

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会 第5回海域観測に関する検討ワーキンググループ議事要旨

1. 日時 平成29年3月30日(木) 9時30分～11時30分
2. 場所 文部科学省 5F1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5-(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5-(2)	早期津波避難システムの整備に向けた取り組み(高知県危機管理部堀田副部長 提供資料)
資料	海観5-(3)	DONETを用いた即時津波予測システム(防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター 高橋副センター長 提供資料)
資料	海観5-(4)	ケーブル式地震津波観測とセンサ(防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター強震観測管理室 功刀室長 提供資料)
資料	海観5-(5)	次期ケーブル式海底地震・津波観測システム整備の基本的考え方(案)
参考	海観5-(1)	第4回海域観測に関する検討ワーキンググループ議事要旨
参考	海観5-(2)	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5-(3)	次期ケーブル式海底地震・津波観測システム整備の基本的考え方(案)の修正履歴
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
	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
	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
説明者	前田 拓人	国立大学法人東京大学地震研究所助教
	堀田 幸雄	高知県危機管理部副部長
	高橋 成実	国立研究開発法人防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター副センター長
	功刀 卓	国立研究開発法人防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター強震観測管理室室長
事務局	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
	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

○資料 海観5- (2) に基づき、堀田副部長より説明。主な意見は以下の通り。

長谷川主査：それでは、ただいまの発表に、質問、あるいは御意見等あるか。

金田委員：DONET の陸上の伝送部の脆弱性というところは、たしか鶴江の方は衛星を使って通信するようなことになっているかと思う。その辺の脆弱性は大分解消されるはず。

堀田副部長：そうしたら安心できるのでありがたい。

長谷川主査：そうすると、2点と言われたが、1点の方は大丈夫そうだということか。小平委員。

小平委員：はい。

金田委員：システムではないが、先ほどのアンケートの中で、具体的に、避難するという方と、マンションに住んでいるから逃げないという方がいた。そこは明確にちゃんと分かっているのか。オーバーラップしているから、なかなか総数が変わらないといったことはないか。

堀田副部長：今回も、下から2つ目に、マンションに住んでいるということは入れているので、一応こうなのかなとは思っているけれども。

金田委員：結構、他のいろいろなアンケートと御相談しているのか。

堀田副部長：そうだ。取り方によって結果が大分変わるということはあると思う。

金田委員：現実には、なかなか伸びていないという現実があるのであれば、なおさら。

堀田副部長：やはり揺れが収まったらすぐ避難するといっても、都市部、市街地のところは、どうしても近くの方とのコミュニティがあまりしっかりしていないので、なかなかそこを伸ばすというのが難しく、そこをどうするかが本当に課題になっている。

長谷川主査：一番上の「揺れが収まったらすぐに」や、2番目の「警報が出たら避難する」という、特に一番上の部分だけでも、先ほどのお話では、東北地方太平洋沖地震が起きる前は2割とおっしゃっていたと思う。

堀田副部長：そうだ。

長谷川主査：これは、東北地方太平洋沖地震からまだ6年なので、7割近くになっていると思うけれども、この後、どんどん下がっていくと思う。

堀田副部長：おっしゃるとおり。

長谷川主査：東南海や南海トラフの地震本部の長期評価は、30年で70%。その値を皆さんずっと頭に入れていけば、そんなに下がらないと思うが、それでも、その評価が出たのは東北地方太平洋沖地震より前か。

堀田副部長：そうだ

長谷川主査：それで2割だったということは、今後も2割までいく可能性は非常に高いと思う。南海トラフの長期評価の70%はある意味で時間予測モデルというか、一番高いモデルでの評価の値だ。ポアソンや他の手法だと、2割ぐらいになる。ということは、今後30年で発生しないという可能性も結構ある。おそらくそれだけ長いスパンで考えなければいけないと思う。そうすると、このシステムに期待される役割は、今以上に重要になってくるような気がするが、その効果というか、その辺はどうか。あるいは、もっと何かがあれば更に効果が上がるとか、そういうことは何かお考えはあるか。

堀田副部長：今のところ、具体的に持ち合わせていないが、今、長谷川主査がおっしゃられたとおり、そういう意識の薄い人がどんどん増えていったときには、やはりきっかけを確実に与えるということが一番重要になってくる。そこを防災行政無線や他の方法を併せて、複数の手段で確実に伝えるということをやったり我々はやっていかなければいけないかなと思う。今、例えば、津波から逃げるタワー等が大体でき上がってきており、115基を計画中の90パーセントぐらいできてきた。地元の方々が逃げる場所ができたので、「ああ、あそこへ逃げるんだな」という一定の意識は高いかもしれない。ただ、それが一般に普通になってきたら、ますます下がっていく可能性があるため、やはりこういう何がしかやることは重要ななと思っている。

長谷川主査：南海トラフの場合は、これまでの事例だと、避難警報というか、地震の数がそれほど多くない。そういう頻度が余りないので、三陸とは違うかもしれないが、三陸あるいは北海道では、避難警報の頻度がそれなりに高く、でも、逃げなくてもよかつた。オオカミ少年的な事例が積み重なると、どんどん逃げないという人の割合が増える。そういう意味で、私は警報の精度は圧倒的に重要であると常々思っていた。

けれど、その他のところ、実際の沖合のデータを見ながらということになると、そういう意味では、非常に信頼度は上がるというか、情報の精度は上がってくると思う。

堀田副部長：そこは期待している。

長谷川主査：一方で、観測データ見方のところはどうか。生のデータがあればと。なかなか難しいか。

堀田副部長：ただ、その見方の部分については、基本的には気象庁にお願いすることになる。ある意味で、気象業務法に係るような部分にはどうしても入っていけないため、とにかく早く津波をつかまえて、気象庁の方に確実な情報を出してもらうということが、やはり根本だろうと思う。

青井委員：非常に興味深く聞かせていただいた。2枚目のスライドの下半分で紹介していただいたシステムについて教えていただきたい。このシステムというのは、上のところに「沖合の津波観測に関する情報」をトリガーにというふうに書かれているが、これは津波警報単体では、つまり、従来の地震を用いた津波警報だけの場合は、そういう避難のメールは出ないのか。

堀田副部長：できる。そういうふうに組めばいい。基本的には出す方向になると思う。

青井委員：やはりそれでも、津波警報だから逃げなさいということではなく、沖合で観測されていたから逃げなさいという方が、避難の割合が上がるだろうということか。

堀田副部長：そうだ。より切迫度というか、感じてもらえるのではないかと思っている。直に観測したというものがあれば。

長谷川主査：続いて、防災科学技術研究所の高橋副センター長から、「DONETを用いた即時津波予測システム」について発表いただく。

○資料 海観5- (3) に基づき、高橋副センター長より説明。主な意見は以下の通り。

長谷川主査：ただいまの発表について、質問、あるいは、御意見等はあるか。

田所委員：今実装されているものは、どのレベルまでか。県や市町村までなのか、あるいは、一般の方も見られるようになってきているのか。

高橋副センター長：これは予測情報を表現するため、気象業務法に抵触する。和歌山県は、このシステムを市町村の防災部局に出すということで、気象庁に申請して、予報業務の許可を取った。ただ、和歌山県は、今回発表したものの前のバージョンで許可を取っているため、新しく、少し高度化したものでまた許可申請を出すのだと思う。基本的には、市町村に予測情報を出すのであれば、このシステムは県にサーバを入れて県で予測するという形を取っているため、県が気象業務の許可を取って発信することになる。気象業務法の観点から言うと、住民には予測情報を出せない。つまり、ユーザー全員がこの中身を知らないといけないということになっているため、最初にお話したように、住民にはエリアメールとして観測事実だけを知らせる形になっている。三重県はまだ気象庁に許可申請を出していないため、県庁の中での利用という形になっている。

田所委員：基本的に県の職員の方がこれを見て、その先はまた情報が出ていくということ。

高橋副センター長：そうだ。

長谷川主査：先ほど、県の方が来て勉強してもらおうというお話だったが、県等は担当が一定の年限で代わると思う。そうすると、長期に考えたときに、担当が他の人になってしまうところについては、県の体制はどうなるのか。

高橋副センター長：県の方と話しているときには、やはり担当の方が代わることが前提のシステムという形になる。かなり細かいところまで伝えるために、例えば、和歌山県では、最初1名に海洋研究開発機構に出向してもらった。今、2人目を受け入れている。そういうことで、できるだけ県の中で周知をすると。三重県の方も、これから防災科研で受け入れるという予定になっており、技術について十分に分かってもらうようにしている。当然、県は、気象業務許可申請を出さなければいけないがそれなりにハードルが高い。その書類を作るためにも、中のいろいろな細かいところも含めて、ある程度理解していないと出せないと思う。そういう意味では、県の方に来てもらい、その方に気象業務許可申請書類を整理していただくと。これが分かれば、ある程度中身については十分理解したと考えていいのではないかなと思っている。そういう意味では、長谷川主査がおっしゃるように、人は入れ替わっていくため、継続的な取組が必要なのかもしれない。

長谷川主査：分かった。もう1点、これは実装している和歌山県の方に直接伺わないといけなことはないかもしれないけれども、本日はおられないので。県としては、この情報をどのように使うのか。先ほど高知県の方から説明があったが、和歌山県の場合は、どのように考えておられるかというのは分かるか。

高橋副センター長：当然、各県によって防災の事情というのは、やはりかなり異なる。そういう意味では、各県の防災対策に対する弱点をカバーできるように、こういうものを表現するのがいいのではと考えている。例えば、今は和歌山県の話だったが、このシステムは中部電力にも入れている。中部電力は、高さ23メートルの壁を浜岡原子力発電所の前に作った。その前には砂丘があるが、やはり安全を考えると、その浸水深を知りたい、予測してほしいということだった。今、このシステムの中には、2次元のため精度の問題はあるが、浸水深もある程度表現できるような仕組みを作っている。和歌山県は、どちらかというと、例えば、防災ヘリは2、3機しかなく、高速道路も全部つながっていないなど、移動するのにかなり時間がかかる。そういう意味では、和歌山県全土の中でどこが最も被害が大きく、どこに最初に救助の手を入れなければいけないのか。例えば、夜も含めたりすると、そういうことが即時的に分かるのは助かるというコメントを頂いている。

小平委員：高知県は、今高橋副センター長から説明されたシステムと、それから、高知県が先ほどのプレゼンで説明されたシステムの情報の中身で、おそらく最も違うことは、行政の人だけかもしれないが、即時的に浸水エリアを図として見るができるかできないかということだと思う。高知県として、ある意味、言葉は適切かどうか分からないが、浸水エリアまでリアルタイムで見ていこうというシステムまで踏み込まなかった何か重要な理由というのはあるのか。

高知県（危機管理部危機管理・防災課大崎課長補佐）：高知県としても、和歌山県の事例は十分勉強をさせてもらい、できれば同じようなことをやっていきたいという考え方は持っている。そういった中で、一方では、まだまだ住民の避難意識も低く、まずは避難意識を高めることを先にやろうと。今後、引き続き、リアルタイム被害予測という形で和歌山県と同じようなものができていけば、災害対応については、先ほどのお話もあったように、どのエリアの被害が最も大きいといったことが即時的に判断できるため、非常にいいシステムだと思っている。

小平委員：段階的に検討していくということか。

高知県（大崎課長補佐）：そうだ。

小平委員：分かった。

金田委員：それに若干補足ではないがコメントすると、高知県は、津南の避難タワーを作られていて、一旦避難したときに、どのくらいの浸水深があるのかや、いずれどのくらいのタイミングで水が引くのかという情報もおそらく最終的にはおそらく必要になる。そういうところにも、リアルタイムの情報とシミュレーションの情報がおそらく必要になるため、いずれ活用していただくというのは重要かと思っている。

長谷川主査：災害情報学会のジャーナルの避難に関するところを見ていたら、自分ではないどこかから避難警報みたいなものが出て避難した時と、自分が情報を総合して判断して自分から避難した時とで、避難して損したと思う思わないがかなり違ふと。つまり、自分で情報を総合して判断して、自分の気持ちで避難して、結果として避難しなくてもいいようなものだったとしても、がっかりしない。次のときも、また同じように自分で判断して避難する。というようなことが書いてあった。おそらくそれは当たっていると思う。非常に早く避難の割合が減る。一番いい例が、2006年くらいに対馬列島沖でマグニチュード8の地震があり、北海道のオホーツク海岸で避難警報が出て、かなりの割合の人が避難した。しかし、別に避難しなくてもいいぐらいの津波高だったと。それから3か月後の2007年1月くらいに、また、今度は海溝の外側、どっちだったか忘れてしまったが、同じようなところでマグニチュード8の地震が起きて、同じように避難警報が出たが、3か月後か2か月後で、避難する人の割合が激減したという事例がある。やはり何回も何回も避難して、避難してもしなくても同じだったというケース、特に夜中や冬といった状況で避難して、かえって風邪を引いてしまう、そういった事例が重なっていくと、だんだん避難する割合が減っていく。そういったことがあるので、やはり情報をできるだけ多くの人たちに見てもらえるようなものというのは、それが全てではないが、重要なことなのかなと思っていた。このシステムでは、一般の方々が見られるのはどこまでなのか。

高橋副センター長：気象庁は基本的には予測情報は見せてはいけないということだ。実は、このシステムは、先ほどお見せしたように内閣府の M9 クラスの 12 ケースで、例えば、DONET の観測点と予測地点全部の波形について計算した例を中に入れてある。それを、例えば、何かタイマーをセットしておいて、あたかもリアルタイムで来たかのように流すことはできる。そうすると、要するに、避難訓練みたいなことができる。もし避難訓練のように使うのであれば、もしかしたら、もう少し住民の方に見せることもできるのかもしれないが、その辺はよく分からない。何かそういうことを通して、住民の方に身近に感じてもらうようなことをしてもいいのかなと思う。それから、波形を見せることは、一般的には比較的難しいと思うが、慣れた人は案外分かる。例えば、いろいろな信号の波長や、もちろん見やすさというのはあるけれど、それは事前にこちらで設定して見てほしい形にすれば、比較的興味を持ってもらえる。実際に、実はこの波形をリアルタイムで見られるのはアカウント制にしているが、例えば、地域の福祉協議会といった案外いろいろな人から見たいという申請を出してもらっていたりする。そういう意味で、この予測システムそのものを見せるかどうかはともかく、こういう波形を見ることでも、より海域の観測点に対して身近に感じてもらえるようになるのではないのかなと感じる。長谷川主査が言われたように、このシステムを自分のものだと県の人たちが考えて、感じてくれないと、やはりなかなか続かない。そのため、こちらとしてはできるだけ全ての情報を県の人たちに渡して、何かあったらこちらでフォローはするけれども、自分たちでやってみてくれという形にしている。和歌山県の例では、もうほとんど彼らは、これは自分たちのものだという意識をかなり強く持っているため、そういう意識が県の中にあるうちは大丈夫かなと感じている。

長谷川主査：分かった。

金田委員：また補足だが、波形を見せることはすごく重要だが、1 点注意しなくてはいけないことは、沖合の津波の波形は小さいので、それをもって小さいと勘違いされると困る。そこはしっかり説明をしなくてはいけないということが 1 点。また、先ほど長谷川主査が言われた意識の問題で、去年か一昨年に、和歌山県の誤報問題があった。これについてアンケート調査をやった研究者がいて、ある市町は、訓練に置き換えて、むしろそれをいいきっかけにして訓練をしようという意識で基礎自治体はやり始めている。やはりそういう意識をどんどん広げることが、おそらく一番重要なのかなと。損した、お得かのようなところを、やはり訓練だと置き換えれば、自分たちのためになるということで、その意識の変化みたいなものをこれから更に進めることも大事かなと思った。

長谷川主査：ほかには、よろしいか。それでは、続いて、防災科学技術研究所の功刀室長から、「ケーブル式海底地震津波観測とセンサ」について発表いただく。

○資料 海観5- (4) に基づき、功刀室長より説明。主な意見は以下の通り。

前田委員：この結論にもある、地殻上下変動と津波計との分担についてももう少しお教えいただきたい。資料 9 ページ目にある開発のポイントでは、衝撃に耐えることや、振動を受けやすい機構によらず圧力を計測するということは、もちろん、これは将来の津波計に対してメリットになるけれども、同時に、海底での地殻変動の観測に対しても同じようなメリットがあるというふうにも聞こえた。また、加速度でやられている強震計と傾斜計に比べて、ターゲットとするレンジの違いは、必ずしも 5 桁も違うわけではないため、それほど分けることがどれだけ重要かというあたりをもう少しお教えいただきたい。

功刀室長：後半の質問からお答えすると、今の津波の水圧計測は、絶対圧を測る方式のため、津波高としては数メートル測ればいいだけだが、海底から、水深 1 万 m の地点であれば、1 万+10m を測るということになってしまっている。その 1 万 m 分を差し引くような機構があれば広いレンジはいらぬ。ひずみを測るタイプのセンサであれば、初期ひずみのところを中心に測ればよいため、広いレンジを測るための精度は要らない。たとえば、我々が使っているひずみ計は、初期ひずみを測っているわけではなく、変化分しか測っていない。そう考えると、数十 m を 1mm の精度で測ればいいとなるので、ぐっと楽になる。ただ、それを水圧 1 万 m 下で実現するようなメカ的な機構というものがどうなるかが重要。それは、今まであまり考えたことはなかったが、元々防災科学技術研究所が取り組んだレーザ津波計は、ひずみ計そのもので、変化分だけを

測っている。逆に、変化が多いと、レーザの波長を追随させるのが難しい。浅いところで試験をやると結構大変だったらしい。深海底に持っていけば、最大数 m の津波高であれば、とても高い精度で計測できる。120dB のダイナミックレンジであれば、静水圧の 1 万 m 分を乗せても乗せなくても、どのような計測法でもほぼ問題ない。A/D 変換で達成できるダイナミックレンジは 130dB ぐらいだが、ここから上を目指すとなると、絶対圧を高い分解能で測るのか、それとも、差し引いて測るのかということの多少の工夫が必要となるが、特に問題ではない。前半部分は、地殻変動にどうかということだが、もちろん、地震が起きたときに飛びが出てしまうといけないため、それがないように衝撃に耐えるようなセンサは非常に重要だと思う。例えば、地殻変動を測るには、1 年でドリフトが 1cm 以内であったりする必要があると思うが、この性能は恐らく津波観測では必要とされない。例えば、津波では、1 日、1 か月くらいで安定度があればよく、地震時におかしなことが起きないという方が重要になってくる。津波計測のためのセンサを作ってみて、衝撃に耐えるというような津波計測に必要な性能とともに、ドリフトの低いものが達成できるのであれば、すごくいいと思う。ただ、たとえ飛んだとしても、ROV で水圧計を持って行って更正するといった技術もあるため、地殻変動用途では飛んでいいとは言わないが、地殻変動では地震時の飛びというよりは、年単位で何 mm のドリフトがあるかないかという、そちらの性能がやはり重要になってくるのではという気はする。

高知県 (大崎課長補佐) : この話題ではなくて、その前の話題についてだが、私の今の発言で、高知県が即時津波予測システムも取り入れるようにお聞きになられたかもしれないが、まだまだこれから検討の段階であり、その良さは分かっているけれども、取り入れるかどうかは、これから検討したいという分野のため、申し訳ないが訂正させていただく。

長谷川主査 : ほかにあるか。

篠原委員 : 海底の上下変動観測は、地殻変動と津波を分けた方がいいことは私も賛成だが、地殻変動を測るために、ドリフトを小さくしなければいけない。それは何かアイデアはあるのか。

功刀室長 : あるメーカーの製品は、水晶振動子で変位を測っており、水晶の安定度を持っていると言われていて、非常に高い信頼を得ていると思う。けれど、実際は、金属の管の変形を水晶で測っているため、水晶がいかに安定しようとも、金属の管のクリープを測ることになるのではないかと。もちろん、ここはものすごい倍率を拡大しているため、水晶の理論的な安定度の方が影響するということはあるかもしれないけれど、水晶の安定度を極限にまで高めたとしても、金属の管になっている部分は、恐らく置いておいても巻き戻る。カウンターウエイトといったものを付けてはいるが、そうっとしておいても金属のクリープで変形してしまう可能性は、個人的にあると思っている。やはり、オール水晶のようなものの方がかえって安定するような気もする。海洋研究開発機構が DONET を整備するときに、恐らく温度を一定にした水槽の中に複数のセンサを入れておいてドリフトを見たのだと思うが、相模湾ケーブルで採用されたものがドリフトが大きいという評価だったと思う。しかし、周囲の温度は一定だが、圧力と温度を計測する水晶の位置が離れているということが温度に起因するドリフトの原因だとすると、2つの水晶を近いところに置いて、温度と圧力を水晶で別々に測って、デジタルで補正することで、先ほどの水晶振動子で金属の管の変位を測る製品と同じような補正ができるようになれば、もしかすると、こちらの方は金属が介在していない分だけ、全て水晶の安定度で計測できるという可能性はある。ただ、それは作ってみないことには分からない。

篠原委員 : 今の御意見だと、水晶はやはり使えると。水晶発振子そのものの精度を高めることが重要であって、いろいろな機構を工夫するところはあるとしても、水晶発振子が、例えば、今性能のいいものでは、温度補償水晶で 8 乗、9 乗くらいか。

功刀室長 : 9 乗だと思う。

篠原委員 : そういうものをもう少し高めて、地殻変動でも使えるようにするべきだと思う。

功刀室長 : そうだ。やはり地殻変動というと、例えば、マイナス 9 乗、マイナス 8 乗を要求されると思うが、そうなってくると、A/D 変換のダイナミックレンジは 130dB 等で、そこにアンプを入れても達成は難しいという話になる。今はシリコンの振動子もあるようだが、振動子の計測では温度に対する安定性は水晶が抜群のため、水晶発振子が選択となる。もしかするとシリコンでもいいのかもしれない。作りやすさから言うと、

当然、MEMS 技術も使えるシリコンということになるが、そういったものは、どちらも割と日本が得意としている分野である。ただし、製品として数が出るとは思えないため、そういう水晶を作ってもらって、別のところが組み込んで試験を行う、こういったことで何とかするのはないか。加速度計に関しては、JA5 はとても性能が良い。これも水晶を使っているが、とてもいいものである。地震時に津波を測ることは重要なので、コアなセンサというか、次のセンサの心臓部として津波計を開発する。もちろん、相模湾ケーブルで採用されたセンサを入れるという選択は S-net にもあったが、もう製造ラインが閉じられていた。それを復活することも検討したが、やはりセンサ選定まで 3 か月というような工程が当時は切られていたため、それはできず、DONET で採用されたセンサを選択した。今回、もしフィージビリティスタディーに 1 年少しぐらいといった時間がもらえるのであれば、こういうことにチャレンジするのは非常にいいのではないかと思う。

篠原委員：分かった。

青井委員：話題 1 のところで、ポータブルで、100G 5ms 設定ということは、現実問題としてインライン方式での設置ができるのか。また、この 3 つのセンサと、ジオフォンの周期別で、どのセンサで、どこが守備されるのか、守備範囲があれば、御説明いただきたい。

功刀室長：この 100G 5ms というものは、100G で 10ms がだめだから 5ms というわけではなく、恐らく試験の規格で決まっている値であると思う。50G 5ms という規格もあったと思う。実際に振動試験にかけてみて、もつかどうかということを見る場合、50G で 10ms、もてばいいということになると思う。これはおそらく達成可能。また、守備範囲と言うと、脈動のノイズが断然大きいため、S-net ではジオフォンで脈動よりも短周期側をカバーしようということで、長周期側についてはあきらめた。JA40GA を使っても、脈動より長周期側はカバーできないため、Trillium Compact クラスを使えば、おそらく脈動より長周期側が測れることになると思う。センサの能力としては、もう F-net の観測の大半の役割測は Trillium Compact で済むが、非常に静かなところの長周期での観測は無理。ただ、F-net といえども、Trillium Compact ですべて済んでしまうというようなレベルのところもいくつかある。そういう意味で、脈動よりも長い帯域、ちょうど微動や、そういったシグナルが出てくる領域だが、ここを測るということを担当することができると思う。

青井委員：では、20~30 秒より長いところということか。

功刀室長：大体そうだ。10 秒程度に脈動があり、10 秒よりも長いところ。

長谷川主査：よろしいか。それでは、次に、前回に引き続いて、次期ケーブル式システムの基本的考え方、これについて議論したいと思う。これについては、これまで議論してきて、前回の委員会で議論していただいた後、更にメールで御意見を伺うというプロセスを踏んできたが、それについて、事務局から説明をお願いしたい。

○資料 海観 5- (5) に基づき、根津補佐より説明。主な意見は以下の通り。

長谷川主査：今御提案いただいたまとめだが、できたら、ここで決めたい。その後、具体的なシステムの提案へと進みたいということだが、この案について御意見はあるか。

青井委員：事務局へメールでコメントした後に防災科学技術研究所内で出てきた意見で、遅れて申し訳ないが、今出ている表の水圧計と地殻変動のところについて、ただ単に表現のことだけだが、他のところとずれていて、守備範囲が明確ではない。これがどこを守備しているのか。おそらく、この真ん中の地震時の「地殻変動とスロースリップ」は、水圧計でも地殻変動でも両方測れるという、そういう意味合いか。

根津補佐：そうだ。水圧計は、先ほども申し上げたとおり、地殻変動も測れるというふうなお話があったため、線を分けて両方書いてしまうという話もあったが、こういう形でずらして両方測れることを表現している。

青井委員：明確な方がいいのではないかという意見だが、コメントだけしておく。また、観測すべき現象にある「スロースリップイベント」は、そうすると短期的スロースリップということで、長期的スロースリップは含まないということか。

根津補佐：そうだ。この「スロースリップイベント」は、「長期的、定常的な地殻変動」を除くスロースリップイベントという整理になっている。

青井委員：そのように明示しておいた方がいいと思う。

長谷川主査：非常に厳密に言うと、スロースリップイベントを短期的と長期的と分けるとすると、下の「長期的、定常的な地殻変動」と、長期的スロースリップイベントと両方になると思う。どんどん専門的になってくるような感じがするが、どうか。取れるとしたら、長期的なスロースリップイベントは、傾斜計やひずみ計、あるいは、水圧計では今のところ取れないため、そうすると、GPS/音響測距が書いてあるのか。GPS/音響測距は、長期的、定常的な地殻変動と長期的スロースリップイベント。そうするか。上は、短期的スロースリップイベントにして。

堀委員：そこまで細かく書くとすると。

長谷川主査：ほかのところも細かくなっていく。

堀委員：そうだ。短期的な「スロースリップイベント」の横の成果のところにも書かれている、「余効すべり」というものもある。それも書くのか、といったことに。

長谷川主査：だんだん細かくなっていく。

前田委員：長期的スロースリップも、近くだったら傾斜計でも取れるので、傾斜計では取れないから下に入れるというの、ますます専門的になるが、必ずしも正しくはない。スロースリップは、スロースリップぐらいにしておいた方がいいのではないかなと思う。

長谷川主査：このくらいの方がいいということか。厳密に言うと、どんどん、これもあれもということになると思うけれど。

篠原委員：逆の方向で言うと、「スロースリップイベント」と「長期的、定常的な地殻変動」の間の横線を取ってしまえばいいのではないかな。むしろ地殻変動は、短い現象から長い現象まで連続的にあるようなイメージにするために。水圧計がオーバーラップしているのと同じイメージで。

長谷川主査：取れば、どれかはあまり限定的ではないため、正確だという意味では正しいかもしれないけれど。普通の人が見て分かりやすければ、そういう案もあるかもしれない。そうするか。つまり、このままで左側の線だけを外す。「地震時の地殻変動」、「スロースリップイベント」、「長期的、定常的な地殻変動」。位置はそのままの方がいいような感じはする。詰めないで、線だけ取る。しかし、それは、普通の人が見たとき、異様に思うか。専門家から見てどうかという議論を今はしているが、普通の人から見て異様に思うかということは、これは事務局に聞いた方がいいか。

谷課長：正確に理解しようと思うと、今ほどあった議事録を読まないで、なぜこういうふうになっているのだろうかと思うことはあるとは思いますが。なぜ線がないのだろうか。大まかな理解、もともと基本的な考え方ということであるし、この表のその線がなくなったら、例えば、システムが変わるのかとかいうことを考えると、そこへの影響はない。ある種の事柄の整理だというふうな理解のため、ある程度の整理ができれば、これの目的は達成できるのかなと思う。そういうことを踏まえて、どこまでこの考え方がということについては、御議論かと思う。

長谷川主査：つまり、普通の人から見たら、やはり線はあった方がいいと。そんな厳密なものではないと。専門家は、基本的にどんどん厳密になる。それは、論文を書くときに間違えると指摘されるため、そういう癖がある。これがこの基本的考え方の決定的に重要な部分ではないため、そうすると、勘弁してもらおうと。この案で線は残すということでもよろしいか。

前田委員：津波・水圧計の横の成果のところだが、2つ目と3つ目が、「津波即時予測の高度化」と「津波予測の高度化」で、非常に似通ったものが2つ続いているけれど、特に「津波予測の高度化」がここに入っているのは、どういった理由によるものか。

根津補佐：津波即時予測というのは、地震が起きた後、即時に予測することは、もちろんDONETなりができたことで高度化できるけれども、DONETから得られた水圧計を使って、更にその後、もしくは前なのかもしれないが、地震が起きる前の津波予測のいろいろな研究にも使えるという趣旨で、両方書いた。

前田委員：それは、例えば、こういった海域の観測網ができたことによって、研究ベースで地震発生の理解が深まって、こういう地震が起きたらこういう津波が来るという、そういうことを言われているのではと想像したが。だとすると、むしろここに、他の欄に3か所ある、「上記に基づく地震発生予測の高度化」ということが、「地震発生予測並びにそれに伴う津波予測の高度化」になるのではないかなと思うけれども。水圧計から期待される成果というよりも、もう少し相補的なものではないか。即時予測については、水圧計から直接的な話で、それに伴う即時予測手法の高度化ももちろん含まれると思うが、地震発生予測と津波予測をセンサーで切り分けているという、この書

き方に少し違和感があった。

根津補佐：これも先ほどの議論と似てしまうのかもしれないが、センサーを入れて整理するというアイデアを採用したため、確かにおっしゃるとおり、津波予測の高度化を果たして水圧計に入れるべきなのか。例えば、地震計のところにも入れた方がいいのではないかと、いろいろ議論はあったけれども、ある意味、一番親和性が高いところではと思い、ここに入れてはみた。それは適切ではないということか。

長谷川主査：どうすればいいという案はあるか。

前田委員：私が今申し上げたのは、例えば、観測すべき現象の「地震活動」、「長期的、定常的な地殻変動」と、もう一つ、「地震時の地殻変動」に「地震発生予測の高度化」とあるところを、「地震発生予測並びに津波予測」にしてしまえばよいのではないかとということだ。

長谷川主査：ほかの項目は、「上記に基づく地震発生予測の高度化」と全部入っているのに、ここは「津波予測の高度化」とであると。

前田委員：「津波予測の高度化」は、ここで言いたいニュアンスとしては、どちらかというところ、地震発生予測に伴う津波が付いてくるというものであるというふうに認識しているため、水圧計の伴う直接的な研究成果として期待するとここに書くのは違うのではないかとということ。

根津補佐：あえて申し上げれば、一番左に津波と書いているため、津波関係はここに整理したということもあるけれども、おっしゃるとおり、地震と津波は密接不可分なため、なかなか難しいところはある。

前田委員：測器で分けてしまったため、こうなってしまったという事情はよく分かるけれども。もう一つ、ただ純粋な字面の問題として、即時予測と予測というふうに並んで書いてあって、疑問に思ったということをもう一つ申し上げたかった。

長谷川主査：例えば、代替案は。

前田委員：今も申し上げたが、あちこちに津波予測と混ぜ込んでしまえばいいのではないかと。

長谷川主査：「上記に基づく地震発生予測、津波予測の高度化」と全部に入れるということか。全部に同じものが出てくる。あんまり表としてはどうか。

前田委員：それを言い出すと、全部に今、「地震発生予測の高度化」と入っているが。

長谷川主査：今、津波のところだけ同じ言葉がない。

前田委員：津波のところに「地震発生予測の高度化」を入れるという主張はしない。必ずしもそれは、ここのセンサーの分類から言うと、適切ではない。

長谷川主査：そうすると、どういうことになるか。「津波予測の高度化」を他のところに入れたらという、そういう意味か。

前田委員：そういう意味で申し上げている。

根津補佐：ご指摘の趣旨は、まず、「上記に基づく地震発生予測の高度化」のところを、「地震・津波発生予測の高度化」に修正して、「津波予測の高度化」は、これは水圧計のところからは削除した方がよろしいか。

前田委員：私が第一義に申し上げたのは、「津波予測の高度化」が水圧計のセンサーのところにあるのは、必ずしも適切ではないということ。それに伴い、ではそれをどうするのかという代替案として、地震発生予測のところにくっつけたらどうかということ。どこかしらに「津波予測の高度化」が入るということに異議を申しているわけではない。分類上、もうこうせざるを得ないということであれば、別にそれはそれで。

長谷川主査：今言っているのは、1番目のところと3番目と4番目に、津波をポツで入れて「上記に基づく地震発生・津波予測の高度化」とすると、そう言っているわけか。

前田委員：どこか1つだけに「地震発生・津波」にして、ほかはそのままとするのは、恐らくおかしいだろうと。

長谷川主査：そのため、1番目、3番目、4番目に全部入れるということか。すると2番目はどうなるか。

前田委員：2番目は、そうしたら、もう要らないだろうと。

長谷川主査：「津波予測の高度化」を取る。

前田委員：そうだ。

長谷川主査：という案ということだが。一番左側は、センサーではなく現象であり、基本的には左側を基準として普通は読むと思う。

前田委員：必ずしもそう見えなかったということだ。

長谷川主査：普通はそう読む。そのため、津波予測の高度化が2番目のところに入っていないということは、少し異様ではないか。

前田委員：一番左を見て言うのであれば、そのとおりだと思う。

長谷川主査：「津波即時予測の高度化」の次に「津波予測の高度化」で、その使い分けしている意味がすぐ分からないかもしれないが、一応地震本部では、この言葉でこれまで使い分けてきていた。そういう意味では、先ほどのではないが、あまり厳密にならずに、普通の人が見て分かるような表現を取った方が、この報告書にはいいと思うけれど。

前田委員：最初に御質問した意図がまさにそれで、津波予測と津波即時予測というふうに分けて2つ連続で書いてあるのがよく分からない。

長谷川主査：実は、地震本部のこれまでの文書は、一応分けてきている。しかしそれは置いておいて、この表の津波予測の意味を補足するような、何か修飾はあるか。先ほども言ったように、できたら本日決めたいため、今ここで案を出してもらえるとありがたい。

前田委員：今おっしゃったのは、2番目のところに津波予測を残すとして、これがもう少し分かりやすくなるようなアイデアはないかということか。

長谷川主査：そうだ。修飾を入れて、ここで言っている意味が分かるように。

堀委員：他はもう今のまま、ここだけ「上記に基づく地震発生・津波予測の高度化」にしたらどうか。水圧計だけという話ではないとすると、津波の発生に関わる部分で、どんな震源過程だったかということにも津波の情報は使っている。「上記に基づく地震発生予測」がかなり広い意味だとすると、それを併せて、「津波予測の高度化」というのをここに入れる。

長谷川主査：ただ、ここで「上記に基づく」という「上記」は、津波の早期検知と津波即時予測の高度化の部分の指してしまう。

堀委員：それを指すことになってしまっただけは少し違う。

前田委員：「上記に基づく」を削除したらいかがか。「地震発生・津波予測の高度化」というのをこの欄に入れれば、津波のセクションに津波があるということと、これはそういった研究ベースで地震発生に伴うものだということが両方分かるようになると思うが、いかがか。

長谷川主査：「津波予測・地震発生予測の高度化」であれば、普通の人から見て変ではないか。ここでは、津波予測を先にしたい。「津波予測・地震発生予測の高度化」がよいか。普通の人々の感覚を事務局に聞いている。

根津補佐：水圧計の部分に地震発生予測という言葉が入るのは問題ないか。水圧計も地震発生予測に生かせるということであれば。

長谷川主査：厳密に言えば、短期的スロースリップイベントには水圧計は重要な役割を果たすわけだから、それは大丈夫だと思う。線の位置が違うと言われると困るけれど、しかし、そういう厳密なことは言わない。

堀委員：地殻変動に関しては、おそらくこの線よりも下の話になると思う。そのため、今、質問された意味は、この水圧計で、かつ津波と言ったときに、地震発生予測の高度化に関係するかということか。津波そのものがどういうふうにかかったかということが、地震がどういうふうにかかったかという震源過程にとっても関係していることのため、そういうことの意味をしっかりと進めて、それが発生予測の高度化につながる。かなり広い意味でどれも使っているんだと理解するならば、含まれるということでもいいと思う。

長谷川主査：基本的には、研究では総合的に使っている。そういう意味では、それだけではなかなか厳しいけど、それぞれに役割は十分役割を果たしているという意味。それだったらいいか。

根津補佐：それであれば大丈夫だと思う。

長谷川主査：ほかには。表を作り出すと、すぐ議論になる。

小平委員：少し言いづらいが。水圧計と地殻変動観測機器の間の線が必要か。本文の方で、長期的ドリフトの更正をすると書かれていることは、水圧計による長期的、定常的な地殻変動観測を目指していることだと思う。その線がなくてもいいように、本文と表との整合性を見ると思うけれど。

長谷川主査：2番目の項目の水圧計と地殻変動観測機器の間の線を取る。

青井委員：そこは、水圧計の下の線を横と合わせて、それで、下にもう一回水圧計と書けばいいのではないか。

田所委員：この表は、2 ポツのところにあるが、「別表に整理するようなセンサーを用いて」と書いてあるため、センサーを軸にするとまとめやすいのではないかと。私が事務局に送った提案は、センサーが最初に書いてあり、その次に現象が書いてあった。そうすると、センサーのところには水圧計が2 回出てきて、対応する観測すべき現象として津波、それから、下の方の水圧計がスロースリップと分けてあったため、センサーを軸にして書くと書きやすい。すると、水圧計でスロースリップを観測したらこういう効果がある、水圧計で津波を観測したらこういう効果があるというふうに、うまく横並びになるのではないかと。根津補佐：その書く順番はかなり議論したが、項目としてはやはり「観測すべき現象」のため、システムを作る基本的な考え方としては、センサーありきというより、やはり現象ありきなのではないかという議論があった。一番左は観測すべき現象に整理するという事になったため、センサーを一番左にしてしまうと、このセンサーありきのシステムを作るという文章になってしまい、最初の考え方と変わってしまうのではという議論があり、この順番にした。

田所委員：その点は分かった。

根津補佐：すると水圧計を2 回書くという。

田所委員：2 回書くことが一番すっきりするのではないかと思う。津波の観測のために水圧計を使う場合と、そのほか地殻変動のために水圧計を使う場合というふうな形で、2 回書くのがいいかと思う。

長谷川主査：線を取らないで、線を上を持ってきて、そこに水圧計をまた書く。

田所委員：現象を中心とするならば。

長谷川主査：とにかく研究者はこだわるが、普通の人にとっては、事務局はそれでいいか。

根津補佐：水圧計が2 回出てくるが、もしそれでよければ、線をそろえて水圧計を2 回書くという形にする。

長谷川主査：それであればいいような気がする。

根津補佐：では、そうしたいと思う。

加藤委員：4 ポツの中の3 つ目のポツ、「一定の精度」という表現がある。確認だが、この4 ポツの中の1 つ目のポツに、ユーザーに必要な観測の精度が担保されることが必要と書いてあるため、「一定の」という意味は、当然、その担保されている精度よりも上だという理解か。

根津補佐：そうだ。

加藤委員：「一定」と言葉を足しているため、少し下回ってもいいんだというニュアンスも出てこないかなという懸念があって、確認させていただいた。

根津補佐：1 つ目のポツに書いている観測の精度ということ「一定の」というふうに表現している。

加藤委員：逆に、「一定の」と書かない方がすっきりするかもしれない。

青井委員：「精度を保持した」も含めて、全部当然のことで。

根津補佐：もしそのようなことであれば、「一定の精度を保持した」も当たり前のことのため、消してしまうという御判断もあると思う。

長谷川主査：それでいいか。

根津補佐：では、ここは削除する。

長谷川主査：ほかによろしいか。それでは、この基本的考え方については、今頂いた御意見を入れて、それを最終的な基本的考え方の文章にする。それでは、それを踏まえて、次回以降のワーキンググループの進め方について、事務局から説明をお願いしたい。

根津補佐：まず、基本的な考え方にいろいろ御意見いただき、お礼申し上げます。先ほどお伝えしたとおり、今回はこの基本的な考え方に沿った次期システムの構想について、改めて御提案いただける委員から御提案をいただきたいと思っている。詳細は別途事務局からメールで御連絡することにしたと思うが、その際、余り厳密なものということではないが、ある程度裏付けのあるコストの情報も併せて御提示いただくというようなことをお願いしたいと思っている。そのコストの上限みたいなお話も出るかもしれないが、明示的にここまでということは今申し上げるような状態にもないため、それはなかなか事務局からも難しいと思っている。ただ、一方で、余りに膨れ上がり過ぎるとなかなか実現性も低くなってしまいうため、そこはまた改めて個別に御相談させていただきたいと思っている。そういったところも含めて、メールでまた御連絡する。

— 了 —