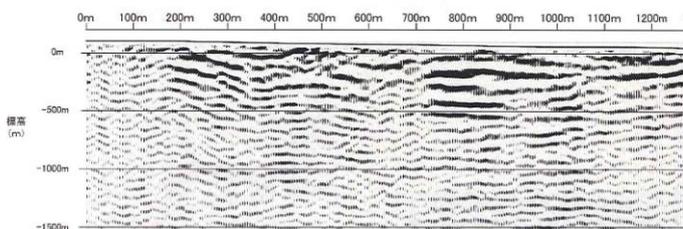


大飯原発裁判（大阪高裁）一審原告の新たな主張（破碎帯問題）

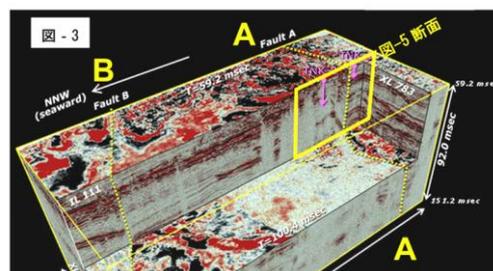
関電の二次元反射法探査では、F 6 破碎帯等の地下構造は把握できない

二次元探査はレントゲン検査、三次元探査は立体的に把握できるMRI検査に匹敵



関電の大飯原発敷地内の二次元探査データ

(関電 丙15号証・51頁 反射法地震探査調査結果より)



八代湾での三次元探査の解釈図

(文科省等による熊本地震調査)

大飯原発裁判は、2020年12月4日の原告勝訴に対し国が控訴し、大阪高裁で進行協議を中心に審理が行われている。高裁では地震動評価の問題だけでなく、事故時の汚染水対策、敷地内破碎帯等についても審理することになった。5月27日の第4回進行協議では、一審原告（住民側）と関電が、敷地内破碎帯についてそれぞれ準備書面を提出した。

一審原告は、F 6 破碎帯の連続性と活動性について関電と国の評価を批判し、さらに新たに、地下構造の把握のためには、三次元反射法地震探査（以下、三次元探査という）が必要なことを主張している。三次元探査については、専門家の芦田譲氏（京都大学名誉教授、物理探査学会の元会長）の意見書も提出された。

以下で、意見書と準備書面（2）を基に、三次元探査の概略を紹介する（詳細は下記を参照）。

芦田譲氏意見書 http://www.jca.apc.org/mihama/oosaiban/gk_kou238_ikensho20220518.pdf

一審原告準備書面（2） http://www.jca.apc.org/mihama/oosaiban/gk_g_junbi2_20220520.pdf

◆地下構造を正確に把握し、断層の位置や連続性を詳細に明らかにする必要

設置許可基準規則3条3項では、「耐震重要施設[・]は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない」と定められている。そのため、耐震重要施設の直下に活断層があってはならず、またその近傍に断層等がある場合には詳細な調査を行うよう「地質審査ガイド」(※1)で定められている。地下構造を把握する方法として、ボーリング調査、トレンチ調査、物理探査等がある。物理探査の中で最も精度の高い調査方法が、三次元反射法地震探査である。

ボーリングやトレンチは、活断層が走っていると思われる場所で掘削し、地層や断層を確認する。しかし、掘削する場所によっては、活断層を見逃すことにもなる。大飯原発の敷地内破碎帯調査では、有識者会合の意見を聞きながらも基本的に関電が調査地点を決め、ボーリングやトレンチ調査を行った。関電は、旧F 6から新F 6へと破碎帯の位置を変更した。有識者会合では、なぜF 6の位置が変わったのか等の意見が出たが、関電はそれに答えてもいない。

関電は地下構造把握のために「二次元」の反射法探査を行っている。しかし後に述べるように、二次元探査では、断層の位置等を正確に把握することはできない。

三次元探査なしに、耐震重要施設である非常用取水路の直下ないし近傍に、新F 6破碎帯及び台場浜活断層がないとは断言できない。そのため関電の調査では、設置許可基準規則3条3項の要件を満たしているとはいえ、規則に違反していることは明らかだ。

(※1:「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」)

◆石油掘削調査等では、1970年代から三次元反射法探査が主流

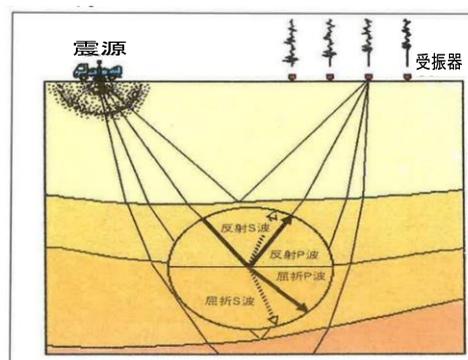
反射法地震探査では、石油掘削調査等で既に1970年頃から三次元探査が主流になっていた。

芦田氏は意見書で、「私は原子力発電所のような重要な施設の地下構造が、いまだに二次元探査のデータに基づいて解釈されていることに驚いている。私は、政府の各種委員会の委員を務めていた2000年代の初頭から関係機関に対し、原子力発電所敷地周辺の地盤調査を三次元探査で行わせるべきだと言いつけてきたが、未だに原子力発電所敷地で三次元探査は実施されていない」と述べ、関電のみならず他の電力会社でも三次元探査を実施していないことを批判している。費用は二次元探査の約2倍の数億円程で「特に、原子力発電所のような重要な施設の場合には、必要な費用の支出は惜しむべきではなく、また、電力会社の財政規模、深刻な事故が起きた際の損害額に比べれば、三次元探査の費用は大した金額ではないと考える」「地下構造形態や断層の存否、傾斜、落差、連続性を詳細に把握して議論すべきなのは当然で、そのために三次元探査は必須である」。関電の「地下構造調査は、現在の物理探査の技術からかけ離れており、新規基準の要請にも応えておらず、不十分と言わざるを得ない」と述べている。

◆反射法地震探査

地表で人工的に地震波を発生させるとそれが地下に伝播し、右図のように性質の異なる地層の境界面で反射して地表に戻ってくる。その反射波を複数個の受振機で測定し、データをコンピュータで処理することにより地層構造等を探る手法である。

二次元探査では、震源と受振機を直線（測線）上に配置するが、三次元探査ではそれらを面的に配置する。



反射法の原理

◆二次元探査と三次元探査の違い。関電は二次元探査しかしていない

二次元探査では、探査範囲は測線上のデータに限られる。その場合のデータには、測線直下からの反射波の他に、周囲からの反射波も含まれるが、それも測線直下からの反射波として処理されるため、解析結果は不正確で実態を正しく反映しないものとなる。

実際の関電の調査は二次元探査で、測線は2本しかなく（右図のAとB）、周囲からの反射波の補正も行えないため結果は不正確で信頼できない。

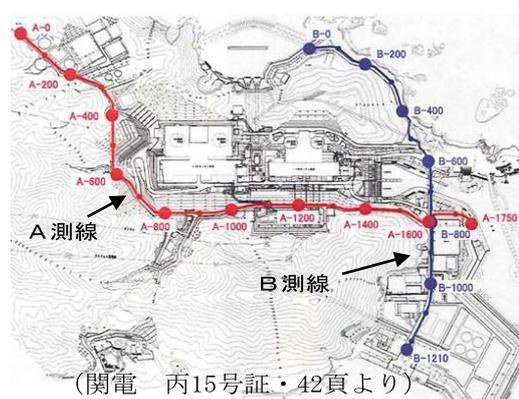
なお、二次元探査では、基本的に探査場所を囲むように4本の測線を井桁状（井の字状）に配置するが、関電はそれさえ行っていない。

この関電の方式は、規則の解釈で「地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討すること」と定められていることに違反している（芦田意見書10頁）。

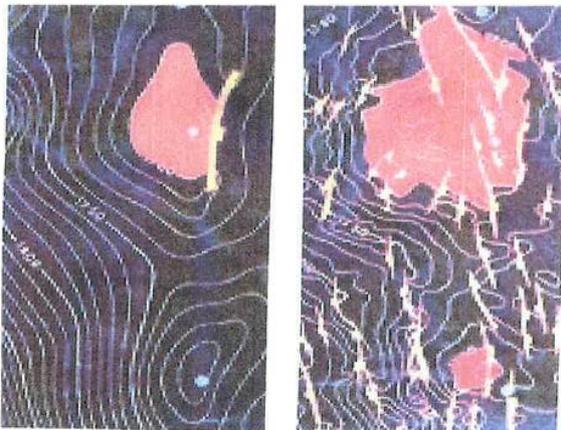
他方三次元探査は、調査地域を取り囲むように、多数の震源と受振器を面的に配置し、それにより得られたデータをコンピュータによって映像化することにより、地層の境界や断層の傾斜、落差等について面的なデータを正確に捉えることができる。

次頁図は同じ場所の地下構造図で、(a)は二次元探査によるデータ、(b)は三次元探査によるデータを示している。

それぞれ2つの背斜構造（地層が盛り上がって褶曲し、山の形になった地下構造）が認められ



る。(a)では、上部と下部の白丸の箇所だが、下部の背斜構造は小さく、また、上部背斜構造の右側に1本の断層が認められるだけ。



(a)二次元探査による地下構造図 (b)三次元探査による地下構造図
二次元と三次元反射法地震探査による地下構造図の相違

他方で、三次元探査の(b)では、上下2つの背斜構造が明瞭で、下部の背斜構造も大きく映っており、全体に数多くの断層が認められる。

三次元探査によるデータを用いて、フェンスダイアグラムと呼ばれる図面を作成することも可能となる。これは、特定の深度における水平方向のスライス断面上に直交する鉛直断面をフェンスのように重ねて表示したもので、鉛直断面で発見された断層が水平方向にどのような形状で延びているか等が識別可能となる。芦田氏は意見書で「二次元探査を医療診断分野のレントゲン検査や超音波診断に例えれば、三次元探査は地下構造内部を立体的断面として把握できるという点でCTスキャン検査やMRI検査であり」と指摘し、地下構造把握の容易さ等において格段の差があると強調している。三次元探査の実例について、次に紹介する。

◆熊本地震に関する八代湾での三次元探査

2016年4月の熊本地震に関する調査の一環として、2017年に八代湾（日奈久断層帯海域部）で、三次元反射法地震探査が実施された。文科省、産業技術総合研究所等による調査だ。調査面積1x2km(2km²)、水深8~40m、調査測線20m間隔で50本+補間測線10本、計60本。観測日数は日中作業のみで6日間だった。

図-3は、二枚のスライス断面と二枚の鉛直断面を組み合わせた三次元可視化記録で、2つの海底活断層(AとB)の形状と特徴が捉えられている。これ以外にもいくつかの断層の痕跡が分かる。

図-5は垂直断面図。ほぼ水平な線は、地震波の速度が異なる地層境界を示している。中央部の「検討対象の海底活断層」が、図-3の活断層Aに該当する。地層は上下方向にずれている。

二次元探査では直線的に把握されていた活断層が、実際は鍵状に折れ曲がって連続することや、B断層近辺に昔の川の流路が存在したことまでもが明らかになっている。

このように三次元探査では断層の走向等が可視化できる。関電の二次元探査では、敷地内断層の位置等は不明確で、地震で地盤がズレ、非常用取水路等に影響を与え大事故になる危険がある。

