

かたり通信

福井から原発を止める
裁判の会 会報

SINCE MAY 2012

◆発行：福井から原発を止める裁判の会◆

■代表：中嶋哲演 事務局長：嶋田千恵子

■「裁判の会」事務局連絡先→問い合わせはこちらまで・・・

・南康人(090-1632-8217)又は

・小野寺恭子(090-6275-4451) 〒910-3606 福井県福井市田尻栃谷町 14-1 まで

■弁護士事務局連絡先：笠原一浩弁護士

♥カンパ等のうちよ銀行振込先

〒914-0041 福井県敦賀市布田町 84-1-18

口座名：福井から原発を止める裁判の会

みどり法律事務所 (0770-21-0252)

記号：00760-6

番号：108539

◆ホームページ：<http://adieunpp.com> (本通信 PDF 版/その他情報をアップロード！)



「(規制委が)使えない式を採用した神経がわかりません」島崎邦彦氏 証人尋問報告

(大飯原発控訴審第11回口頭弁論 2017年4月24日名古屋高裁金沢支部)

甫守弁護士：レシピは表現を修正しただけで、中身は変わっていないから、(ア)を使って(イ)は使わないというこれまでの審査を改める必要はないという意見があるとしたら、それについてはどうお考えですか。

島崎証人：それは大間違いです。ガイドに規定されていることを審査で取り上げないというのは、大変困った状況だと思います。

■本別冊の内容は■

- 「主尋問」(2～13頁)
- 「反対尋問」(14～27頁)
- 「最終尋問」(27～28頁)



主尋問

● 一審原告代理人（甬守弁護士）

→ 島崎邦彦証人

■経歴・前提の確認

● 甲 446 号証の 1、2 頁を示します。証人のご経歴は、この千葉地裁に提出された意見書のとおりでよろしいですか。

→ はい。

● 前提としての確認です。証人は 2014 年に原子力規制委員会の委員をご退任されてから、垂直又は垂直に近い断層について、地震前の情報に入倉・三宅式を当てはめると、地震モーメントを過小評価してしまうという研究発表を学会などで繰り返されましたが、そのご見解は今も変わりはないですか。

→ 変わりありません。

● 証人は、原子力規制委員会の委員時代に、関西電力大飯原子力発電所の基準地震動について、責任者として審査を担当されましたね。

→ はい、途中まで担当しました。

● 今から考えると、入倉・三宅式を適用している関係で、関西電力が申請する大飯原発の基準地震動 856 ガルは、過小評価になっていると、そうお考えということでよろしいですか。

→ はい、その通りです。

● 3 頁を示します。これは、証人が昨年 6 月にこの裁判所に提出した陳述書の写しです。この内容に、今、変更しなければならないところはありますか。

→ ありません。

● 証人は、規制委員会の担当委員としてのご経験から、関西電力が敷地周辺の活断層に関して行った「詳細な調査」のことは知っていますか。

→ はい。知っています。

● 活断層、あるいは活断層の調査に関係することは、証人のご専門の範囲ですか。

→ はい。

● 「詳細な調査」を行ったとしても、入倉・三宅式

による過小評価のおそれは変わらないのですか。

→ はい。変わりません。

● では、証人のご見解からすると、大飯発電所の基準地震動は、まだ許可を出すべきではないということでしょうか。

→ その通りです。必要な審査がまだ行われていません。

● 大飯以外でも、入倉・三宅式を使って地震モーメントを設定している原発の基準地震動は、過小評価の可能性はあるのですか。

→ 垂直又は垂直に近い断層で起こる地震による強振動が基準地震動になっているならばその通りです。

● 入倉・三宅式による事前予測の問題から、大飯原発などで、証人が規制委員時代になされてきた基準地震動の審査は、誤っていた可能性があるということとは、いつ頃から認識されていたのでしょうか。

→ 退任後、日本海の津波最大モデルというものが国交省から出ましたが、それが同じ問題を抱えているので、調査を始め、過小評価であると気づきました。

■過小評価についての学会等の発表

● では証人が規制委員会の委員退任後の学会発表についてお聞きします。4 頁を示します。これは、活断層学会 2014 年秋季学術大会のプログラムを抜粋したのですが、証人は、規制委員会の委員退任直後の 2014 年 10 月、東北大学で行われた、活断層学会の秋季学術大会で、学会受賞記念講演として、「事前評価と経験則：断層の長さや震源の大きさ」という講演をされましたね。

→ はい。

● これは、翌年の日本地球惑星科学連合や地震学会、活断層学会でのそれぞれの大会のご発表と、概ね同趣旨だったのですか。

→ その通りです。

■ポストディクションの考え方について

● ところで、証人の活断層長から推定する地震モーメントについての一連のご発表は、三宅弘恵氏、瀬

瀬一起氏が定義した「ポストディクション」の考え方に拠っているのですか。

→ その通りです。

● 「ポストディクション」とは何なのか、お教えください。

→ ポストディクションというのは、地震発生後の情報ではなくて、発生前の情報を用いて予測をすることです。

■地震モーメントとの関係式比較の内容

● 6頁を示します。これは、証人が活断層学会2015年秋季学術大会の予稿として書かれたもので、(1)がいわゆる武村式、(2)が山中・島崎式、(3)が地震調査委とありますけど松田式などを使うレシピ(イ)の方法、(4)が入倉・三宅式を変形したものです。

→ はい。その通りです。

● どうしてこの4つを選んだのですか。

→ 1番目の式(武村式)は原発の津波審査で使われる式です。2番目の式(山中・島崎式)は私がデータを精査して山中さんと作った式。3番目は活断層で強振動を評価するために地震調査委員会が使っている式です。4番目の式が入倉・三宅式です。その他は不要と考えてこの4つとしました。

● 入倉・三宅式をここで取り上げているのは、国交省の日本海の最大クラスの津波予測に使われているからということでしょうか。

→ その通りです。

● 地震モーメントと断層面積との関係式である入倉・三宅式に、地震発生層の厚さが14km、垂直な断層を仮定して変形されたということですが、14km、垂直という条件を仮定した理由は？

→ 垂直である場合に一番問題が大きくなることから、垂直な断層を選びました。厚さ14kmというのは断層幅の推定は、通常は地震発生層の厚さを使って求めます。垂直であって厚さ14kmの発生層であれば、幅は14kmになるのですが、一般に地震発生層の底部の深さは15km程度のことが多い。また地

表から深さ1km程度はそれほど固くなくて地震発生能力がないと言われることが多いので、そこを除くと厚さが14kmになります。

● 西日本の活断層は、地震発生層が14km程度で垂直なものが標準的なので、このような仮定をしたという理解でよろしいですか。

→ はい。東日本と違って西日本はほとんど垂直の横ずれ断層です。それを意識したということです。

● これらの式の比較から、こういったことが言えますか。

→ 断層長の1.95乗は約2乗で、係数の4.37などの比較だけでモーメント値が違ってきます。ですから断層長が同じでも、3~4倍という非常に大きな違いになってくるわけです。

● 入倉・三宅式とそれ以外の式とで違いがあるということでしょうか？

→ はい。その通りです。

● これらの式の係数を比較するだけで、入倉・三宅式が他よりもかなり地震規模を小さくすることは明らかなのに、どうして在任中は気付かなかったんだという声もあるようですが。

→ 入倉・三宅式は、委員退任後に私が初めて誰でも分かるような形にしたのです。もともと入倉・三宅式は断層面積で表されているもので、こういった長さの式に変形するということは、このような仮定を置いて初めてできることでした。また1~3の式は対数表示なので分かりにくいこともありました。

● 少し戻りますが、証人が学会などでこういった発表をする前に、断層が垂直とか深さ14kmといった条件を仮定して入倉・三宅式を変形し、他の式と比較検証してみたという見解はなかったのですか。

→ ありません。

■関係式による地震の比較

● 7頁を示します。これは、同じ活断層学会の予稿に記載された表ですが、こういったご趣旨で作られたのですか。

→ 黄色の縦のOBSというのが実際に観測された地

震モーメントです。左側には年代、1891 年は濃尾地震、1930 年は北伊豆地震です。上の方が信頼度が高く、下の方が信頼度が低くなっています。その右側に T と書いてあるのが武村、YS が山中・島崎、ERC がレシピの (イ)、IM が入倉・三宅式です。シャドーがかけられているのがだいたい合っているなということです。地震モーメントというのは実際に測ることができる量ですが、その誤差は約 3 割。その範囲内は合っているということで、薄黒いシャドーをかけました。いずれも入倉・三宅式では範囲外です。

● この表は簡略化されているので、私の方で省略されている情報を加筆し、それから兵庫県南部地震についてのモーメントと、ERC による予測数値が若干違っていたところがあったので、それを証人に確認した上で修正したものが次の 8 頁の表です。この表は、証人が先ほど作成されたものと同趣旨と理解してよろしいですか。

→ はい。

● 過去の地震の断層長さは、論文によって違ったりするようですが、証人は、ここでの断層長について、どのような考え方に基づいて設定されたのですか。

→ まず、地震発生前にわかるということ。地震発生前にわかる情報は、活断層の情報だけです。そして活断層の長さの定義として、誰がやっても同じになるように断層の端と端の間の距離を測ったものを断層長としました。

● つまり事前に設定される断層の長さという考え方に基づいて、断層長を定義されたのですね。

→ はい。その通りです。

● それは、震源断層の長さとは違いますか。

→ 震源断層の震源は地震波の発生源という意味で、地下にあり、広がりを持っている。震源断層というのは地震が起こって初めてわかるもので、地震波や地面の動きによって推定します。この震源断層の長さは推定の方法によって違うこともあり、当然、地震前に設定できるものとは同じとは限りません。

● では地震発生前に設定できる断層の長さとは地

表地震断層の長さとも違うのですか。

→ 地表地震断層というのは、揺れだとか地滑りによって起きた断層ではなくて、震源断層が地表に到達してできる断層です。これは事前に設定できる活断層の長さとか震源断層とは違う。長さは事前に推定した断層長さと一致するとは限りません。活断層よりも震源断層の方が長くなることも多いです。

● 証人の『科学』での論文によりますと、1891 年の濃尾地震については、「新編 日本の活断層」を参照し、温見断層北端から三田洞断層の東端までの距離 69km を当てはめた、ということですね。

→ はい。その通りです。

■断層長の設定について

● 9 頁を示します。これは「新編 日本の活断層」の図で、これでは 11 番が温見断層で、17 番が三田洞断層ということになりますが、この端と端を直線で結んで、その線分の長さが 69km ということよろしいですか。

→ その通りです。

● 10 頁を示します。この青い矢印の長さが 69km ということですか。

→ その通りです。

● 活断層の端から端までを取るという考え方を採用されたのは、何故ですか。

→ 誰がやっても同じ値になるからです。

■震源インバーションの利用

● 11 頁を示します。これは、宮腰他の 2015 年の論文の表ですが、この「震源インバーション結果による震源パラメータ」とはどういう意味なのか、簡単にお教えください。

→ 震源インバーションというのは、実際に観測できた地震波や土地の動きなどに基づいて、震源のずれを推定する手法です。推定には 2 種類あって、この表の一番右側のところにあるように、×は均質モデル。○とあるのでは不均質モデルで、断層の位置によってずれの量が変わっていくという複雑な断層モ

デルです。震源インバージョンによって求められた断層長、幅、面積が震源パラメータです。

● 「震源インバージョン結果による震源パラメータ」は、事前に設定することはできるのですか。

→ 起きた地震の観測の結果として得られるものですから、事前には得られません。

● ここで、1891 年濃尾地震は、 L_{sub} 、つまり震源断層の長さが 122km とありますが、そうになっているのはなぜだとお考えになりますか。

→ 一説によれば断層の南方で 2 列に分かれているということで、それを採用した結果だと思えます。それから地震のときに地表地震断層が活断層よりも長くなり、そのことも影響しているのでは。

● 2 列に分かれているというのは岐阜――の宮線のことでしょうか。

→ はい。その通りです。

● 12 頁を示します。これは、宮腰論文が参照する、大元は Mikumo and Ando 1976 という論文に書かれた図で、私の方で①から④の青い両矢印を引きましたが、この中に岐阜――の宮線はありますか。

→ あります。

● 4 番ですね。ここではざっくり 4 つの両矢印の線分を書きましたが、この線分を合計した長さが、おおむね 122km になるのですか。

→ はい。その通りです。

● 地震発生前に、この地震の震源断層を 122km と推定することは可能ですか。

→ できません。

● それはなぜですか。

→ このような 2 列の断層を事前に設定することはしません。それからこの岐阜――宮線の断層の存在については議論があります。国の地震調査委員会は、これは活断層ではないと結論づけたことから、事前設定はできません。

● このように分岐して並走する断層の長さや面積を足し合わせて地震規模を設定するようなことは、原発の基準地震動の審査では行われていないのですか。

→ 地震前にこのように 2 列にしたり、それを足して長くすると地震のサイズが大きくなります。それは事業者さんは嫌がりますし、しません。見たこともないです。

● では、証人が検討対象にした地震から、2011 年福島県浜通りの地震についてもお聞きします。13 頁を示します。これは旧保安院の資料ですが、証人がこの地震の事前に設定できる断層長さを 19.5km としたのは、3.11 前の東電と保安院の井戸沢断層の評価をもとにしたのですね。

→ はい、その通りです。

● 14 頁を示します。これは先ほどの宮腰論文のうちの別の表ですが、ここでは 2011 年福島県浜通りの地震の断層長が 40km になっているのは、なぜだと考えられますか。

→ この地震は、2 つの活断層が同時活動した例です。そのために設定よりもずっと長い断層長となっています。震源インバージョンをすると、当初考えられていた活断層よりも長くなります。その両方が影響していると考えます。

● 15 頁を示します。これは、宮腰論文が参照している、東電の引間さんという方がこの地震のインバージョンを行った論文ですが、この井戸沢セグメント 26km と湯ノ岳セグメント 14km を合計したものが 40km ということですね。

→ その通りです。

● この震源断層面積を計算すると 640km^2 となりますが、事前に詳細な調査をしていれば、震源断層面積は 640km^2 と推定することはできるのですか。

→ できません。東電が長さを 19.5km としており、当時も今も変わらないです。

● 11 頁に戻ります。この宮腰他の表 6 には、1948 年の福井地震についても記載されていますが、証人が福井地震を採り上げていないのは、何故ですか。

→ 福井地震は活断層がないところでの地震であり、事前設定ができません。

● 14 頁を示します。宮腰他の論文の表 3 にある、比較的最近の M7 クラスの内陸地殻内地震、例えば

2000 年鳥取県西部地震や 2005 年の福岡県西方沖地震、2008 年岩手・宮城内陸地震を証人が採り上げていない理由は、なぜですか。

→ これらの地震では、短い活断層しか存在しないからです。

● だからポストディクションの手法によって、断層の長さからの地震規模設定についての検証はできないということですか。

→ 活断層の長さが 5km という短いものを使っても意味はないと思います。

● 7 頁に戻って示します。証人が、どういった基準でこれら 7 つの地震を検討対象として選定したのですか。

→ これらの地震は、日本で地震観測が開始されてから発生しており、いわゆる地震発生層の全体を壊すような地震で、かつ地表に地震断層が現れ、さらに活断層で起きた地震であることから、事前設定の値がわかるということです。

● その基準からすると、神戸側で明瞭な地震断層が出現しなかった兵庫県南部地震は、本来は検討対象とすること自体が微妙なのではないですか。

→ その通りです。

■ 応力降下量・ずれの量の過小評価

● 16 頁を示します。証人が 2016 年日本地球惑星科学連合大会や、『科学』の論文でご発表になられた、ずれの量と入倉・三宅式というテーマについてもお尋ねします。これがその当時の大会のためにお書きになった予稿ですね。

→ はい。

● 17 頁を示します。ずれの量、証人の論文ではこれを u としていらっしゃいますが、これは、断層面積と剛性率が同じであれば、証人がおっしゃる震源の大きさと、比例関係にあるものでしょうか。

→ はい。その通りです。

● 断層面積一定でずれの量が大きくなれば、内陸地殻内地震では、応力降下量はどのように変わりますか。

→ 応力降下量とずれの量は比例し、ずれが大きくな

れば応力降下量は増大します。

● その場合、地震動はどうなりますか。

→ 地震動は応力降下量が増えれば強まります。

● 18 頁を示します。これは、証人の 2016 年の論文から抜粋したものに、松田式を使う地震本部のレシピ(イ)の手法についても同様に u の式に変形して、末尾に加筆したのですが、式はこの通りで間違いないですか。

→ はい。

● 先ほど、地震モーメントとの関係で、断層幅 14km と仮定して、入倉・三宅式ほか 3 つを変形したものがありませんでしたが、これらも M_0 が u に置き換えられただけで、基本的には同様のものでしょうか。

→ はい、その通りです。

● これらの式の比較の結果から、どういったことが言えますか。

→ 入倉・三宅式は他式と比べるとずれの量が小さい、すなわち応力降下量が小さくなって地震動が小さく推定されます。

● 2016 年の日本地球惑星科学連合大会のときには、1927 年の北丹後地震、1930 年の北伊豆地震、1943 年の鳥取地震を取り上げたわけですね。

→ はい。

● 19 頁を示します。予稿には数値が挙げられていませんので、こちらで各論文を調べて、あと一番右の列に入倉・三宅式による試算を観測値で割ったものを表にしてみました。このときのご発表では、こういった数値をお使いになったのですね。

→ はい。その通りです。

● この 3 つの地震について、断層パラメータについては阿部論文や金森論文を参照しているようですが、この震源断層の長さ、幅、ずれの量については、どのようにして導かれたものですか。

→ 地震前後の測量により断層周囲の土地の動きがわかるので、それに基づいて断層が何メートルずれたらそのような変形ができるのか、ということで金森先生や阿部先生がずれの量を求めています。また北丹後地震や鳥取地震では、地震波も用いています。

● この断層長や幅について、証人が論文で入倉・三宅式を変形した(2)式に当てはめると、右から2番目の列に示したずれの量になるわけですね。

→ はい。その通りです。

● この検討の結果から言えることは？

→ これらの地震についても、やはり入倉・三宅式を使うことによって、実際の地震よりも小さい地震を推定してしまいます。

● 実際に起きた地震よりも小さい地震になるということは、地震動についてはどうなるということでしょうか。

→ 地震動については、実際よりも小さな揺れを予測することになります。

● 20頁を示します。これは、先ほどの表の左側部分に、その前に証人がこの3つの地震について「事前に設定される断層の長さ」としてお示しになったものを対照できるようにしてみたものですが、この表からは、どういったことが言えますか。

→ これらの断層モデル又は震源モデルは、ずれの量が一定の均質モデルです。均質モデルにより実際の地震を解析して求めた断層長は、事前設定されたものに近いと言えます。

■熊本地震による知見

● 続いて、熊本地震についてお尋ねします。入倉・三宅式に係る証人のご見解については、熊本地震の解析結果によるところが大きいのでしょうか。

→ はい。

● それはなぜですか。

→ 熊本地震の場合、昔は測量に頼って正確な時間と拡がり把握ができませんでした。宇宙技術の進歩により瞬時に土地の動きが時間的にも空間的にも高い精度でわかるようになったからです。

● 21頁を示します。証人の論文では、広島大学の熊原氏の資料をもとに地表地震断層の長さ31kmということが書かれていますが、証人が地表地震断層の長さを31kmと判断された基の資料はこれですか。

→ はい、そうです。

● 22頁を示します。熊本地震の地表地震断層の長さについては、この産総研の吉見氏の報告をもとに、34kmとする見解もありますが、これを採用しなかったのは、なぜですか。

→ 2列の断層をダブルカウントしているからです。

● では、地震発生前に断層の長さを34kmと推定することができないのですか。

→ そのような設定はしません。折れ曲がっていても1枚の断層と考えます。

● 証人は、この地表地震断層の長さ31kmというのは、熊本地震について事前設定される断層の長さと同じと捉えていらっしゃるのですか。

→ 事前設定できる長さは27kmですが、今回の地震では阿蘇大橋のところから阿蘇カルデラ内へ地表地震断層ができました。カルデラ内なのでもし活断層があっても堆積物によってわからないかもしれないのですが、詳しく調査すれば31kmの端まで活断層と認められていたと仮定して、長めの31kmという数値を用いました。

● 23頁を示します。これは先ほどの7つの地震の表に、事前推定できる断層長さを一応31kmとして、熊本地震についても私の方で加えてみました。数値としては、これで間違いはないですか。

→ はい。

● この結果、どのようなことが言えますか。

→ これまでの主張が熊本地震でも立証されました。やはり入倉・三宅式を用いて、事前設定できる断層長や断層面積から地震モーメントを求めると過小評価になるということです。

● では、熊本地震の震源断層モデルに関してもお尋ねします。

● 24頁を示します。証人の論文で、熊本地震について暫定値1として挙げられているのは、この国土地理院の震源断層モデルですよね。

→ はい。

● かなりシンプルなモデルになっていますが、これを証人が採り上げる理由は何でしょうか。

→ シンプルなモデルの方が事前設定できるものに

近いからです。

● 25 頁を示します。先ほどの事前に設定される断層長の 27km は、この地図上右上の赤い両矢印である、平成 14 年版長期評価の布田川・日奈久断層帯の北東区間のことですね。

→ 断層名称に書いてあるとおりです。北東部です。

● 先ほど暫定値 1 に挙げられている断層の長さと同じだということですね。

→ はい。同じになります。

● 26 頁を示します。こちらは平成 25 年版で一部改訂された長期評価ですが、これを基にすると、熊本地震について事前に設定される断層長さは何キロになったのですか。

→ 19km です。これまでは布田川・日奈久断層帯と考えていたものを布田川断層帯と日奈久断層帯に分けました。それにより布田川区間の 19km 部分は、日奈久断層に続かなくなり、19km となったのです。

● 熊本地震のデータからすると、新たな知見を取り入れて改訂することで、断層の長さなどについて却って過小評価になったようにも見えますが、これについてはいかがお考えですか。

→ そういう批判は承知していますが、地震の発生というのは本当にわからないものです。次のときはこの宇土区間に延びているかもしれない。これは起きてみないとわからない。後知恵かもしれないけれど、この両方の可能性を考えておくのが正しかったのかなと・・・。

● 長期評価から得られる断層面積を入倉・三宅式に当てはめていたとすると、熊本地震の震源の大きさは正しく予測できましたか。

→ できません。

● 布田川・日奈久断層については事前の詳細な調査が行われていなかったから過小評価になっていたのであり、原発については事業者が詳細な調査を行っているの、過小評価はないという意見があるとしたらどう思われますか。

→ これは主要活断層帯と呼ばれており、詳細な調査に基づいて評価しているのです。決して原発の調査

に劣るものではなく、むしろそれ以上のものだと思います。

● 27 頁を示します。証人の論文で、熊本地震について証人が暫定値 2 として挙げているのは、この国土地理院の震源断層モデルですね。

→ はい、そうです。

● この暫定値 2 と、事前に設定される断層との関係では、どのようなことが言えますか。

→ 暫定値 2 では入倉・三宅式は地震モーメントの値が過小評価になります。

● 暫定値 2 についても、事前設定される断層の大きさに近いものかどうかは言えるのでしょうか。

→ 大きめになりますが、それほどはずれてはいない。事前設定できる範囲に近いと思います。

● 先ほどの、阿部論文や金森論文に書かれているずれの量と、この熊本地震の暫定値 1 あるいは 2 の平均すべり量というのは、同視できるものなのですか。

→ 私は「ずれの量」と申し上げているのですが、同じ性質のものです。

● 28 頁を示します。国土地理院は、証人が論文で引用された断層モデルだけでなく、こういった不均質すべり分布を考慮した大きな断層面積のモデルも出して、仮にこれを暫定値 3 とします。断層長さは合計 60km、断層面積は 1200km² となりそうですが、このモデルを前提とすれば、入倉・三宅式は過小評価になるとはいえないのではないですか。

→ それは違う話です。私が提起しているのは事前設定できるモデルで入倉・三宅式を使うと過小評価になるということです。

● 29 頁を示します。暫定値 1~3 を並べてみました。まず前提としてお聞きますが、本来、過去に起きた 1 つの地震の真の震源断層モデルは、1 つしかないわけですね。

→ はい、そうです。

● 同じ国土地理院が同じく地殻変動から設定したにもかかわらず、3 つのモデルは一見して断層の位置や大きさがかなり違うようですが、これはいずれが正しいのですか。

→ いずれも正しく、いずれも間違っているかもしれない。それぞれのモデルは、それぞれのデータに基づいている。暫定値 1 は GNSS 観測点の動きです。あとのふたつは衛星観測による干渉縞のデータを説明するように作られています。暫定値 2 はそれぞれの断層ですべり量が均質であるという前提で作られており、3 は不均質なすべり分布を前提としている。それぞれが観測事実を説明しており、いずれも正しく、いずれも間違っているとも言える、ということ。

● では、熊本地震の震源インバージョンによる震源モデルについてお尋ねします。34 頁を示します。震源インバージョンについてはいくつかモデルがあるようですが、私の方で代表的なものを選んで、できるだけ縮尺を合わせて提示してみました。これらのモデルはいずれも知っていますね。

→ はい。

● いずれも地震の断層モデルではありますが、様々なものが作られているのはなぜですか。

→ まず使用データが違う。東大地震研の場合は、世界中の観測点における地震波、GNSS 観測点の動き、それから中部九州にある強振動観測点の波形などに基づいている。それ以外の 3 つはいずれも強振動という強い揺れが中部九州で観測されていて、その波形を使って震源の動きを探っているわけです。データはそれぞれ違いますから、モデル毎にばらつきがでますし、解き方によっても違いがでます。

● 先ほどの地殻変動から均質な震源断層面積を求めた暫定値 1、2 よりもいずれも面積が大きくなっているようですが、震源インバージョンによる震源断層面積は、均質な震源断層面積よりも一般的に大きくなるのでしょうか。

→ この例はまさにそうになっています。福島県浜通りの地震でもそうになっているようです。

● ということは、震源インバージョンによる震源断層面積は、事前設定される断層面積よりも、一般的に大きくなると言えますか？

→ はい。その通りです。

■ 保守的な設定とは言えない

● 35 頁を示します。これは、昨年 7 月の規制庁の資料ですが、規制庁は、入倉・三宅式を使う根拠として、各種の詳細な調査をした上、断層の長さや傾斜角を保守的に設定していることを挙げていますが、そういった観点を加味しても、入倉・三宅式による過小評価のおそれはないのでしょうか。

→ なりません。

● 36 頁を示します。これは、関西電力が審査会合で示している、若狭湾周辺の主な断層の分布図ですが、このうち FO-A~FO-B~熊川断層についてお尋ねします。

● 37 頁を示します。規制庁は、FO-A~FO-B~熊川断層について、関西電力は既往文献よりも断層長さを保守的に設定している上、3 連動まで考慮しているので、保守的な設定だとしているようですが、これについてはいかがお考えですか。

→ FO-A~FO-B というのは海中にある断層で、音波探査で調べることができます。既存文献というのは大飯のための調査ではなく、細かい側線で調べているわけではない。大飯の発電所のために大飯の沖を細かく調べれば、実際にこういう値になるということであって、保守的でもなんでもありません。

● 39 頁を示します。FO-A~FO-B は海底活断層なので、調査の基本は海中音波探査ということになるかと思いますが、こういった活断層の調査結果から、FO-A~FO-B の震源断層長さが合計して 35km というのは保守的と言えますか？

→ 保守的ではなくあるものをそのまま記載したということです。右の図を見てもらえば分かるように、音波探査は、海底 200m~300m の地層がある程度分かるというレベルのもので、詳細な調査といってもほとんど表層だけということ。一方で地震発生層の厚さは一番深いところで 15km なわけです。3000m から 1 万 5000m のところに震源断層が存在しているはずだが、わずか 200m の調査で詳細な状態がわかるのか。わかりえませんか。だけどこれを詳細な活断層調査と言っているわけです。

● 43 頁を示します。この地震発生層の設定については、地盤の速度構造と微小地震の記録を根拠に、厚さ 15km ということになっていますが、これによって入倉・三宅式による過小評価は考え難いと言えるのでしょうか。

→ 言えません。先ほどは 14km の設定をしましたが、15km だと確かに 1km 増えます。わずかな違いはありますが、入倉・三宅式を使うことによる過小評価は全く変わりません。

● 45 頁を示します。このうち断層傾斜角ですが、関西電力は白木-丹生断層の傾斜角が 60 度であることを参照し、不確かさの考慮で 75 度となっていますが、そのことで震源断層の設定に余裕があるので、入倉・三宅式による過小評価の心配はないという意見があるとしたら、いかが思われますか。

→ それはとんでもない話です。75 度にしても 15km が 15.5km になるだけで、違いはありません。

● 46 頁を示します。関西電力はこのように、新潟県中越沖地震の知見の反映として、短周期の地震動レベルを 1.5 倍にしているので、仮に入倉・三宅式による過小評価のおそれがあるとしても結果として地震動の過小評価はないという意見があるとしたら、どうですか。

→ それも間違えています。新潟県中越沖地震は断層が傾いている。入倉・三宅式の問題というのは、垂直又は垂直に近い断層で起こる。ですから入倉・三宅式の過小評価はこの新潟県中越沖地震とは関係ありません。新潟県中越沖地震がなぜ 1.5 倍かというのと、柏崎・刈羽で観察された地震波を解析していくと、震源そのものあるいは震源の近傍において既に 1.5 倍で十分でないという結論となっています。ですから、どの地震についても短周期は 1.5 倍することになっています。

● 入倉・三宅式とは別の問題ということですね。

→ はい。

■ 昨年の規制庁による武村式による試算について

● ところで、昨年の 6 月から 7 月にかけて、原子

力規制委員会が、入倉・三宅式の代わりに武村式を使って、大飯原発の基準地震動を試算するということがありましたね。

→ はい。

● 47 頁を示します。この赤い線が、武村式を用いた試算結果で、後に統計的グリーン関数法の条件を関西電力のものと変えていたという説明が規制庁からなされましたが、グリーン関数法の条件を変えたことについてはどうお感じになりましたか。

→ 関西電力と同じ手法を用いるべきだったと思います。

● その後の結論としても、規制委員会は、入倉・三宅式を使うことは止めない、止める手段を持たないとしましたが、この規制委員会の判断については、どうお考えになりますか。

→ 誤っています。入倉・三宅式という使えない式を採用した神経がわかりません。

● 48 頁を示します。この試算結果を見ると、武村式を使えば、入倉・三宅式を使った場合よりも、地震動は 1.8 倍程度大きくなるということになりそうですが、証人の昨年 7 月の規制委員会での面談時のお話によると、この絶対値はともかく、他の式を使えばかなり地震動が大きくなるという結論自体は妥当だということでしたね。

→ はい。その通りです。

● そのご見解は、今もお変わりないでしょうか。

→ 変わりありません。

● 49 頁を示します。規制庁が、自らの試算結果の妥当性を否定した根拠の 1 つは、武村式を使ってあとはレシピと同じ方法を使うと、アスペリティ面積が震源断層よりも大きくなってしまいうというものですが、レシピの通常の手順にしたがうとアスペリティ面積が大きくなり過ぎることは、規制庁の試算結果の妥当性を否定する根拠になるのでしょうか。

→ なりません。レシピ自体は入倉・三宅式に基づいて作られたものです。武村式にしろ何にしろそれよりも大きい量の量に実際になっていると思われるので、それとどこかで調整しなければならない。

ずれの量が大きいということはアスペリティの応力降下量が大きい、アスペリティの面積が大きい、ということです。まずレシピの中ではアスペリティの面積を22%にしてもよいことになっていますので、それを使っています。関西電力も22%を使っています。ですからアスペリティが大きくなってしまいうということではなくて、レシピを順守してアスペリティを22%にしている。問題は何かありません。

● 50頁を示します。規制委が最終的に試算結果の妥当性を否定した根拠は、背景領域の応力降下量が大きくなり過ぎるというものでした。背景領域の応力降下量7.6MPaは大き過ぎて試算結果は妥当性がないのでしょうか。

→ いいえ。これも設定された方はよく考えていて、強振動というのはまさにアスペリティで発生するのです。ずれの量が多いのでここで強振動が発生する。これを22%に設定して、地震モーメントから短周期レベルを設定して、そこから応力降下量を出すというレシピに従った形で出しています。すなわち強振動に最も関係のあるアスペリティの面積とその応力降下量はレシピに従っている。しかし全体としてずれの量が多いので、全部をレシピに従うわけにはいかない。最後の帳尻合わせに背景領域のところにずれを残した。一番影響の少ないところに押し付けたけれども、まだ7では大きいとして問題としているわけですが、本当に問題とするのであれば、この7を2に変えて計算をすればよいのです。結局アスペリティの応力降下量を変えるということは、強振動に非常に大きな影響を与える。この計算ですと80%増しになっています。一方で三連動という話がでましたが、三連動を考慮する前の基準地震動は700ガルでした。三連動を考慮すると758ガルになった。8%強増えた。ところが式を変えることによって80%増しになる。断層の長さを長くして保守的に計算云々とは質的に違うことが応力降下量を変えることによって起こる、そういうことです。

● 52頁を示します。これは関西電力の断層モデルのフローですが、仮に関西電力と同じ手法を取ると

すると、入倉・三宅式を使うにせよ、他の式を使うにせよ、FO-A～FO-B～熊川断層についてはアスペリティ面積比が30パーセントを超えてしまうので、全体の応力降下量はFujii and Matsuura(2000)により3.1MPa、アスペリティ応力降下量は14.1MPaにしかないのではないのでしょうか。

→ もともとレシピでは、近代観測以降、我々が知っている最大の地震である濃尾地震の地震モーメントである 1.8×10^{20} Nmを超える場合には、アスペリティ面積や応力降下量をこのようにしてということがあるわけですが、熊本地震でも濃尾地震を超えるような地震モーメントになっていないので、そのとおりにする必要はない。

● 例えばアスペリティ面積を22%に固定して計算するやり方もあるようですが、それについてはどうお考えですか。

→ それは賢明なやり方だと思います。

■ 瀬戸一起氏の学会発表

● 53頁を示します。昨年秋の地震学会の大会で、地震本部の強震動評価部会の部会長などをされている、東京大学の瀬戸氏が、この予稿を出した上で、熊本地震に基づいた地震本部レシピの検証をテーマにした口頭発表をしたようですが、証人はこの時の瀬戸氏の発表はご覧になっていますか。

→ はい。

● 瀬戸氏はここで、入倉・三宅式についてはジョイントインバージョンによる震源断層面積、松田式については長期評価での活断層の長さや地表地震断層の長さを当てはめていて、証人が複数の経験式に同じ断層長さを当てはめて比較検証しているのとは少し違うことをしているようですが、証人と瀬戸氏とで、そのような手法の違いが生じている理由は、どこにあるとお考えですか。

→ 誤解があるようなのですが、入倉・三宅式が悪いと私は言っているのではない。入倉・三宅式は震源インバージョンをした結果に対して式として表したもののですが、震源インバージョンの結果というのは

事前に得られないのですから、事前に使うデータとしては活断層の長さしかない。それを入倉・三宅式に入れるから小さなモーメントになってしまう。震源インバージョンの結果が入倉・三宅式に合うというのは結構なことであって、それは私の論点ではないのです。レシピに関して言えば、額額氏は(ア)ではだめだとはっきり言われていますし、(イ)を用いるべきだと言いました。それはその通りで私は賛成です。当面は(イ)を用いるべきだと。

■引間・三宅氏の学会発表

● 54頁を示します。これは、昨年12月の建築学会の地盤震動シンポジウムで、東電の引間氏と東大の三宅氏が発表した資料ですが、証人はこの文章はお読みになっていますよね。

→ はい。読みました。

● 証人の論文や先ほどの額額氏の発表を踏まえた上で、入倉・三宅式は熊本地震に対しても有効であるとされていますが、この引間氏らの見解については、いかがお考えですか。

→ 繰り返しますが、私は入倉・三宅式が間違っているとは言っていないのです。震源インバージョンと地震モーメントを結ぶ式としては、良い式だと思います。ただそれを地震前に設定する活断層の長さに当てはめると過小評価になる、ということです。要するに使い方が間違っているということ。式自体には私は何ら文句を申し上げているわけではなくて、この引間さんと三宅さんの論文はまさに地震後に得られた震源インバージョンと入倉・三宅式が合っているという話で、それは結構なことです。ですが、ここで書かれているようにこの研究者の皆さんでさえも、「予測される地震規模と実際の規模とがかい離れたものと考えられている」としており、予測したものと実際のものが異なっているわけで、これの辻褄合わせのためには、「熊本地震のインバージョン解析から推定される断層幅は、事前に地震発生層から予測された値よりも広いものであった。」と述べています。つまり断層幅を大きくとれば、一致させるこ

とができます、と言っている。でもそんなものは事前には設定できない、ということなんです。引間氏らの考えと私の考えは、そう大差のないご見解であると思われます。震源インバージョンの結果としてできた式を地震前に設定できる活断層の長さあるいは活断層の長さから推定できる断層面積を用いて入倉・三宅式を使ってはどうしても過小評価になるということです。しかもかなり大きな過小評価になる。それは地震動に大変大きな影響を与えるということです。

■レシピ改訂の意味

● ところで、地震本部が公表している、震源断層を特定した地震の強震動予測手法、いわゆるレシピは、昨年の12月9日付で、入倉・三宅式に関係する部分の表現が訂正されたのは、ご覧になりましたね。

→ はい。見えています。このレシピはそれまでのレシピを改訂して6月に制定されたレシピです。6月に新しいレシピが出てきて、しかもそれが12月に改訂されている。直すには地震調査委員会で認めないといけないし、その前に強振動委員会で認めないといけないし、その前に強振動手法分科会で認めないといけない。これらの会議は月1回しか開催されないわけですから、推定するにまさに6月に発表したその直後あたりから改訂に向けた検討を始めているという非常に異例のことが起きているということです。

● 55頁を示します。レシピの修正箇所について、こちらでメモを作りましたが、こういう内容で修正されたということによろしいですか。

→ はい。

● (ア)、(イ)について、それぞれの項目の文言が変わったのは、どのような趣旨だとお考えですか。

→ まず(ア)については、「過去の地震記録などに基づき震源断層を推定する場合」と「詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」というのがあります。で、電力会社は詳細な調査をしたらから震源断層が求められているので、(ア)を使うとこれま

で繰り返して言っているのです。ところが修正後には、「詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」というのは除かれました。そのような手法は閉ざされたのです。一方で(イ)ですけれども、修正前には「地表の活断層の情報をもとに簡便化した方法で震源断層を推定する場合」で「簡便化した方法」とあって、これは略式化した方法みたいですが、改訂後はそれが一切除かれています。これもきちんとしたやり方であるということです。

● FO-A～FO-B～熊川断層の過去の地震記録というのはないのですよね。

→ 修正後のレシピの(ア)では、「過去の地震記録」というのがありますけれども、この断層については過去の地震記録は地震観測が始まって知られていません。また、歴史記録も知られていません。

● ということは、この断層については(ア)の手法は使えないのですか。

→ その通りです。

■規制庁は審査ガイドの規定を無視しています

● 昨年12月に表現が修正されたレシピの記載からして、断層モデルで(ア)を使って地震規模を設定しているままでは、基準地震動の審査は不十分だということになるのですか。

→ その通りです。

● 審査ガイドにこれに関する規定がありますね。

→ あります。

● 56頁を示します。審査ガイドには、I、3. 3. 2(4)①の1)にこういう規定がありますが、この規定の趣旨はどういう意味ですか。

→ これはですね、例示としてわざわざ「地震調査研究推進本部による「震源断層を特定した地震の強振動予測手法」となっています。レシピが例に挙がっています。さらに「最新の研究成果を考慮し」とあります。このふたつは非常に重い意味がある。すでにレシピは変わっていますので、これを無視することは審査として必要なステップを抜かしていることになる。

● 57頁を示します。これは、昨年7月の規制庁の資料です。ここには、入倉・三宅式を使うレシピ(ア)の方法は、合理性が検証されている、と書かれていますが、事前に地震モーメントを推定する手法としての入倉・三宅式の合理性は検証されているのですか。

→ これまで述べたようにその合理性はありません。

● ここには、審査に当たっては、入倉・三宅式が地震モーメントを小さく算出する可能性を有していることにも留意して、断層の長さや幅等に係る保守性の考慮が適切になされているかという観点で確認してきている、とありますが、証人が委員だった頃に、そういう審査はなされていたのですか。

→ されていません。私自身、入倉・三宅式が他の式に比べて小さいということはわかっていましたが、どの式が最も良く予測するかはわかっていませんでした。また入倉・三宅式を他の式に変えることによって強振動にこんなに大きな影響があるとは誰も知りませんでした。

● 規制庁は、レシピ(ア)の方法はその合理性が検証され広く用いられている一方、それ以外の方法はどうに保守性を確保していくかに関し、科学的・技術的な熟度には至っていないとしています。そのことについてはいかがお考えですか。

→ 不十分だとは思いますが、レシピ(イ)に関しては、これまでに活断層で起こる強振動評価に実際に使われていて全国の地震動予測地図の中に、それぞれの断層の中でどれくらい揺れるかが示されていて、これらはすべてレシピ(イ)によるものです。科学的・技術的な熟度には十分至っていると思います。

● レシピは表現を修正しただけで、中身は変わっていないから、(ア)を使って(イ)は使わないというこれまでの審査を改める必要はないという意見があるとしたら、それについてはどうお考えですか。

→ それは大間違いです。ガイドに規定されていることを審査で取り上げないというのは、大変困った状況だと思います。

● 以上です。

反対尋問

● 一審被告代理人（谷弁護士）

→ 島崎邦彦証人

■査読付き論文はありますか？

● 乙 186 号証の 1 を示します。入倉・三宅式はインバージョンの結果により作られ、そのこと自体は間違っていないわけ。

→ いえ、それは・・・。

● ちょっと、まだ導入部分ですから（と発言をさえぎる）。この論文は入倉・三宅式の熊本地震への適応性、それからレシピによる強振動評価の有効性について取りまとめられた査読付きの論文ですね。

（甫守弁護士）異議あり。導入部分で誤った前提がありますので、導入部分の質問を訂正してください。

● 撤回します。入倉他 2017 は、入倉・三宅式の熊本地震への適応性、それからレシピによる強振動評価の有効性について取りまとめられた査読付きの論文ですね。

→ レシピに関してはそのようなことではないので。前半だけはそのとおりです。

● 証人は学会や岩波の『科学』で、入倉・三宅式や武村式について証人の考えを述べられていますが、その中には査読付きの論文はありますか。

→ ありません。

■「震源断層は手で触ることができません」

<編注：質問は項目のみ書きます>

● 地震は地下の断層面の断層が原因で起こる。

→ その通りです。

● その知見が確立したのはいつ。

→ 1963 年頃です。

● 地震が発生する際の震源断層面のすべりは不均質に分布している。

→ 現在はそのように理解されています。

● その知見が確立したのはいつ。

→ 1980 年代以降だと思います。

● アスペリティはすべりが大きい部分。

→ その通りです。

● 地表地震断層とは地震の際に地表に現れた痕跡のこと。

→ 痕跡のうちで地下の震源断層が地表に現れた部分を地表地震断層という。

● 震源断層は実際に地震による揺れを起こす地中にある断層。

→ その通りです。

● 地表地震断層と震源断層は違う概念。

→ 地表地震断層は手で触れますけれども、震源断層は手で触ることができません。

● 一回の地震で震源断層と同じ長さの地表地震断層が地表に現れるとは限らない。

→ その通りです。

● スケーリング則とは、震源断層の長さや面積と地震の規模を表す地震モーメントとの関係を表したものの。

→ その通りです。

■観測手段の進歩で「均質モデルは古い」？

<編注：質問は項目のみ書きます>

● 地震モーメントは長周期の地震波の振幅と比例する。

→ その通りです。

● 地震モーメントは長周期の地震波をコンピュータで詳しく解析すれば、精度よく決められる。

→ その通りです。

● WWSSN とは 1960 年代に米国沿岸測地局が世界 120 か所に展開した世界標準地震観測網。

→ その通りです。

● WWSSN は世界中になるべく均一に同時特性の地震計によって地震を観測し、その記録を広く利用しようとする試み。

→ その通りですが、ソ連邦などには設置できませんでした。

● 1960 年代には矩形断層による均質な破壊を仮定した震源モデルなどが提案され、例えばハスケルモ

デルなどが代表だった。

→ その通りです。

● 実際に大地震で観測される地震波は、この均質なモデルから予想されるものよりもずっと複雑とされている。

→ 地震波には、いろんなスペクトルがあって、長周期は比較的簡単で、短周期ほど複雑になります。

● 均質なモデルから予想されるものよりも実際には複雑だ。

→ 短周期に関してはその通りです。

● そのような不規則な破壊というもの、破壊過程を調べる方法として、1980年代に波形インバージョンが進展してきた。

→ その通りです。

● ハスケルモデル、現在は使われていない。

→ ハスケルモデルというのは断層の端から一様の速度で、もう片方の端まで破壊が伝播するというそういうモデルであり、今、普通は使いません。

● 1995年の兵庫県南部地震以降、地震調査研究推進本部や防災科学研究所などによって K-NET、KiK-net、Hi-net、F-net などの地震観測網の高密度で全国的な整備が進んだ。

→ その通りです。

● 波形インバージョンはそれらの記録を用いることで、より詳細な結果が得られるようになった。

→ その通りです。

● 解析できる地震の数も増えて、多数の事例を集めて地震の破壊過程を解明すべき研究が進んでいる。

→ その通りです。

● 測地測量では従来から三角測量や水準測量による地表の変動の把握が行われてきた。

→ はい。

● 1980年代にGPSが登場し、日本でも1985年頃より地震予知計画事業において導入が進められた。

→ はい。

● 1990年代には国土地理院の国内観測網が大幅に増強され、GPS連続観測網として稼働している。

→ はい。

● 詳しい地殻変動の空間分布がわかるとそこから震源でのすべり量の分布などを詳しく推定することができて、そういうやり方を測地インバージョンと呼ぶ。

→ はい。

■ 『科学』 「2つの問題」と式の変形

● 雑誌『科学』で入倉・三宅式による過小評価の問題を指摘されています。

一つ目は事前推定の話。断層の面積や長さは地震発生後に推定するが、その値は事前に推定できる値と等しいとは限らない。

二つ目は、垂直又は垂直に近い断層の場合、入倉・三宅式から得られる震源の大きさは、武村式や山中・島崎式で計算される大きさよりはるかに小さい。この二つを指摘されていますね。

→ はい。

● 証人は、一つ目の事前推定の問題にかかわらず二つ目の問題は存在する。つまり「地震後に得られたデータを用いても入倉・三宅式の過小評価は変わらず存在する」と述べていますが、今もそういうお考えですか。

→ そこはやや不正確です。二つの問題は結びついていきます。事前推定の問題と入倉・三宅式と他の式の比較というのは、実は事前推定として意味があるので、それぞれの式が間違っているとかいうことは言っていない。

● 「地震後に得られたデータで検証した場合に、入倉・三宅式が誤っている」と言っているのでもない、ということでしょうか。

→ はい。

● 雑誌『科学』で書かれていた二つ目の問題というのは、今は事実上主張しないということですか。

→ 二つ目の問題は実は入り組んでいまして、①均質モデルを使うか不均質モデルを使うかという問題があります。②それから、各時代でどういう観測手段が使われるかという時代背景の中で震源モデルが変わってきています。

いまだに私は、地震後データで断層面のダブルカウントみたいなものをなくして、かつ小さい量のずれのところを切りとれば、入倉・三宅式の計算結果が実際よりも小さくなると思いますが、入倉・三宅式がまずいとは言っていない。

● 入倉・三宅式は、内陸地殻内地震について震源断層面積と地震モーメントの関係式として提案されたものということによろしいですか。

→ その通りです。

● 証人が入倉・三宅式と比較されている武村式や山中・島崎式はいずれも断層の長さや地震モーメントとの関係式として提案されたものですね。

→ その通りです。

● 証人は、入倉・三宅式と他の経験式とを分かりやすさを重視して比較するために、断層を垂直、断層幅を 14km と仮定して、入倉・三宅式を変形したということですね。

→ その通りです。

● では今後、この式を島崎変形式と特定していきたいと思います。

→ (証人、穏やかな後ろ姿で無言)

■谷さん。入倉・三宅式を知ってます？

● 証人は 2014 年の 10 月 18 日の活断層学会で入倉・三宅式に関する講演をされましたね。

→ はい。

● その講演において、兵庫県南部地震の断層の長さをいくらというふうに発表なさいましたか。

→ 手元にないので分かりませんが、30km 台でしょうか。数字は覚えていません。

● この講演を聞いていたものによりますと、14km とか 24km というかなり短い長さを発表されていたようなのですが、そういうご記憶はありますか。

→ 何とも言えません。

● 別のことをお聞きします。山中・島崎式のデータセットは島崎 1986 の論文に基づいていたものでよろしいですか。

→ その通りです。

● 島崎 1986 をみますと、地震モーメントは通常、地震波の振幅から直接決定されるので曖昧さが少ない、一方で、断層の長さは地震モーメントに比べると定義がしっかりしないものだ、ということを書かれていますか。

→ はい。

● 山中・島崎 1990 では先程の WWSSN - 世界標準地震観測網開始前の地震モーメントは利用できないことが多いため、1963 年より前の地震を説明しない旨の説明がありますが、ご記憶がありますか。

→ はい。ただし・・・

● あればいいです。我が国では地震観測網が整備され始めて以降、防災科学研究所が F-net を利用して求めた地震モーメントを公表する、気象庁が CMT 解に基づく地震モーメントを公表するなどしていますね。

→ はい。

● F-net というのは長周期帯で高精度を持つ広帯域の地震観測網のことですか。

→ はい。その通りです。

● 甲 297 号証の 2 頁の表を示します。先程の主尋問でも示されていましたが、この左の欄の色を塗ったところに、地震モーメントの値が記載されているわけですね。

→ はい。

● この表で、最近の地震を除けば先程述べられた地震観測網が充実する以前の地震ということですね。

→ はい。

● 1927 年の北丹後地震、1930 年の北伊豆地震、1943 年の鳥取地震はいずれも均質モデルで断層の面積及び変位量が求められていますね。

→ その通りです。1927 年は京都大学による観測、それから 1930 年は地震波の観測結果は使われていません。チェックには使われていましたけれども。1943 年も確か京都大学の阿武山観測所・・・。

● 1930 年の北伊豆地震と 1943 年の鳥取地震はハスケルモデルで検討されているのではないですか。

→ ハスケルモデルです。

● 1927 年の北丹後地震はハスケルモデルではないですが、均質モデルで検討されていますね。

→ はい。

● この当時は不均質モデルを用いた震源インバージョンはまだ一般的ではなかったのですか。

→ まだ、ありませんでした。

● これらの 3 つの地震は発生してから数十年経った 1970 年代に検討がなされていますが、それは古い時代にはそのような検討手法がなかったということでもよろしいですか。

→ 地震が起きた当時、手法はありませんので、手法が整備された時代に検討がなされたということです。

● では 1891 年の濃尾地震については地震モーメントが $180 \times 10^{18} \text{ Nm}$ ですが、この 180 は濃尾地震の東京の地震計記録から福山他 2007 によって推定された値ですね。

→ その通りです。

● 福山他 2007 によると、根尾谷断層など 3 つの地表地震断層に加えて伏在断層として岐阜—宮線を加えた上で、東京の地震計記録に合うように何度か計算して地震モーメントを求めたものではないですか。

→ 違います。初めは岐阜—宮線を加えず計算し、次に岐阜—宮線を加えてどちらがよいかという議論をして、岐阜—宮線を探りましたが、元々は岐阜—宮線がないモデルで計算しています。

● 福山他 2007 というのは結論としては、岐阜—宮線を加えたモデルを採用したのですよね。

→ 結論としてはそうですけれども・・・

● 室谷他 2010 という論文は福山他 2007 を引用していますが、岐阜—宮線を加えた断層の長さを 122km、断層面積を 1795 km^2 としていることはご存知ですか。

→ 知っています。

● 次に 1995 年の兵庫県南部地震ですが、ここの地震モーメントが 24 になっています。

→ これは学会の予稿集のときで、講演のときは 22 を使いました。

● 入倉・三宅 2001 が引用している Somerville et al 1999 においてこの 24 という値が採用され、断層の長さ 60km、幅 20km となっていることはご存知ですか。

→ 知りません。今うかがいました。

● 主尋問で示されていた宮脇他 2015 の中には関口 2002 の論文が引用されていますが、ここでは断層の長さ 64km、幅 21km が採用されていますね。

→ はい。

● 次に 2011 年の福島県浜通りの地震の地震モーメントは 11 ですが、これは引間 2012 による値ということですね。

→ その通りです。

● 引間 2012 は不均質なモデルで井戸沢断層と湯ノ岳断層の震源断層を求めている、長さは井戸沢断層が 26km、湯ノ岳断層が 14km に、合計すると面積が 640 km^2 となっているわけですね。

→ はい。

● ちなみに引間 2012 では、全体の地震モーメントは 11 ですが、断層毎に地震モーメントを割り振って、井戸沢断層は 7.8、湯ノ岳断層は 3.6 という割り振りをしています。

→ はい。

● 主尋問でも出ていましたが、宮脇他 2015 では福島県浜通りの地震の引間論文あるいは兵庫県南部地震の関口論文を含む 1995 年以降発生した 18 の地震について震源インバージョンの結果を収集整理して、それらが入倉・三宅 2001 のスケーリング則によく一致するということが確認されているわけですね。

→ はい。

● このような検討過程について主尋問によれば証人は「それはそれでよいのだ」ということですか。

→ はい。詳しく言いますと、入倉・三宅式というのは元々 Somerville さんの式を地震が小さいところで使っていて、 $7.5 \times 10^{27} \text{ dyne-cm}$ のところで分けて、そこからの続きを Somerville さんの式を使わないで折り曲げて作ったものです。

● 今、宮腰他 2015 の話なのですが・・・。

→ 宮腰他のデータが合っているというのですが、実は宮腰他のデータは元々 Somerville さんのデータがそのまま利用されている。ですから変えた理由はむしろ Wells and Coppersmith のデータで変えているのです。

● 今、お聞きしているのは検証についてお聞きしているのです。

→ 検証って、どういうことですか。

■ 「岐阜―宮線」を計算に入れる？

● 主尋問で濃尾地震について「地震本部は岐阜―宮線を活断層ではないと評価をした」とおっしゃいましたが、平成 13 年の評価でしょうか。

→ はい。

● その後、平成 18 年に中央防災会議の報告書では、基となった愛知県の調査位置に問題があるということが指摘されているのでは？

→ それは知りません。調査位置というのはどういうことですか。

● 知らなければ結構です。先程の福山他 2007 はその後に出た論文で、そこでは、岐阜―宮線を含めて全長 121km としていますね。

→ はい。

● 乙 209 号証の表紙を示します。これは佐藤 1989 と呼ばれていて、共著者として証人の名前も挙がっていますね。

→ はい。

● 136 頁を見てください。ここで濃尾地震について三雲・安藤 1976 を出典とした結果がまとめられていますね。

→ はい。

● 真ん中のちょっと上の段落に「震度分布や地質構造線等の検討からはさらに一枚の潜在断層の存在が推測される」とありますね。

→ はい。

● 2 行ほど下に「この潜在断層の食い違い量は理論的な地殻上下変動及び水平変動を水準測量や三角測

量のデータと比較することにより定めた」とありますね。

→ はい。

● つまり、測地学データと整合する潜在断層とされているわけですね。

→ これは後で批判する論文が出ています。

● 甲 215 号証の 213 頁を示します。これは武村 1998 の論文です。213 頁のところに表があります。表の一番上が濃尾地震になります。L：断層の長さ 85km とされていますね。

→ はい。

● 注釈が付いていて右の備考欄をみますと、main fault とされていますね。

→ はい。

● それから地震モーメント M_0 の注釈にもこれは total fault で S：面積 1700km² とされていますね。

→ はい。

● これは三雲・安藤 1976 が潜在断層とした岐阜―宮線を含めた全断層から地震モーメントを算出し、一方で断層の長さは潜在断層を除いた地表地震断層の長さを採用しているものではないですか。

→ おそらくそうだろうと思います。

● 武村 1998 にはこのように濃尾地震をデータセットとする際の考え方が示されていますね。

→ はい。

● 一方で入倉・三宅式は震源断層面積の式なので、それを島崎変形式のように変形して断層の長さの式にしてしまい、そこに地表地震断層の長さを代入してしまうと、もはやそれは元の入倉・三宅式とはつながりのない式になってしまうのではないですか。

→ つながりのない、というのはおかしいです。要するに入倉・三宅式をどう使うかという問題ですね。入倉・三宅式が震源パラメータ間のスケーリング則として問題があるとは私は言っていないです。

● 甲 441 号証を示します。『新編日本の活断層 71 岐阜』の部分になります。主尋問ではこの左側の凡例欄が除かれた形で書証綴りに示されていましたが、あらためて確認します。この図の右下に赤い点線が

伸びていますね。これは凡例をみると伏在断層を指すのではないですか。

→ これは岐阜——宮線です。

● そうすると事前予測としても、この『新編日本の活断層』でも認められている伏在断層を無視できないのではないですか。

→ 長期評価部会でこの断層系を評価する際に元の文献まで辿って岐阜——宮線について検討した結果、これは活断層ではないという結論に至りました。それは公表されたものに明示されていますので、当然これは除かれるべきだと思います。

● その長期評価の後に発行された中央防災会議の報告書では、また逆のことが書かれているのですよね。

→ 中央防災会議はこういった活断層を長期評価する専門の部門ではありません。むしろその結果を使う部門です。

■兵庫県南部地震、震源断層の長さ

● 兵庫県南部地震については地震前にわかる断層の長さはいくらくとお考えですか。

→ これは非常に難しいです。実際は地震後に活断層の詳細分布を足して、ここまでがひと括りだとした論文があります。私はそれを一応使いましたが、そもそも神戸側では地表に地震断層がありません。歴史には残らないわけですから、そういったものを事前に設定できるかどうかについては、難しい問題だと思います。

● 何 km とも言えないということですか。

→ 書いた数字はどこかにあると思いますが、なかなかそれは難しいですね。

● 証人は昨年7月19日に原子力規制委員会の田中委員長らと面談した際に、兵庫県南部地震については武村式に断層の長さ 40km を入れると大きな結果の地震モーメントになると発言されましたね。

→ そう書いてあるならば、そう発言したのでしょうね。

● 証人は『活断層とは何か』という本を池田先生、

山崎先生と共著に書かれていますね。

→ はい。その通りです。

● そこには兵庫県南部地震について、断層の長さを 40km くらいとしていませんか。

→ はい。

● この断層の長さ 40km を武村式に入れると大きな結果になるわけですね。

→ あくまでもそれは震源断層の長さですね。

● 兵庫県南部地震の震源断層は先程述べましたように、国内外の研究者が神戸側も含めた 60km ないし 64km、幅は 20km ないし 21km としていますので、地震後に得られたデータとしてはこれが採用されているわけですね。

→ やや大きいと思いますけど私はそれでよいと思います。

● では、事前推定のお話を聞きます。兵庫県南部地震の地震前から『新編日本の活断層』において、六甲・淡路断層帯として 70 から 80km の評価がされていたのであって、事前推定も可能だったのではないですか。

→ それは六甲・淡路断層帯の全体が壊れる地震の場合ですね。

● では大きめの評価は可能だったわけですね。

→ はい。

■熊本地震、断層帯の区間分けは？

● 乙 192 号証 4 頁を示します。先程の主尋問でも示されていましたが、布田川・日奈久断層帯の評価の平面図になります。当時、証人は長期評価部会の部会長を務められ、この評価はご存知ですね。

→ はい。

● この評価では中部と南西部の同時活動の可能性は考慮していますが、北東部を含めた布田川・日奈久断層帯全体が活動する可能性については極めて低いという判断がされていますね。

→ はい。

● 震源断層に相当する長さ全体にわたって地表地震断層が必ず出現するわけではないのですね。

→ 長い断層では全体が出現しないです。

● 乙 164 号証を示します。証人が部会長を退任された後のものになります。布田川断層帯、日奈久断層帯の評価を再検討したものですよね。

→ はい。その通りです。

● 証人が部会長を務められていた時代、2010 年に暫定版『活断層の長期評価手法』報告書を取りまとめられましたよね。

→ はい。その通りです。

● この 2013 年の再評価というのは、そのような長期評価手法に基づいて行われたのですか。

→ はい。暫定版に基づいて行われました。

● 12 頁の図を示します。ここでは先程述べられましたが、布田川断層帯は、北向山断層、布田川断層、そして木山断層からなる布田川区間、北甘木断層、宇土断層からなる宇土区間、さらに西側にあらたに宇土半島北岸区間に分けられていますね。布田川区間は約 19km ということです。

→ はい。そういうことです。

● 3 区間の全長が 64km 以上評価されている、そういう認識でよろしいですか。

→ はい。

● 1 頁を示します。真ん中あたりに記載があるのですが、宇土区間の一部と宇土半島北岸区間は、従来、活断層が認定されていなかったが、重力異常の急変帯の分布などから地下に伏在する活断層として新たに推定された、そういうことでよいですね。

→ その通りです。

● 布田川断層帯は 3 つの区間に分けられています。この 3 つの区間の全長 64km 以上が同時に活動する可能性も評価されていますね。

→ はい。

● 日奈久断層帯は全長で 81km ほどあり、区間に分けられている。その全長が同時に活動する可能性も評価されていますね。

→ はい。

● さらに、布田川断層帯の布田川区間と日奈久断層帯全体が同時活動する可能性も評価されていますね。

→ はい。

● ただし、宇土区間まで含めて同時活動することは評価されてなかったですね。

→ はい。

● こういう区間に分けて評価している理由ですが、これも、これは断層帯全体を評価すると発生確率が非常に低くなって、防災の観点で不合理だということで、長期評価部会では区間分けを推奨しているわけですか。

→ そんなことはありません。

● 区間分けの理由は？

→ それぞれの場所でトレンチ調査を行って、過去のいつ頃に地震が起きているかということそれぞれの地点で調べます。いわば年表みたいなものがそれぞれの地点でできるわけです。いくつかの地点でその年表が一致していれば、これは同時に活動したのではないかという可能性を考えます。

● 過去の活動履歴を考えるということですか。

→ はい。

● 乙 202 号証の 1 を示します。これは原子力規制委員会が作成した資料です。九州電力川内発電所の活断層評価にあたっては、熊本地震の発生前から布田川・日奈久断層帯は全長 92.7km と評価しているわけですね。

→ はい。

● この評価は原子力規制委員会の津波班の責任者として証人も了承されたのですね。

→ はい。

■熊本地震3モデルと入倉・三宅式

● 2016 年 4 月 16 日に発生した M7.3 の熊本地震の本震についてお聞きします。乙 197 号証 38 頁から 39 頁を示します。

地表地震断層のことですが、熊本地震本震について布田川断層帯の布田川区間に約 28km、日奈久断層帯の高野・白旗区間沿いに約 6km の地震断層が見つかったとされていますね。

→ はい。

● 布田川区間沿いの地表地震断層は先程の 2013 年の評価における布田川区間の 19km をはみ出して、西側宇土区間、東側阿蘇カルデラ西縁に及んでいるわけですね。

→ はい。

● 先程の 2013 年の評価でも、布田川区間と日奈久断層帯との同時発生が評価されていましたが、この熊本地震の本震ではそれをもう少し超えて、布田川区間と宇土区間の一部、それから日奈久断層帯の一部が連動して発生したということですね。

→ はい。

● 熊本地震の震源断層について、国土地理院がいくつかのモデルを発表しています。簡単におさらいをしますが、暫定解 1 というのが先程の断層の長さ 27.1km でよかったですか。

→ はい。

● 乙 198 号証 13 頁を示します。これは甲 443 号証、先程の書証綴りでは書き込みがあつて、断層の長さの合計が書かれていました。3 つ合計すると 35.3km になるわけです。

昨年 6 月 16 日に証人が原子力規制委員会の田中委員長との面談で言及された国土地理院のモデルというのはこの 2 つですね。

→ はい。

● 甲 331 号証 658 頁を示します。これは雑誌『科学』に証人が書かれたものですが、左上のところに暫定解 1 の面積が 333km²、暫定解 2 の面積が 416 km²とありますよね。

→ はい。

● それから左側の真ん中より少し下の段落で、「地理院のモデルは、ずれの量が一定の仮定によっているので、実際の断面積はこれより大きい可能性がある。」と書かれていますね。

→ はい。

● 先程もそういう証言をされましたね。

→ はい。

● ずれの量が一定とは均質モデルのことですね。

→ その通りです。

● この頁のすぐ下のところで証人は、主尋問で証言された熊原氏のモデルで検討をしていますね。

→ はい。

● 熊原氏のモデルは面積は少し大きくなっていますが、断層の長さは 31 km ですね。

→ はい。

● 熊原氏の断層の長さ 31km というのは、地震後の地表地震断層の長さになるわけですか。

→ はい。そうです。

● これをもって震源断層の式である入倉・三宅式を検証するというのは科学的なんでしょうか。

→ 私は、「地震前にわかるであろう値として 31km を使うと過小評価になりますよ」と言っているのです。べつに入倉・三宅式を検証しようなどとはしていません。それはしかるべきデータに基づいた立派な式だと思っています。使い方が誤っていると主張しているのです。

● 乙 197 号証 44 頁を示します。これは書証綴り 21 頁の甲 444 号証と同じです。ここの記載を確認します。左側に括弧書きが 2 箇所あつて、最大変位量、2m80cm とか 1m とか 2m とかあるのですが、これは横と縦の値を出しているのですが、それを斜めにしたら最大の変位量になるのですか。

→ 上下の場合は断層の傾きまで考えないといけません。

● そうすると、熊本地震の地表の最大変位量はだいたいどのくらいになるのですか。

→ はっきりはしませんが、3m くらいでしょうね。

● それからこの右側の地図をみますと、熊原先生が延ばした地表地震断層は小さいところで目盛りが見えにくいですが、東経 131 度を数 km 超えるところまで延びている。

→ これも先程見せていただいたものと基本的な図は同じです。

● 確認しただけです。乙 197 号証 37 頁を示します。これは先程主尋問で示されていた国土地理院の不均質モデル、暫定解 3 と呼ばれている図です。この 4 枚の断層について少し伺います。断層面の A1

とあるのは布田川断層帯の布田川区間と宇土区間の一部でよいですか。

→ はい。

● B1及びB2が日奈久断層帯の一部でよいですか。

→ はい。

● それから A2 とあるのは布田川区間の東側延長の阿蘇カルデラ西縁に相当するという理解でよいですか。

→ これはむしろ阿蘇火山の直下ですね。南に傾いている断層で、黄土色の部分が阿蘇火山の本体ですね。まさに本体の南側を通っている断層ということになります。

● A2を除いてA1とB1とB2の関係は、これは布田川断層帯と日奈久断層帯が途中で枝分かれしているのだからこういう図になるということですか。

→ はい。

● 乙201号証28頁を示します。この表3をみますと4番の国土地理院のモデルが先程の暫定解2の均質モデルで、その下の5番以下が不均質モデルによるインバージョンの結果ですね。

→ はい。

● 先程のお話では、証人はこのような不均質モデルについて研究論文を確認されているわけですね。

→ はい。

● これらの不均質モデルにおいて、例えば余震分布、地表地震断層などの地表の変位、あるいは既存の活断層の分布などを考慮して断層を仮定してインバージョンを行っているということですね。

→ はい。

● 先程、証人は入倉・三宅式の検証をする立場でないというようなことを言われましたが、これらの不均質モデルを使った結果については入倉・三宅式の検証は特にしていないということですか。

→ はい。

● 先程暫定解2のすべり量が平均3.6mとなっていましたね。

→ はい。

● 証人によれば、均質モデルと不均質モデルを比較

すると不均質モデルの方が面積が大きくなるということですね。そうすると平均すべり量は不均質モデルの方が小さくなるということですね。

→ はい。

● 当たり前のことですね。入倉先生の論文では、1.6mくらいの数字が示されている。

→ そのくらいですね。

■熊本地震、震源断層の幅は？

● 再度、乙201号証の32頁を示します。右側の上から2段落目の但し書きです。この部分が先程主尋問でも示されていたと思うのですが。

→ はい。

● ここには、「断層長さをもとに関係式を適用するためには断層幅を仮定する必要があるが、熊本地震のインバージョン解析から推定される断層幅は、事前に地震発生層から予測された値よりも広いものであった。このために予測される地震規模と実際の規模とが乖離したものと考えられている。これらがスケールリング則自体の問題というよりは活用方法の課題と言える。」、この部分を先程示されていますね。

→ はい。その通りです。

● 幅の問題であると。断層幅の下端の問題であるということですね。

→ これはですね、そういう聞き方をされていますが、要するに面積の問題なんですね。

● それで熊本地震の深さ15kmというのは、どういふところから予測されたのですか。

→ 一般的に地震発生層というのは、底が15kmくらいのところにあります。

● 微小地震の観測結果とか或いは場合によってはD90などを求めて設定するのが普通では？

→ そのように設定してもあまり変わりありません。一応既存の文献で構造が書いてある文献をみて、他の地域と特に際立った特徴がないということを調べています。

● 先程、瀬瀬先生の報告についても言及されましたが、瀬瀬先生は断層の下端が16.5kmとされて

いて、15km よりも少し深いということが引間論文の導入のことなのですが、それはご記憶ありますか。
→ それは何についてですか。

● 地震発生層の幅の問題、下端の問題です。額瀨先生は熊本地震について 16.5km と報告されています。事前の予測は 15km だった。

→ それは人によって違うと思います。長期評価では浅いところを 3km 除いて評価しています。ですから地震発生層の厚さは 12km とかそれくらいではないでしょうか。

● 額瀨先生は多分 2002 年の長期評価を言っていると思うんですね。だから 15km なんですよ。だから 1.5km 深かった。これは引間論文にも書かれている地震発生層の問題であるという、そういう認識はありますか。

→ それは今はちょっとよくわかりません。

■原発審査で扱う断層の長さとは？

● 昨年の 6 月 16 日の田中委員長との面談や雑誌『科学』で、熊本地震の震源の大きさが合うように入倉・三宅式で逆算すると断層の長さが 57km 必要だが、地震発生前に 57km という人はいないと述べていますね。

→ はい。

● 先程、長期評価を見ていただいたように布田川断層の全長は 64km。日奈久断層と合わせると九州電力は 90km を超える断層を想定しているので、57km より長い断層は想定可能では？

→ それは 2 つポイントがあって、一つは断層の長さを長くしたから基準地震動が大きくなるとは限らないという点。もう一つは、今考えている地震の起こる場所が布田川・日奈久断層帯の全体の地震を評価しているのではなく、その北東部ないしその付近で起きた地震の評価を問題としているので、長くしたから良いという話ではありません。

● 熊本地震は長期評価による区間分け通りには発生しなかったわけですね。

→ しかし、ほぼ区間に沿って起きたことは事実です。

● しかし、区間を超えているものだから、事前に区間毎に予測をすると合わないということではないですか。

→ そうではないです。区間を少しくらい超えても、その違いはさほど小さくなく、むしろ震源インバージョンをやると 57km になる。その二つは全然違う話です。

● インバージョンの結果は問題ではないんだと、事前予測の問題だと主尋問ではおっしゃったのではないのですか。

→ そのふたつが結び付いていると私は申し上げたいんですが。震源インバージョンの結果に合うように入倉・三宅式ができています。あるいは入倉・三宅式というのは震源インバージョンの結果によく合っている。活断層から発生する地震の 19km とか 27km という区間を予測するときに入倉・三宅式で正しい値を出すためには、まさにその震源インバージョンの 57km という値を入れなくちゃいけない。しかし事前に 57km という値はどこにもないということを私は申し上げているんです。

● 原子力発電所では、長期評価のような区間分けはしませんよね。

→ 区間分けは一応します。実際に大飯発電所の場合には FOA～FOB だけで地震が起こるというのが・・・

● ちょっと待ってください。九州電力は区間分けをしているのですか。

→ 九州電力は私が審査をして、長いものにしないと、それに従ったということです。

● ですから、先程の質問はね、今回の地震は原子力発電所では十分な長さをみているから、事前予測に問題はないんじゃないですか、と聞いているんです。
→ それはもちろんその通りです。実際に問題はありませんでした。

■活断層の証拠が覆われてしまう場所

● 証人は 2016 年 7 月号の雑誌『科学』で、事前に推定された活断層の東の端より 7km 東まで断層が

広がっていたと書かれていますね。

→ はい。

● この見解はまだ維持されているんですか。

→ はい。

● 先程国土地理院の均質モデルの一番東側の断層が少し南過ぎるという話がありましたが、布田川区間を超えて南側に断層があること自体は証人は認められているわけですか。

→ それはちょっと混同があると思います。7km 広がったというのはかつての活断層は阿蘇カルデラ内に入っていなかった。入り口のところで止まっていた。それからさらに 7km 内側に入っていったということなんです。

● だから国土地理院の不均質モデルのように、東側に広がること自体は間違っていないということですね。

→ 何キロ広がるかによって違いますけれども、確かに広がっています。

● 乙 196 号証を示します。4 頁です。パワーポイントの上の図ですが、これは熊本地震が起きた後の日本地質学会の報告です。ここに紹介されているのは熊本地震より前の段階で論文があって、布田川断層の東側の阿蘇カルデラの内部に活断層が存在する可能性があるとの研究は元々あったんです。この指摘はご存知ですか。

→ 承知しています。

● この研究結果は地震本部の評価には考慮されなかったのですね。

→ その価値がない結果です。特に右側のものに関しては。

● しかし事実としては阿蘇カルデラ西縁で断層運動があったと。

→ いや、これは断層運動ではありません。何か二つのことをごっちゃにされているようです。この二重峠断層というのは活断層ではありませんし、実際に今回の地震で地変が起きましたが、この地変は側方流動というもので、地盤の表層部分が横に動いた結果によって生じた地変であって、地表地震断層で

はありません。

● そうすると地表地震断層だと報告されているのは間違いだということですね。

→ これは地表地震断層ではありません。

● そういうふうに報告されているけれども、これは間違いであると。

→ いや、そういうふうには報告されていません。側方流動の結果だとされています。

● それでは今回の熊本地震は、今の阿蘇カルデラ西縁の部分を除けば、同時発生は考慮されているかどうかはともかく、長期評価でいずれかの段階で評価された断層が動いたという理解でよいですか。

→ はい。

● 阿蘇カルデラのような地域は事前に活断層を特定するのは難しいのですか。

→ はい。

● それはどうしてですか。

→ それは火山活動が活発で、活断層の証拠が覆われてしまう可能性があるからです。

● 大飯発電所など若狭湾周辺の陸域で阿蘇カルデラと同じようなところはありますか。

→ 堆積速度の速いところはありますね。それが問題となったのは FO-A~FO-B~熊川断層が連続するかどうかのところで議論になりました。

● 阿蘇カルデラと同じような地域がありますか。

→ カルデラというならばそのような地域はありません。問題となっているのは、どんどん物が堆積する場所かどうかということです。そういう意味では、堆積速度が速くて証拠が消される場所があります。

■ 「百年前に事前予測？」と珍質問

● 雑誌『科学』で証人は、濃尾地震とか北伊豆地震について、事前予測、ポストディクションが非常に客観的にできる地震であると書いていますね。

→ はい。

● 今もその見解でよいですか。

→ はい。

● 濃尾地震というのは 120 年以上前の明治 24 年の

地震で、昭和5年の北伊豆地震は87年前の地震なんですけれども、それらの地震が発生しなかったという前提で事前予測というのを客観的にするわけですか。

→ それは、発生していないところで事前予測をしてもしょうがないので。検証をしようとしているわけですから、発生したところでなければ検証はできませんので、発生したところで事前に情報を集めればということで、その当時の情報ではなくて、現在の我々の活断層の知識で情報を集めたらどういう設定になるかという問題意識なわけです。

● 濃尾地震のデータは経験式の策定に重要な位置を占めていると証人も書いていますね。

→ はい。そうです。

● そういう地震の知見のどういう部分を採用して、どの部分はなかったらというような事前予測をされるのですか。

→ ちょっと、意味がわかりません。どういう意味でしょうか。

● 今の地震学は濃尾地震を受けて進展していますが、120年以上前の地震について、どの部分は現在持っている知見、どの部分は濃尾地震が発生する前の知見というふうにわけられるのですか。

→ ちょっと意味が違っていると思うのですが、今問題になっているのは、活断層についての調査結果は我々は十分に持っているわけです。その前提で、濃尾地震が将来起こるであろうことを考えた場合に、どういう予測ができるか。その場合は活断層の端から端までの長さを入れて、どの式が実際に起きた濃尾地震の地震モーメントと等しくなるかという検証を行ったのです。

● 話は変わりますが、主尋問で答えられたことでひとつ教えていただきたいことがあります。均質なモデルと不均質なモデルでは、不均質なモデルが大きくなる。均質なモデルの方が事前予測の設定に近いということを言われていますね。

→ はい。

● 均質なモデルだと事前予測の設定に近いという

のは、そういう論文があるのですか。

→ みればわかります。そのとおりですから。

● 論文はないのですか。

→ 論文はないです。

● 証人は今まで、そういうことをどこかで発表したことはありますか。

→ 発表したことはないです。

● それから、活断層よりも地表地震断層が長いと言われていますが、これもそのような論文があるのですか。

→ あると思います。

● どなたが書いていますか。

→ 外国の方で、Wells and Coppersmith あたりが書いていていると思います。

● それからレシピの改定の話を保証されましたが、レシピの中身は改定されているのですか。

→ 事務局の言い方によれば、中身は変わらないけれども表現を変えたそうです。すなわち中身はこれまで誤解されていたんだと私は解釈しています。

● 中身は改定されていないのですね。

→ 要するに中身を間違っって受け取っている人がいるので、間違わないようにしたということだと思えます。

■証人尋問に臨む準備について

● 主尋問で出ましたが、証人は千葉地裁の訴訟で原告側の証人として出廷していますね。

→ はい。

● そのときは事前に意見書を出されていますね。

→ 出しています。

● 今回、意見書や陳述書を作成されなかったのはどうしてですか。

(笠原弁護士) 陳述書は提出しています。

● では意見書を提出していないのはどうしてですか。

→ 意見書を提出することはしませんでした。

● 証人の判断でしなかったのですか。

→ 私の判断というか、多忙でそのような時間はない

です。

● なるほど。原告代理人との打ち合わせは行いましたか。

→ はい。

● 何回くらい行いましたか。

→ 3月に1回行って説明を聞きました。そのときいろんな質問事項を挙げてもらい、その後も何回か質問事項を送ってもらったのですが、私の主張を十分にわかってもらえるような質問ではなかったのです。反対尋問では私の主張を明らかにするような質問は出てこないだろうし、主尋問でいかなければ私は何のために金沢に行くのか分からないと思い、打ち合わせを先週2回やりました。1回目は文句を言いに行き、2回目は直した質問をもう1回見ました。

● 地震学、強振動分野、変動地形学あるいは活断層の専門家の方と意見交換がありましたか。

→ これに関しては全くしていません。

■地下構造の傾向、断層が並走する話

● 福島県浜通りの地震は、引張応力場での正断層の地震ですか。

→ そうです。

● 熊本地震もそうですが、茨城県や福島県のあの地域と九州の一部が、日本では珍しい引張応力場ということですか。

→ はい。そうです。

● 3.11 東北地方太平洋沖地震を受けて、それらの知見が茨城県や福島県でも定着したのですか。

→ はい。

● 東京電力は、湯ノ岳断層は正断層なので活断層評価をしなかったのですか。

→ 活断層の評価というのは正断層だからということではなくて、地形をみて証拠があればそれは活断層なのです。

● 今のは、湯ノ岳断層も事前に活断層と予測可能だと言われたのですか。

→ もちろん地震本部では湯ノ岳断層も活断層としていました。

● 甲 451 号証を示します。この冒頭の部分でね、「断層面積や断層長は地下構造によって制限される」とか、それから「断層が並走する震源モデルを想定する可能性は皆無とって良い」というくだりがあるって、その後に「地震後に提案され、総断層長や総面積を用いて経験式が作られ、地震モーメントを過小評価する原因となる」という記述がありますよね。

→ はい。

● 地下構造の話と断層が並走する話をされていますね。

→ はい。

● 例えば入倉・三宅 2001 の式、それからそれを検証した宮腰 2015 で挙げられている地震の中で、地下構造によって制限される地震はどれになるのですか。

→ 阿蘇の地震です。

● 阿蘇の地震は 2016 年なので、いずれにも登場しないのですが。

→ 私がここで書いたのは阿蘇の地震のためです。

● それから断層が並走する地震というものはどういうものになるのですか。

→ 濃尾地震がひとつの例ですし、福島県浜通りの地震もその例です。

● それだけですか。

→ それ以外にもあるかもしれません。

● 濃尾地震は入倉・三宅 2001 や宮腰 2015 の経験式のデータセットには入っていませんよ。震源インバージョンの結果から作られた式ではありませんよね。

→ ではありません。

● では福島県浜通りの地震ひとつだけですか。

→ 私がみているのはそれだけです。

● 福島県浜通りの地震の全長合計 40km は事前に予測できないというのは証人の見解ですよね。

→ はい。その通りです。

● 井戸沢断層の 26km は事前に予測することは可能ですか。

→ できないと思います。

- どうしてですか。
- 北側にあんなに長く活断層は延びていません。
- 端点が途中で認められるということですか。
- はい。
- 端点が認められれば、断層は北に延びていないということですか。
- 実際に延びていません。地表地震断層じゃないですよ。私が言っているのは震源インバージョンによる断層が北に延びているということです。だけど地表地震断層は南だけです。そんなに長くないです。
- それぞれの式の成り立ちをもって、どういうものを設定するというそういう議論じゃないのですか。
- その通りです。
- 終わります。

最終尋問

一審原告代理人他による最終尋問

- 一審原告代理人（甫守弁護士）
- 島崎邦彦証人

- 書証綴り 7 頁を示します。こちら証人の活断層学会での予稿ですが、1891 年の濃尾地震の地震モーメントの 180 という数字は岐阜—宮線が活動したという前提で設定されたものなのですか。
- そうではありません。
- 証人は先ほど、この岐阜—宮線についての福山他 2007 に対する批判があるとおっしゃっていましたが、それはどなたのどういう論文ですか。
- 個々に覚えておりません・・・地震本部の長期評価ではそもそも岐阜—宮線は誰によって提唱されているか、その根拠は何かというところから調べました。その結果、不確かな情報ではあるが、ここに何かあるのではないかという論文が出て、その後、それを引用する論文が加わっていくと、元々不確かなんだけど、あたかも岐阜—宮線が存在するかなんかの形になる。だから実態がない。反射測線をかけて地下構造をみても不連続すなわち断層がな

い。それで加算する必要はないと我々は結論したのです。それは十分な証拠があることです。

- ところで証人は『科学』の論文で、暫定解 1、2 の話の後に、「地理院のモデルは、ずれの量が一定の仮定によっているので、実際の断層面積はこれより大きい可能性がある。」と述べていることが被告代理人から指摘がありましたけれども、この意味を教えてくださいませんか。

→ 一定だということは、断層の端で急にゼロになるということですね。3m、3mでいって急にゼロになる。現実にはそうはならない。ということは断層の長さはもうちょっと長いのでは、ということです。

- それから九州電力としても布田川・日奈久断層帯が非常に長い活断層であるということを想定しているという話がありましたけれども、断層が長ければ基準地震動は過小評価になることはないということなのですか。

→ これは全然別の問題です。断層の長さを長くしても、基準地震動は大飯の場合 8%しか変わりありませんでした。式を変えると 80%変わる。これは全く別の話です。長くすればよいという問題ではない。

- では応力降下量に影響させない限りは基準地震動は変わらないモデルになっているからだとということでしょうか。

→ そういうことです。

- これに関連して、書証綴りの 51 頁を示します。これは下の方が伊方発電所の基準地震動に関わる審査資料ですが、伊方の場合は敷地近くに中央構造線という非常に長い活断層がありまして、断層長は 54km の他に 480km という断層の応答スペクトルが検討されているわけです。この図からは何が言えるのでしょうか。

→ この図は下に黄色、灰色、赤の線があり、これらが応答スペクトルというもので、灰色は 480km で一番右側の端の部分、つまりゆっくりした部分ではこの長い断層は効きますけれども、それより左側は重なって灰色がほとんどみえない。要するに 54km を 480km にしてもアスペリティの応力降下量が同

じであれば、地震動は変わらないということです。

● はい。それから入倉・三宅式ですけれども、これは震源インバージョンによる式ではないということを反対尋問で言われましたね。

→ はい。

● 説明していただけますか。(58頁を示す)

→ はい。これは入倉先生の論文なのですけれども、斜めの直線が描かれていてこれは Somerville さんの提案している式です。赤色の破線が 7.5 のところから折れ曲がっています。ですから入倉・三宅式は元々は Somerville の式を $7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ 以上のところを変えたわけです。変えたことになっているのは、白丸(○)で描いてある Wells and Coppersmith のデータに依っています。なぜ変えたかという、当時大きい地震に関しては震源インバージョンの結果がなかった。だけれどもその後、宮腰さんが震源インバージョンを日本のデータで追加されたりしたので、大きいところが増えてきました。そしてこの黒丸(●)は Somerville の震源インバージョンと宮腰さんの震源インバージョンの両方を示してあります。で、この黒丸は元々の黒の Somerville さんの直線ですね。これの上と下にほぼ均等に分布しています。ですから Somerville さんの元の式がよく合うのですが、わざわざ下の方に曲げたのはこの白丸、Wells and Coppersmith のデータのためなんです。この Wells and Coppersmith のデータというのは、世界各地の地震波を扱っていて、しかも震源インバージョンの結果ではなくて、主に余震を使っています。余震というのは観測網がよければ決まりますけれども、悪ければ決まらないので、こんな風にばらつきがある。だけれどそれに基づいて入倉先生は曲げられたということです。

● つまり、この入倉・三宅式は式の成り立ちからすると震源インバージョンデータというのは少ないということになるわけでしょうか。

→ 少なくともこの震源インバージョンを見る限りは曲げる必要はなかったのではとみえます。

● 以上です。

(内藤裁判長) よろしいですかね。

(一審被告代理人谷弁護士) 一点だけ。一審被告代理人の谷です。曲げられたという話をしましたが、横軸が地震モーメント、縦軸が断層面積ということで曲げて寝かせると面積の変化当たりの地震モーメントの大きさは大きくなるということですよね。

→ そうです。

(一審被告代理人谷弁護士) だから厳しい方向に入倉先生は変えられたということですよね。終わります。

▼編集ノート：書証等は都合上、掲載できませんでした。ご容赦ください。文面より尋問の様子は感じ取れると思います。▼控訴審の行方を大きく左右すると思われる島崎邦彦氏証人尋問に向けて、関連する島崎氏・入倉氏らの論文等に目を通して準備を進めてきました。▼その中のひとつに、岩波の『科学』(2016年7月号)の論文「最大クラスではない日本海「最大クラス」の津波」があります。その結論において島崎氏は「このまま放置すれば、入倉・三宅式を垂直、あるいは垂直に近い断層に用いることが、既成事実化してしまうだろう。この式を津波や強い揺れの推定に用いれば、「想定外」の災害や事故が繰り返される恐れがある。二度と同じ過ちを犯してはならない。」と書いています。証言台に立たれたのも、そのような深い思いに基づいたものであることがうかがえる文章です。▼この論文は、基準地震動等に関連する専門的な文献の中では比較的理解しやすいのではないかと思います。「証人尋問」を補完する意味でも、ぜひ一読をお勧めします(大抵の図書館にはおいてあると思います)。