

南海トラフ沿いの大規模地震の
予測可能性に関する調査部会
(第1回)
議 事 録

内閣府政策統括官（防災担当）

南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会（第1回）
議事次第

日 時：平成24年7月18日（水） 17:00～19:20

場 所：中央合同庁舎5号館3階特別会議室

1. 開 会

2. 議 事

- ・南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について

- ・その他

3. 閉 会

1. 開 会

○若林企画官 それでは、定刻となりましたので、ただいまから「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会」の第1回会合を開催させていただきます。

委員の皆様には、御多忙の中、御出席いただきまして誠にありがとうございます。

会議の開催に当たりまして、藤山参事官からごあいさつを申し上げます。

○藤山参事官 藤山でございます。よろしくお願いいたします。座って説明させていただきます。

南海トラフの大規模地震の予測可能性に関する調査部会の第1回会合ということで、一言だけごあいさつさせていただきます。

委員の皆様には、本当にお忙しいところお集まりいただきましてありがとうございます。

この調査部会は、前もって御説明させていただいておりますけれども、南海トラフの巨大地震の発生時期の予測可能性に関する科学的知見の収集、整理を行うことを目的として設置されました。一部の報道で、もう既にミスリードされているところもあるので非常に心苦しいところがあるのですが、それはまた後で御説明させていただくとして、南海トラフの巨大地震につきましてはその対策として対策ワーキンググループというところで議論がなされております。それで、中間報告が明日公表される予定になっております。

中間報告につきましては、この3月31日に津波高と地震動について発表したこともあり、まず津波に関する御心配をなさっている方々がたくさんおられるということで、そのワーキンググループでは中間報告においては津波対策として何をしていたらいいのかということを中心に書かれております。このワーキンググループ自体は、冬まで連続して引き続き検討がなされて、対策をどうしていたらいいのかということが議論される予定になっております。

そんな中で、法的位置づけについてどうするのかということについて、皆さん御存じかもしれませんけれども、今の巨大地震対策特別措置法と、東南海・南海地震に係る特別措置法の法的枠組みについても、そのワーキンググループの中で御議論をいただくことになると思っております。想定する巨大地震の発生予測ができるか否かというのは、全体の法の枠組みを検討する上で非常に重要な事項であろうと思っております。非常に難しいテーマであるということは重々承知をしておりますので、本調査部会ではその発生予測に関する資料の収集、整理を行い、その結果を南海トラフの巨大地震ワーキンググループに報告するというようにしております。この収集、整理していただいたことを基に、またいろいろところでこれをベースに御議論いただければと思っております。

上のワーキンググループとの関係で、非常に短い時間の中で御議論いただくということになるかと思っておりますので非常に申し訳ないのですが、よろしくお願いいたします。

○若林企画官 ありがとうございます。

それでは、お手元に配付しております委員名簿に従いまして、委員の皆様の御紹介をさせていただきます。

まず、山岡耕春委員でいらっしゃいます。

橋本学委員でいらっしゃいます。

井出哲委員でいらっしゃいます。

長尾年恭委員でいらっしゃいます。

堀高峰委員でいらっしゃいます。

松澤暢委員でいらっしゃいます。

なお、本調査部会の座長は山岡先生、副座長は橋本先生にお願いをしております。よろしく願いいたします。

また、本日は東北地方太平洋沖地震前に見られた前兆的現象について御説明いただくために、気象研究所の前田室長にも御出席をいただいております。

それでは、以下の進行は山岡座長にお願いしたいと思っております。どうぞよろしく願いいたします。

○山岡座長 本調査部会の座長を務めさせていただくことになりました山岡でございます。よろしく願いいたします。

第1回の調査部会の始まりに当たりまして、一言だけごあいさつをさせていただきたいと思っております。

本部会を依頼されまして、まずどういう方に集まっていたらこうかということでもちよつと事務局とお話をさせていただいて、できるだけ研究の現場をよく御存じの方で、第一線で活躍されている比較的若い方にも参加していただくということで、本日こういう方にお集まりいただきました。大変お忙しいところお集まりいただき、ありがとうございます。

皆さん御存じのように、我が国では東海地震の予知という体制がとられておりますけれども、一方では科学的にはなかなか決定論的な予知は難しいという議論もございまして、この機会に現在の科学の現状をきちんと整理をして上位の委員会に現状をお伝えすることが私たちの義務だと思っておりますので、できるだけ正確なというか、現状をうまく反映したものを是非集めていただき、ここで整理をしていただきたいと思います。

こういう形で、回数としてはさほど多くはございませんけれども、かなり集中して議論をするということになります。また、いろいろとお時間を取っていただくことになるかもしれないけれども、是非よろしく願いしたいと思っております。そういうことで、私のあいさつとさせていただきます。よろしく願いいたします。

○若林企画官 どうもありがとうございました。

それでは申し訳ございませんが、マスコミの方はここで御退室をお願いいたします。

(報道陣退室)

2. 議 事

○山岡座長 それでは、まず本調査部会の開催に当たりまして、会議の公開、非公開について御意見を伺いたいと思います。

多分に形式的なところでありますけれども、本調査部会につきましては研究途上の地震モデルなど、不確定なものが多く議論されるということもありますし、また各委員に自由に御意見をいただきたいということがありますので、非公開ということで行いたいと考えています。

議事概要は、会議後速やかに発言者を伏せた形で公開することとし、また詳細な議事録につきましても発言者を伏せた形で作成し、委員の皆様にご確認をいただいた上で本検討会の終了後、1年経過した後に公表するというにしたいと思いますが、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

○井出委員 なぜ発言者を伏せる必要があるのでしょうか。私は専門家として、自分の名前で発言したいと考えておりますが。

○山岡座長 それはどちらでも構わないと、私は思いますが。

○橋本副座長 私もあえて伏せる必要はないかと思っております、内閣府はほかの委員会でもこういうふうに発言者名を伏せた形で議事録を公開されていますけれども、やはりこの事態ですから発言者も明らかにした上で公開する方がいいのではないかと今、思っております。

○山岡座長 では、事務局に確認をしたいのですが、議事概要と議事録という形で、議事録は1年後で、議事概要は会議速やかにということで、両方ともどのような内容があったということが書かれるわけですね。

それで、議事概要に関してはエッセンスについてで、議事録はほぼ速記録的に出てくると思えばよろしいですか。

○横田参事官 議事概要は要点だけを書いた形なので、そこに発言者の方を書いて出すとちょっと要点のまとめとか、さまざまなところのポイントが書きにくいので、議事概要については発言者は特に書かない形で、むしろその論点のポイントだけを書いているというのが今までのやり方です。

それから、1年後に公表する議事録そのものは今まで余り意識していなかったのですが、名前を伏せた形ということで他の会議も全部先生方の了解をいただいているので、名前を書くかどうかは余り議論したことはないのですが。

○山岡座長 1年後の議事論は速記録にかなり近いと思えばいいですね。

○横田参事官 議事録に名前がという部分は今までつくっていないということです。

○山岡座長 1つは、1年後の議事録はちゃんと名前を載せて、議事概要については事務的になかなか困難なところがあるのであれば、それは概要だけを載せるという形もあるかと私は思っています。

○横田参事官 ほかの会議との並びがあるので、少しだけ他の会議とそこを諮っておかないと区別が、その趣旨は了解していますが。

○山岡座長 今のお2人の意見ですと、少なくとも1年後の議事録は名前が載ってもいいのではないかなという御意見だと思います。

○橋本副座長 地震予知連絡会を出している何十年史には昔から、全部発言者の名前が入っているんです。だから、そういう文化は大事にすべきだと思うし、あえて伏せる必要は私は全然ないと思います。

○山岡座長 では、その辺を次回に。

○藤山参事官 一回、受け取らせていただいとしたいと思います。

○山岡座長 多分、今のところ議事概要は技術的にいろいろ難しいので発言者はなくてもよい。けれども、議事録については少し発言者を載せた方がいいんじゃないかという意見があったということでもよろしいですね。では、それはちょっと検討してください。

それから、本日の資料につきましては非公開資料を除き公開とさせていただきたいと思えます。

それでは、議事に入りたいと思えますので、まずは事務局から配付資料の確認をお願いいたします。

○若林企画官 それでは、お手元にお配りしております資料を確認させていただきます。

1枚目が本日の議事次第、座席表、委員名簿、そして資料1、資料2でございます。

次に非公開資料が赤で書いてございますが、1と2です。

あとは、山岡座長の提供資料の非公開資料、そして京大防災研の福島さんのお名前で橋本副座長提供の非公開資料が1部、気象研究所提供資料で①が1冊、気象研究所提供資料で②非公開資料が1冊です。以上でございます。

加えまして、委員の先生方には「詳解大規模地震対策特別措置法」の資料を配付させていただいております。過不足等はございませんでしょうか。

○堀委員 非公開資料になっているのはなぜかというか、別に内容として非公開にすることではないかと思えますが。

○山岡座長 一応、研究途上の地震モデルなど不確定なものなど、いろいろと公開に差し支えるものもあるということで、提出のときにどちらにしますかと言われて、原則非公開と言われたので、では非公開でということですか。ですから、公開してもいいという了承が提出された委員の方であれば公開でもよいということでもよろしいですか。

○橋本副座長 私のものはもうウェブに載っているものだから、非公開にする必要は全くないです。

○山岡座長 では、今回は間に合わないの、次回公開でもよいということでしたら、提出されるときに公開でもよいですよと言っただければ公開資料になるということ。

○横田参事官 最終的には報告書ときには公開したいと思っているのですが、一部、資料の取扱い上、論文のコピーとか、さまざまな著作権的な問題があって、ぽっと内閣府の

ホームページにすぐ載ってしまうのはいかがなものかという話もあるようなので、先生方の部分については少し丁寧に扱っておこうかというので、とりあえず全体を非公開で措置しておいて、最終的に手続きをして出すときには著作権についての了解を取ったり、さまざまなことをしながら対処して出せるようにしたいと思っていますので、隠す意味ではなくて会議の途中の煩雑さを避けるためにということでございます。

○山岡座長 では、提出のときに事務局と相談していただいて、問題がなければ公開でもいいということもありますが、いろいろな問題があるということを理解するということがよろしいでしょうか。

○横田参事官 先ほどの名前のお話ですが、議論の中でかつて別のところであったのが、名前が書かれて出るとその人に誹謗中傷の電話がかかってきて委員が困ったことがあるので、名前は避けておいてくれた方がありがたい。勿論、逃げるわけではないけれども、それだけを見て。

○井出委員 自分が言っていないことで誹謗中傷のメールがくる方がもっと嫌です。言ったことはしょうがないじゃないですか。

○横田参事官 そうじゃなくて、誤解その他でおまえはというのがくるので。

○井出委員 だから、ここで議論した中で自分が本意でないような発言に対して誹謗中傷がくる方がよほど困ると私は思います。

○横田参事官 名前の書き方については考えさせていただきます。

○山岡座長 それでは、幾つか意見が出ましたが、事務局から本調査部会の設置趣旨、今後の検討内容について説明をいただきますので、事務局からよろしくお願いします。

○横田参事官 それでは、公開資料の資料1と書いてございます。先ほど冒頭に藤山参事官の方から紹介があったとおりでございますが、趣旨のところの第1パラが今後の南海トラフ巨大地震対策検討ワーキングにおいて防災対策その他を検討するに当たり、法的な観点からの議論がされることから、この際きちんと整理しておこうということです。

1つは、現在の大震法の中で想定東海地震について、もし現在の枠組みの中で前兆すべりが見つかり、そしてその範囲を規定するとした場合、それはどこまでと思うのか。従来の東海だけと思うのか。そうではなく、もっと連動して広がると思うのか。どこの範囲まで地震として考えるべきかということは、現状の枠組みの中で整理しておかないといけないことではないかというのが最初の第2パラに書いてございます。そういう意味で一定の結論を出す必要があると書いているのは、現状の枠組みの部分での整理でございます。

しかし、その一方で地震予知そのものが一般的には困難という認識にあるということ、それから南海トラフにおける巨大地震についても当然東海も含めて同じではないかということについても、いろいろな議論があるようでございますので、そういう意味で南海トラフの巨大地震の発生時期、そういうことを含めた予測可能性について現時点における科学的知見をきちんと収集、整理しておく。

それらを踏まえて、この上の会議の南海トラフ巨大地震対策検討ワーキングでその現状

を踏まえながら具体的な防災対策をどうするのか。行政的にどうするのか。社会的にどうするのか。政治的にどうするのか。そういうことをちゃんと議論してもらえるよう、きちんと現在の科学的知見の収集、整理をしておこう。これが、この会の目的でございます。

「主な調査内容」ということで、こちらの方でざっと当初整理していたものがそこに大きく4つ書いてございます。

まず、東北地方太平洋沖地震で何かわかったこと、どういうことがわかったのかということがあるのではないかとということで、まずそれが1つ目に書いてございます。

それから、今、文科省の方でレビューをしたり、さまざまな観点からの整理をしていると思うので、地震発生予測そのものに関しての現状認識についても整理しておく。この中には文科省のレビューとか、それだけではなくてもととの本来の資料の収集等についても含まれている。

一方、気象庁の方で東海地震予知に係る前兆すべりの検出の仕方についてどういうことをやっているのか。東海地震そのものが検出できるかどうか。そういうことがあるのかどうかという議論はしてございませませんが、そういうものが仮にあるとして、どういう考え方でどういうふうにして検出しようとしているのか。その考え方をまず整理しておこうというのを1つの項目に入れてございます。

それから、先生方、各委員の方々からこれらの現状についての報告を受け、あるいは必要ならば指示を受けて資料を収集したいと思います、そういうことを整理したいということでございます。

今後のスケジュールの部分でございますが、非公開資料の1と2を見ていただきたいと思います。まず、この会そのものがどういうところに位置づけられているのかということで、構成がちょっとややこしいんですけども、非公開資料1で「中央防災会議における地震対策の検討会議の構成」というものがございまして。中央防災会議の下に防災対策推進検討会議という専門調査会が置かれておりまして、現在この専門調査会、防災対策推進検討会議は官房長官が座長で閣僚が入った専門調査会ですが、その下に南海トラフ巨大地震対策ワーキンググループという河田先生が座長をされてございまして、防災対策全体を検討する会議がございまして。

この本調査部会はこのワーキンググループの下に置かれて、具体的な防災対策を検討するための必要な科学的知見をとりまとめて、それを報告するということになってございます。

それ以外に、モデルを検討するモデルの検討会議がこれとは別に置かれております。それは南海トラフの巨大地震モデル検討会という阿部先生が座長になったものですが、こちら辺が連携しているということになります。

その他、今は首都圏についての検討も並行して行われていますので、ほかのことも書かれてございますが、中央防災会議の下に専門調査会の下になります、ワーキンググループの下に置かれています。

それから、「南海トラフ巨大地震対策の主な論点」と書かれていますけれども、具体的な対策を検討するに当たりまして法的枠組みについても検討するというようにしてございまして、一番右下にあります「対策の推進のための仕組みの整備」という中で「東海地震、東南海・南海地震それぞれに存在する既存の法制度のあり方をどのように考えるか」、このことも検討対象に加えております。

スケジュールは3枚目ですが、先ほど言いましたモデルそのものを検討するというものと、それから防災対策を検討するという2つの会が並行して動きながら結果を出していくことにはしてございますが、8月末ごろに10mメッシュでの津波高、浸水域等の公表と被害想定を合わせて公表する予定で今、準備を進めてございます。

そして、今年の秋ごろにはこの予測可能性についての現時点における科学的知見を報告して、経済等の被害想定も含めて今後の南海、それから全体の地震対策のとりまとめを行っていただく。これには冬ごろと書いてございますが、秋ごろにはこの報告をまとめて報告しないといけないというスケジュールでございます。

それから、本検討に関わるものについて、明日公表される「南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ」の中間報告の中からの抜粋でございます。一番下の方にアンダーラインが引いてございますが、「東海地震のみを対象として指定されている大規模地震対策特別措置法に基づく地震防災対策強化地域について、想定東海地震の前兆すべりが検出された場合に想定東海地震と連動して東南海・南海地震につながる領域まで地震が発生する可能性や、南海トラフの地震発生予測の可能性等について、科学的な検討を踏まえ、その指定範囲の見直し等について検討する必要がある。」

これが明日、報告されるワーキングの中に書かれてございます。これらも踏まえながら秋、10月ごろまでにはと思っているところです。

それで、御議論いただければと思いますが、その次に非公開資料2ということで案を書いてございます。事務局、我々の方でとりあえず今後どのような形で資料を収集したりしていこうかということで、本日第1回ですが、これについてはこちらの方で山岡座長、橋本副座長にそれぞれ紹介いただくと同時に、気象研の方で太平洋沖地震の前に見られた前兆的な現象としてどんなものがあるのかということを整理してもらいました。これについても意見をいただいて、まとめ直すところがあればまとめ直したいと思います。

それから、第2回は先生方のスケジュールを見て6日くらいしか日がないかということで第2回は8月6日と思っております。そして、そこで「気象庁の地震予知情報業務について」と書いてございますが、先ほどの基本的な考え方のところですね。それから、国土地理院の方での観測の考え方というようなこと、それから「東北地方太平洋沖地震で分かったこと」ということで、これは松澤委員からです。それから「地震に関連する電磁気学的研究の現状について」、長尾委員の方からお願いします。

それから、委員ではございませんが、大規模地震対策特別措置法そのものがどういう経緯でできたのかというようなことについて、当時のマスコミの目で見ただけで元静岡放送の

川端さんが整理されているものがございまして、機会があれば是非紹介してみたいという話もありましたので、ちょっとトピック的にそのような御紹介をさせていただければと思っております。

第3回は、スケジュール的に見るともう8月は御都合がなかなかつかないのでも9月になりますが、9月に3回、4回を開き、今のところ5回目はどうも9月中は難しいので10月の上旬には開きたいと思っております。

3回目はシミュレーションの観点から見た事柄について中心的に議論できれば、それから4回目には文科省の方でのレビューもある程度まとまっているのではないかと思います。そういうことも含めて報告できればと思っております。これ以外に必要なものがあれば収集、整理しまして、4回目くらいに報告書のとりまとめ案のたたき台を用意したいと思っております。それらについて御議論いただきながら、5回目を10月の頭にまとめたいと、このようなスケジュールでございまして。

スケジュールの方はよろしいでしょうか。

○山岡座長 何か御質問、御意見がございましたらお願いします。

○堀委員 法案についてですが、今、自民党から出されているものとの関係はどうなっているのでしょうか。単に法案として出ているだけですか。こちらで検討していることとそういう動きとはどういうふうに関係するんですか。別に関係ないと思っていんでしょうか。

○若林企画官 関係ないということではないんですけども、議員立法で今トラフの特別措置法の案が出ていますし、それは参考にはさせていただきつつ、我々として行政としても何が必要かというのはこのワーキングで検討するということになっていますので、全く同じ方向ではないかもしれませんが、特別措置法で南海トラフ巨大地震対策に何が必要かを検討することは必要なので、議員立法で国会で議論される状況になるかどうかはわかりませんが、それを参考にしながら我々ワーキングとしても検討していくということなので、国会と我々行政なのでなかなか難しい関係だとは思いますが。

○堀委員 その辺の関係がよくわからないのでどうなのかと思ったのですが。

○山岡座長 こちらとしては、上位委員会の諮問に従って粛々とやるというのが1つの趣旨だと思いますので、今のところそれ以上でもなくそれ以下でもないという感じはあります。

ただ、周りの動きによってひょっとしたら何かあるかもしれないけれども、今のところはまだそちらの方も動いていないようですので、このスケジュールに従って進めるのだろうと私は理解しています。

それ以外に、この調査部会の趣旨とか、何か御意見があればお願いします。

○橋本副座長 趣旨というか、やはり議論のフレームをちゃんと確認した方がいいと思うのですが、これは要するに2012年現在の科学的知見と、それから観測の状況に基づいた議論でよろしいわけですね。

○横田参事官 はい。

○橋本副座長 今後 10 年あるいは 20 年、30 年経って可能性があるなしということは一切議論しなくていいということでよろしいですか。

○横田参事官 あるとすると、そういうことをちゃんと検討しろということがこの会からあえて言えば出すことかと思うので。

○山岡座長 だから、現状での整理である。

○横田参事官 それ以上踏み込んでその可能性を議論するのは、多分もう一度必要であれば別の場だと思っております。

○山岡座長 そうですね。今後に関しては研究はどうするべきかという話になるから、そこはここの議論ではないと思います。だから、現状の整理をするということですね。

○横田参事官 あえて出すとしたらというところでいくと、そういう研究とか調査とかは重要だとか、そういうことかと思っております。

○橋本副座長 その並びでいくとちょっと気になるのは、この検討内容の中で海底観測がどれぐらいあるかというのが見えないんです。具体的には JAMSTEC の DONET なんですが、あれは現在ある程度動いているし、しかも今年度か再来年度ぐらいに大分整備がされるはずなので、どこら辺まで議論するかとか、その情報をちゃんと入れてもらわないと評価もできないです。

○横田参事官 現状の観測体制のところは第 2 回に気象庁の中で御紹介を、文科省の方か、どちらかだと思っております。

○山岡座長 だから、スケジュールに載っているものは議論に含めてもいいと思います。

○井出委員 しかし、観測に関してはある程度こなれてこないとそもそも議論の俎上にすら載らないんじゃないですか。

○山岡座長 スケジュールとしてこのぐらいの観測網はできることになっていますというところは整理の中に入れてもいいかと思えます。

○横田座長 観測体制の現状と、わかっている計画という形でまとめさせていただければと思います。

○山岡座長 よろしいですか。やはりフレームワークをきちんと議論しておいた方がいいと思いますので。

それでは、更にまた事務局から「東海地震対策の現状の仕組みと課題」についてお願いします。

○横田参事官 先ほどちょっと法的な話がありましたが、私の方から簡単に、詳しくはもっと専門の人がいるのでまた御説明いただければと思います。資料 2 です。

現在の地震防災対策に関する法体系としては、一番上に帯の横に細くなっていますが、災害対策基本法というものがあまして、その下で注目されるのは大規模地震対策特別措置法が昭和 53 年に成立したものがございます。それから、これを動かすに当たって地震財特法という法律がございしますが、一つの連携ものだと思っております。

それから、平成 14 年につくられました東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法、引き続きまして平成 16 年に日本海溝・千島海溝に係る特別措置法ができてございます。

これらの法律の中には、予知体制が確立した場合には大規模地震対策特別措置法の方に移行するというようになっております。

それから、これと別に兵庫県南部地震の後につくられました地震防災対策特別措置法というものが黄色で書かれたものでございます。避難地等 29 施設の整備を促進、9 施設の事業については国庫補助云々と書いてございますが、そういう地震に対する対策と調査研究の推進のことがここに書かれています。

そして、一番下に書いている津波に係るものがピンクで、津波対策の推進に関する法律が昨年度立案されております。

このような全体の中で、大規模地震対策特別措置法というものが 1 つここにあって、それから東南海・南海に係る法律が別にあって、南海トラフ全体を考えるに当たって 2 つの法律があるということが少し全体の防災対策を推進するのには不適切ではないか。1 つにすべきだとか、別の法律をつくるべきだとか、そういう議論もあるので具体的な現状を整理しておこうということです。

それから、東海地震対策の現状の部分について簡単に整理しております。東海地震対策について、起きていない東海地震が心配だということで措置がとられた。

次のページで「現在の東海地震対策の経緯」とありますが、先ほどの法律以外に東海地震対策大綱というものがございます。平成 15 年の 5 月に見直しが行われております。そして、それぞれ基本計画その他、必要な見直しが行われて現在に至るわけでございますが、ちょっと資料を飛ばしまして、この見直しの中で 1 つは「東海地震における地震予知」、これは気象庁のリーフレットにもございますが、情報に対処して対策をとりやすくするというふうにしました。

同時に、ちょっと見難いのですが、突発的に地震が発生する。情報の発表なしに地震が発生するというのもこのときに明確にされました。それまでは、何となく必ず情報が出てから地震が発生するんだというようなニュアンスがありましたが、ここでは突発的に発生することがあるということが整理されております。

それから、「東海地震における地震予知」の考え方のようなものを 6 ページに書いてございますが、これは次回にまた気象庁の方でということです。

それから、「大規模地震対策特別措置法」、法律そのものの全体の枠組みの部分を書いてございます。地震防災対策強化地域、これは内閣総理大臣がそれぞれに諮問して、そして改めて都道府県知事からの意見聴取も経た上で指定するということです。それから、それぞれのところにある程度の計画をちゃんとつくれということを実施するよう定められていること。警戒宣言その他の前後でどういうことがされるのかということが書かれてございます。

財特法については、お金の国庫補助率をどうするかということの過去の経緯を簡単に書いてございますが、割愛させていただきます。

そして、先ほど申しましたとおり9ページですが、平成15年の大綱の見直しにおいて重要なのは、情報そのものもわかりやすくして、全体の体制もわかりやすくしたこともありますが、突発的に地震が発生する可能性があるということがここで明確にされて、その突発的な地震発生に対処できるように大綱計画がつけられたということでございます。

そのような場合が、ちょっとわかりにくいですが、以降、基本計画あるいは防災戦略、活動要領というものを定めながらきておりますが、13ページで「東海地震応急対策活動要領」、これは流れるには厳然と情報が出た流れで書かれているようになっていますが、この地震発生というのは突発的に起きたときはここから下だけ動くという絵でございますので、時間軸は必ず上から下に流れている絵ではございません。

それから、この下に書かれている資料は、予知できた場合とできなかった場合で部隊の派遣人員が違うということで、この中に予知できた場合、例えばDMAT等の派遣は搬送目標患者数が、予知できた場合は629人、突発のときは516人と、やや少ない人数になっておりますが、こういう形で突発のときも対応できるように、必ず予知できるわけではないというふうに見直される。法律そのものについては、もともと突発が含まれている法律があるのですが、何となく必ず予知できるという概念が強かったということでございます。

それから、参考で見ておいていただければということで、参考資料で用意したのが大規模地震対策特別措置法に係る解説がございます。その中で地震予知の現状、当時どういう現状だったか。それから、それぞれがどういうふうを考えてつけられたのかというようなことが書かれております。当時は空振りはある見逃しはしないという国会等での答弁を含めて、そのくらいの気持ちでつけられたというような状況がございます。

現状の仕組みと課題については以上です。

○山岡座長 どうもありがとうございました。要するに、現状では南海トラフに係る法律が2つというか、複数あるので、その辺の整合性を図るということも上位委員会のターゲットにはなっているということですね。

何か御意見、御質問があればどうぞ。

○井出委員 やはり科学の現状という認識に立った場合には、東海地震という概念すら検証してみる必要があるのではないかと思います。いかがでしょうか。東海地震が起こるのは当たり前じゃないか。おまえは何を言っているんだと言われれば私は引込みますけれども、東海地震というのはそんなに確率的に高いものでしょうか。

別に、確率的にはあるんです。勿論、東海地震と称するものが起こる確率はあるんですけども。

○山岡座長 震源域としてあの辺りで起きることはあり得ると。

○井出委員 あの辺だけ独立で起こる確率を否定はしません。絶対起こらないとは言わないけれども、それが果たしてあの辺で考えるメジャーなものなのかというと、私は全

然そうは思えない。

○山岡座長 そういうところも整理の中にきちんと入れるというのは、全く私はいいと思います。

○横田参事官 出していただいていたかと思います。それで、実際には南海トラフの検討の中で全体が連動するという整理をしてしまったので、南海トラフ沿いの大規模地震と言っている中にあるように。

○井出委員 今、法律としてあるのは勿論、名前として出てくるのはいいんですけども。

○横田参事官 それから、今、新しく検討しているワーキンググループの方も「南海トラフの」と言っていて東海地震とか、そういう名前は特に言ってごさいません。

○井出委員 勿論、この委員会にも入っていませんし、ただ、現状で我々の立ち位置を考えたときに東海地震というものは科学的には余りメジャーなものではないと思います。それを、私は皆さんに納得して賛同していただけたらうれしいのですが。

○山岡座長 ここで言うと、さっきの趣旨のところ、東海地震の前兆すべりは云々というのは、要するに現在観測網が整備されているところから始まったときというふうに読み換えればいい。

　　だけ、そういう意味で言うと、東海地震というものを意識するというよりは、南海トラフ全体の地震として議論すればいいと思うのですが。

○長尾委員 多分、想定東海地震というものがいわゆるなすび型と仮定している。ところが、歴史的には過去 1500 年間では必ず連動しているということもありますし。

○井出委員 そうですね。そこは単独で起こったことはないですね。

○長尾委員 ないです。だから、その辺の知見というものが今、積み重なってきたら、そういうことをここの委員会でちゃんと言っていくことは非常に重要じゃないかと思います。

○山岡座長 上位委員会でもいろいろな自治体の防災の考え方でも、もはや東海地震単独というよりはいわゆる東海地震、東南海地震、南海地震というものをセットで考えるというのが防災上は主体になっている。だから、ある意味、ここの議論もそういう南海トラフの地震の起き方という形で議論すればいいと私は思いますが。

○横田参事官 今の部分に類似するのは、モデル検討会の阿部座長が、単独で起きたことを知らないということをいろいろなところでおっしゃっていましたので、きちんと東海地震が単独であるのかどうかということについて、当然その起こりやすさがどうか、どういう形でまとめるか、それはあっても構わないと思うので、科学的な知見として現在はこういうふうに考えるか。それは、そのとおり整理したいと思います。

○井出委員 科学的な知見として科学者がそれを積極的に支持できるかどうかということですね。

○横田参事官 はい。

○長尾委員 あとは分けていた理由で、いわゆる想定東海地震が予知可能かもしれないというのは、陸に近いというか観測網、要するに気象庁の都合というか、人間の都合ですね。

体積ひずみ計をどこに設置できるかという点、海には入れられなかった。そういうことが今いろいろなことで可能になってくると、昔の大震法ができたときの想定東海地震というものからそろそろ分かれて南海トラフの地震というような形をいって行くのは非常に意味があると思います。

○山岡座長　そういう認識でよろしいですね。

ほかに何か御意見、御質問があればお願いします。

○松澤委員　特別措置法の資料というのはいつつくられたんですか。直後ですか。

○若林企画官　これは、制定当時の解説資料なので。

○横田参事官　法ができてすぐにつくっているんだと思いますが。

それでは、先ほどの法律のそれぞれについて説明をしていただけますか。

○若林企画官　資料2の1ページ目でございますが、議員立法か閣法かで申しますと、災対法は閣法です。

それから、大規模地震対策措置法は閣法、地震財特法は議員立法です。

東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法と日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法は議員立法です。津波対策の推進に関する法律も議員立法です。

地震防災対策特別措置法も議員立法です。

そういうことで、かなり地震関係は議員立法が歴史的に多いということです。

○井出委員　それを知るとどういいういことがあるのか、私のような馬鹿者にも説明していただけますでしょうか。

○若林企画官　要するに、内閣がつくったのか、国会議員が発案してつくったのかという違いだけで、効果的には全く一緒です。

○井出委員　ですから、その違いを知るとどういう意味があるのかということを説明していただけますかというお願いなんです。

○若林企画官　それは効果的には何も変わりませんので、一応背景だけということです。

○長尾委員　例えば廃止とか、そういうことに関して議員立法だと何だとか、そういう解説を受けたこともあるんですが。

○井出委員　全く意味がないんだったら、区別はしないと思うんですが。

○山岡座長　どういいうような国民の意識でつくられたかというか、議員さんの意識でつくられたかということの違いかと私は思います。できてしまえば同じですから。

○橋本副座長　できてしまえば法律としては同じなんでしょうけども、地震防災対策特別措置法ができたときの経緯を横目で見ている者からすると、かなり短時間でできている法律ではあります。そういう意識の違いだと思ったりいいと思います。

○横田参事官　先ほどの大規模地震対策特別措置法の解説資料は、昭和54年9月30日です。

○山岡座長　よろしいですか。ほかに何かございますか。

なければ、先へ進めさせていただきたいと思います。今日は3つ説明がありまして、最初は私で、2つ目が橋本副座長で、3つ目が気象庁の前田さんということかと思っておりますので、最初に私の方から、事務局から依頼されたのですが、「2009年ラクイラの地震と実用的地震予測に関する国際委員会」の内容について紹介をするということで、若干時間が押しているので少し手短かに紹介させていただきたいと思います。

ここにいらっしゃる多くの方は御存じだと思いますが、一応おさらいをしたいと思えます。非公開資料の横長のパワーポイントの資料でございます。

1枚めくっていただくと、この会議のメンバーと設立の背景について簡単にまとめてあります。これは、2009年の4月にイタリアで発生したラクイラの地震の後にイタリア政府の求めに応じて南カリフォルニア大学のトム・ジョルダンを座長として組織された委員会、9か国から10人が集まっております。日本からは私が参加をいたしました。

この委員会の設立の背景としては、2009年の4月6日にラクイラでMw6.3の地震が発生し、死者約300人で全半壊2万棟、避難した人が6万5,000人ということで、非常に大きな被害を伴った地震です。

ここで重要なのは、後から見てですけれども、活発な前震を伴っていて、かつ地元の研究者がラドン観測によるプライベートな地震予知発表を行って、当局が火消しを行った。そこでいろいろ混乱があって、結局地震が起きてしまって、やはりそういうこともあったために地震予知というものについて国際的な状況を整理してほしいということでこの委員会が組織されました。

会議の主なものはラクイラ、ローマ、ラクイラということで3回行われました。

この報告書は現在、『Annals of Geophysics』という雑誌に既に発表されていまして、こんな感じで発表されておりますので、もしお時間がありましたらちょっと目を通していただければと思います。

それから、サマリーとイタリア政府に対する提言は2009年の10月2日に発表されて、その英訳は以下のサイトでございますし、和訳は私の方で和訳したものを地震学会の『ニューズレター』に掲載してありますので、それもごらんになっていただければと思います。それを今日本当はコピーすればよかったかもしれませんが、それも公開資料でごらんになることができますので、是非見ていただければと思います。

大ざっぱに内容を少しお話ししますと、次の2ページ目にありますように、まず言葉の定義から始めました。これは私がない最初の会議だったようですけれども、予知と予測、英語で言うとPredictionとForecastの定義をするところから始めないとその次の議論ができなかったということで、言葉の定義から始めています。

この会議での言葉の定義は、予知というものはいわゆる決定論的に将来起こる地震を予測するものを言い、予測というものはもう少し確率論的で0～1までの確率で表現するものを言うということで、ここで定義を行いました。その中での議論は、地震の発生過程は大変複雑であるということから診断的前兆、要するにこれが起きると地震が起きますとい

うような前兆による決定論的予測値は現時点では困難であるということで、その結果、確率論的・定量的予測というものが必要であるということでした。これはあくまでも Operational Earthquake Forecasting ですので、これを日本語に訳すと実用的な地震予測のためにはということですが、そういうときには確率論的・定量的予測が必要であるということと話がスタートしています。

その現状について幾つか整理をしております。あとは、それ以外にも世界の主要な国々でどのようなことが行われているかというようなことも整理をいたしました。

その右に3つあるのがそれぞれのハザードマップで、イタリアでは時間非依存、つまり発生がポアソン過程であるとしたハザードマップが公開されています。それで、イタリアでは必ずしも地震の周期性が見られないということで、ポアソン過程に基づいたハザードマップがつけられている。

日本は地震に周期性があるということを前提に、時間に依存したハザードマップがつけられているのは皆さん御存じのとおりです。

一方、カリフォルニアでは地震の短期予測図というものも公開されていて、毎日更新されるということも行われています。

次を見ていただくと、幾つか背景が載っております。これは先ほどお話をしたとおりですので、このようなラクイラの地震があったということです。それから、そのページは今回の2009年のラクイラの地震はイタリアの中で言うと地震発生危険度の高いところで発生したということです。

右の図は地震の加速度を表していて、50年の間に10%を超える確率で発生する加速度値のようなもので表したハザードマップです。すべてイタリア語なので、何となく雰囲気わかるかと思います。上の方の Mappa di 何とかの下から2行目くらいが、多分50年で10%ということだと思いますので、そういう加速度値として表現されています。

次のページがラクイラの地震の震源マップと、それから地震活動の時系列で、この地震には前震活動があった。その上の図の真ん中の星印のところが本震で、その周辺にその年の1月以降に地震活動が固まっています、その後、黒いところが余震であるということです。そのような活動だったんですね。

その下が、いわゆる括弧付きの地震予知が行われたという背景ですけれども、2009年の1月から群発地震が発生して、住民は大地震発生を心配して学校の避難とか、その他の対策がされた。地元の研究者が、ラドン観測の下に地震予知がされて社会的な関心を集めた。

けれども、3月31日に大規模災害対策委員会という、これは和訳ですけれども、そういう会合が行われ、専門家によって大きな地震につながる理由はないという結論がなされましたが、実際には大きな地震が起きてしまったということで、当局は非常に苦しい立場に立たされたということです。

そこで突きつけられた課題は幾つかあって、これは今回のレポートにあります。1つは大きな地震と余震を予測するために最もよい科学的方法は何か。大地震を防災に役立つ

程度に短期的に予測することは可能なのか。地震の予測情報を政府が防災に役立てるためにはどうしたらよいか。どのように地震予測情報を流通させたらよいかということについて、諮問を受けたということでございます。

次を見ますと、「諮問内容」について、特に諮問そのものは前兆現象を防災にどう役立てたらよいかというようなことと、1つは地震の予測と短期予知についての知見の整理と、何かこの委員会と似ていますけれども、そういうものの諮問を受けました。

それで、「検討方針」としては、地震予知と予測に関する科学の現状とそれらが防災に貢献できる程度を評価する。地震が活発な国における、実用的地震予測の現状を評価するというか、それは整理する。それから、将来的に新たな科学的知見を実用的な地震予測手法として使えるようなロードマップを示すというようなことです。

その下が内容ですけれども、前書きは Operational earthquake forecasting、実用的地震予測の考え方としては、1つは将来発生し得る被害地震に関する継続的な公式情報の更新。ちょっと日本語にこなれていないけれども、そういうものが大事であるということです。それから、災害軽減対策のための公式情報の発信ということが大事である。特に公式情報がないところで研究者と市民への非公式の情報のやりとりがあると混乱を招くとか、特にイタリアではこのような実用的地震予測の必要性が迫られていたということです。

最後は Christchurch や Tohoku の地震の前にこれは執筆されたものですがけれども、これらの地震も時間依存する地震ハザードマップ情報の必要性を示しているというようなことが前書きに書かれています。

内容としては結構厚いレポートなんですけれども、1～5というふうに書かれていて、そのうち2.のところに現在の地震の予測とか予知の科学の現状というものが約28ページにわたって書かれています。

それから、3番目には各国の状況、4番目は2番のところをまとめる形で勧告が書かれています。その内容は、その次のページに和訳したものがございます。9ページになります。

まず最初は確率論的な地震予測を活用すべきである。特に必要なインフラと専門的知識を取り入れて確率論的地震予測を活用すべきである。

それから、そのためには「地震のモニタリング」が必要であります。これはイタリア政府に対して言われたので、特に地震学的・測地学的データを集められるようにすべきである。DPC というのはイタリアの防災局みたいなところですが、そういうデータを集めるようにすべきとか、震源とひずみ速度マップが適時に作成できるようにすべきとか、地震発プロセス研究のための「天然の実験場」を設立する機会を支援するべきである。このレポートなどで「天然の実験場」としては、例えば日本の東海地域もここに含まれています。これは海外から見たときの位置づけですので、我が国の位置づけとは若干異なりますが、今回の国際委員会ではそういうふうに見ていると思います。

それから、「地震予知可能性」についてです。これは、現状ではなかなか地震の予知は

難しい。決定論的予知は難しいということでもありますけれども、その基礎的研究はきちんと国家プログラムとして実施すべきであるというようなことが言われています。

それから、長期予測モデルです。長期予測として時間非依存、時間依存の予測モデルを開発していくことが重要だということが言われています。

それから、更に短期予測についても確率的な考え方の下に短期予測モデルを開発していくことが大事であるということが書かれています。

それから、Fとして「地震予測手法の検証」ということですが、地震の予知とか予測に関してはきちんと検証する必要がある。これは、予測されて地震が起きた、起きないという通常のやり方に加えて、後ろ向き、前向きという試験をする。つまり、過去のデータを説明するだけではなくて、同じルールで将来も説明できるということが必要であるとか、そういうようなことがここに書かれています。

その2つ目の国際インフラを検証ツールとしてというのは、いわゆる CSEP を意識したものです。

あとは「地震予測の活用」、その他、「一般市民への地震情報の伝達」というところにも少し触れておりますが、これは今回科学者、研究者が中心だったので、ここはやや専門外というか、守備範囲外のところではあります。少しそういうところにも触れているということです。

それで、「「提案」の考え方」について幾つか抜粋をしますが、ここでは予知と予測を定義してある。予測は確率が用いられるべきであって、この中では決定論的予知は現状では困難である。信頼できる診断的前兆現象は現状では見つかっていない。それでも、基礎的研究は継続すべきであるということです。それから「ゆっくりとした動き」、これはスローモーションというふうに原文では書かれていますけれども、ゆっくりとしたプレート境界のすべりとか、そういうものを含めたものはきちんと注目すべきであるということも書かれています。

それから、「実用的予測モデルは長期的地震ハザード予測に比較して確率利得のあるモデルでなければならない」。要するに確率予測ですから、日本でもありますけれども、いわゆる長期的ハザードをそのまま計算すれば、例えば明日1日に起きる地震の確率というものは当然計算できます。ただ、それに対して予測モデルというのはそれよりはずっと確率がよくなければいけないというようなこともあります。

ただ、実際にそうであったとしても、絶対的な確率はさほど高くはないという問題があるということも書かれています。

それから、予測の評価ということもきちんとしましょう。先ほどの予測の評価とか、それから検証というものも「場所」「規模」「時期」の範囲を決めて予測の成績を評価するとか、長期評価に対して確率利得を示すとか、基準を決めて将来の予測法で評価をすることが必要であるということです。

残りは、各国の状況ということで簡単にまとめております。

それぞれ、イタリアは DPC というところと、あとは INGV という 2 つの組織が活動を行っております。

中国では、China Earthquake Administration、中国地震局が長期、中期、短期の直前予知、予測を行っているということですが、なかなか地震の予知の難しさに直面しているというようなことも書いてあります。

ギリシャは EPP0、Earthquake planning and Protection Organization というところが地震対策の基本方針、地震の予知・予測の評価を行っていて、VAN に対する対応もここでやっているということでした。特に研究レベルの予知はこの EPP0 に提出されて、そこで評価されるというようなことが行われているようです。

ロシアでも基本的には同じようで、ロシアの専門家会議というようなところがあります。ロシアではいろいろな地震予知・予測手法の研究開発が盛んですが、法律にのっとったルールで予知情報が政府に伝えられ、恐らく先ほどの REC という政府の委員会で評価されるという形になっております。

最後はアメリカですけれども、アメリカでは USGS が責任機関になっている。その下に、よくわかりませんが、National Earthquake Prediction Evaluation Council、国家地震予知評価委員会みたいなものが 1987 年に設立されています。1990 年代からは不活発だったんですが、また 2006 年から活動を再開したと聞いています。

カリフォルニア州では、幾つかの委員会があるということです。

それから、実用的な予測としては連邦レベルでは National Seismic Hazard Map Project ということで、ハザードマップをつくられていたり、カリフォルニアレベルでは UCERF と、カリフォルニアのハザードマップがつくられていて、時間依存と時間非依存が混じったような形のハザードマップがつくられていたりします。

そういうようなことで、今後それが先ほどの UCERF というものが少し発展する形でいろいろなものを取り入れていって時間依存のハザードマップを開発していくというようなことがなされているということです。

そういうことで、ちょっと簡単ではありますが、御報告申し上げます。

何かもし御意見、御質問があればお受けします。

○井出委員 著者の山岡さんの前で言うのも何なんですけれども、仮にこの文章で書かれていることをそのままいったら、ほとんどこのワーキンググループでやることは終わると私は思うんですけれども、これが単にイタリアの政府に提出したレポートというだけにとどまらず、現在これは IASPEI です。国際地震地球内部物理学連合の総会で承認された文章ということになっていて、基本的にはこれが現在国際的な地震研究者のある程度の総意であると考えられるのではないかと思います。その点はいかがですか。

○山岡座長 実用的な地震の予測に関する一般的な平均的な見方であろうと思います。

○井出委員 一般的、平均的な見方であるということで、それをこのワーキンググループのベースメントとして考えていくことでいいのです。

○山岡座長 私はそれでもいいかと個人的には思っていますし、一応これも3回くらい集まって議論をして、かつこのフルレポートの中には一応レファレンスもちゃんとそろっていますので、かなり根拠としてしっかりしたものにはなっていると思います。だから、研究レベルでというよりは実用的なレベルで一般的にはこういう問題であるということで、これが一つはベースになる。

ただ、もう一つは今回は南海トラフにということがあるので、それを南海トラフという特殊な場所に焼き直したときにどうであるかという視点も重要だと思いますので、一般的なこういう考え方プラス南海トラフの場所という2つの観点から議論を進めてもらえればと思います。私はそう思っています。

○井出委員 それでいいと思いますし、あとは山岡さんが今日余り強調されなかった点でこのレポートの中で私が重要だと考えている点は、これは警報という言葉が入っていますね。警報を出すかどうかという問題があつて、これは言葉の定義で予知が決定論的、予測が確率論的という言い方、これは勿論こう定義しているんですけども、それと同等以上にひょっとしたら大事なのは2通りの物の考え方がある。

1つは、警報を出す。何か物事に対してイエス・ノー、0・1で答えられるようなものを出すんですね。それに対してもう一個は、割と継続的な確率レートを常に更新していく。要は、一瞬で勝負するか、長期で継続的に勝負するかの違いというのが予知と予測の違いで、結構これは重要だと思うんです。

○山岡座長 要するに、一瞬でと今おっしゃっているのは、その前兆現象をとらえて、これが起きたら絶対地震が起きますというような前兆現象を、警報を出せるレベルの前兆現象として、そういうものは現状では信頼できるものは見つかっていない。

○井出委員 その中に日本も入ってくると、それはまさに大震法の根拠になるわけですが。

○山岡座長 だから、東海に関してはそういうことが行われているけれども、現時点では地震が起きていないというのが現状だと、そういうふうに書いてあります。そういう意味では、非常に正しい。

それ以外に、いろいろ警報を出すレベルの前兆現象というのは、信頼できるものは見つかっていないということが書いてあります。

○井出委員 目指すべきであるというところで、もう一步踏み込んでいると思うんです。

○山岡座長 そこは、それよりはむしろ確率論的なものを目指していて、それで警報を出すのであれば、あるレベルを超えたら警報を出すというふうに考えるべきであるという考え方を前面に出そうとしています。

○堀委員 その警報というのはどういう定義ですか。

○山岡座長 警報というのは、行政が出す警報です。最終的に科学は0と1の間でしか言えない。そのときに、どのぐらいに可能性が高まったら警報を出すかというのは、それは警報を出す側の判断だと考えます。

だから、科学は1か0かは言えなくて、1と0の間の連続量のどこかであつて、それが

時間とともに増えたり減ったりする。それで、このぐらいに増えたらやはり世の中は少し危ないと言うかどうかはわかりませんが、対策を取るための警報を出すというような考え方にに基づきます。

○長尾委員 要するに、科学は0・1の間でいいんですけれども、行政が動くためには0か1を言わないといけない。

私は静岡ですけれども、そこが非常に問題になっていて、例えば深部低周波微動がざっと出てきた。ところが、今の段階ではこれは予知とか、そういう情報発信につながらないけれども、住民に知らせることなく万全の体制を取れという指示がくるのを静岡県庁は異常に恐れているわけです。

○井出委員 わかりますけれども、そこで1つ最近見逃せない誤解というのがあると思います。やはり科学はあくまでも0・1では物は言えないんです。それに対して0・1で言えないものを0・1に落とし込むというのがまさに行政の仕事であって、それを行政の人ができないと言って泣き言を言われたら私は困るわけです。

○堀委員 それに関して言うと、少なくとも静岡県の防災担当の人は、判断するのは自分たちだとはっきりと言っていたし、逆にそういう判断をするためにあいまいでもいいから情報を出してほしいということ言われていたので、その辺は多分意識が変わってきているんだと思います。

○山岡座長 だから、あくまでも科学は0と1の間である。それでどこをスレッシュホールドにするかは行政とか、実際に防災に対する要求レベルによって変わる。だから、もうちょっと別の言い方をすると、対策のコストによって多分そのスレッシュホールドが変わるだろうということです。

○松澤委員 この間の地震のシンポジウムの際に、地震研の堀さんがやはり同じようなことをおっしゃっていました。理学者の方でともかくどのぐらいのことか、あいまいでもいいから話してほしい。ただし、判断するのは別のレベルですよと、それをはっきりおっしゃっていました。

○山岡座長 だから、そういう0から1というところをここで議論していただくのが重要かと思います。

○長尾委員 あとは、この委員会として0・1もそうですけれども、非常に観測網が整備されたとか、非常に新しい知見ができたということを前提に今、何が言えるかということを上を上げていくようなことも。

○山岡座長 どういう研究成果が今、出てきているかというところを整理するのが、私は重要だと思います。

○長尾委員 そこから先はまだちょっとここではやらないと。

○橋本副座長 それはこの委員会ではないと思いますので、そういう観点からしてこの山岡さんのレポートで気になるのは、7ページの検討方針のところ、防災に貢献できる程度を科学者が評価することになっているんですね。そういうふうに読めるんですけれども、

これは誤解ですか。

○山岡座長 こういうふうには検討方針を考えましたというところなので、最終的には地震予測をどのように行政が使うかというところまで一応言及はしているけれども、ただ、私の感覚で言うと、そこはちょっと不十分かなという気はしています。多分、意気込みだというふうに思っています。

○橋本副座長 意気込みというか、これは科学者だけでやってはいけないことではないかと私は思います。

○井出委員 貢献するとか、そういう書き方でしょうね。

○山岡座長 これはここの委員会ではなくて、この国際委員会でのことで。

○橋本副座長 ただ、これを受けて我々もこういうふうな態度でこの委員会の議論を進めるというのは、ちょっと異論があるということです。

○山岡座長 わかりました。ここではあくまでも先ほど事務局からあったように、防災に貢献というよりは、むしろ科学の現状を整理するということがいいですね。

今、事務局からガイドラインの内容についてコピーを配っていただきましたが、今日お帰りのときにでも見ていただければと思います。これも、プリントしてお渡ししておけばよかったのですが。

できれば、このフルペーパーをちょっと斜めにでも読んでいただいて、まだ次の委員会まで1か月ありますので。

よろしいですか。

○横田参事官 これは、日本についてのまとめはありますか。

○山岡参事官 あります。

○横田参事官 それはそのまま掲載でもいいですか。外国で見た日本、日本は日本で整理してもいいですけども。

○山岡座長 日本に関しては別にここで書かなくても我々の方がよく知っているの、特に書く必要はないかなと思って割愛させていただきました。

○横田参事官 わかりました。外国から見た評価がどうかということで、ちょっと。

○山岡座長 日本については勿論、私が書いてトム・ジョルダン主査が英語の手を入れたり少し整理をして、かつ日本人のよく知っている人に査読をしてもらったということですので、余り間違いはない情報が書かれていると思っております。私だけだと若干誤解があると思いますので、もう少し私より日本の現状をよく知っている人に査読をお願いしているということです。

フルペーパーは、さすがにちょっと。

○横田参事官 それからもう一つ、先ほどの言葉の部分ですが、10ページです。「予知」「予測」ですが、これは用語を踏まえた形でこの会の議論もするということがいいですか。我々の中で、先ほどの趣旨説明のところは一応「予測」という言葉にしていますが。

○山岡座長 基本は「予測」という言葉に統一して。

○横田座長 それで、法律用語上、大震法の中に地震予知とあるので、とりあえず今いろいろな議論は「予測」という言葉を用いて整理して、法律の世界の運用をするときのみ「予知」というワードを使っておこうかと思うんです。

それで、ここで言う決定論的な手法か、確率論的な手法かというのは、いずれも「予測」というのが決定論的な予測、あるいは確率論的な予測と、もしあえて言わないといけないことがあれば全部それでよろしいですか。

○長尾委員 多分、「予知」と言うとやはり短期だと思うんです。それはかなり問題であって、要するに長期予知とは今は言わないでしようけれども、やはり「予知」という言葉はもっと限定的にこれから使っていくと非常に混乱を生じさせると思います。

「予測」でいいと思います。基本的には、「予測」だと思います。

○横田参事官 よろしいですか。この会では、基本的に全部「予測」のワードで、それに説明が必要であれば、その頭に修飾的に全部どういう予測かということを書いて整理をする。それで、「予知」というワードは単独で用いない。

○山岡座長 基本的には、この委員会はどちらかと言うと直前に近い、要するに短い期間の予測について議論をする。その中でも、確率的に0と1の間の話をするということで「予測」という言葉を使うということで、そこは一応合意ができたと思います。

よろしいでしょうか。

○横田参事官 それから、1つだけよくわからないんですが、10ページの確率利得のあるというのは具体的にどういう意味になるんですか。

○山岡座長 要するに、確率利得というのは、何かと比較をして、より高い確率で予測ができるかどうかということを使うんです。

だから、例えば今でも一番簡単なのはランダムだと思っています。もう少しいいのは、今の国の長期評価に基づいて30年で70%とやっていますから、それを例えば1週間で何%という確率は原理的には計算ができる。それより一体どのくらいよい、高い確率で予測ができるかというのを確率利得と言うんですね。

だから、相対的に単に長期予測に対して短期予測の部分が何倍確率よく予測できるかというのは確率利得で、普通、確率利得で言うと100倍とか1,000倍ぐらいよくなることはざらにあると言われてはいますが、それでも余り高くはないというのが一般的かと思えます。

○横田参事官 長期的なものに対してどのくらいかということですか。

○山岡座長 そうです。それと比較をする。だから、当てずっぽうよりはずっといいということを使うのが確率利得ということですか。よろしいでしょうか。

では、時間も少し押しているところもありますので、次は「大規模地震発生の予知予測を考えるー東海地震に対する枠組みを軸にー」シンポジウム報告」ということで、橋本副座長から説明をしていただきます。よろしくお願ひします。

○橋本副座長 非公開資料の中で、私の名前が右肩に入っております2枚とじの資料をご

らんください。

これは私のところの福島助教がまとめてくれたのですが、4月27日、ゴールデンウィークの前に、実はこれは特別シンポジウムとありますが、防災研究所の地震予知研究センター地震火山研究グループの方で定例で行っております研究会のちょっとした拡大版でやったものです。

背景としては、南海トラフの巨大地震断層モデルができたことでいろいろ議論が巻き起こりましたので、それを受けてやはり京都大学の研究者で考えていけないといけないということで、福島さんが主体的に企画してくれたものです。それで、私と産総研の小泉さんとここにおられます堀さんの3名で、その1ページ目にありますが話題提供をしまして、その後ディスカッションをしました。

私の方からは大震法について、地震科学の製造物責任などというちょっと大上段に構えたタイトルを出していますが、要するに一番年を取っていますので、一番古いことから全部しゃべるということをしました。

小泉さんは毎回判定会の方に出ておられますので、判定会の現状について御報告いただきました。

それから、堀さんの方からは、現在JAMSTECでシミュレーション研究を中心にサイエンスの最前線をやっておられていますので、その立場からの御意見、御報告をいただいたというわけです。

それを受けて、後半1時間半ほどのディスカッションをしました。「防災情報としての予知予測情報に地震研究者はどこまで関与すべきか？」ということで、これはまさに私がコメントしたことに絡むんですけども、2ページ目にいきますが、防災情報に関してはやはりいろいろと出していった方がいいという御意見がたくさんあったと思います。

それから、この現状の大震法のスキームの中でかなり会場からもその科学的なレベルがどうも法律と合わないという御指摘がありました。それから、私もそうですが、堀さんもやはり同様な認識を表明されております。

それから、私が最後に言っていますが、今回のこのワーキンググループの主題にも絡む話ですが、南海・東南海特措法と大震法との関係を御報告しましたので、それに対してやはり予測されるようなことに地震学者が対応しなければいけない状況をいろいろ申し上げたわけですし、こういう大震法のスキームで南海トラフまで全部いってしまいますと、我々、特に関西にいる地震学者がやはりかなり大きな責任を負うことになるよという脅しを一発かましたわけではありますが、そのほかいろいろ大きな問題がありますよということを申し上げたわけです。

「望ましい予知予測情報は？」ということに関しては、会場あるいはパネリストの中から、とにかく情報を出していこう。ただし、出すにしてもやはりそれは我々科学者だけではなくて、やはり行政、あるいは他分野のそういう専門家などとも一緒に考えていく必要があるということとは共通認識として得られたと思います。

最近、川勝さんが地震予知に関してトランスサイエンスという言葉が使われておりますけれども、まさにその考えでありまして、サイエンスだけでは解決できない問題である。多くのステイクホルダと一緒に考えていくべき問題であるという認識がかなり浸透していると思いました。

それから、やや技術的な問題でありますけれども、南海トラフのハザードマップ、津波予測などでは有効数字が非常に細かく出ておりますが、それに対してもクレームがありました。

最後に3ページ目ですけれども、対策についてもやはり情報を出したときに対策のイメージを持つことが重要ではないか。ではどうすればいいかということも含めて、丁寧に説明する姿勢が必要ではないかというような指摘がありました。実際、南海トラフの想定が出たときに、やはり防災研究者の方から対策もちゃんとしないと、おまえたちはちょっと無責任ではないかというようなクレームを私もいただきましたので、それを受けてこういう発言をさせていただきます。

小泉さんも、地震研究者は正しいことを言っているだけではだめで、情報の受け手側が欲しいタイプの情報は何かといったことも気を使うべきというような言葉を発せられています。

あとは、もっと別な問題でキャリアパス、地震学は理学の範疇のみでないのにキャリアパスとしては理学部から上がっていかなくてはいけないという、そういうキャリアのパスの問題もあるという指摘がありました。やはり大学の縦割りとか、そういった教育の問題にまでちょっとなっていました。

それから、最後の「学会には個性がある」という発言は実は尾池さんなのですけれども、工学系は企業関係者が成果を買いにくるとか、天文だとマニアファンがいる。ところが、地震学会は外からこないのが特色なので、積極的にアクションを起こしていくべきだということでした。

それから、研究者集団として、専門家としてはどういうアクションを取るべきであろうかという議論ですけれども、やはり研究者としてはしっかりとしたpeer reviewをやるべきであるというのは私も最近のスタンスとして持っていますので、それを表明させていただきました。

その次に、会場から出ているのは、専門家が委員会に参加しているのでかなり最新の研究成果も反映されているという論理がある。だから、専門委員会に出ている専門家は裾野の広い意見を積極的にくむように努力すべきであるというふうな強い指摘もありました。

一方、政治家も一生懸命勉強会をやっているのです、それに直接コミットできる可能性もあるので、そういうこともやるべきではないかというふうな御指摘もありました。これは尾池先生です。

それで、3点に集約されましたけれども、「地震研究者は、今こそ社会に対してコミットすべきである。」「施策や法律の内容を科学的に妥当なものにする努力をすべきである。」

「地震に関する情報を普段からもっと出していくことが必要である。」ということであり
ます。

実は、防災研究所の中にはいろいろな分野の人がおりますので、そういったところに呼
びかけてはいたんですが、いろいろなスケジューリングの都合で研究会がバッティングし
たこともありまして、そういう他分野の専門家の参加がちょっと少なかったというのは事
実でありまして、その辺を今後どうするかというのは我々防災研究所内部でのここ十数年
にわたっての大きな課題でありますけれども、今後もこういった会をずっと続けていこう
という意識は持っております。

以上です。ちょっと雑駁であります。

○山岡座長 どうもありがとうございました。

それでは、今の御説明に対して御意見、御質問があればよろしくお願ひします。

これは何人ぐらいですか。

○橋本副座長 50人ぐらいだと思います。

○松澤委員 先ほどの1・0の問題で、理学は0～1と幅のある数字を出しているけれど
も、どこかでスイッチを入れなければいけない。それに対しては、これは社会と関わるこ
とをおっしゃっているけれども、それは一緒に考えていくというスタンスの話ですか。

○橋本副座長 そうですね。あくまでも自分たちは決めない。地震の専門家がそういうこ
とを決めない。

○松澤委員 逆に、社会に遠慮して何も出さないということでもないという理解でいいで
すか。

○橋本副座長 基本的には2ページの下の方にありますけれども、情報はどんどん出すべ
きであると思います。

○山岡座長 例えば、そういう情報というのは、具体的にどんな情報かというような議論
はされたんですか。

○橋本副座長 具体的な情報まではなかったですね。

○山岡座長 例えば、スロースリープが大分活発になってきて地震の被害が起きそうにな
っているとか、そういうような情報は。

○堀委員 その辺も含めて私が言ったのは、そういう何か変化が起きたときだけ言うので
はなく、普段から固着している状態はこういう状態で、それが最近ちょっと加速してい
るということを言うとか、さっきの井出さんの話じゃないですけども、やはり普段から
継続的にやって、その延長線上として何か変化が起きているということを言う。

もう一つ、私が言っていた話として、警戒宣言に直結するような情報を出せないんじ
ゃないかと言ったのは、やはり社会システムを止めるということが前提になっているので、
出した情報に対して現状は余りに対策が。

○山岡座長 コストが高過ぎる。

○堀委員 高過ぎるんじゃないかということで、その辺も。

○長尾委員 実は、情報を出すというのはこの委員会の仕事ではないと思いますけれども、3.11ではなくて9.11の評価に参加した人に聞いたら、テロと地震は前兆があるというんです。それはとらえられるか、とらえられないかの問題だけであって、そのときのアメリカのテロの情報の出し方で実は非常に参考になるのは、この委員会とは関係ないですけども、将来的には社会にどう情報発信するかということで非常にアメリカのテロ情報の出し方は参考になります。

○山岡座長 要するに、情報は出していく。それで、どういう情報が出せるかということも、この委員会の中で議論を整理していけばいいというふうに考えればいいですね。わかりました。

ほかに何かございますでしょうか。

○松澤委員 今おっしゃったのは、テロは実際に絶対に起こるということはだれも言えないわけなので、不確定性のある情報だけでも、もし起こったら大変なことになるというときにどういう情報を出せるかということで、それは参考になると思います。

○長尾委員 そうですね。どういう情報なのかを非常に簡単に言うと色分けして、要するに情報を出すときには場所がわかっている、アメリカの場合は全土に出すわけです。それによってごくごく、例えばFBIと軍等にだけは、実はあなたのところだよと言う。結局、それは固有のリスクを、例えば静岡ですよとか、仙台ですよと言うと非常にそこでリスクが起きますね。それを避けて、全体でアラートレベルを上げて、何もなければそのときにテロの対策で避難訓練をしましょう。

そういうことで、固有の場所に出すことは非常に危険だというのがアメリカの考えです。

○山岡座長 私の想像で言うと、テロの情報は情報を出すことによってテロリストにフィードバックがかかるという側面がある。けれども、地震の場合には地震の情報を出しても地震活動にフィードバックがかからないので、その違いは一応わかっている方がいいかとは思っています。

ほかに何かございますでしょうか。

また、もしあれば最後にまとめて御意見をいただくとして、次は「2011年東北地方太平洋沖地震前に見られた前兆的現象」についてということで、気象研究所の前田室長に説明をお願いします。

○前田気象庁気象研究所地震火山研究部第一研究室長 では、非公開資料の気象研究所提供資料①と②をごらんください。

非公開資料を我々が出すときに、非公開資料をお願いしたのは、中にはまだ論文になっていない図とかもありますので、それが主な理由です。特にこれを出しては内容的にまずいものがあるからという意味ではありません。

まず、全体的にうちで集めた前兆の種類をパワーポイントの1枚紙だけでスクリーンに示しています。網羅的に集めたというわけではなくて、気象研究所で主にやっている地震活動、地殻変動、あとはその他、今回は電離層関係のものだけを集めたんですけどもこ

の現象について集めました。地震活動については静穏化の現象、それから地球潮汐と関係があったという話、それからb値の時間変化、前震活動、この4つを取り上げました。

それから、地殻変動については長期的スロースリップで数年、10年とかのスケールでの変動、それから短期的スロースリップは主に前震活動に似たもの、あるいは1か月ぐらい前から起こった短期的スロースリップについて報告します。

それから、その他の方は電離層の関係、TECですね。電離層電子数の変化という報告がありますので、それについて主に報告をさせていただきます。

それでは、引き続いてお手元の資料を基にざっと説明させていただきます。お手元の資料の1ページ、枚数で言うと3枚目からお願いします。

まず、「静穏化」です。静穏化については幾つか報告があって、最初に取り上げたのは北大の勝間田先生が報告している例です。これは、幾つかの場所で何か所かで静穏化を観測されたというのを報告しているんですけども、その中で23年前に前兆があったというのが、この図の真ん中で言いますとA1と書いて丸で囲んでありますけれども、そこに赤い印があります。これは、震源域からすると震源域の深部延長上に当たる場所ですけれども、そこで大体23年前の1987年から静穏化があったという報告があります。

その図が、1ページの一番下の左の端の図です。この図を見ていただくと、黒い線が積算曲線で、赤い線がZ-valueという静穏化の指標を表す数字です。そのZ-valueが大きいほど静穏化が高い。静穏化が強く起こっているということを示しています。これを見ていただくと、赤いピークが1987年ごろに見えていまして、そこから静穏化が始まったという報告があります。

ただ、これは地震発生前までずっと継続したわけではなくて、地震が発生する数年前からはむしろ活動が回復あるいは活発化しているということがあります。

A1' という領域が福島沖にもあるんですけども、福島沖でも静穏化があったというのが下の図の左から2番目の図で、これは1992年で若干時期がずれています。こういう報告があります。

次に2ページです。これは統数研の尾形先生が予知連に報告した図ですけれども、尾形先生の報告はむしろ特定の場所というよりは、日本全国広い領域で静穏化が起こっていたという報告です。その時期は約15年前と書いてありますけれども、その時期も場所によってさまざま、この図には領域と、それから積算の地震活動の図が示してありますが、その図を見ていただくと、図はデクラスタしたものとデクラスタしていないものがペアで上下2枚セットで出ていますけれども、上がデクラスタしていない図、それから下がデクラスタした図を示しています。これを見ていただくと、細い点線で縦線が書いてあるところで、それぞれの領域で静穏化があったというふうに言っています。

特にBという領域、震源域の領域ですけれども、この辺りでは1996年ごろから静穏化があったと言っています。

ただ、それ以外にも日本全国広い範囲で大体15年前の前後から静穏化があったというよ

うな報告があります。

次に3ページ目ですけれども、これはまた別のグループで、気象庁の吉川が中心になってまとめた静穏化で、この場合は約10年前から静穏化があったという報告です。その領域は真ん中の図の左ですけれども、今回の東北地震の震源域のやや北寄りの領域で、しかも範囲は東西に長い領域、横に長い領域について静穏化が見られたという報告があります。

その時系列を見たものが図1で、資料は1985年から地震の前までを書いてありますけれども、途中で一回活発化した時期があって、それからもう一回静穏化したと言っています。再び静穏化があった時期が2001年というふうにまとめていて、2001年以降、図の真ん中の左側で示した領域については、地震発生前まで継続して静穏化があったという報告をしています。

この東北地震に限らず、過去に起こった静穏化の地震を吉川は調べておまして、そのスケーリング則をまとめたのが3ページ目の下の図です。スケーリング則でまず図が2枚ありますけれども、上が領域の長さやマグニチュードの関係を示した図で、その下が静穏化の期間、継続時間とマグニチュードの関係を示した図です。過去の幾つかの静穏化が見られた地震についてこういう図を書いてみると、何となくこういうスケーリング則が当てはまるように見えるという報告であります。

それから、次はもっと短期の静穏化が見られていたという報告です。4ページ目ですが、これは気象庁が予知連に出していた報告ですけれども、対象とした領域は左の上の震央分布図が書いてある赤枠で囲ってある領域ですが、ほぼ東北地震の震源域を含むような広い領域です。

この領域について、1998年以降の積算図を書いたのが右の図ですが、これを見ていただくと2007年ぐらいから静穏化がほぼ1年間ぐらいの継続時間で見えます。その後、地震活動は元の活動レベルになって地震が起きたという報告であります。

このときは2007年、2008年までしか報告していませんでしたが、地震直前までどのような変化をしたかというのを調べるとその下の図でありまして、この図を見ると静穏化が顕著に見えたのは2007年1年間だけで、その後は地震活動は回復して地震に至っているという様子がわかります。

そういうことで、また最後にまとめますけれども、静穏化についてはそれぞれ報告する期間、あるいは人の静穏化の取るマグニチュードの加減だとか領域の取り方によって期間、あるいは範囲が非常に変わってくる。まちまちであるという傾向があります。

5ページ目は参考資料で、過去に起きた静穏化が見られた地震について、それがどのようなタイプの地震であったかというのを気象庁の吉川がまとめた図です。これを見ていただくと、赤い丸がプレート間の地震、緑の丸がスラブ内の地震、青が地殻内の地震というふうに分けて示しています。

しかも、各色で示したものでオレンジ色の縁取りがしてあるものが静穏化が検出された地震、水色の縁取りがしてあるものが静穏化が検出できなかったものを示しているんです

けれども、これを見ていただくと、プレート間の地震では比較的静穏化が検出できる割合が高く、ここで示している例では大体11例のうち6例ということで、55%のものが静穏化があった。それから、特に太平洋プレートに限ると、9例のうち6例が静穏化があったということで、67%ぐらいのものが静穏化があるという報告があります。

それに対して、陸の地震については静穏化の表れる率が低くて7例中2例、それからスラブ内の地震についても比較的静穏化の率が低くて7例中2例という傾向があるというような報告があります。

以上が、「静穏化」についてのまとめです。

続きまして、「地球潮汐」と地震発生との相関について調べた例について報告します。

これは、防災科研の田中さんがやられている研究なんですけれども、今回の東北地方太平洋沖地震の場合で言いますと、約10年前から本震あるいは前震付近で地震発生と潮汐との相関が見られたということがあります。

方法ですけれども、潮汐等の相関を図るパラメータの指標としてp値というのが知られていますが、このSchusterという方が開発したp値を用いて、p値が小さいほど地球潮汐との相関が高いということになります。ですから、p値の大小で相関のあるなしを判定したということです。

用いたデータはGCMTのカタログを用いていまして、発震機構に応じた地球潮汐を計算して、断層面の向きと方向等を加味した上で、その面上での応力を計算して潮汐との相関があるかどうかを判定しています。

期間は1976年から2011年までのデータを用いて、マグニチュードが5以上の地震、それから70kmより浅い地震を使って、トータルとして541個の地震についての地震発生時と潮汐との相関を見たということになります。

調査対象とした領域は、真ん中にFigure1と書いてありますけれども、この黒い線で囲ってある領域の地震について調べたということです。

まず、空間的な広がりを知るために、この調査対象とする地震の領域について200km×200kmのウィンドウを決めます。そのウィンドウを50kmずつ東西南北に移動しながら、そのウィンドウ内でのp値を計算したということです。

それで、真ん中の右側の図を見ていただきますと、薄いグレーで囲ってある領域が一つの結果を出すための対象の領域となっていて、その対象とする領域の中心にAという文字を書いていますけれども、そのAに対応する領域は薄いグレーの領域の200km×200kmというウィンドウになっています。それを50kmずつ移動しながら計算したところ、グレーから黒にかけてのところが潮汐との相関があった領域を示していて、白い領域が相関がなかった領域を示しています。

これを見ていただくと、地震の発生の震源域、あるいは前震活動が活発だった領域の近くで、そこから更に海溝軸寄りでは大きな地球潮汐との相関があったというふうに報告しています。この領域は、ちょうどすべり量が大きかった領域と対応しているということです。

そして、Aという領域に対して時間変化を見たのがその一番下の図でして、これを見ていただくと地震発生が一番右端のM9.1のところですけども、それから10年ぐらい前の2004年ぐらいから徐々にp値が下がって行って、地震直前に一番p値が下がっているというのがわかると思います。一番右端が地震後のデータを入れた値ですけども、地震後にはp値は回復して大きくなっているということがわかります。

一番右下の図ですが、これは地震発生時と地球潮汐との位相の図を表してしまして、ゼロというのが断層面に対してシアストレスが一番大きい位相を表していて、180度というのが断層面に対してシアストレスが一番小さい位相を表しています。これを見ていただくと、ほぼゼロに近いところで地震が発生しているということで、シアストレスが一番大きい時期に地震が発生している傾向が強いということで、理屈の上からも納得しやすい結果だと思っています。

それが今回の地震についての地球潮汐ですけども、田中さんは更に世界中の地震発生と潮汐に関する統計を調べています。それが、7ページの図です。これは前兆的な変化というよりは、大地震が起きた時間が潮汐についてどのタイミングで起こったかというのを調べていて、潮汐の位相と地震発生の位相が時間の相関があるかどうかというのを調べたわけです。

その地震のタイプをいろいろ分けてみますと、逆断層タイプと正断層タイプ、ストライクタイプ、それからObliqueのタイプというふうに分けていて、その中で見ると逆断層のタイプが一番相関がいいという結果が出ています。それはテーブルの6に書いてありまして、逆断層のところにも丸印がたくさん付いていると思いますけれども、逆断層については地球潮汐との相関がいいという結果が出ています。

それから、これは大地震が起きる地震そのものと潮汐との関係だったんですけども、7ページの下の方は地震が起きる前の前兆的な地震活動と潮汐との関係を示しています。これは11個の地震について調べて、そのうち6個の地震について前兆的な潮汐との相関があったという報告が出されています。その6個の地震というのは、そこに書いてあるこの図の6個なんですけれども、真ん中が地震が起きたタイミングを表してしまして、その地震が起きたタイミングに比べて左側を見ていただくとだんだんp値が小さくなって、地球潮汐との相関が大きくなっているという様子が見えると思います。

それに対して、真ん中から右にいった地震が起きた後を見るとp値が大きくなって、地震発生との相関がなくなっているということがわかります。そういうことで、潮汐と前兆等の関係があったという報告があるということです。

次は、「b値変化」です。b値についても人によっていろいろな報告があります。3.1で挙げたのは楠城さんが報告されたb値の変化で、これは発生した地震の震源域の周辺でb値が小さかったということが1つです。それから、時間的には2005年ぐらいからb値が小さくなって地震に至ったという報告があります。

次に、9ページです。同じような解析を気象研でもやったんですけども、気象研の場

合は2004年から地震直前まではほとんど変化がなく、地震直前の前震活動によってb値が小さくなったという報告です。この差は、気象研の場合は非常に広い領域を対象にしているんですけども、楠城さんの場合は地震の震源域、地震が起こった震源域周辺のみで計算するとb値が下がっていたということが原因です。

次はちょっと飛ばして、11ページはb値の空間分布とすべり量との関係を示した図です。この図で注意していただきたいのは、bで小さい方が青くなっています。先ほどの楠城さんと色の傾向が逆な表現になっていますので誤解のないようにしていただきたいんですけども、b値が小さいところ、青いところですべりが大きかったというような傾向が出ているという報告です。

次は「前震」活動です。まず前震活動の概要として、これは震研の加藤さんからの報告で、地震が起きる前には2月の中旬ですけれども、地震が前震活動が起こった場所から本震の起こった場所へゆっくりと震源が移動していったという報告があります。

その移動が2回に分けて起こっていて、最初は2月の中旬から移動のスピードが2 km/day、あるいは5 km/dayぐらいのスピードでゆっくりと南側に、本震が起こった場所に移動したという時期ですね。それから、もっと直前の3月9日に起こったM7.3の地震によってもう少し早く震源の方に移動したということが報告されています。

そういった前震活動を基に、確率を計算したという例が14ページからの資料です。これは気象研の我々がやった仕事ですけれども、今回の地震はもともと続発的に地震が起こる場所ということが知られていまして、地震が続発的に起きる場所ではどのような活動を前震活動とみなせば一番効率的に予測ができるかということで、その方法を以前から計算してみました。

その結果を御紹介すると、15ページで3つの領域を囲ってありますけれども、この3つの領域については続発性が強い領域ということで、その続発性の強い領域については次のようなパラメータを用いて予測すれば予測効率がいいということがわかっています。そのパラメータというのは、領域のサイズが0.5×0.5の領域、それから予測期間は前震の候補が起こってから4日間、前震の候補としてはマグニチュード5以上、それから前震の候補としては地震の数がちょうど3個起こったときに予測を出せばいいということがわかっています。

そういうふうな指標で、15ページの上ですけれども、過去1961年～2010年までの活動について調べてみたところ、予測の効率としては予知率が38%、的中率としては30%、利得で言うと380倍、それからランダムな予測に比べてAICで比べると115だけいいということがわかっていました。

そういうふうな手法を用いて、今回の東北地震を適用した場合どうなったかという15ページの下で、今回の地震活動で言うと3回の前震候補が現われたこととなります。そのうち、3つ目の3月10日のM6.8で起こったものを前震と判定すれば、その後、本震が的中できたということで、この基準で言うと3回の前震候補があつて、そのうちの1つが的中

したということになります。

少しやり方は違うんですけども、統数研の尾形さんが同じように前震活動で確率を計算しています。それが16ページで、下の図を見ていただきたいんですけども、尾形さんの方法は地震の群れをシングルリンク法で次々と結んでいって地震の群れを定義するんですが、その地震の群れの中で一番大きい地震を本震、それより前の地震を前震、それより後ろの地震を余震と定義してあって、前震活動が起こったときにその後どれぐらいの確率で本震が起こるかというのを、過去何十年間かのデータによって事前に計算しておきます。

それで、その計算結果を今回の地震に当てはめて、地震が起きる前にどの程度、前震の確率が変化したかを示したのが16ページの下図です。その中にM9.0と書いてある赤丸がありますけれども、その赤丸につながる赤いラインが今回の前震活動による確率を示しています。一番左の端が前震活動が最初に起こったタイミングを表していて、その線をたどっていくと、途中の赤い丸にM7.3というところがありますけれども、尾形さんの計算によると、そのM7.3が起こった時点で約20%の確率で前震があるということが言えると言っています。結果的に、その20%の前震が起こった後にM9.0が起こったというふうな報告があります。

それから、17ページは全国で見たときの前震の割合を示してあります。平均的には、内陸の場合は大体1%~2.5%、海域の場合は2.6%~2.1%ぐらいの的中率があるという傾向があります。

以下、「地殻変動」の前兆的な報告になります。まず、「長期的スロースリップ」の変化として18ページに基線長の変化、2本の基線長の時間変化を示していますけれども、これを見ていただくと2003年ごろから長期のトレンドからずれていて、何らかのゆっくりとした前兆的な変動があったということが報告されています。その領域を見ると、真ん中の右の図ですけれども、福島県沖の領域でプレート境界におけるすべりがあったというふうに想定されます。

それから、2007年以降に福島県沖ですべり欠損が小さかったという地理院の有名な報告ですけれども、19ページの上で左が2007年~2010年まで、右の図が1997年~2000年までのすべり欠損の図を表していて、前半に比べて2007年以降は福島県沖のすべり欠損が小さくなっていったという報告があります。

それから、海上保安庁のキネマティックGPS/音響測距式を用いた海底での変動を見ても、茨城県沖では大体年間5~6cmの移動を示しているんですけども、福島沖では年2cmの移動を示していて、福島県沖の方が固着率が小さかったという報告があります。

次は20ページですが、本震前のスロースリップで住み分けをしていたという報告です。これは赤がaseismicな図で、青が余効変動、黒が前兆すべりの領域を表していて、それぞれ住み分けをしていて、すべる領域が重なっている部分もありますけれども、住み分けていたという報告です。それから、前兆的なすべりはモーメントマグニチュードで言うと7.7相当のすべりがあったということです。

それから21ページですけれども、前兆的なすべりは地震が起きた直後に余効変動に大きく現われていたという報告で、特に(b)の図の茨城県沖の地震の余効変動、それから(C)の図の宮城県沖、それから(D)の図の福島県沖の地震、それぞれの地震の後の余効変動が非常に大きかったというような報告があります。

次はもう少し短期的なスロースリップの話なんですけれども、22ページです。1つは、2008年ごろにあったスロースリップの話です。それからもう一つは、今回の地震の1か月ぐらい前の2011年1月下旬から、この中では2月上旬まで変化が見られるというふうに書いてありますけれども、先ほど本人から、3月9日に前震がありました、3月9日までスロースリップが見られたと訂正してほしいという連絡がありましたので、ここは文章の中で2011年1月下旬から2月上旬というのは、2月上旬ではなくて前震が起こった3月9日までスロースリップがあったんだそうです。そういうことで、地震が起きている直前にも赤い長方形で示した領域でスロースリップがあったという報告があります。それは、2008年と2011年と2回あったということです。

それから、23ページは海底圧力計で観測された地震直前のスロースリップの様子です。スロースリップというか、余効変動ですね。3月9日に起こった前震の後にどのような地殻変動が見られたかということで、(a)の図が金華山の体積ひずみ計のデータ、(b)がGPSのデータ、それから(c)が圧力計のデータで示していますけれども、これを見ると3月9日の前震の後の余効変動が顕著に見られていますが、重要なことはその余効変動は加速していなくて本震に至っている。余効変動の大きさは徐々に小さくなって地震に至っているということが重要な点です。加速が見られなかったということです。

それから、24ページは陸域のGPSの変化を表していて、GPSでは大きな変化はとらえられていないという報告です。

それから、24ページの下ですけれども、同じく傾斜計についても地震の前の大きな変動はとらえられていない。検知力はそれぞれGPSではモーメントマグニチュードで6.7~7.1程度、傾斜計だと6.2あるいは7.3ぐらいの検知力がありますので、少なくともこれ以上の前兆的なすべりは見えていないということです。

最後に電磁気関係の報告ですが、電磁気関係の方は電離層の全電子数、いわゆるTECというもので、TECの変化が北大の日置さんから報告されています。この図を見ていただきますと、上は1つの衛星から幾つかのGPSの観測点を結んでやって、衛星とGPS観測点を直線で結んで、その直線と電離層との交点を地上に投影したものがこの地図で示した図の線になるんですけれども、黒い線で表されている時間での時間変化を示したのが左の図になります。

これを見ていただくと、観測されているのがグレーの点で、グレーの曲線で示しているのが観測の曲線で、それに対して三次曲線によるフィッティングを示したのが、それぞれの曲線に上書きされているものが三次曲線による近似曲線を示しています。これを見ていただくと、本震が縦の線を示している場所で起きたんですけれども、その本震が起こる1

時間ぐらい前から三次曲線による近似曲線からのずれが現われていて、これが前兆ではないかというような報告があります。

それを面的に見たものが25ページの下の図で、TECの空間的な分布をプロットして見ると、1時間前に比べて地震20分前、1分前になると、そのTECの異常がどんどん広がっていている様子が見えます。これは、地震の前兆ではないかという報告です。

これに対して次の26ページですけれども、同じような解析を別のKakinamiさんという方がされています。違うのはこの補助曲線の引き方で、kakinamiさんのやり方は同じように赤い線が観測データなんですけれども、観測データに対して同じような軌道で観測された翌日のデータを黒線でプロットしています。それで、プロットするときの基点を地震が発生した時点で重ねて、翌日のデータと地震が発生したデータとを重ねて示したのがこの図です。

これを見ると、むしろ地震後に大きく変化があって、この変化は地震による海面の変動、津波の影響が非常に大きいというような結論をしています。kakinamiさんは、特に前兆があった、なしについてはコメントしていません。大きな変化は、主に海面の変動によるものだろうというような報告があります。

それから、TECについてはいろいろ気象研でも調べてみたんですけれども、磁気嵐の影響もあったのではないかとということで、この地震が起きた当日は磁気嵐があったという報告がされております。

一般に磁気嵐があるとどのような変化が見えるかというのを調べたのが27ページの図で、これは京大の公開されているサイトから取ってきたんですけれども、例えば2011年2月18日にあった磁気嵐というのはこういう形で表れますし、仮に磁気嵐がなくてもこういった空間的にTECが異常を起こすという例が28ページです。

28ページは磁気嵐はないし、大きな地震もないんですけれども、こういった空間的にTECの異常が見られる場合が幾つかあるということで、たまたまこの時間について幾つか調べたものを載せているだけですが、たまたま調べてもこの程度の頻度でTECの異常というのは見られるということを示しています。

それから、29ページはロシアのOuzounovという人が報告している例なんですけれども、これはTECだけではなくて、Figure2で示しているのは長波放射と言って赤外線ですね。地球から外側に向かう赤外線の強度を観測した例を示しています。

これは地球の熱収支を観測するためなどに観測されているらしいんですけれども、この熱線の強度を見ると3月1日、3月5日、3月9日というふうに左に書いてありますが、その数字から見ると、3月8日というのがこの図の真ん中の右端の図になりますけれども、3月8日あるいは9日、10日の辺りで非常に大きな変動が見える。地震が起こった震源域の近傍で大きな変動が見えるという報告がなされています。

TECについても同じように解析して、この人はもっと広い範囲でTECの異常があったという報告をしているんですけれども、それが真ん中の左の図で、赤い領域が非常に広い範囲

で変化しているという報告をしています。特に3月8日の変化が大きかったというふうに言っています。

それを震源に最も近いグリッドでのTECの時間を変化として表したのが右の図の真ん中で、赤と青で示されている三角にグラフが見えるような図なんですけれども、このうち青い領域については磁気嵐の影響だそうです。それに対して、赤のときには磁気嵐は起こっていないので、赤の起こった3月8日については何らかの地震の変化と関係があったのではないかというような報告をしています。

TECについては同じ人が空間的に高さ分布も調べています。30ページがそうなんですけれども、30ページを見るとTECの異常の空間分布、高さ分布を示していて、赤い領域がちょうど地震が起こった領域からもう少し北側の44度～46度くらいの範囲の、高度で言うと300～400kmくらいの範囲で異常があったというような報告をしています。

そういうことでまとめなんですけど、非公開資料、気象研究所提供資料②というもののテーブルに今、述べた前兆現象についてまとめています。

これを見ていただくと、まず「静穏化」については解析する人によってまちまちなんですけれども、現れた時期についても4年前、あるいは23年前からというような報告があって、それぞればらついています。それから、領域についても震源域の深部というふうな報告もあるし、震源域の北側の広い領域、あるいは西日本を含む日本全域で静穏化が現れたという報告があります。

それから、「地球潮汐」については本震の起こる約10年前から震源が起こった本震、あるいは前震の付近で中規模な地震の地球潮汐との強い相関があって、その相関があった領域というのはちょうど地震のすべりが大きかった領域に対応しているという報告があります。

「b値」についても解析する人によって期間がいろいろ変わってきているんですけれども、少なくとも前震活動によってb値が非常に低下したということは共通した報告になっています。

それから、「前震」活動については観測事実として約1か月前から前震活動が活発になって、それが本震の方に移動していったという報告があります。それから、過去の統計的な前震活動を利用すれば、本震前に20%～30%くらいの確率で本震の発生を予測できていた可能性があるという報告があります。

地殻変動については次のページですけれども、2003年ごろから本震までのゆっくりすべりがあって、それはモーメントにすると7.5以上のモーメントの解放があった。それから、その領域は本震震源域の南西部が中心で、その領域を中心にスロースリップがあった。

短期的スロースリップについては2008年11月と、それから地震1か月くらい前の2011年1月から2月上旬と書いてありますけれども、3月9日の前震までだそうですが、その間にスロースリップがあったという報告があるとともに、もう一つ大事なのが3月9日の前震の後に余効変動があった。ただし、余効変動があったけれども、本震に向けて加速が見

られなかったということです。

それから、電離層の関係はTECの主な変化で、数十分から1時間ぐらい前から変化があったという報告があるんですけども、これは先ほど示したように補助線の引き方でそれが前兆であったのか、あるいは前兆というよりはむしろその後の津波の影響による変化をどう解釈するかというので変わってくるということです。

そういうことで、現象についてのまとめは以上です。

あとは、一応課題と予測についてどういうことが言えるかというのを簡単にまとめました。

静穏化とb値については問題点と課題ですけども、先ほど示したように解析する人によっていろいろと結果が変わるので、任意性があったり、あるいは不確実性が大きいという問題点があります。

それから、前兆現象一般についてはその有効性の検証がまだ十分できていないというのが圧倒的に多い。

それから、静穏化や地球潮汐、b値に限って言うと、もともと地震活動について何か言う場合は、地震活動が低調な領域では解析ができないので、特に南海トラフ沿いの領域というのは余り普段地震活動が活発ではないので、東北沖で見られたような現象がそのまま使えるかということとちょっと疑問がある。

それから、スロースリップについては少なくとも加速は検知力の範囲では観測されていないということです。

あとは、因果関係が物理的な意味で明らかにはされていないということがあります。

それから、予知の可能性ですけども、1つの定量的な評価で今回報告があったのは、前震活動については20%~30%ぐらいの確率で、今回の地震については何らかのものが言えたということは言えますけれども、全国で見た場合には一般には前震、本震型というのは数%、1%~6%ぐらいなので、前震活動が万能とはとても言えません。

それから、静穏化とか地球潮汐、b値、スロースリップというのは、単独の現象だけではなかなか物が言えないかもしれないですけども、複数の現象を組み合わせれば、中長期的な意味では何らかの異常があるということのはつかまえることができるかもしれないということです。

それから、プレスリップについては、少なくとも今回の観測では加速というのは見えなかったんですけども、それは検知力の問題もありますので、もしかすると検知力を上げればプレスリップがあったかもしれないということで、まだ完全には否定されていないのではないかとというのが今回の報告です。以上です。

○山岡座長 どうもありがとうございました。

時間もなくなってしまったので、今日は専門家の先生方だから大体理解されていると思います。もしあれば幾つかの質問を皆さんからよろしいですか。

○松澤委員 コメントだけよろしいですか。

1 ページの勝間田さんが静穏化しているというふうに指摘されている時期というのは、GPSの方で固着が強いように見えた時期なんですね。そこを基にして皆さん、それと今回よく震源域は相関があると言っているけれども、実際はその後、活動が活発化して、それとともにGPSの方で固着が弱まっています。

一方、逆に北部は固着が強まっていて、3 ページの吉川さんの方で2001年ぐらいから静穏化したように見えるというのは、これは北部の方で固着が強まった時期に対応しています。吉川さんの方でちょっと問題があると思うのは、静穏化した時期と活発化した時期はほぼ同じであって、どちらが異常かなどというのはこの図からは言えないはずなので、それに関してはちょっと問題があるかと考えています。

それから、6 ページのp値の方の問題と、それから8 ページのb値が低下していた場所と時期がほぼ同じなんですね。これは何か意味があるのかというふうに個人的にはちょっと考えています。

それから、ずっとって東北大の23ページの図なんですけれども、(a) という図が金華山での体積ひずみ計のもので、これが一番感度がいいはずで、我々の計算からいくとマグニチュード6.3相当以上の加速するようなプレスリップはなかったという結論になります。たしかそれよりも小さいプレスリップはあったかもしれないですけども、M9の地震に対してマグニチュード6.3以下ということになってしまうと、ほとんどどんな地震も絶望的というふうに考えざるを得ないんだろうと思います。これがすべて適用可能であればということになります。

コメントとしては、そのぐらいです。

○山岡座長 ありがとうございます。あとは何かコメントがあればどうぞ。

○松澤委員 もう一つですが、2 ページの尾形さんの結果ですけども、こんなに広域に96年から静穏化するということは、最初に疑わなければいけないのはカタログは本当に大丈夫かということです。ちょうどこれはHi-netが展開された時期と一致していますね。気象庁の方は、これは大丈夫ですか。

○山岡座長 それはコメントとして出しておくことにしましょう。よろしいですか。

本当はここで19分ぐらい質疑というふうになっているのですが、最初の方の質疑が結構長引いたので、後ろの方にちょっとしわ寄せがいつてしまいました。

ただ、議論のフレームを最初の1回目にきちんと議論するのはすごく重要だったので、それはそれで大事だったと思っております。

今後は、こういうものを幾つか整理をしていくということですので、今日はここまでということでもよろしいでしょうか。

前田さん、どうもありがとうございました。非常にわかりやすい資料をつくっていただいて、これだけで授業ができそうなぐらいだと思います。どうもありがとうございました。

それでは、一応私の方としてはこれでおしまいということで事務局にお戻ししたいと思います。よろしくお願ひします。

3. 閉 会

○若林企画官 山岡座長、どうもありがとうございました。

次回会合は8月6日を予定しておりますので、また詳細決定次第、御連絡をさせていただきます。

以上をもちまして、本調査部会を終了させていただきます。どうもありがとうございました。