

地震調査研究推進本部政策委員会 第75回調査観測計画部会議事要旨

1. 日時 平成28年2月1日(月) 13時00分～16時00分
2. 場所 文部科学省 15F特別会議室
東京都千代田区霞が関3-2-2
3. 議題
 - (1) 地震に関する総合的な調査観測計画における調査対象活断層について
 - (2) 平成28年度の重点的調査対象活断層について
 - (3) 活断層基本図(仮称)について
 - (4) 今後の海域観測のあり方について
 - (5) その他
4. 配付資料
 - 資料 計75-(1) 調査観測計画部会構成員
 - 資料 計75-(2) 関東地域評価公表に伴う各種調査対象主要活断層リストの更新について
 - 資料 計75-(3) 地震に関する総合的な調査観測計画における調査対象活断層について(改訂案)
 - 資料 計75-(4) 活断層の重点的調査観測の対象選定について
 - 資料 計75-(5) 重点的調査観測の候補
 - 資料 計75-(6) 活断層基本図(仮称)に関する今後の主な検討事項と年次計画
 - 資料 計75-(7) 今後の海域観測のあり方について
 - 資料 計75-(8) 大学によるGNSS/音響方式海底地殻変動モニタリング観測の現状と展望(田所委員提供資料)
 - 資料 計75-(9) 海上保安庁による海底地殻変動観測の成果と展望(長屋委員提供資料)
 - 資料 計75-(10) 海溝型地震の長期観測に関する現状と課題(佐竹委員提供資料)
 - 参考 計75-(1) 地震調査研究推進本部政策委員会第74回調査観測計画部会議事要旨
5. 出席者
 - 部会長 平原 和朗 国立大学法人京都大学大学院理学研究科教授
 - 委員 汐見 勝彦 国立研究開発法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット高感度地震観測管理室長
(青井 真 防災科学技術研究所観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット地震・火山観測データセンター長)
 - 今泉 俊文 国立大学法人東北大学大学院理学研究科教授
 - 岩田 知孝 国立大学法人京都大学防災研究所教授
 - 桑原 保人 国立研究開発法人産業技術総合研究所活断層・火山部門長
 - 瀬瀬 一起 国立大学法人東京大学地震研究所教授
 - 辻 宏道 国土地理院測地観測センター長
 - 小平 秀一 国立研究開発法人海洋研究開発機構
地震津波海域観測研究開発センター研究開発センター長
 - 佐竹 健治 国立大学法人東京大学地震研究所教授
 - 篠原 雅尚 国立大学法人東京大学地震研究所教授
 - 高橋 浩晃 国立大学法人北海道大学大学院理学研究院准教授
 - 田所 敬一 国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科准教授
 - 土井 恵治 気象庁地震火山部管理課長
 - 石川 直史 海上保安庁海洋情報部技術・国際課火山調査官

(長屋 好治 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長 代理)
平田 直 国立大学法人東京大学地震研究所教授
久田 嘉章 工学院大学教授

事務局 森 晃憲 大臣官房審議官 (研究開発担当)
谷 広太 研究開発局地震・防災研究課課長
松室 寛治 研究開発局地震・防災研究課防災科学技術推進室長
加藤 孝志 研究開発局地震・防災研究課地震調査管理官
山際 敦史 研究開発局地震・防災研究課地震調査研究企画官
出口 夏子 研究開発局地震・防災研究課課長補佐
森田 裕一 文部科学省科学官
加藤愛太郎 文部科学省学術調査官

6. 議事概要

(1) 地震に関する総合的な調査観測計画における調査対象活断層について

○資料 計 75-(2)、(3)に基づき、「地震に関する総合的な調査観測計画」における調査対象活断層について事務局より説明。

平原部会長：活断層のリストについては、本調査観測計画部会で決定する。今回の提案は、基本的には関東地域評価によって主要活断層帯の評価を改訂したことである。今泉委員から補足はあるか。

今泉委員：幾つか名前が変わった活断層帯の説明があったと思うが、断層はもともと地質現象であり、名前が重視されている。今回の神縄断層は、もう活動していないということが分かったため、その名前をいつまでも使うことは適切ではないという判断から「神縄」を削除した。代わりに、活動している区間が新しく見出されたので、それらを踏まえて名前を変更した。また、関東平野北西縁断層帯は具体的にどこを指しているのかよく分からないため、断層帯の中心になる深谷断層帯とし、深谷断層に付随的な断層も一つに考えて名前を付けている。更に、従来から指摘されていた断層の端の部分がより延びる可能性があることから、新たに名称を少し加えるよう評価した。

平原部会長：事務局の提案及び今泉委員からの補足説明について、何か御意見、御質問はあるか。

桑原委員：今回の案は活断層分科会に付議されているという理解でよいか。

山際企画官：今回の案を作成するにあたり活断層分科会で御意見を聞いている。

平田委員：今回、補完調査対象の基準が3つ示され、また、短い活断層や地表に現れていない断層の調査が追加されている。地表に現れていない断層については、原理的に最終イベントの時期は出ないと思うが、その場合にはポアソン過程で評価するのか。最終イベントは、基本的にはトレンチを行って年代を決めて最後に起きた時期が分かるが、地表に現れていなければできない。深いところでイベントが見つかり年代を決めることができればいいかもしれないが、難しいのではないか。逆に言うと、それを目指しているということか。

山際企画官：どの程度地表に現れていないかにもよるが、トレンチやボーリングで出てこないレベルであれば、掘って調べることはできないかと思う。その場合、確率を出すことは難しいが、そういったものも踏まえて調査を行うことによって新たな知見が得られるものについては、載せていくべきと考えている。

今泉委員：短い活断層は雁行するような断層の一部分が表現されているか、もしくは浅い断層で大した問題はない場合のことである。地表に現れていない断層は、主要部

分は地下にあるけれど、ほんの一部が地表に顔を出しているということであり、根っこにはおそらく大きな断層があると思われる。そのような断層について地表に現れていない断層という言葉を使っているから、短い活断層と地表に現れていない断層はおそらく同義でよいと考えている。

桑原委員：今回の案は主に内陸の活断層であるが、沿岸海域について特段の検討があれば教えてほしい。

山際企画官：沿岸に関しては、今回活断層とした中には該当するものがなかった。今回の案には含まれないが、例えば九州の場合だと、市来断層と甕断層が該当するかと思う。

平原部会長：それでは、他には特に御意見がないようなので、地震に関する総合的な調査観測計画における調査対象活断層については、原案どおりに決定させていただく。

(2) 平成28年度の重点的調査対象活断層について

○資料 計75-(4)、(5)に基づき、平成28年度に重点的調査の対象とする活断層の候補について事務局より説明。

平原部会長：地図等は机上配付資料の中に入っているのか。

山際企画官：入っている。

平原部会長：特に御意見や御異議がないようであれば、来年度の重点的調査対象活断層については、原案どおりとさせていただく。

(3) 活断層基本図（仮称）について

○資料 計75-(6)に基づき、活断層基本図（仮称）の完成に向けた今後のスケジュールについて事務局より説明。

平原部会長：前回の第74回会議において、活断層基本図（仮称）の基本方針や今後の課題について説明があり、完成に向けた今後のスケジュールについては、事務局で改めて検討することとなっていたため、今回その工程をお示しいただいた。今泉委員から補足はあるか。

今泉委員：位置・形状委員会というものが地震予知振興会の中にある。事務局からの説明の通り、西方は大部分が充実しており、来年あたりから近畿地方に着手する予定かと思う。

平田委員：活断層基本図については新総合基本施策の議論の時にも議論した。名称はまだ仮称とのことだが、活断層として地表で観察できるデータに加えて、三次元的な震源断層としてこのデータを利用できるように努力することが強調された。イメージとしては、地表の傾斜角だけではなく、地震を起こすような深い部分がどのぐらいの傾斜かといった震源断層の基本データ作成に持って行ってほしい。それが分からない場合には仕方ないが、また、内陸の地震の評価をする時には平均変位速度が重要になるため、活断層一つ一つの平均変位速度がわからない場合でも、周辺情報から変動地形学的に推定する、はっきり分かっている部分だけをデータベースにする、といった考えもある。最終的に内陸の地震の評価をするのであれば、震源の三次元的な形状と変位の速さのデータを是非加えていただきたい。

平原部会長：よろしくお願ひしたい。

山際企画官：前回事務局からは震源断層と地表地震断層を明確に分けた形で進める旨を説明し、同様のコメントをいただいた。いわゆる活断層と言われている地表地震断層だけではなく、震源断層の情報も併せて示す形で、関係機関の情報も活用しそれぞれ明確に分けた形でお示しするような形にしたいと考えている。

平原部会長：前回はちょうど1年ぐらい前であったか。活断層基本図（仮称）についての議論において、地表活断層と震源断層を区別したのは非常に評価できると平田委員からコメントいただいたので、それをしっかりと踏まえてほしいという御意見かと思う。

今泉委員：まさにそのとおりである。そのためには、例えばどのように図を整理するかといった問題があるかと思う。例えば、地表の情報では、グルーピングやセグメンテーションが関わってくるかと思う。現在進めている作業では、一つ一つの地表で見えている情報について、可能な限り多くのテキスト情報を付加するようにしている。それは変位速度の話にも結び付く。また、地表でマッピングされたものをどうやって一括りにするかについては、地下の情報をある程度考えながら、古くからある5キロルールにはこだわらずに取りまとめたいと考えている。

辻委員：名称についてはまだ（仮称）のままであることを確認したい。

山際企画官：（仮称）と付いているのは昔から仮に決まっているということで、ずっと続いている。システムの性格が大部分明らかになってきた頃から名称の議論を是非ともスタートさせたい。先ほどの計75-（6）の資料にも示したとおり、利用ルールの検討の中で、名称の議論だけ先にスタートすることを考えている。名称の議論は非常に重要だと考えているため、1年延ばして約3年かけて議論したい。

平原部会長：年次計画に北海道が入っていないのはなぜか。

山際企画官：このデータ整備の主な対象地域については厳密には1年ごとに資料の形で進むわけではなく、どちらかと言うと、活断層分科会で進めている地域評価と連動して進む形になる。地域評価については新総合基本施策の間に一通りの地域を終わらせる予定で進んでいるため、活断層基本図（仮称）のデータ整備についても新総合基本施策の間に終わらせることを考えている。

平原部会長：このデータ整備は基本的には地域評価を基に行われているのか。

山際企画官：そうである。スタートした当初は先行したり、後回しになったりといったことがあった。資料の2ページの図にデータの整備状況が載っているが、現在は中国地方を対象に整備を進めており、地域評価と連動できているので、今後はこのような形で進めたい。原則としては西側から進むと聞いている。

桑原委員：断層線、地表等はどのような基準やプロセスで決めているか。研究者によって解釈が違うことがあるかと思う。

山際企画官：詳しくは前回の御報告した資料に記載があるが、まず、利用者が最初に入ったときに見せる線はあくまで地震調査委員会で公表した地域評価の結果の線である。その先については今後2年程度で詳しいことを議論する予定だが、地震調査委員会で公表した線に基づいて各機関のデータを見せると、本来各機関が引いているトレース線と別の線の情報が出てしまうため、その機関の線と合わせて表示をするか、あるいは注釈を付けて表示し誤解のないようにリンクできる形で進めたいと考えている。

久田委員：例えば都市部で厚い堆積層があったりすると難しいのではないかと。線だけの情報に対してそこだけ避ければ安全と思われることも良くない。1本の線ではなく、

ある範囲の情報も貴重だと思うので、そちらも出していただきたい。また傾斜も重要である。例えば逆断層ではある範囲で傾斜の影響が出たりするが、そういった情報も建物や構造物にとってとても重要なので、不確かではあるが併せて情報を出していただけるとありがたい。

山際企画官：例えば堆積層の下に伏在しているようなケースについては、都市圏活断層図でも現在は推定という形の線を引いているかと思う。活断層基本図（仮称）でもなるべくそういった誤解のないような形で、幅を持たせたり薄い線にするといった見せ方が考えられる。今後の議論になるが、少なくとも、ないと思わせるような形にはしたくない。また、傾斜については、例えばJ-SHISではおそらく強震動のモデルで使っている線や矩形で示していると思う。似たような形で、地下にどのように延びているかについても示すよう考えたい。

(4) 今後の海域観測のあり方について

○資料 計 75- (7) に基づき、今後の海域観測のあり方について議論を行いたい旨について事務局より説明。

平原部会長：海域観測についての重要性は皆さん認識されていると思う。ただ、経費や人員に費用が掛かるため、戦略的に進めないといけないことから、先ほど示された今後の予定に基づいて、今回は海底地殻変動観測を中心に議論いただく。次回4月頃にケーブル式海底地震・津波計による地震・津波観測網を中心に討論いただいて、夏頃に今後の海域観測網のあり方について取りまとめたいと思う。事務局の説明に対して、何か御意見はあるか。

小平委員：基本的な考え方の確認だが、この資料のそもそも表題は「今後の海域観測のあり方について」だが、最終的に今年度まとめようとしているのは今後の予定にあるとおり「海域観測網のあり方」ということか。海域観測には、いわゆるネットワークのみならず、履歴の問題、構造の問題、断層の問題など様々あると思うが、今年度夏までは観測網の検討をして、その後もまだ検討の機会があるのか。

谷課長：海域観測は非常に幅広いものを含むため、当面、夏までの想定では今後の海域観測網のあり方にポイントを置いて議論をしていただけたらいかかと思っている。海域観測網ではない海域観測のあり方も当然あるので、それらについて何も書かないと今から決めているわけではない。御議論の中で網、あるいはプラスアルファの部分についての整理はあり得と思っているが、中心的には海域観測網ということをお話ししたいと思っている。当然、継続的に取り組んでいく課題であろうと承知しているので、この議題で全てまとめてしまうことではないと考えている。

平原部会長：今の議論はよろしいか。最初に説明した資料の中に浅海域及び沿岸陸域の地形調査が入っているが、今回は議論せず、まずは観測網の議論ということか。

谷課長：そのように考えている。もちろん、基本的には方向性を出していただきたいので、平たく言えば優先順位を示すことになると思うので、そこも含めて御議論いただきたいと思っている。現時点で事務局の方で方向性を持っているわけではないので、この部会での御議論で方向性を出していただければということである。

平原部会長：まずは海底地殻変動観測、ケーブル式の観測網についての体制をどうするかを中心に最初まとめる方向で議論したいと思う。

○資料 計 75- (8) に基づき、田所委員より説明。

平原部会長：主として大学関係を中心にした海底地殻変動観測についての現状と今後の展望、課題のお話をいただいた。何か御意見、御質問はあるか。

平田委員：確認だが、田所委員から説明いただいたのは、過去には地震・防災研究課の委託研究等が含まれており、現状では、1つはSIP、1つは災害の軽減に貢献する観測研究で実施しているという理解でよいか。

田所委員：説明が不十分であったが、今おっしゃったとおりである。主に2つの計画の中で進めている。

平田委員：海底地殻変動観測は極めて重要で是非進めなければいけないと思うが、残念ながら地震調査研究推進本部の計画としては予算化されていない現状があることを確認したい。また、谷課長からは海域観測の目的として、地震発生予測の高精度化と津波即時予測技術の2つが挙げたが、もともと地殻活動の現状評価というものがあった。もちろん長期予測は必要だが、現状把握も非常に重要であり、田所委員の説明でもそのことがかなり強調されている。一般論として、例えば地震がどこで起きているか、プレートやカップリングどうなっているかも重要だが、喫緊で国民が心配しているのは、東海・東南海・南海の地震が起きた時に、今起きていることがちゃんと把握できているかである。例えば、東北地方太平洋沖地震の時には海底地殻変動観測があったから海溝に非常に近いところまですべりが起こったことがはっきり分かった。これがなければ、もちろん説としてはあったが確証を持つことは難しかった。大学や海上保安庁が海底局を持っており、当時は観測精度に誤差が5cm程度あったが、10～30m動いたことが観測できたので、確実に海溝に非常に近いところまで動いたことがわかった。次に重要なことは、南海トラフ沿いの大きな地震が起こった時に、確実にモニターし、地震に対して緊急対応をするところに情報が発信できることである。例えば私はオンデマンドで海底地殻変動のデータを取るような仕組みが一番重要だと思っているので、長期評価と津波の即時予測という目的はもちろん必要だが、それらに加えて地殻活動の現状評価の高精度化を入れた方がいいと思う。

平原部会長：海底地殻変動観測はどういった予算でなされているかという御意見であった。また、特に南海・東南海では、まず東側が割れて、次がどこかという話もあるので、今起きた地震がどのようなものだったかを即座に捉えるのは、確かに重要な課題ではあると思う。

小平委員：今回の資料のタイトルがGNSS/音響方式の地殻変動だが、大学を中心に、これ以外の海域地殻変動観測もされているかと思う。それらについてもコメントと技術的問題を教えてください。

田所委員：この他に、上下変動を主として観測するための水圧計による観測や、船と海底との間での測距、海底同士で測距をする観測もされている。水圧計に関しては、これまでの機動的な海底地震観測と同じような仕組みで観測が進められている。我々も一緒に南海トラフ等で観測をしたところである。海底間の観測に関しては、距離が遠くなるとうまく音波が通らない技術的な問題があり、地形を選ぶ必要もあるため、早急な展開は難しいのではと私個人は考えている。ただ、うまくパスが通るような場所を選ぶことができ、加えて温度もしっかり測れていると、精度としては非常に良いのではと思う。

久田委員：議論が少し飛ぶかもしれないが、資料4ページを見ていただきたい。海底地殻変動の観測点が示されているが、どう見ても陸域と比べると全然足りていない。また、この図ではあたかもプレート境界は綺麗な一本の線に見えるが、本当はぐしゃぐしゃであり、それすらよくわからないのが現状ではないかと思う。予算の関係もあるので、海域と陸域とを併せてトータルで考え、どこかを削る調整を一度やらなければいけないのではないか。こうした議論はどうなっているのか。

出口補佐：今すぐに明確な回答はできないが、海域は陸域に比べて観測点も観測網も少ないという御意見はこれまでも多くの方々からいただいている。陸域は陸域で更新

や維持といったいろいろな問題点もあるわけだが、海域の問題点と併せて今後どうしていくのが、引き続きの課題かと思う。

平原部会長：言い方が適切ではないかもしれないが、これでも世界に冠たる観測網ではある。

久田委員：そのとおりではあるが、やはりバランスを考えて、どうしても予算の制約があるなら陸域の観測は削って海域の観測を増やすといった調整が必要だと思う。でないとそもそも無理な議論ではないか。すごくいいことができるから予算を増やしてほしいと言うのは王道なので目指すべきだが、どうしても限界があるのであれば、バランスで考えるしかないのではないか。

平原部会長：どこかを増やすとどこかを減らせと言われるというのはそのとおりである。それについては予算と実行を考えて議論したい。資料 9 ページをご覧ください。田所委員がまとめたものだが、広範囲、高密度、高頻度という優先順位である。また、田所委員から技術的にできることの説明があったが、人と予算がかかる。先ほどのように陸域の観測を削ってでもやるべきだという御意見もあり、必要性が確認できたと思うが、本日だけの議論ではなかなか難しいと思う。最近では東北大学の成果として、太平洋プレートが速く動いているという、プレートの加速の話があったが、そのように新たな発見は次々に出てくると思う。また、ネットワークという点では、S-net や DONET とは性質は違うが、補い合えるところは補うようにやる必要がある。

桑原委員：観測点の寿命は今どれぐらいで、それを延ばすにはどのような展望なのか知りたい。

田所委員：開発した当初は7年程度であった。海底局は設置したら回収しないため幾らでも重くできるので、消費電力を下げる等の様々な開発も行い、今は30年観測できるようにした。ただ、資料4ページの観測点が60点ぐらいあったが、そのうち30年観測できるような新しい海底局は数点だと思う。

平田委員：私の理解では、この観測で一番コストが掛かるのはやはり船の運航である。海上保安庁は測量船を準備しているが、船を1隻造るには莫大な費用がかかり、容易にはできない。しかし、今の原理では必ず船のような海上のプラットフォームが必要である。つまり予算があれば今の技術で観測すればいいが、田所委員が一例として挙げていたウェーブ・グライダーのような技術開発を意識的に行き安くしない限り、必要な数を長期間運営することはできないと思う。私は長期的には、相当額の投資をして技術開発をすることが必要だと思う。

小平委員：私もそれに賛成する。同時に、やはり田所委員が言われた高頻度化、つまり、データを取得する時間分解能を上げることも、次の地震の連動性を考える時に非常に重要だと思っている。ウェーブ・グライダーを作ったとしてもそこは問題が残るため、それと DONET や S-net のネットワークをどう利用するかも併せ技で考えることが一つの方向性かと思う。

○資料 計 75- (9) に基づき、長屋委員の代理の石川火山調査官より説明。

平原部会長：海上保安庁の海底地殻変動観測の成果と今後の展望の話をいただいた。スライド 10 ページだが、上側にある図は、これは陸上のみと海底を入れたインバージョンの結果であるか。

長屋委員代理（石川）：そうである。下に小さく書いてあるチェッカーボードに対してテストした結果が上の図という形である。

平原部会長：陸上まで入れた実際の解析はまだされていないのか。

長屋委員代理（石川）：この前に示した南海トラフのベクトルを使ったすべり分布については成果をどう公表するか検討中である。近いうちにお見せしたい。

平田委員：海上保安庁はどのくらいの期間で海底局をリプレースされる予定か。

長屋委員代理（石川）：海上保安庁の海底局のバッテリーは仕様が8年であるため、大体そのくらいの周期で入れ替えている。

小平委員：現状の観測頻度だと延べ何日の航海でこれだけのデータを取っているのか。

長屋委員代理（石川）：すぐには出せないが、大体18日分ぐらいの航海を年間8～9回ぐらい行っている。

加藤学術調査官：福島沖の海底地殻変動の結果について、ばらつきはあるが、2002年から2008年に向かって西向きにずっと動き、その後、西向きの動きがなくなっているように見える。観測機器の誤差は2～3cmと聞いており、それに比べて大きな変化のように見えるのはこの当時の機器の問題で、2～3cmの精度というのは最近の機器による精度という理解でよろしいか。

長屋委員代理（石川）：そうである。特に2007年以前は非常に精度が悪く、更に2002年くらいはかなり初期の段階なので余り信じられないという程度の精度である。

平原部会長：これは予算と人の問題だと思うが、現在、海上保安庁と大学の観測、航海はどのような体制・人数で行っているのか。

長屋委員代理（石川）：海上保安庁では船の乗務員は約30人弱であるが、それは測量船の乗務員なので、当庁で行っている他の測量調査の時もその船を動かしていることになる。実際に海底地殻変動観測をやる場合には、船の乗組員以外に観測の専門家として2人乗船する。持ち帰ったデータを陸上で解析するが、そのデータ解析に関わっている職員が7、8人ぐらいの体制である。

田所委員：大学では、観測も解析も集まってやっているので大体6人ぐらいかと思う。学生も一緒にやっており、年によって人数が変わる状況である。

平原部会長：今後どれだけ増やせるかという話ではかなり重要な情報だと思う。

○資料 計75-(10)に基づき、佐竹委員より説明。

平原部会長：長期評価の観点からレビューいただいた。長期評価部会からの、海底地殻変動観測及びケーブル式観測への要望はどのようなものか。

佐竹委員：タイミングとしては、南海トラフと相模トラフについては一応一順している。日本海溝、千島海溝には着手したところで今すぐ観測というわけにはいかないと思う。その後、例えば日本海はどうやるか。活断層としてやる議論もある。やはり資料4ページの南西諸島海溝と伊豆・小笠原海溝について、調査観測が難しいからこれまであまりされていないことは理解しているが、特に伊豆・小笠原海溝は何もデータがないので多少重要かと思う。先程田所委員から発表のあった広範囲、高密度が一番理想的とは思いますが、長期評価の視点からどちらが重要かという点、高密度よりも広範囲かと思う。何もデータがないところで1点でもいいから観測してほしいというのが長期評価部会長としてのコメントである。

田所委員：私もどちらかを選ぶのであれば広範囲を優先すべきだと考えている。答えにくい質問かもしれないが、長期評価の観点から、何 km に 1 点ぐらいの海底測地の観測点が欲しいといった要望はあるか。

佐竹委員：質問になってしまうが、先程の海上保安庁の資料 9 ページにあった海岸線に平行した 100km 間隔の観測点とは、調査観測計画にあるものか。

長屋委員代理（石川）：調査観測計画に書かれている。

佐竹委員：その間隔で十分とは言わないが、長期評価の観点からのざっくりとしたオーダーとしてはそのくらいかと思う。

平原部会長：伊豆・小笠原海溝の調査観測について、海上保安庁はいかがか。

長屋委員代理（石川）：我々の観測は千島海溝も含めて全て東京から出発する測量船で行っている。現在観測の空白区域となっている海域は全て東京から遠いため、非常に厳しい部分もある。観測の効率化というか、時間の掛からない観測技術を開発する、船舶の観測であっても時間がかからない方向にする、ということが重要かと考えている。

久田委員：分野外なので外からの意見になるが、現在、長期評価は形状と履歴を基に行っており、海底地殻変動は直接利用していないという認識でよいか。それでよいのかと思う。東北地方太平洋沖地震では、後からひずみのアンバランスがあったという議論があったのではなかったか。また繰り返すことにならないか。もし役に立つなら地殻変動を長期評価に利用すべきであり、観測が必要になると思う。地殻変動を観測しても、現時点で役に立つのか立たないのか、そういった話をどこかでしないといけないのではないか。

佐竹委員：先程も申し上げたが、地殻変動のデータを全く使っていないわけではない。例えば、カップリングや固着状態は十分に考慮している。要するに固着をしていてひずみが溜まっている領域かどうか、あるいはそれに基づいて海域を分けるといったことは考慮している。しかし、次期の評価という意味では、例えばカップリング状況などをモニターしながらやる必要はないのではという議論はある。そのためには当然連続記録が必要なため、海域はなかなか難しいという気がする。もちろん年に何回かの観測でも変化していくことはあるのかもしれない。まずは陸上のデータを使ってという話もあるが、具体的にどのように長期評価に入れるかまでは進めていない。必要性としての議論はしている。

平原部会長：使っていないわけではないが、使いたいけれどデータがないところが多い現状で、むしろ海底地殻変動観測や海域の観測には期待はしているということかと思う。

久田委員：海上保安庁の資料 6 ページでは、フィリピン海プレートが相模トラフと平行の北西方向に沈み込んでいて、南海トラフに対しては沈み込んでいるように見えるが相模トラフに対しては沈み込んでいるように見えない。そうすると、そもそもひずみが蓄積されているように見えないが、どのようにこれまでの大地震を引き起こしているのか。そういったことを表すモデルがあるのか。

山際企画官：おそらく見えている GPS の結果かと思う。普通は相対的な位置変動を見ているため、固定点が西側の方にあると思う。そのため、全てが西の方に向かって動いているように見えると思うが、相模トラフを見たい場合には、固定点を別のところに置くと、プレートの相互運動が見えてくるのではないかと思う。この図の見せ方は、相模トラフを見せるためのものではないように見える。

加藤学術調査官：京都大学の西村准教授が2007年にJGRに書いている。中部日本を固定ブロックとしている時は、北北西方向に沈み込んで短縮しているデータが見えているので、固定点の取り方の問題かと思う。

久田委員：一応ちゃんと説明できるものではあるのか。

加藤学術調査官：カップリングモデルができています。

山際企画官：補足だが、相模トラフの評価の際にもおそらくGNSS観測の結果を基に評価されていたかと思う。

○総合討論

平原部会長：これまでの発表を踏まえ、現状の課題や今後の海域観測について活発な御意見をお願いしたい。

平田委員：基盤の調査観測や重点的調査観測は、長期評価や現状把握、それから例えば津波や地震動の即時的な予測というように目的がはっきりしていると思うが、それぞれの観測が一体評価にどう役に立っているかは、全体的には必ずしも明確になっていないところがあると思う。例えば、海溝型地震の長期評価において、南海トラフでも問題になった時間予測モデルと、BPTと、もう使わないかもしれないがポアソンと、どれがいいかについて、そのような基本的な知見が役に立っているわけだが、少し不明確ではと思う。先程、佐竹委員が間接的に役に立っていると言われたが、どこまで破壊されるか調べる時には構造の情報が重要でありカップリングの状態を見ているが、そのようにやっている調査・研究が長期評価などそれぞれの目的に対して対応が付きにくい印象を持つ。もう少し工夫する必要があるのではないかと。海底の地殻変動は陸上のGPSでは分からない非常に重要な情報を出しているのに、計画を立てる段階で何に役に立つかをより明確にした方がいいと思う。

平原部会長：論点は何か。

平田委員：海底の地殻変動観測が今の長期評価のどこに役に立っているかをもっとはっきりさせるべきと思う。「結局はBPTで長期評価をするのだから、海底の地殻変動を測っても関係ない」と言われたいにしないといけない。私は絶対に海底の地殻変動観測は必要だと思っているが、例えばSIPで行っている海底地殻変動観測が何に役立つかを聞かれた時など、説明に苦むことがある。私からはいろいろと必要性を説明するが、長期評価にストレートには結び付けられない。そのため、例えば連動性の評価をし、構造の知識を入れ、プレート境界の構成則を入れ、数値シミュレーションも行った。そうした成果を入れていろいろやっているが、間接的過ぎる。シミュレーションで確率予測ができるようになれば一番いいが、今はそうならないので、いつ頃までにやると示せれば。例えば内陸の活断層については産総研で数値モデルを作ってシミュレーションをしている。本日は海域の観測網の話だが、どこかの機会に、観測した結果が評価にどう結び付くかという議論も必要かと思う。

佐竹委員：海底地殻変動のデータは、要するに長期評価をするべきなのかどうか活用できる。例えば伊豆・小笠原海溝は本当に固着しているのか、それともひずみをためているかどうか。ひずみをためていないので地震を起こさないのであれば長期評価をする必要はないが、その歴史は分からないので、本当のところを判断する材料がないといけない。そういう意味では、例えば伊豆・小笠原海溝で海底地殻変動があり、本当にひずみが固着していれば、少なくとも地震が発生する可能性があるという判断はしなければいけない。南西諸島も同じかと思う。

平原部会長：長期評価の観点では、まず固着しているかどうかというシンプルな視点で、日本列島全体、海域全体でどういう固着状態にあるか。現状しかなく過去にどれだ

けひずみが溜まっているかというのは分からないが、最低限必要なデータであるということであった。

小平委員：平原部会長から発言する方が適切かもしれないが、平田委員の問題提起への答えの一つとして、現在、南海広域で目指すものとして、モデルで様々なシナリオを作り、大量に計算をしてデータベースを作り、地殻変動を当てはめて将来予測を行う方向性を打ち出されていると理解している。地震発生の将来評価へ地殻変動データをどう使うかということであり、まだ確立されてはいないが、方向性としてあるのではないかと思うが。

平原部会長：まさしくそのとおりで、長期評価ではなく、次に起こる南海トラフの地震に対して、固着状態の変化を見たい。過去に起こった履歴を合わせようと思うとなかなか難しく、本当に起きたのかどうかもだんだん怪しくなっている。昔、確実と思ったデータが怪しくなり消えつつあるような地震もある。我々の戦略は、それらも含めて多様なモデルを作り、最も合いそうなモデルを見つけることだ。陸上ではおそらくできない。高密度で高時間分解能の海底地殻変動データが必須である。次の南海トラフ地震の起きる前、起きた後に何が起きるか。地殻変動や海域の観測データがなければ、多分全くの机上の空論になる。そういう意味では長期評価ではなく、次に何が起きるか。現在進行中のデータが欲しいというのがシミュレーションを行う人が観測に期待することであり、加えて、せめて固着状態ぐらいは知りたい。それが分かったから安心できるわけではないが、南西諸島についても先程田所委員が見せられたように、ちょっと場所が変わっただけで固着が全然ちがう。あり得ないことのように思うが、あり得ないことが起きているのかもしれない。伊豆・小笠原海溝でも、1605年の南海の津波、慶長の津波・地震は伊豆・小笠原海溝で起きたかもしれないという。なので、ここでの議論は優先順位の付け方かと思う。全てのデータが欲しいのはそのとおりで、日本列島全体を高密度、最低100km間隔で欲しい。加えて南海などで海溝を挟んで観測してほしい。先程の石川火山調査官の発表にもあったが、東北地方太平洋沖地震では海溝に近いところが滑った。その教訓から言うと、海溝に近いところは滑らないということはない。そうなるとどんなデータでも欲しいことになるが、その優先順位をどう付けるかという議論になるのではないか。日頃の思いも交えて話してしまっただけで、他の方から意見はあるか。

平田委員：私もそのとおりだと思う。現状評価が非常に重要で、単に地震がどこで起きているかだけではなく、少なくとも海溝付近で起きる地震についてはプレートのカップリングという本質的に重要なことをしっかりモニターするために必要な調査である。たくさん観測点があれば、データだけでモニターできるが、非常に限られたデータしかないのだから、モデルを使ってある種の内外装をするというか、データ同化をするということ。プレートのカップリングの状態を評価するためのモデルを作るにはその構造の知識が必要。単なる内装、外装ではなく、物理モデルに基づいたシミュレーションがあるのが非常に有効な手段で、近い将来にそういったシミュレーションが長期評価に使えるようになればいい。これはかなり基礎的研究を進めないとできないが、しっかりと観測をすれば現状評価はできるところまでできているのではないかとと思う。

加藤学術調査官：関連してだが、3.11の時には海溝軸付近が地震前どういう状態だったのかが分かっていない。少なくとも固着していたのか、固着していなかったのか。シミュレーションの動的な弱化過程などを含めれば、固着していなくても大きく滑ることもある。南海トラフについても、まさに現状でどうなっているか、地震が起きる前に海溝軸、浅いところはどうなっているかがわからない。次の地震に役立つ知識が分からないが、長期的には非常に重要な情報になるので、そういった点からも観測網を構築していくことが重要だと考えている。

佐竹委員：観測網を構築するのは重要だと誰もが思っているのだから、その優先順位をどうするかが本日の議論になっている。もちろん分からないところもあるが、やはり南

海トラフや日本海溝は少なくとも0次は分かっている、1次、2次と精度を上げていくということかと思う。それに対して南西諸島海溝や伊豆・小笠原海溝は全くオーダーも分からない。地震の発生の緊迫度や、地震が起きたときの影響という意味では、南海トラフや日本海溝の方が影響は大きい。だからこそこれまで観測がされてきたが、そこで例えば3.11のような予期しないことが起きたことを考えると、次はどういう方向で何を優先すべきかという議論と思っている。

久田委員：日本海はまだ手つかずの状態なのか。

平原部会長：日本海の図は佐竹委員の発表資料の3ページにある。

久田委員：本日議論することではないかもしれないが、やはり津波の即時予測は非常に期待されている技術なので、それと他の観測とのバランスの議論も今後必要ではないか。全国まんべんなく津波の即時予測を可能にすることも必要なのではと思う。

佐竹委員：そうである。例えば海底地殻変動がどれだけ役に立つかという、疑問もあると思うが、ケーブル式海底地震・津波計での観測については津波の即時予測のために意味で重要かと思う。日本海は平成15年に、ひずみ集中帯というか、過去に起きた地震に基づいて長期評価を行った。北海道利尻、秋田、佐渡海峡のあたりに関してはちょっと確率が高かったということがある。基本的に最近起きた地震に基づくと、次の確率は非常に低いという現状である。平成26年の日本海における大規模地震に関する調査検討会では、まず断層のマッピングをしている。断層の長さや幅を推定して、断層の大きさから地震の規模を推定している。履歴が分からないので確率は出していない。この長期評価の目的は日本海側の各自治体において考慮すべき断層はどれかという材料を与えることであつた。本日の議題に戻り、そのような活断層の集まりという点を考えると、海底地殻変動観測はあつた方がいいが、非常に高密度なものでなければ意味がない。一方でケーブル式の海底地震・津波観測は即時予測に役に立つかと思う。

平原部会長：おそらく固着状態という概念はあまりないと思うので、ケーブル式海底地震・津波観測網による津波の即時予測は展開が期待されるかと思う。

桑原委員：南海トラフや日本海溝は、基本的には100km程度の間隔で基準局が設置できているかと思う。それにより固着状態や現状評価、平原部会長がおっしゃったような状況変化はある程度捉えられると思う。これを更に高密度にする必要はあるという認識か。

平原部会長：個人的には、南海トラフは海溝軸の固着状態のデータが今のままでは心もとないと思う。田所委員が言われたように、南海トラフを挟んだ海溝軸の反対側にももう少し展開していただきたい。準連続観測というか、高密度観測をして時間変化を捉えられるような体制をしく必要がある。今はまだそこまでできていないと思うが、海上保安庁はいかがか。

長屋委員代理（石川）：平原部会長がおっしゃったように、海上保安庁は南海トラフに観測点を15点置いて、かなりの範囲をカバーできるようにしているが、やはりトラフ軸付近がまだ足りていないと考えている。

田所委員：地殻変動は真下での動きが一番効くので、100km間隔で観測点があつても真上に置かなければだめだ。南海トラフは陸との間が近いので、海上保安庁がこれだけ観測点を展開していたらもう十分ではという見られ方をよくされてしまう。実際のところは、海溝軸沿はこれまで数点しか設置されていないので、現状の観測網で海溝軸、トラフ軸のところまで固着しているかどうかを判断するのは難しい。そのため、南海トラフに関しては100km間隔に加えて、特に3.11以降指摘されている南海トラフ軸へ展開することで高密度化を図ることが重要であろうと考えている。

桑原委員：基本的な質問になるが、海溝軸が固着しているかどうかを判断するのは、プレートと同じ動きで動いただけで固着しているという判断をするのか。海溝軸よりも深い部分が固着していて、海溝軸側が仮に固着していなかったら、深い方と同じ動きをすると思うが、一方で固着していても同じ動きをすると思う。どのような基準で判断すると考えているのか。

平原部会長：例えば最近、海上保安庁から東海沖の観測点で4.7cm動いているという観測結果が発表された。先ほどそういう意味で陸と併せてインバージョンした結果を早く出してほしいと言った。

平田委員：トレンチ軸に沿って下側の全体が固着していて上側が固着しておらず、ただつられて動いている場合は区別できない。ただ、実際にはある程度強弱があり固着しているところとしていないところがパッチ状になっている。浅部の固着状態によってすべりのパターンが変わるので、私は区別できると思う。ただし、南海トラフは比較的全体が一様に固着していると信じられているから、もしそうだとすると、いくら浅部を測っても区別はできないかもしれない。微小地震が起きていないから、私も何となく全体が固着しているのではと思っているが、今の知識では実はよく分からない。最悪のケースでは、観測しても区別できないかもしれないが、それでも陸上から遠くを見ているだけでなく、なるべく近いところで調べることには価値があると思う。

平原部会長：個人的には、海上保安庁の成果を見るとかなり不均質がある。平田委員が言われたように、浅部もかなり違った動きをするのではないかと思うが、測ってみないと分からない。東海沖のように4.7cm固着しているように見えるが、実は余り陸と変わらない。これは勾配があるかどうかである。固着しているかどうかについて基本的には積極的にくっついていれば勾配を持つので、それが見られるかどうか。下がつられて動いてスカスカになっていけば同じ動きをするので、難しいが、ある程度は分かると思う。不均質があれば本当に分かる。ただ、そんなに一様に動いているようには思えないので測る必要があると思う。

長屋委員代理（石川）：今の話の補足だが、海上保安庁資料7ページの図で、ピンクの震源域の南方に点線でプレート境界の深さ10kmの部分が書いてある。この点線で囲まれているより南側の部分が地震本部の評価でも今議論になっているトラフ軸付近の大すべり域になり得る領域である。左下に4.3cmと書いてある観測点はその領域にかかっているが、それ以外はぎりぎり入っていない。4.3cmの点はその北側にある足摺岬沖の4.5cmの点と比べて、ほぼ同じ大きさで動いており、この点もまさにアスペリティーがあると思われる。4.5cmの点とトラフ軸沿いの点とがほぼ同じ速度で動いているので、固着の強い領域がトラフ軸付近まで広がっているようにも見える。一方で、先ほど議論にもなったようにトラフ軸付近はくっついていないが、4.5cmの点の深いところのアスペリティーに引きずられて変動量が大きくなっている可能性もあると考えている。その点の1つの断面だけで見ると、まだそこまでの区別ができない。更に東側の領域では、室戸岬の海山の沈み込んでいる場所にも1点あるが、それ以外にはトラフ軸の領域には全く観測点がないので、この点がどうなるかを見ていくことが重要ではないかと考えている。

平原部会長：確かに御指摘の点はあると思うが、測ってみないと分からないこともある。

小平委員：議論の中で南海トラフでやらなければいけないキーワードは2つある。1つは今議論しているトラフ軸付近、もう1つは時間分解能を上げる連続観測だと思う。観測点をたくさん置いてたくさん測る方法もあると思うが、JAMSTECの立場で言うわけではないが、現状としては海溝軸付近にDONETのノードがあり、ある観測点は海溝軸を超えている。そこには水圧計も付いていて、それらのデータをどう使うか、

あるいはそのノードをどう使うかも併せ技で考えていくことが、海溝軸付近のデータ、連続データを取るために今すぐ着手できることの1つかと思う。

平原部会長：確かに DONET を活用して海溝軸まで含めての観測はあると思うが、次の議題になるか。

出口補佐：そうである。今回は本日の議論も含めてケーブル式海底地震・津波観測について御議論いただければと思う。

高橋委員：高密度か広範囲かという議論だが、基盤的調査観測や準基盤的調査観測は国内である一定の間隔で漏れなく観測することが1つの大きな目標だったのではないかと思う。そういう意味では、現状を見ると特に千島海溝と南西諸島に関して数が圧倒的に少な過ぎる。基盤的調査観測あるいは準基盤的調査観測の考え方にのっとり、ある程度の配慮はどうしても必要ではないかと考えている。

平原部会長：100km 間隔の広範囲の観測を目指すべきであるということか。観測頻度は間引くとしても、広域の観測が必要であるという見方かと思う。

篠原委員：私も千島海溝や房総半島沖等々で一定の間隔で基盤的観測網を作ることは良いと思う。加えて、平田委員からも意見があったが、やはり効率化を図ることが必要だ。観測点の数を増やすためには、同じコストで多数の点が観測できるような技術開発をするべきだと思うので、引き続き努力するべきと思う。

平原部会長：そうである。田所委員がまとめられていた広範囲、高密度、高頻度の観測、それから技術開発、全てやるべきということ。

田所委員：私の発表資料9ページにまとめたとおりだが、1~5の番号は、私の中での優先順位である。先程高橋委員からあったように、今の技術で測れるのに測っていない場所がある。つまり、観測の空白域がある。だったらまずそこを埋めて広範囲に観測をする。それから、南海などに関しては特に国としても重要な場所であるから密度を上げていくということもあるかと思う。技術開発はもちろんしていかなければいけないが、どうしても時間が掛かることなので、今すぐ投入して観測網をどうこうというのは難しいところもある。いろいろなプラットフォームを使うといった技術開発はしていくべきだが、この調査観測計画部会での議論において重要なのは、やはり広範囲、高密度ということかと個人的には思っている。

平原部会長：皆さん、必要性はお認めかと思うが、あとは優先順位と戦略である。どのように戦略を立てていくか、どう実現していくか。次回のケーブル式海底地震・津波計の観測網も含めてまた御議論いただきたいと思う。

— 了 —