

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会 第1回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28年11月25日(金) 10時00分～12時00分

2. 場所 文部科学省 17F1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1-(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1-(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
- 資料 海観1-(3) DONETの実績を踏まえた次期ケーブル式海底地震・津波観測システムについて(小平委員提供資料)
- 資料 海観1-(4) 大学が整備したケーブル式海底地震・津波観測システムと次期システム(篠原委員提供資料)
- 資料 海観1-(5) DONETデータ利活用の実績と次期海底ケーブル観測に期待すること(堀委員提供資料)
- 参考 海観1-(1) 地震調査研究における今後の海域観測の方針について
- 参考 海観1-(2) 海域観測に関する検討ワーキンググループの設置について
- 参考 海観1-(3) 総合科学技術・イノベーション会議第118回評価専門調査会資料(抜粋)
- 参考 海観1-(4) 大規模ケーブル式海底地震・津波観測網の比較

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 |
| | 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

- 資料 海観1-(2)、参考 海観1-(1)、参考 海観1-(2)、参考 海観1-(3)、参考 海観1-(4)に基づき、本ワーキンググループ設置の背景や審議事項について事務局より説明。

長谷川主査：私の記憶で申し上げて申し訳ないが、実は地震本部ができたときに、基盤的観測網について調査観測計画部会で検討したが、そのときの報告書にケーブル式の海底地震・津波観測システムを準基盤システムとして位置付けた。その設置を是非とも実現すべきだという報告書にしたくて、かなりそうだったが、部分的には進んだものの予算等種々の事情でその実現は大分遅れた。結果として東日本大震災で多くの津波犠牲者を出し、その後にやっと S-net が展開できた。私は、それが東日本大震災の前に出来ていたら津波の犠牲者数もはるかに少なかったはずというふうにならずにずっと思っていた。実は、予算的には東日本大震災よりかなり前の時点で実現性が非常に高くなったときがあった。そのときの地震・防災研究課長が頑張ってくれて、もうちょっとのところまで行ったのだが、結果としてだめだったという経緯もあった。そういう中で、この海域観測の検討ワーキンググループができて、いよいよ今度は東日本大震災の場合とは違って地震の前に展開できる可能性が出てきたということで、私としては感無量である。この海域ワーキンググループの果たすべきミッションというのは重いものがあると思うので、なにとぞよろしくお願ひしたい。検討すべきことは、今、根津課長補佐から言われたように簡単明瞭で、次期ケーブル式の地震・津波観測システムを、南海トラフの西側という場所も決まっています、そこにどう展開するかということである。目的ははっきりしていて、次の南海トラフの地震に備えて緊急地震速報の精度を格段に上げる、津波警報システムを次世代型の格段に精度を上げたシステムにする、それから南海トラフで大きな地震が起こる前に、震源域で何が起きているのか、あるいは地震が起きた後、何が起きたのか、その後何が起きていくのか、それを実時間でリアルタイムで適切に把握できるような、そういうシステムをオールジャパンで作るとしたら、次期ケーブル式の地震・津波システムはどういうものであるべきであるか。それに要求されることは実現しないとイケない。また東日本大震災と同じように地震の後になってはイケないので、実現できるような低コストであるというのが 1 つだと思うけれども、同時に地震が来たときには動かなかったというようなシステムであってはならないわけで、安定性が極めて優れたものでなければイケない。そういう意味では要求されるスペックは、そう簡単なものではないけれども、是非とも皆様のお知恵を頂いて、何とかいい報告書ができるように、よろしくお願ひしたいと思う。それでは、本日はお三方から発表を頂くことになっている。

○資料 海観 1-(3) に基づき、小平委員より説明。主な意見は以下の通り。

長谷川主査：それでは、ただいまの発表に質問あるいはご意見はあるか。

加藤委員：海底ケーブルについて理解を深めるために質問だが、先ほどの小平委員の DONET 開発コンセプトの中で、20 年間の定常連続観測ができるということが最初にあり、一方、事務局の資料の中で 30 年の寿命であるというまとめのペーパーがあったが、実際海底ケーブルというのは、どのくらいの寿命で、どのくらいの期間安定観測ができるのか。

小平委員：海洋研究開発機構の川口地震津波海域観測研究開発センター長代理に答えていただいた方がいいかもしれないが、DONET の開発コンセプトの時は、これを掲げていたというのは 1 つ事実である。新しいもので 30 年ということであれば、それに対応したシステム開発ということになると思う。今の質問にオブザーバから答えてもらってもよろしいか。

海洋研究開発機構（川口研究開発センター長代理）：JAMSTEC のケーブルの技術開発を担当している。先ほど御質問があったスライド 3 ページだが、ここに書いているのはあくまでも開発するときのコンセプトであり、海底で 20 年以上は動くようなシステムデザインをどういうふうに検討していくかというのが記載されている。実際に海の中でどのくらいの寿命があるかというのは、デザインによっていろいろ違う。基本の技術として通信用の海底ケーブルを使っているが、基本的には、通信用の海底ケーブルは大体 25 年くらいのライフタイムである。それは 25 年たったら壊れるというものではなくて、25 年間安心して運用ができるというライフタイムになるので、それを超えて急

に壊れてしまうかということ、そういうわけではない。あとは通信用の海底ケーブルシステムに加えて、さらに観測のケーブルなので、それに特殊にデザインされたもの、それから観測装置、そういうようなものが付随している。そういうようなものは、それぞれ別の寿命がある。特別にデザインしたものは、デザインをしたときに設定するデザインライフタイムがあり、市販のものを買ってくると、通常のコマーシャルベースの寿命になってしまう。そういうものは、基本的には通信用の海底ケーブル技術と比較すると、かなり信頼性は落ちると考える必要があると思う。どれくらい落ちるかというのは、どのようなシステムを構成するか、どのような部品を使うかによって決まってくるわけだが、基本的には DONET の中では交換できる、つまり壊れることは想定されるということで、壊れたときには直せるというようなシステムデザインということで進めてきている。

長谷川主査： ついでに聞きたいが、寿命を長くするということは、コストを上げるということに相当すると思う。そういう意味で言うと、寿命を短くしてコストを下げて、壊れたら交換するという考え方も、もう 1 つあると思う。その辺で、今の DONET のシステムでは、ケーブルシステムに加えて機器もあるが、そういう全体を考えたときにコストはどのようなふうに見えるのか。

海洋研究開発機構（川口研究開発センター長代理）：例えば観測機器類は、基本的には市販されているものを使うというのが大前提になってくると思う。具体的には陸上で地震の観測に使われている機材、そういうようなものを海の中に持ち込むというのがコンセプトになると思うが、そういうようなものは、基本的には高信頼というようなことを考えてデザインされていない。そのため陸で使われている地震計、例えば 5 年とか、7 年というようなライフサイクルで、新しいものが出てきたり、調子が悪くなって交換したり、途中で修理が入ったりというようなことが続くと思うけれども、そういうようなものを安全に海の中に持ち込むということを考えるので、そここのところ高信頼のものを必要とするような開発というようなものを加えると、非常に大規模な、非常にコストの掛かる開発が待っている。若しくは物理的に無理だというようなことになる。例えば一般的に陸上で使っている通信の機器等は部品点数が非常に多いので、それを全て高信頼の部品で作ろうとすると、ほとんど全てが新規に開発をして作っていく形になる。そうすると、1 つの値段が何百倍にもなってしまうので、やはり陸上で存在しているもので使えるものは使っていく、それを修理していくというのがデザインとしてはよいのではないかと思っている。逆に、全てを高信頼に作ることはほとんど不可能というふうに思われる。

長谷川主査： その辺のトレードオフの中で、この当時は、現実が一番適切なあたりがこの 20 年になったということか。

海洋研究開発機構（川口研究開発センター長代理）：最低限 20 年は動かさなければいけないというのを前提で作っている。そのときに 30 年なのか、40 年なのかというのは、余り我々としては違いがなくて、20 年はかなり長いので、20 年耐えられるものが 21 年で壊れるかということ、絶対そういうことはあり得ない。海底ケーブルのシステムは計算上の信頼性としては 1 つの機器は 1 万年に 1 回くらいしか壊れないわけだが、太平洋を横断するような大規模なシステムになっていると、計算して 30 年くらいの平均故障間隔になっているというような形と理解している。そのため、規模として、そういうようなものが目指すところであろうというふうに考えて、当時はこのような形で記載をさせていただいた。

長谷川主査： 分かった。どうもありがとう。コストのことを聞くのは、結構必要な要素の 1 つのような気がするが、先程の小平委員の提案にあったシステムは、DONET1 と 2 を足したもののくらいのコストということで、192 億くらいになるわけだが、それは例えばノード型のところのセンサーまで入ったの話か。

小平委員： 発表したスライドの 26 枚目にあるが、正直ベースに言うと、DONET1・2 プラス 20% でセンサー等もフルに入っている。もっと言うてしまうと、例えば DONET のネッ

トワークの西側の整備ができた場合は、室戸のケーブルシステムの回収もせよというのが閣議決定されているので、その経費も含めた本当の意味のフルコストがここに入っている。

長谷川主査：ということは、センサーは広帯域の地震計と傾斜計が入って、10メートル掘って設置してと。で、DONET1・2足してさらに20%増だと幾らになるか。

小平委員：240億円くらい。本当に敷設船もJAMSTECの船舶も、先ほど言った室戸のケーブルシステムの回収も、ある意味試験等も含んだ総額という感じである。

長谷川主査：240億円くらい。こういう委員会で値段の議論をするというのは珍しいけれども、それだけ実現性が高いという認識の下に、谷課長に頑張ってもらわないといけない。そういう前提で、値段のことも議論では無理して外さないという前提で話していこうと思う。

小平委員：値段は、ある意味我々の中のエスティメーションなので、本当に作る時にどうかというのは、また違う話になるかと思うし、このフルスペックから、どう値段と欲しいものの折り合いをつけていくかということも出てくるかと思う。言い方としては自分たちのこれまでの経験に基づいた本当のフルバージョンの値段がこれになるかと思う。

金田委員：DONETに関わっていて余り質問するのも何だが、今回の提案の中で、土佐沖を含めて比較的浅いところの埋設がある。あれは従来どおりの埋設のやり方でいいのか。つまりいろいろな漁業活動が盛んな地域なので、とりあえず商用ケーブルで埋めるような、埋設するような形で大丈夫なのかというのがちょっと気になるが。

小平委員：そこはおそらく要検討で、例えばどのような漁業活動をやっているかということをや味調べるとか、底引きを非常に深部までアクティブにやっているというのであれば、ただ単に埋めても多分だめかもしれないので、その辺の漁業活動の詳細を調べてやると。より深部の底引き等が活発でなければ、商用ケーブル的埋設でもいいかもしれないと思っているけれども、そこはこれからその状況を収集して検討することかと思う。

金田委員：あと1点だけよろしいか。またちょっと視点を変えると、先ほど川口研究開発センター長代理から説明いただいたような全体のシステムのライフタイムみたいなところはあったが、一番大きな障害は基幹ケーブルの障害が起こるかどうかだと思う。基本的に、そこら辺の安全性というか、信頼性の確保というのがこのシステムを構築する上で一番大きいと考えているが、その辺のところは小平委員と川口研究開発センター長代理のどちらに聞いた方がいいのか。

小平委員：川口研究開発センター長代理からコメントしていただきたいけれども、発想はDONETと同じで、例えば基幹ケーブルに物理的障害があっても、システム自体は維持できるという発想にはなると思うが、金田委員が言われているのは、より強固なシステムを作れということか。

金田委員：より強固という意味ではなくて、やはり基幹ケーブルの信頼性を確保するというのは重要で、全体として、いろいろなものを付けて逆に信頼性を低下させることになるとか、埋設のことも含めて考えていかななくてはいけないのかなと思っている。

小平委員：実績のあるケーブルを使うという思想だと思うけれども、川口研究開発センター長代理からもしコメントがあれば。

海洋研究開発機構（川口研究開発センター長代理）：今回御提案したものは、基本的には通信用の海底ケーブルのバックボーンと言われているものと、観測装置やコンセントの部分に分けることができるようなデザインで、DONETと同等に維持しようとしている

ので、基本的にはバックボーンの中には何も入っていない、通信用のシステムとして見ることができるというような形のシステムデザインを踏襲している。

金田委員：分かった。

青井委員：あちらこちらで分岐しているが、分岐というのはどうやって行われるのか。

小平委員：多分ノードの分岐は DONET と同じで、青井委員が聞かれているのはバックボーンケーブルの分岐のことかと思う。

青井委員：そうである。バックボーンケーブルのところで分岐をしている。何も入っていないと言っても、分岐をしているから入っていないかと思っただけ。

海洋研究開発機構（川口研究開発センター長代理）：分岐をするときは、ブランチングユニットという通信用のシステムをまず 1 回かませて、その先を分岐する。そこは付けたり切ったり、回線としてできるようになっていて、仮にその先のところに障害が起きても、切り離すことができるので、基本的には本当に何も入っていないところがあるという、通信用のシステムとして完全に見ることができる。危険があるところはシステムから安全に切り離せることができるようにというようなデザインである。

長谷川主査： よろしいか。それでは次に篠原委員からご発表をお願いしたい。

○資料 海観 1- (4) に基づき篠原委員より説明。主な意見は以下の通り。

田所委員：インライン型は、まだ技術開発も必要であるという話が途中であった。その一方、種々の非常に重要なデータが既に取りれているという面もあった。少しわからなくなったのだが、技術開発が必要というのは、特に ICT の導入という部分と考えていいか。

篠原委員：そのとおりで、伝送方式を新しくするのであれば、技術開発が必要であるという意味である。

田所委員：そうすると、既存の伝送方式を用いるならば、インライン型でも今の技術を用いて十分に展開していける状態にはあるというふうに考えていいか。

篠原委員：そう考えている。

田所委員：あともう 1 つよろしいか。そのインラインのコンセプトにもあったが、ループ化あるいは二重化をして信頼性を高めると、これは非常に意味のある仕組みだと思う。例えば先ほどの小平委員の提案では基幹ケーブルからインラインを出すというのがあったけれども、基幹ケーブルから 1 本出ているだけだと、どこかで切れたらそこから先が使えなくなってしまうので、基幹ケーブルへもう 1 回戻してつなぐことは技術的に可能なか。

篠原委員：可能だと思う。ただ、電源の供給という意味で少し考えなければいけないけれども、実際そういうシステムは作れるのではないかと思う。

長谷川主査：基本的に DONET の先ほどの小平委員からの提案も同じだろうと思うが、何かトラブルがあったときには引き揚げて修理するというのが一般的なか。

篠原委員：少なくとも中継器は引き揚げて直して、あと切断した場合にも、引き揚げてつないでいるというのが普通だと思う。

長谷川主査：その場合のコストというのは、これらを開発して設置するコストに比べたらはるかに安い、運転のメンテナンスのための定常的なコストよりは若干上回るくらい

で済むのか、それとも、とてつもなく大変なことになるのかということ、どちらか。

篠原委員：基本的にはケーブルシップの備船費になるのだと思う。ケーブルシップの備船費は1日多分1,000万円弱くらいではないかと思うけれども、それが掛かってしまうので、先ほども言ったが、そういうことをやるのだとしたら、なるべく短い期間でやるというのがコストダウンにつながると思う。一旦引き揚げて修理するのに3日掛かるとか、船上で3日掛けて直す、3日分余分に掛かるので、例えばすぐにリプレイスできる体制、観測ノードが故障していると一旦引き揚げて、切って、新しいのに入れ替えて、つないで、また設置するというふうなことが非常に迅速にできれば、コストダウンにつながると思う。発表の中の故障時のメンテナンスが容易というのは低コストといった意味で、やはり絶対故障しないというのは多分あり得ないと思う。そう考えると、故障したときにいかに復旧するのに安くできるかということも、そのシステム的设计としては重要なことの1つではないかというふうに考えている。

長谷川主査：だから、それはシステム設計のときにそういうことを考えて設計すると。

篠原委員：ええ。考えて作る必要があると思う。

前田委員：2つ教えていただきたい。まず1つは拡張の数がどれだけできるのか。例えば1本のケーブルの中に拡張ポートがどれだけ付けられるかということに制限があるのか。8ページ目のスライドを見ると、圧力計を入れるか、拡張ポートを入れるかの2択であるというふうにも見えるが、それで正しいか。

篠原委員：それは正しくない。あれはスペースというか、コストの問題で、ICTを採用する限りにおいては、イーサネットなので幾らでもつなげられる。

前田委員：ではノードを大きくすれば、圧力計も入れた上で拡張ポートを入れてということが問題なくできると。

篠原委員：できる。だから拡張ポートの先にも、例えばクラスCにしてしまったら測器は二百五十何個付けられる、Bにすると何個になるというふうな、正直に言うと運用上はICTにした方がすごく楽だと思うけれども、開発したばかりで信頼性がまだまだというところがあるので、先ほど言ったように壊れたらすぐ直せる、壊れたら直していいと言うのであれば、ICTが一番簡単だと思う。

前田委員：もう1つは、今、前の質問にも出た備船のことだが、データを使う側の身からすると、壊れた観測点のデータがいつ使えるようになるかということの方が非常に大事だが、備船の手配がどれくらいの期間でできるのかというあたりが非常に重要になるかと思うけれども、その辺はいかがか。

篠原委員：それは備船の会社によってケーブルシップにどれくらい空きがあるかの問題になる。

前田委員：現状で、今、例えばこのケーブルのシステムがあり、今壊れて備船したいというときに、備船できるまでに大体どれくらいの期間が掛かると見込んでいるのか。これが1日なのか、1か月なのか、1年なのかという、そういうオーダーの話である。

篠原委員：1か月と1年の間だと思う。

金田委員：言葉の定義というか、言い方だが、「ノード」と言ってもDONETの方のノードとまた違うと思う。

篠原委員：違う。

金田委員：DONETはどちらかということ観測点やオブザーバトリーみたいな形なので、それ

らをちょっと混同しないようにしないといけないので、どこか統一した方がいいなどというのがある。別に篠原委員の方を変えてほしいという話ではないが、何かノードと拡張ポートと観測点があると、何だか分からないというのがあるので、ちょっとそこは整理した方がいいと思う。本質的な質問は、拡張ポートを付けることで、どのくらいの信頼性が確保できるのかというのがある。もともと DONET の考え方は基幹ケーブルは余り何も触らずに、そこからノードを使って展開するみたいなどころがある。だからいざとなったら、そこは切ってしまうみたいなどころがあるが、今の篠原委員の提案だとつなげておくので、その辺はどういうふうに考えたらいいか。

篠原委員：実は全く同じ作りになっていて、拡張ポートに出る部分というのは、今は光を使っていなくてメタルで4本出しているけれども、フィードスルーで線は出している。なおかつノード、観測の筐体の中に、やはりスイッチが付いていて、何かあったら、もう全部切り離すというふうな作りになって、その信頼性というか、水中脱着コネクタにトラブルがあったり、その先にトラブルがあったときには、対処するというふうに今作っているの、そのあたりは多分 DONET の技術が使えるのではないかなというふうに思っている。

金田委員：あと消費電力というか、電圧みたいところで、つなげたときのインラインでいろいろなセンサーを入れていると思う。その辺との絡みというのは大丈夫なのか。

篠原委員：電圧関係は、筐体の中に入っているものは余り問題ないが、その POE で外に出すとき、POE は規格が決まっているので、最大が 48 ボルトくらいしか出せないけれども、実はその絶縁の問題は非常に大きくて、地絡したときにどうなるかというのは非常に気をつけなければいけない。例えばこのシステムでも、一番先端を拡張ポートにしたのは、あのノードの電圧が海水に対して一番低いので、地絡しても問題が起きにくいのであそこにしたので、そこは検討しなければいけないと思うが、そのあたりも多分 DONET の技術が使えるのではないかなというふうに思っている。

金田委員：ありがとう。

堀委員：次期システムの提案の中で、インライン式の利点というので、これまでに十分な実績があるというお話があったけれども、大学の方でこれまで篠原委員たちがされてきた、短いケーブルに関していろいろ実績があるというのは分かるけれども、S-net の方に関してはどういう認識をされているか。

篠原委員：実績があると言っているのは、どちらかというと 1996 年に設置した三陸のケーブルとか、JAMSTEC の釧路や室戸のケーブルシステムといったイメージをしている。S-net に関しては、あの技術とほぼ同じ技術で設置されているので、信頼性というのは非常に高いだろうというふうに認識している。

堀委員：実際に今展開されていって、それで確かに大学のときと同じようなものができているという結果、実際の結果としてそういうものが出てきているのか。

篠原委員：技術そのものは、これは青井委員から答えた方がいいのかもしれないけれども、技術そのものはほぼ同じ技術を使っていると思う。ただ、実際に 1996 年に設置した当時の半導体というか、高信頼性部品が、S-net の時点であったかどうかというのは、私は把握していないので分からないけれども、手法というか、作り方というか、システムとしては 96 年とかなり似ているので、そういう意味では実績があるシステムだなと。

堀委員：そういう意味で言うと、ハードウェア的なことを篠原委員は言われているということだと思う。

篠原委員：ええ。

堀委員：私がもう1点、別の観点として気になっているのは、データのクオリティとして、どこまでしっかりしたものが取れているかという意味であった。

篠原委員：今のシステムの技術の問題で、でもデータとしても、ほとんど三陸のケーブルと同じかと思う。インライン式なので埋設していないところは海底に直置きになっているので、これはもう皆さん御存じのとおり、例えば地震が起こったら回ってしまうといった問題はやはり発生すると思う。S-net に関しても、海底に直置きの部分はやはりどうしても大きな地震が来たら回ってしまうとか、そういうことはあり得ると思う。通常時は海底だから当然非常に静かだけれども、でも、そのあたりも違いがないと思う。我々に経験がないのは、埋設した観測点の質というのがどれくらい向上しているかというのは、やり始めたばかりなので、淡島でも数年しか経験を持っていないので、埋設した観測点が例えば地震時に本当に回らないかとか、そういう検証というのはこれからということになると思う。

堀委員：回ったりしたことによる影響とか、やはり震源の真上で測る、特にM8の地震が真下で起こる状況で、しっかり動くものを作るというのが大事だと思うけれども、そういう観点でどうなのかというのは。

篠原委員：地震で止まったり、データが来なくなったということは経験はない。ただ、やはりケーブルにどうしてもトルクが掛かっているみたいで、大きな地震動が来ると、地震計、筐体はやはり円筒だから回ってしまい、本当の本震のときのデータが非常に使いづらいという問題が発生するということはあると思う。

堀委員：後で私の発表の中でも一言言うけれども、その辺はかなり重要なこと。

長谷川主査：参考のために、15ページのこの提案システムだと、コストはどのくらいだと思っているのか。

篠原委員：S-net とほとんど同じだと思ってる。

長谷川主査：と言うと、1点当たり2億円くらい。

篠原委員：ええ。というのは、私たちの三陸に置いた新ケーブルも、あれは開発費込みで1点2億円くらいだったので、中をICTにすると、もうちょっとコストが下がるかという感じだけれども、これだけたくさんあると、その信頼性というのは十分な吟味が必要かと思う。

金田委員：あと、コストの点で1点当たりという計算は分かりやすいけれども、ケーブルの長さに応じたコストというのが結構あるので、点数換算すると、ちょっと。

篠原委員：そういう意味では、S-net は30キロ間隔なので、そういう意味でもほとんど同じかというふうに思っている。

長谷川主査：あと他にはないか。それでは続いて、堀委員から発表をお願いしたい。

○資料 海観1-(5)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：それでは質問、あるいはコメントはあるか。

金田委員：今の日向灘のVLFや低周波微動のお話は、基本的に広帯域の観測が重要だということをおっしゃっているというふうに理解すればいいか。

堀委員：それだけではなくて、それだけだと陸で見ているものの精度が上がるというだけだと思うけれども、それに加えて水圧とかひずみとかをきちんと測ることによってということだと考えている。

金田委員：いろいろなセンサーで捉えると。

堀委員：ええ。そして、微動だけではなく微動に伴うようなゆっくりすべりも、固着状態の変化も同時に捉えることで初めて、なぜこういう同期が見られるかということもちゃんと明らかにできると思う。

長谷川主査：三重県沖の4月1日の地震があったが、調査委員会のときに議論になったけれども、直上に DONET があるのにプレート境界で起きているのかどうか、すぐには分からなかったと。その辺のところは、その後どうなったのか。堀さんに聞くのは適切ではないかもしれないけれども、思い出したので、どうなったのか質問する。

堀委員：1つは規模の問題もある。今、結論としてはプレート境界付近だということにはなっている。ただ、本震の震源と余震の並びも全然単純ではなくて、縦になっているとか、プレートの境界に沿っているとか、あとは本震と少し離れたところに余震が起きている、しかも時間差もあるので、本震の断層面上でそもそも余震と言われているものが起きているかもはっきりしないということもある。現状での解釈はまだ統一したものにはなっていないと思うけれども、そのあたりはどうだったか。

小平委員：論文が1つ出て、今、プレス発表を準備しているが、堀委員がおっしゃったように、結論としてはプレート境界付近で、余震はそこから離れているということで、今、ボアホールを観測点も含んで、一応成果としてはそういうものが公表されたということではある。震源の位置がいろいろ分かれたのは、DONET でしっかりした観測記録を取るといことと、あそこの地震速度構造がちゃんと分かっていたというのが一番大きい原因だと思っている。本当にプレート境界に対して相対的にどこに震源が来るかということ突き詰めていくとすれば、こういうネットワークと同時に、そのネットワーク間の構造をきちんと押さえておくというのは、強震動評価も含めて非常に重要なことだと思っている。あと1つコメントだが、そのプレート境界で起きた地震かどうか、はっきりしなかったというふうに皆さん言われているが、そもそも陸での観測で今回の地震を見たら、もう、我々がどっちかと言っているような、その誤差の範囲内でプレート境界だと言っていたと思う。つまり DONET があることによって、本当にこれはどっちなのかという、一段細かい議論をしたために、「いや、プレート境界だ」「そうじゃない」という議論になった。今までの陸のデータだけではできなかった議論ができているというふうに理解いただきたい。

長谷川主査：そうすると、余震はスラブの中で、プレートの中で起こったということか。

堀委員：そうである。

長谷川主査：先程篠原委員から、解析の方でもチームを組むといったことを考えないと、観測システムだけでできても、実際に震源域で、あるいはプレート境界付近で何が起きているかということリアルタイムで追っていけない、だからそういう体制も必要であると言われたけれども、まさにそれをこの間の地震調査委員会では示してくれたのかなと。このワーキンググループが作られたのは、親の調査観測計画部会で出した報告書に記載されている中の南海トラフの西側の地域で、具体的にどういうふうにケーブル式のシステムを計画したらいいかという、そこをさらに詰めるために作られたワーキンググループである。そういう意味で言うと、その背景にあるのは次の南海トラフの地震でどういうふうに対応できるのか、準備ができるのかという、その部分だと思う。そのため、リアルタイムでデータが来ても、リアルタイムで解析結果を次々に出していなければ、結局何だったのかという話になってしまう。そういう意味で、この間の地震調査委員会での、あの状況のままではとてもだめだということを、まざまざと見せてくれた4月1日の地震だったような気がする。もちろん、おそらくケーブル式システムのデータは出て来て、皆がそのデータを使って解析してというのが繰り返されれば、その辺は一気に向上すると思うが、まだデータがないので、今向上しつつある、途上にあるということだと思うけれども。

堀委員：それに関して先程篠原委員も言われたが私もまさにそのとおりで、今回ちょっとその部分は全く話をできなかったのも、もし次回、少し話題提供できればと思う。海底で観測できるようになると解析で何が変わるかという、今まで陸から半無限の弾性体で解析していたものに比べて、陸と海とで全然深さも違う。つまり地形や構造をきちんと入れた解析をしなければいけない。そういうものに関して有限要素法を使った高速な解析というのが実際できるようになってきているので、活用することによってリアルタイムで逐次入ってきたデータをどんどん解析して、何が実際起きているのかということ震源に関して、固着とかすべりに関してもどんどん解析していくような、そういうシステム、あるいは体制というものをきちんと作っていく必要はあると。その基になるような技術開発というのはかなり進んできている。

長谷川主査：一方で、解析の方は、研究的な要素が非常に強い。だからハードの方は開発的な要素で、解析の方は研究的な要素で、そちらの方は内閣府中央防災会議の南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループを脇に見ながら、このワーキンググループで検討していく。内閣府のワーキンググループの議論では、データをどうやってみんなに使ってもらうのかというところの議論がされていたわけで、そういう意味ではやはりリアルタイムで解析する技術というか、そういう解析の手法が必要と思う。そういった手法開発をチームを組んでやるのと同時に、データをオープンにして、コミュニティ全体で、オールジャパンで、さらにオール世界でどんどん開発していければ、もう少しというか、次の南海トラフの地震のときには今はとるかに違うレベルで対応できるのではないかと期待できる。

小平委員：同じようなコメントで済まないが、データをオープンにするというのは、データのクオリティを一般の人たちにレビューしてもらうという意味でも非常に重要だと思っていて、それによって、システムを仮に段階的に作っていったとしたら、システムの改良も入るだろうし、いろいろなことを考えることができるので、使うということと同時に、その何十年も使うシステムのデータクオリティチェックを一般の目から、ユーザーの目からするという意味では非常に重要なことだと思う。それは DONET も含み、S-net も含み、やっていかなければいけないことだというふうに思っている。それともう1つ、チームを作るというのは解析だけではなくて開発や運用に対しても、多分このワーキンググループで少し議論した方がいいような気がしている。最初の方に根津補佐の方で基本設計図を出したいということをおっしゃったがそのとおりで、それはハードウェアとしての基本設計だけではなくて、それを作り上げていったり、使っていくところのソフト面というか、組織面の基本設計もここでできれば、非常にいいかなと思っている。篠原委員の発表を聞いて、各機関で各々得意技というものがあると思うので、それをどう組み合わせたいものを作っていくかという基本設計の議論がここでできればいいのではないかとこのように感じた。

長谷川主査：ほかに、あるいは関連して何かご意見はあるか。

青井委員：最後の方に、関連することを少しだけおっしゃったような気がするが、今回の観測網がカバーすべき範囲について、本日最初にご説明されたお二方は、基本的に内閣府の震源域をカバーする、あるいは少し広めにとるというコンセプトだったというふうに思うけれども、その辺について、もしコメントがあればお願いしたい。

堀委員：先ほど少し触れたこともあるが、この1662年の震源域が南海地震だけではなくて、そのすぐ隣のこの1662年の日向灘の真下であるとか、あるいはこの相似地震の延長を見たときに、このあたりも少し固着しているところも見えていることもある。そのため、理想を言えばもっとということになるけれども、ただ、このあたりくらいまでは南海地震の延長として視野に入れて検討いただけるとありがたいなど。特にこのあたりは本当に活動が活発なので、やはりここをきちんとリアルタイムでまず見たい。観測網を順番にという話もあったけれども、そういうときにじっとしている高知沖はもちろん、こちら、動いているところをまず見た方がいいんじゃないかと思うくらい、こちらをしっかり見ていくことが、誘発のことも含めてだけれども、減災ということ

を考えたときに優先順位は結構こちらが高いのではないかというふうに思っている。

長谷川主査：よろしいか。これでお三方の発表が終わって、予定表ではこの後、総合討論となっているが、もうほとんど時間は残っていない。ただし、今の堀委員の発表の後の質疑で、総合討論的なところに少し入ったが、その続きで、ただいまのお三方の発表を踏まえて、ご意見をいただきたい。ご意見というのは、どう進めようかという、そういう意味でのご意見だが、あるいは質問でも結構だが、あるか。この後、第2回の予定はどうなっているか。

根津補佐：第2回は12月5日に予定している。

長谷川主査：そのときにまた発表していただいて、それで、発表していただくのは、予定しているのは終わりか。まだあるか。

根津補佐：まだ予定はある。

長谷川主査：第1回と第2回はほとんど発表の時間なので、総合討論する時間はそんなには与えられていないが、しかし、本日のお三方がせっかく発表していただいたので、それを伺って、何かこう思うといったご意見があればいただきたい。

堀委員：篠原委員の発表の中で、少しまだ開発要素もあるというお話があった。今回のここでの検討はどのくらいのタイムスケールのイメージで考えたらいいのか。開発要素まで含めたもので、今後必要なものを考えるということなのか、もう既存の、きちんと実績のあるもので、少しでも早く作るためのシステムを考えるのか。

根津補佐：この南海トラフの西側の海域については空白域になっているということで、非常にやはり、研究コミュニティはもちろん、地方自治体の方も含め、いろいろな方々から早く作ってほしいという要望を頂いているところではある。そのため事務局としては、やはりできるだけ早くということになるのかなと思いつつも、例えばここのご議論で、今作ってもしようがないと、技術開発をしないと意味がないと、もしそういうご結論が出るようであれば、そこは事務局としてもご議論の結果を見ながら考えなければいけないのかなと思う。まさに調査観測計画部会の報告書をまとめていただいたときも、やはり委員の方々の御意見としては早く作るべきだというご意見が多かったというふうに記憶しているので、事務局としてはやはり、今おっしゃったどちらかということであれば、できる限り早くということになろうかなと思っている。

金田委員：本日お三方のお話を伺ったが、特に小平委員と篠原委員の考え方は、ハイブリッド的な考え方というのは共通していて、どこに基幹ケーブルと、その中にインラインなのかというところの違いが、大きいと言えば大きいし、小さいと言えば小さいけれども、基本的にその信頼性とコストみたいなところを、最終的にどこに落としどころを考えたらいいのかというのが、多分これからよく議論しなくてはならない。次回の防災科学技術研究所の青井委員からの発表と併せて、そこら辺をどうするのだろうかというところが、多分あると思う。コストの問題と信頼性というのは、どうしてもトレードオフ的とは言わないが、そこら辺のところを少し考えなくてはならないなど。それから、堀委員からは、日向灘の話というのは非常にホットだし、やらなくてはならないという話はもちろんあるが、東の東海沖の方も、やはりあれでいいのか、十分なのかということも含めて、我々は西というところに少し重きを置いているが、少し全体をもう1回見て、そちらの方の議論もいずれあるのかなと思っている。その総合的な解析も含めて、その辺のオールジャパンとしての体制というのを、もう1回議論ができればなどと思っている。

小平委員：先ほどの根津補佐のご意見というか、考え方に補足、コメントだが、できるだけ早くシステムを作り上げていくことは私も賛成する。しかし、それと同時にやはり南海トラフ西部という地域に特殊性があり、いろいろなケーブルの問題や演習域の問題、水深の問題というのがあるので、何らかの開発を伴わないと敷設できないところ

もあるかもしれない。玉虫色的な考え方を言うと、まずやれる技術でとにかく最低限のところを押さえて、それで技術開発しながら特殊なところにさらに攻め込んでいくという、そういう段階的な考え方で進めないと、ちょっといろいろな特殊性を考えたときにやれることだけでやると、いろいろなことをカバーできなくなる可能性もある。そういうステップ・バイ・ステップの考え方というのは大事なかなという気がする。

根津補佐：先ほど、少し強い表現で言ってしまったけれども、ただ拙速に作って、やはり使えないものになってしまうというのも、それはそれでよくないと思っているので、まさに小平委員がおっしゃったような、例えばステップ・バイ・ステップで作りながら技術開発も並行して進めてとか、いろいろな進め方があると思う。そこはまさに先生方のご議論を踏まえて、事務局としてもどうやって報告書に落とし込むかということを含めて検討していきたいというふうに思っている。

篠原委員：結局、いつ作るかということと技術開発はある程度トレードオフになっていると思うが、やはり技術開発をしている体制というのを常に持ち続けているというのが重要ではないかというふうに思う。いつ設置できるかというのはいろいろな状況で決まると思うので、今すぐ作るのは、やはり技術開発とか、技術を検討するグループを作っておいて、何か置けるぞといったときに最適なものがすぐぱっと出せるというふうなやり方の方が、私はいいのではないかと常日頃考えている。予算が付いてから技術開発をしてもやはり間に合わないので、技術開発を検討しているグループというのはずっと存在していて、何か設置できる機会が来たときに、検討していた中で一番実現性が高く、効率がよくてコストが安いというようなシステムを提案して設置するという体制に持って行けると、もっとフレキシブルになるのではないかというふうに常日頃考えている。

金田委員：今の篠原委員のご意見は非常に重要で、技術開発するときに、どこかにフィールドが必要。そのため、そのフィールドも含めて検証していかないと、技術開発ができたからといって、それがどこまで信頼性があるのかということの評価がなかなかできない。そこも含めた考え方で、何かオールジャパン、各研究所、大学が得意分野で連携するフィールドをある程度設定してやるというような考え方が、多分必要なかなと思う。

長谷川主査：多分そういう継続的な技術開発というのをやっていかないと進歩しないので、当然そういうことは考えるべきだと思うが、一方で、この総合科学技術会議、イノベーション会議が実施した評価のところ、この一番目のところでS-netに対して「しかしながら、国民の生命を守るという目的を一刻も早く達成するためには、まだまだ取組が不十分である」という書かれ方をしているわけで、やはりそれは私たちが同時に考えておくべきことだと思う。つまりケーブル式の海底地震・津波観測システムを展開したら、どれだけ役に立つはずである、あるいは役立ったのかと、こういうことをちゃんとアピールできないまま幾ら研究者が「必要だ」と言っても、聞いてくれないと思う。そのために先ほど篠原委員が言ったようにリアルタイムでというのが一方で付いていないと、どうしようもないということだと思うので、その辺のところをいつも私たちが念頭に置きながら話していきたいと思うが、他にご意見はあるか。

堀委員：そういう意味で言うと、津波の即時予測に関しては、もう既に実績があるわけで、そういうものを展開するとか、できるところを本当に使えるデータでリアルタイムに防災に生かしていくというのは、是非やる必要があるかなと思う。

長谷川主査：この評価をした人たちの認識は、そういうところまでちゃんと見ているかどうかはわからないが、見て、「進んでいますよね」という認識を持っていない。評価していないということだ。それは非常にゆゆしき問題で、S-netみたいなもので、どれだけ役に立つかということ、研究者は分かっているはずなだけけれども、こういう評価をする人たちが分かっているということに問題がある。評価をする人たちが悪いのではなくて、分かっているということに問題があるわけで、それは私たちの責任であるということを行っている。評価をする人たちの責任もあるが。

田所委員：「国民の生命を守る目的」と言ったときに、例えば気象庁が出す津波の警報にケーブル式の観測点がどう活用されたかなどを明確にすることが重要で、そのようなことが評価観点では分かりやすいと思う。なので、気象庁のことばかり言って申し訳ないが、情報の受け手に実際情報を出す側の方からも、こういったシステムであるべきとか、データの流通をこうするべきだというような、何か利活用の観点からご意見があったらいいと思うが、そういう話は今後出てくるのか。

長谷川主査：そのために気象庁の中村委員に加わっていただいた。

田所委員：本日はもう時間がないが。

長谷川主査：そういうことをもちろん考えていきたい。

田所委員：是非、気象庁からもご意見を出していただければと思う。

— 了 —