

柏崎刈羽原子力発電所の透明性を確保する地域の会
地震関連公開勉強会（第1回）・会議録

日	時	平成19年11月17日（土）	
場	所	柏崎市市民プラザ 風の部屋	
出席委員		新野、伊藤、加藤、上村、川口、久我、佐藤、三宮、高橋（武）、 高橋（優）、武本、種岡、中川、中沢、前田、牧、宮島、吉野、 渡辺委員	以上19名
欠席委員		相沢、浅賀、伊比、金子、千原委員	以上5名
講師		石橋 克彦 氏	
その他出席者		柏崎市 防災・原子力課 名塚係長 藤巻主任 阿部主査 ライター 吉川 柏崎原子力広報センター 押見事務局長（事務局・司会） 木村主査 柴野（弘）	

◎事務局

原子力広報センターの押見と申します。それでは、定刻になりました。ただいまから地域の会の地震に関連する公開勉強会ということで始めさせていただきたいと思っております。今日は、一般の市民、地域の方からも多数、傍聴といたしますか、お聞きにおいでになっております。ありがとうございます。

始める前にお一つお願いをさせていただきありがとうございます。携帯電話等お持ちの方、恐縮でございますが、マナーモードに設定をしていただきたいと思いますので、よろしくお願いたします。

それでは、皆様のお手元に準備をいたしました資料の方、確認をさせていただきます。今日の公開勉強会の次第、それから、今日の講師をお願いしております石橋克彦先生のご経歴をお書きしたものの、それから、今日の講演といたしますか、勉強会のパワーポイントの説明資料でございます。もしお手元にないという方ございましたら、恐縮ですが挙手をお願いしたいと思います。それから、委員の皆さんには、いつものように質問・意見の記入用紙を用意させていただいております。

それでは、早速勉強会に入らせていただきます。先生のお話をお聞きする前に、地域の会の新野会長の方からごあいさつとお話をいただきたいと思います。会長、よろしくお願いたします。

◎新野議長

では、本年度の第2回になるんですが、地震関連では第1回ということで勉強会をさせていただきます。

私どもの会は5年目を迎えます、今日はたくさんの傍聴の方においでいただきますので、簡単にご説明させていただきます。地域の会ですが、構成メンバーが24人ということで、いろいろな立場の方が一堂に会して議論をするというような会で、今5年目を迎えております。それで、今月の定例会は11月7日に終わっておりますが、その時が53回目の定例会だったのですが、その前あたりから、多くの委員から地震に対しても勉強したいという要望がずっとございました。勉強内容はできればいろんなお考えの方の考え方なり情報を自分たちがとりたいというような要望が多数ございまして、2回シリーズで設定させていただきました。今日は、遠いところ石橋教授においでいただきまして第1回を行います。次は12月2日にまた別の視点で同じ時間から、定例会が若干入るんですが、12月2日にも予定しております、2回で、本来はもっとたくさんやればいんでしょうけれど、ワンセットということで皆さんにその勉強の機会を同時に共有していただく場として設けましたので、また引き続き2回目もよろしくお願いたします。

今日は、大勢の方にしっかり聞いていただいて、地元住民として、またいろんな考えを持ちながら、いいも悪いもいろんな情報の中から自分とするとどいうふうに考えるんだろうというような、自立した住民になるための勉強でもありますので、よろしくお願いたします。

では、石橋先生、よろしくお願いたします。その前に若干ご紹介させていただきます。

◎事務局

ありがとうございます。それでは、今日、講師をお願い申し上げました石橋克彦先生をご紹介を申し上げたいと思います。皆様のお手元にもご経歴をお書きしたものを用意させていただきました。1944年に神奈川県にお生まれになりまして、東京大学理学部地球物理学科をご卒業になりました。その後、同大学院の理学系の研究科の博士課程を修了されました。それで、現在、神戸大学の都市安全研究センターの教授をされております。ご専門は地震テクトニクスで、東海地震説の提唱者として知られておりますし、2001年からは「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂にかかわってこられました。この中越沖地震の発生後、「柏崎刈羽原発の閉鎖を訴える科学者・技術者の会」の呼びかけ人のお一人でもございます。

それでは、まことに簡単といいますか、割愛させていただいたご紹介で先生には失礼であったかもしれませんが、お許しいただきまして、早速今日のテーマ、「地震のしくみと中越沖地震の諸問題」と題しましてご講演いただきたいと思います。先生、よろしく願いいたします。

◎石橋氏

皆さん、こんにちは。ご紹介いただきました石橋です。よろしく願いします。今日は地震に関する勉強会ということで、地域の会からいただいたもの、最初は「地震のメカニズム、中越沖地震を踏まえた見解」という仮のタイトルをいただきました。それで今、会長さんのお話を聞いてはたと気がついたんですけども、今日は私は基礎的な地震の勉強をする会だと基本的に認識していましたので、地震と原発に関する私の個人的見解というようなものをお話しする気はありませんでした。内容にあまり考慮しませんでした。むしろ、地震の研究者なら誰が話しても同じような、地震の基本的なことをお話ししようと思っています。話しているうちに個人的見解も出てくるかもしれませんが、ほとんどが地震に関する基礎的なことです。

ただ、あれだけの地震に見舞われて、被災された方がたくさんいらっしゃると思います。まず、遅くなりましたが、被災された方、この地域の皆さん全員に心からお見舞いを申し上げたいと思います。また、身内の方、知り合いの方をなくされた方もいらっしゃるかと思うんですけども、亡くなった方に心から哀悼の意を表したいと思います。そういうわけで、かなり地震のことをご存じの方もいらっしゃるかもしれなくて、そういう方にとっては、かえって退屈な話になるかもしれませんが、基本的なことをきちんと理解したうえでそこから先のことを考えていただくことが大事だと思いますので、ご了承ください。

それで、パワーポイントを用いてここでご説明しますが、お手元に、これは結局皆さんカラーですか、白黒の方もいらっしゃるのですか。（全員カラーですとの答）では、一応カラーで32コマのものを印刷して配っていただいたわけですけども、いつも私、泥縄でして、昨日の夜遅く、神戸から長岡までやっとたどり着いたんですが、神戸から来る新幹線の中でいじりましたので、今日ここへ映すのは全部で40数コマあります。ですから、ちょっとお手元には欠けているものもありますけど、それもお許しください。

それでは、暗くしていただけますか。

「地震のしくみと中越沖地震の諸問題」ということです。

(◆地震、地震動、震災)

最初に、最も基本的なことで、地震とは何かというようなことをご説明します。地震の話をするときに、ここに出ている三つの言葉、「地震」「地震動」「震災」というもの、この地震動という言葉はあまり世間一般では耳にしない、原子力発電所を抱える地元では地震動という言葉も最近では頻繁に出てくるかもしれませんが、普通、神戸なんかですと地震と震災という言葉をよくみんな口にするわけですけど、それに地震動を加えて、この三つの言葉を、きちんと区別して理解することが大変大事です。

日常生活では、地震というと我々が感じる大地の揺れ、それに伴って建物が揺れるとか電信柱が揺れるとか、揺れが激しくなれば被害も生ずるわけですけど、そういう揺れのことを普通は地震と言っているわけです。しかし、理学や地震工学で地震というときは、地下の岩石破壊現象に絞って、それを「地震」と言います。これがまず基本的に大事なことです。

次に、その岩石破壊というのがどういう破壊かということが大事で、ここに書きましたが、地震とは、「地下の岩盤が面状にズレ破壊して地震波を放出する現象」であります。この「面状」ということと「ズレ破壊」ということが大事です。地下の岩石破壊というと、また地震が起こると気象庁から震源はどこそこなんていうのがすぐ発表されますので、何か地下の非常に狭いところで岩石がぐしゃぐしゃと壊れるようなイメージを持ってしまうかもしれないんですが、そうではなくて、面状の破壊をするということが本質的に重要です。それがどういう破壊かということ、ズレ破壊という、破壊面を境にして向こう側のブロックとこっち側のブロックが逆向きに激しくずれ動く、そういう破壊をします。そのとき、その破壊の衝撃が岩石の振動となって四方八方へ伝わっていく「地震波」、そういうものを出す、そういう現象が「地震」です。ですからこのように（アニメが動く）。それで地震波が出て地面が揺れる。

大地の揺れは、最初に言いましたように日常生活ではそれを地震と言っておりますけれども、地震学や地震工学では「地震動」といって地下の岩石破壊現象とは区別しています。それで、ズレ破壊が始まるというのが地震の始まりで、面状に拡大してある広さを持った破壊面ができて、何らかの原因でそこで破壊が止まる、そうすると地震が終わるということで、地震が終わってみると地下にズレ破壊した面ができていますが、その面のことを「震源断層面」と言います。従って、地震の本体というのは震源断層面です。活断層ということがよく言われて、あとで活断層の話もしますがけれども、決して活断層が地震の本体なわけではなくて、地震の本体はあくまでも地下のズレ破壊の面、つまり震源断層面であります。

そうしますと、地震の大きさは何かというと、地震の大きさを「マグニチュード」で表すわけですけども、それは何かというと、マグニチュード自体は研究の長い歴史があって、実際数字を決めるときには地震波の観測からいろいろ面倒くさいことをやるんですが、その本質的な意味は何かというと、要するに、この震源断層面の大きさ、規模のことです。もうそれは当然ですよ。地震の本体が震源断層面なんだから、その地震の大きさというのはその震源断層面の規模に決まっています。それで、地震の大きさをマグニチュードMで表しますが、それは非常に大まかだけれども本質的に、震源断層面の大きさと考えてよいということです。

一方、この大地の揺れ、地面の揺れ、地震動のほうは、その強さは「震度」で表します。ただ、これは当然場所によって揺れの強さは違うわけですから、地下で地震が一つ起こるとマグニチュードは一つ決まりますが、震度というのは、各地の震度という、よく報道で耳にするように場所によって違う。だから、各場所での地震動の強さを震度で表すと、そういうことです。

もう一つ、「震災」という言葉がありますけれども、これは非常に激しい地震動に見舞われた場所に人間が生活していて、人間の社会があって、文明があって、それがこうむる被害のことです。「(地)震災(害)」の震災ですから、災い、被害です。ですから、これは非常に極端に言うと、社会現象と言ってもいいくらいでありまして、それに対して地震のほうは、もう純粋に自然現象です。一般の方は、最初に言ったように地面の揺れを地震と思っていますと、それが大きくなる、強くなると被害が生じて震災になる、それで地震の大きいのが震災だというふうに思うことが多いようなんですけれども、そうでは全然ない。いくら大きな地震が起こっても、上が砂漠だったりすれば震災は生じないわけで、これは私、神戸大で、特に文科系の教養の講義なんかしているときに強調するんですけれども、地震と震災は非常に違うと言いますと、例えば経済学部の学生なんかで、自分はこの授業を聞くまでは地震の大きいのが震災だと思っていたから震災軽減なんて言われても経済の勉強をしている自分には全然関係ないと思っていた、理工系の学生に任せるより他ないと思っていたけれども、震災が社会現象ということがわかったので、経済学の面から震災軽減の役に立ちたい、などという感想を書いてくれる学生もいます。

(◆アスペリティ)

さて、このズレ破壊ですけれども、もっと細かく見ると、どこか1カ所からズレ破壊が始まって、それが広がります。もう一つ、ここに長方形が書いてありますけど、震源断層面は大雑把には長方形で近似できますが、実際は、こんなきれいな長方形をしているはずもピンク色をしているはずもなく、不規則であります。

非常に不規則な点は、大きくずれ動くところが何カ所か飛び飛びにあって、そこが特に大きくズレ破壊して強い地震波を出す、そういうことになっています。つまり、どこか1カ所から破壊が始まって連鎖反動的に大きくずれ動くところが何カ所かあって、それで端っこでは止まる。当然、端っこでは向こう側とこっち側がずれる量はゼロなわけです。だから、こんな感じですね(アニメが動く)。それで、ズレ破壊がこういうところへドーンといったとき、ここから強い地震波が出て、また次にここで強い地震波が出て、ここから強い地震波が出ると、そういうことになっています。それで、この破壊の出発点を「震源」と言います。だから、震源がどこそこと、今回も中越沖地震の震源というのは柏崎から見ると大分離れた北の方ですけれども、それはあくまでも破壊の出発点であって、あとで出てきますが、皆様ご承知かと思えますけれども、地下の震源断層面は実際、柏崎の直下まで延びていたということです。

それで、この大きくズレ破壊するところを「アスペリティ」と呼んでいます。地震の話というと、一般の方でもマグニチュードとか活断層とかいう言葉は聞いたことがあるでしょうけれども、アスペリティという言葉はまだあまり日本全国では普及していないと思います。だけど、ひょっとしたらこの柏崎ではかなりの方がこのアスペリティとい

う言葉をお聞きになっているかもしれませんが、今、非常に問題になっている。例えば将来の大地震による強い揺れの予測をするときなんかは、その地下にこのアスペリティがどこにあるかというのを知ることが非常に大事で、実際は事前に知ることはほとんど不可能なんですけれども、大抵は仮定してやるより他ないですけれども、強震動予測、それによって地震災害を軽減しようというためにはこのアスペリティが非常に重要になってきます。

これはどういうものかという、地震の直前まで、このやがて起こる大地震の震源断層面になるような地下の破壊面の候補というところは、実はでこぼこしていて、ざらざらしていて、地震直前まで非常にしっかり両側がくっついているところと、それほどでもないルーズなところがあって、非常にしっかりくっついているところが地震の際に大きくずれ動いて、激しくずれ動きますから強い地震波が出ると、そういうことです。これ、アスペリティというのは、英語の辞書を引くと普通に出てきます。ざらつきとか何とか、葉っぱのざらつきとか、あるいはとげとげしくしゃべるなんていうようなときにもアスペリティという言葉を使うようですが。日本語では固着域なんていう人もいます。(◆地震の大きさ)

さて、地震の大きさというのは非常に大雑把には震源断層面の大きさですと言いましたけれども、量的に見ると大体こんな感じです。ここに書いたように、震源断層面というくらいですから、長さがあって幅があるわけです。それで、その震源断層面を境にして、地震が終わってからわかることなんですけれども、向こう側とこっち側がずれ動く量、食い違う量、そういうものもあるはずですし、それから、ある広がりを持った破壊面の上で破壊が完了するのに要する時間というのものもあるわけで、震源断層面の長さ、幅、ズレの量、破壊時間とここに書きましたけれども、そういうものが、マグニチュード6クラスだとここに書いたぐらい、それからマグニチュード7クラスだとここに書いたぐらい、マグニチュード8クラスの地震を巨大地震と言いますが、それだとここに書いたぐらいということで、これは地震の持っている物理的性質として、日本の地震でもカリフォルニアの地震でも中国の地震でも共通な、このようにマグニチュードに応じて、何て言うか、プロポーションみたいなものを持っているわけです。

それで、中越沖地震はマグニチュード6.8でしたけれども、このマグニチュード7クラスに入るわけで、それから、神戸の地震はマグニチュード7.3ですが、これもマグニチュード7クラスというふうにくくりにしますと、大体長さが30キロから50キロ。たいていの場合、深さ方向に短いのでそっちを幅と言っていますが、幅が15キロから20キロ、その破壊面を境にして両側の岩盤がずれ動く分量というのが場所によって違うんだけど、アスペリティでは特に大きくて、アスペリティ以外のところはそんなにずれないんだけど、面の上で大雑把に平均するとM7クラスだと約2メートルぐらい、ということになります。これは非常に広いわけで、こういう広い面の上でズレ破壊が完了するのに、震源で始まって全体がずれ終わるまで10秒から15秒ぐらいかかります。

具体的な地震の話をするときは、その震源断層面をきちんと行って話すことが大事なわけなんですけれども、一々それをやるほどのこともない場合が多いですし、それからわからない場合もありますし、そういう場合は、震源断層面が広がっている地下の領域、

あるいはそれを地図に投影した地図の上での領域、それを「震源域」と言います。大事なことは、要するに「域」という、領域という広がりを持っているという、これが非常に大事です。

(◆震源断層運動がもたらす諸現象)

今までお話ししたことは、地震というのを非常に狭くとらえて、本質的な部分を言ったわけですが、それを「震源断層運動」とも言います。つまり、ズレ破壊が生じて地震波を出すという運動ですから、非常にダイナミックな運動です。それによって震源断層面ができ上がるわけで、震源断層運動と言うわけですが、そういうことが起こるとどんな現象がもたらされるか。ここに書いた現象というのは、決して被害が出るとか、地滑りが起こるとか、がけ崩れが起こるとか、そういうことじゃなくて、もっと直接起こる本質的な自然現象のことですけれども、大きく四つぐらいあると思います。

一つは、地震の本質は地下の岩盤のズレ破壊なんだけど、それが地表まで出てきて地表をずらすことがある。岩盤のズレが、人間の生活圏である地表を直撃するように出てくることがあります。道路がずれたり田んぼのあぜ道がずれたりお宮へ上がっていく階段が横に2メートルもずれちゃったりとか、そういうことがある。それは、要するに地下のズレ破壊が地表に達するわけで、そのことを「地表地震断層」と言います。これは、線状に、横ズレ、あるいは崖ができるような縦のズレ、そういうものが線状にかなりの長さ、5キロとか10キロとか、場合によっては何十キロとか、出現するものです。これは、かなり本当に基礎的な話だからちょっと細かくて恐縮だけど、活断層とは違います。地表地震断層と言います。ある特定の地震のときに生じた地表のずれ、それは地表地震断層と言います。

それから、順不同ですけれども、地震波が出る。地震波というのは、最初に言ったように岩石の振動が四方八方へ伝わる波です。それで、大地震が起こると地球全域に地震波は届きます。中越沖地震の震源断層面から出た地震波も世界中の地震計に記録されています。それを使って中越沖地震のアスペリティの位置を求めるとか、そういうことができるわけです。近場では、もちろん非常に強い地震動になるわけで、それは「強震動」と言っています。強震動を使っても、より詳しくアスペリティの分布が分かったりします。

それから3番目に、広範囲の岩盤が変形します。これはとても本質的な現象で、地中も含んで広い範囲、それはそうですね。例えば長さ50キロ×幅15キロなんていう面を境にして地下の岩盤がその面の直近で、面のすぐこっち側とすぐ向こう側とで、強制的にというか、2メートルぐらいずれちゃうわけですから、そのゆがみの影響は非常に広範囲に及ぶわけで、それを「ひずみ」と言いますが、変形が生ずる。それで、地中の岩盤の中に変形が生ずると、地中にあまねく内部に力がかかっていますけれども、その力が変化する。それを応力と言いますが、単位面積当たりの力ですけども、それも変化する。

例えば、四国沖で南海巨大地震というのが100年か150年ごとに繰り返していますけれども、これが近い将来必ず起こる。実は中越沖地震なんていうのはそういうのに関係していると思いますが、あとでちょっと言いますが、それで、その南海巨大地震が起こると、ほとんど必ず、そこからかなり離れている四国の愛媛県の松山のすぐ郊

外にある道後温泉、夏目漱石の『坊ちゃん』なんかで有名な道後温泉、あそこの温泉の沸き出しが止まります。止まってしまって、3カ月ぐらいすると回復するんですけども。それから、紀伊半島の白浜温泉とか湯ノ峰温泉とか、そういうのも止まっちゃう。これは、万葉の時代からそういうことが『日本書紀』にまで書かれているくらいで、最近もきちんと観測されているわけですが、それは、このひずみと応力の変化が巨大地震の場合非常に広い範囲、四国の北の方まで及ぶからであります。だから、地中の岩石が、道後温泉の場合は膨張して、それで温泉の源泉が低下する、そんなようなことがあるんだと思います。

その変形が、特に近いところでは、地表で見ていると「地殻変動」というものとして認識できます。それは、隆起・沈降、あるいは地表が横に移動する。それは決して地滑りとか何とか、そういう表層のものではなくて、もう深さ15キロ、20キロにも及ぶというか、そういうところを源として岩石全体が変形する、その現れが地表で隆起とか沈降とか、あるいは横に移動することとなってあらわれる。それで、中越沖地震でも、震源域で何が起こったかを探る重要な情報になっているのがこの地殻変動で、あとからお見せします。

海底でこの地殻変動が起こりますと、それがかなり広い範囲で、特に隆起・沈降ですね、広い範囲の海底が隆起したり沈降したりすると、当然その上に乗っかっている海水を持ち上げたり引き込んだりして、その海水の動揺が波となって周りへ伝わりますから、海岸に津波として押し寄せる。中越沖地震でも、微弱でしたけれども津波が生じて、それは実は我々も、神戸大学でもこの中越沖地震の震源断層の研究をしまして、その津波のシミュレーションというのもしました。あとでそれはお目にかけます。

それから、震源域が浅いと、普通の内陸の大地震ですけども、無数の余震が起こる。小さい地震は本当に無数に起こりますし、大きな余震もあります。それからある程度時間的、それから空間的にも、少し離れて大地震が起こって、だけどそれは最初に起こった大地震と何らかの因果関係があるに違いないと思われる場合があって、そういうのを誘発大地震、あるいは広い意味の余震なんて言いますけれども、そういうのが起こる。

こういう四つぐらいの現象がほとんど必ず起こるわけで、それを使って、ある地震がどんな地震であったか、要するに地下の震源断層運動はどんなものであったかを、具体的に知ることができるというわけです。これも後から出てきますけど、中越沖地震は、この余震は非常に低調だったんですね。一方、皆様よくご承知のように2004年の中越地震は逆に余震が非常に活発だった。もう直後から、ばかすか大きな揺れを生ずるような余震がありました。ある程度のそういう多様性、地震によって個性というか、違いはあります。

(◆活断層とは何か)

さて、次に活断層とは何かということを言います。これはプリントにないですか・・・ありますね。活断層、東大出版会が1991年に出した『[新編]日本の活断層』というのが活断層のバイブルみたいに言われていますけれども、そこには、定義として「最近の地質時代にくりかえし活動し、将来も活動することが推定される断層」と書いてある。だけど、これだけではちょっと何のことだかわからない。非常にあいまいな定義だと思います。

まず、「最近の地質時代」ということですのでけれども、これはあいまいですけど、話をするときにはきちんと定義すればいいということはありません。普通は、最近約50万年間とか170万年程度を言っています。『[新編]日本の活断層』の場合は、第四紀という地質時代、人類の時代で最近200万年から170万年間ですが、そのくらいをとっています。けれど、この頃は過去約50万年間ぐらいをとることが多いです。ところが原子力の世界では、原発の世界では、いわゆる旧指針、去年の9月まで有効だった「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の古いのでは、原発の耐震設計には過去5万年間を考えればいいということになっていました。それが、去年の9月から改訂された新指針では、数字は具体的には出ていませんけれども、過去12万年から13万年間までは考えることになりました。ですけれども、アメリカの原発の耐震設計あるいはその審査では、過去50万年間を考えているんですよ。それに比べると日本の場合、これは私の個人的な見解ですが、過去12万年から13万年間というわけで、これは短か過ぎると思います。つまり、過去30万年か50万年間に繰り返し地下でずれ動いたということがわかっているものは、これは地学の、もうこれは基本的な認識なんですけれども、そういうことは将来も繰り返す。つまり、過去、現在、未来というものが、50万年前ぐらいからこっちはもうずっと連続していると考えます。「斉一観」という、自然に対する認識の基本です。ですから、過去30万年か50万年間に繰り返しずれ動いたら将来もずれ動くだろうというわけで、そういうものはやっぱり考慮したほうがいいだろうと思います。

もう一つ大事なことは、活断層といったときに深いほうのことが問題です。けれど実際は、活断層を調査して認識して、それで地図に線を引いたり表につくったり、つまり長さが何キロで、どちらの方に延びていて、どちらに傾いていてとか、そういう記載をするのは、すべて地表の空中写真判読、地表の空中写真を見て認識する。あるいは地表の変動地形調査、あるいは地表付近の音波探査とか構造探査とか、そういうことをやって地表付近で認識しているので、深い方のことは活断層から確実にわかるというわけではありません。

一方、中田・今泉（編）という本がありまして、2002年に東大出版会から出た『活断層詳細デジタルマップ』という本、そこには、「最近数十万年間に概ね千年から数万年の間隔で繰り返し活動し、その痕跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層を活断層という」というふうに定義してあります。私は、この定義のほうが上の定義よりはずっといいと思います。ただ問題は、数十万年とか数万年とか、こういうことを言うときにはなるべく「数」という言葉は使わない方がいいですね。僕らの世代だと「数」というのは英語で言うとセブラル、数人というと五、六人と思うんですけど、若い世代ほど数人というと二、三人と思うそうで、これはNHKの放送文化研究所がちゃんと調査して、もう大分前ですけど、そういう報告をしています。だから、これ、数十万年と言ったとき、恐らくこの部屋にいらっしゃる方でも五、六十万年と思う人と二、三十万年と思う人というと思うんです。その間もいるでしょうけど。随分違いますね、20万年と60万年じゃ。だから、ちょっと問題ですけど、それは本質的ではありません。要するに、最近、約30万年から50万年間ぐらいに、おおむね1,000年から二、三万年、あるいは五、六万年の間隔で繰り返す。

それから、「活動し」というのが何かということですが、別に活断層が自分で何か活動するわけじゃありません。あくまでも地下で地震が起こって、そのズレが、ここでさっき言った地表地震断層が出てくるんですが、過去の地質時代に繰り返し地下で大地震が起こって、大地震のズレ破壊が起こって、その都度地表地震断層が地表に現れて、それが累積したものが活断層だということです。ですが、このあと出てきますけど、地表地震断層がいつも必ず出るとは限らない。それと、ある地震が起こったとき、その地震の本体は地下の震源断層面で、それが例えばマグニチュード7クラスの地震だと長さ30キロとか50キロとかあるわけですが、そのすべての場所で地表地震断層が現れるとは限りません。むしろ、全域で地表地震断層が生じるということのほうが少ない。ですから、一部分だけ地表に現れた地表地震断層が累積して活断層ができるわけで、ここに書いたように、活断層は地震の本体（震源断層面）の一部を示すにすぎないし、しかも、示す場合があるにすぎないわけです。いつも必ず示すとは限りません。だけど、もちろん、示しているときは、それは非常に重要です。

今言ったことの繰り返しも含みますが、要するに地表地震断層が累積するとそれが活断層として認識される。1回2メートルの地表地震断層が現れて、そういう地震が例えば5,000年ごとに起こると1万年で4メートル、だから30万年間で120メートル、例えば尾根が横にずれるとか谷筋が横にずれるとか、そういうことが延々10キロとか20キロにわたって続くということになるわけで、実際、日本全国各地でそういうものが認められていて、そこに活断層として線を引くわけです。その場合、1回1回がいつだったか、あるいは一番最近がいつだったかとかいうことがわからなくても、大体30万年ぐらい昔から発達してきた山の、山地の尾根や谷がそのくらい、100メートル以上食い違っていれば、それはもうそこで将来もマグニチュード7クラスの大地震が起こるに決まっているわけで、そういうものはきちんと重要な社会活動のためには考慮すべきだということになります。

それで、これはさっきちょっと言いましたが、地下への広がりや暗黙のうちに前提していますが、なかなか難しいです。特に、横ずれと縦ずれがあるわけで、その組み合わせ合わせたものもありますけど、それから言い忘れましたけど、震源断層面というのは鉛直の場合もありますが、神戸の12年前の兵庫県南部地震がそうでしたが、斜めに傾いている場合も多いわけです。それから、縦ずれ、縦に食い違う、それは大抵斜めに傾いていますけど、中越沖地震はそういう例です。その上端が地表地震断層として現れて、累積して活断層として認識されているのがいっぱいあるわけですが、例えば鳥越断層とか。そういうのが地下でどうなっているか、地下の形状がどうなっているかというのは非常に難しい、議論の多いところですよ。

陸域の浅い大地震が過去及び将来に繰り返し発生しても、活断層が認められない場合が少なくありません。それは理由がちゃんとあって、1回ごとの大地震で地表地震断層が生じないことがある。2000年の鳥取県西部地震、マグニチュード7.3、などというのがこの例です。1回ごとの地表地震断層が出なければ累積のしようがありませんから、活断層としては認められない。だけど、地下には地震の本体がある。

それから、もう一つの理由は、次の大地震までの間に時間がすごく長くて、1回の大地震で地層地震断層が出ただけでも、次の地震までに1万年も時間が経過して、日本

みたいな雨の多い浸食の早い場所では、せっかく地震がつくった地表地震断層が次の地震までに消されちゃうわけですね、浸食で。そうすると、次の地震でまた地表地震断層が出て累積効果がなくて、それもまた消えちゃうということで、要するに浸食、消滅して累積しない。これは、例えば1927年の北丹後の地震、これもマグニチュード7.3ですが、これなんかそういう例ではないかと思えます。

それで、大事なことは、活断層がなくても浅い大地震は起こり得るということと、それから活断層があればもちろん、ちょっと私は活断層に対してネガティブなような説明をしましたが、これは活断層を正しく理解する、活断層を正しく恐れるということのために言ったのでありまして、活断層があれば、もちろんそれは非常に注意しなきゃいけない。特に大事なものは、短くても大地震が起こることです。活断層の長さが4キロだといって、それに関係した地下の地震の源は長さ4キロかということとそんなことは決してなくて、とにかく浸食に打ち勝って活断層として残っているからには、マグニチュード7クラスの地震が繰り返したに違いなくて、それは震源断層面は30キロぐらいは当然あるわけです。

(◆松田式の問題点)

それに関係して、松田式。これは原子力発電所の耐震設計に直接関係していますけど、松田式(1975)という有名な式があります。これは、よく言われるのは、というか今まで使われてきたのは、活断層の長さがわかれば将来そこで起こる地震のマグニチュードがわかるという、その根拠として使われてきました。こういう式です。M(マグニチュード)は、 $\log L$ 、Lというのが長さです。一応活断層の長さと言われてきましたが、本当は活断層の長さじゃないんですけど、使われてきた文脈では活断層の長さのロガリズム、常用対数というもの、それプラス2.9、それを0.6で割ったもの、そういう式です。これを使うと、活断層の長さが10キロだとマグニチュードは6.5になります。それから、長さが20キロだとマグニチュードは7.0です。ここに書いてありませんけど、長さが8キロだとマグニチュードは6.3になります。

それで、実はここから先は私のコメントですけれども、あちこちの原発で、耐震設計の根拠とした活断層の長さが8キロとか10キロとかいうのが多いんですね。あるいはもっと短いものもありますけど。有名なのは島根原発の例です。初めは活断層はないと言っていた。1・2号機はそれで造った。だけど、3号機を増設するのにどうしても地元の了解が必要で、そもそも島根原発のそばには『[新編]日本の活断層』に立派な活断層、宍道断層などというのが長々と赤い線が引いてありますから、地元住民の方たちは、これは活断層があるんだと言っていたわけです。それで、1・2号機的时候は無いと中国電力は言いましたが、3号機を増設するに当たって活断層調査をした結果、長さ8キロの活断層があることがわかったと言った。8キロだとM6.3になるわけです。本当は、けどももっと長いはずで、いまやもう長さ18キロあるいは20キロ、あるいはそれ以上だということが、これはトレンチ調査というので白日のもとにさらされたから、今、もうそれが事実だということはみんなわかっていますけど、以前も当然そのくらいあるということはみんな思っていたんですが、みんながやんや言うものだから、結局10キロまでは伸びた。中国電力が伸ばした。長さを10キロにするとマグニチュード6.5になるわけです。でも、どうしても8キロとか10キロとか、それ以上はなかなか伸

びない。なぜかという、まさにこの式によってマグニチュードが決まって、L 10キロでM 6.5。6.5というのは、旧指針のもとでは基準地震度S₂というのを決めるときにM 6.5の直下地震を考慮することになっていきますから、M 6.5まではもう初めから考慮しています。ですから、活断層の長さが10キロまでなら、伸びてもちゃんと考慮済みということになるわけで。だけど、それ以上伸ばすと6.5を超えますので、そこは大変電力会社さんとしてはつらいところだったわけです。

しかし、この松田式は前からおかしいおかしいといろんな人が言っていました、松田時彦先生自身が1998年に改訂しました。それで、これ、1975のときも似たようなグラフがあって、それに線を引いて松田式というものを出したんですけど、これ、どういうグラフかという、明治以来、日本の内陸で起こった大地震で地表地震断層が現れたものはその地表地震断層の長さを縦軸にとる。横軸にその地震のマグニチュードをとる。縦軸はログスケールという地球物理とか地学でよく使うスケールです。一桁ごとに同じ長さで伸びていくやつです。これが実は、工学の世界と、自然現象を扱う理学の世界とで、非常に違うんですね。地球科学だと、こういうログスケールというのを平気で使います。だけど、実際に物をつくる世界では一桁、10倍違うと困るわけで、2倍とか3倍くらいで考えようとして、それに対して一桁くらい違ってもいいだろうなんて言われても工学の人は非常に困るという話を私、聞きましたけども、いずれにしても、こういうプロットをする。例えば、1943年の鳥取地震とか、1896年の陸羽地震とか、そういう地震のデータをプロットして、1975年のグラフはこれとは違った様子でしたけれども、そこに松田先生がエイヤツと線を引いて、この線をあらわす式がこういう式だったわけです。だけど、研究が進んでデータも変わってきたし、線の引き方も非常にまづかったので、松田先生自身が直したわけですね、1998年に。

それで、これが直した論文からとったグラフです。何を直したかという、ちょっと細かい話ですが、1894年の庄内地震を削除したとか、1974年の伊豆半島沖地震とか1995年の兵庫県南部地震を追加したとか、それから気象庁がマグニチュードを変えましたから、だからこの横軸にそのプロットすべき位置が変わってくるわけで、それも変えたとか、それから地表地震断層の長さもその後の研究によって変わったので、それも、Lも、この縦軸のほうも修正したとか、そういうふうに直しました。それで、最小二乗法という方法で直線を当てはめる。ここに一つ、1891年の濃尾地震、これはマグニチュード8の地震で、地表地震断層は長さ80キロも現れました。これはちょっと飛び抜けてでかいので、これは除きましょうとした。それは使わないで、こっち側に固まっているやつに、これ、それぞれのデータですけど、それぞれのデータ、どれも顔を立ててやる。一番みんなの顔を立ててやるような直線を引くというのが最小二乗法ですけども、そうやって直線を当てはめたらこの式が出てきた。M = 6.8 + 0.25 log L という。それで今度は、Lが10キロだと古い式はM 6.5でしたけどM 7.1になりました。大きくなったわけですね。

だけど、ここで注目すべきことは、Lが20キロでもMは7.1です、この新しい式だと。それは、要するにこの直線が立っているからです。この古い松田式は寝ていますから、Lが変わるとMが変わるわけです。だけど、改訂した式は立っていますから、長さがちょっとくらい変わっても下へおろしたときのマグニチュードは変わらないわけで

す。まず、そういうことがあります。

さらに、私は疑問を持ってまして、まずこのLの値、縦軸にプロットしてあるLの値に非常に疑問があります。1943年とか1927年とか、位置が変わるんじゃないのということがありますし、1945年の三河地震というのはちょっと疑問だということもあります。それから、そもそも地表地震断層の長さではないものも入っていたりして、とにかくこのデータ自体にまだ疑問がある。私が赤で修正したこのデータだと、ますますこの直線が立つわけですよ。この直線を黒丸みんなの顔を立ててやろうと思うと、みんなが満足するような最小二乗法の線というのはますます立ってくる。ということは、何を意味しているかということ、マグニチュード6.8から7.3の範囲で、このLの長さはMとほとんど相関がないということの意味しているわけです。つまり、ある決まったマグニチュードに対していろんな長さが出てきますよということで、しかもこれ、最初に言いましたけど、このLは決して活断層の長さじゃないんですね。ある地震のときに出た地表地震断層の長さにすぎない。それで、ある地震で現れる地表地震断層の長さはMにはほとんど関係なく、そのときの気まぐれで、同じM7.2でも長く出たり短く出たり、要するに地表に顔を出す部分が長かったり短かったり、それはそのときの地震の勝手でしょというような感じでした、ですから、この式を、改訂されたから、じゃあこっちの式を使えば活断層の長さから将来起こる地震のマグニチュードがわかるかということ、決してそんなことは言えないということになります。

活断層というものは、もちろん変動地形調査とか、地表の調査、音波探査とかいろんなことから長さというものは推定できるわけです。だけど、それに単純に松田式を当てはめて、将来そこで起こる地震のマグニチュードを算定してはいけません。やっぱり、総合的な考察によって地下の震源断層面を想定することが非常に重要です。特に重要なのは、短くても活断層があればM7級の大地震が起こり得るということです。1927年、北丹後の地震がそのいい例の一つです。

それから、もう一つ重要なのは、隣接する活断層が連動して地下で一つの大きな地震を起こすということが多いんですね。それで現在、政府の地震調査研究推進本部の地震調査委員会なんかでは、あるいは活断層研究の世界全体では、一つ一つの活断層に一つの地震を当てはめるんじゃなくて、活断層帯とか起震断層とかいうふうにして、近くに幾つか活断層がある場合はそれらをグループにして、グルーピングと言いますが、まとめて、地下では一つ大きな地震が起こるだろうというふう考える。当然、それにはある基準を設けてそういう判断をするわけですが、この近くで言えば多くの方がご承知かと思いますが、長岡平野西縁断層帯なんていうのが、もうマグニチュード8クラスの、一つ一つは鳥越断層だとか片貝断層だとか何か違う活断層として認識されているけれども、地下ではそれは繋がって大きな地震を起こす可能性があるというふう考えられているわけです。

実際、1891年、さっき言った濃尾地震、マグニチュード8、延々と80キロにわたって地表地震断層が出た。だけど、活断層として認識されているのは大きくは三つの別の活断層なんですね。というのは、活断層として研究すると、それぞれ違う性質を持っている。活動度、過去、繰り返し活動してきたその活動の速さみたいなものであるとか、最後にいつずれたかとか、そういうことが、この温見断層、根尾谷断層、梅原断層、

全部違う性質を持っている。だけど、1891年には地下でそれらが全部一挙にズレ破壊をしてしまった。そういう例がありますから、こういうグルーピングは将来の予測のためには大事である。それから、兵庫県南部地震も、六甲断層系というのと淡路島の野島断層というのは一応性質の違う活断層なんですけれども、1995年には地下では連動して大きな地震を起こしたということです。

さて、それと関係して、今、何を言おうとしたかということ、その松田式というのを基本にして、これ、特に内陸の活断層に起因する大地震による、ある具体的な原発サイトでの地震動を予測するのに従来よく使われていた手法は、松田式でその活断層で起こる地震のマグニチュードを決めて、金井式という経験式を適用してそのサイトでの最大速度というものを計算して、それで大崎の方法というので地震の揺れの波を出したりスペクトルを出したりというのがあるんですけど、それは非常に古めかしいということをおもうと思った。静岡地方裁判所の裁判官は、これはいいんだと言っていますけど、やっぱり古めかしいんですが、ちょっと省略します。

(◆地震はなぜ起こるか)

次に地震はなぜ起こるかということですが、これも軽く言います。要するに地球表層の岩石の層、地球の半径6,370キロ、その表層100キロぐらいが硬い岩石に覆われているわけですね、平均して。チベット高原なんかは厚さ二、三百キロありますし、日本海の海底なんていうと30キロぐらいしかないけど、地球全体で平均すると厚さ100キロぐらい。これはスイカに例えると、このぐらいの大きさの普通のスイカの食べ残す白い部分よりもっと薄い、本当に表面の緑の薄皮ぐらいの部分、そこで地震は起こる。そういう非常に表層の現象です。その地球表層の岩石圏というのは、非常にゆっくりとではあるけれども着実に水平運動しています。本当に水平に動いたら地球の外へ出ちゃいますから、水平じゃなくて球の表面を動いているわけですが、その地球の表層の岩石圏、岩石でできているスフィア、岩石圏と言いますが、そこは何枚かのブロックに分かれていて、それぞれがほとんど変形しないで決まった方向に決まった速さで動いているというふうに現在わかってきておまして、ほとんど確立しています。その個々のブロック、岩の板ですけど、それをプレートと呼んでいます。それで、プレートが過去何千万年にわたって、同じ向きに同じ速さで動いていて、隣り合っているプレートはそれぞれ自分の動きをしていますから、それが出くわしたところではぶつかったり何だりして、そこで特に地震がたくさん起こったりするというわけです。

日本周辺は、千島・北海道の沖合に千島海溝という非常に深い海底の溝があります。それから、東北地方の沖合に日本海溝という海底の深い溝が走っている。それが茨城県の鹿島の沖合で少し浅くなって、というのは太平洋の海底に海山という海の山がいっぱいありますけど、その一つが今まさにこの日本海溝のところで茨城県の下へ飲み込まれていこうとしていて、第一鹿島海山というのが今まさに崩壊して飲み込まれていこうとしているために、そこは海底地形が少し浅くなっている。日本海溝が浅くなっているのので、日本海溝という呼び名はそこまでにしておいて、そこから南は違う名前をつけて、また深くなるわけですけど、伊豆・小笠原海溝という名前がついています。そういう海底の深い溝のところで、この太平洋の海底を構成する岩盤の非常に広大な部分、南米とかメキシコとかカリフォルニアとかの沖合からずっと続いている、アラスカ、アリュー

シャン、カムチャツカ、千島、そういうところを縁とするような一枚の岩の板がもう2億年ぐらい前から動いてきて、そのころは日本列島なんかありません。中国大陸の方の吹きだまりでしたけど、数千万年前から無理やり日本列島の下に入っている。

同じ太平洋の海底でも、伊豆・小笠原諸島、ここに島の列がありますが、その東の沖合に伊豆・小笠原海溝があるわけですけど、そこから西は明らかに違うブロックをなして、違う動きをしているということがわかっていますので、その部分にフィリピン海プレートという名前をつけています。それで、フィリピン海プレートは南関東から西日本の下に無理やり入っています。こういうのを海洋プレートと呼んで、海洋底を構成する岩の板、これは大陸とか日本列島みたいな島をつくっている岩石の板とは物が少し違って、重さが少し違うために、陸のプレートの下に海洋プレートは沈み込んでいきます。それを海洋プレートの沈み込みと言いますが、これが、非常に日本列島の地震の起こり方にとっては基本的な枠組みになっています。ですから、日本列島周辺のプレートと言ったとき、太平洋プレートとフィリピン海プレートは非常にはっきりしています。それで、運動の方向が太平洋プレートはほぼ西北西に、速さは年間8センチぐらい、フィリピン海プレートのほうはほぼ北西に年間3センチとか5センチとかそのくらいで動いていますが、もう着実に動いているわけです。

じゃあ、陸のプレートは何かというと、これが問題でありまして、まだちゃんとはわかっていません。あとで言います。高校の地学の教科書なんかには、北海道と東北地方は北米プレート、それから日本海の海底や西日本はユーラシアプレートに属していると書いてあって、それは暗記して入試で答えなきゃいけませんけれども、そんなことはまだわかっていません。結構重要な研究課題です。それで、こういう日本列島というのは、多分4枚のプレートがお互いが近づき合っている場所でありまして、従って、地震・火山活動が非常に活発です。お互いが近づき合うわけですからそこに非常な無理が生じて、特に境目に非常な無理が生じて、その余波は内陸にも及んで地震が多い。それで、特にこの海洋プレートの沈み込みに伴って、特にこのフィリピン海プレートが西日本に沈み込むことに伴って、東海地震とか東南海地震とか南海地震とかいう、プレートとプレートの間の地震ですね、プレート間地震と言いますが、そういうのが繰り返し起こる。それで、内陸でも、よく言われるのは、この海洋プレートの沈み込みの無理な圧迫が内陸にもしみ込んで、それで内陸の古傷が破壊するのが内陸の大地震だと言われますけど、大雑把にはそうですけど、別の理由もあると思いますが、内陸にも大地震が結構多いわけです。今回の中越沖地震も、中越地震も、神戸の地震も、みんな陸のプレートの中の地震というわけです。

プリントには、一枚下にその地震の分類という絵がありますが、省略します。こういうスライドを出すと、私は元来専門はそっちですから、つい話が詳しくなって、大抵そこで時間がなくなるので、それは省略します。

(◆「ひずみ集中帯」について)

そういうふうにして内陸の地震も起こるんですが、中越地震あるいは中越沖地震が起こった場所、これは想定外の地震か、もう全く思いもよらずこんな地震が起こったのかというと、決してそうではない日本列島の中でも地震活動は高いところです。これは地震調査研究推進本部の絵ですけれども、1997年の6月までですが、新潟県とその周

辺の主な被害地震、非常に見にくいですが、海域は津波を起こしたので、その津波の源がこういうふうを書いてあって見やすいですが。1833年ですか、山形沖に結構大きな地震があった。それから新潟地震、1964年。それから佐渡島というのは江戸時代に大きな地震が2回あります。それから、この辺は越後三条の地震ですとか、もっと中世にもいっぱいありますし、それから、新潟県から外れますけれども、ここでは長野盆地で1847年に善光寺地震という大きな地震があって、その5日後にはこの上越でも大きな地震が起こって、それはさっき言った広い意味の余震あるいは誘発地震でしょうけども、その他に長岡の地震であるとか関原地震であるとか、それから1995年に今ちょっとど忘れしましたが、要するに神戸の地震の後、4月何日かにこの辺の村でちょっとした地震があったりもしましたが、結構地震が多い場所です。

それで、こういう地震がなぜ起こるのかというと、最近、非常によく出てくるのが、この「ひずみ集中帯」、この「新潟—神戸ひずみ集中帯」というのは皆さんよく聞かれます。一方で、日本海東縁ひずみ集中帯、この言葉は割と新しいというか、こういう表現をするのは割と新しいと思うんですが、こういうひずみ集中帯というのがあるから地震が多いんだという話になっていますけれども、これは何かちょっと事前に伺った委員の方の質問という中にこういうのもたまたまあったというか、たまたま私がこういうのを用意したんですけれども、ですので、ちょっと説明します。

新潟—神戸ひずみ集中帯、これはこの鷲谷さんという方が言い始めた考え方です。鷲谷さんという方は、GPSというアメリカの国防総省が打ち上げた人工衛星を使って地球上のある場所の位置を決める、要するに人工衛星を使った三角測量みたいなことですが、それで位置を決めるという、そういうシステム。これを日本は阪神大震災のあとで、日本全国ハリネズミのようにそのGPSの衛星からの信号を受信するアンテナを持った基地局ですね、要するに観測点を、ハリネズミのように張りめぐらして、日本列島の変形ぐあい、ひずみの具合、そういうことがもう時々刻々とわかるようになったんですけど、鷲谷さんは、いま名古屋大学ですが、国土地理院におられて、そのGPSのデータを解析していて、それでひずみの非常に大きなところがベルト状に目立つということを見つけた。当然、神戸の地震の後、阪神・淡路大震災を引き起こした兵庫県南部地震のあとですけれども、それに着目して、これは新潟—神戸ひずみ集中帯って、これはすごく広く書いてありますが、もともと鷲谷さんの研究では、こんな能登半島なんか含んでいないで新潟から神戸のベルト状のところだけでした。そこはひずみ、大地の変形が大きい、集中しているところがベルト状に続く、そこで新潟地震とか神戸の地震とか大地震も起こっている。それから、歴史地震を調べてもどうも歴史地震がそこに並んでいるようだと主張した。

GPSというのは1995年以降、データが出そろってくるのは1997年とか98年ぐらいから後ですけれども、それだけだと余りに短期間なので、明治以来の古いやり方の三角測量のデータも使ってみたら、やっぱりそこはひずみが大きい。ひずみというのは変形ですから、あるときに測量して、次にもう一回測量して、それを比べることによって初めてその変形のぐあいがわかるわけですね。絶対的にどのくらいひずんでいるか。つまり、もともと矩形だったものがひしゃげる、それが絶対的にどのくらいひしゃげているのかということにはわかりません。あるときの格好に比べてその後もう一回測っ

たときまでにどのくらいの変形が進んだかという、それだけがわかるわけですけど、その大きいところがあると、そういうことを言いました。

それは非常にそのときから大きく注目されたんですけども、実は私、決してこれにけちをつけるわけじゃないけど、学問的には批判すべき点が幾つかあって、実は歴史地震なんかでこのベルトから外れたところで起こっているものもありますし、それから2000年の鳥取県西部地震、2005年の福岡県西方沖地震、そういう地震は全然これとは関係ないところで起こっていますし、この絵ではこの2007年の能登半島地震まで何か関係あるみたいに書いてあるけど、もとの論文ではそれは全然違う場所ですから、一体そういう地震はどうしてくれるんだという批判があり得ますし、それから、もう一つ非常におかしいのは、内陸の地震、ある場所で地震が繰り返すのは数千年から何万年、ある地震が起こってから次の地震が起こるまで5,000年とか1万年とか時間がかかるわけです。それに対して、今GPSで見ているのはたったの、長くとっても10年、場所によっては5年とか。明治以来の測量だってわかっているのは100年ぐらい。ということは、その中越沖地震が起こる最後の10年ぐらいを見ているにすぎない。ということは、言ってみればそこはひずみはもうほとんど進行しないんですね。もう、過去1万年ぐらい、5,000年ぐらい、うんと、最初ギューギューとひずんできて、それでもうかなり臨界状態に達して、もういつ壊れてもおかしくないという状態になってから何年経つか、100年経つか200年経つかわかりませんが、そうして地震が起こるわけで、だから、何を言いたいかというと、地震が起こる直前、10年、50年、100年というものはほとんどひずみは進行しない、集中しないんだと思います。そういうことをあからさまに言う人もいますし、大きな問題です。2000年の鳥取県西部地震が起こったとき、学会の大きな問題になったのは、あそこはひずみ速度が非常に小さい場所だったわけです。それで、何でひずみ速度が小さい場所で大地震が起きるんだということが一時間問題になったことがある。だけど、そんなことは考えてみれば当たり前で、大地震が起こる直前というのはひずみ速度はそもそも小さいんだという、そういう議論が十分にあり得て、でも、これはこれで大問題で、じゃあ、地震予知ができないじゃないかということにもなるわけですけども。

従って、そのひずみ集中帯だから地震が起こるといえるのはおかしい、何かひずみ集中しているのは他の原因ではないかということが十分あり得ます。ですけども、今は、僕は別に鷺谷さんにけちをつけるわけではありませんが、鷺谷さんは若手の非常に優秀な有望な研究者で、いい研究をたくさんしている方ですけども、これはちょっといろいろ問題があるんじゃないかなと思っているんだけど、マスコミとか何かはこれをはやらせて、今とてもはやりでして、なぜここにひずみ集中帯が生ずるんだという理由を研究している人もいます。

その理由がまたいろいろ問題があって、まずここにひずみを集中させる原動力は何かということですけど、多くの場合、太平洋プレートの東北日本の下への沈み込み、その余波が日本海側のこの場所に及んでひずみ集中帯ができるんだと、そういう考え方でシミュレーションとか何とか一生懸命やっている人、グループがあります。でも、そういうことをこの場所を実現するためには、地下に、この部分だけに何か特別弱い層があるとか、地震を起こす層が薄くなっているとか、何かそういうモデルをつくって、それ

でコンピュータでぎゅうぎゅう押ししてやるとここにひずみ集中が生じるとかそういう話になるわけで、あまり説得力がない。しかも、神戸のところまで太平洋プレートの沈み込みによるひずみの集中が起こるといえるのは、地理を考えてみると非常に不自然であるということで、これは今非常に流行しているけれども問題があると思います。

私は、この絵で初めて新潟―神戸ひずみ集中帯と、日本海東縁のことをひずみ集中帯と呼んで繋げたという絵を見ましたが、日本海東縁は大地震が多いことはもう昔からわかっていて皆さんそれは考えている。だから、これがつながって、しかもこの赤い領域と緑の領域がここで重なっているから中越地方は特に地震が活発なんだなんていう、そういう説明はちょっとあり得ないと思っています。強いて言えば、これは一連なものであって、原因を別にちゃんと考えなければいけないということです。

(◆「アムールプレート東縁変動帯」という作業仮説)

この日本海東縁というのは、さっき北米プレート、ユーラシアプレートと言いましたけども、それらの境界が昔はこの日高山地の辺を、昔って、うんと昔ですよ。何百万年も前は日高山地の辺を通過していた。それが何らかの原因で、サハリン、北海道、それから東北の日本海の沖合、日本海東縁、日本海の東の縁、そういうところにジャンプしたという、そういう考えが1983年に出てきて、たまたま2人の研究者が同じことを思いついて、しかもその説が発表になって間もなく1983年5月の日本海中部地震という地震がここで起こりまして、秋田、青森で大きな被害があって遠足の小学生が大勢亡くなったり、そういうこともあってこの日本海東縁変動帯というものが一躍脚光を集めた。実際、江戸時代はここにありますように1793年、1704年、1694年、1804年とか1828年、1833年、ここにやたら大地震があります。というわけで、それはそれでまた原因をちゃんと考えてやんなきゃいけないということになります。

それで、何かその話の仕方で手前味噌みたいに聞こえるかもしれないけど、私はこういうことを考えています。「アムールプレート東縁変動帯」という作業仮説であります。実は北米プレートの一番東のへりはオホーツク海プレートという小さいプレート、マイクロプレート、これ、地球上至るところに一生懸命細かく調べてみると小さいプレートが幾つもあるんですが、ここもオホーツク海プレートという小さいプレートがある、それから極東も、ユーラシアプレートというのはもうヨーロッパのほうから続いている世界でもメジャーなプレートですけれども、そんなものじゃなくて、小さいプレートがここにあって、そのアムールプレートというのが西から東へ動いていて、その一番東のへりがこの日本海東縁の変動帯。日本海東縁変動帯という概念は前からあって地震がいっぱいある。それから、地質構造として、それこそ活褶曲とか活断層とかいっぱいある。それを、アムールプレートの東縁変動帯としてそういうものがあるんだろう、それから中部・近畿は衝突帯といって、やっぱり活断層がいっぱいあって大地震もあるわけですけども、陸と陸とのプレートがぶつかるとう衝突帯が広く分散するというのが世界一般でありますので、ここは割と広がっている。さらに、フィリピン海プレートが沈み込んで東海、東南海、南海巨大地震を引き起こすと言われるこの南海トラフというところ、これがフィリピン海プレートの側から見ると沈み込む境界ですけれども、それで実際東海・南海巨大地震の原動力のかなりの部分はフィリピン海プレートの沈み込みでしょうけれど、アムールプレートの側から見ると自分の一番最前線であって、これらが一

連のものとしてあるんだろうと考えてみたらどうだろうということです。

それで、これは実際地球儀の上で地震の分布を見ると、ユーラシアプレートの中には本当は地震は起こらないはずなんですけど、バイカル湖のところとかモンゴルのところとか、これはインドが衝突していてヒマラヤのところに地震があって、ですけど、その中国大陸の方にも地震がいっぱいあって、このあたりがマイクロプレートだという、これはロシアの研究者が最初に言い出したことで、彼らがアムールプレートという名前をつけたんですが、その東の縁がどこかということ議論しなかったけど、そういうふうに非常に顕著です。バイカル湖って、形としても地球が裂けていくような形をしていますが、実際、地質学的にも裂けていて、そこに地震が集中していて、このバイカル湖で起こっている地震は実際バイカル湖を開くようなそういう力で起こっています。だから、これがアムールプレートで、その東縁変動帯が日本にあるんだろうと、そういう見方です。

それで、そこのところで最近を見ていると、神戸の地震もその一環であるし、93年の北海道南西沖地震など、ここに書いた地震はほとんどみんな東西圧縮力によって起こっています。多少それが東西から少し北に振って、今回の中越沖もやや北に振って、こういう圧縮力で起こっておりますが、こんなような、あるいは東西、そういうものでもってこれらの地震を全部起こして、たくさん地震が起こっている。これらは因果関係があるだろう、こういうことを言い出したんですが、私、こういう考えは1995年に言い出しましたが、その後GPS観測データがたくさん出るようになって、確かにこの西南日本は東へ動いています。これは誰もが認めるところで、動いています。これ、日光を固定したときに非常にはっきりと。実は、これはアムールプレートか何かわからないんです。アムールプレートの議論はなかなか難しいところがあって、プレートの形をきちんと決めてやったり、その運動方向をきちんと決めてやるというのが難しいところがあって、それでちょっと停滞しているんですけども、でも、何らかの大陸からの東へ向かう動きが日本に影響を与えているというのは、これはもう非常に確かだろうと思っています。

歴史を紐解くと、これ、1854年に安政東海地震、安政南海地震という二つの巨大な地震がここで起こりましたが、さっき言ったように、これは、原動力は大部分はフィリピン海プレートの沈み込みでしょうけども、一部分はこの西から東へ押し寄せてくる極東のブロックがここに圧迫を加え続けたということも上乘せされているだろうと考えると、これらの地震と、要するに因果関係があるだろうと思うわけです。これらの地震って何かというと、1791年から始まってここに書いてあるような、ここを行ったり来たりしながら、この期間にこの地図の範囲で他に大地震はありません。ですから、ここに地震が集中した。

よく言われるのは、南海地震が近い、あと、三、四十年以内に、四、五十年以内に必ず起こる、それは確かです。それで、それに先立って西日本が活発化するとよく言われます。西日本の内陸の大地震が活発化する。それで、神戸の地震も、それから2000年の鳥取県西部地震もその一環だと言われますけれども、私の考えは、決して西日本の内陸の地震だけじゃなくて、アムールプレート東縁変動帯、日本海東縁変動帯を含むアムールプレート東縁変動帯全体が活発化するんだ。それは、非常に俗っぽい例えで言い

ますと、この西から押し寄せてくる動きに対して、ここでもって防衛線をつくっているわけです。それで、ここに大親分が二人、で一んと控えて座っている。それで、子分どもがここにぞろぞろ並んでいるわけです。それで、みんなでスクラムを組んで西から押し寄せてくる力をがっちり受けとめているんだけれども、もうさんざん押されるとだんだんへたってきて、中で一番弱いやつがまずこけちゃうわけですね。つるっと滑ってこけちゃう。そうすると、西から来る圧迫はほかの子分どもに少し上乘せされますから、次に弱いやつがこけるといふうにして、次々に子分がやられていって、最後にこの大親分だけが西から押し寄せてくる動きをくい止めていて、だけど、ついにそこもつるっと滑っちゃう。こけちゃう。それで、巨大地震が起こって、そうすると、この1サイクルはそれでクリアされる。それで、そのうちにまた体力回復して全員がここでまたもう一回体制を立て直してがっちりやるんだけど、また次にこっちから押し寄せてくると、またこれが連鎖反動的にこけていくというような説明ができて、力学的に因果関係がある。これらの地震もみんな東西圧縮力で起こっていますので、そうしますと、要するに東海・南海巨大地震が起こる前、数十年間、何でこの内陸の活動が活発化するのかという一つの説明ができるのではないかという話です。

決してこの時だけではなくて、次の昭和、1944年と1946年の東南海、南海地震の前もこういう大地震の活動がありました。というわけで、95年に私、こういう論文を書きまして、アムールプレート東縁変動帯における兵庫県南部地震の意味と将来の予測みたいなことを書きまして、中部・北陸・近畿地方は要注意で、中国地方や北部九州も視野に入れておく方がいいと考えたわけですが、その後、起こっているこの2000年の鳥取県西部、2004年の新潟県中越、2005年の福岡県西方沖、2007年3月の能登半島地震、2007年7月、今回の新潟県中越沖地震、みんなこの枠組みで理解できると私は思っています。ですから、まだ今後も、この日本海東縁変動帯及びこの北陸から中部・近畿の衝突帯、それから九州に至るまで、あるいはさらにこの中央構造線というのもある考えによるとこの中に含まれるんですけど、そういうところで大地震がまだまだ続く可能性があって、それは最後はこの南海巨大地震に至るだろうということです。

このスライドは、2002年の9月16日に柏崎市民会館で私、講演をしました。そのときに使ったスライドです。それで、今言ったことがそこに書いてありまして、今後数十年以内に日本海東縁、それから信越、北陸、中部・西南日本、中央構造線、九州で大地震が起こりやすくなるだろう。もちろん、いつ、どこでというのは、これは中期・短期の予測になりますから別のアプローチが必要ですけど、大局的には日本列島の地震の起こり方はそういうふうに見ておくのがよくて、最後は東海・南海巨大地震、今世紀半ばにつながると。そういうことを5年前に言ったんですけども、その後起こった福岡県西方沖地震、能登半島地震、今回の地震というのは、今のところ私としてはこの枠組みで相変わらず理解できると思っています。ですから、新潟一神戸ひずみ集中帯というのも、強いて言えばそういうもっと大きな枠組みで考えたときの、特に目立つところを見ているんだというふうに見たらどうだろうかと思います。

それで、そういうことがありましたので、私はもう随分前から、もちろん地元で30年以上前から心配されていた方はあるわけですが、柏崎刈羽原発に関しても心配

をしておりました。そもそも、最近、2005年の宮城県沖地震で女川原発、それから今年の3月の能登半島地震で志賀原発、それから今回、柏崎刈羽原発、それらがいわゆるS₂という耐震設計のための基準地震動を超える地震の揺れに見舞われたわけですが、何でこう原発のそばでばかり大地震が起こってあちこちの原発でこういうことになるんだという声がありましたけれども、極端に言えばそれが日本列島の日常的風景だと、特に今後。要するに、さっき言ったアムールプレート東縁変動帯の地震活動が活発化している。今世紀半ばまでの南海地震に至るまで活発化しているという、そういう枠組みで見ると、地震は起こりやすいわけで、そういうところに原発があるわけで、ここに書いてありますけれども、わざわざ大地震に直撃されやすい場所をねらったかのように配置されている。

一方、これはちょっと違う話ですけど、地震の影響評価、つまり基準地震動の設定が過小評価過ぎるわけで、ですから、ちょっとこれは先走ったことまで書いてありますけれども、要するに、いつ想定外の地震によって想定外の地震動に襲われても不思議ではないわけです。これは『週刊金曜日』の99年8月27日号に載せた、その時の、これは本文の中からですけども、若狭湾も怖いんですが、柏崎刈羽原発も日本海東縁変動帯という、本来地震多発地帯なのに、特にこの柏崎の歴史地震というものは直近では知られていない。実は、そういうところこそがいわゆる「大地震の空白域」といって心配なところなので、しかも活断層もあるからこれはやっぱり危険な場所だろうと思っておりました。そういう意味で、今回のことは大変不幸なことではありますけれども、決して想定外ではないと思います。

(◆中越沖地震の震源断層モデル)

この辺をもうちょっと近くに寄って見ると、活断層はご承知のとおり、これは『[新編]日本活断層』の絵ですけど、たくさん活断層がある。これ、活断層は人によって大分違う。名前も違うし引き方も違うんですが。それから、これは政府の地震調査研究推進本部の絵でいうと、長岡平野西縁断層とか、名前はついていないけど他に活断層はたくさんあるし、それからこれはまた違うグループが、椎谷断層とか真殿坂断層とかいうものもここにある。それで、見方によっていろいろなんですけども、最近5万年とか言って限らなければ、活断層はたくさんあるわけです。

それで、地震後はこういう話もあるわけです。海底活断層です。これは、渡辺・鈴木・中田という変動地形学者が日本第四紀学会の緊急セッションで8月31日に発表した結果ですが、この東京電力の1996年の資料を見れば、別に現在の最新の知見とかそういうものがなくても、当時の知見でもここに描いたぐらいの海底活断層は引けますよと。それから、彼らは、今回の中越沖地震は、ここに1番と書いてある、これは佐渡海盆というちょっと深くなっている海底のお盆ですけども、その南東縁を限る、南東縁にすごい崖があるわけですね。その崖は、変動地形学者が見ればもうそれは活断層の表現で、さらに東京電力さんがやった音波探査を見れば、ちゃんとその活断層と認識できるところが何地点もあって、その疑わしいところもあって、非常に長い、30キロとかもって長い海底活断層と認識できる。それを見やすい漫画にするとこういうところに、ここが柏崎ですが、公開資料からこういうふうに認識できるというわけです。だから、当然大きな地震は想定するべきであろうというのが彼らの見解です。

さて、もう、ちょっと時間は過ぎているんですが、大急ぎで中越沖地震の具体的なことを言いますと、これが気象庁から発表になっている中越沖地震の本震の位置。これは、最初に言ったように、あくまでも破壊の出発点ですね。それで、これは余震活動は、日本の内陸の大地震としては低調な方だったけれどもたくさん起こっていて、こういうふうに伸びていて、大体余震というのは、本震、その最初の大地震の震源断層面を浮き彫りにしてくれるということが無数の研究からわかっていますから、これを見れば震源断層面は大体こういう広がりを持っている。長さとして30キロか、もうちょっとあるということはおわかりです。それで、当日の15時37分に最大余震がここで起こっていて、最大余震の方が深かったと、こういうわけですが、これに関して、もう今、我々の稼業というのはこういうのが起こるとすぐにモデルを出すというのが商売なわけで、競ってモデルが出てきた。だけど、これは難しかったから、なかなかすぐに出ないということもありましたけど。

その前に、GPSの観測から、こんなにたくさんGPS観測点というのがあって、この地震によって水平にどのくらい動いたかというのが、国土地理院が公表した資料で17センチとか14センチとか、大きいところは横に動いています。それから、そのGPSから上下変動もわかって、これはちょっと誤差が大きいけれども、それも出ました。それから、産業技術総合研究所の活断層研究センターが海岸の護岸に付着するカキの分布高度から海岸線の隆起・沈降を出して、荒浜漁港では約10センチの隆起、それから観音岬のところの椎谷漁港で約25センチの隆起という、こういうデータもいち早く公表した。

こういうのをいろいろ見ていると、もちろん一番基本的に、全然図を用意してないですけれども、どういう力によってどういう断層のずれが起こったかということが地震波から解析できます。その場合に、ほぼ北西—南東の圧縮力によってズレ破壊が起こったんだということは客観的にはっきりわかるんですけど、その断層面が、北西—南東の圧縮力に直行する断層面というのは2枚考えられて、南東に傾いている面なのか、北西に傾いている面なのか、それはいろいろ解析を詳しくやってみなければわからない。そこでモデルが幾つも出てきて、初めは単純に余震が、これ、さっき出ていましたっけ、ちょっと断面図がありませんが、この余震、これ、地震が起こってすぐに観測して、いわゆる暫定というやつですので精度があまり高くないんですけど、海側から陸側にだんだん深くなっていくように見えた。しかも、本震の震源、破壊の出発点に比べて最大余震の破壊の出発点の方が深いですから、内陸ですから、北西から南東に傾斜しているだろうと多くの方が思った。ところが、国土地理院が、これ、いつもはすぐさっと出るんですけどなかなか出なくて、さんざん考え込んだあげくだと思いますけど、逆に北西に傾き下がる2枚の断層面という、こういうのを断層モデルと言いますが、そういうものを出してきた。それで非常に議論は紛糾しまして、さらにこういうものも出てきたわけですね。これは地震研究所の佐藤比呂志さんという方ですが、これはこっち側が北西でこっち側が南東ですね。それでここが日本海でここが陸。余震の分布、普通はこういうふうに北西から南東へ傾き下がると思ったんですけども、この人たちは、これは最大余震が起こったから、それでここに見えるんであって、本震の震源断層面はむしろ北西に傾き下がるんだと言って、さらにいろいろ地下の構造や何かを調べた結果、ここに、データチ

メントと言いますけど水平にずれるような面があって、はるかに内陸の鳥越断層にこれはこう続くんだというモデルを出した。モデルというか、解釈ですね。これはかなり大々的にマスコミに乗っかって、鳥越断層が原因かとかいう、鳥越断層という随分内陸の断層ですけど、ということになりました。それで、いろいろアスペリティも、どこにアスペリティがあったかというのを入倉先生とか釜江さんとか、そういう人たちが北西傾斜の震源断層面だと仮定してアスペリティの分布を出したりしていた。

ですが、10月24、25、26日と仙台で地震学会がありました。そこで、どうもこれ、1枚の震源断層面じゃないらしくて、少し位置がずれた2枚の震源断層面で、あくまでも近似ですけど、近似をするにしても1枚は無理で2枚がいいだろうということは多くの方が考えていて、その場合、少なくともこの南西側に関しては南東傾斜でいいだろうというのが地震学会で大体共通の見解になった。そういう報道もありました。だけど、北東側に関してはどっちかわからないというような格好なんですけど、実は我々もやっています、我々は震源断層面2枚を仮定して、北西傾斜もやってみた、それから両方で傾斜の向きが違うのもやってみた。我々は津波のシミュレーションもやってみました。それでいろいろやってみて、それから防災科学技術研究所が本震と余震の震源分布を出していますから、それとの比較や何かも試みて、最終的に、2枚とも南東へ傾き下がるほうがいいだろうという見解を出しました。

それで、ここにその震源断層面を上から見たのが投影してあって、本震の破壊の出発点、最大余震の破壊の出発点、そのほかの余震が書いてあります。それで、このa—bというこの余震の断面をとると、こんなようなんですけど、そこに我々のモデルはこういうふうに、bの方が南東ですね。右が南東でこう乗っかる。このモデルは、このあとで出てきますけど、基本的に地殻変動を説明するようにつくった。それがたまたまこの余震分布とも割と一致する。それから、地殻変動とか津波を説明するために北東側に置いたこの震源断層面、これを横から見ると、この余震分布に重ねるとこういうふうになって、これもなかなかいいじゃないかと。ついでにこのもっと向こう側も本震、最大余震をプロットすると、こっちが北西、こっちが南東というふうになるので、まあいいじゃないかということ、我々は今考えています。

一つ重要なのは、震源断層面の上端が、深さ5キロとか3キロとかそのあたりに埋まっていて、地表あるいは海底まで顔を出していないということです。ですけども、これ、海底にこのまま延長していくと、ほぼこの佐渡海盆南東縁の、渡辺・鈴木・中田が言う南東縁の海底活断層にぶつかります。だから、それもいいじゃないかというわけです。それで、我々のモデルは、基本的にはこのGPSによる地殻水平変動、それから水準測量もありまして、水準測量による精度のいい隆起・沈降、それから産総研が出したカキの位置による隆起・沈降、そういうものを考慮して上下変動も合わせている。そうすると、ここに書いたような、両方とも南東へ傾き下がる震源断層面で、長さはトータルで23キロぐらいで上端の深さは6キロと2.5キロ、すべり量は0.9メートルと1.3メートルという、そんなようなモデルが結構いいんじゃないかなと思っています。津波もわずかではあるが柏崎とか小木とかあちこちで出ていまして、それもシミュレーションで合わせていて、何通りかやった中では両方とも南東へ傾斜しているのがいいんじゃないかという結論です。

それで、入倉先生という強震動の日本での大家がいます。それから、釜江さんという京都大学の原子炉実験所というところの先生で、やっぱり強震動の研究者がいますが、それぞれが、アスペリティがどこにあったかというモデルを出しています。彼らは、頭から北西に傾斜しているというモデルでアスペリティの位置を出していますが、我々がチェックしたところ、北西に傾斜しているのでは地殻変動や何かは説明できませんので、アスペリティの位置は改めて検討し直す必要があるだろうと思います。強震動研究者の中ではもう一人、地震研究所の瀬瀬さんという方のグループが何通りもやってみて、それで彼らも、これはちょっと見にくいでしょうけど、まず基本的にアスペリティはどうも三つあるらしい。本震の破壊の出発点の近くに二つ小さなアスペリティ、それから、柏崎刈羽原発の沖合、やや西の方にどうも大きなアスペリティがあるらしい。どうもその辺はほぼ共通のソリューション、解であります。瀬瀬さんたちは、南西側はそういう強震動の解析からも南東に傾斜しているのでいいだろうと。それで、北東側はどっちかわからんと言ったんですけど、発表ではそう言っていましたけど、学会の後で個人的に話していた時は、北東側の断層面も南東へ傾斜しているのでいいと思うよと言っていました。それから釜江グループの若い助手の人、助教の人、川辺君という人も。微妙なんですね、ちょっと傾きの角度を変えたりすれば南東傾斜でもいいかもしれないと言っています。私は、要するに余震分布を素直に見れば、南東傾斜でいいんじゃないかなと思っています。

それで、2007年新潟県中越沖地震の震源断層面がどちらに傾いているか、まだ確定ではありませんけれども、南東傾斜である可能性の方が高そう。その場合、海底への延長は佐渡海盆南東縁活断層付近になると。ただ、今回の地震が、佐渡海盆南東縁の活断層を地表の表現とする地下の断層で起こったとしても、今回はその海底までは顔を出さなかったわけですから、その佐渡海盆の海底の崖、それを成長させはしなかったというわけです。逆に言うと、あそこにあれだけ崖が、比高が何百メートルという海底の急な崖があるわけです。その麓に活断層があるというふうに渡辺さんたちは言うわけですが、それをつくるためにはもっと浅いところまでずれる出来事が過去何回も繰り返さなきゃいけないわけで、すぐそういうものが起こるかどうかわかりませんが、今回は、もし佐渡海盆南東縁活断層と直接関係したとしたら、今回の地震はでき損ないだったということになります。

それから、真殿坂断層というものがあまして、これはその南西延長が原子力発電所の敷地のすぐ外側で10センチぐらいずれたんじゃないかという見解がありますけれども、もしそうだとすると、それは上盤、傾いた断層面の上に乗っかっているブロックの中の、二次的な活動ではないかと思います。ただ、逆に言うと、そういう二次的な活動は、非常に普遍的にあります。だから、上盤というのは怖いんでして、揺れも非常に強くなりますし、逆断層といって持ち上がる、それが地表に突き抜ければ、むしろこれは突き抜けてふわっと上は自由になりますけれど、突き抜けない場合、この上盤には新たに応力の集中が起こったりして、その上盤の中で二次的な破断が起こるということは、これは岩石実験なんかで、物を使った実験でも、アメリカの研究者が報告したりしています。そういうことは十分起こり得ると思います。

(◆強震動について)

それと、もう最後のほうですが、これは一般論ですけど、今回、非常に強い地震の揺れを記録したわけですが、一般に活断層を特定できたとしても、それによる基準地震動というか、それによる地震動を適切に、つまり十分安全側に策定するという事は非常に難しいと思います。それで、私、今考えているのは、変動地形学的調査によって、こういう活断層がある、それに関しては論争があって、ある人はそれは川の浸食だろうと言ったりするけれども、また別の人は別の場所に活断層があると言ったりする。要するに、この地域って、そういう論争はあっても、活断層らしきものがいっぱいある場所である。それから、もともと活褶曲という地帯です。そういうものを含んで、変動地形学的な変動の程度が非常に大きい場合には、その活動度を正しく評価して、この地域のよりに活動度が高い場合には、どこかに震源断層面を具体的に仮定して強震動予測をやって基準地震動を策定するというよりも、そういう決定論、何か具体的に一つやってみるというよりも、これは全然説明していませんけど、新しい耐震設計審査指針の中の「震源を特定せず策定する地震動」という範疇で、十分大きく設定するということが非常に重要ではないかと思っています。ちょっとこの辺、言葉足らずですけど。

ちょっと地震の揺れの説明がありますが、それは省略して。実は、その新しい耐震設計審査指針では、震源を特定しないで策定する基準地震動というのが非常に甘くなっています。それで、ちょっと説明は全く省略ですけど、450ガルくらいしか出てこない、けど、今回一番深いところの地震計で993ガルという揺れを記録したわけですが、それから過去の内陸地震では、周期0.02秒という、これはちょっと全然説明しませんが、この辺の加速度の値を見て、例えば1994年のノースリッジの地震とか2000年の日本の鳥取県西部地震とか、1995年の神戸の地震とか、そういうところは非常に強い加速度を記録しているわけです。ところが、それらを、何かの活断層と関係づけられるから活断層を特定して計算すればいいだろうと言って取り除いてしまっているんです、実は。そういうことをしないで、要するに既往最大の地震記録をすべて使って、だから今回新たにこの柏崎刈羽の記録が追加されるわけですが、そういう中の最大を、変動地形学的に活動度が高い場所に関しては考慮する必要が、絶対に、安全な原子力発電所のためにはあるだろうと思っています。

ちなみにこれ、ごく最近、福島老朽原発を考える会、ふくろうの会による絵、だからこの辺の話は地震学者は誰がしても同じというものではなくて私の話ですけど、そういうところの人たちの資料、これは何を言っているかという、地中地震計が993ガルを記録したと言いますが、それは上に物がいっぱい乗っている状態で993ガルなわけです。けど基準地震動というのは解放基盤表面で策定するわけで、解放基盤表面というのは上に物が無いという想定、つまり上がフリーサーフェスと言いますが自由表面、それは下から地震波が来るとここで反射されて、入射波と反射波というのがここで二重になるわけです。それで、柏崎刈羽の場合は S_2 が450ガル、解放基盤表面で。それは、そういうふうにして入射波と反射波を合成したものが450ガルになっているわけで、それが上に物が乗っている状態で計算すると、実は222ガルという揺れの加速度、地震動の最大加速度になるんだそうです。これは、東電の工事計画認可申請書の耐震計算書にそう書いてあるんだそうで。つまり、 S_2 450ガルでも、実際に上に物が乗っている場合には222ガルの揺れであると。それで、今回観測され

た993ガルというのは上に物が乗っかっている状態での観測値であるから、これを解放基盤表面だったとすると、これの比で倍ぐらいの値になるはずであると。これは実は周波数特性とか何とかいうのがあって単純に2倍にすればいいというわけではないけれども、2,000ガル近く、解放基盤表面としてはですね、今回そういう揺れが実際起こったんだろうということになります。柏崎刈羽原発に関しては、地下5階の基礎板での680ガルとか、そういう記録がありますから、それを使ってそこから先の検討をすればいいけれども、というのは993ガルの地震波形は失われたそうだから進みようがないんですけれども、他の原発に関しては、他の原発は9月20日の保安院の通達によってチェックをしましたが、それぞれの原発が、岩盤にある原発も、その解放基盤表面に中越沖で柏崎刈羽が経験したと同じ揺れが来た場合の計算をするのであれば、2,000ガル近くの揺れを入力しなければ、安全確認はできないという話になると思います。

(◆今後の地震活動)

さて、それで、今後の地震活動ですけれども、まず余震活動が、この中越沖地震は非常に低調だったというのは、この図で顕著ですね。これ、日本の内陸のプレートの中の浅い大地震の余震活動を比較したんですが、一番は三河地震、昭和20年の三河地震とか、昭和18年の鳥取地震とかの古い地震。新潟県中越地震も非常に大きな余震も多かった。マグニチュード4以上の小さな地震まで入れて、これ横軸が本震からの経過日数ですけど、35日間で見ても、上は、縦軸は積算の回数です、数を足していった、非常にこう余震活動は活発でした。それに比べて今回のやつは、もう一番低調でした。これは低調だからどうということ、ちょっと今は何も言えませんけれども、こういうことは、まあこのまま収まれば、本当に不幸中の幸いだったわけです。

けど過去には、5年ぐらいして非常に大きな余震が起こったという例があります。これ、一つ例をお見せしますと、1847年善光寺地震、これはマグニチュード6.9から7.4と推定されていて、これは地名が全然ないので見にくいけど、この長野盆地ですね、長野市がどこかこの辺にあって、この辺に飯山市があって、ここに黄色い線が書いてある、これ、もうちょっと僕、図がかけなかったんですけど、このあたりに楕円形みたいのを書いてみれば、それが震源域です、この本震の。この1847年5月8日の善光寺地震の震源域がこの辺りですが、その5年後に、大余震がここで発生しています。あえて広義と言わなくてもいいんですけど、これは余震と言っていいと思いますが、1853年の1月26日、マグニチュード6.5±4分の1と推定されていますが、これ、実際に被害を与えています、善光寺とかその辺の集落とかにかなりの被害を及ぼしている、そういうのが起こった。だから、わかりませんが、要するに、一発ドカンと来ればそれでおしまいということはないわけで、一発ドカンと来たところは、その後、後遺症みたいのがあり得るわけです。

二つありましてね、この日本海東縁変動帯で、南海地震に向けてあちこちでまだまだ大地震が起こるだろうというその枠組みの中で、この近くにまた大地震が起こる可能は否定できないし、もう一つ、それとは別に、今回M6.8の地震が起こったということに直接関係して、大きな余震がまた起こるといって、そういう可能性は、これはもう重々考えておかなければいけないことであるというふうに思っています。

以上でとりあえずおしまいにして、あと、御質問があればお答えしたいと思います。
どうも御清聴ありがとうございました。

◎事務局

はい、ありがとうございました。

先生の方、非常にお忙しいスケジュールで、また私どもの方に、今日お願いしたわけですけれども、そう時間がたくさんあるわけではございませんですけれども、委員さんの方から質疑応答という時間を設けさしていただきまして、こんなところで申し上げるのはあれなんですけども、先生は、今日もお忙しい日程で、4時半にはここを終わらせるということで、先生に無理やり私どもの方でお願いをしておりますんで、時間の超過をなさらないようにということでお願いしたいと思います。質疑応答の方には、会長さんの方にマイクの方をお願いしたいこう思います。

よろしくお願ひいたします。

◎新野議長

休憩はよろしいでしょうか、続行してよろしいでしょうか。はい、じゃあ、もう1時間弱ですが。

基本的には、これは地域の会の勉強会の拡大版ですので、委員からの質疑が中心になりますので、よろしくお願ひいたします。御説明の最初は、ちょっとわかるのかなという期待があつて、なかなか難しい。中盤以降は、やっぱり専門的なお話が随分ありましたけれど、やはり部分、部分で、先生のお考えが私どもにも理解できるような御説明があつたらうかと思ひます。

どなたか第1号は勇気が要りますが、はい、高橋さん、お願ひいたします。

◎高橋（優）委員

科学者の1人として、この新耐震基準の策定にかかわった科学者の1人として私はお聞きしたいと思うんですが、これに対しては、先生はある程度批判的なことも言われているようなんですが、その中で残余のリスクの問題についてなんですけれども、この東京電力さんは、地元には安全だということをしつぱしつぱ言っておられるんですが、この新耐震基準から見た場合の残余のリスクというのは、まだあるのであればどんなことがあるのかということが一つと、もう一つは、この、逆に今度、この中越沖地震で浮き上がった新耐震指針の問題点があるとすれば、幾つか教えていただければありがたいと思うんですけれども。

◎石橋氏

まず、その残余のリスクの、どういう具体的な残余のリスクがあるかという御質問ですか、それとも、どの程度のという。具体的なというとな難しいですね。要するに残余のリスクという基本的な考え方はね、どんなに基準地震動というのを大きく設定しても、で、その設定した基準地震動に対しては安全機能が十分確保できるように造つても、まだそれを上回る揺れに襲われて損傷が起こつて、さらに放射能、放射性物質の環境への放出が起こる、そういうリスクが残っているという、そういう考え方なわけですよ、残余のリスクというのは。

だから、私がまず基本的に思ふのは、残余のリスクを云々するんであれば、その大前提として、基準地震動を十分高く設定しているということがまずなければ、残余のリス

クという言葉だけをもてあそんでも虚しいと思うんですけれども。そういう意味で、私は、新しい耐震設計審査指針では、まだ基準地震動の設定自体が不十分、不十分なままを許す指針になっていると思うので。ですから、そういう意味では、もう残余のリスクだらけだという感じですけど。

要するに、その基準地震動 S_s というのを超える揺れに襲われる確率というか、そういうものが全国原発どこでもある、かなりあると思っています。

◎高橋（優）委員

今日現在の東京電力さんのホームページを見ますと、柏崎刈羽の発電所の施設は、その地震対策の中で、活断層の上には建てていないということがまず第1番に書いてあります。ということでもって私たち市民には広報されているわけです。第2番目には、過去のいかなる国内の地震動に対しても、それを想定した施設にしてあるということですから、残余の、この柏崎刈羽の原発に関しては、残余のリスクというのは問題にならないと理解してよろしいんでしょうかね。

◎石橋氏

今日現在のホームページに出ていることを信ずれば、そうなのかもしれませんが、ちょっと私は信じがたいですけど、それは。つまり、今回の地震が、震源断層面が南東傾斜の可能性が高いと言いましたが、それは、要するに活断層の上に建設しないというのは、その活断層が、もうはっきり、誰が見ても明らかな活断層が地表に出てですね、その真上に原子炉を置かないという、そういう非常に狭い意味でしか言っていないのかもしれませんが、まあ言えば、もっと広い意味で、広い意味というか普通の判断をすれば、まさに活断層の上にあると思うんですけどね。

それともう一つ、活断層、これは、僕は耐震指針検討分科会の中でも何度か主張したし、資料も出したし、議事録にも残っていますけれど、活断層だけを言うのはちょっと問題で、要するに活構造ということが大事なんですよ。地震を起こす源はむしろ活構造なんであって、活褶曲とか活断層、活断層はなくても活褶曲として、その活構造が反映されているということはあって、だから、さっきのスライドにも、活断層・活褶曲を含めてという、どこかにありますけれども、そういう意味では、活断層の上には造っていませんから大丈夫ですというのは、非常にその、何というのか誤解を与える表現ですので、地震発生の原因の真上に無いかというと、そんなことは言えないと思いますけど。要するに地震発生地帯のど真上というか、ど真ん中というか、やっぱりそういうところにあると思いますんで、その意味でも残余のリスクは、あえて残余のリスクという言葉を使うのであれば、残余のというか、要するにリスクは大きいと思います。

それから、あと2番目、さっきは覚えていたんですけど、もう一度お願いします。

◎高橋（優）委員

地震で浮き上がった新耐震指針の、柏崎刈羽原発のこの地震事故から見た問題点があるとすれば。

◎石橋氏

新しい耐震設計審査指針に関係するのは、強い地震動を受けて、その後、いろんな損傷が生じた、そのところはもう指針の範疇外ですので、要するに想定をはるかに上回る強い地震動を受けたということに関してだと思うんですけども。その経験からいえば、

これは今回の地震が起きる前から私は言っていたことで、何ら変わっていませんけど、要するに耐震設計審査指針の改訂版もですね、基準地震動 S_s の設定が甘いと思います。それは、震源を特定せず策定する地震動という、それが非常に甘い。

要するに、最近カリフォルニアと日本で観測された、震源近傍で観測された記録を片っ端から集めて、四十何例集めて、それには非常に強い地震動もあるわけですが、活断層と関係づけることができる地震は除いちゃったわけですよ。残ったものの、その応答スペクトルというものを使うんだけど、それ、残った記録を包み込むような基準地震動にしたんですね。それが最大加速度 450 ガルぐらいにしかないんですけども。

どういものが除かれたかという、例えば 1994 年のカリフォルニア、ロスアンゼルス郊外のノースリッジの地震なんていうのが、これはもう地震研究者の間ではもう共通の見解で、ブラインド・スラストと言って地中に埋まっていますね、地表に全然顔を出してない震源断層面なんで、要するに想定外だったわけです。だから、そんなのは事前には震源を特定して、地震動の計算なんかできないはずなんですけども、これを、そのサンアンドレアス断層沿いの活動が活発な地域であるから、その構造との関係で予測できるでしょうみたいな理由をつけてですね、除いちゃってるわけです。

そういうふうにしてかなりの地震、強い地震記録を使わないでいいみたいな、そういうことを、指針に具体的には書いてありませんけど、日本電気協会が、新しい指針に対する模範解答みたいなものをつくった中にそういうことが出てきていて、現実には、その新しい耐震設計審査指針に基づく申請が東通原発とかですね、そういうところから出てきますし、それから、バックチェック的なこともあちこちから出てきてきますけど、みんなそれに準ずる答案を出してるわけで、そうすると 450 ガルぐらいにしかないわけですよ。今回の、その 993 ガルなんていうのは到底カバーできないわけで、じゃあ、それは震源を特定して計算、要するに震源断層モデルを与えて計算するからいいですよと、計算すれば 993 ガルが出てきますよって言うつもりなんだと思うんです。そういう建前になっているんですけども、そこははなはだ疑問だと思います、その活断層の上には造らないと言っていることから考えてもね。

そうすると、要するに震源を特定して策定する地震動によっても、それから震源を特定せず策定する地震動によっても、両方でカバーされない、現実には原発を襲うであろう強い地震動というのが残ってしまう、漏れ残ってしまって、網からこぼれちゃっている、これは日本全国、非常にそれが深刻な問題だと思います。それは、今回 993 ガルという具体的なデータが出てきたからこそ、なおはっきり言えることで、私は、今回の地震の前から同様の主張はしていますけれども、今回、実証的なデータが得られたということだと思います。

◎新野議長

ありがとうございます。

きっといろんな見解があつて、どれをとるかで結論が違ふというようなお話をいただいたんだろうと思います。

はい、前田さん、お願いいたします。

◎前田委員

どうも、難しい話をわかるように説明していただいて本当にありがとうございます。

私、素人なんであれなんですけれども、例えば、私自身は、柏崎というのは比較的地震が少ないところだというふうに勝手に思い込んでいたんですけれども、柏崎は地震が多い場所だというお話なんです、そうしますと、逆に、例えば、大直下地震に集中する原発というふうな表題が出てるような意味合いで言うと、日本の中で安全な地域というのはどこどこなんでしょうか。何かそういう場所はあるんでしょうか。

◎石橋氏

それは非常に難しいですね。安全で、その太鼓判を押せる場所はないですね。だけど、例えば、日本にも、どうしても、とにかく1カ所どこかにつくらなきゃいけない、神様に捧げなさいとかいうのであれば、あえてしようがないからどこかと言う、全く言えませんということはないですけども。地震だけじゃないです、地盤もありますからね。もちろん人口とか何とか、その社会環境は別としても、私の守備範囲では、地下で起こる地震と地盤というか地質との二つが大きな要素ですから、それを考えると非常に難しいですね。

例えば、対馬なんていったら全然地震ないじゃないかと思うかもしれないけど、対馬なんていうのも江戸時代に大きな地震がありますし、その、大陸と日本との間の変動ということ、これ日本海東縁変動帯と関係する話ですけど、そういうことを考えるとやっぱり心配なんですよ。

それからね、佐賀県の、まあ今ある原発でいえば佐賀県の玄海原発なんていうのは、これもあっちのほうでは大きな地震はないだろうと何となく思っていたいけれども、とてもそんなことは怖くて言えません。佐賀県でも万葉の時代に大きな地震が起こっていますしね。というのは、福岡県西方沖地震が起こったときに、かなり専門家でもみんなびっくりして、福岡にあんな大きな地震が来るとは思わなかった、しかも、福岡市を直撃というよりは、ちょっとそれだからよかったけど、ごく近傍であんな大きな地震が起こるとは思わなかったとかいう声が随分あったけど、僕は、さっきもちょっと見せたように北九州というのはかなり危険だと思っていましたから、そういうふう考えていくと、非常に難しいですね。

ただ日本の原子力行政でいえば、あとは、それは、その要するに力づくで、耐震工学でカバーするんだという、そういう発想だと思いますけど。

◎前田委員

一つお願いしたいんですが、先生がお考えになる、例えばこの地域で、今マグニチュード6.8という地震を体験したわけですが、我々はね。可能性として、どのぐらいの大きな地震が来る可能性をお考えでしょうか。

◎石橋氏

その意味で一つ大事なことを言い忘れたんですけども、今回の地震というのは、本当に不幸中の幸いだったと思います。つまり、この場所には6.8以上は起こらないんだなんてことは決して言えなくて、というのは、さっきの地図に少し出てきましたけども、少し北東側で1964年の新潟地震が起こってるわけですね。これはマグニチュード7.5だったわけです。

だから、地下でズレ破壊が発覚して、そもそも地震学的に根本的に今まだ解決できていない大きな問題は、地震のそのズレ破壊が始まったときに、その地震さんがですね、自

分がどこまで成長できるか知ってるかどうかというのは、非常に面白いし重大な問題なんです。これこそ人に、研究者によって見解が違いますけど、初めからもう、もちろん入れ物が決まっていれば、それ以上のものは起こりませんが、ただ決まってない場合、6.8で止まる必然性があるのか、それとも7.5ぐらいまで成長するのか、それはわからない。止まって、終わってみなければわからないという見解もあって、それで、この場所の、その地質構造というのとはちょっと違うんですけど、その変動の構造、地下の構造みたいなことから、6.8以上は起こらないとは決して言えないと思いますから、今回、万一7.5まで成長したとすると、そのアスペリティ1個、1個のずれの量が増えるわけですから、それはとても今回程度では済まなかったと思います。その意味でも本当に不幸中の幸い、ぎりぎりの警告を受けたという感じですね。

◎新野議長

ありがとうございます。

佐藤さん、お願いします。

◎佐藤委員

私は、ずっとこの会議では、造るべきでないところに原発を造ったのではないかというふうに発言をしてきています。それで、つい最近なんですけども、新潟日報では、その安全審査は妥当だったのかというようなことが社説にも取り上げられていました。それで、先ほど、先生のお話でも、東京電力が調査をした沖合の構造図の中で、それを見ても、活断層と認定することは当時のものからでもできるんじゃないかというような話がありました。そして模式図もあるんですが、そういうことからいくとですね、東京電力は企業ですから、造りたい、そこに進出したいというそういうことがあるとしても、そのそれをチェックする安全審査が、きちんと正しく審査されたのかどうかというか、今回の地震で止まったじゃないかというようなことを言われているわけですけども、これはたまたま止まったということであって、もう少し、先生が今仰ったように、新潟地震と同じ規模が、今回この沖で起きたらどうなったのかというのは保証の限りではないわけで、そういう意味では、そういう指摘があって、一方では、新潟日報の取材なんで、本当はどう言われたのかというのはわかりませんが、現在の知見に照らせば、断層と評価しなければならぬものもあると思うというようなことが、東京電力でも答えておられるというようなことからいって、安全審査そのものがどうだったのかというのを、先生の見解をちょっとお聞かせいただきたいなと思います。

◎石橋氏

まさに今仰ったように、その利潤を追求する私企業である東京電力が、ここにつくりたいといって申請する、したことよりも、やっぱりそれを安全審査をしてゴーサインを出した政府の責任は非常に重大だと思います。要するに、日本の原子力発電所の安全審査というのは、はっきり言って、あって無きが如しだと思います。もう至るところ、至るところって、少なくとも私が、この柏崎刈羽についてはちゃんと、柏崎刈羽よりもっとよく調べたところは島根ですけども、島根の安全審査なんていうのは全くひどいことで、ひどいことをやって、しかも、それがひどい審査だったということがわかっているのに、その後始末を何もしてない。これはね、いろんな厚生、医療行政とか厚生行政とか、食料だ何だって問題になっていきますけれども、それに匹敵するか、それ以上の国の、

何というんですか、その不始末というか、スキャンダラスな面もありますし、大体それをきちんと追求しない国会もけしからんと思いますし、これは重大なことで、多分、柏崎刈羽についても、そういう意味で審査は非常に甘かったと思います。

大体その審査に加わる側の専門家がですね、同時に、その申請する側のアドバイザーになっているということがはっきりあるわけで、これはね、薬事行政なんかで前はたくさんあったんでしょけども、最近はそのことに非常に厳しくなっている。で、それと同じことであるのに、全然問題になってなくて、場合によったら、結果はその、まあ薬事行政、医療、薬も大変なことになりますけれども、それ以上に大変なことになる可能性があるわけで、これ、本当にひどい話です。先進国にあるまじきことですね。それをはっきり言うのは、今ここで初めてですけど。そうでもないか、朝日の何かに書いたりはしてますけど。

◎新野議長

ありがとうございます。

他に御意見とか御質問があれば。

三宮さん、お願いします。

◎三宮委員

耐震基準値として2, 000ガルぐらいを考えた方がいいんじゃないかということ言われたんですけども、私ちょっと勉強不足であれなんですけど、その地震、マグニチュードと地震動、さっき2, 000ガルと言われたんですけども、その2, 000ガルとした場合のその地震ってどのぐらいの規模なんですか。

◎石橋氏

それは、ちょっとその辺の説明は全然はしょってしまったので申しわけなかったんですけども、ちょっと、非常に難しいことで一概には言えません。マグニチュードと最大加速度が単純に結びつくわけではないです。それと、さっき私が最大加速度、993ガルの2倍ぐらいで2, 000ガルぐらい、非常に大雑把に言ってそういう数字を言いましたけども、これも、ちょっとまだそこまで言うのはよくなくて、要するに、まあ、その最大加速度993ガルを記録した1号機の地下250メートルぐらいのG10とかいうやつですか、その記録がもう失われてるそうなので、それから応答スペクトルというものをつくるのができないのが非常に困ったことだと思いますけれども、東京電力が、それに近いものを何とか復元しようとしているということは聞きますけれども、要するに解放基盤表面というところで、実際どのくらい揺れたかという。

で、揺れというのは非常に複雑な性質を持っているので、やっぱり応答スペクトルというものをきちんと出さないとわからないんです。で、仮に最大加速度が2, 000ガルだとしても、原発の主要な機器に直接影響を与えるところ、周波数って揺れの速さですけど、その、その加速度の値はまた違いますし、逆に言うと、450ガルでも、その零点何秒とかいうところではもっと大きいわけで、ちょっとその辺は、すみません、多分、一生懸命説明してもなかなか御理解いただくのは難しいと思いますけども。だから、何と言ったらいいのかな、まあこれは、だから報道もですね、難しいから、かなりごまかして説明してますからね、その最大加速度の値だけが一人歩きしてるような世界で。

◎新野議長

三宮さん、いいでしょうかね。条件がいろいろ設定されなければ、数字はなかなかあわせないというふうな解釈でもよろしいのでしょうか。

◎石橋氏

ただ、例えば450と1,000とでは非常に違うんで、はっきりと。だから、少なくとも今の450ガルが甘いということははっきりしていると思います。少なくとも1,000ガル以上は想定しなきゃいけない。

◎新野議長

はい、ありがとうございます。

吉野委員。

◎吉野委員

ここの地域の会の委員の武本さんが、30年ほど前ですかね、地盤のことについて書かれた論文というのをちょっと見ますと、柏崎刈羽原発は地盤が脆弱な砂丘地帯に建設されたため、原発としては世界でも珍しい半地下式になっているということで、この地盤が非常に脆弱な原因は、この地域が羽越、羽越線の羽越ですね、羽越活褶曲地帯の中にあるからだと言われています、というふうに書いてあるんですけども、この羽越活褶曲地帯というのが、今日のお話にあった日本海東縁変動帯と同じものと見ていいのか、それが非常に脆弱な地盤だから活褶曲になっているのかどうかということが第1点と、それからもう一つは、その他に、この柏崎刈羽平野というのは、長さ20キロ、幅5キロぐらいで、結構、ちょっと地図で見ると全国の原発よりも何か割と広い平野といいますかね、人口集中地に近い広い平野にあるんで、広い平野があるということは、第四紀に形成された軟弱な地盤がよりこう広くあるということで、そういう点がよそよりも、今回こう柏崎の被害も大分大きかったわけですけども、そういう根底にあるのかどうかということをお聞きしたいんですけども。

◎石橋氏

日本海東縁変動帯というのは非常に広いです。本当に日本海の東縁ですから、サハリンの西の沖からですね、北海道の西の沖、東北地方の西の沖まで、日本海東縁変動帯と言うけど、決して海、海域だけじゃなくて、少し内陸も含んだベルト状の地帯ですけど、それはずっともう。で、今、羽越褶曲帯と仰いましたけど、羽越褶曲帯って、要するに出羽の羽と越後の越ですけどね、一方で信越褶曲帯という捉え方もあって、信濃の信と越後の越、だから羽越—信越褶曲帯って、羽越褶曲帯って、それはそのところに特に褶曲帯が発達している。で、それは、言ってみれば日本海東縁変動帯の一部分だと思います。それが最初の。

それから、私、地質には詳しくないので、柏崎平野のその長さ20キロ、幅5キロというような形と、沖積平野がそうになっているということと、それが具体的にどう因果関係があると言ったらいいのかな、でも、とにかくその岩盤地帯、岩盤が露出している、あるいはかなり浅いところまで来ている地帯でないことは確かで、だから、その証拠に、解放基盤表面、地震波のS波という波の伝わる速さが大体1秒間に700メートル以上のところに解放基盤表面を設定するんですけども、柏崎刈羽原発の場合は、号基によってちょっと深さが違うけど、深いところはもう250メートルとか300メートルぐ

らいまでいかないと、そういう、まあいわゆる固い岩盤は出てこないわけですから、それは非常に、そういう意味では軟弱なところに建っていると言えらると思いますね。その意味で、本当に原発を建てるには、私はふさわしくないところだと思いますけど。

それで、ちょっと、直接関係ないんですけど補足しますと、原発に賛成か反対かということは別にしても、要するに、誰だって、安全な原発を望むわけですよ。危険な原発でもお金が入るからあってもいいと思う人はあまりいないと思うので、要するに安全な原発を建てるためにはですね、やっぱりその危険なところの真上にあっては困るので。私は、地震学を研究している立場からはね、安全審査指針以前の問題だと思うんですね。要するに原発、これはどこかに書いたことがありますけど、それから、ちょっと宣伝になるけど、文芸春秋社から『日本の論点何年版』というのが毎年今頃出ます。『日本の論点2008年版』というのが多分11月の初めに発売になったと思うんですが、その中に私、書いていまして、今これから言うようなことも書いてますけども。要するに、日本列島で安全な原発をつくるためには、地震学の観点、地震学だけで言うと、その直下に地震の源があるような場所を避けましようというのが、ごくその常識的なというか、人間の当然の知恵の使い方というか、叡智だと思うんですよ。

だから、安全審査指針より前の、要するに電源開発基本計画に盛り込まれる段階で、環境影響評価ですか、何かそういうことだけじゃなくて、一応は何か書類を出すみたいですけども、本当に専門家が、その地下で大地震が起こる危険性が非常に高い場所の真上なのか、そうでないのかということはきっちり判断して、現在で言うと、総合資源エネルギー調査会の電源開発分科会ですか、そこにかかった段階でそういうことを、地震とか地質とかの専門家も交えて審査して、そもそもエントリーできないところは、安全審査まで行かないようにするのが本来だと思うんです。今はそうじゃなくて、もうとにかく用地取得ができて、漁業補償ができて、知事が同意して、なんかすれば来ちゃうわけですよ。そうすると安全審査でもって耐震設計、で、すべてのしわ寄せが耐震設計に来る、地震に関しては。もうとにかく耐震設計でクリアするよりほかなくって、やめるわけにいかないという、そこが非常な矛盾だと思いますね、問題だと思います。

◎新野議長

はい、ありがとうございます。

中沢さん、お願いします。

◎中沢委員

先ほどの先生のお話で、震源断層の南東傾斜の可能性が高いというふうなお話があったんですが、実際、この断層が原発のその直下まで延びているというような、そういうふうなお話が、東大の研究グループの方ではそういう見方をしているみたいなんですけど、先生は、これについては、敷地の下まで入っているというふうに見られているのかどうか、そこら辺がわかりましたらお願いしたいと思います。

◎石橋氏

我々のモデルで言うと、こういう状況なんですよね。ここに原発があって、それで震源断層面、これ地下で、こっち側に傾き下がっているんですけど、それを地表に投影した位置がこの範囲で、だから、きわどいですね。北の断層面は陸にかかっているけれども原発よりは少し北ですし、南の断層面は原発の下までは延びていない。これは、今回の

地震によるこういう地殻変動を説明しようとする、この程度である。ただこれは、今回の地震でこういう地殻変動を起こした地下の震源断層面がどこにあるかという、それだけで、それを説明するだけしか考えてない、それはこういうことです。だから、今回、7月16日の10時13分に起こった出来事は、柏崎刈羽原発の位置関係は、まあこんなものだと思います。これは、誰がやっても、ほぼこんなものだと思います、過去の事実としては。

ただ、可能性として、要するに、今回たまたまこういうことが起こったけれども、ひょっとしたらもっとこれが延びたんじゃないかとかですね、そういうことを考えれば、要するに地震を起こす、その地下の弱面というか、地震を起こす源は、例えば最近50万年ぐらいを考えれば、それはこの下にも十分そういう候補はあったんだろうと思いますけれども。私は、無理に今回の出来事に関して、柏崎刈羽原発直下まで延ばそうという気はないので、データを説明するためにはこの程度です。

さっき言われた地震研究所でというのは、ひょっとしたらこれかもしれないんですけど、これは向きが違いますけどね。傾斜の向きが逆向き、北西に傾き下がってるんですけども。北西に傾き下がるのをですね、素直にやれば、これは国土地理院ですけど、こんなもので、柏崎刈羽原発より沖合になるわけです。それを無理やり変にこうやると、鳥越断層というのは、はるか内陸ですから、ちょうど柏崎刈羽原発の下を通るようなことになるかもしれませんが、私はこれは無理があると思うので。要するに結論から言うと、南東傾斜でも北西傾斜でも、柏崎刈羽原発のもう本当の真下に今回の地震の震源断層面が達していたかということ、今のところは達してなかったみたいです。

◎新野議長

ありがとうございました。

久我委員。

◎久我委員

久我と申しますけども、本当にわかりやすい説明で、大変勉強になりました。

それで、先ほど前田さんから、じゃあ日本でどこに原発を造ればいいのかという中でなかなか難しいという、何かもう先が真っ暗みたい話になりそうなものですから、逆に言うと、先ほど、その耐震がみんなしわ寄せを受けているということでお話がありましたし、今回、柏崎で地震があったわけですけども、その壊れている家、確かに屋根が落ちた家というのはかなり古い建物です。私の家なんかは、実を言うと食器も落ちなかった、向きもあるんですけども、建ててまだ四、五年ということで、これは、やっぱり今の建築の技術がそれだけのものを支えていると、当然ガスなんかも、今はマイコンメーターで火事が出なかったというのも、恐らく神戸の地震の後のいろんな技術開発だと思うんですが、先生に、どうなんでしょう、その地震は、建築は、耐震は地震に勝てないのかということになれば、絶対に無理だということなのか、それとも、これからの技術開発や、その耐震の補強ということで、十分この設計値を高く見積もっていればこなせるのかどうか、その辺はどうお考えかを教えていただきたいと思います。

◎石橋氏

建築一般についてですか。

◎久我委員

建築というのは、恐らくまた専門が違ふとは思ふんですけども、地震が、その建築をのめるのか。

◎石橋氏

建築って、だから原発に限らず、他の建築。それこそ確率の問題も入ってくると思うので、私は、技術が進めば絶対に勝てるとは思いません。やっぱり自然、人間の非常に限られた技術でもってですね、自然を完全に克服できると思うのは、私は間違いだと思っています。常に自然を畏怖してですね、人間の技術には限りがあるということをおきまえておくべきだと思うんですけども、ただ、まあもちろん、家は建てなきゃならないですから、橋も必要な橋はかけなきゃならない、不必要な橋まで無理にかけるとは僕はないと思うんですけども。そういう意味で、技術を一生懸命進歩させて、何とかリスクを低く抑えようという、それは当然ですけども、でもやっぱり、それこそ残余のリスクじゃないけど、必ず残ると思います。一方で、だからあまり、その何というのかな、必要もないことを、造りたいからって言って、技術でもって自然を克服できるからといって造るようなことは、私は、やめた方がいいと個人的には思います。

例えば、ひところ建築の人が、1,000メートルビルは可能だとか言ってね、そういう話がありましたけど、何もそんなのをつくる必要はないんで。それから、これもいろいろ異論があるかと思いますが、建築じゃないですけど、私は、一時、教養学部から専門へ行くとき、工学部の土木へ行こうかと思ったこともあるくらいで、物をつくることの面白さというか、技術者が物をつくらうとする意欲というのは、ある程度わかるつもりですけども、やっぱりその自然条件に応じて適応範囲というか、それがあろうと思うんですよね。技術者倫理とか技術倫理、あるいは工学倫理ということも近ごろ言われてきています。それこそ地球環境とかいろいろ厳しくなってきた時代に、やらない方がいいことは積極的にやめといた方がいいと。

その意味で、ここから先は異論があるかと思いますが、リニア新幹線、そういう、例えばですけど、そういうことを技術の追求とってやみくもにやるのは、やっぱり非常に問題だと思いますね。あれ、ものすごく電気を食うわけで、東京・大阪間がそんなに短縮されなくてもいいだろうと思っているので。これはちょっと今日の会議からはすごく外れるけど、でも技術一般に関してはそういう考え方もある。あまりに今、人によってはもちろんそういう考え方は持っているでしょうし、社会にだんだん広がってはきているけれども、要するに日本政府とか、それを支えている財界とかですね、大資本とかそういうところは、で、それを支えている専門家は、とにかく技術を進歩させれば何でもできるんだって、どんどんいろんなものをつくって便利にするのがいいんだという基本的な発想があると思うんですけど、それは、今や大変考え直す時期に来ていると思っています。

◎久我委員

それで、じゃあ原発という話になると、確かにリスクがあるのは、もうこれは当たり前前の話だし、それはもうわかっているんですが、では、そのリスクがあるからといって、例えば、それを拒否することによって、じゃあ他のリスクは出てこないのかとか。今の電気の問題も含めてですが、それは、もうエネルギー全般はすべてそうだと思うんですけど、それまでも拒否してしまっているのかどうかだと思ふんですけど、それは何におい

てもリスクはあると思うんで、それを守るためには、やっぱり、さっきの最後のつけが皆耐震に来るといった話がありましたけども、結果的にそこで受けざるを、受けなきゃいけないんじゃないかなというのは思うんですけども。

◎石橋氏

特に原発に関しては、今、結構話題になっているのが、地球温暖化の長期的なリスクと、原発の持っている短期的なリスクですね、災害のリスク、それを秤にかけると、地球温暖化の長期的なリスクの方が大きいんじゃないかとか、逆に、その原発の短期的なリスクは、それこそ技術によって低減できるんじゃないかとか、そっちを追求すべきではないかという議論がありますけども。これ、まずリスクをきちんと評価することが必要だと思うけれど、やっぱりその原発のリスクというのは、頻度×損害ですよ。損害が莫大になることがあるわけですから、温暖化のリスクと原発のリスクを単純に秤にかけるのも、ちょっと大問題なんだけども。そういう意味で、今おっしゃった、原発を拒否すると他のリスクが上がるんじゃないかというのを、具体的には、ちょっと日本の場合、私は思い浮かばなくて、その原発のリスクたるや、やっぱり、地震を知っているとか、地震を完全に理解していないことを知っている地震の研究者としては、非常に怖いですよ。

要するに、基準地震動を超える地震動に襲われる可能性は、本当に現実的に無視できなくて、その場合に、原子炉建屋とか何かは大丈夫でも、一番問題は、やっぱり中の機器やなんかですよ。で、まだ柏崎刈羽だって全部開けてみたわけじゃないし、それから、燃料集合体のあれが、外装が何かゆがんで引っこ抜けなくなったのも中性子照射の影響かもしれないなんて言っているけれど、それもちょっと疑問だし、それを全部柏崎刈羽が解明されて、やっぱりこれほど安全ですとかいう話も出てこないうちから、原発の地震に対するリスクは十分技術を追求すれば低く抑えられるんじゃないかという、まだそれは、私としては、そう言い切るのには甘いと思っていますけども。

要するに、世界全体から見たときにね、やっぱりすごいわけですよ、日本は。地球儀で見たときには、もう地震源をプロットしたら真っ赤で、日本じゅう海岸線が見えなくなるようなところに、世界で3番目に原発の数、発電容量ってあるわけですからね。フランスなんかは全然地震がない、マグニチュード5とか4が起こると、もうびっくりして、百年か数百年に一遍ぐらい、ドイツもフランスもそうですけど、だからね、そのバランスというかな、その自然現象と、この地震列島で私たちがやっていることの見方が、日本はやっぱり今まだ非常に甘いと、私、地震の研究者としては思っています。

だから、そういう意味では、日本にどこか安全なところがあるかと言われれば、まあ、さっきは控え目に答えたけど、私は地震の研究者としては、日本列島に原発をつくるというのは、所詮、非常に危険なこと、無謀な、非常に勇気のあることで、日本民族というのはえらい蛮勇の民族だなど、世界の人は大抵思うと思いますよ。これは、だけど、大きな問題はね、そういうほかのリスクということより、やっぱり地域経済の問題が非常に大きいと思うんですよ。だから、僕は安全論議だけじゃなくて、やっぱり、これは僕は全然専門外ですけども、もっとその地域経済のことと。それで、時間がないのに悪いんだけど、ちょっといいですか。

いや、私、そういうわけで柏崎というところには非常に前から関心を持っているんで

す。ときどきラジオで、朝ちょっと早く起きたときに、6時43分からNHK第1放送で「ビジネス展望」という番組をやっている、そこでエコノミストであるとか何だとか話がする、15分ぐらいですけど、それをときどき聞くんですけども。去年の1月4日に、たまたま、あれは去年の1月4日ですね、一橋大学大学院商学研究科の関満博教授（地域産業開発論）という方が話をしていますね、日本の中小企業の後継者問題の話というのをして、そのときに、その関さんという方が、セミナーをやっているわけです、大学で。中小企業の若手・中堅を集めて諸問題を話し合うものらしくて、関さんという先生は場所を提供して、学生が出たりするんでしょうけど、それをね、たまたま柏崎でやったんですって、それはおとしの秋に。柏崎というところは地域産業の後継者が少なくなくて、しっかりしているところだというんで柏崎でやったんですって。そしたら、セミナーには東京などからも予想外に人が集まって、大いに盛り上がり、大成功だったという、そういう話で。要するに地域もですね、場所によっては、その後継者が結構いて、地域経済が活性化できる可能性のある場所がありますよという、まあみんなで元気を出しましょうという話だったと思うんですけども、その例に柏崎が挙がってきて、いや、だからこういう、すみません、時間にとってこういうことを今言ったのは、この話を知ってる方があったら、後で教えてほしいと思うんです。この会を知っている、この会合を知っている方があったら。

それで、せっかくそういう場所なのに、今回みたいな震災で、また皆さん大変な被害を受けたのは非常に残念だと思うんですけども、やっぱりそういう、地場産業とか地域経済、もちろんこれは「言うは易く行うは難し」で、国際経済のグローバル化の波に洗われてるわけだから大変ですけども、原発なしでやっている自治体だってあるわけだから、僕としてはですね、一方で原発の安全性をみんなで考えることと並んで、この関さん、関先生みたいな道も一生懸命追及してほしいと、柏崎に限らずですけども、非常に強く思うんですけどね。

◎新野議長

ありがとうございました。

もう1問と思いましたが、どなたかあれば、もう1問だけ受けませんが。

川口さんが最後でよろしいでしょうか。

◎川口委員

川口と申します。今日午前中、先生は原発のほうを、中に入って見ていただいたと思うんですけど、実際問題、僕は活断層がある、なしにかかわらず、本当に地震はどこでも起きる、全く素人ですから、あまり考えてないんですけど、日本列島において、先ほど、どこにおいても一緒だなという雰囲気の中で、その中で、実際、基準値の数値でいくと3倍、さっきの解放基盤面とか何だかんだというとその倍ぐらいとか言って、基準値の6倍を超す揺れがあつて、見てきた、あの程度だったんですけど、その感想をひとつ、あったらお願いいたします。

◎石橋氏

いや、すごいなと思いました、やっぱり戦艦大和みたいな感じで。ただね、一つその最大加速度。やっぱりよくね、中越地震でも、あれ川口かどこかでしたっけ、すごいのが出たことがありますよね。だから、その最大加速度だけでは、その地震の破壊力はわ

かんないという面もありますから、さっき言った、応答スペクトルというものをちゃんと見ないとよくないんですけどもね。だから、その6倍と仰った、それが本当に全体としてパワーが6倍だったのかどうか、それはわかりません。それと、さっきも言ったように、まだ全部が開いたわけじゃないということが一つですね、それから、さっきも言ったんですけども、M6.8で終わった、これ、例えば7.5までいかなかったって、6.9だって7.1だってね、今回程度じゃ済まなかった可能性があるわけですから。

よく工学の世界で、材料試験でこれだけ強いですとかいうのは、無数の試験をやって、サンプル数をものすごく多くして、で、これだけのものが大丈夫でしたって言うわけですね。だめだったやつは、もう零点零何%で、だからこれは大丈夫ですと。今回は、たった1回たまたま幸運で、幸運というのは言い過ぎかもしれないけど、たった1回の例でもってね、だから大丈夫ですとは到底言えないと私は思いますね。

けども、その一方で、やっぱりさすがにすごい。すごいというか、その耐えたことがすごい、耐えたかどうかまだわかんないけど、すごいというより、やっぱりあれだけのお金を、全部で累積3兆円以上かかっているそうですし、ものすごい無数の人たちの情熱とエネルギーを込めてあれだけ造ってあって、それはすごいと思いましたけども。

私はしばらく前から思っているんですが、まさにこれは戦艦大和だと思うんですよ。戦艦大和だという意味は、要するに当時、当時の国策あるいは社会通念からいって、戦艦大和は絶対善であった、絶対的な善であった。それにすべての日本社会のお金と労力と人間の情熱が込められていた。だから、そのときはですね、やっぱり戦艦大和はすごいし、みんなすごいと思って感心するわけですよ。だけど、海の藻くずとして沈んでしまって、時代が変わればですね、要するに、あの頃の軍国主義政策はよくなかった、膨張主義はよくなかったということに今なっているわけで、そのときの社会通念とか政策というものは変わり得るわけで、僕は、現在の日本の原子力政策というものがね、歴史的に、長い目で見れば、何せ私は、すみませんけども100万年を1単位として、100万年前を1Ma（エムエー）と称して物を考えてる人間ですから、そういう目で見るとですね、現代日本の国策で、みんなが、大多数が善であると思っていることに、さすがにお金をかければこんなすごいものができるんだなという、そういう印象は持ちました。

◎新野議長

ありがとうございました。

先ほどもチラッと出ましたが、午前中は原子力発電所を視察されて、午後は私どもにこのお話を聞かせていただいて、夜には長岡でもう一つ講演会を持たれているんだそうで、本当に遠いところからおいでいただいて、いろいろと御教示いただき、ありがとうございました。

私たちの会は、最初にも申し上げたとおり、いろいろな立場や考えの方が集まっている会ですので、ここでは結論を出すような目的で勉強しているわけではありませんので、個々がそれぞれの情報をとるということで、これをまた地域の皆さんに聞いていただくということで、今日は第1回という勉強会が、無事に終わらせていただきますけれど、第2回は、また別の観点・視点からのお話を伺えますので、それこそいろんな情報で、どういうふうに考えるのかという組み立てはそれぞれ市民の方の、村民の方のそれ

ぞれのお考えですので、御理解いただきたいと思います。

今日は長い間ありがとうございました。先生、ありがとうございました。

◎事務局

はい、ありがとうございました。

先生は本当にお忙しい、今、会長の方からもお話がありました、これからまた長岡の方へ向かわなければならないということで、委員さんの方からすれば、もう一、二問聞いてみたかったなということもあったかもしれませんが、時間を超過いたしておりますので、これで今日の第1回目の勉強会ということを開じさしていただきたいと思います。

先生、どうもありがとうございました。お疲れさまでした。

委員の皆さんも、お疲れさまでございました。これをもって終わらせていただきたいと思います。

なお、第2回目の勉強会はここ、同じ、部屋は違いますけども、この市民プラザで12月の2日、日曜日の1時半からということで、その場合には54回の定例会も最初の方に少しだけさしていただきますが、また傍聴の皆さんも、ぜひおいでいただきたいとこう思います。

今日は、どうもお疲れさまでした。ありがとうございました。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・16：35閉会・・・・・・・・・・・・・・・・