

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回海域観測に関する検討ワーキンググループ議事要旨 (案)

1. 日時 平成29年1月23日(月) 10時00分～12時00分
2. 場所 文部科学省 15F1会議室
(東京都千代田区霞が関3-2-2)
3. 議題
(1) 次期ケーブル式海底地震・津波観測システムの検討について
(2) その他
4. 配付資料
資料 海観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海域観測に関する検討ワーキンググループ構成員
資料 海観3-(2) 海底における地殻活動リアルタイムモニタリングの必要性(堀委員提供資料)
資料 海観3-(3) 次期ケーブル式海底地震・津波観測システム整備の目的及び観測対象について
参考 海観3-(1) 海域観測に関する検討ワーキンググループでの審議事項について
参考 海観3-(2) 南海トラフ沈み込み帯における諸現象
5. 出席者
主査 長谷川 昭 国立大学法人東北大学名誉教授
委員 青井 真 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地震・火山観測データセンター長
加藤 幸弘 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長
金田 義行 国立大学法人香川大学特任教授
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長
篠原 雅尚 国立大学法人東京大学地震研究所教授
中村 浩二 気象庁地震火山部管理課地震情報企画官
堀 高峰 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地震津波予測研究グループリーダー
前田 拓人 国立大学法人東京大学地震研究所助教

事務局 谷 広太 研究開発局地震・防災研究課課長
中村 雅基 研究開発局地震・防災研究課地震調査管理官
和田 弘人 研究開発局地震・防災研究課地震調査研究企画官
根津 純也 研究開発局地震・防災研究課課長補佐
6. 議事概要
(1) 次期ケーブル式海底地震・津波観測システムの検討について
○参考 海観3-(1)に基づき、本ワーキンググループでの審議事項について事務局より説明。
○資料 海観3-(2)に基づき、堀委員より説明。主な意見は以下の通り。

長谷川主査：それでは、今の発表に質問あるいは御意見等はあるか。資料 海観3-(2)スライド5枚目の図だが、この図の上が超低周波の地震で、縦軸は何か。

堀委員：縦軸は位置である。位置はここに投影したようなもので、つまり、この活動というのが4月1日の地震の付近。そのため、超低周波地震だけではなく、普通の活動も

含んでいる。余震も含んでいる。これはこの地震付近の活動で、その後、少し離れた、つまり海側で活発な超低周波地震の活動があった。

長谷川主査：色は何か。

堀委員：色は深さだったと思う。

長谷川主査：深さ。いずれにしても、上側のところがトラフ軸に近い超低周波地震か。

堀委員：そうである。(4月1日の震源が0で、マイナスの距離が)陸側、(プラスが)海側。

長谷川主査：ということは、横軸は日時か。

堀委員：横軸は時間である。

長谷川主査：ということは、超低周波地震が数日後に起こっているということか。

堀委員：2日後の4月3日から発生している。

長谷川主査：下の図は間隙水圧か。

堀委員：間隙水圧の変化である。地震時と地震後の余効滑りが起きている間はコンプレッションであった。

長谷川主査：図のさらに右、その後はどうなったのか。そこで終わっているが、変化はないのか。

堀委員：その後は変化なしではなかったと思うが、申し訳ないが把握していない。

長谷川主査：ついでに、3枚目の海上保安庁のバックスリップの図があるが、右下のeの図は、九州・パラオリッジと海山と銭洲海嶺、それを全部合わせたのが左のaの図か。

堀委員：そうである。

長谷川主査：銭洲海嶺や海山や九州・パラオリッジで何か出っ張っている。出っ張っているところはバックスリップが小さくて、超低周波地震が起きているみたいだということは、出っ張っているところでゆっくり滑りイベントが起きている。おそらく周期的にゆっくり滑りイベントが起きているということを観測からは示唆すると思う。示しているか、示唆するかしているか、どちらか。で、その理解はどういうふうに理解しているのか。素朴な質問だが。つまり、何でそんなことが起こるのかというのは、物すごく分かりやすい話ではないということか。

堀委員：今の対応関係はそんなにクリアではないと私は思っていて、つまり、海嶺はここに突っ込んでいるけれど、ここでずっとそういう活動が起きるわけでもない。海山が突っ込む事とこの活動の関係や、今、位置的に確かに部分的にはオーバーラップしているけれど、しかし、ここはそういうことは起きていないし、1対1対応しているわけでもないの、今のような解釈には私は納得してないので、逆に私が聞きたいぐらいだ。

長谷川主査：つまり、空間的な対応関係がそれほどいいとは思っていないということか。精度のことを考えると、何だかぱっと見た感じではいい感じではないか。

堀委員：そうじゃないところもある。私は別にそれですぐ説明がつくとは余り思っていないけれど。

長谷川主査：そうではないと思うと。そうすると、なぜだろうと考えなくて済むからいいけれど、私は少しなぜだろうと思った。

堀委員：いや、むしろそれは海上保安庁の方に、どういうふうを考えるかという説明を是非いただきたい。

長谷川主査：要するに宿題ということ。どこが固着していて、どこがゆっくり滑り、定常クリープしていて、どこがゆっくり滑りイベントになっていてというのが、基本的にはそれをモニターするのが非常に重要だということ。

堀委員：そうである。

長谷川主査：だから、そうすると、もちろんモニターするのは重要だが、一方で、何でそうなっているんだろうと。そういう空間変化が何で起こっているんだろうというのは同時に考えていく必要は非常にあるわけか。

堀委員：もちろんそうである。

長谷川主査：そのためには事実関係が非常に重要ではないか。

堀委員：そうだ。事実関係が重要で、モニタリングするということとも関係するけれど、先ほども言ったが、固着状態の方はスナップショットで、VLFの方は時空間変化がある。それがそもそも対応しているのかどうかもまだ分かってないわけで。つまり、固着状態の時空間変化も捉えられてない。まずそれを捉える必要があると思っていて、それが1つは大事だと思っている。事実関係として、固着の時空間変化がしっかり起きているからこそ、微動にもそういう時空間変化が起きているのかという、その対応関係。

長谷川主査：海上保安庁のバックスリップのこの答えの時間変化をどの程度追えると思うか。そこは結構重要なところで、精度というか、レゾリューションを踏まえて、その変化を時々刻々というか、変化しているときはいいが、例えば今みたいな変化は大きくないだろうと想定されるような時期に、その変化をどの程度追えるかというのはどうか。

堀委員：その辺がそれこそボアホールを複数点で見られれば、時空間変化をしっかり追えると思う。

長谷川主査：ボアホールでどういうセンサーで見るのか。

堀委員：今、少なくとも見えているのは、間隙水圧では見えている。あとは傾斜計など。

長谷川主査：傾斜計やひずみ計といったものというのはロングタームの感度が全然ない。そのため、ショートタームの変化を追っ掛けることはできるけれども、バックスリップみたいなものを追っ掛けていくには非常に弱い。大体、陸でGPSの地殻変動が出てくるまでどうしようもなかったのは、ひずみ計と傾斜計がロングタームの感度が全然なかったから、片肺飛行みたいなことをずっとやってきた。で、GPSが出てきて初めて地殻変動の状況というのが分かるようになってきた。それは海域でも変わらない。そうすると、GPSアコースティックか、それに取って代わる何かがないととても駄目。その精度というか、レゾリューションがうんと粗いと、海上保安庁の固着分布の図について、この赤い分布の変化を追うというのは非常に難しいことではないかと思う。そのため、そこはどの程度できるかというのはある程度見込みというか、見通しを持っていないといけないのかなという気がする。

堀委員：両方から攻めるのだと思う。

長谷川主査：もちろんそうである。

堀委員：そのため、その辺がどのぐらいなのかというのは確かに。

長谷川主査：やれば少しは良くなるのは確かだけど、それだけでいいのかというのはやはりあって、どの程度まで行けそうとか、簡単ではないが、その見通しも同時に持って考えていかないといけないというふうに思う。我々にはそういう義務があるとは言わないが、そういう心構えでないといけないのかなと。

堀委員：海上保安庁の方の、今、年に何回かをどれだけ短くできるかと、こういったケーブルでのリアルタイムな観測がどのぐらいまで長く見れるか、それをどうオーバーラップさせていくかというのはある。

長谷川主査：そのようにしてやっても、おそらく、なかなか全容をつかむまで我々の観測の実用精度というのはそれほどないということを踏まえて、どういうふうに併せ技をやったらどこまでいけるのかという、おそらくその辺りのことだと思う。

小平委員：今の話題に補足していいか。この結果の解釈がどうかというのは海上保安庁の人に補足してもらえばいいと思うが、一応出っ張りのあるところで VLF 等が起きていて、固着が弱いと解釈されていると私は理解しているけれど、それに関しては、堀委員も御存じだと思うが、Kelin Wang たちが 2011 年くらいに、『Geology』か何かに論文を書いている、海山等が沈み込んでいくときにどういう挙動をするかというのは、彼らは議論していて、その中の一つの仮説というか、考え方として、固着を弱くするというのを提案している。

長谷川主査：それで、それはどうしてかというのがさっきの私の質問だった。

小平委員：それは誰も知らないけれど、彼らが言っているのは、突起が入ることによって上側にフラクチャーなどところがあって、で、固着が弱くなるというのが、彼らのプリファードモデルとしてこの論文の中では言っている。

長谷川主査：上側が壊されていると。

小平委員：壊されているというのが一つの解釈で、誰もまだ真実は知らないけれど、Kelin Wang と Susan L Bilek の論文はそう議論をしていると。もう一つ、長谷川主査が言われたことは一つ事実だが、別の側面として、例えば東南海地震が起きて南海地震が起きるというパターンを考えると、それが 2 日後なのか、2 年後なのかというのは、比較的ショートタームの地殻変動がもし 2 日だったら起きることではないかと想像はしているわけだが、今の水圧観測とかひずみ観測でもそのシグナルは捉えられることではないかなと、我々は思っているところで、ロングタームの感度がないというのは事実だが、別途、私たちが捉えなくてはいけないものの一つとして、連動を考えたときのショートタームの地殻変動というのをちゃんと捉えるというのも重要なことというのを個人的には補足したいと思う。

長谷川主査：私がさっき併せ技と言ったのはその意味で、ロングタームとショートタームそれぞれのセンサーは、だから GPS アコースティックはロングタームを捉えられるけれど感度は低い。そういう意味では傾斜計やひずみ計の感度はそれに比べればずっと高いわけだから、ショートタームは絶対にそれじゃないとというか、GPS アコースティック云々ではない。そのため、持っているものを全部動員して観測するしかおそれくないだろうと思う。ほかになれば、先に進めさせていただく。

○資料 海観 3-(3)、参考 海観 3-(2)に基づき、次期ケーブル式海底地震・津波観測システム整備の目的及び観測対象について事務局より説明。

長谷川主査：ただいまの御説明に質問あるいは御意見はあるか。

小平委員：1 つ重要なことが抜けていると思っていて、この観測をすることによって、ちょっと表現が難しいが、防災対策にどう貢献するのかというか、何のためにこれをやるかという整理ができていないような気がする。私も自分自身できていないが、例えば資料 海観 3- (3)スライド 2 枚目の一番上の逆三角形の大きいところ。地震・津波というところは、こういう観測をすることによって緊急地震速報や津波警報に観測データを役立てるために我々はこのネットワークを作ると思うが、そこから下のところは、堀委員が今日プレゼンされたように、プレート境界の固着状況のモニタリングや推移予測をして発生予測に結び付けるという表現は曖昧だが、何のためにこれをやるかという整理をつけておかないと、観測のための観測ネットワークという整理だとちょっとここでの議論としては問題ではないかなという気がするが、いかがか。

根津地震・防災研究課長補佐：今、御意見頂いたのは目的のところをもう少し防災対策にどう役立つかという意味で明確化した方がいいという御趣旨か。

小平委員：申し訳ない。おそらく、文字で書かれているところをしっかりと読んでなかったかもしれない。スライド 2 枚目の三角形の表だけ見てしまったのでそう思って、この右側にそういう整理も書いておいてくれればいいのかなど。

根津地震・防災研究課長補佐：分かった。

長谷川主査：関連して何かあるか。

堀委員：今日の私の発表資料のタイトルが正に言いたかったことではあるけれど、この目的の 2 つ目の発生メカニズムの理解が目的であれば、どうしてもリアルタイムで観測する必要はないんじゃないかということになると思う。理解といっても、それこそ、その場の理解というか、今、正に何が起きているかということを知る。知った内容を、それこそ先ほどの小平委員からのコメントにあったように、防災・減災に役立てるといって、そこに向けてリアルタイムに何が起きているかを知る。それは地震の前もそうだし、地震が起きた直後もそう。それがどう推移しているかということも、津波と地震動の即時予測だけではなく、その前後も含めてリアルタイムで何が起きているかをしっかりと把握するということがやはり目的になっている必要があるんじゃないかということ、是非目的として含めてほしいところだと。

金田委員：同じ話だが、やはり文章の方の目的の最後の方に「地震活動の現状把握を高度化すること等」と書いているが、ここがやはり重要で、例えば 10 年後にまた 4 月 1 日のような地震が起こったときに、きっと南海地震との関係をどうするんだといった話が必ず出ると思う。その場合に、色々なシナリオはあるにしても、そこら辺をある程度情報発信できるようなことがむしろ重要で、即時解析的なことはある程度はもうできている部分もある。観測網さえ整備すれば、津波に関して言えば、大体それなりのことは気象庁も含めてやられているので、やはり堀委員が言われたようなところの部分はどうやって高度化するかということが一番重要じゃないかと思っている。もちろんメカニズムの理解というのは重要で、それが前提で現状把握ということになると思うけれど。そのため、是非下線を下の方にも引いておいてほしいなと思う。

青井委員：堀委員の御説明の後のディスカッションのときに言えばよかったのかもしれないが、モニタリングというのは、社会に対して、防災と言ってもいいのかもしれないけれども、社会に対して何を返すことができるのかということがやはり明確である必要があると思う。こういう地震のフリンジの中の議論としては非常にコンファタブルですし、おそらくモニタリングが重要だと言えば、皆さん「あ、そうですね」となる。何となくその延長上に何かと言えるかもしれないという価値観は共有しているとは思いますが、何百億かのお金を投じてそれをやらせてもらうことに対して社会に何を返せるのかということやはりもう少し明確に言わないと、しかるべき場で説明ができるかなという感じがする。それで、堀委員の資料で「必要性」と書かれているが、

おそらくその必要性というのは資料 海観3-(2)スライド2枚目の最初の四角のところを集約されていると思うけれども。もちろん、地震予知ができるといったことを部分的に言われたときに、その連動の間隔について何かコメントできるということを明確に言うのは難しいかもしれないのだけれども、どれぐらいのことならできると考えているのかということ、やはりもう少し明確であるべき。堀委員の発表の一番最初のところで即時予測ができるのは前提で、更にプラスアルファとしてモニタリングが重要だとおっしゃったけれども、少なくともそうであれば、モニタリング、ここで例えば超広帯域みたいな御提案をされているけれども、そこで余計に掛かるコストの分はやはりちゃんと説明ができないとおかしな話なので、そこをもう少し明確化していく作業を我々する必要があるかなと思う。

小平委員：よく文科省と色々な議論をしていると、アウトプットとアウトカムという単語を使って物事を整理されていることが多いが、その言葉をなぞりながら整理すると、おそらく、私たちの中で議論するのは、まず自分たちのアウトプット、我々が手を動かして出す成果は何かということだと思っている。それは地震観測では緊急地震速報であり、津波警報でありということだと思ったり、超広帯域の観測ではプレート境界固着状況のモニタリングの結果か、その時間推移というのがアウトプットとして出てくると思う。青井委員が言われていることに私も同意していて、アウトカムの部分がモニタリングは一体誰がどういうふうに関与して役立たいからモニタリング結果を期待しているのかということの整理が必要。ただ、それをこの中でやるのかどうかということに私は少し疑問。それは別途、あまりフォローはできていないが、内閣府等の委員会で議論されていることをリファアーしながら、私たちのアウトプットがどういうアウトカムを作っていくかということを中心にここで議論するのか、それはもうある意味当たり前で、私たちはそれに向かって自分たちがどういうアウトプットを出せるか議論するのか、そこは整理をつけないと議論が非常に発散するか二度手間になるかと思う。その辺りの整理は事務局的にはつけられそうか。

長谷川主査：内閣府の話は今、小平委員は出されたけれども、内閣府の委員会で検討している中に南海トラフで発生する地震の想定についてケース1から4というのがあり、ケース1というのは、南海トラフの震源域の中で半分だけが壊れて、半分は残っていると、こういうふうに残っているという状態がケース1。あるいは、ケース2というのは、南海トラフの震源域でM7クラスのプレート境界地震が起きたときにケース2で、3も4もあるけれども、そのケース1を考えたときに、あるいはケース2を考えたときに、この海域のケーブル式の海底観測網がどう役に立つかというのは、この委員会で委員の方々は頭の中で同時に考えていて欲しいと、私はそう思う。それと全く独立にこの委員会で勝手にどうのこうのなんてことを議論しても何の意味もないわけで、そういう意味では、それを念頭に置いてアウトカムを考えて欲しい。例えばこの文章は非常におとなしい書き方だが、最初の「津波即時予測及び地震動即時予測を高度化する」というのは、ケース1を考えたときには絶対に必要なものだ。いつ来るか分からないのに、津波等で非常に甚大な被害が起こっていると救助に行かなければいけない。救助に行く人たちは次の地震でやられるかもしれない、また津波でやられるかもしれない。現に東北沖地震のときには、福島沖のパワープラントの問題でほったらかしにされた。本当は生きていた人がいたはずなのにほったらかしにされたということが現に起こっている。やはり救助に行く人が安心できないにしても、こういう情報はしっかり得られるはずだというものを頼りに救助に行くといったことを考えると1番の津波即時予測及び地震動即時予測を高度化するのは、高度化どころではなくて、私は次世代の津波予測システムとか即時予測システムを繰り上げて開発しなければいけないと思っている。そのためにはケーブル式の津波計がなければどうしようもない。そういう意味で考えると、やはり1番のアンダーラインの最初のアウトカムというか、目的は非常にはっきりしていると。次の発生メカニズムの理解と、その理解に基づいて地殻活動の現状把握を高度化するという部分はどういう役立ち方があるのかと。メカニズムの理解を推進するということは、これは将来的には絶対に必要なことだから、インパクトはないにしても必要なこと。目的としては、はっきりする。そうすると、先ほどの堀委員のリアルタイムモニタリング、この必要性をどこまでしっかり訴えられるかというのは、やはり私たちが、それは必要で、それがある

ことによってどこまでどうできるという情報が提示できないかなと思ひ、先ほど精度のことを言った。精度というか、レゾリューションのことを。どのくらいのレゾリューションでモニターできるかによってやはりアピールの度合いは違うような気がする。必要性という意味は、例えば先ほど小平委員が言われたように、ケース1のようなときに、その後どうなるかということは、ある種パニックが起こると思う。沿岸というか、その周辺では。いつ、今日以上の地震動と津波が来るか分からない状況で、明日かもしれないし、2年後かもしれないし、10年後かもしれない。それに対して何が起きているのか。最初の地震でここまでは破壊した、滑ったと。その隣からどういうふうに滑りが伝播していつどうなっているかというのは時々刻々伝えるというのはある種必要なことではないかと、私も堀委員と同様にそう思うけれども、その辺のところを少しアピールできるように整理できると本当は有り難いという気がする。

篠原委員：整備の目的だが、長谷川主査のおっしゃるとおりだと思うけれども、基本的な考え方としては、私たちはHi-net、GEONET、F-net というすばらしいネットワークを持っていて防災に役立っているわけなので、その考え方、つまり、海だから特別なものを作るというわけではなくて、Hi-net や GEONET、F-net を海域に拡張するという考え方で考えると、おのずとこの目的もはっきりするのではないかと私は考えている。そういう意味では、即時予測、例えば陸だと地震動の緊急地震速報しかないけれど、海だと津波もある。また、現状把握についても、地震が起こったときに断層がどこまで割れたかというのをなるべく早く知らせ、どうするかというのは陸上では普通に行われていることなので、それと同じことを海域でやれるようなネットワークというか観測網を作るというのが、基本的な考え方ではないかなと考えている。

前田委員：今、篠原委員からHi-net、F-net というのが出たのは非常にいい例だと思うけれども、時定数が違うものを今扱おうとしている。緊急地震速報だったら秒スケールのリアルタイムが必要で、津波だったら少なくとも分は必要。しかし、では秒単位のリアルタイムモニタリングがボアホール型の傾斜計で必要かということ、それは恐らく必要ない。そのときに、後者の長周期の地殻変動の観測あるいはモニタリングが、地震研究、将来の地震発生メカニズムの理解のために必要だというのは、ほとんど論をまたないわけだが、どこまで同じネットワーク1つで済みますか。この中にどこまでを入れるのかということが、この整理目的としては議論しなければいけないことではないか。例えば、Hi-net と F-net というのは別のネットワークで、片方は短周期の地震に特化していて、一部は緊急地震速報にも使われている。F-net の方はより長周期で、数は少なく、カバーしているのは日本列島全体だけれども、より長いスケールだけを対象にして、観測点も少ない。そうやって別々のものとして取り扱っていくということも選択としてはあるのではないかなと思う。

青井委員：前回、私から説明したときのネットワークというのは、陸域の観測をなぞらえて、地震の観測は20キロではなかったが、30キロ程度で、広帯域については100キロ程度で、ある程度その周期を意識した提案にはなっていたと思う。

小平委員：当たり前の補足だが、陸と海とで違うところは、海はデータベースのインフラがない。そのインフラをF-net用インフラ、Hi-net用インフラというふうには作らない、おそらく普通はやらないので、インフラは1つで、それにどうセンサーを組み合わせるかという議論。当たり前のコメントだが、そこは心に留めておかなければいけないところだと思う。

堀委員：あともう一つ、今の話は地震計だけの話だが、今日の発表で超広帯域と言ったのは地殻変動も含んでいる。つまり、GEONETも更に加わっているようなものをどう整理するかという話だと思っていて、GEONETはそんなにまばらではない。やはり陸と違うところは、震源域ということも、プレート境界の固着や滑りの時空間変化がまさに起きているその真上を測っているという、モニターするものの対象が多少違うという部分もあるかなと。

金田委員：今までの議論と重複するが、加えて言うと、やはり長期観測。特に海域で壊れ

ないといったことではなく、長期観測をしっかりと維持できるようなシステムがおそらく必要で、でないとはやはり長期的なイベントをしっかりと継続して把握するというのはなかなか難しいので、その部分も非常に重要ではないかと思っている。

長谷川主査:何かほかに御意見はあるか。資料 海観3- (3) スライド2枚目の図があるが、これは最終的には何か整理した資料に付ける図という意味か。れとも今たまたま思考実験用に出しただけか。

根津地震・防災研究課長補佐:この図自体は本日の議論用に出したもののだが、途中段階では基本的考え方としてある程度整理したものを文章化したいと思っている。基本的な考え方は最終的な報告書にもある程度反映されてくるという形を考えている。

堀委員:それで、正に私が言ったことと関係するが、右側の測地学的観測は拡張的事項になっているが、少なくとも真ん中で並列になってないと、微動といったものでいろいろ見えているものと地殻変動観測とが並列で対応して、それがどういうふうに同時に起きているのか、それともずれているのか。そういったことが両方あって初めてこの真ん中に書いていることになるので、両方、少なくとも測地学的観測の真ん中になる必要がある。上に上げるべき。一番上は、ある意味、即時予測やその高度化に関わる部分というイメージがあると思うが、そういう意味で、測地学的観測も即時予測、つまり津波の即時予測で、今、リアルタイムの GEONET のデータを使うところも出てきているので、直後の、地震がどういう地震だったか、どこまでの広がりだったか、そういうところの意味でも基本事項に入ってくるのかなと。スロースリップといった意味ではなくて、地震時の変動を測地学的にもしっかりと把握するという意味でいうと一番上にも入ってくるのかなという。

長谷川主査:どこを基本観測事項に落とすかは別にせよ、根津補佐に言っているが、地震学的観測で地震・津波となっているけれども、地震と津波と、それから測地学的観測と、この3つをまず分けてもらって、その地震の中には微小地震やその下に低周波地震や浅部低周波地震がたくさんあるのでこれも入ってくる。一方、測地学的観測はスロースリップイベントと、それからある意味ではバックスリップというか、固着域の推定にも使える。スロースリップイベントというのは、スロースリップがイベント、地震みたいに定常的に起こっているのではなくて、あるときに滑りイベントが起こる、滑り地震が起こるということがスロースリップイベントである。スロースリップの中には定常的にスリップしている定常クリープみたいな現象もある。海上保安庁の固着分布の図で、固着が弱く滑り遅れがあまりないところというのは、スロースリップイベントが起こっているのか、滑っているのか、定常滑りで滑っているのか、分からない。先程堀委員が紹介してくれた絵の中には固着の弱いところの一部は超低周波地震が起こっているところに対応しているので、そこは定常クリープではなくてスロースリップイベントが起きている可能性がある。しかし、全部が全部そうかはまだ分からない。しっかり観測をすればそういうところ分かる。なのでそういう意味で、地震と津波と測地と分けて、それを基本から拡張のしかるべきところに配置するというような整理の仕方の方が分かりやすいような気がする。真ん中の段に浅部(低周波)微動から超低周波地震までたくさんある。これは参考 海観3- (2)にある小原教授の図にたくさんあるからこう出てくるのだろうが、あれは基本的にスロースリップイベントに伴って付随する現象で、だからマイナー。スロースリップイベントはメジャーで、それに伴って起こるもので、それを地震計で観測できるので、スロースリップイベントが検出できなくても低周波地震を検出すると、スロースリップイベントはあったということが理解できるという意味で、感度が非常にいいという意味でメリット。そういう意味で言うと、スロースリップイベントや、あるいは低周波微動や低周波地震で滑りの時空間発展をモニターする上で非常に重要なので、そのどれもとる必要があるというのが、先ほどの堀委員のお話だったと思う。

小平委員:その3つの地震と津波と地殻変動の中で、それが縦軸だとすると、横軸の方は、我々のやる取組あるいはとるべきデータと、そこから出てくる成果とその活用というふうに整理してもらえると、「とつても使えないものじゃないか」という議論はなく

なると思う。つまり、アクションやデータとアウトプットとアウトカムというものを地震と津波と地殻変動で整理がつけられれば非常にすっきりとしたものになるのではと思う。

長谷川主査：つまり、検知すべき、あるいは観測すべきものが全部ここに網羅されているため、地震と津波と測地という3つの項目で整理してこのような絵にすると分かりやすいような気がする。

金田委員：今、2次元で書いているが、データとアウトカムといったもの、アウトプットも含めて書くと、もしかしたら3次元的に書くようなことが必要かもしれない。例えば観測項目とデータと期待される成果みたいなもの。真ん中に期待される成果を書いても構わないと思うが、そこら辺はうまく分かりやすく、逆にあまり情報を詰め過ぎると何が何だか分からないということもあるので、先ほど長谷川主査がおっしゃったように、分かりやすく、かつ皆さん網羅しているような形で。私も、小原教授の資料だとあのうように細かく書いてあるけれど、あれはあまり。そうではなくて、やはりスロースリップイベントというのが大きな項目だというのは当然だと思うので、何かそこをうまく整理していくともうちょっと分かりやすくなるのではないかと思う。

堀委員：スロースリップイベントと言ってしまっただけで、それと必ず何か対になっているというのはまだわからなくて、それこそ、それをしっかり測らないとはっきりしたことは言えないというのが現状かと思う。つまり、少なくとも地殻変動でゆっくりした変動が見えているときに、まだVLFは起きてないようなときもあつたりと、そう単純ではないと思う。要するに、固着や滑りの時空間変化はスロースリップイベントとして捉えられたり、定常滑りとして捉えられたりとあると思うが、プレート境界面の固着や滑りの時空間変化と、ゆっくりした変化や地震計で捉えられる微動だったり、いわゆるゆっくり地震と呼ばれるものと、こっちが主でこっちが従だという本当に言ってしまっているのか。

長谷川主査：私はそう思っているけれど。それはいいけれど、その全てを捉えなければいけないという意味では同じかと思う。

加藤委員：今の整理だと、技術的な拡張性が必要だという軸がすごく整理しづらいと思うので、地震、津波、それから測地という3つのカテゴリーに分けて、観測項目をしっかりと整理していただいた上で、技術的な拡張性の有無についてはそれとは違ったレイヤーで整理していただいた方が、今後の議論を進める上でも有益だと思うので、是非その形でお願いしたいと思う。

長谷川主査：具体的に何かあるか。

加藤委員：例えば掘削孔を利用した観測システムというのは、掘削孔が必要であって、ボアホールでの観測がその深いところで必要だという、その技術的なところに依存してここで表現されているが、観測網としてはそうではないと思う。つまり、その技術的な拡張性が必要なものについては注記みたいな形でしてもらおうか、レイヤーをもう1個付けてもらうのかということの方が望ましいのではないかと思う。

長谷川主査：ここで左側に書いてある技術的な拡張性というのは、ケーブル式の海底地震・津波計システムの中には入らないものという、そういう位置付けかと思う。

根津地震・防災研究課長補佐：イメージとしてはそうである。

長谷川主査：今考えているのは、海底地震・津波計システムなので、技術的な拡張性が必要な観測のその部分が受け入れられるようにするか、しないかという、そういう選択肢か。

根津地震・防災研究課長補佐：基本的な考え方を整理する上で、選択肢としてはそういう

拡張性を用意するか、しないかという選択肢があるかなと思っている。ただ、第1回、第2回の御議論を踏まえれば拡張性は必要ないとおっしゃる方はおそらく誰もいないんだろうなと思って、必要ということを示すために、拡張的事項があるということを書かせていただいた。

篠原委員：皆さん分かっていると思うが、念押しで言っておきたい。今、成果について、何が出るかというのは出るという話だったので改めて言っておきたいけれど、基本的には気象庁が調査委員会なりに出してくるような資料は海域でしっかりできる。震源決定ができて、それからメカニズムがちゃんと決まって、水圧計のデータを使って震源域が即時的にも、上下変動しか出ないけれども、それから推定できるようなネットワークを作るというのを基本的な成果にしっかり書いておいた方が忘れないでいいのではないかと思う。微動の問題、スロースリップイベントはサイエンスとしては非常に面白いところがあるけれども、基本的にこのネットワーク、現状把握として何をすべきかという、やはりちゃんと震源が求まって、メカニズムが求まって、どこがどう断層が動いたかというのがしっかり分かるネットワークを作るべきじゃないかと思うので、それは確認の意味で書いた方がいい。成果を書くのであれば書き込んでおいた方がいいかと思う。

長谷川主査：資料 海観 3-(3)の図でいうと、微小地震のところに対応するところか。

加藤委員：そうである。微小地震と、あとは微小地震というか、今の調査委員会等々で行われている現状把握がしっかりできるようなネットワークを作る。

堀委員：さっき私が、測地学的な、一番上にも必要じゃないかというのは正にそこである。

加藤委員：そうである。

青井委員：こういう様々な事項は、知見の蓄積として防災に役に立つ。つまり、例えば発生メカニズムを理解することによって、将来の地震に対して防災力が上がるというようなものと、今起こりつつある現象に対して何かを言えるという、2つのことはやはり明確に分けるべきだと思う。例えば後者は、先ほど篠原委員がおっしゃった現状評価もそうであるし、現状評価の延長には近未来の推移予測みたいなものもある。先程から話に出てきている連動に対して、それが数日後なのか、数年後なのかということと言えるようになるということもそうなのかもしれないが、知見を蓄積して将来役に立つということと、今の現象に役に立つことというのは、やはり少し分けて議論してまとめる必要があるかなと。現状に対してどれぐらいのことを言えるのかということやはり地震学の実力なので、そこを地震学コミュニティとしてどこまで責任を持って踏み込めるのかということころは、やはりしっかりと社会に対して言わないといけないのではないかなと。

小平委員：私も現象の理解ということはすごく違和感がある。研究者としてそれは目指しているものだが、我々が、やや表現はあれだが、国の事業として防災を念頭にして進めるものの究極の目的が現象の理解というのは、それを前面に出してしまうと、研究者としては賛成するが、なかなか理解が得られにくいのではないかと。むしろ、青井委員が言われたように、プレート境界の固着状況をモニタリングすることによって、時間スケールはこれから議論した方がいいと思うが、近未来あるいは未来の推移予測をしていくというところを目的にしないと、現象の理解でこのネットワークに何百億円、何十億円かけるということは、少し難しいように思った。また、基本的な考え方の一番基本のところの合意をしっかり確認した方がいいと思っている。今、私たちが議論しているのは、地震と津波の緊急速報を出すネットワークであることは当たり前で、その次の、言葉にすると推移予測あるいは固着状況のモニタリングができるネットワークを作るという認識を持っているのか、それとも、地震と津波の即時予測の高度化をするシステムを作ればいいのかと思っているのかで、大分議論が変わってくると思う。私の理解は、地震・津波の即時予測はある意味当たり前で、それは既存技術できっとできると思う。それを一歩踏み込んで、固着状況のモニタリング、その推移

予測まで次世代のネットワークはやるんだという、皆さんの中でその整理はもうついでという理解でよろしいのか。

根津地震・防災研究課長補佐：目的には2つあると申し上げたけれども、私は、小平委員がおっしゃった前者というか、ある意味、即時予測をできることは当たり前で、その次に踏み込むのも必要だということが目的だと認識をしている。しかし、それは違うのではないかと御議論があれば別だが、調査観測計画部会でもそのような議論がずっと進んできたのではないかと考えている。

前田委員：その点についていいか。ここでは「津波即時予測及び地震動即時予測の高度化」と一言で書かれているが、2つあって、データが増えれば自動的に、例えば今ある既存の技術で早くなるという高度化で、置けばできるということ。また、もう少しインベティブな、手法そのもの、あるいはパラダイムシフトのように新しいことを考えるという高度化と、2つあると思う。その2つがあって、できること、できないこと、今できることがあるということは、前回、話題提供でお話ししたと思うが、それをどこまで言えるのか。今、小平委員の意見だと、今あるものというふうに分かたが、そうするのかということによってもネットワークのデザインは当然変わってくるだろうと思う。

長谷川主査：これまでの議論を踏まえて事務局の方でまとめたんだと思う。そのため、2つあるのは皆さんの考え方はそうだろうということ認識されてこうなっており、違うということはおそらくないだろうと。つまり、もうそれは共通認識になっているんじゃないかと思う。そのうちの津波と地震動の即時予測についても、今、前田委員が言われたけれども、どこまでできるかは別にして、このケーブルシステムとしては両方含むことを念頭に置いて考えるというのがおそらく共通の認識だと思う。2番目の発生メカニズムの理解の部分は、その理解というのは1つ絶対に必要なもので、理解を進展させるために、推進させるために、このケーブル式の観測網が必要である。そして、その理解に基づいてリアルタイムでモニタリングをすると。「推移予測」という言葉は「予測」という言葉があるためおそらくなかなか難しいと思う。しかし、震源域で何が起きているかということは、特に先ほど言った内閣府の委員会のケース1とケース2の場合に絶対に必要な情報だと私は思う。今までの皆さんの議論を伺っていると、そういうものも含めて、メカニズムの理解を推進するということが一つのセットだというふうには私には思える。ということは全部含むということだが、その辺はどうか。そのうちの、これはケーブル観測システムだと。そのため、ここだけで閉じるものではない。なので、それに応えられるようなケーブルシステム。ただし、コストを考える必要があるということが与えられたミッションだと思う。コストを無視してというわけではない。コストを考えながら、1番と2番それぞれの目的は先程言ったようなことであって、その目的を達成するために必要なシステムを考えるということではないかと思うが、いかがか。一応確認してその先に進んだ方がよろしいと思うが。

金田委員：原則、今、長谷川主査のおっしゃるとおりだと思うが、先程の推移予測まで踏み込むかどうか。そこはなかなか微妙なところはないかと思う。例えば内閣府のケース4つだが、色々なシナリオで、ある意味で短期的なところだと推移予測に資するようなデータもおそらくケーブル観測システムで取れると思う。取れるということは期待されているので、長谷川主査が言われたことは、そこまではあまり踏み込めないという言われ方をされたのかなと思うが。

長谷川主査：「予測」という言葉は実力を考えた上で気を付けて使った方がいいと思う。研究者のコミュニティーの中で議論しているときは一向に構わないが、これは対社会に出すものだから、予測できもしないのに「できる」というような言葉を入れると大変なことになる。私たちはその大変なことを前に経験したわけだから、やはりそれは少し考えた方がいい。ただ、リアルタイムで何が起きているかをしっかり把握することは、それは観測システムがあれば今の実力で十分できるわけで、それがどの程度できるかというのは見通しを持った上でというのが先ほどの話だと思う。

金田委員：分かった。一応確認だった。

堀委員：正にそこの部分はすごく大事だと思う。現状はリアルタイムに今何が起きているかを把握すること。その何が起きているかを把握するということはどういうことかという、じゃあ、その後どういうことが起こり得るかということも含めての現状把握だと思う。逐次予測というのは、そういうことを現状把握して、ではこういうことが起こり得ますということを使うこと。我々研究のサイドからいえば、それこそがある意味推移予測なわけだが。しかし、それを「予測」と言うと、「予測がそれでできます」と言うと、「ではそのうちのどれが起こるか分かるのか」といったことになってしまう。つまり、「予測をします」とか「できる」というのは誤解を招くことになる。あくまでもやることは、今、正に何が起きているのか、そのことをしっかり把握して、そのことはその後どういうことが起こり得ることを意味しているか、過去に何が起きたかとかそういうことも含めてしっかり提示するという、そこだと思う。そのため、やはり推移予測をするということではなく、今、正に目の前で起きていることがどういうことかをしっかり把握するということ。

長谷川主査：私が言ったことはそういうことで、「推移予測」という言葉を研究者サイドから対社会に出すときには一旦のみ込んで、別な言葉で言うといった注意が必要という意味で言った。やることはモニタリングだから、そういうこと。研究者サイドで話しているときはそういうもの。

青井委員：こういうコミュニティーの中でしゃべっているときは全然構わないと思うけれども、やはり「現状評価だけをしても仕方がない」という非常に厳しい意見というのは世の中に結構ある。もちろん、実力以上のことを「できます」と言う必要もないし、言っただけではいけないと思うけれども、マルチセンサーで色々なものを測れば色々な可能性があるということは、それはもちろん地震学としては当然のことだが、そこで即時予測として必要な、例えば短周期の地震計と水圧計に、更にアディショナルに掛かるコストで何が実現されるのかは、やはりしっかりと覚悟を決める必要があるのではないのかなと思う。

堀委員：おっしゃるとおりで、現状把握だけ、今、正に調査委員会でやっていることまでだけで、それ以上何も言いませんというのはやはりなしだと思ふ。その把握したことが何を意味するのか、つまり、そういうことが起きたときに、過去にはどんなことが起きたかや、あるいはそういうことが起きているということはその後何が起こり得るかまで含めてしっかり提示するということまでは、今の実力を超えて何か言い過ぎているわけではないと思う。そういう情報を出したときに、それがどう防災や減災に役に立つのか、役立てられるのかということに関しては、先程小平委員も言われていたアウトカムのお話とも関係するが、ではそれがどう役に立つのかというのは非常に難しい問題だが、すごく大事な問題。そこから先は我々地震学のコミュニティーだけではなくて、社会、実際にその情報を受け取る色々な立場の人たちというか、そのような立場の組織なり、そういったところとしっかり議論をして、どう役に立つか、逆に役立てることを前提に考える必要があると思っている。そういうことをしっかり考えていかないと、何か次にはこんなことが起こりますよということだけを待っている社会のままではいけないと思っている。そこはお互いに、地震学は発達してきてここまで来て、ここまでのことは出せるようになったということ、ではどうすれば減災に生かせるのかということまで一緒に考えていくことがすごく大事ではないか。そこも含めた発信をしていく必要があるのではないかと思っている。そのため、現状把握だけして終わりということではなくて、その先まで踏み込むのだけれども、踏み込むときには、その情報をどう生かすかということまで一緒に議論することがやはりセットでないといけない。今の受け止め方の社会のまま我々が今できる精一杯の情報を発信しても、それがそのまま役に立つかということ、それはかなり疑問な現状であるのも事実なので、せつかく分かりつつある、モニタリングして分かってくることを減災に生かすような方向に変えていく必要があると思ふ。

長谷川主査：この委員会ではこのケーブル式の観測システムをどういうシステムにするかというのを検討するのがミッションだが、その2番目のところの発生メカニズムの理解を推進し、その理解に基づいてリアルタイムでモニタリングするということぐらいまでは共通認識だと思うが、そのリアルタイムでモニタリングする具体的な内容はどうか非常に重要なので、少し議論したい。私は、「予測」という言葉を簡単に出さないように申し上げたが、今ここではそれはおいて、ここでの議論では、どこまで予測できるかと思っているかはやはり非常に重要。つまり、先程私は、どのくらいの解像度で追えるか、その追えたものを基にどこまでその先を予測できるか。議論するにはこのメンバーだけではもちろん足りないと思うが、一応ここで少し議論しておいた方がよさそうかと思う。堀委員はポジティブに考えているようだが、皆さんそうなのか。堀委員には後でまた聞くけれど、どこまで予測できるか。少しこの観測システムの検討から離れるが、しかし、どういうシステムでなければいけないかということに直接関わるので、少し議論しておいた方がいいと思うので、皆さんからも御意見いただきたい。

青井委員：堀委員のおっしゃったことはよく分かるが、これはケーブル式海底観測システムとは直接は1対1対応してなくて、陸域の観測網だけだったとしても、その議論は本来ならできるし、すべきことなんだろうと思う。そのため、新たな投資をするに当たって、やはり現状の整理は必要かと思う。

長谷川主査：それは、今のところそこまで突っ込んでいなくてもいいということか。

青井委員：そうである。そのため、ケーブルが出来上がった暁にはその整理をしなければいけないということではないのではないかと私は感じるということを申し上げた。この場がそれをやるに適しているのかどうかというのは、もちろん議論があると思うので。

長谷川主査：それはもちろんそうだが、それを承知の上で皆さんどの程度できるかという御意見を伺っている。

小平委員：私は定量的なところは答えられず、感覚的なことしか言えないが、例えば南海の水圧計がスロースリップ、ゆっくり滑りを捉えていると。今、1点若しくは2点しかないで、その断層を決めたり滑りを決めたりすることはできないが、複数点ネットワークを構築できると、おそらく、陸上でゆっくり滑りの断層や滑りを決めていくようなことが海域でできるようになってくるということが定性的に想像はできる。その定量的なフォローは誰か別の人にしていただかなければいけないが、そういう意味で、プレート境界の現状モニタリングはそのセンスではできるのではないかと思っている。

長谷川主査：その先の予測についてはどうか。

小平委員：予測については、おそらくすごく大きな課題で、我々がなかなか答えられないところ。今、陸上で見ているネットワークでゆっくり滑りの断層を決めていて、滑りを決めていて、では予測にどうつなげていくかといった議論なので、私はそれは今すぐは答えられない。

長谷川主査：では、堀委員はどこまでできそうだと思うか。

堀委員：どこまでできるかというか、1つは、リアルタイムに滑りや固着の時空間変化をモニタリングしている、それをずっとし続けているということは、その変化がずっと時空間変化として見えているということ。予測というと、何か皆さんは結構データニステックに何か言わないと予測ではないみたいになっているようにしか聞こえないが、何が起きているかがしっかり見えていて、かつ、どういうことが起こり得るか。その起こり得ることを幾つか、幾つかと言っても、すごく色々なバリエーションがあるわけでもないと思うが、何がどこまでできるかというのは、実際にそこで何が

起き始めるか、起きつつあるかということ次第だというのが1つ重要なことで、予測というと、何かどこかまで、あるデータが与えられて、そこから先、もうデータなしで予測をしていったときに、観測データが増えていけばその予測の精度が上がっていくというような、それによっていつ地震が起こるかが、より狭まるといったイメージをおそらく持たれていると思う。けれども、地震の固着の滑りの時空間変化があって、それが地震という不安定な現象に推移していく経過というのは色々なパスがあり得て、そのパスの途中経過も、今の場合、モニタリングすることができればその経過もある程度見ることができる。その経過の起こり方次第で、それが数日の時間スケールで起これば、数日の時間スケールでもうすぐ起こる可能性があるということが言える場合もあるし、もっと長い時間スケールでしか変動が起きずに、数日といった時間スケールでは一切その予測はできないような現象として起こるかもしれない。その予測の精度というものは起こってくる現象次第で幾らでも変わるものなので、良くもなり得るし、悪くもなり得る。極端なことを言えば、何も前兆的な変化がなくて、いきなり地震が起こる可能性だってある。けども、こういうネットワークを作ってリアルタイムにモニタリングする理由というのは、何かそういう変化が起きたときにはちゃんと対応できるような、その変化がどういうことが起きつつあるのか、そういう変化が起きたらどんなことが起こり得るかということをしつかり言えるようにしておく。それが東北の地震のときのようにオフラインのデータで観測をして、後から、実は直前にこんなことが起こっていた、直前と言っても、東北の場合は1か月、2か月とかそのぐらいだが、そういうことが起きていたということの後から言うのではなく、リアルタイムに、その変動があったのであればしっかりとそれを捉えられるようにしておくという、そこだと思う。

長谷川主査：研究者としては、堀さんの今言っていることは全部理解できるけれど、対社会にそれを短い言葉でどういう説明をするかということ、やはりこの場合には必要になる。事務局の方でこの議論を聞いていて何となくエスティメートしていると思うけれど、その辺のまとめた言葉としてどうできるのかということ、解像度はどのくらいで、リアルタイムでモニターしていけて、それを逐次追っていくことによって社会にどう役立つ情報になるのかと。そのため、何が起きているかということを追って掛けて、それが一般にオープンになっていくということは、それは意味がないと私は思わない。それは物すごく重要なことだと。特に内閣府のケース1の場合はすごく重要なことだと思う。けれど、先程の青井委員の話ではないが、「ではこの先、どうなるんですか」と必ず聞かれる。そのときに、どうなるかということをお先ほど堀委員が言われたような言葉で言っても、その人はじっと待ってくれない。「何言ってるんだ」と。研究者はじっと聞いて、そうだと思うけれど、一般社会の人はそんなことは許してくれなくて、「起こるのか、起こらないのか、どっちなのか」ということになる。そのため、そのときに何か適切な言葉が何かあるかということをお少し考えておかなければいけないかなと。

堀委員：それもよく分かるけれど、「起こるのか、起こらないのか、どっちなのか。その答えがないと何も動きません」という状態、(どっちなのかを)判断する立場の人たちがいることも分かる。そのため、そういう立場の人たちにしてみれば今は役に立たない、それも分かる。けれど、そうではない、はっきりはしないけれども可能性があるといったときに、何ができるかということをしつかり考えるというふうな受け取る側がならない限り、変わらない。同じことになってしまう。どっちかといって答えられないということは、科学的にはっきりしているわけではないか。その事実を踏まえて、では、どう減災に役立てるかということをお考えない限り、そこから先には進まないと思は思う。

長谷川主査：それは分かる。そのため、リアルタイムで逐次把握していると。それを対社会に向けて「推移予測」という言葉は適切なのかという意味で、最初にこの話が出てきたときに、そこは少し考えないといけないのではないかと。では実際、どの程度できそうかということだが、結局、何が起って、どう推移していつているのかということを追って追えるようになる。そこまではおそらく共通認識は得られると思う。それを起こるまでずっと追っ掛けていくことはできるようになる。けれど、では、起

こる、起こらないということはどこで判断できるかということ、おそらく、私は次回の（南海トラフ）地震ではできないと思う。その次にはできるかもしれないけれど、一度も経験していなくてできるとは思えない。そのため、堀委員が言われるように、東北沖地震で経験していたら大分違ったかもしれない。東北沖地震で本震が起こる前に何が起きたのかということはオフラインのまばらなセンサーである程度は把握できたが、あれが今ここで検討しているような非常に稠密なケーブルシステムが設置されている中であの東北沖の地震が起きて、そのデータがあつてということであれば1回は経験するわけだけれど、1回も経験してない中で「予測」という言葉では外に出せないのではないのかというのは私が感じていることだ。皆さんはどうですかという意味でさっきは聞いた。

小平委員：私は堀委員のやられていることを狭い意味での専門分野は違う者として聞いて、私なりに理解しているのは、すごく稚拙な言い方ですけど、堀委員たちは何十通り、何百通りもモデルを計算しておいて、現在までの推移とそのモデルを比べて、モデルのうちの幾つかは将来こうなる、幾つかは将来こうなる、幾つかは将来こうなるということを出してきてくれるという認識を持っていたけれど、そういう意味でのデータミニスティックではない将来の病状を出していくというのを予測と言うか、何と言うかということかなと思っているけれど、アプローチをすごく幼稚に言うともうということではないか。

堀委員：まあまあそうである。

小平委員：それは世の人々の常識的な「予測」という言葉の定義に合っているかどうかという。長谷川先生が気にされているのは、それは世の人々の常識の「予測」の定義に合っていないことを言われているのではないかと。

堀委員：起こるのか、どっちなのかということか。

長谷川主査：「予測」という言葉は、やはりある程度注意して、特にこの南海トラフの場合は注意して使わないといけないという意味で言っているけれど、そうでもない、皆さんがそう言うのであれば、変えてもいいけれど。

金田委員：そうでもないということを言っているわけではない。

小平委員：ただ、それを「予測」という言葉を使うか使わないかはさておき、そういう情報が存在していて、そういう情報というのは、ある程度の絞り込まれた、何十通り、何百通りのモデルがあつて、それに対して現在までの推移を当てはめていくと、そのうちの幾つかがこうなる、幾つかがこうなる、幾つかがこうなるという情報があるということを出すことは重要なことだと思う。それをどう利用するかというのはまた別な話かもしれないが、そういう情報がありつつ、それを出さないということは、それはそれで問題のように思われる。何か哲学の話になってしまった。

長谷川主査：シナリオを提示するというのは当然必要なこと。

小平委員：そうである。

長谷川主査：こうなる可能性が何%といった、ツリーの構造でこういう数値が欲しいわけである。そして、今後の起こる可能性が何%、今後、静かになって起こらない可能性が何%といった、幾つかイベントツリーで示す。そして、それぞれに確率を出せるかということ。それを数値シミュレーションやった結果で確率を出すというのは、それは実力を過信し過ぎていると思う。

堀委員：私もそう思う。そんな確率はない。

長谷川主査：そのため、、シナリオを出せるということころまでは当然で、それは出さなけれ

ばいけないし、それは当然、出さなくても、社会の方から「こうなのか、ああなのか」というシナリオが出てくるのではないか。

金田委員：そのため、予測という定義を、先程の哲学ではないけれど、そうなっていて。例えば、また少し議論を戻してしまうかもしれないが、安政南海地震のように数日単位の時差で起こるのか、昭和南海地震のように数年単位の時差で起こるのかというようなことを考えたときに、次にまた何かイベントが、東海、東南海が仮に起こったとして、ではどうするかということはおそらくすごく重要なポイントだと思う。そのときに、いつ起こるかは誰も分からない。ただ、余効変動的なことがすごく加速されて西の方に行くようなことがモニタリングできていたとすると、何か時定数的なことを言うとは年ではなくて月とか数日みたいなイメージがあるのかなというのは、何となく私は期待をしている。それを定量的にはもちろん言えないと思うが、そういったことをどこまで、予測とは決して言わないが、推移として、何かシナリオとしてどういったところまで出せるのか。単純に言えば、「数日で起こるかもしれないから気を付けましょう」ということを言うのは簡単だが、そうではなく、ある程度モニタリングすることでそういったことの精度がどの辺まで上がるのかというところがおそらく議論されているのかなと思う。私のイメージは、水圧計にしろ、地殻変動にしろ、リアルタイムでどこまで本当に正確な解析ができるかはおいておいても、実際にそういうことが、もしできるとすると、日単位なのか、月単位なのか、年単位なのかの評価というものをシナリオとして出せるのではないかと思うけれど、その辺は皆さんの意見は分からない。

篠原委員：今の議論を聞いて、現状理解というか現状把握だが、現状把握に時間推移を入れるかどうかというところが議論になっているように思う。時間推移を入れてしまうと、やはり普通の人には予測とってしまうのではないか。そこで、私が思っていた現状把握は、例えば南海で地震が起こった、海溝に近いところは動かなかった、そのため、大きな津波が今後起こる可能性がある。起きたことによって、何が起きたから次どうなのかということがシナリオのイメージだった。東南海の震源域が想定されていて、3分の1壊れて、とにかくその後どうなるか分からないけれど、当面、今は3分の1壊れたから、残りが壊れる可能性があるというような情報発信なのかなというイメージを持っていた。時間が入ってない情報予測だけでも、陸上に関しても時間推移というのは余震以外何か入っているか。例えば熊本の地震のときに、時間推移というのを見ながら、壊れなかった断層が壊れるかどうかという議論はあったのか。

長谷川主査：確かに陸の観測網を海に延ばすと、先ほど篠原委員が言われた視点というか、観点は、このケーブル観測システムの中に当然ある。ただ、それに加えて南海トラフということが今のこの委員会にはミッションとしてある。そのため、南海トラフというのはどういう場所かということ踏まえて議論しようということが背景にあり、それを踏まえてということで、今ここで議論している。その部分を要らないとされると事務局としても困るのではないかと思う。

篠原委員：いや、要らないとは言わないけれど、時間推移ということを目的に持ってくると、どうしても予測ということと切り離せなくなってしまうというイメージがある。

長谷川主査：予測という言葉はどうか。今ここで議論していることは、事務局に整理してもらうために本音のところを少し出してもらおうと思って議論しているのであって、事務局は全部それを逐一聞いているので、それでどこにやればいいのかということ、この議論でいろいろ本音を出してもらえばおそらくいいところを抽出してくれると思う。それでそういう議論をしていた。いずれにしても、時間推移を追わないという話は今までなかったように思う。

篠原委員：私もそれはないと思っているけれど。

長谷川主査：「予測」という言葉にするか、しないかも、今、この研究者サイドで対社会に対してどうなのかということ少し議論しているわけで、最終的にはここでまだ決

めるわけではないため、今後考えていけばいいし、議論していけばいい。あるいは事務局の方でも考えてくれると思う。しかし、ここでは、重要なことは、どういう観測システムにしたらいいかということを決める議論。そのために何を取るのかと。アウトカムとアウトプットとか言われましたが、そこをやはり決めておいて共通認識しておいてやらないと観測システムが変わってくるので、それでその部分を議論していて、今までのこの委員会の議論で大体共通認識は出てきている。それを更に詰めているのが今の段階で、そのため、リアルタイムに追っていくということは、今までの議論の共通認識の延長上にあるという理解だと思う。そうでなければ、そういう方向で議論すればいいと。

篠原委員：それは全く否定するわけではなくて、時間とともに変化していくことは見るとして、それを、どうしても「予測」という言葉のイメージになると思うけれど、それがあると長谷川主査がおっしゃられたのでそういう話だったが、私は「予測」とは入れない方がいい。というのは、陸で大きな地震が起こったとき、どう推移するかということは、陸上の観測網はすごくすぐれていて観測しているけれども、やはりはっきり分からない。海の場合は陸の観測網よりもどうしても実力が劣るのは明らか。もちろん現象は陸の地震よりも1桁大きい現象が起きると思うが、観測網の実力としてついていけないところがあるので、そこは「予測」という言葉を使うか、使わないかって議論であれば、もちろん使わない。ほかのところも、陸上でも使っていないと思うので、基本的には使わないということがいいのではないかと思う。

前田委員：「予測」と出たときに、言葉自体は表に出さない方がいいということは私も賛成だけれども、ここでも少し区別がついていないのではと思うことは、地震発生の予測なのか、推移の予測なのか。その地震発生の準備過程のプロセスまで含めて推移のはずで、恐らく地震発生のタイミングみたいな話になると、全く難しい話だという認識はおそらく一致すると思うけれども、そこに至るまで現状を例えばよく観測ができれば、これから固着が進んでいくという一定期間のプロセスに対してどれだけ制約がかけられるのか。それが観測網を密にすることによって、あるいは連続的な観測がされることによって、そのモデル空間に制約をどれだけ与えられるのかという辺りが、この特に測地的な観測をすることで社会に出せることなのではないかと思う。特に堀委員に伺いたいのは、今、シミュレーションに基づいてデータ同化でそういった実験を非常に熱心にやられていると理解しているけれども、ある程度の観測量があったら、その後のプロセスが一定期間、例えばパラメーター空間が押さえられるのか、それとも、より断層運動というのはカオティックで、ランダムに置いたものと変わらない状態にそのうち戻ってしまって、時間方向の解像度はどうしても低いままなのか。その辺についての見込みというものが今あるかどうかという辺りが、その辺を言えるかどうかになるんじゃないかと思うけれども、いかがか。

堀委員：それに対する部分的な答えが、先程私が発表した中にもあったけれど、そこは現象次第である。つまり、時空間変化が今どのように起こっているかということ次第で、その後、それこそもう幾らでも着地次第で変わるようなプロセスなのか、ある程度絞り込まれたどれかなのかということになる、必ずどっちかというわけではなくて。

前田委員：現象を密にモニタリングすることによって言えることが、オプティミスティックに言えばあるということか。

堀委員：あると思う。

前田委員：それは、気象の方に例えばなぞらえると、今、1点で真上を見ているだけだけれども、密な観測をすることによって雲の分布が分かる。雲が全く出てない状態から突然ゲリラ豪雨になるのは分からないけれども、今ここに雲があるということは分かるという、そういう状態になりつつある、そんな理解でいい。それはポジティブに言うことができる範囲のものではないかと思う。

長谷川主査：そのため、それをポジティブにどういう言葉で言えるかというのは考えた方

がいいというのが先ほどの話。今、思い付かなくても、少し頭の中で考えてもらって、思い付いたら後で事務局に教えてくれるということは是非この後もお願いしたい。もちろん、今思い付いたらお願いしたいけれども、今、思い付かなくてもいい。

堀委員：1 つは、今、前田委員が言われたことがとても大事で、地震発生と準備過程のモニタリングをしっかりと区別するというか、そこはやはり分ける必要があり、推移予測として固着滑りのモニタリングをして、それがどう推移しているかを予測するという。

長谷川主査：そのため、今のところに何かヒントがありそうで、その辺でうまい言葉を作れるか、少し考えてほしい。

小平委員：うまい言葉かどうか分からないが、たたき台で、前田委員と全く同じ気持ちなのだが、我々はこのネットワークを使ってプレート境界の固着状況の時間推移をモニタリングして、そのデータを用いることによって将来の推移シナリオを提出する、提案する。そして、シナリオは複数形。言葉の整理としては、それがやれることではないか。

長谷川主査：1 つ案が出た。ほかにあるか。

篠原委員：私も今の案には賛成。おそらく、今の話だと、シナリオが複数のツリーになっていて、ある現象を把握するためにどんどん狭まっていくというイメージかと思った。そのため、現実的にはあり得ることなのかということ、どこかで地震が起こったり、地殻変動が起こったときに、その枝分かれしているシナリオのツリーがどんどん狭まっていったというふうなイメージかと思う。それは可能なのではないかと思う。

長谷川主査：ほかにご意見はあるか。

堀委員：それである程度狭まりはするけれど、やはり何となく皆さんの中に最終的にデータミニスティックなのかと思う。そういうことを期待してしまっている部分があつて。

長谷川主査：おそらくというのは社会がそうなのではないか。

堀委員：そうだけれど、そのため、社会がデータミニスティックだという、つまり、起こると言ったら起こってくれないと困るというシステムに対しては、地震は、それは無理だと言っている。そのため、起こる可能性があると言ったときに、起こっても起こらなくても、どっちになったとしても、それに対してしっかり事前の対策が有効になるようなことを考えない限り無理だという。

長谷川主査：ここで言っても、みんなそのとおりだと思っている。

堀委員：そうなのだけれど。

長谷川主査：そのため、社会にいい言葉でそれをアピールするというか、そういう状況を作らないといけない。

堀委員：そうだと思う。

長谷川主査：それは、ここではそのとおりだと皆さん賛成するけれど、社会も賛成してもらえるようにどうできるかということを考えると。この件については大体どんな程度かというのは、おそらく、根津補佐の方でしっかり把握できたと思う。

中村委員：念のため確認したいことが1件あるけれど、今までいろいろ御議論されていたことと大きく関わると思うが、内閣府の方で南海トラフのワーキンググループを設置し、その下の予測可能性の調査部会において、科学的に現時点でどういうことができるかということを検討して、それに対してワーキンググループでどういう対策がとり

得るかということが正に議論されているところ。その内閣府の議論というのが当然、おそらく、今後、事務局で取りまとめられようとしている基本的考え方と大きく関係してくると理解しているけれども、その点、事務局のお考えを一応確認しておきたい。

根津地震・防災研究課長補佐：もちろん、大きく変わるということはあるとは思っている。また、本日の議論、大変大所高所からやっていただいて、今回まとめようと思っている基本的な考え方は、そういった大きな議論の下で、じゃあ実際作るシステムの基本的な考え方はこうだということをまとめるものなので、基本的に整合的というか、内閣府の報告書や検討の方向性も、現時点ではいろいろ分からないこともあるけれども、しっかり観測を充実させていくことは必要だという方向性でまとめていると聞いているし、そういった意味では齟齬は出ないと思う。そごは出ないようにしていきたいなと思っている。

長谷川主査：よろしいか。そうすると、議論すべきは、次期システムで観測対象とすべき現象というか、ものは何かということで、もう少し突っ込んで何ができそうか、あるいは何をやるべきかというようなところまで議論していただいて、そうすると、何を観測対象とするかということは、コストのことを考えなければおのずと答えは出てきた。資料 海観 3-(3)に書いてあるもの全てということかと思う。そういう意味で言うと、この前の議論で事務局から出してきた整理案で一応全部入っているということ。整理の仕方は少し検討するとして。ほかに何かあるか。それとも、あれではないという御意見。今日は、違う方はかなり一生懸命長時間掛けてやったが、本来の目的は次期システムで観測対象とすべき現象。それはあそこに事務局の案としては書いてあるわけだが、そうではない、あるいは何か足りない、その点をもう一度確認してほしい。今までの議論だとよさそうな気はするが。

金田委員：これで基本的に我々はそういう理解でいいが、海外なんかに行くと、ケミカルなセンサー等を入れられないかといった議論が結構ある。今、この中にしっかり組み込む必要は必ずしもないと思うが、テストベッドという議論は前あったと思う。そういうことも含めた何か機能があると、新しいセンサー開発といったものにも使えるかと思うので、この議論にそぐうかどうか分からないが、電磁も含めて何かそういった拡張性のようところに全部入ってしまうのかもしれないが、今、ではどのセンサーを使うかというよりは、今後、新しいことが出てきたときに色々なテストベッドのようなイメージの拡張性があるといいなと思っている。

長谷川主査：ほかには。よろしいか。事務局サイドから見たら、今日のこの委員会として必要な議論はほかにあるか。

根津地震・防災研究課長補佐：本日いろいろ御意見頂いたので、資料 海観 3-(3)の図も少し整理をし直したいと思う。ほかの基本的な考え方に必要な項目というの、今日いろいろ御示唆を頂いたと思うので、次回に改めてお示ししたいと思う。

— 了 —