

地震調査研究推進本部政策委員会 第77回調査観測計画部会議事要旨

1. 日時 平成28年7月8日(金) 13時00分～16時10分

2. 場所 文部科学省 3F2特別会議室
(東京都千代田区霞が関3-2-2)

3. 議題
(1) 今後の海域観測のあり方について
(2) その他

4. 配付資料

- 資料 計77-(1) 地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会構成員
- 資料 計77-(2) 日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の運用と現状(青井委員提供資料)
- 資料 計77-(3) DONET 地震・津波観測監視システムの概要と連続リアルタイム海底地殻変動観測システムへの展望(小平委員提供資料)
- 資料 計77-(4) 大学が整備したケーブル式海底地震・津波観測網とその課題および今後の展望(篠原委員提供資料)
- 資料 計77-(5) 地震調査研究における今後の海域観測の方針について(報告書案)
- 参考 計77-(1) 地震調査研究推進本部政策委員会第76回調査観測計画部会議事要旨
- 参考 計77-(2) 今後の海域観測のあり方について

5. 出席者

(調査観測計画部会長)

平原 和朗 国立大学法人京都大学大学院理学研究科教授

(調査観測計画部会委員)

青井 真 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長

加藤 幸弘 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長

桑原 保人 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・火山研究部門長

額 一起 国立大学法人東京大学地震研究所教授

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

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

辻 宏道 国土地理院測地観測センター長

野村 竜一 気象庁地震火山部管理課長

長谷川 昭 国立大学法人東北大学名誉教授

久田 嘉章 工学院大学建築学部教授

平田 直 国立大学法人東京大学地震研究所教授

(説明者)

木戸 元之 国立大学法人東北大学災害科学国際研究所教授

(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
三浦 哲 文部科学省科学官

6. 議事概要

(1) 今後の海域観測のあり方について

○参考 計 77-(2) に基づき、今後の海域観測のあり方に関する取りまとめ方針について事務局より説明。

○資料 計 77-(2) に基づき、青井委員より説明。主な意見は以下の通り。

平原部会長：ただいまの発表について、御質問はあるか。

野村委員：気象庁では、水圧計のデータについてはすでにデータをいただいております、現在調整をしており、近日中に活用したいと思っている。地震計のデータは防災科学技術研究所でクオリティー・コントロールされていると思うが、その状況を見ながら活用を考えていきたいと思っている。

青井委員：よろしくお願ひしたい。

三浦科学官：各センサーのサンプリング周波数を教えてほしい。

青井委員：基本的には、100 ヘルツでデータをハンドリングしたいと思っている。

長谷川委員：待ちに待ったシステムが動きつつあるということだと思う。S6 が残って S5 までは設置が終わり、現在、クオリティー・コントロールを実施中だということだが、一般のユーザーがデータを使えるようになるまでのスケジュールがもし決まっていたら教えてほしい。

青井委員：具体的なスケジュールには手が回っていない。まずは、警報業務に使われるために、できるだけ前倒しで物事を進めている。もちろん、このデータは広く使っていただくことが重要なので、この場も含めていろいろ御相談させていただければと思う。

平原部会長：世界的にも非常に注目度は高いと思うので、いろいろな御苦労があると思うが、よろしくお願ひしたい。

○資料 計 77-(3) に基づき、小平委員より説明。

○東北大学が取り組む連続・リアルタイム海底地殻変動観測について、同大学の木戸教授より説明。主な意見は以下の通り。

平原部会長：ただいまの小平委員及び木戸教授からの発表について、御質問、御意見等はあるか。

田所委員：GPS/A 観測では、水平変動は観測できるが上下変動は観測できない。水圧計による地殻変動観測では、津波の早期検知という目的以外にも、上下の変動を捉え

ることが大変重要である。ただ、やはり現状ではドリフトがあるので、そのドリフトを取り除き、上下の長期の変動の観測を是非とも早く技術的に実現して、積極的に導入していくべきと思う。

小平委員：我々もそう思っていて、現在、実際にプロジェクト的に動かそうとしている。校正装置のプロトタイプを開発中で、実海域で評価するとともに、陸上でも精度評価しているので、ここ1~2年に動かし出せ得る状況になっていると考えている。

桑原委員：小平委員の説明資料のスライド30枚目で、左側の「沖合クリーピング」と右側の「海溝軸まで固着」という2つの数値計算がある。これらの計算の方法はキネマティックに行っているのか。何か摩擦構成則を置いて、実際に力学的なことを考慮してこのような結果になっているのか。「沖合クリーピング」では、深い方が固着していると、浅い方が連れられて行くのではないか。このようなことが実際に力学的に起こり得るのかということが、いつも非常に気になっているので、計算したモデルを教えてください。

小平委員：海洋研究開発機構の荒木氏（地震津波海域観測研究開発センター海底観測技術開発グループリーダー代理）に来ていただいたので説明をお願いしたい。

海洋研究開発機構（荒木グループリーダー代理）：岡田モデルを使って計算しているので、キネマティックな結果である。そのため、沖合での連れ回りの問題というのは、本当に数値的に扱っているようになる。

久田委員：小平委員の説明資料のスライド34枚目で、坑内計測が強震観測における震源の解析にも有効とある。強震観測として震源の高精度化に利用し、あるいは長周期地震動も、伝播して非常に大きな問題になっているが、利活用については現状どうなっているか。

小平委員：現状では、利活用という意味では、JRとの共同研究を行い、海底の強震計による波形の評価を進めている。

久田委員：データは最終的にはオープンになり、いろいろな人が活用できるようにする予定なのか。

小平委員：DONETのデータは防災科学技術研究所のサイトからオープンになっていると思う。

青井委員：オープンになっている。

三浦科学官：小平委員の説明資料のスライド19枚目にあるマイクロ津波について、上の方はとても相関のいい波形だが、下の何成分か、少しS/Nが悪いように見受けらるが、これは場所やセンサーの違いによるものか。

小平委員：下は釧路と室戸に設置しているケーブルのデータで、DONET以外のものだと思うが、確認は必要である。

長谷川委員：プレート境界でゆっくり滑りイベントが起こったときに、リアルタイムで検知することは、南海トラフの場合は特に必要のような気がする。そういったものを観測・検知できそうなものは何なのかというような観点でお話しいただいたと思う。1つは圧力計で、いろいろ補正等をしてしながら精度を上げていきたいということだったと思う。もう一つ、ボアホールの傾斜計あるいはひずみ計だが、これは短いスローリップイベントを考えると、非常にエフェクティブだろうと思う。IODPの孔内に設置したものは非常に有望だと思うが、点数の問題で、多点展開は余り期待できない。スライド32枚目の深部数メートルへのセンサー設置というのは、おそらく、そのようなことを考えてなのだろうと思う。現にこれまでに起こっているゆっくり

滑りイベントについては、海底の下はセンサーがまだないので見つかっていないが、先日の海上保安庁のバックスリップ・インバージョンの結果を見ていれば、100%カップリングしていないところは沢山ある。そうすると、南海トラフの海底下でも滑っているところは沢山あるはずだ。それが、定常クリープで滑っているのか、ゆっくり滑りイベントで滑っているのか分からないが、真上で観測すれば検知できるということは非常に重要なことだ。木戸教授は、水平方向のレンジングでモニターするという案を説明していたが、現在の精度から見て実現できそうなのか。あるいは、現状では少し苦しいが、何かの課題が解決できれば可能になるだとか、そういった点について分かったら教えていただきたい。今後のことを考える上でとても役に立つので、お2人に伺いたい。

小平委員：様々な時定数を見なければいけないと思うが、1つは、スライド18枚目で、現在の水圧計では数か月で数cmぐらいの変動を捉えて、まだ検討は必要だが、これがゆっくり滑りかもしれない。このような時定数の変動は、今の水圧計の長周期のトレンドをさっ引いて、それはプレートモーションと機器の固有と両方を強引にさっ引くわけだが、それで、この程度の時定数の変動は見ることができている。また、スライド34枚目では、孔内の観測点で間隙水圧を見ていて、スロースリップに伴う間隙水圧変化を捉えることができている。現在は2点の孔内観測システムがあるので、もし間隙水圧の変化が、ある意味パルス状に移動していくようなことがあれば、その移動も捉えることができるかもしれないと思っている。現状の技術で、この程度のものは捉えられるところまで来ている。将来的に、孔内観測システムで捉えることが一番理想。点数を増やすことについては、技術的な面と経費的な面で検討を進めており、10点とはいかないが、5点以上には増やしたいという計画は持っている。また、数メートル程度のやや深めの埋設は、そのピストンコアを改良したり、海洋研究開発機構の新しい「かいめい」という船が30メートル程度掘れる着座型の掘削機を持っているため、うまく活用できないかということも考えて、やや深く掘った孔内観測システムである。そうすると、今お見せしたものよりも、もう少し精度が高いスロースリップのデータがとれるのではないかと考えている。

木戸教授：海底間音響測距では、おおよそ1kmの基線内で1cmの変化に相当する分は十分検出できる。発表資料にある精度は1cmなので、ここで何かしらトレンドが変われば分かるかと思う。しかし、先ほどお見せしたDONETにつないだ図では数kmぐらいの長さの基線なので、この5倍ぐらい悪い精度になってしまう。そのため、ターゲットに応じて精度を上げたければ、この基線をだんだん詰めていく必要がある。そうすると、置く場所も絞り込んでいかなければいけないといった問題がある。1つの問題は、一様に変形しているところや、あるいは分岐断層や、そういう出口のところにも局在化するといったところが見込まれれば、局在化したところを狙えるため、この海底間測距の一番威力があるところだが、局在化しないと、少し厳しいところはあるかもしれない。

平田委員：小平委員にお尋ねする。スライド33枚目以降の深海底でボアホールの傾斜計やひずみ計の観測を行う技術は、現状では、IODPと関連したプロジェクトとしてやっていると理解しているが、この程度の深さであれば、必ずしも「ちきゅう」を使う必要はないので、最後に御説明があったように、「ちきゅう」以外の既存か、あるいは新しく造る船で、ある程度はできると思うが、それでも技術開発が相当伴うのか、それとも現在の技術で必要な精度も開発されているのか。

小平委員：孔内観測システムに関しては、現在2点設置しており、ひずみ計、傾斜計、広帯域センサー、水圧計のパッケージは稼働している。データも陸上にリアルタイムで送られてきているので、小さな改良はあるかもしれないが、システムとしての技術開発はおおよそ完了しているものと見ていいと思う。「ちきゅう」を使った掘削孔ではない、もう少し浅いところに入れてどうかということについては、センシングについては今と同じような技術で問題ないと思うが、データクオリティーがどうかというのは、ステップバイステップであり、数mの穴でも、深い穴に比べてクオリティーが劣らないかという評価は必要かと思う。技術に関しては、もう稼働してい

るもののため、フィジブルなものだと思っている。

平田委員：地表のボアホールの傾斜計でも 100m、200m は掘っている。例えば 200m 掘るためには、「ちきゅう」を使わないとだめなのか。それとも、ほかの船でもできるのか。

小平委員：200m 掘るには、「ちきゅう」かどうかはさておき、掘削船が必要になる。30m でよければ、「かいめい」の着座型の掘削機で掘れる。数 m でよければ、ピストンコアで掘れるという理解でいいと思う。

○資料 計 77-(4) に基づき、篠原委員より説明。主な意見は以下の通り。

平田委員：インターネットを使うことで IEEE1588 が使えるようになったと理解したが、インターネットが使えないと IEEE1588 も使えないということか。

篠原委員：IEEE1588 は TCP/IP 上で使える技術なので、インターネット技術がないと使えない。現在、外側にセンサーを付け替えることを可能にしているが、その脱着ポートに Ethernet を使うこともインターネットを使わないとできない技術である。

平田委員：ということは、S-net や DONET ではできない仕組みということか。

篠原委員：どちらも、工夫をすれば両側で Ethernet が出ているように見えるような細工をすることは可能だと思うが、S-net や DONET の仕組みというのは、基本的には電話局間をつないでいる技術で非常に高信頼性の仕組みでつないであるので、その先に Ethernet に変換する装置を付ければもちろん使えると思うが、今のままでは IEEE1588 を実装するということはできないと思う。

平原部会長：DONET と S-net の担当からコメントはあるか。

小平委員：その Power over Ethernet で供給できる電力の上限は、このシステムだとどのぐらいで、将来的にはどのぐらい大きくできるか。

篠原委員：規格で決まっていて、今は 12W である。規格の最大値は失念してしまったが、数十 W までの規格があったと思う。

青井委員：ICT の技術を導入するというのは、いろいろな意味で非常に魅力的だが、海底下に電子回路を入れることになると思う。そうすると、コンデンサやパーツが入ったときに、パーツレベルで期待される平均故障間隔 (MTBF) のようなものというのは、一体どのぐらいが想定されるか。

篠原委員：現在、我々が作っているシステムは汎用品を使っているため、一個一個の部品の MTBF はそれほど高くないというのが実情だと思う。ただ、この故障の計算の仕方、例えば冗長化した時に二重にあるもののどちらかが生き残ればよいというふうにすると、実は 2 倍ではなく、とても長く生き残るような計算になる。もちろん汎用部品を使うことでリスクが上がるが、それを回避する方法もあると考えている。

青井委員：1つの大きなメリットは多数展開ということで、Hi-net と同じぐらいの密度だと恐らく数百点以上のイメージを持たれているかもしれない。例えば 10 点ぐらいのものであれば、10～20 年ぐらいの期間長らえるようなシステムを現実的に構築できるようなことを想像するが、本当に大規模に展開しようと思った時に、例えば二重、三重の仕組みにすれば届きそうなイメージなのか、それともどこかで頭打ちのようなものがあるのかといったことは検討されているか。

篠原委員：詳細な検討はしていないので何ともお答えできないが、実際問題としては、その規模になると高信頼性のものを数百台用意することの方が非現実的なような印象を持っている。数百台の規模で展開できるためには、やはりある程度使える部品を

使って、なおかつ信頼性を上げる。そこは、まだ技術開発が必要なところではないかと考えている。

青井委員：本当に運用するとなると、現実には 100%を求められる部分がどうしても防災の場合はある。例えば、2つ用意しているうちの1個は生き残るとか、あるいは多重化した通信経路の中の1本、あるいは少なくとも複数ルートが残れば、それは想定している運用状態にあるというようなことを仕様を定める段階からきちんと定めて、100%のパフォーマンスで動いているとみなせる状況と、許される故障の範囲を定めるような形でシステムを定義されるといろいろな点がうまくいくような印象を持った。

篠原委員：まさにそのとおりだと思う。今の話の中で、とにかくデータがとれていればオーケーであろうというのが前提にあったので、具体的に多重化しているものの1個が壊れている状況でも、運用としては問題ないということを実先に定義しておくのは重要なことだと思う。もう一つの観点は、やはり故障はどうしても起こるので、いかに簡単に直せるか。交換する時にも、実際、海底ケーブルだと中継器が壊れたときにはケーブル敷設船で取り替えていると思う。それと同じようなものを、いかにローコスト、要するに簡単にということだが、ローコストでできるようなシステムにするかということも、次のシステムでは考えておいた方がいいと思っている。

○総合討論

平原部会長：予定より進行が遅れているため、あらかじめ御了承いただいて、3時半に終わる予定が4時まで延長させていただいてよろしいか。それでは、あと15分ぐらいはこれまでの発表を聞いての御質問や御意見を頂いて、その後、30分で事務局からの提案とそれに対する質疑応答を行いたい。まず、今までの発表についてだが、基本的に本日お話ししたのは、まず、S-net、DONETについては、観測がある程度目的を達しつつあるということであった。これによって、緊急地震速報や、津波の即時警報に活用がされている。もちろん南海トラフについてはまだ十分でない。DONET1・2・3という考えもあると思うが、ある程度、技術的には完成している。しかし、海上保安庁が先日発表した南海トラフの固着の様子について、これはまだ第一歩かと思う。非常に複雑な固着の状態が初めて分かってきて、次の南海トラフでの地震を考えると、これがどう変化していくかということをもって初めて予測という言葉が出てくる。そういう意味では、地殻変動の連続観測が必要であり、そういった観点で木戸教授からも発表いただいた。いろいろな御意見があると思うので、活発な御議論をお願いしたい。まず私からになるが、連続観測という意味で、小平委員が触れられたのは、レーザー観測というか、干渉計による観測の文章が少しだけ出てきたが、それについてはいかがか。

小平委員：レーザー関係はおそらく2つあって、レーザーの測距は、海洋研究開発機構の海底観測技術開発グループで検討しているが、基線を長くとることが大きな課題で、音響に匹敵するような数kmの距離で数cmの精度というところに持っていくには、まだ技術的な検討が必要かと思う。ただ、短い基線だと非常に精度よく測れるというのは事実である。

平原部会長：どのぐらいの精度か。

小平委員：海底観測技術開発グループではサブミリという言葉を使っており、メートルぐらいである。そういう世界での検討はしている。

海洋研究開発機構(荒木グループリーダー代理)：海底観測技術開発グループでは光ファイバーの光路長を測ることを考えおり、これはアメリカのグループ等でも研究開発が進んでいる。それを海底で展開することも考えられる。ただ、地震等の状況の時に、その長さが真っすぐな基線をとることに問題があると考えられる。我々のグループとしては、孔内の活用を進めてきたので、孔内でそのような高精度のひずみ計測の

リアルタイム観測を実現することを中心に考えている。

平原部会長：木戸教授に質問だが、例えば南海トラフの DONET に接続する案が出ていたが、どの程度、実現可能性のある話なのか。

木戸教授：コストとしては、荒木グループリーダー代理の方が詳しいかもしれないが、つなぐこと自体のコネクタなどのコストは相当高いらしい。1 台つなぐのに大体、数千万円くらいかと思う。

海洋研究開発機構（荒木グループリーダー代理）：我々は、孔内のセンサーを DONET につなぐためにインターフェースを作ってつないでいるが、例えば Ethernet で出してくるようなセンサーもつなぎ込める機構になっている。それをそのまま、装置にそういったものを付けていくことで、現状の技術で対応できると考えている。

平原部会長：技術的には可能であるということか。

海洋研究開発機構（荒木グループリーダー代理）：技術的には可能だと思う。

木戸教授：ノードはたくさんあるので、もちろん全てのノードに接続するかどうかは別として、試験的に1つのノードの周りに対して、幾つか先ほどの展開図のようなイメージで始めて有用性を確認することは非常に意味があると思っている。

平原部会長：先程の説明では、20km の間隔は難しいとのことだったが、スケールはどのくらいの想定か。

木戸教授：先ほどは、一つ一つの基線が 4km ないし 5km ぐらいのイメージで書いていた。

平原部会長：それは、十分可能なのか。地形やいろいろな条件はあるかもしれない。

木戸教授：選ばなければいけないと思うが、少しいびつな形になってもいいならば、探せば音波が通るところは出てくると思う。

平原部会長：一応、ケーブルにつながっているところは連続で測れるということか。

木戸教授：そこを中心とする基線は測れる。

平原部会長：他の基線は、回収する必要があるということか。簡便な三辺測量というのは今は難しいということかと思う。

木戸教授：三辺測量は、定期的にデータを回収したときだけということになる。

平原部会長：ただ、連続な部分はあるので、イメージとしては、南海トラフで、例えば GPS/A 観測の頻度を上げて、海上保安庁としては月 1 回の観測を行うのは難しいかもしれないが、それで何か起こりそうであれば、連続観測システムの活躍するところがあると思う。次の南海トラフがいつ起こるかも分からないが、それまでには完成させないといけないと思う。今、提案されているようなシステムは、どのぐらいのタイムスパンで完成すると思ったらいいか。もし、皆さんに賛同していただければということだが。

平田委員：各ノードにオフラインの測器を 1 個入れないと三辺測量にならないという御説明だった。1つのノードに、普通は 4 点くらいあるかと思うが、1つのノードの中でその間隔では遠過ぎるのか。

海洋研究開発機構（荒木グループリーダー代理）：14km ぐらいある。1 本の柱が 9~10km ぐらい。

木戸教授：もちろん、どんどんタコ足で増やしていけるならば。

平田委員：ケーブルを足して、足を生やせばいいのでは。もし、どうしてもやるなら、水中コネクタが付いているから三辺測量になるようにできるのでは。

小平委員：話の腰を折るようだが、この技術は、これからいろいろなことを考えなければいけないことだと思う。議論の進め方として、現状の技術でここ数年、5年のスパンで行う地殻変動観測の整理と、今の話のように、今すぐにはデータをとって使うことは難しいが、もう少し長いスパンで将来を見越して技術開発を進めるべきものと、2通りあるような気がする。まだネットワークに接続した海底間測距というのは世の中にはほとんどない。これからどういう課題があって、それに向かって何をやっていくかという議論のフェーズだと思うので、すぐここでやります、やりませんというのは、ちょっと議論としては難しいのではと思う。いろいろな議論のフェーズで、今、ここで議論することとして、考え方としてこういうデータをとっていくことをどう思うかということであれば、これは、是非必要なものかと思う。

平田委員：それと比べると、ボアホールのひずみ計や傾斜計の方が技術としてはもう既に確立されていると思っていいのか。

小平委員：現状として、既にもう稼働してデータをとっているもので、そのデータの評価というものはあるが、技術的には確立している。そういったものをどう展開し、次の新しい技術をどう作っていくかという議論かと思う。

木戸教授：実際、やり始めると、何かしら問題が出てきて、いざ必要なときに間に合わないかもしれないので、やはり1点だけでも先行的にやっておく価値はあるかと思う。また、今の海底間測距というのは、必ずしも三辺測量型に置いているわけではなく、動きを予想して、それを効果的に捉えられるような配置でやっているため、そういう意味では、必ずしも三辺測量が完成しなくても十分で、置き方を工夫すればと思っている。海底間測距は昔からある技術だが、ここ数年で急速に脚光を浴びてきている。スロースリップといったイベントがあることが分かってきて、連続データがどうしても必要であるという意味で、必ずしもオンラインにならなくても、オフラインでも大々的に進めていければと考えている。

平原部会長：少し先走ったが、今のような議論が欲しかった。基本的には、将来の技術とのんびりしているわけにはいかないというのが私の考えだ。この部会で、やってみるといえることになれば、まず1点というか、試験観測から始めないと間に合わないのではないかという気がする。もちろん、まだまだ課題は多いとは思う。むしろ、私よりも現場でやられている方の方がはるかにいろいろな課題をお持ちだろう。ただ、意味としては、孔内計測で1点という、ある程度の範囲を持って測ることが重要だと思うので、両方ないとまずいと思う。明日からやるというよりは、今日から始めるというような議論の方が、私はいいいのではないかと思う。これは、私の考えなので、皆さんはまだいろいろな御意見があると思う。

小平委員：先程の私の発言は、いろいろなレベルに合わせた議論が必要という認識を皆さんに共通で持っていただきたいなということであった。木戸教授のおっしゃっていることには全く賛成で、次の技術に向かって今日からやるということは全く否定しない。

長谷川委員：小平委員の言うとおりで、現状の技術でどのように震源域をカバーできて、どのくらいのコストかが分かれば、ある程度、皆さんが共通認識できるかと思う。おそらく、それでは足りないのでは、それに対して、どのようなものを技術開発すれば近未来で何とかかなりそうだというものを共通認識するために、本日報告していただいたのだと思う。それを深める議論ができればいいのではないか。南海トラフに限って言えば、震源域をどうカバーできるか考えると、現状の技術でできそうなこ

とはケーブルで地震計と津波計、つまり圧力計を全域に展開することだ。これは、予算を別にすれば可能かと思う。私は常々やらなければいけないと思っていたが、共通認識のために確認させていただくと、加えて、現状の技術ではボアホールでの観測であれば実現可能というのが先程の小平委員の話だったと思う。それを広域に展開することは難しいだろうと思っていたが、実際は結構できるということか。技術的な面と経費的な面で伺いたい。

小平委員：経費的な面では、現在海洋研究開発機構内で検討を進めている。具体的な数字は言えないし予算のことなので何が起こるか分からないが、DONET を使った孔内観測システム5~6点を5年ぐらいの間で作るような予算的努力はしたいと思っている。加えて、数 m クラスの穴にひずみ計等のパッケージを設置し、DONET 全点に展開することを、同じ5年ぐらいのスパンで考えている。技術的にはチャレンジングではあるが、実現可能ではある。データクオリティーの評価が必要だが。経費的に今考えていることは、海洋研究開発機構の予算申請の範囲内で行うことができることである。

長谷川委員：それは DONET の範囲ぐらいということかと思う。しかし DONET だけでは足りないで、南海トラフの震源域全体についても頭の中に入れておかないといけない。どうするかは、また別かと思う。この部会では、経費等も含めてできそうなものを考えていきたい。南海トラフの震源域全体という意味ではいかがか。

小平委員：震源域全体では、まず大前提として、ケーブルシステムがどう展開されるかである。DONET でも S-net でも、海底ケーブルのネットワークが全体にカバーできるか。技術的にはできるので、経費的にはプロジェクトとして立ち上がるかどうか政策側の判断としてあるかと思う。それができてしまえば、今 DONET1・2 で我々が考えていることと同じことを上書きしていけばよいと思う。ケーブルがない領域については、木戸教授から説明があったブイ等が活用できると思う。ブイに関しては、現在、SIP 等で技術的な検討をしている。数年のスパンである程度のもは技術的にできると思っている。

長谷川委員：分かった。そのような地震計と津波計、圧力計が仮に全域に展開がされ、ボアホールのひずみ計や傾斜計が展開されても、まだ足りない。地殻変動の短周期の変化はいいが、圧力計やボアホールのひずみ計や傾斜計には、陸上の GPS に相当するものが不足している。そういったところは、木戸教授から説明のあったレンジングなどを用いるのかもしれないが、それらの技術の見込み、見通しのようなものはいかがか。

小平委員：まず圧力計に関しては、田所委員からもコメントをいただいたが、校正を十分進めて、陸上の GPS の上下変動観測に匹敵するような精度を求めたい。そのような方針でいるので、ネットワーク展開と水圧計の校正があれば、GEONET の上下変動連続観測改定版というのは、精度は違うかもしれないが有り得る話だと思う。

木戸教授：GPS/A 観測では、現在キャンペーン観測を行っていて、大学だと年に1~2回、海上保安庁でも3回ぐらいの観測が限度だが、自航式ブイなどを用いて自動化したものを1年中運用し、1か月に1回ぐらいのペースで全観測点を回することは技術的にはそこまで難しくはないと思う。今の観測精度が上がるわけではないが、頻度がぐっと上がる。そういった運用が日本近海でできるかどうかという問題があるが、自動化によって頻度がこれまでと比べて1桁上がるような時代が来ることは十分可能ではないかと考えている。

平田委員：海上保安庁から南海トラフのひずみ分布に関する発表があって本日の議論があったが、従来の GPS/A 観測の頻度をもっと上げるために自航式で観測を行うことについての議論は何か別にあるのか。

平原部会長：小平委員からの話題提供に言葉としてはあったと思う。

木戸教授：我々もそれをにらんで、どういったものが使えそうかという検討は始めているが、プロジェクトの予算が付かないことにはどうしようもない。初期投資でもいいので、予算があれば開始できると考えている。現在、我々の分野以外でも海洋での自動観測は非常にはやっている。日進月歩で進歩していて、そういったプラットフォームを我々も利用する形で進めれば、技術的には十分できる範囲のことではないかと考えている。是非、進めていく方向で考えたい。

平原部会長：黒潮の中での観測は厳しいという話もどこかで出ていたが。

木戸教授：今のウェーブライダーだと確かに厳しい。動力があり自ら5～6ノットぐらいで走る能力を持っていて、3か月ぐらい動けるものがあるので、全観測点を2～3回回って燃料補給に戻ってくるといったペースであれば、技術的には自動運用可能な状態にはあると思う。

小平委員：そういったもので効率化を図るべきだが、サイエンスの議論ではないが、自航式の人が乗らない船を動かすということについては、おそらく制度面の検討が相当必要かと思っている。国の進める事業の中で、制度上、法律上、動かしてはいけないものは動かせない。現在の自航式のブイ等は、ある意味、グレーゾーンだと認識している。もし、事業を進める場合は、法的な整備というところも最終的には必要ではないかという気がする。

木戸教授：そうである。現在手持ちの自航式ブイを運用するに当たって国交省に交渉しているが、近くで見ているからという理由で許可が出ている。完全に自動運用になった場合にどうなるかということは、まだ国交省でも方針を出せないでいるようだ。我々が個人的に交渉すると失敗する可能性があるので、できればトップダウン型で、全員の総意としてこのような希望があるということを出せればと考えている。

平原部会長：やはり皆さんの意見としては、連続的な観測は技術開発の要素がまだ多いところはあがるが、すぐに始めなければいけないということ。いろいろなものをやってみないとまだ様々な課題は見えてこないと思う。

○資料 計 77- (5) に基づき、今取りまとめの報告書案について事務局より説明。

平原部会長：本日の議論については資料に入っていないと思うが、それを踏まえて御意見を頂ければと思う。

桑原委員：海域観測をやるというところの書き方が少し気になった。ページの2番目のパラグラフで、島嶼部では資料が不足しがちなため、古地震、古津波調査から過去に発生した地震を十分把握できないおそれがあり不十分なため海域観測を行うという書き方になっていると思うが、元々、古地震、古津波調査だけでは難しいということは明らかで、海域観測だけでも難しいところもあるわけだから、両方がしっかり補完し合ってやるというような書きぶりの方がよいのではないかと感。

平原部会長：事務局で御検討をお願いしたい。

平田委員：3ページの観測網の設置方針の項目で、広域化と高密度化を挙げられていて、その時間については、次の観測の高度化の方針の項目で長期化と時間分解能の向上という整理をされている。意図は分かるが、いろいろやらなければいけないことがある中で、今のやり方でGNSS/音響観測の頻度を上げるということが、少しの投資でできるかは分からないが、成果は相当重要だ。つまり、1年に3～4回ではなくて、例えば1か月に一回ぐらいの頻度に上げることについてはそれほど技術的な問題はない。どこかで強調していただきたいと思う。特に南海トラフについては、10年間の平均的な固着状態についてはかなり分かったが、これが時間的に変化するということが重要で、その観測のために新しい技術は必要だが、少なくとも今の技術では、観測頻度を上げることでかなり重要な情報が得られると思う。全体的な項目で強調

できなければ、少なくとも南海トラフの項目では、既存の手法でもいいから観測頻度を上げるとしてほしい。船を造れば一番いい。その提案は無理だと思うが、いろいろ技術的な工夫をするということ。趣旨としては、観測頻度を上げることについても御検討いただきたい。

小平委員：全体の構成について、2 ページ目の一番最後から今後の海域観測網のあり方の項目があり、これは前回の議論を踏まえて書かれているのでいいと思うが、GNSS／音響観測を中心に述べて終わってしまうと本日の議論が入ってこないの、並行して、本日の議論をこの下に加えるという構成にさせていただかないと議論が片手落ちな気がする。

平原部会長：本日の議論はまだ入っていないので事務局で検討をお願いしたい。

小平委員：今さらかもしれないが、これまでの議論で、地震観測、津波観測、地殻変動といった海域観測の議論をしてきたが、海の観測という意味では、総合的な調査観測計画などの中に海域の活断層の調査観測も文言としてあったと思う。それに向けての方針については、また別の機会に議論するのか。

谷課長：海域の活断層調査については、今回の報告書のスコープの外と理解をしている。海域の活断層調査自体は重要な課題ではあるが、本議題についての問題意識は、1 つは S-net のようなシステムがうまく完成して 1 つの区切りを迎えていることと、もう 1 つは海上保安庁から海底地殻変動の非常に大きな成果が出たこと。それらをトリガーに議論をスタートしている。海域の活断層調査については、必要であれば別の場で進めるものと思っている。

小平委員：恐らく別の場で議論されると思うが、将来的にこの部会の中にもフィードバックいただいて、調査観測計画部会としてどう対応するかという議論もあるとよいと思うので、御検討をお願いしたい。

田所委員：各海域でどういった観測網を優先的に構築していくか、あるいはどういった観測を優先的にやっていくかということは、ほとんどの海域についてこれから書いていくような形になると思う。先ほどの平田委員から御意見があったように、少しのコストを掛ければかなりのことが分かることもあると思う。我が国は、もう既に裕福な国ではない。お金がたくさんあれば立派な観測網を構築すればいいが、ここは政策委員会の下部会なので、少しの投資でより効果が出るような観測を優先的にやっていくという、そういったコスト面も考えつつ、優先的な観測網、観測データ等について書き込んでほしいと思う。

平原部会長：まだ御意見はいろいろあると思うが、次回が、一応、まとめかと思う。それまでに、本日言えなかった御意見は事務局のへお寄せいただくとあり難い。本日議論したように、やることがとてもたくさんあり、予算も限られている。南海トラフはいろいろなタイムリミットもある。こういった状況の中で、我々はまず何ができるのかという話をまず行い、何をせねばならないか。今すぐできること、時間が掛かることといった、いろいろな観点があると思う。かなり難しいと思うが、事務局に取りまとめをよろしくをお願いしたい。

— 了 —