国を網羅的な評価を行う上では、地震発生確率には何らかの下限を設ける方が重要ではないかと思うが、いかがか。そういった下限は設けた評価というのは、地域評価でもあまりされてはいないが。

【遠田委員】 地震活動の下限というのはどういう意味か。

【加藤主査】 地震発生確率の下限ということ。例えば、日本全国で地震活動のデータを使って、地震発生確率の分布を出したとき、全体のある程度のところを下限として設けた方がいいということである。能登もそうであるが、3,000年とか数千年といった発生間隔で活動する断層になると、最近の地震活動は下がっている傾向があると思う。

【石川委員】 それはある意味情報の統合のところで扱うことになるのではないか。最近の地震活動から計算すると確率は低いですが、歴史地震や測地といった観点で見るとそんなに低くはないということか。

【加藤主査】 どちらかという横断か。

【加藤主査】 あとは評価対象域の領域の大きさも結構重要になってくる。例えば、第1回のワーキンググループで説明があったが、地域評価で、九州だと北部・中部・南部と3分割している。それぞれの領域の面積が大きくなればなるほど確率は大きくなる傾向にあるため、その評価対象の領域をどれぐらい大きくするかということ。あのような区分けにしまうと非常に任意性が残ってしまうため、ある対象領域を決めた上でそれを少しず

つグリッドで少しずつずらしながら、日本列島全域を評価していき、何らかの空間的なスムージング等もかけてもいいと思っている。そういった観点で遠田委員いかがか。

【遠田委員】 気になるのは、地震観測は情報としては基本的に点であるということ。しかし能登半島地震が典型であるが、地震は実際には点ではなくディメンションである。活断層情報や大きな地震の震源分布の情報と、普段起こっている地震活動の情報を、理論的な部分も必要だと思うがうまく統合するようなやり方が重要と思う。また、スムージングも非常に重要だと思う。先ほど加藤主査がご指摘されたように、地震がほとんど起こっていないところでも、結局どこか1か所起こっているところがあれば、そこを破壊開始点として、起こっていないところまで破壊が及ぶというイメージだと思う。要は、点情報としての地震活動の分布だけではなく、どのようにこれをうまく活用していくかもしくは活断層情報と融合していくかというのがポイントになると思う。

【加藤主査】 まさにそのあたりは重要なポイントになると思う。測地は後で議論するが、測地の評価対象とするマグニチュードが西村委員の発表等によると、M6ぐらい。また、歴史地震については、加納委員の発表でもM6ぐらいだったらある程度網羅できるというコメントをいただいている。対象とするマグニチュードとしてはM6ぐらいじゃないかと個人的には思うところ。そのあたりも含め、委員の皆様いかがか。活断層は別の評価があり、その融合というのはもちろん遠田委員がおっしゃったように重要にはなってくる。

【遠田委員】 要はそれを結びつけるのがメカニズム解、発震機構解の重要性と思う。このため、活断層で推定されている地震と現在起きている中規模ぐらいの地震の発震機構解が同じなのか違うのかといった観点も非常に重要になってくると思う。

【石川委員】 今回の能登半島地震との関連でいうと、長期予測からは外れるかもしれないが、群発地震活動のようなものをどう考えるかというのがあると思う。これはどちらかというとも長期予測というよりも推移予測的などころであるが、それらのリンクだと思う。例えば、ETASで背景地震活動を見るというときも、群発地震活動の期間を入れるのか入れないのかということもあると思う。そういった点については長期予測とは外れるかもしれないが、どのように議論していくか。

【事務局（大榎）】 今回スコープにしているのは内陸地震であり、当然群発地震も含めて議論がなされてしかるべきだとは思う。一方で、これまでの地震学的な観点とまた違う手法であるとか、考え方を取り入れなければならない部分かもしれない。このワーキンググループで議論するのか、それとも別の場でやるべきなのかというところは、今は判断しかねるが、ご指摘の点は大事な観点であり、特に背景地震活動から除くか除かないかといった議論も、評価をしていく中では重要になってくると思う。そのあたりは、専門家のご意見も聞きながら進めたいと思っている。

【加藤主査】 実際に群発地震活動により背景地震活動自体は一時的に高まるので、それを長期評価のフレームにどう入れ込んでいくかだと思う。長期評価にそういう短期的な活動評価を入れ込んでいくのが一番理想だとは思う。このワーキンググループは評価手法を新たに検討しているところなので、そういった手法も検討対象ではないかと思う。

【日野委員】 答えがあつて言っているわけではないが、長期評価という時間軸で言えば群発地震活動が始まるのも一つのイベントである。いきなり本震が起こって被害が起こるといふものもあるが、能登の地震のように1月1日の地震よりも前に群発地震が起こっているものもある。そういう意味では、マグニチュード6より大きいものをターゲットにする長期評価をやっていると群発地震が突如ブレイクアウトするのを見落とすのか、ということだと思ふ。長期評価の目標としては、地震の起こり方が本震-余震型なのか、群発地震型なのかは、アプリケーション側では問わない。しかし、本震-余震型だけを想定してやっていると群発地震を見過ごす可能性があるかというところが少し気になるところ。そこはイベントのありようとして、本震-余震型と群発地震が他グループに分かれるだけであつて、そのイベントを評価するという点では変わらないと割り切つてしまえば、同じ土俵で、長期評価をやると決めてもよいかもしれない。サイエンスとしてそれ本当かといふのはあるが、できることをどんどんやつていこうという観点でいくと、そういう割り切りもよいかというイメージ。

【加藤主査】 次は歴史地震調査による地震活動の履歴ということ、おそらく加納委員にご意見を求めることになると思ふが、簡易的かつ全国網羅性のある歴史地震の評価に繋げられるアプローチは何かあるか。

【加納委員】 新しい資料の調査には時間がかかるので、それは長期的にやるが、今あるものの再検討であるとか、長期評価とか、大きな地震が起こるたびの地震調査委員会の資料に載る歴史地震といふのは、基本的には日本被害地震総覧であるとか、長期評価の過程で調べられた最新の歴史地震のカタログの情報であるが、それは本に記載があるとか、ある程度の経緯のあるデータが使われている。その背景がどういふ資料に基づいているかとか、どういふ信頼性のものかといふのは、使う側からは「本に記載しているから」といふことで使われているケースが結構多いと思ふ。今は資料のデータベース等を作っているが、今使われている歴史地震のカタログがどういふ資料に基づいているかといふのはある程度、今あるデータで示せるので、少なくともどういふデータに基づいてどの程度の信頼性があるかを大雑把に示す準備をするといふところはあり得る。そういうのを元に、歴史地震の地図を書いて、100年のデータでは地震がないが昔はあつたといふのを見せていくといふことだと思ふ。出来上がりの地図としては今あるものと一緒かもしれないが、その背景にあるデータといふのも併せて示せるような工夫ができればよいと思ふ。

【加納委員】 活断層の状況や地域評価のところでは、歴史地震がバラバラにそれぞれに関係するところだけが引用されている。それぞれの調査は、よく調査されているときもあれば、単にコピペしただけのときもあるように見える。もう一度、長期評価に書かれている歴史地震の内容をこう並べて統合してみるといふのもやったらよいと思ふ。

【加藤主査】 地域評価に今載っているものか。

【加納委員】 活断層ごとのものも、どのように書かれているのか見直してみるべきと思ふ。また、すぐできる話ではないかもしれないが、考古のデータをここに入れておくべきと思ふ。歴史資料と考古の資料。考古については、今の文献により、地図上で液状化の痕

跡がどこで見ついているかというデータベースを作っている。前回の私の報告でも少し紹介したが、かなり出来てきている。活断層の長期評価の中でもかなり液状化の痕跡は使われているが、それを網羅的に、全国の分布として見るというのはできるかもしれないと思う。

【加藤主査】 歴史資料、考古データを含めて全てマップ上で見るということで、それは重要なのでぜひお願いしたい。次に、活断層で発生した地震の調査について、既に主要活断層や一部の地域では地域評価が進んでいて、M6.8以上の活断層が評価されている。そういったものを迅速に全国網羅的に出せそうかという観点で近藤委員いかがか。

【近藤委員】 連動型地震の評価を上げていただけてありがたい。第1回から意見を出させていただいたこともあり、能登半島の地震もおそらく海域の活断層が連動したものなので、引き続き検討すべき、あるいは調査観測を続けるべきものであろうと考えている。活断層調査自体は長年、地震本部ができてからずっと続けているものではあるが、主に発生確率の評価という点では、主要活断層も地域評価で新しく加わった短い活断層でM6.8以上の地震を起こすものも、確率の評価ができていない断層というのがまだ残っている。数としては正確な数字を失念したが、残り30個前後であるので、もう少しやれば終わるという認識を持っている。ただ、迅速という観点から言うと、少し時間がかかってしまったというのも事実。特に活断層の履歴の調査で、トレンチ調査を中心にずっとやってきたが、なかなか穴を掘る調査で断層を捉えることが難しい断層が増えて残ってしまっている状態。実は最近では、既に地震本部の事業の一環として、トレンチ調査を中心に調査するという意味ではなく、平均変位速度という長期間の平均的なずれの早さを調べるような地形地質調査というのを実施してきていて、そのパラメータをもって、過去の大地震の平均活動間隔を算出し、最低限ポアソン過程で発生確率を評価するという取り組みつつあるような状況。それをやって、まだ3、4年ぐらいであるが、過去の難しい断層でトレンチを掘っても断層が出ないというのに比べると、迅速且つ外れなく、信頼性があるデータを取りやすくなっているという状況がある。これはあくまで私個人の認識であるが、これを続けることによって、おそらく発生確率不明というのはほとんどないような状態まで持っていけるかもしれないという手応えはあり、その取り組みを継続して実施していただくというのがよいという認識を持っている。

【加藤主査】 30個ぐらいトレンチ調査等で履歴が見つからず、発生確率の評価が難しかったということだが、平均変位速度から推定されるものは30個のうち何個ぐらい今のところ評価できているのか。

【近藤委員】 地域評価の中で実施しないといけないので、評価はまだ実施できてないが、調査した結果としてパラメータを得られたというものについては調査対象断層あたり9割以上、95%程度。例えば、数字を失念してしまったが、最初の事業3年間で12断層中11断層というレベルで評価パラメータ得られている。評価手法の新しさということではないが、調査手法の高度化、広い意味では長期評価あるいは長期予測の高度化には貢献できていると思う。調査する視点を変えて評価する方向に持っていつているという状態。

【加藤主査】 それは地域評価が終わった場所のみということか。

【近藤委員】 全国に残っている確率不明の断層は、評価が終わったところも終わっていないところも存在している。最初の取っ掛かりとして、その調査方法でパラメータが取りやすいような断層から着手しているという背景がある。地域評価が終わった場所もあれば終わってない場所もあり、現時点ではバラバラになっている状態。

【遠田委員】 近藤委員から詳しい説明があったが、確率で濃淡をつけて全部評価するのは非常に重要なことだと思う。研究者としては、トレンチ調査等でたくさん調べたいところはあるが、実はそれぞれ確率の信頼度をつけているがあまり表に見えない。むしろ近藤委員が指摘していたように、その活動度的な、スリップレートで濃淡をつけて重要性をしっかりと考えるというのは非常に重要。履歴はかなり不確実のものがほとんどだと思う。熊本地震の場合も、当初の想定と全然違い、結局、地震の後で20、30ヶ所で調査してやっとリファレンスとして活動間隔が2～3,000年間隔ぐらいで、最後に2,000年前に動いたというのがわかったぐらいである。一つの断層をしっかりと信頼度の高いものにするのはなかなか難しいと思う。何が言いたいかという、あまり確率値偏重になりすぎてもまずいと思うので、調査のやり方としては、近藤委員が指摘したように、平均速度をうまく出すという方にある程度方向転換する感じのやり方にするのがよいと思う。

【加藤主査】 ちなみに平均スリップレートは日本全国でどれぐらいのものがきちんとわかっていて評価されているのか。

【遠田委員】 かなり少ないと思う。平均スリップレートが分かってきている領域は、少ないながらも出てきているが、その信頼度については十分検証する必要がある。

【加藤主査】 確率だと前回起きたタイミングがとても重要になるが、その不確実性が高いということであれば、平均変位速度を使った方がよりロバストな評価ができるということか。

【遠田委員】 加えて、一般に周知する際に、こういうA級B級の活断層があって、動くところのような震度分布になるという方が、確率よりも重要だと思うので、そういう方向性で舵を少しずつ切っていくようなことが重要と思う。

【加藤主査】 調査観測項目に平均変位速度の推定も加えた方がよいご指摘だと承った。

【石山委員】 ご議論があったスリップレートに重きを置いていくのは私も賛成で、全く同じ意見である。近年の調査でよくわかってきたこととして、主要活断層帯ではないが、活動度がA級に当たるような伏在断層が結構普遍的に堆積平野にあるのはわかってきている。そういうもののスリップレートや活動性あるいはその分布を明らかにするような調査も必要なのではないかと思う。非常に都市部が多い場所、関東平野や札幌、日本海側の新潟や富山などを中心とした場所等にそういう堆積平野がある。そういうところには活断層がかなりあるということはわかってきており、その活動性の評価と形状、そういうデータに根ざした強震動の予測は大事だと考える。

【加藤主査】 今は主要活断層にそういった堆積平野は入っていないということか。

【石山委員】 然り。今のところは、1,2測線ぐらいしかわかっておらず、詳しい長さがわからないため入っていない。過去の活動やイメージングで見えている構造の規模あるいは一部は変動地形が断片的にあるものもあり、そういったものから類推すると長さが20kmや30kmぐらいになるような、伏在活断層はかなりありそうだとことがわかってきている。そういうものについてもきちんと評価ができるようなデータを取っていくのは必要だと思う。

【加藤主査】 最後、測地データについて、西村委員いかがか。

【西村委員】 必要な観点について、まず、地震ひずみの地域依存性の検討と書かれているが、地域依存性ももちろんであるが、そもそも全体のいわゆる補正係数みたいなものがどうなるのかというのはわかっていないところもある。そこは歴史地震もペアになるのだが、過去の地震活動をもとに、キャリブレーションの設計図みたいなものを求めていくというところが必要と思う。また、そこから得られたひずみ速度もそのままでは使えなくて、例えばプレート間カップリングや海溝型地震の影響によるひずみの補正あるいは長期的な余効変動、粘弾性緩和みたいなものによる過去数百年ぐらいに起こった地震の影響も補正していった方がよいと思われ、そのあたりも観点としては重要と思う。それから、調査観測項目について、記載されたことで基本的に網羅されるが、いわゆる基盤観測網、国土地理院のGEONETだけではなく、例えば大学あるいは国研等が既に保有するGNSS観測データも合わせた統合解析、あるいはそれを用いたひずみ速度場の計算、あるいは最近だと民間企業のデータ観測網の利用というのものもある。あるいは新たに足りない部分を補う、特に沿岸域の観測として離島や岩礁での観測、例えば灯台があるような岩礁には物理的には設置可能だと思われるので、そういったところでの観測というものも、今後力に入れていけるのではないかと思う。

【加藤主査】 太平洋側もそうかもしれないが、特に日本海側での島しょ部の観測は重要だと思う。特にひずみを推定する上で非常に重要になってくると思う。例えば、ある程度簡易的に全国一様に評価できるという点から言うと、まだ難しいという理解でよいか。

【西村委員】 簡易的というのがどのレベルかにもよるが、例えば1、2年の間ということであれば、全く不可能ではないとは思いますが、先ほど言った補正係数のところで少し時間をかけた方がよいかという感触を持っているところ。

【加藤主査】 情報を総合した評価については先ほど少し議論したが、何か追加でコメントや留意すべき点があればご発言いただきたい。例えば藤原委員、前回プラットフォーム構築の重要性を指摘されていたが、その観点ではなくても、本日の議論を聞いた感想があればいただきたい。

【藤原委員】 統合に関しては、まずは独立に行ったデータをそれぞれ説明できる形でまとめるものを基本とし、無理やりに統合することはやめた方がよいと感じている。使う側が目的に応じて統合できるような準備をしておく方が使いやすい。今、ロジックツリーの

な、1個にまとめずに色々な情報を不確実さも含みながらリスク評価で使う流れがあり、そうしたものも考えられる時代になってきているため、少なくとも専門家に向けて情報を出すのであれば、あまり無理した統合をするよりは、それぞれの特徴を適切に表現する情報発信の場を作っていく方が使いやすいのではないかと感じている。

【加藤主査】 それでは、本日いただいた沢山のご意見をもとに、事務局において「資料内3-(3)」に追記、修正する形で今後取りまとめていきたいと考える。

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3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を閉会する。