

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3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3回）  
議事次第

日 時：平成24年9月13日（木） 9:59～12:30

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

○藤山参事官 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」第3回会合を開催いたします。

委員の皆様には御多忙の中、御出席いただき誠にありがとうございます。

本日は委員の皆様全員に御出席いただいております。

また、本日は1944年の東南海地震時の水準測量について御説明をいただくため、名古屋大学減災連携研究センターの鷺谷教授、南海トラフの地震発生シミュレーションを御説明いただくため、気象研究所の弘瀬研究官に御出席いただいております。

それでは、お手元に配付しております本日の資料を確認させていただきます。

議事次第、座席表、委員名簿、次回開催予定、長尾委員提供資料、鷺谷教授提供資料、井出委員提供資料、堀委員提供資料、気象研究所提供資料、その後に非公開資料1、非公開資料2、参考資料1、参考資料2、非公開参考資料として鷺谷教授提供資料が2つ、長尾委員提供資料が1つでございます。資料はよろしいでしょうか。

それでは、報道関係の方はここで御退室をお願いします。

(報道関係者退室)

○藤山参事官 まず、議事に入ります前に議事概要、議事録の公開、非公開について確認させていただきます。

議事概要は発言者を伏せた形で公表。議事録につきましては検討会終了後1年を経た後、発言者を記して公表することとなっております。

また、本日の資料につきましては長尾委員提供資料、鷺谷教授提供資料のうち3ページ、11ページを除いた資料、参考資料1、参考資料2を公開資料とし、それ以外は非公開資料となっております。

それでは、以下の進行は山岡座長にお願いしたいと思います。

## 2. 議 事

○山岡座長 それでは、本日の議事に入ります。

本日は終わりが12時30分ということで、これは延ばしにくい状況になっています。それに比べて今日は扱う議事がかなり多いので、できるだけ効率的に何とか進めていきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

それでは、1944年の南海地震の水準測量ということで、鷺谷先生から資料の御説明をお願いします。よろしくお願いたします。

○鷺谷教授 名古屋大学の鷺谷でございます。よろしくお願いたします。

皆さん専門家の方が多いのであれですけれども、東南海地震のときに掛川付近で行われていた水準測量で異常な地殻変動が記録されて、それが現在も東海地震の予知可能性のあ

る根拠の1つであると受け取られていると認識しておりますが、今日お話する内容は基本的に7～8年前に研究して、学会発表とか一部文章を書いたりしたようなものに基づいています。そちらの内容につきましては配付資料の中にも『月刊 地球』のコピーをお配りしておりますので、御参考にしていただければと思います。

このデータの解析につきましては、茂木先生が1980年代ぐらいにまとめられたものが大変有名かと思えます。

こちらの図になりますけれども、左側が測量が行われていた地域を示す図でして、静岡県の西部、ここが現代の掛川市で、北の方に向かって水準測量の路線が延びている。そのデータに関する図です。

ちょうど東南海地震が発生する直前、発生時もなんですけれども、この水準路線に沿った測量が行われておりました。茂木先生の解析によりますと、11月24日から開始された測量で12月3日までの間、10日間ぐらいの間は、ここより北側のところでの測量の結果なんですけれども、水準測量というのは水準点間を往路と復路と2度測量しまして、その平均値を測定値として採用するんですけれども、その往復の差をこちらでは示しております、大体±2mmぐらい、これは700mの間隔についてなんですけれども、それぐらいの範囲におさまっていた。それが12月3日以降、だんだんとそのずれ方が大きくなって行って4mmぐらいのものができて、その直後に地震が起きたということで、茂木先生はこの地域の傾斜変動なんですけれども、南側が上がるような傾斜が地震発生に向かって加速して行って、地震に至ったということを指摘されております。

参考までに、いろんなことを時間の経過に沿って並べてみました。実際に測量が行われていた最中に東南海地震が発生しまして、このデータにつきましては実はそもそもこの測量自体が今村明恒先生の依頼で行われていたものなんですけれども、その結果については1945年3月に学士院の会報で報告されていますが、ここでは特にそういった異常についての報告は何もございません。

1969年に予知連が活動開始した直後に、東海地方の地殻変動の整理が行われておりました、多分その中で当時地理院にいらした佐藤先生がデータを整理する中で気がついて、1970年4月ごろ、測地学会誌という誌上で異常があったのではないかという指摘がなされております。

その後、石橋先生の駿河湾地震説ということで世間が騒がしくなった後に、当時この測量を担当されていた越山さんという方が、水準測量に関する手記を公表されております。こちらも原文をごらんになっていない方もいらっしゃると思いますので、コピーを配付しております。

ちょうど1976年、1977年あたりが東海地震の予知に向けての体制が急速に整えられていった時期に当たりまして、その後、1977年4月に同じ佐藤先生ですけれども、さらにデータの誤差について吟味をしまして、そのときに越山さんの手記についても多少言及されている。

大規模地震対策特別措置法は1978年に成立しておりますけれども、まだこの時点ではこの測量自体が、予知の根拠になったとは必ずしも見えていないように私は思っていますが、そのあたりは当時の事情にお詳しい方に確認する必要があるかと思えます。茂木先生のデータの整理がまとめられたのは80年代に入ってからとなっております。

あらかじめ問題かなと思う点を申し上げておきますと、実はこの当時の測量というのは2グループ入っておりまして、茂木先生の解析で使われたのは片方のみです。実はもう片方のグループの測量の結果というのは、最終的な記録だけは残っているんですが、実際に観測途中で記録されているものが紛失しておりまして、それは1970年当時に既に見当たらないという記載があるのですけれども、もしそこにきちんとしたデータが残っていれば、確認できれば決定的な証拠となり得るわけですが、それが現時点ではできないということです。

それから、これは余り言われていないことですが、この越山さんの手記というのは先ほど申し上げましたように、測量当時には何の報告もなく、1976年になって32年後にいきなりあらわれてくるわけですし、当時、測量士としては駆け出しだった時代と、かなりベテランになってから書かれたものということで、どこまで正当に見ていいのか。科学的な見地からの証拠能力には、多少の疑問符はつけざるを得ないのかなと考えております。

以下、私の行った解析について御説明いたしますけれども、国土地理院の方に残されておりました当時の測量手簿を全部点検しました。この越山さんという方が測量されたのは11月24日から12月25日まで、地震前後の1カ月間になります。ちょうど真ん中が掛川でして、北側が今、森町という当時三倉と呼んでいたところなんです。あと、この東西方向の路線が東海道に当たりますけれども、ここについても測量がなされておりまして、これ全部を評価しております。通常の水準点というのは大体2km間隔で設置されておるんですけれども、2kmを大体3つないし4つの小区間に分割して、途中で補助的な点を臨時に設けておるのですが、それで区分されますと大体700mぐらいの区間ごとに番号を1～55振っております。その区間ごとにデータは整理しております。

水準測量といいますのは、前と後ろにこういうふうに標尺というものを立てまして、当時の測量の手法ですと最初、後ろの目盛を読み、前の目盛を読み、もう一回前の目盛を読んで、後ろの目盛を読む。合計前後2回ずつ読んだものに対して、前後の差の平均をとるという形で計算していきます。ですから前後の標尺を2回ずつ読みますので、そこでどれだけ測定値が合っているか合っていないかといったことも、チェックは可能になります。

そうやって記録されているのがこういった手簿で、原本のコピーも今日お持ちしておりますので、御参考いただければと思いますけれども、一応、私の方ではそれを全部、非常に手間がかかったのですが、エクセルに打ち込みまして計算を全部やり直すことでチェックもいたしました。特に結果に響くような大きな計算ミスは発見されておりません。若干の細かい計算ミスはありましたけれども、問題ないかと思えます。

測定自体は、700mの区間も1回が大体前後50mぐらいの区間ごとに測定をしていたわけですが、その一点一点の測定における2回の測定の差がどれくらいになるかという分布を求めたのがこれです。大体±0.5mmとか0.6mmの中にほとんど入る。非常にきれいな正規分布をしておりまして、測定として問題はなさそうであるという印象を持ちました。

また、測定の11月24日から12月25日まで、その分布のばらつきがどういうふうに変わっていくか見ますと、測定開始当初からだんだん誤差が減っていく様子とか、地震後には多少増えている様子なども見えるわけですが、全体としては問題のないレベルに見えるかと思えます。

各測量区間についての測定値も、非常に小さくて恐縮ですが、全部一覧表としてまとめてみました。

それぞれの区間、2回ないし3回の測定値がありますので、それを区間ごとに整理しましたのがこちらの表になります。小さいのでお手元の資料で御確認をいただければと思いますけれども、測量というのは往復の差がある一定程度以内におさまっていないと、制限外ということで測量し直さなければいけません。大体ここですと700mの区間ですと大体2mmぐらいにおさまる必要があるのですが、それをオーバーしているものはこちらの表ですと、これが1回目、2回目、3回目の測量があつて、ここですと1回目と2回目の差、2回目と3回目の差という形で数字を出しております。

緑をつけたところが往復で2mmを超えているもの、青が3mmを超えているもの、赤が4mmを超えているものということで、4mmを超えている、これは明らかに異常と思われるものが全体で96個の組み合わせがあるのですが、そのうち4個、3mm以上が6個、2mm以上になりますと22個あります。それなりに精度としては標準的なものかと思うのですが、特に傾斜変動を示しているのではないと言われるのは、ここに2つ並んでいる赤です。これが+4mmぐらいの変化が2つの区間で続けて出ている。ただ、実は同程度のものというのは全く地震発生と関係ない時期に2カ所ほかでも出ております。これだけを見ると、もちろん統計的には多少2回続けて出るということは考えにくくはあるんですけども、全く否定はできないと言えるかと思えます。

こういったデータについて、茂木先生は連続的に傾斜変化したのではないかという非常にきれいな図をお書きになっているわけですが、地震発生の12月7日の午前中に行われた測量をよく見てみますと、ちょうどこちらの区間を測定しておりました。午前中の前半に北側の2区間を測定しまして、午前中後半に南側3区間を測定しました。このうち9時40分から測定されました28、29の2カ所で、前日の値と比較して4mmを超えるような変化が出てきた。

もう一つ、実は23番の北側の+2.44というのも一応考慮されているんだと思うのですが、実はその後に測定されました22番、一番北側ですが、ここでは4日前のデータと比べてもほとんど変わりが無いという結果も出ておりまして、すべてのデータが統一的にそういう異常な変化を示していたわけではない。場合によってはちょうどここを測定してから

ここまでの間に 30 分ほど移動の時間がかかっておりますので、その間に何か変なことが起きて、この間にある意味ステップ的に変化が起きたという見方も可能であります。ですから、連続的に傾斜が加速することはあくまで解釈でありまして、データの面からそれははっきり言えているというわけではないと思います。

こちらとこちらは 3～4 km ぐらい離れていますので、そういったことが問題になるかもしれないけれども、例えばこういった変動を起こす元がプレート境界面にあると考えますと、深さ 20km とか 25km。そういったところに何か震源があったと仮定して傾斜変化がどういうふうに出るか、これは 1 km 単位で示しておりますが、数キロ離れたところで全く出ないということは基本的にあり得ない。ですから、深いところにソースがありますので、先ほどぐらいの距離であれば同じような傾斜変化が出てしかるべきなのですが、そういったものは出ていない可能性があります。

もう一つ問題にしたいのは、このときの変化がどこに起因しているのかということなんですけれども、こちらの図は先ほどの地震前と、その地震後にも測量されましたので、その差です。それでもって東南海地震の本震の影響も含んでこういった変動が起きたのかというものを示した図になります。

こちらの図は真ん中が掛川になりまして、左側が北側、右側というのは掛川から御前崎の方に行っていた、もう一班がやっていた測量の結果。こちらでもですから地震前、地震後にそれぞれ測量が行われていた。ただ、実際には 1～10 という水準点につきましては、現在残っている水準点とは別物と思われまして、実際に正確な位置がわからないのです。一応この後の計算では、現在ある水準点の場所と同じだという仮定をして処理をしておりますけれども、当時のデータから見ますと、要は掛川のところが東南海地震に伴って大体 10cm ぐらい隆起した。北側は割合、隆起がぱっと急におさまっていくんですが、南側の方がもう少しならかたで、この御前崎辺りではほとんど上下変動がなくなるというものになります。

実はこのデータについては 1975 年の論文で安藤雅孝先生が書いておりまして、この掛川の下あたりに断層を、プレート境界は想定されておりましたけれども、そこが動いたのではないかと指摘されています。ただ、その断層モデルを持ってきますと実は予想される上下変動というのはこんなものでして、実際に測定されたものよりはもう少しならかな分布を示します。余りあてにはならないのですけれども、一応このデータだけでデータフィットするような断層モデルを推定してあげますと、実はプレート境界よりはもう少し浅いところに推定されます。

ここではこの 1 つの路線だけだったんですけれども、実際にはここでは東海道に沿ったもう一つの路線もあります。ですので十字のデータがあるので、そちらについても見てみようということで、これはいろんなネタがごちゃごちゃになっていますが、東南海地震に伴うデータというのは青いグラフでして、ちょうど掛川付近から浜松のあたりまで隆起が生じております。

そちらのデータも考慮したような形で求めますと、これはモデル計算をした結果になってしまっていますが、先ほどの断層モデルよりはもう少し西側に延ばしたような断層モデルが一応推定されまして、ここがゼロで、コンター 5 cm、10cm の隆起という計算になっております。この場合でもここで推定されている断層の深さというのが、上端が 12km ですから近くの深い方というぐらいでして、プレート境界というよりもっと浅いところに断層があるほうが、この隆起そのものは説明しやすいということです。でも、これはあくまで東南海地震の地震時の地殻変動になるわけですが、先ほどの茂木先生のグラフを思い出していただいてもわかるのですが、地震前の傾斜変化というのは地震時の傾斜変化の 3 分の 1 ぐらいを占めておりますので、決してこの隆起においてもしああった地震前の変動があったとしても無視できるものではないと考えると、本当にプレート境界だったのだろうかという疑問は生じます。

こちらがまとめになっておりまして、要はデータそのものの統計的な有意性には疑問があります。傾斜変化を認めたとしても、連続的な加速を必ずしも示すものではない。また、それが本当だったとしても、プレート境界の断層すべりとして解釈しづらい面もあります。

ですから、こういったことを考えると、なかなかこれを連動的な地殻変動によって予測ができるかといったときに、なかなか難しいのではないかと思う部分がございます。

もう一つ重要なポイントは、この異常が掛川で出ていたと報告されているということにして、皆さん御存じのように東南海地震の震源というのは紀伊半島の南側 200km ぐらい離れたところにあるわけですし、何で掛川で前兆が起きて、あちらから破壊が開始するののかということについて、震源物理の観点からは非常に大きな疑問がある。ですから、最初に申し上げましたように、二班やっていた測定のうちの一班分しかデータがないということで、もう一班のデータがあれば少なくとも異常の有無については白黒つくかと思うのですが、それが出てこない限りにおいては、このデータに対する解釈は白でも黒でもなくて、グレーであるというのが私の結論です。

それ以外のことを考えると、なかなかそれを予知が可能であるという根拠とするには、薄弱ではないかという印象を持っております。

その前兆が離れたところで出たことについては、例えば Linde and Sacks という論文で、震源域全体で深部で前兆すべりが起きていけばいいのではないかという楽観的な見方もありますけれども、気象研の小林さんが潮位データをあちこちで調べておりますが、そういったところでも特に顕著な潮位変化は報告されておらず、こういった仮説をサポートするデータはないのが現状となります。

○山岡座長 どうもありがとうございます。

それでは、御質問、コメント等ありましたらお願いします。

○長尾委員 測定手簿が 1 つなくなっていると聞いていたのですが、こういうことはよくあるのですか。あるいはここだけを調べたので、たまたまわかったのか。



○鷺谷教授 ほかも幾つか昔の人が調べたりしたことがありますけれども、普通はないですね。ただ、これは1つは今村先生からの依頼で新しく水準路線をつくっているというふうな、ちょっとほかの測量とは違う面があるので、もしかしたら別のところにいつてしまった可能性もあるのかなと。いろんな可能性が考えられるんですけども、何しろ40年前になくなっていたので何とも言えないです。

○山岡座長 ほかにございますか。

○橋本副座長 鷺谷先生の資料には書いていないんですけども、国土地理院広報の越山さんの手記に記述があるんですが、風が強いという記述があるのです。水準測量で一番実は大敵なのは風なんです。全体的に風の強弱によって誤差が生じて、斜めになると高く標尺をはかることになるので、そういう風の影響も、たしか茂木先生の本には風のこと書いていると思うのですが。

○鷺谷教授 風が強いときには、多分、各測点ごとの閉合差が暴れるのではないかと私は推測するのですが、特に例えば12月7日のデータでそういったところが乱れることはありませんので、逆に言うと越山手記をどこまで信じるのかという部分だろうと思っています。

○橋本副座長 前の12月3日とか1日あたりのところにだって風の影響で問題があるので、比べた場合にそういうふうに見かけ上の大きな差があることだってあり得るわけです。

○鷺谷教授 いろいろ気をつけて見なければいけないところはあるんですけど、例えばこの緑の2つは12月3日と6日の比較で値が少し大きくなっているのですが、実は12月3日と1日、この1回目と2回目の値では実は逆のセンスの値でずれているのです。ですから実は例えば1回目と3回目を比べるとそんなに大きな変化にはならないとか、要はそもそも測量というのはいろんな誤差がつきもので、それをいかに影響を避けるかということで往復の差等ですとか、いろんな工夫がされているわけですし、そもそもこういうデータの処理の仕方というのは、そこら辺のルールを無視して見ている部分がありますので、特にその精度に関しては非常に慎重に見なければいけないだろうと思っています。

○山岡座長 ほかに何かありますか。

この手記というか、非公開参考資料で「レベルの気泡が動いて静止しない」というのは、風の影響が強いということですか。記憶間違いなのか、どんな感じなのか。

○長尾委員 その記録があったときに、亡くなった大阪大の池谷先生が、当時の機械を実際に入手して、機械に静電気をかけるとそういうことが起きるので、彼は電磁気で説明できるという人ですから、地表が帯電していたんだろうということを言っていますけれども、これは全くまだ1つの可能性で、気泡が揺れたということは、そういうことがあるのかもしれない。

○山岡座長 これは割とよく指摘されるというか、もう一つ偶然こういうことよくあることなのか、何となく記憶違いだと思えるのかというのは、測量をよく知っている方に聞かないと私たちはわからないです。

○鷺谷教授 この気泡というのは、通常によく丸い気泡を真ん中にセットするようなものがありますけれども、それとは違って、ミラーで反射させるような形で、ちょうど試験管の底みたいなものがこういうふうに、右と左とずれるのですが、それをぴったり合わせるという形で見えるものです。それが止まらないということなのです。かなり感度も高いものになっていますので、非常に繊細なものではあるのですけれども、それが止まらないようではそもそも測量できないので、通常はないと思うのです。

一応この手記を信じる限りは、そこに何らかの異常があったということにはなるんですけども、名古屋大学の木股先生が以前にちょっとこれについて検討されたことがあって、要は測定時間が記載されておりますので、それから見ていったときに、実は8回の測定で700m進むところのうちの7点まで実は終わっていて最後のところなのです。時間から考えると、それほど長い時間が経っていたようには思えないということをおっしゃって、ですからこの書いてあるのはあくまでも記憶に基づくものですので、その時間がどれくらいだったのかということ、そもそもそれがどういう現象だったのかということは、場合によっては震源自体遠くで起きているものですから、いわゆるP波の初期微動的なものを見ている可能性だって場合によってはあるのではないかという気がします。

○山岡座長 やや誇張されて記述している可能性もあるということですね。

ほかに何かございますか。

○横田参事官 確認させていただきたいのですが、4mmというのはほかのところで見られるということで、誤差の範囲だという。

○鷺谷教授 通常の誤差ではなかなか出てこないのですが、やはり途中で何らか、例えば700m測るのに大体10回などの測定をしていくわけですが、移動するときこうやって測定をしましたならば、例えばこの標尺をそのままにして、この標尺とこの機械が前に移動するわけです。その移動している間、こいつはちゃんと同じところに立っていなければいけないわけですが、それを例えば蹴っ飛ばすとずれてしまいますね。そういうことでもなければなかなか起きないのかなという値ではありますが、それがときどき実はあるということなのです。

○横田参事官 誤差として、あるいは測定の何らかのものとして考えても不思議ではない範囲の値だということですか。

○鷺谷教授 それは測定者の技術によっても変わってくる。測定者というのは測る人だけではなくて、標尺を持つ人の部分も含めてですけれども、それが非常に洗練されていて、全くそういったものが出る確率が非常に低いかと言ったら、そこまでは言えないのではないかというのがデータを見ての印象です。

○山岡座長 要するに、たまたまというか偶然である可能性は否定できない。実際に傾斜変化があったとしても、プレート境界としては解釈しにくいというのが鷺谷さんの結論ですけれども、そのあたりについては特に異論はないと思ってよろしいでしょうか。

なかなか昔のことを掘り起こすのは大変だと思いますけれども、そういうような結論になっております。実際にあったということはもちろん可能性はあるが、統計的にはこういうことが2回続くのもそれほど低い確率ではないというところだと思います。よろしいですか。どうもありがとうございました。

それでは、次に進ませていただきます。次は電磁気学的な先行現象の研究の過去・現在・未来について、長尾委員から資料の説明をしていただきます。それでは、よろしく願いいたします。

○長尾委員 電磁気学的なものについてお話したいと思います。実は時間が短いですので資料と今お話することはちょっと違うというか、ほとんど同じなんですけれども、後でお時間のあるときに配付資料は読んでいただくという形で、もう一つ、これはこれまでの例えばサイスミシティですとか地殻変動などとかかなり異質なものです。何が異質かという、ほとんどがいわゆる地震学会で行われている仕事ではないということです。

実を言うと、統計的有意性ということはよく言われていますけれども、これが示されているのはほとんどが電離層とか電波の研究だけです。地表観測に関してはそれほど顕著な統計的有意性はない。要するにケーススタディしかないと思ってください。

それから、よく言われます問題、メカニズム、要するに電磁現象発現メカニズムがわからないということに関しては、ほとんどのある段階まで仮説がマイクロクラックとか、マイクロフラクチャということを使っています。ところが、これは地震なわけです。ですから本当にこれが原因であれば地震学をやればよいということになって、一番の問題は後でお見せしますけれども、今は破壊を必要としないで電磁現象を起こすというメカニズムを考えていこう。

あとは薄く書いてありますのは、よく言われます最大の応力降下時、応力変化時に異常がないということなんですけれども、要するに電磁現象というものは破壊そのものではなくて、すべりあるいは本震の前に現象が終わっているという可能性があります。いわゆる電磁気学的な地震というものが破壊の前には、要するに応力集中過程においてチャージ、電流というものは事前に流れてしまって、単に本震のときにはすべるだけであるという考え方で説明しようとしています。

もう一つ、今、非常に先行現象という研究が大学の研究では非常に難しい状況ですけれども、細目にすら地震予知というものが存在しないという事情もございます。

1つ、本震時に異常がない。これは実は神津島の真下で群発で起きたときがありまして、そのときたまたまこの上に電磁気と地震と全く同じレコーダーで、要するに時間が完全に合っているレコーダーで測っています。これは24時間で、これがサイスミシティです。ここで地震が午前中ばばっと起き出しまして、真ん中の記録というのは電波、163KHzという電磁パルスです。何となく対応がいいように見えます。これは直流の地電流と言われているものです。もちろんこれはコサイスミックウェーブに変化しています。

実はこれが10分間のここだけを拡大しますと、これがM4. 幾つという本震なんですけれども、そのときには電磁パルスはなくて、明らかに一番大きな地震のときには電磁パルスとしては何もないんです。あとは地電流の変化もオリジンタイムではなくて明らかにP波が到着した、要するに地面のシェイキングで動いているわけです。ですからこういうことが少なくとも唯一、これが時計の精度と考えられる現在ではベストの観測で、特に高い周波数の電磁波に関してはコサイズミックのものがないということです。

もう一つ先に結論を言いますと、実はこれをこれからやっていかなければいけないのですけれども、この分野で今、非常に多いのは統計物理学、臨界現象ですとか長距離相関という概念を導入してきています。こういう地震活動度に関してはかなり長距離相関というものも出てきていますけれども、従来のサイズミシティの研究では、あるいは私も静穏化の研究をしていますが、単にどういうデータセットをつくってというのではなくて、彼らはある時間、空間内にどれだけのサイズミシティが起きたか、非常に新しい概念を導入してやっています。

特に地震現象というものを第二種相転移、要するに体積変化がない、基本的には水が水蒸気になったり凍るといのは第一種相転移というものですけれども、第二種というのは例えば軸のスピンの変わるとか、そういうもので、地震というものはある意味相転移という考え方が導入されている。そういうことと電磁現象とを結びつけていこうという可能性があります。

もう一つは、先行現象は我々はかなりあると考えておりますけれども、実はもしかすると前兆あるいは先行現象ではなくてトリガーの可能性が非常にあります。電磁現象というものがトリガーになっていたかということで、これは後で御説明いたします。

まずは地震現象を力学的な現象と電磁現象をつなぐということで、誘発地震の研究というものは非常に先行現象を解明するためにも重要ではないか。あとは人工衛星の観測とこういうものをしていかなければいけない。

一番最後に書いてあるのは何かといいますと、地震電磁気研究者というのはほとんど地震学、測地学の素人で、例えばGR 則なんかも最初知らないでやっているわけです。ですからマグニチュード  $6 \pm 0.5$  なんて予測をすると、6よりも小さいものは圧倒的に数が多くなるわけです。ですから、よくある批判が小さな地震がよく当たるということです。ですからこれはある意味、やはり大きな地震を対象にすべきですし、地震学そのものが持っている本質的な統計の難しさでGR 則というものがあると思います。

固体地球電磁気学の啓発というのは、例えば電波の方たちがモデル計算をすると理科年表を参考にするわけです。そうすると何が起きるかという、地殻内の電気伝導度などが非常にあり得ないような値を使ってしまう。要するに自分たちの電磁波、周波数が地表に出てくる、あるいは空中に飛んでくるために、これくらいの値が必要である。それが現実にはかかれている地下の電気伝導度構造と2けたぐらい違うとか、あるときには2けたぐ

らい違う。ですから、そういうことを啓発していかないと、実際には現象が出てこないことがあるわけです。ですから、こういうことも問題点としてあります。

いろんな手法が、縦軸が周波数軸ですけれども、いろんな人がいろんなことをやっております。ところが、これは私の偏見で選びますとこれだけで十分です。これはある意味もともと自分がたまたまやっていた、例えば太陽電波の観測をしていて、偶然先行現象のようなものが見つかった。そうすると、その人は当然その手法を使うわけです。ですけれども、あなたの手法よりこちらの方がいいから、あなたのやめたらと言っているのに等しいので、これは研究者として非常に受け入れがたいこともありますけれども、基本的には地下から直接何らかの先行的な変化があるものに関しては2つやればいだろう。ULF帯という非常に低い周波数、ミリ Hz オーダーのものと、あとは100キロ Hz ぐらいの電波。電離層の異常というものはある意味レーダーと一緒に既存の電波、非常に周波数、位相のコントロールされているレーダーとかアクロスと一緒にすけれども、要するに既知のシグナルの揺らぎを捉えようというものがこういうものです。ですから比較的これはお金がかからない。こちらは比較的、特に一番目はお金がかかりますけれども、VLF等も比較的カバー範囲が広いということで、地上観測の割にはお金がかからない。こちらは非常に地上観測と比べればはるかに安い。衛星は別ですけれども、これは実際にはGPS等のものは国土地理院さんのデータが全部使えますので、投資は必要ないということ。室内実験に関してはこれから詳しく説明します。

これは非公開で、実は九州大学の湯本先生、彼は世界中に磁力計をばらまいているんですけれども、何かといいますと周期10~45秒ぐらいのマイクロパルセーションという太陽起源の電磁波を北海道、岩手、女川、九州、台湾で調べて、これは水平成分と垂直成分の比をとっているのですが、これは1月、2月、3月です。実は女川だけが、1月ぐらいのところは全部同じで、グローバルな現象ですから当然同じパターンを示すものです。

ところが、2月入ったぐらいから全く他の観測点とパターンが違ってきて、ここで値が非常におかしくなって、ここで切れているのはここで機械が故障したということで、非常に不幸で、もしこれが本震時までちゃんと動いていれば、ある意味チャンピオンデータになった可能性があるのですけれども、これは要するに地下の電気伝導度構造が変わるとか、そういうことによって水平成分、誘導されている地球磁場の値が変わってくるというものです。

ところが、岩手北部、これは水沢あたりだと思いますが、そういうところでもほとんど一緒というパターンということは、実は電磁気学的に見ても、もしこれが本当の先行現象だとしたとしても、M9の領域全体でそういうことが起きていたというよりは、やはり8ぐらいのものがあつたものが誘発されるというか、止まらなかったのではないかと考えています。

もう一つ、今、女川でELF帯という数百 Hz のデータがまだ未解析で残っているのですけれども、残念ながら彼が去年11月に倒れてまだリハビリ中でデータの解析が止まっている

ということがあります。ですから、これからもう少し女川のデータに関して、それは動いていたことがわかっていて、直前に非常にクイックルックではパルス状のおかしな変動があったことは私信で聞いておりますけれども、今その解析を進めている状態です。

メカニズム（3）というものがありますけれども、これは正孔電荷キャリアといって破壊を必要としないで電流ができてくる。地表がプラスに帯電させられるということ。非常に多くの先行変化を説明するという。あとは問題点があるとすると、岩石はウェットだとメカニズムが効率的に働かないということがあります。ですからカリフォルニアなんかのデスバレーのようなところでは非常にうまくいくのかもしれませんが。

過酸化架橋というのはSiO<sub>2</sub>のここに「O」が1つ多いものです。これがすべての火成岩に含まれているということです。いろんな岩石に押ししてみますと、こういうもので非常に小さなもので押せるんですけども、圧力をかけている間に電流が流れるという、これはストレスストレインです。実際にはメカニズムとしては破壊ではなくて変形によってエネルギー準位が下がってくるという現象によって、ここに電子がないホールというものができて、これが飛び移って拡散していくというメカニズムです。それによって要するに岩石がP型の半導体のような働きをする。

メカニズムとしていろいろ考えられますけれども、一番おもしろいのは、はんれい岩のようなクウォーツが入っていないものでも非常に大きな電流が流れるということ。大理石等はほとんど流れない。メカニズムに関しては非常にDC的なゆっくりした変化をつくれるということからピエゾではないですし、ドライの岩石でやっておりますので水が関与しているものではないということ。実際には地下で押されたものに関して地表がプラスに帯電する電離層の異常もつくれるだろうという、こういうポンチ絵です。

もう一つ、2000年の三宅島を先行現象ということで言いますと、伊豆半島西部3台のアーレーをすることによって包囲探査ができるようになりました。そうすると、これは三宅島噴火の前ですけども、ちょうど噴火の直前、群発の直前と活動期間内だけに三宅島の方向から来ている電磁波が卓越することがわかっております。ですから少なくとも今の状況としては、電磁気学的な包囲探査というものが可能になっていて、それがソースの向きを向くということがかなりわかってまいりました。

あと、これは今日は説明いたしません、電離層電子密度の研究で600個以上の地震に関して異常は直前に集中するという、それから、浅い地震ほど大きい。ここに集中していることが非常にいいことなんですけれども、これは全部引用文献をつけてありますので、お時間のあるときにはごらんいただければと思います。

これも台湾の結果ですけども、300個ぐらいの地震に対して数日前でこれはマグニチュードが大きいほどオッズが高い、要するに確率が高い。近いほど確率が高い。距離が離れるに従って非常にある意味理解しやすいような結果が出ています。

これは元判定会会長だった浅田先生が始められた方法なんですけれども、やはり電磁波。これは非常にいいのは震央の方向にソースが向くということです。あとは地震の電磁波と

雷等の電磁波とはかなり明確にスペクトルも違うし、特徴も違うことがわかっていますので、これはこれから我々真剣にやっっていこうというものです。

最後にこれは前兆ではなくて制御。電磁現象はもしかすると前兆ではなく、単なるもう我慢できないというときに起きたときのきっかけである可能性があるということで、今日は非常に大きな大電流を地下に投入すると地震が起きるということで、今日は映像をお見せしませんが、ロシアで100回近く実験をしまして、それを全部スタッキングしたもので0日、地震の後2日ぐらいにこの $2\sigma$ を超えるラインで地震が非常に起き出すということ。これはどこでも起きるのではなくて、ある特定の場所、多分、臨界に近いようなところで起きるんだと思います。これは参考資料で配りました地震の方に書いてあります。

非常におもしろいのは、これはタジキスタンのガルムというところで、既存の断層がわかっていたところで、ここから電流を入れてみましたところ、直後に直交する方向の新しい断層が見えてきた。ですからこれは十分準備過程が整っていて、これがですから前兆ではなくてトリガーとして働いた。こういうことがありますので、地震現象そのものの理解にもこういうことは非常に役立つのではないかと。

最後に国際的にこういう動向があるということと、アメリカが非常に面白いのが Tom Jordan が先頭になって先行現象をやろうと言っているのも、またアメリカか何かが始めて日本が追随というのは非常に恥ですから、避けていただきたいと思います。

あとはこういういろんな集まりがありますけれども、実は10月1日から3日に初回に気象庁の方から報告されました電磁異常の方たち全員が集まる、それから、アメリカのグループ、コソボコフ、そういう人が全員来て、すべて10月1日に御殿場で東日本の前に何があったかという話をしますので、もし御興味があれば10月1日だけいらしていただければ、3.11の前のいろんな先行現象、少なくとも電磁気に関しては全部網羅しております。

実は先行現象もあったということで非常に広い範囲のサイスミシティを使いますと、40年間、2003年から2004年にかけて非常に強い静穏化が起きて、場所がここだったということで、こういうこともありますので、もし最後時間があればサイスミシティのことを一度取り上げていただきたいなと思います。

以上です。

○山岡座長 ありがとうございます。

いろいろと取り混ぜて電磁気学的な現象についてお話いただいたわけですが、御質問等ありましたらお願いいたします。

○堀委員 欠測になっていたという話なのですか、故障ですか。

○長尾委員 故障が単なるメモリアルではないと思うので、一番の可能性は単に機械が悪くなったという可能性もあります。それは否定できません。

ただ、もう一つELF帯などで出てくれば、これは完全に動いていたことがわかっていますので。

○山岡座長 1つ興味深いのが、電磁気現象がトリガリングをする可能性があって、従来いろんな話を聞くと、地震の前には地下で異常があって、それが電磁現象としてあらわれるんだというコンテキストでよく議論がされるのだけれども、そうではなくて、むしろ電磁現象があって、それが場合によっては地震をトリガーし得ると。

○長尾委員 例えば磁気嵐ですとか、これは人工的なものですがけれども、そういうものが準備できているときに、最後の一押しとして電磁現象というものがあり得る。

○山岡座長 それはキルギスの実験でもある意味で。

○長尾委員 非常に極論を言うと、こういう実験を御前崎とは言いませぬけれども、例えば室戸岬でやって、10年間何もなくて突然地震が起き出す。こういうことをやると起きるとかなると、これはクリティカル。

もう一つ言い忘れたのが、電磁現象とマグニチュードとの関係は余りないんです。ないというか、今のところ確立されていないと言った方がいいと思います。これは唯一、ギリシャのVAN法がある程度やっていますけれども、これもM4.5~6.5ぐらいで7の経験がないです。ですから問題は例えば今いろんな民間等が地震予報会社をつくっていますが、先行現象があるということと、それでMが予測できるかというのは私は違うものだと思います。ですから、そこは非常に今、電磁気の人たちは統計的には600とか400という地震でやっていますので、かなり有意だと追いますし、DEMETERは8,000以上の地震を解析して、これは明らかに有意です。ですけれども、統計的に有意であるということと予測可能は別だと考えています。

○山岡座長 もう一回こだわるけれども、前後関係は結構有意であるが、それが地震の前に地下で現象があるのか、要するにトリガリングであるかということは区別できないのですね。

○長尾委員 今の段階ではできないと思います。

○井出委員 何か違うことが起きるといえるのはあるのだけれども、すごく確率的な現象だと思うのです。だから前兆があって、それでゲインがどれくらい上がるのかということはこの間も言いましたが、それを議論することが大事で、統計的に有意というのは有意だと思うのです。ほかにもいろんな結果がありますから、何かが起きている。それをどの程度ゲインの上昇につなげられるのかというのがわからない。それがわからないと例えば先ほど費用対効果の話がされていましたが、本当はそれもわからないということですね。

○長尾委員 ですから、多分そういう視点がこの人たちはないんです。何か見つけてすぐ予測ができる。ですから、はっきり言いますと何でも目の前に転がっているものが全部宝物に見える人たちが我々の一部で、逆に言うと宝物が見つかっていても気がつかない人もいます。要するに、かなり先行現象として有意なものがありそうだから、それを普通の土俵でやってみる必要がある。そこをちゃんとやるべきで、それは比較的小金がかからないんです。新たな観測網を展開する必要はないですから。



○山岡座長 1つは基礎研究を進めろというならば、それはそれで言えばいいけれども、余りこのミッションではないのですが、もう一つは統計的有意性に加えて確率ゲインがどのくらい増えるかということも、あわせて議論する必要があるというのが井出さんの主張だということで、その辺はいいですか。

○長尾委員 はい。

私が言うのもおかしいですけれども、Mの予測に関しては、今のところそれほどいい結果が出ているものはないと思います。大きなということは言えるかもしれませんが、例えば M5、M6、M7、M8 の区別がつくかということ。

○山岡座長 定量的なマグニチュードの予測という意味では、今のところ相関が認められない。

○長尾委員 それほどのものはないと思います。特に電波伝播の方はなぜそれが起きるかということ、いわゆる海の影響で、これは理論的にも海域で異常が出てても非常に減衰しますので、内陸の M5 と沖合の M8 が同じに見えてしまう。これは物理としてはいいのかもしれませんが、それは非常に実用的には困るだろう。

○橋本副座長 私の周辺の超高層とか内部電磁気の専門家は、やはりこの研究結果に対して批判的で、その辺と対話のなされていない状況で1つの政策判断をするというのは危険だと思います。

特にこの電離層異常なんかは結構日ごろ起こっているものであって、だから結構恣意的に取っているのではないかと疑わざるを得ないですね。しかも彼らの電離層を研究している人たちの話をすると、これだけの異常が出れば物すごい雷が起きる。電流が流れてしかるべきそういう帯電になっているはずなのでということの方が、私にとっては説得力がある意見と思っているのです、その辺をもっとちゃんと議論していかないといけない。

○長尾委員 今、京都大学のグループが非常に乗ってきていますので、彼らに客観的に評価してもらうのが一番いいだろう。それから、あとは地球電磁気、惑星の学会でもまずは地圏・大気圏・電離圏カップリングというのはかなり進んでまいりましたから、これがあ意味トリガーというか、これがきっかけとなって、ある意味普通の研究者が参入してくるのが非常に重要だと思います。

○橋本副座長 まさにそうだと思います。今までアグレッシブな人ばかりな感じがしていて、私たちは横で見ている危ういなという気がしておりました。

○長尾委員 最初に言っていたフランスのグループ等でも、余震活動というものを余り解析しているわけです。そうしますと、ほとんどの地震は余震ですから、平均をとると統計的に本震が前に漏れ出すんです。ですから、そんなこともあって我々としては地震の性質から教えて、余震除去をさせて、独立の地震をとというステップがある。まずはですから解析手法はいいとしても、地震学とどうつないでいくかということをちゃんと電離層研究者と進めていかないと、非常におかしな結論が出ている。今ようやくそれが少し進んできたというのが現状だと思います。

○山岡座長 先ほど私も検証が必要である、統計的な有意性+確率ゲインという考え方の検証をきちんとやっていって、基礎研究としては進めていくことが重要だけれども。

○長尾委員 基礎研究は進めるでしょうから、こういうところの将来的にこういうところでは、ゲインの研究を入れていくというのが手だと思います。それはある意味気象庁さんがやるのかどなたか大学なのかわかりませんが、先行現象そのものの研究ではなくて、どのくらい統計的有意性と確率利得があるかという研究はやるべきではないかと思えます。

○山岡座長 あとは従来は前にあるという考え方もあったけれども、トリガーということもひょっとしたら否定できない可能性がある。なので、そういう意味で言うと少し広い視野で有意性を見ていく方が建設的だろうと思います。そういうことでよろしいでしょうか。

○横田参事官 今のことをきちんと正しく書かないといけないので、ちょっとまた後、済みませんが。

○山岡座長 とにかく報告に対してある程度コメントを書いていかないといけないのを意識しつつまとめておりますが、そういうような皆さんの見方で一致するならば、それに沿った書き方になると思います。よろしいでしょうか。

それでは、次に進めさせてください。次は震源動的破壊過程の研究に基づく地震予測の難しさについてということで、井出委員にお願いします。

○井出委員 これはいただいたタイトルで準備させていただきました。

地震の予測はもちろん難しいのですけれども、幾つかのファクターがありまして、しばしば言われることは地震は決定論的カオスだから予測は難しい。バネブロック系でもそういうことは簡単に実証できるのですけれども、言ってみれば決定論的カオスというのは短時間だったら予測できるわけです。ですから、そういう意味ではそれは必ずしも決定的に難しいという理由にはならない。

ただ、そもそも決定論的でさえない事実というのもあると思います。我々はよく密度とか弾性定数、応力、摩擦法則などを入れてシミュレーションをやるわけです。密度、弾性定数は見かけ上、小さな誤差で求められる、実際に測定できるでしょう。ただ、応力とか摩擦法則というのは基本的にマクロ量なんです。これを本気でミクロに扱ってしまうと量子統計など必要になってくる話なんです。そういうところで決定論的に扱えないようなものなのです。

シミュレーションで出てくるからと言って、実際に本当のものをうまく数値化できているかということは我々はまだ自信がない。でも、それを言い出すと切りがないという話ですので、それは放っておいて、ただ、一番我々にとって問題なのが大地震と小地震には差がないかもしれないということです。これはどういうことか。準備過程があればもちろん予測ができる。その場合には決定論的に予知もできるかもしれません。だけれども、そういうのはあくまで期待に過ぎなくて、特に先ほどみたいな準備過程があるかもしれないし、確率的なもので全くなしに起こる場合も恐らくあるでしょう。それはゼロでも1でもない

んです。この問題に関しては。だからそれは期待に過ぎなくて、特に地震の前にプレスリップがあれば予測できるという話ですけれども、それもプレスリップが起きるとはもちろん限らないというところが問題なわけです。

私はデータ解析なんかを普段は一番メインでやっていますので、観測で大小地震というのがどう違うかということはずっと議論してきました。大小の地震があっても大体相似なんです。ほとんど現象としては同じものが単に大きく起きるか小さく起きるかではないというようなことが、それを否定するようなものは今のところ何も見つからないわけです。

具体的にどういうことかということ、地震というのは基本的に地下のエネルギーの解放ですから、地下のエネルギーをどれだけ破壊に費やして、どれだけ波に費やすか。それが地震のエネルギー分配です。そのエネルギー分配というのは大地震と微小地震の間でも全然変わらないのです。大地震でももちろん破壊というのはシンプルに進むわけではなくて、がたがた進むわけですけれども、しばしば言われたのは、小さい地震は単純で、大地震だと subevent などが幾つも出てくるなんて話もありましたけれども、そんなことはなくて、ちゃんとそばで見てやれば微小地震でも十分複雑です。そういう意味で subevent があったり、directivity があったり、そういう性質というのは別に大地震でも小地震でも同じです。ちなみに破壊伝播速度というのもほとんどの現象で共通しています。これはある程度 Shear velocity よりもほんのちょっと遅いくらいの一定速度です。

地震には大地震でも小さい地震で初期フェーズがあって、最終的な破壊継続時間に比例するというオブザベーションもあります。また、この初期フェーズだけを取り出してみれば、それは小さい地震の破壊過程に類似しているとも言えます。これは一応言葉にしましたけれども、どういうことか図を使って説明します。

これは皆さん御存じの地震の相似性です。大体において地震というのは長さ、幅、すべり量で、全部かけ合せると地震モーメントになるから  $L^3$  だという世界です。

エネルギーとモーメントというのはいろんな地震について推計することができまして、今、エネルギーとモーメントというふうに比較していますけれども、これは何かというと、モーメントというのはそのときに起きた地殻変動の大きさです。スタティックな地震のサイズ。それに対して先ほどのエネルギー分配の結果として地震波に割り当てられる部分、それがサイスミックエナジーなんですけれども、それは言ってみればダイナミックな地震の大きさ。ですから、このダイナミックな地震の大きさとスタティックな地震の大きさの違いというのが、果たして地震の大きさによってあるのかということ、全然ないわけです。これはだから正しく言うと、ないとして解釈できるという図です。エネルギーの分配というのはひずみ解放のエネルギーを地震波と破壊と分けてもいいですけれども、地震波、破壊、摩擦に分けるという分配に関して、大地震でも小地震でも違いは見えないというのが観測から言えることです。

さらに複雑な地震というのは、地震は複雑なんですけれども、これをスリップインバージョンなんかで破壊過程を求めるといことがなされています。これは昔やった兵庫県南

部地震の破壊過程ですが、破壊は大体 50km×20km くらいの範囲で 10 秒くらいかかって終わる。これがマグニチュード 7 の地震の姿です。

一方、これはマグニチュード 1 です。南アフリカの金鉱山で起こった地震ですけれども、ここで起こって、サブイベントが今度こちらで起こってという結果が Yamada et al. によって解析されています。これはよく見ればマグニチュードの違いが 6 くらいあるんですけども、キロメートル対メートルで、すべり量はメートル対ミリメートル。継続時間は 12 秒対 12 ミリ秒、全部 1,000 倍になるわけですね。こういうふうにして、すべりモデルというのは地震の破壊過程というのは何倍かすると全部似たようになってしまう。そういうことが今までの研究でわかってきています。

それと別に地震波を見ていると、地震波というのは我々は普通はサチらないように地震波を見るんですけども、これは昔、サイエンスに出た有名な論文ですけれども、それぞれ下にあるのが普通に我々が地震波をフルスケールで見ると、こういう地震波で見えるものを、その地震波の最初の部分だけを拡大して見れば 100 倍とか 1,000 倍とかするわけですけれども、何倍もしてあると最初の部分に別のちよろちよろとした破壊プロセスが見える。この破壊プロセスの長さを測ってやって、この辺は多少客観性に欠ける部分もあるのですが、その地震の Seismic moment と Duration を比較してやれば、これは直線状になる。だから大きい地震ほど長い初期フェーズがあるんだろうと考えられたわけです。

初期フェーズというのは、初期フェーズだけで分析することも最近のデータはよくなっていますからできまして、例えば 2004 年のパークフィールド地震のときには、この初期フェーズに相当する最初の 2 秒間だけを分析してみると、その中でも破壊の伝播プロセスというのが見える。

また、これは横軸が時間で、初期フェーズも含めた地震モーメントがどれくらい増加するかという絵です。そうするとマグニチュード 6 の地震というのはこういう直線に従って上昇していく。この直線というのはマグニチュード 4 くらいの地震が大きくなる直線とほとんど同じヒストリーをたどるわけです。もちろんこれは分析できないから全部つながりませんけれども、すべてがひよっとしたらこの辺の 1 本の線から、どこかで最終的にそれと止まるだけだ。地震は全部止まりかけでずっと伝わって行って、どこかでふっと止まるだけだ。そういう現象に見えてしまう。

マグニチュード 6 の地震はセパレートしてからしばらく延びていますけれども、それはひよっとしたら 6 くらいになると、地震発生層みたいなものが効いてくるのかもしれないという解釈もあります。

すなわち、破壊の成長というのは定量によらない。

そういうふうに破壊なので、では何でそんなプレスリップというのはあるのか疑問に思うんです。プレスリップは見えるという研究もあるんですけども、本当に少ないです。私が信じている、これはプレスリップと言ってもいいよねと思っているのはメルボルンたちの研究で、これはでかい地震の後の余震の前の GPS の変化ですけれども、こういうもの

が見えたりしますが、非常にレアであるということは皆さん納得しています。でも、なぜかプレスリップというのは見えると思っっている人が多いのも事実。だから本来、もう少し冷静に考えてみる必要があります。

プレスリップって何かというと、これも釈迦に説法のような気がしますが、これは Tse and Rice のハーバードのグループが 1980 年代にやった革新的な研究が、全ての研究のスタートだと言っていいと思うんですけれども、弾性体面に摩擦法則を与える。彼らは Rate and State Friction Laws を与えるんですけれども、その摩擦法則を与えて弾性体ブロックを移動させていくと、そこで繰り返し地震のようなすべりが起こる。そのときのすべり、これはショルツの絵ですけれども、これはある等時線をそれぞれ書いていて、interseismic、地震が起きないときには主に下側がずるずるとすべって、地震直前にこの辺で何かニュウクリエーションということが起きてから地震がどんと起きる。このニュウクリエーションがプレスリップに相当するものです。

彼らは Rate and State Friction Laws で行いましたけれども、これは数値計算をすれば大抵起きるんです。別にこれはスリップウィークニングの摩擦則でも起きる。松浦さんたちの有名な教科書の一番最初に出ているのは、これはまさに震源核形成、プレスリップの絵なんですけれども、スリップウィークニングを仮定して、この場合は真ん中が先にすべっていくわけですが、真ん中がすべって行って、あるときどかんと地震が起きる。そういうふうにして、いろんな摩擦法則でかなり普遍的にシミュレーションをやると見られる。それがプレスリップです。

ただし、そうやって大きなプレスリップが何でシミュレーションでいつも起きるのかというと、その種明かしは実は簡単で、恐らくやっている人はみんなわかっていると思うんですけれども、震源核、プレスリップのサイズ、大きさ、すべり量、どちらでもいいですが、そういうものは基本的には  $D_c$  なり  $L$  なり、すべりのあるサイズを規定するパラメータ、すべり量のサイズを規定するパラメータ。しばしば多くの場合これはモデルの中で一定として扱われます。

実はこの  $D_c$  が余り小さいと数値計算できないのです。計算可能な  $D_c$  というのは数値計算するコンディションで実は決まっている。そのコンディションは何で決まるかというと、数値計算するときの時空間のグリッドサイズによって決まる。そうすると、みんな計算機のコストがかかりますから、これとこれは大体同じにするんです。震源  $D_c$  の計算可能な  $D_c$  と、しばしば一定にしているモデルの中の  $D_c$  は大体そんなに変わらない。1 けたぐらいは変わるかもしれませんが、数けた変わることはない。 $D_c$  がほとんど震源核を決めますから、小さい  $D_c$  を入れれば小さいプレスリップが起きて、大きい  $D_c$  なら大きいプレスリップが起きている。それだけです。

大地震のシミュレーションでは計算機能力の限りを使って計算しますから、もちろん大きなモデル領域を使いますから、グリッドサイズもどうしても大きくなりがちで、プレスリップも大きくなりがちです。 $D_c$  も大きくなりがちなわけです。

しかし、一定の断層面で  $D_c$  が一定の大きな値なのかということ、断層の構造がどうなっているか考えると、これもなかなか荒唐無稽な話になります。断層というのは構造があるわけですが、こういう絵をいろんな人が書いていますけれども、あるスケールで見たら構造が見えて、真っ直ぐな部分があって、この真っ直ぐな部分を取り出すと、またそこには構造があってみたい、そういう断層というのはスケールが幾つもの、何層にも入れ子になって存在しているものです。それでも断層には割とフラットなセクションもあったりするんですけども、これは例えば地表にきれいな断層が露出しているところなんです。こういうところでもでこぼこというのはあって、でこぼこのスペクトルをとると、基本的にはこういうある線に乗る。ところどころ特徴的な構造があると、多少へこんだりとかする。これはいわゆるアスペリティと言っているものとの関係あるはずですけども、とにかく今、言いたいことは、これはいろんなスケールにわたって不均質というものが存在しているということです。

ですから、シミュレーションもそういう目でシミュレーションして見ることも大事だろうと思って、2005年頃からフラクタルパッチモデルというものの計算をしています。これはどういうものかということ、 $D_c$  というのは空間的に一様ではない。 $D_c$  は空間的に一様ではなくて、それに比べて応力というのは多分、一様なんです。物の強さはそんなに変わりませんから、応力はこの計算では全部一様にしてしまっていますけれども、自然界でもそんなにけたでは変わらないものです。それに比べて  $D_c$  とかフラクチャエナジーというのは簡単にけたで変わるものです。ですから、このモデルの中では  $D_c$  を大きく変えて、応力は全然いじらない。 $D_c$  を大きく変えるときにこういう円形パッチを幾つも置くんなんです。小さいパッチは小さな  $D_c$ 、中型のパッチは中くらいの  $D_c$ 、大きいパッチは大きい  $D_c$  を持つ。こういうふうにパッチをちりばめて、そういうところで破壊の伝播をさせてやる。

数値計算はコストがかかりますので、ここは小細工をするわけです。ある階層ではこういう  $D_c$  の分布が見えている。それは上位の階層の一部に相当する。まさにマルチスケールなわけですけども、この構造はさらに上位の階層のこの部分、この部分という、こういう形の入れ子構造をつくってシミュレーションしてやると、これは本当に地震っぽいものが出てくるわけです。ここら辺で破壊が始まって、これがすべり量です。これがもともとの  $D_c$  です。真ん中がトータルのすべり量です。だんだんこのすべりが大きくなって行って、上の階層に上がるというものです。

これでどういうものが表現できるかということ、これはモーメントレート関数ですけども、これは一番下は見えません。この辺ちょこっとあって、さらに大きくなる。どんどん階層を駆け上がっていくわけです。最初の階層で止まってしまったものは見えない。でも、ここで止まるものが多いんですけども、中くらいの階層までいくものから最後の階層までいくもの、どんどん大きくなる、いろんなものがシミュレートできるわけです。ああいう階層的な構造を持つ不均質モデルを考える。ただ、当たり前なんですけれども、これ一

番最初だけを拡大すればマグニチュードが2でも6でもほとんど区別がつかない。相似的な振る舞いをするようになります。

これが階層的不均質を入れてモデルを考えるとこうなるというもので、最後これが結局私が今日言いたいことなんですけれども、地震というのは基本的には2つのエンドメンバーを考えてシミュレーションも考えなければいけません。今まで考えていたのはこれなんです。固有地震的なアスペリティをどんと1個、マグニチュード8の領域がある、もしくはホモジニアスな構造が一面にある。この場合にはもちろんプレスリップ見えます。ここでDcは決まっていますから、そのDcに対応したプレスリップが見えます。だけれども、これはもっとランダムでもいいんですけれども、規則正しく書くとちょっと気味悪い絵になります。この中に中くらいのがあり、さらにその中にもうちょっと小さいものがあり、もっと細かいものがあり、数もどんどん増えていくわけです。でも、これも1つの地震のエンドメンバーなはずで。これとほとんど等価に扱わないとだめです。

実際の地震現象というのは、もちろんこのどちらの極端でもないと思います。私は地震というのは全部これだから予測できないとまで言うつもりはないです。だけれども、これとこれの間のどこかにあるのです。このどこにあるかというのがまさに確率的なものを判断するときには必要で、こちらだったら100%予測できます。こちらだったらほとんど0%と言っていいかもしれない。実際の地震はどの辺にあるか。例えば東北なんかはかなりこちらに近いと思います。それに比べると南海というのはかなりこちらなのではないかという気が私もあります。そういう意味で言ったら、東北とか南海で予測可能性の違いみたいなものが恐らくあるんですけども、今はまだそういう評価に全然みんな踏み出していませんから、こういうことを考えていかないと、これがまさにどの程度の確率ゲインがそこで生じるかということに効いてくるわけです。それが大事なんだろう。それがわかった上でもスロースリップとか非弾性応答とかもっと難しいことはいっぱいあります。それで地震の予測は難しいですという結論になります。

以上です。

○山岡座長 ありがとうございます。

非常に短時間ですっきりわかりやすくまとめていただいたと思います。御質問、御意見ありましたらよろしくお願いします。余り時間的余裕はないけれども、前半の地震の自己相似性というのは非常に明快にわかって、最後にひょっとしたら地震発生層によって規定されるものはあるかもしれないけれども、基本的には自己相似性。

○井出委員 それ以下のものは見つかっていない。

○山岡座長 後半は2つのエンドメンバーがあるのではないかというのが井出さんの考えです。これはそう思うか異論があるか若干皆さんの意見をお聞きしたいと思います。

○井出委員 ちなみに言うのを忘れましたが、これが観測とはすごくよく合うんです。いろんな地震がセルフシミラーに起きますから、キネマティックな観測とこれは非常によく合うんです。こちらは合わないです。

○堀委員 ただ、今のことに関して言うと、南海トラフで起きていることが、これでよく合うかというのは言えますか。

○井出委員 南海トラフはわからないから、私は南海トラフはこんな極限ではないとは思っています。

○山岡座長 南海トラフは恐らくそれほど地震の発生のデータがないので、どちらかと言うほどの情報がないというのが私の中の認識だけれども、そうではないですか。

○堀委員 情報がないわけではなくて、地震が起きていないということが情報であって、ローディングされている中で起きずにいるということ自体が、こちらには近くないことにもなり得る。

○井出委員 わかります。だから南海だけだと難しいんですけども、東北と南海とこの間に置くのだったら、私は南海を絶対に左に置くという、それは言いたい。だけれども、どの程度左に置くかはわからない。

○堀委員 それはまだわからない。

あともう一つコメントは、大きい方に関して最近さすがにかなり計算機の能力が上がってきているので、こういうでかいもので、しかも Rice たちの一派はこのスケールが成り立っているとは思っていないので、すごく小さい実験室の Dc をこういうでかい地震に対して与えるわけです。すごい小さい Dc でこういう計算をする。そうすると何が起こるかという、端っこからぱちぱち破壊が起きて、ずっと固着して南海トラフとか縁のところで微小地震が起こるなんてことは起きていないわけで。

○井出委員 小さい地震のプレスリップで全部壊れてしまうんですね。それはわかるというか、そうなるでしょうね。

○山岡座長 もう一つ、直前予知はなかなかプレスリップは難しいかもしれないけれども、例えば仮に応力分布と強度分布がわかったら、事前には巨大地震にまで発展するのか、途中で止まるのかというのはある程度決まっているのではないかと思うのですか、そういうイメージはありますか。

○井出委員 例えばだからこういう構造がもしあったとして、私は構造があるということはできれば信じたいたけれども、だとしたら決してこれは連続的ではないのです。ここを超えたらここまでいきそうだなみたいな、そういう議論は恐らくできると思います。

○山岡座長 だから、こういう構造であったとしても、それは計測できるかどうかは別として、応力と強度分布というものの比較で、もしここで地震が起きたときにどこまで発展するか、本来はわかっているというか、ある程度わかっているべきですね。我々はわからない。計測できないというだけで、そういうイメージがいいですか。

○井出委員 いろんな分かれ道で、毎回すごろくを振って、どちらに行くかという確率みたいなものは出る。



○山岡座長 そのときに周りがまだ十分されていないから、ここで止まった。だけれども、ここまで成長したときにさらに大きく成長する準備ができている場合には、より成長しやすいというイメージはある。

○松澤委員 相対的なことは言えると思うんですけども、絶対的なことを言えるかというと、例えば TP みたいなものが起こってしまってどんと強度低下を起こすことをある程度認めた瞬間に、本当に確率論の世界になってしまう。

○山岡座長 いずれにしろ確率的なものではあるけれども、より起きやすいか起きにくいかということは、当然事前に準備が。

○松澤委員 そのレベルの話でしかできないだろうと思う。井出さんおっしゃったように、本当にこちらに近いということは証明できていれば、かつ、TP が起こらないことを証明できていれば、話はシンプルになります。

○山岡座長 動き始めてしまったときに強度が低下するという現象が起きると、さらにわからなくなる。

○堀委員 TP の起こる起こらないとか、起こりやすさということも本来は多分構造であって、だから今は構造がわかっただけという話なので、それもわかればという。

○松澤委員 ただ、私がネガティブなことを言うのも変なだけけれども、すべてのパラメータが時間変化しないという前提だけれども、間隙圧まで時間変化を何百年、何千年というものを考え出したら入れざるを得なくなってくるので。

○井出委員 ですから、これぐらい簡単に考えても難しい。その上に考えることは幾らでもあるんです。

○山岡座長 TP というのは熱圧力と言って、要するに摩擦によって間隙水圧の圧力が上がって、摩擦強度が下がるという現象ということで、ちょっと TP という言葉が出てきたので解説しただけです。

ということですが、何かありますか。

○横田参事官 階層的と言っているけれども、具体的には小さいメッシュをそのまま計算すれば解ける理解でいいんですか。

○井出委員 それが先ほど堀さんがちょこっとおっしゃったことで、確かに計算機が無茶苦茶リッチにあれば、無茶苦茶細かいメッシュで小さな  $D_c$  を使って問題を解くことができます。そのときの振る舞いというのはまたちょっと違うものが出てくるということです。

○横田参事官 それで今、注目しているのは、例えば 256 という中の振る舞いのものを注目するために階層化して解いている。

○井出委員 これは計算機がああ程度しか使えないから階層化しているだけです。

○横田参事官 気象の方とかでよくやるネスティングという計算上の分子を細かくするものと同じで、力のやりとりを最後 256 のところをぐっと集中して見ているというイメージでいいんですか。式が途中がよくわからないので。

○井出委員 これは基本的には1つの階層というのは、ほかのいろんな方がやられている破壊のシミュレーションです。

○横田参事官 1つずつそれを入れて。

○井出委員 その時間と空間を上階層に繰り込むという、平均化して与えるという操作をしています。

○横田参事官 少しやさしい用語でまとめのときは。

○山岡座長 一応、大体よくわかったのですが、文章にするときには少しわかりやすい用語にしないと。

○井出委員 最後のちょっと気持ち悪いやつと、余りにもシンプルなやつとのまとめでいいと思います。

○山岡座長 よろしいですか。この後の堀さんのお話と非常に関係してくるので、もしなければ堀さんのお話に進みたいと思います。

○堀委員 シミュレーションから得られた知見ということで、先ほどのお話にも出てきたものの、地震の繰り返しのシミュレーションの枠組みを簡単に説明して、予測に向けてどういうふうに関最近シミュレーションの研究の流れがあるのかということと、まだ予測していないですけれども、予測精度というのはどうやって高められるのかということと、高めるためには基本的には何かそれに、結局、地震の発生時期の情報を持つような現象が起きてくれないと、予測の精度は高められないので、どういう現象が期待されるのか。要はプレスリップとかですけれども、それについての紹介をしたいと思います。

地震の発生サイクルの枠組みですけれども、基本的に我々は地震と言っても地震発生サイクルのシミュレーションのほとんどはプレート境界の地震を対象としていて、既存の弱面があって、プレート境界でのすべりの時空間変化として地震をモデル化するということをしています。固着したりすべったりというのは強度と応力の関係、ずるずるすべって固着している、先ほどのアスペリティモデルと同じような図ですけれども、固着していることすべるところの違いがあれば応力の増加をして、応力が強度に達したら破壊をする。応力が強度よりも十分小さくなれば停止するというところでサイクルになる。その強度の変化の仕方をコントロールするような摩擦則、いろんなものがありますけれども、基本的に固着すると強度が回復して、すべると強度が低下する。先ほど TP とかありまして、そういう温度とかほかのものに関わるような場合も、より複雑なものもある。ただ、特により単純な摩擦則の場合は、基本的に我々は応力も強度も測定することができないのですけれども、すべりの履歴によって決まるような枠組みになっているということです。

予測に向けたシミュレーションの研究はどういう流れでずっと進んできているかということ、もともとは一番上にあるフォワードモデルで地震の繰り返し、例えば南海地震のサイクルみたいなものを計算して、それが過去の履歴に大体合うようにしてやる。そのパラメータを試行錯誤でやって、似たようなパターンが出るかというようなことをやっています。ただ、こういうものはもちろん古いデータはわからないので、いろんなことが起こり得る

わけで、単一のモデルでこれで再現できたから、その先を予測なんてことは基本的に困難である。

もう一つは、これは松浦さん、名古屋の橋本さんたち、防災関係の福山さんたちのグループですけれども、すべり欠損によって過去の地震の繰り返しを計算するのではなくて、1つ前の地震が起きて終わった状態から、すべり欠損による応力が蓄積していった、たまったところで破壊を起こして地震が起きたらどのように破壊が進展するかというようなことです。

これは実際の動的な破壊をきちんと使うことができるということと、いろんなモデルをやれば画一的な評価も今後できるようになるとは思いますが、ただ、初期状態、応力をどう仮定するかとか、それこそ強度の分布をどう過程するか非常にそれによっていろんなパターンが起きる。

最近、我々がやろうとしているのが最後のもので、逐次同化によって推移を予測しようというもので、これは基本的には今までフォワードモデルでいろんなパターンの地震サイクルをやっていたわけですが、非常にたくさんのシナリオを考えてやって、それがどのぐらい観測データに合っているかということの評価しながら予測をしていくというもので、この後少し説明しますが、あとは例えばこれは何かある特定のモデルを決めてしまって、これが正しいからこれでいくみたいなことができるほど、我々は例えば摩擦則に関してもそんなことがわかっているわけではないので、いろんなものを仮定してやって、それらを同じように、ここで観測データというのは地殻変動がメインになりますけれども、地殻変動と比較しながら、より観測データに近いものがどういうものか見ながら予測をする。

予測と言っても、それはいろんなシナリオを考えてやることになるわけですが、もともとはこんな多数と言ったってせいぜい数十とか、そのぐらいのサイクルの計算をやるのが地球シミュレータでもせいぜいだったんですけれども、先ほども少し言いましたけれども、計算機の能力がかなり上がってきていて、神戸にある京コンピュータだと数百とか数千サイクルの計算というのが一気にできる状況になってきているので、こういったことが現実にできるようになってきている。いろんなパターンを事前に計算で用意しておけば、何か変化があったときに、すぐにその場所に対してその後の推移を予測することもできる。もちろん、用意するモデルが現実に近いようなものを用意できていないと、何も精度の高い予測には全くならないわけです。

前にやっていたフォワードモデルの計算、例えばこれは南海トラフのサイクルの計算を我々がやっていたものですが、これは南海地震は非常に複雑で、過去さかのぼればどんどんパターンが変わっているわけですが、そのうちの最後の3つの地震の起こり方のパターンが定性的に再現できたというだけのものだったわけですが、このフォワードモデルだけをやっていたときの感覚からいくと、これをちゃんとこれに合せない限りは全く予測には役立たないと考えていたわけですが、今その予測をする上でいろんなパター

ンをシミュレーションしておいて、実際の現象と比較して合うかどうかということを考える場合には、このいろんな地震の起こり方を途中でしているわけですが、地震間の振る舞いもいろいろあるわけですが、それが歴史記録などと矛盾しないようなシナリオを含むものは全て、部分的に含むものであってもデータなどに生かすことはできるわけで、こういったことは無駄にはならないものである。

課題としては、これは基本的にプレート境界のモデルだけですので、分岐している断層であるとか、そういったものをどうやって取り込むとか、自発的なサイクルで再現できない履歴をどう扱うかといったものが課題としてあります。

あと、長期的なサイクルに関してもう一つ言っておくと、これは南海のシミュレーションの例ですけれども、現象としては東北で起きたような非常に浅いところで大きなすべりが起こるような場合と起こらない場合が交互に起こるような場合というのも、モデルの上では起きていて、そういったものも表現できるようになってきています。

松浦さんたちがやっているものはどういうものかということ、プレート境界でこれは摩擦の性質が違ふことで固着する領域というのはもともと設定していて、ここで応力の蓄積をしていく。そうすると120年蓄積した後にトリガーをかけると破壊が伝播するけれども、60年だと伝播しないということで、どの程度蓄積されて地震が起こる状態、readyな状態になっているかどうかということの評価できるということで、そういう意味で彼らはプレディクティブモデルと呼んでいるわけです。

先ほどの自発的に地震を起こす場合と比べて、これは誘発させて地震を起こすので、過去のいろんなタイミングで地震が起こって、どういうふうに応力が蓄積あるいは解消していくかということが、起こったタイミングで入れることができるので、過去の履歴を比較的再現しやすいようなアプローチなのかなと思っています。ただし、強度変化を規定する摩擦パラメータをどうやって推定するかというのは、まだ彼らのグループの中でもどういうふうにやったらいいかというのはできていない。

先ほどのものをより現実に近い形で、GPSのすべり欠損データに基づいて応力降下量の分布を推定してやって、さらに強度低下、 $D_c$ などをどういうふうに値を分布させるかというのを仮定した上で、かつ、破壊開始点を幾つか仮定すると宝永のような全体が破壊するようなことが起きたり、東南海だけが破壊する、南海だけが破壊するというようなことが起きる。こういう仮定する破壊開始位置とか強度の分布によっていろんなパターンが起こり得る。その観測データとして得られるすべり欠損から推定される応力分布からどういう地震が起こり得るかということが、いろんなシナリオを検討することができるわけです。

その1つ、予測という意味では重要だと思うんですけれども、東北に関して言うと3.11の前のすべり欠損の分布から同じようにして応力の蓄積を計算してやって、過去にM7とかM8の少し大きめの地震が起きたところで、その地震が起きた後しか蓄積しないというふうにして、応力を仮定して、破壊開始位置は実際に起きたところからスタートさせるんですけれども、そうするとある程度、これは何年間蓄積するかによってすべり量は変わります

が、数百年であれば M9 クラスの地震が起こるような結果も得られるということで、観測されるすべり欠損の分布から M9 まで見落としなくシナリオとして挙げるができる。いろんなシナリオの中でこれが次に起きるということまでは、もちろん言えないわけですが、観測と矛盾しないシナリオというのは排除しないで、検討することが大事だと思います。

逐次同化によって推移を予測するイメージについてですが、逐次同化に関してはたくさんのモデルを準備してあって、ここではシステムの時間発展というのが地震サイクルのシミュレーションによって記述される。その結果と観測量とが観測方程式で結び付けられるようになる。これは要はそれぞれの変位試算も画一ベースになっていて、たくさんモデルを用意するというのは確率密度分布を認める場合に、分布そのものをシミュレーションのたくさんの粒子で近似するモンテカルロ的なイメージですが、そういうたくさんのモデルを用意してあって、与えられたデータに対してどういうモデルが合うか。ここでは4つだけしか出ていないのですけれども、その後の推移を見ていくということをイメージしています。

予測精度を高めるためにということで、モデル誤差というのは、当然我々は真のモデルは手にすることができないので、モデル誤差はどこまで行ってもつきまとうということと、観測データの改善が不可欠だ。ただし、過去には余りさかのぼれないということで、いろんなシナリオを用意して、どのシナリオに近い状況が現在起きているかということ进行调查することで、予測の精度を上げたいと思うわけですが、それを上げようと思うためには結局その次の地震の発生時期に関わるような情報が観測データから入ってこない限りは、絞り込みはやりようがない。

どういう現象がシミュレーションから期待されるかということで、先ほど話が井出さんの方から出てきたプレスリップというものがある。これは  $D_c$  が大きければ大きいプレスリップが起きるというのはそのとおりで、ただし、1つ南海トラフで言えるのは、南海トラフで実際に起きているようなかなり広い M8 クラスの地震が起こるような範囲が普段固着していて、先ほど少し言ったような縁でばっと地震が起こるということも起こらない状態で、100年とか200年に一度地震を起こすようなことを、この我々が仮定しているようなモデルで実現しようとする、かつ、本震よりも一回り小さい中途半端な破壊というのが起きていない。今のところ南海トラフではそういう観測にはなっていないですから、起きていないということを満たすようなパラメータでシミュレーションをすると、有意なプレスリップが起きる。ただし、もちろんこれはどのくらいの規模になるかというのは捕捉できていないので、観測できるものが確実に起こる保証はもちろんないです。

それ以外に、プレスリップと言うと加速するものばかりが考えられがちですが、本震に先行するすべりとしてはいろいろ震源域近傍でゆっくりすべりが起きたりとか、それに伴って余効すべりが起きる。

東北地方太平洋沖の前には、かなりいろいろなものが実際観測されたわけですが、それというのは野田さん、中谷さんと私で今、準備しているものがあるのですが、これは大きな丸の中に小さな丸があって、階層的と言うにはおこがましいですが、2つしか階層がない問題ですけれども、大きなDcを持った大きなパッチの中に小さいDcを持った小さいパッチがあって、それが相互作用をしながらいろんな規模の地震を起こすという状況。いろんな規模と言っても小さい地震の規模と大きな地震の規模、2つの規模の地震で、その間にどのぐらい摩擦パラメータによって不安定性をどのぐらいにするかよって起こり方のパターンはかなり変わるんですけれども、ここで示しているのは特に非常に複雑なことが起こる場合でして、複雑なことという意味は小さい地震が起きて、そのままカスケードアップで大きな地震になる場合もあれば、この広いところで大きい地震のプレスリップが起きてから全体が壊れる場合もあれば、小さい地震が先に起きて、その後、余効すべりが起きて、それから、大地震が始まるとか、いろんなパターンが起きる。

ここで起きていることというのは、加速するようなプレスリップというのは起きたり起きなかったりするのですが、同じ摩擦パラメータでずっと計算を流している間にいろんなパターンが起きて、小さな地震になる場合もあれば大きな地震になる。加速して大きい地震になる場合もあれば、そうでない場合もあるという形で、いろんなことが起こり得る。これだけ単純なものでもいろんなことが起こり得るということです。

最後に巨大地震、結局いろんな空振りとか見逃しとか、プレスリップが起きる場合ももちろん考えられるけれども、特に東北のような場合、先ほど言い忘れましたが、この場合というのはかなり固着度が低い状態で、大きなパッチから固着の剥がれがかなり起きて、途中でゆっくりすべりが何度か地震のサイクルの途中で起きたりするようなことも起きていて、そういう固着度が低いような場合は特にプレスリップが起きなかったり、ゆっくりすべりで終わるようなことが起きたり、それに対してはモニタリングすることによっていろんなシナリオを検討するのがいいのではないかということです。

これは減災対策に対するコメントです。

○山岡座長 ありがとうございます。

質問、御意見等あればよろしくお願いします。

先ほどの井出さんの階層とシンプルなアスペリティモデルで言うと、東北と比べて西南日本の方が割とシンプルなものであるというのは。

○堀委員 シンプルというか不安定性が高いと言った方がよくて、その内部に複雑な構造があったとしても、全体として不安定性の高い状態の摩擦特性であればべったり固着してしまうので、中に幾ら不均質な構造があっても、それは全体が破壊を始めるまではほとんど姿をあらわさないことになるので。

それがずるずる地震間に剥がれてしまうような不安定性の低い状態であると、先ほどの野田さんのシミュレーションのように見えます。

○松澤委員 一回り小さい地震が発生して、余効すべりが生じてというところまでは同じなんだけれども、それが今回の地震では余効すべりが加速しなかったわけです。ここに書いてある加速が時間をかけて起こる場合とそうでない場合があるというのは、同じパラメータ設計で余効すべりが加速して次に至る場合と、余効すべりが加速しないで本震に至る場合が再現できているのですか。

○堀委員 加速しないというか、時間が短い。

○松澤委員 すぐに起こってしまったということですか。

○堀委員 はい。そんな東北を再現するためのモデルではもちろんないので、このパッチ1つだけでそこまでは多分。要はM7が起きた場所と本震の破壊の最初の開始点は違いますね。だから少なくともここにもう一個パッチがないと。

○井出委員 リアルなものではなくて、方向が大事なんでしょう。

○堀委員 それを別に再現するという話ではなくて。

○松澤委員 心配していたのは、余効すべりから加速しないで本震に至るというときに、どういう状況が考えられるのか。Dcが小さい場合とか、TPが働いてしまった場合とか、それ以外に見落としていることがないかなと気にしていたので。

余効すべりが加速しないで次の本震に至ってしまうときというのは、どういう場合があり得るのかなと、もし教えていただければと思います。

○堀委員 今、言ったことにも近いですがけれども、本震の始まりというのが結局小さい。まさに井出さんが言ったような小さいパッチから破壊がスタートする。地震が起きて、余効すべりが起きて、それは別に余効すべりなんだから加速する必要はないわけです。伝播して行って。

○松澤委員 応力を上げて行って、そこでも小さいパッチから破壊がスタートしてしまえば、加速なんかなくてもいいと。

○堀委員 応力はそれで上がった分だけかという、もう既にゆっくりすべりが何年か前から起きているし、既にあの場所がかなり、あの付近の応力レベルが高かったと思った方がいいと思います。

○山岡座長 事務局的に少しまとめると、この資料の12ページのようなまとめが、堀さんのまとめだと解釈してよろしいのでしょうか。これだと簡単過ぎるので、もう少し具体と書こうと思っています。

この中には南海トラフの特性は今回の東北とは相対的に違うということが書かれていて、かつ、空振りも見逃しも当然あり得るところも書かれているので、こういうようなイメージのまとめでよろしいでしょうか。

○堀委員 はい。あと、ここにも書いていて先ほど言わなかったんですけど、井出さんが言ったことと同じかもしれないですが、東北でプレスリップの加速が見えなかったからといって、それは別に南海で見える見えないという話とは必ずしも結び付ける必要はない。

○横田参事官 今回の加速という言葉が一般的にどのようなものをイメージするのか、わかりにくいイメージがあるのです。過去の気象庁のさまざま加速する。今の加速条件というのは、ずっと時間的にずっと上がっていく、常に量がプラスしていくというものなのか、一定量でずっと動いていてもいいのか、進んでさえすればいいので全体には落ち込んではいらなくても、エリア的には広がっているのか。だから加速の概念というか、言葉が加速するという言葉で整理されると、時間の短さとかさまざまのところでわかりにくい。わかりやすい言葉がゆえに、わかり過ぎる言葉がゆえに、別のイメージを持ってしまうように思うので。

○堀委員 加速というのが結構独り歩きしている気はするんです。このモデルで言えば、実際に破壊がスタートするのに向かって  $1/T$  というのはきれいにニュークリエーションするときには見えるんですけども、でもそれは先ほどみたいな複雑な場合には、それが別に途中で小さい地震が起きてそのままになるときもあれば、小さい地震が起きて余効すべりが起きて、その途中から  $1/T$  の加速が始まって大きなものになるということもあればという。

○横田参事官 その辺が複雑系の部分で見え方も少し変わるというところがわかるかというかなと思うので、シンプルでないということですかね。表現をまた後で。

○山岡座長 よろしいですか。大体そんなまとめになると思います。

もしよろしければ次ですけれども、気象研究所の弘瀬研究官から南海トラフの地震発生シミュレーションについて、資料の説明をしていただくということをお願いします。

○弘瀬研究官 気象研究所の弘瀬です。こういうタイトルで今日はお話させていただきます。

気象庁は東海地震の予測ということで動いており、予測に資するということでシミュレーションを行っています。東海地域を最初ターゲットとしていたのですが、その隣の東南海地震とか、さらに隣の南海地震の広域的な応力の状態もちゃんとシミュレーションに反映させないと、結局東海地域の応力状態を正しく再現していることにならないので、どんどん領域が広がって行って、JAMSTEC の堀さんらと同じような南海トラフ全体の地震発生シミュレーションとなっています。

南海トラフ沿いの巨大地震の発生履歴は既に御存じのとおり、約 110 年周期で発生していて、紀伊半島沖から大体破壊を開始していると言われていています。東海地域は 1854 年以降しばらく発生してなくて、東海と豊後水道で長期的スロースリップが起きています。こういうざっくりとした特徴をシミュレーションでまず再現するというのが目的です。

スロースリップの発生履歴についても東海は 10~30 年だったり、豊後水道は 6 年だったりということが言われています。

パラメータの設定についてです。これはメッシュの深さ分布です。こちら側はフィリピン海プレートと陸の収束速度で、東海が遅くてこちらが早いというパラメータを与えています。a - b に関しては深さ 10~30km を地震発生層と置いています。これは単純に均一な



値にしています。不均質性を出すためにパラメータ  $L$  をいろいろと空間的に変えています。東海に沈み込んでいる海山であったり、九州・パラオ海嶺だったりというのを意識して  $L$  を大きくしています。この  $L$  を大きくすることによって東海の割れ残り、前回、昭和で東海が割れていないというのを再現することができます。

あと、東海と豊後の長期的スロースリップイベントの領域に関して地震波トモグラフィで見ると、その領域は顕著に高  $V_p/V_s$  になっていて、水が関与している可能性があります。このことから、東海と豊後水道の領域はほかの領域よりも間隙圧が高いだろうということで、結局、有効法線応力としては小さいパラメータを与えています。それに合せて  $L$  も小さくしています。スロースリップの発生周期に合せる形で  $L$  も空間的に変えていて、それによって繰り返すスロースリップを再現できます。使っている摩擦構成則は Composite Law になります。

早速結果で、再現したいのは冒頭でお話した4つの特徴です。このアニメはすべり速度の分布で、青いところが固着している、赤いところがすべっている領域をあらわしています。最初の地震では東海が割れ残り、しばらく固着して、スロースリップは東海および豊後水道で繰り返します。再び紀伊半島沖から破壊開始して、今度は全部破壊するというサイクルを繰り返すことになります。地震の周期は120年ぐらいで、紀伊半島沖から破壊開始しています。そして2回に1回東海地域は割れ残るという単純なモデルです。スロースリップの周期は東海で15~18年、豊後水道で6~10年となっていて、およそ再現していることになります。

スロースリップイベントについてもう少し詳しく見ます。全域が破壊する場合と、東南海・南海地震が破壊して、東海は割れ残るという場合を繰り返しますが、その間に全体を破壊した後の東海スロースリップの振幅は非常に小さく一方、東海が割れ残った後のスロースリップの振幅は大きくなっています。前回の昭和の地震で東海が割れ残ったために、現在観測されているスロースリップというのが見えているのではないかとこれから考えられます。豊後水道に関してはどのサイクルでも大体同じように繰り返します。ここの振幅が足りないのは、データ量がすごい大きくなってしまったので、間引いた結果このように見えているだけで見かけのものです。このようにそれなりに長期的スロースリップイベントについても再現できています。

次にお見せするスライドは、先ほどは紀伊半島から2回とも破壊を開始しましたが、そのうちの1回が豊後水道のスロースリップが加速して巨大地震になるというパターンです。豊後水道スロースリップ域の  $L$  を小さくして不安定性を強くするとこのようなパターンもあらわれます。これは最初に紀伊半島沖から破壊開始し東海は割れ残ります。次のサイクルでは豊後水道から破壊が開始しています。そのパラメータ  $L$  の値についてはそれほど差はありません。ここのパラメータ次第でそのようなパターンもあらわれるということです。

次のスライドは豊後水道の破壊開始点での速度の時間変化です。横軸時間、縦軸速度です。スロースリップがあって、ここで破壊開始します。青とオレンジの線がありますが、

青は最初のサイクルを示しています。スロースリップがあり、ここで地震になりますが、これは紀伊半島から破壊開始するので、ここでデータは止めています。

その次のサイクルがオレンジになりますが、それでいくと1回、2回、3回で、4回目のスロースリップが加速して地震になるというのを示しています。これの①～④と番号をつけたものの各スロースリップのピークまたは地震というものを、ゼロのところを持ってきて重ね合わせたのがこちらになります。これは前1年間、後ろ1年間になります。①～③のスロースリップは、ここら辺ぐらいから上がって落ちることになって、4回目のスロースリップのときはずっと静かだったものが急激に立ち上がっています。

これを微分して加速度で見ると、③のスロースリップは速度がピークになる約1か月か半月ぐらい前から加速が弱まっていることがわかります。それをさらに微分したのがこちらになります。前回のスロースリップが地震になるかどうかという判断は、このシミュレーションからだとも半月ぐらい前には加速が鈍くなるので、これはスロースリップで終わりますよねという話はあるかもしれません。

予測という視点でみた場合、実際のスロースリップが加速している間はずっと警報を出し続けていって、最終的に地震になるということで、地震にならないかどうかというのは全然わからないし、いつ、どこを超えたら地震になるかというのは、今のこの情報からはわからないという問題はあります。

気象庁としては東海を予測しないといけないですが、東海が単独で発するというモデルは今のところ再現できていません。というのも、プレートの収束速度が東海は小さいので、そもそも応力がたまりにくいという背景があります。前回の昭和で東海が割れ残ったというのを再現するために東海地域に置いた大きなLの存在のために、例えば先ほどの豊後水道で不安定にしたように、このスロースリップ領域のLをより小さくして、不安定性を小さくして地震を起こそうとしても地震にはなりません。なるとしても、一部深いところでM7クラスの地震が起きるだけです。最終的には結局この紀伊半島沖から破壊開始して全部割れるというパターンしかあわれません。

当然、東海の割れ残りを再現しないモデル（沈み込んだ海嶺としての大きいLを入れないモデル）であれば、スロースリップがずんずん加速して、ここから破壊が開始して、浅い方まで進行していって、ここら辺から破壊開始するというにはなります。

おさらいになりますが、最初に固着があって、それが少しずつ深い方と浅い方から剥がれていって、プレスリップが起きて破壊する。いずれにしてもプレスリップは発生します。

そのプレスリップは紀伊半島沖付近で起きるので、それを仮想的な地表観測点で地殻変動を見た場合、直前になると動きます。当然と言えば当然ですが。

地震前に期待される出来事としては、深い方とか浅い方から固着の剥がれが生じますが、破壊開始点付近でプレスリップが生じます。領域としてこれぐらいの大きさになります。それを仮想的な紀伊半島の先っちょの観測点における速度変化で見ると、地震前1年間で見ると徐々に変化して、約1カ月ぐらい前にはGPSで観測可能なぐらいの変動量になるで

しょう。ひずみ変化で見ても、同じようにぐっと下がっています。地震前10日間を拡大したものでみても、赤い補助直線から折れているので加速はしています。ですが、歪計の検知力としてはぎりぎりとらえられるかなというところですが、これを見て地震がいつかというところまでは予測できないと思いますが、何か変化があるなというのは、ここら辺1カ月ぐらい前からわかります。

これはプレスリップのパラメータ依存性を示したもので、井出さんから最初にお話があったように、このLをどの値を使うかでプレスリップの大きさ、成長の仕方というのに効いてきます。これはLだけを変えたもので、プレスリップの領域は例えばこの大きさになります。Lを2cmこの領域全体を大きくするとこれぐらいになります。ちょっと大きくなったかなという印象ですが、これを先ほどの紀伊半島の先っちょの仮想的な地表観測点で見た場合の速度変化で見ると、先ほどは1カ月ぐらい前には観測できるかなというレベルだったのが、半年ぐらい前にはそのレベルには達しています。Lを幾つにするべきかというのはわからないので、地表の変化が地震前のいつ頃から検知できるかはわからないというところになります。Lをまた小さくすれば、この領域は当然小さくなるということです。

まとめると、過去をそれなりに再現しました。豊後水道のスロースリップが加速するパターンもあります。東海地震が単独で発生するパターンはまだ作成できていない。このシミュレーションだとプレスリップは必ず発生することになります。ですが、その規模というのはパラメータに大きく依存するので、そのパラメータの妥当性というのはわかりません。

あと、仮定というか不確定要素ですけれども、パラメータの選択の妥当性について、それなりに過去を再現したといっても、そのパラメータがどんぴしゃだというわけでもないですし、粘弾性の効果を考慮していません。地震時のダイナミックな破壊の効果はラディエーションという形で近似的には入れてはいます。岩石実験による摩擦構成則をそのまま適用しているので、それが現実の実際の断層に当てはまるかというのはまだわかりません。計算領域外では定常的にすべりが生じているという仮定を入れています。3次元形状を用いているわけですけれども、すべりの方向は一方向でN55Wにしています。あと、法線応力の変化分は考慮していません。このようにまだまだ現実にはほど遠いというところですが。

以上です。

○山岡座長 ありがとうございます。

質問等あったらお願いします。

○井出委員 これは現象を理解するための数値計算として、こういう研究が行われるのは非常にいいことだと思いますけれども、これを予測に使ったら非常にまずいと思うわけです。

間違った設定で、ほとんど正しい見込みはないですね。特にプレスリップに関して私は言いましたけれども、プレスリップだからあれくらいちょこっと変えていろいろ変わった

わけですけれども、実際にはプレスリップだって桁で押さえられていないです。ファクターで押さえられていないのではなくて、実際に小さい地震、もしあなたがあそこの断層の近傍から石を持ってきて、実験室に持ってきてLを測ったらずっと小さい値になってしまうんです。そういうことはどうスケールするのとかいろいろわかっていないわけで、だからあれを理解に使うのはいいんですけども、予測に使っては決していけないと強く思います。

○山岡座長 堀さん、いかがですか。

○堀委員 多分、少なくとも1つは、あれだけ大きいと潮位記録とかにも出なければいけないようなレベルになっているので、東南海とか南海の前後の昭和のそれにたしかほとんど出ていないですね。だから、そういう観測点では出ないような範囲でやらないと、実際のデータとの比較が入ってこない、この結果でいかにこのぐらいのプレスリップが起これらうだということを言うてしまうのは、まずいと思います。

○山岡座長 よろしいですか。

もう一つ、先ほどの堀さんのときに余りちゃんと議論しなかったけれども、西側の日向灘との関係については、何かコメントありますか。要するに、今回の議論の中にどこまで連動するかということに対しても、多少ここで言わないといけないので。

○井出委員 それは言わない方がいいと思います。

○山岡座長 言わない方がいいですか。そこについてどう考えるか。言わない方がいいというのも答えなんだけれども、要するに西側への連動性について現状はどう考えたらいいか。今、弘瀬さんと日向灘までぱっと連動するように書いてしまったけれども、たまたまどこまで行くかは、そこまで領域を切ったからそこで止まっているように見えたが、その辺はどうなんでしょうか。

○堀委員 どこまでいくかはわからない。日向灘に関しては今、我々は別途モデル化をしていて、かなり複雑なんです。6クラスの地震の後に余効すべりが大きく起きたりとか、今、スロースリップイベントが起きたりとか、かなり東北に近いイメージのことがいろいろあそこでは起きていて、難しいのは足摺沖というか、要は昭和のときに止まったあたりから1968年の日向灘地震のあたり、あのあたりが一体どういう性質を持っていて、本当に破壊が広がるかどうかということに関してはわからないというのと。

○山岡座長 モデル検討会で一応ある場所で止めたのだけれども、それについての科学的根拠みたいなものも何か、もしついでに。要するに日向灘で止まるというふうに決めたわけですが。

○橋本副座長 構造がちょっとと変わっているところで止めた。

○山岡座長 そちら辺については、こういうシミュレーションの立場から言うとどう見えるか。

○堀委員 シミュレーションの立場から言うと、構造探査で出てきているような構造の不均質と、我々がモデル化しているような弾性体の中に弱面があるという、その摩擦の不

均質でというレベルでは、ダイレクトに構造の不均質をモデルに取り込むことができないので、ああいう構造があることによってどういうふうにそれが止めたり止めなかったりということに寄与するかはわからない。

○山岡座長 要するに、わからない。現状ではまだそこまで明確なことを言えないと。

○橋本副座長 宮城さんがやっているソロモンの2010年の地震は、明らかに構造不均質を超えているんです。破壊が完全に。だから現象としてはそれを超えた例はあるわけで、やはりあそこでモデル検討会で止めたというのは証拠不十分であって、便宜的な扱いだということですよ。

○井出委員 構造は全部のスケールであって、それを超えるか超えないかなんです。

○横田参事官 今、日向灘域が連動するかどうか、さまざまな話で、知らない事実の部分をくっつけたのだけれども、この弘瀬さんたちのモデルの部分で見たときに、ゆっくりすべりが何回か起こる中で地震を発生させる可能性があるという部分については、1つの知見として可能性としては例示的に上げてもいいのですか。先ほどこういうモデルを使うときの注意点があるけれども。

○橋本副座長 それはあくまで理解の助けということであって、井出さんがおっしゃられたように、こういう場合もありますということですよ。

○横田参事官 だから注意しないといけない幾つかの中に、南海トラフはまだまだわからないけれども、もし今、幾つかのすべりがある場合もあるし、ない場合もある。そういう場合にゆっくりすべりが起きて、過去繰り返し何回か起きている。どこで起こるかわからないけれども、先ほどのようなきれいな形で起こるか起こらないかを常に判定できるかどうかともわからないが、ゆっくりすべりが起こる。どこかのタイミングのときにずっと広がってしまうことがある。それは注意をしておく必要がある事実だということでもいいんですか。それは浜名湖の方も豊後水道の方も。

○井出委員 この間も言いましたけれども、東海でスロースリップが起こったらリスクとしては上がるわけですね。全くないときに比べたら気をつけた方がいい。ただ、そのところをどれくらいという議論はまだできていない。

○横田参事官 それで止まってしまうかもしれないしということで、その事例的に結構わかりやすい事例なので、過去何回かあったということを含めて。

○松澤委員 逆にスローイベントだと思って、安心だとは言えないということですね。

○横田参事官 それはいけない。だけれども、必ず来るとも言えないし、そういうことだと言って。

○山岡座長 シナリオの1つとしてはあり得る。

○井出委員 その因果関係がまさにサイエンスの一番フロントなので、ほとんどだれもわかっていないと思います。

○横田参事官 それから、今回の弘瀬さんの先ほどの必ずしも潮岬沖でという部分のところは、パラメータの置き方でどういう前兆すべりとか見え方になるかわからないので、そ

ういうところは十分注意して、ただ、もう一つの部分で結構割と長いんですかね。仮に見つかったとして。直前加速というところの先ほどの原因のところですが、今まで何となく東海で言っていた2～3日前なんていうものではなくて、先ほどもゆっくりすべりを除くとどのくらいの期間かよくわからないと。

○山岡座長 長いことがあり得る。

○堀委員 というか、それは2～3日と言っているのも、結局スレッシュホールドを設けたら。

○横田参事官 時期もよくわからないと。仮にあったとしても。

○堀委員 ずっと変化しているわけですね。それを勝手に閾値をつけたから2～3日というものが出てきているだけだから。

○横田参事官 そこを外して見る必要があると。

○堀委員 だからかかり決められるようなものでないというのは、そうですね。

○山岡座長 よろしいでしょうか。ありがとうございました。

だんだん時間もなくなってきたので次に行きますが、次は予定していた南海トラフの地震の発生履歴は今回時間が無いので、時間に回したいと思います。

もう一つ、そろそろ報告骨子について少し考えなければいけなくなっていますので、骨子案についてとりあえず説明をしていただいて、時間がなければメールで議論するという形で。

○横田参事官 骨子案ということで、目次を主体にしたものを用意しました。

今後のスケジュールですが、次回が24日でありまして、その後、10月に2回ほどお願いしたいと思っております。

一方、地震学会でも議論がされるので、その様子も見てまとめた方がいいのかなとも思ったりするので、最終的な取りまとめはそういう意味で10月末とか11月になってもいいのですが、南海トラフのワーキングの検討会が10月10日にあつて、その次が11月13日にあるので、10月10日のところで少し今回検討している資料をまとめている様子について、こんな感じというのを暫定版的な形で報告をして、最終的に取りまとめた10月末あるいは11月に公表形式の形にして報告するという流れにしたいと思います。

それに向けての最終版をつくるのに向けての目次案ということで、どういうものを書くのかというのを書いてみました。全くのたたき台でございますので、いろいろ意見をいただいて、その意見をいただいて、それにあわせて24日にまとめかけたいと思います。

それを引き続き意見をいただきながら、まとめていながら、10月10日の南海トラフのワーキングで暫定版ということでエッセンスだけ報告させていただいて、できれば11月13日には最終版の報告ができればと思っています。それを逃すと12月21日が南海トラフのワーキングになっておりますので、11月13日を逃すとちょっと遅いかなと思ったりするので、11月13日を目指したいなと思いますが、それはまとめ方とか表現とか、そういうところで御相談させていただければと思います。

まず最初に、目次の方に「はじめに」ということで、基本的にこの検討会の設置したこと、基本的な考え方のようなものをここに書いておこうと思いますが、ポイントは2番目からになります。現状分析と書いてございますが、現在の知見において整理したことということで、東海地震対策はどういうことだったのかということ、これは現状を認識する上でも重要なことかなと思いますので、これを整理しておきたいと思います。今日の鷲谷さんからの話も含め、きちんと整理できればと思っています。

2009年のラクイラの地震において、それから、国際的にどういうふうな認識にあるのかということ、このようなこともちゃんとレビューしておくべしという御意見をいただいておりますので、それもきちんとフォローしたいと思っています。その結果を踏まえながら、今、我々がしている中で、地震の前兆であった可能性がある現象に観測報告があるのかという部分をもう一度見てみる。前兆すべりというものについてはほとんどないというのが実情だと思いますが、先ほどの鷲谷さんからの説明の部分も含め、直前にあったもの、最近のもの、それぞれの事例ごとに付したいと思っています。

東北地方太平洋沖地震で見られたことは、一体どういうことが見られたのかということで、気象研の方で整理してもらったもの、松澤さんからの御指摘の部分とか、そういうことを含めて数年前ぐらいからあったようなこと、数カ月前からあったようなこと、直前でたまたま前震があり、さまざまなことがあったようなことも整理しておくことにしたいと思います。

プレート境界のすべりと地震活動の関連性が報告されているものということで、その他のいろんな事例として地震活動についてどうなのかみたいなこととか、余効変動がどうかということ、この中で書いておくべきではないかということで、房総半島沖のゆっくりすべり、釧路沖地震前に見られた余効変動の移動、これらについてまだきちんとした資料になってございません。気象庁の方で1回まとめて御報告したいと思っておりますけれども、これについても報告しておこうということです。

それから、いよいよ予測可能性の部分、全否定もしないし全肯定もできない中での可能性について、どういう方向で探られているのか、見られるのかということ、きちんとして整理する。東北地方太平洋沖地震の前の観測事実から見て、地震活動から見たもの、地殻変動から見たもの。それらがどういうタイミングで見られたのか。先ほど言いましたように数年前、数カ月あるいはたまたま前震があった数日という短期のもの、そういうものが見た流れのもので、時期の予測の難しさとか、規模の大きさの難しさとか、地震については仮に前震があったとしても、たかだか1～2割程度で、そういうようなことを書いておこうと思います。

最後に予測可能性に関するまとめ、それから、今後の調査研究。現状まとめて今後どういうことに期待するのかわからないのか、どこまで書くかですが、そういうことについても書ければということでしたと思います。

ちょっと御意見をいただければと思います。

○山岡座長 これに関しては時間もないので、もし何か言いたいことがあれば一言、二言お聞きしますが、ここでの議論を踏まえて基本的にそれを反映させた形で書くということが踏襲されているように思います。

若干、今日の井出さんのお話をどこに入れるかというのは、少し座りが悪そうな気もしますけれども、その辺を含めて少し検討してもらえばいいかなと思います。

○横田参事官 入れてみます。

メールで意見をいただいて、24日にたたき台を用意してみたいと思います。それでまた御意見をいただいて、まとめていきます。

○山岡座長 この項目に対するたたき台は、できるだけ早めをお願いをしたいと思いますので、よろしくをお願いします。

それでは、今日の議題としてはここまでということでおしまいにさせていただきます。どうもありがとうございました。

何か事務局からありますか。

### 3. 閉 会

○藤山参事官 次回は24日17時からを予定しております。またよろしくお願ひいたします。

資料の送付を御希望される方は、封筒に名前を書いていただければ、こちらから郵送させていただきます。どうもありがとうございました。

○山岡座長 どうもありがとうございました。