

## ① 枚目

●原告団長の竹本と申します。今年5月に関電側は、準備書面(3)として、基準地震動の策定にかかわる168ページの意見書を提出して参りました。この書面の宛先が、私ほか、原告1962名となっております。

●私は、固体地球物理学・測地学を専門としておりまして、私の専門領域にかかわるこの書面について、意見を申しあげたいと考えておりましたが、本日、その機会を与えられましたことに厚く御礼を申し上げます。

●先ほどの井関弁護士による地震と原発についての全般的な陳述に続きまして、私の陳述は、わが国の地震予知研究の現状について説明させていただくとともに、具体的な問題として、(1) F O - B ~ F O - A ~ 熊川断層の3連動の想定地震の扱いについての問題と(2) 上林川断層延長上の空白域における地震発生の可能性について、陳述させていただきます。

## ② 枚目

●この図は、大飯原発周辺の活断層を示したものであります。大飯原発から30km以内の範囲で、敷地に近いところには、F O - B、F O - Aと熊川断層があり、また、左下には上林川断層があります。

●海と陸のプレート境界で起きる海溝型超巨大地震とは異なり、この図の範囲で起こりうる地殻内断層型地震は、プレート間の押しあいに伴う地殻ひずみの蓄積が、限界を超えると発生します。

●国土地理院の測地測量の結果によれば、若狭湾を含む中部・近畿地方では、平均すると年間10のマイナス7乗のオーダーで、ほぼ東西方向にひずみが蓄積されています。

●地殻の岩石は、10のマイナス4乗以上のひずみを蓄えることができません。年間10のマイナス7乗の割合でひずみが蓄積されて行くとしたとしますと、1000年で10のマイナス4乗のひずみに達しますから、同じ場所で、早ければ1000年に一度、地殻内断層型地震が起こることになります。しかし、万年オーダーでは、ひずみの蓄積速度はもう少し遅く、同じ活断層で起こる地震の繰返し周期は、数千年～数万年と言われていています。

●地震断層は、ひずみの溜って行く方向、つまり、ひずみの主軸から、45度ずれた方向に走ります。どちら向きの45度かは、任意性があって、一概には言えませんが、このペアの断層を共役断層(共軛断層:キョウヤクダンソウ)と呼んでいます。

●この図の左の端を見て下さい。郷村断層と山田断層がほぼ直交しているのがお判りと思います。先ほどの森田弁護士の津波の話にも出てきましたが、この組み合わせが典型的な共役断層です。2つの断層は、この辺りのひずみの主軸から、プラス・マイナス45度ずれています。

●この共役断層の活動時期ですが、地震調査研究推進本部の近畿地方の活断層図を見ますと、「郷村断層帯の最新活動時期は昭和2年（1927年）の北丹後地震で動いた」と書かれています。山田断層帯主部の最新活動時期は、約3千3百年前以前であったそうです。共役断層が、同じタイミングで動く訳ではないのですね。

●でも、次の地震は郷村断層と山田断層でどっちが先に動くのかと聞かれた専門家は、「しばらく動いていない山田断層の方が先でしょう」と答える人の方が多いだろうと思います。

●さて、図を見ると、直線上のF O - B ・ F O - A ・ 熊川断層と上林川断層は大体90度ずれていますね。上林川断層の右上の空白域で、これから先、地震が起きたとすると、専門家は、「この空白域で起こった地震は、F O - B ・ F O - A ・ 熊川断層と共役断層で起きた地震です」と答えるでしょう。

### ③ 枚目

●既存の活断層だけに注目していてもダメだという話をもう少し、しておきます。

●この図は、1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震までに認識されていた近畿およびその周辺の活断層図です。このマグニチュード7.3の地震は、震源領域の長さ50km超、深さ約5~18kmの断層面が一度に破壊することを示唆する長い活断層の存在は、地震の前には認められていませんでした。

●それまでは神戸市側では短い断層が雁行する六甲断層系と淡路島側では野島断層などの短い断層が何本か存在することが知られていたに過ぎません。

●われわれ専門家は、次にこの領域で起こる内陸地殻内地震としては、神戸ー淡路島間よりも、その西側にある兵庫県南東部から岡山県東部にかけて分布する全長約80kmの山崎断層系の方が危ないと考え、山崎断層系周辺の地震・地殻変動観測体制を強化しておりました。

●神戸ー淡路島間については、それまで知られていた活断層分布図や兵庫県南部地震直前の微小地震の活動度の変化を見ても、危険が差し迫っているとは考えられませんでした。

●また、京都大学が神戸市の六甲高雄地殻変動観測室で行っていたレーザー伸縮計を用いた高精度地殻変動連続観測のデータにも地震の前兆的ひずみ変化はまったく観測されなかったのです。この話は、後で日本の地震予知計画の話と関連させて、詳しく説明します。

●この兵庫県南部地震が起きてから、改めて考えてみますと、兵庫県南部地震を起した地震断層と山崎断層系はお互いに約90度ずれていて、共役断層の関係であったということも、できる訳です。

●この辺りは東西方向に主ひずみ、すなわち、主圧力の方向がありますから、山崎断層系が動けば「左横ずれ」、これとほぼ90度ずれている兵庫県南部地震の場合は「右横ずれ」で、話は合います。

#### ④ 枚目

●この図は地震調査研究推進本部によって示されているいま現在の、兵庫県南部地震周辺の活断層図です。薄い青で示しているのが、兵庫県南部地震の震源域です。それまで知られていた活断層の位置とは微妙に違っていますが、まあ、それはいま、問題にしない事にします。

●京大防災研の橋本 学 教授が国土地理院にいたとき、この地震は、北東－南西走向のほぼ鉛直な 3 本の断層が、西側から順番に右横ずれ運動したと推定しています。まず、淡路島の野島断層が大きな破壊を起こし、続けて神戸側の六甲断層系の 2 つの断層が遅れてやや小さい破壊を起こした運動であったというのが彼の考えです。

●この地震の後に、いろんな機関が周辺の淡路島や大阪湾の活断層の調査をしました。その結果、1 つ前の図に比べてみますと、淡路島の活断層も大分増えました。また、この「大阪湾断層帯」は、1995～1999 年度に海上保安庁、1998～1999 年度に地質調査所（現：産業技術総合研究所）によって調査が行なわれて、この活断層の存在が明らかになりました。調査が進むと、日本でもっと多くの活断層が見つかることでしょう。

#### ⑤ 枚目

●次に日本の地震予知計画の話をしてします。これは 1965 年に発足しましたが、この計画の地震の直前予知の本命と目されていたのが、傾斜計や伸縮計を用いた地殻変動の精密観測です。

●その根拠になったのは、戦時中の 1943 年に起こったマグニチュード M7.2 の鳥取地震のときに、京都大学が震央から 60km 離れた生野鉦山で、地震の直前に、地球潮汐の振幅の 10 倍に達する異常傾斜変化を観測したことです。それが、この左側の図です。

●そして、地震予知計画が発足して 30 年経った 1995 年の兵庫県南部地震のときに、京都大学の我々は、地震の震源域のごく近傍にある神戸市の六甲高雄観測室でレーザー伸縮計を用いた高精度ひずみ変化の観測を行っていましたが、地球潮汐のオーダーを超える地震の前兆的ひずみ変化は捉えられませんでした。それが、この右側の図です。

●この 1 番上がひずみ変化の原記録（Original）です。ここに見られる周期的な成分は、図の下から 2 番目に示した「Tides」と書いてある地球潮汐の成分と 1 番下に「Response」と書いてある観測坑道内の気圧、気温変化による気象影響です。これらの周期的な成分を原記録から差し引いたものが「TREND」です。さらにこれから全解析期間の直線変化分を引いたのが「TREND(2)」です。もし、地震の前兆的ひずみ変化が現れるとすると、「TREND(2)」に見られるはずですが、ところが何も異常変化は見られません。震源領域の真上に近いところで地殻変動の精密観測をやっている、何も変化は見られないとす

ると、地震の直前予知は絶望的です。

●木の枝を持って手で折るとき、ポキッと割れる前にメキメキと音がするでしょう？ このように、地殻変動の連続観測をやっているならば、メキメキに相当する地震の前兆的变化は観測可能だと言ったのが、京都大学の私の研究室の先輩でした。そして、神戸の経験から、地殻変動の連続観測をやっている、地震の直前予知は絶望的だと言ったのも、京都大学の後輩の我々です。

## ⑥ 枚目

●2014年5月10日の朝日新聞朝刊にこのような記事がありました。

●関電は、規制基準への適合審査の申請に際して、基準地震動を2013年7月には、700ガルで申請していたものが、同年12月にFO-B～FO-A～熊川断層の3連動を想定して759ガルと訂正しました。その後さらに、震源の深さなどの見直しを行い、2014年5月には、856ガルを提示したというものです。

●関電は、兵庫県南部地震の経験から多くのことを学んだということですが、2013年12月までFO-B～FO-A断層と熊川断層は連動しないと考えていたことは、兵庫県南部地震が複数の活断層が連動して起こったのだと言う肝心なことを何も学んでいないと批判せざるを得ません。

●また、基準地震動を856ガルと3桁の有効数字で示していることへの疑問は、既に井関弁護士から述べた通りであります。

## ⑦ 枚目

●関電は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の最も深刻な「基本ケース」として、FO-B～FO-A～熊川断層の3つの断層が連動して動く場合を想定し、断層の長さ63.4 km、マグニチュード7.8に相当する地震の基準地震動  $S_s$  を求めています。地震断層面の位置は、この図の1～9を結ぶ赤い線です。

●大飯原発の敷地に最も近いところで3 km、それ以上敷地に近づくケースは考えていません。地震断層面は、この赤い線の真下の方向に、深さ3 km～18 kmを通るといふ地震断層のモデルです。断層面を真上から見ると、単なる一本の線になってしまいますので、この図では便宜上、震源断層を横倒しした状態、つまり、断層傾斜角を0°にした状態で表示してあります。

●この図の薄い緑色で示されている部分がアスペリティの領域ということですが、アスペリティとは、断層面のなかで通常は強く固着していて、地震時に大きな地震波（強震動）を発生させる領域の意味です。しかし、この範囲が唯一の解ではなく、周辺地域の地震発生のパターンや地質構造などの解釈の仕方でも変わります。このほか、基準地震動の計算には、たくさんの震源断層パラメータを入れてやらなければなりません、それらのパラメータの数値の妥当性についても、さまざまな考え方があります。

●過去に起こった地震の、しっかりした観測データに基づく地震動の計算であれば、有効数字3桁で決めることも困難ではないでしょうが、想定地震の基準地震動は、あくまでもモデル計算の結果です。仮想的な震源パラメータの値の与え方については、関電側の解釈が唯一の解ではありませんので、3桁の有効数字で基準地震動を提示しているのは、観測物理学の常識から考えてもおかしいと思います。

#### ⑧ 枚目

●検討用地震の断層モデルの断層面の想定についての疑問ですが、関電は基本的に断層傾斜角が、鉛直方向、つまり水平面から90°の角度と考えていたが、図の左側に示すように、断層傾斜角を西向きに75°とすると発電所敷地との距離が近くなり、より大きな地震動になるので、この場合も計算してみたそうです。しかし、最終結果に影響を及ぼさなかったということが関電の準備書面(3)に書かれています。

●関電は、過去の活断層の地表面の位置を出発点として、議論を展開しておりますが、発想を変えて、震源(破壊開始点)をまず推定して、そこから断層破壊面がどのように進むかを考えてみると、図の右側に示したように地中の同じ震源(破壊開始点)からスタートした地震であっても、その時々三次元的な地殻内応力の分布状態によって、断層面の進む向きは異なる可能性があります。

●このように発想を変えて見ると、地震断層が敷地内を横切るケースもありうるのではないのでしょうか。そうすると基準地震動は、856ガルでは到底済まないと考えられます。

#### ⑨ 枚目

●次に、活断層の延長上の空白域でM7クラスの地震が起こるという例として、福岡県西方沖地震と警固断層の例を示しておきます。この地震の近くの陸域には警固(けご)断層という活断層が認められていたが、福岡県西方沖地震はその北西延長上の玄界灘の地震空白域で発生しました。

●専門家は、この地震の後で、福岡県西方沖地震の余震域とそれまで陸域で認められていた警固断層が直線上にほぼ連続していることから、この地震以後は、これらを含めて一連の活断層帯であると考え、それをまとめて警固断層帯として扱っています。

●地震が起きた後でこれを言う学者も無責任だとは思いますが、上林川断層の扱いとしては、福岡県西方沖地震の場合と同じように、既存の活断層の延長上の空白域で大飯原発に達する内陸地殻内地震が起こることも想定して、モデル計算を行うべきであると考えます。

#### ⑩ 枚目

●次に、活断層が知られていない場所でも直下型地震は起こる例として、2000

年10月6日に起きたマグニチュード7.3の鳥取県西部地震を示しておきます。

●今年5月に千葉の幕張メッセで開かれた日本地球惑星科学連合2015年大会において、東大地震研の瀧川一起教授は、「大飯原発運転差止差止判決における科学の問題」というタイトルの講演をしておりますが、そのなかで、彼は、ここに示した2000年の鳥取県西部地震のあと、2003年宮城県北部地震、2004年中越地震、2005年福岡県西方沖地震、2007年中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震などのそれまで未知だった活断層が強い地震動を発生させた例があることを示しています。

●要するに、既知の活断層だけを注目していても、原発の安全性は確保できないということです。

### ⑪ 枚目

●この図は、若狭湾周辺の主な断層の分布と周辺部で最近起きた地殻内断層型地震を示したものです。南海トラフで海溝型巨大地震が起きたとしても、若狭湾の原発群に与える直接の影響は小さいと考えてもよいでしょう。

●しかし、その前後に、日本海側の内陸地殻内地震の地震活動が活発化すると指摘する学者も多くおり、尾池和夫京大元総長は、次の南海トラフの巨大地震は2038年ごろに起こるという考えを述べています。

●そうすると、もうぼつぼつ若狭湾付近のM7クラスの内陸地殻内地震も警戒しなければならないのではないのでしょうか。次の被害地震は京都付近が先か、若狭湾が先かは、わかりませんが…。

### ⑫ 枚目

まとめ（パワポに記載のとおり）

●M7クラスの地殻内断層型地震は、活断層が認められていないところでも起こっています。今の研究レベルでは、次のM7クラスの地殻内断層型地震が近畿・中部地方で何時、何処で起こるかは、残念ながらまったく予測できません。

●その前提に立って、大飯原発の地震対策としては、

・FO-B～FO-A断層と熊川断層とが連動して動く場合のモデルケースの一つとして、地震断層面の傾斜角を変えて、地震断層が発電所敷地内を横切る場合の検討が必要。

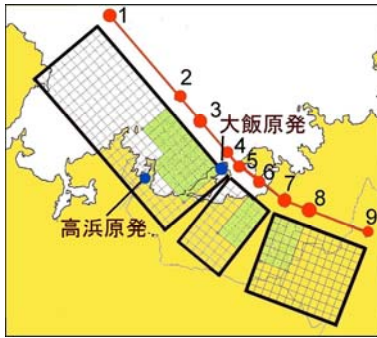
・既存の上林川断層の延長上の空白域で大飯原発に達する内陸地殻内地震が起こることも考慮すべき。

ということを述べておきます。

●結論として、地震大国ニッポンにおいては、原発稼働は土台無理スジです。子や孫の世代に負債を残さないために、全ての原発を廃炉にすることが、われわれの世代の責務であると考えます。裁判長の冷静なご判断に期待して、陳述を終わります。  
(以上)

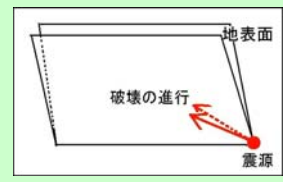
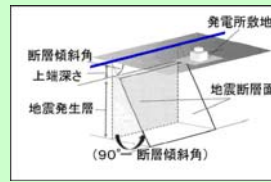


## FO-B~FO-A~熊川断層の3連動の想定地震



- ・想定地震の断層面は、既存のFO-B、FO-A及び熊川断層の3つの活断層をつなぐ位置に仮定。
- ・1~9は、想定地震動の計算に用いられた破壊開始点の位置。
- ・断層面はこの位置を通り、基本的に鉛直方向(断層傾斜角90°)である。
- ・アスペリティの領域は薄い緑色で示されているが、この範囲が唯一解ではない。

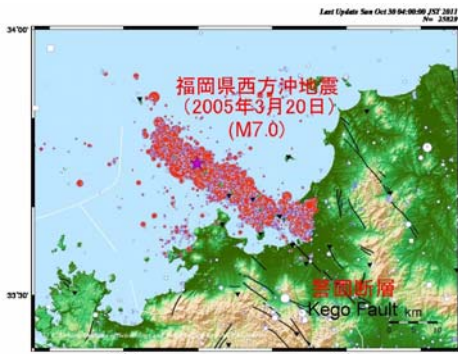
## 検討用地震の断層モデルの断層面の想定についての疑問



断層傾斜角は、基本的に鉛直(90°)方向と考えていたが、上の左図のように断層傾斜角を西向きに75°とすると発電所敷地との距離が近くなり、より大きな地震動になる。しかし、この場合でも、最終結果に影響を及ぼさなかったということである。

しかし、右図のように地中の同じ震源(破壊開始点)からスタートした地震であっても、その時々三次元的な地殻内応力の分布状態によって、断層面の進む向きは異なる。

## 福岡県西方沖地震と警固断層



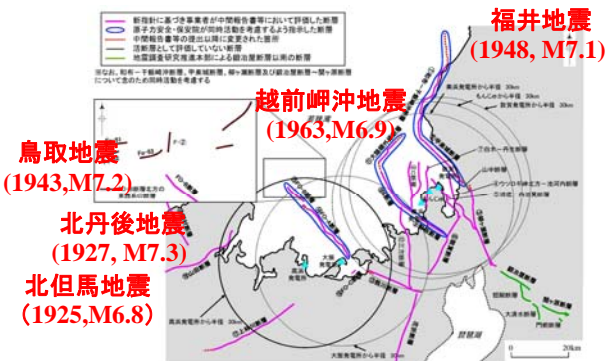
活断層の延長上の空白域でM7クラスの地震が起こる!

活断層が知られていない場所でも直下型地震は起こる  
鳥取県西部地震(M7.3)  
2000年10月6日13時30分



地震調査推進本部  
“鳥取県には、県東部に長さの短い活断層が分布するほかは、活断層はほとんど知られていません。”

## 若狭湾周辺の主な断層の分布と地震



2010年11月29日 原子力安全・保安院資料(46ページ)に加筆

## まとめ

- ・M7クラスの地殻内断層型地震は、活断層が認められていないところでも起こっている。
- ・今の研究レベルでは、次のM7クラスの地殻内断層型地震が近畿・中部地方で何時、何処で起こるかは、残念ながらまったく予測できない。

その前提に立って、大飯原発の地震対策としては、

- ・FO-B~FO-A断層と熊川断層とが連動して動く場合のモデルケースの一つとして、地震断層面の傾斜角を変えて、地震断層が発電所敷地内を横切る場合の検討が必要。
- ・既存の上林川断層の延長上の空白域で大飯原発に達する内陸地殻内地震が起こることも考慮すべき。