

令和2年（ウ）第4号 保全異議申立事件

債権者 [REDACTED] 外2名

債務者 四国電力株式会社

## 準備書面 1 - (1)

(地震一中央構造線)

令和2年9月30日

広島高等裁判所第4部 御中

債権者ら代理人弁護士 中 村



同 弁護士 河 合 弘 之



## 第1 はじめに

債務者は、債務者の実施した海上音波探査の総ての結果が添付されていると主張する佃栄吉氏の意見書（乙520）等を引用したうえで、同探査は十分なものであって、その結果、佐田岬半島北岸部に活断層が無いことは明らかになっているから、「震源が敷地に極めて近い」場合の評価は必要ない旨主張している。

本準備書面では、同探査によるデータが、極めて質の悪いものであること、債務者の主張からすれば、地質境界としての中央構造線が活断層か否かを判断するためには、中央構造線の三次元構造を知ることが必要であるのに、それを知るための三次元地震探査がなされていないことなどの問題点について指摘する。なお、詳しくは、芦田謙京都大学工学部工学研究科名誉教授の意見書（甲1102）を参照されたい。

## 第2 反射法探査とは

地下構造を把握する物理探査で用いられることが多いのが、反射法地震探査である。

反射法地震探査とは地上で人工的に地震波を発生させ、地質境界から反射してくれる地震波を地表に複数個設置した受振器でとらえ、それをコンピュータで処理して地下構造形態を得る技術である。その模式図を下図1に示す（「図解物理探査」物理探査学会、1989、p4）。

債務者の行った海上音波探査は、この反射法地震探査である。

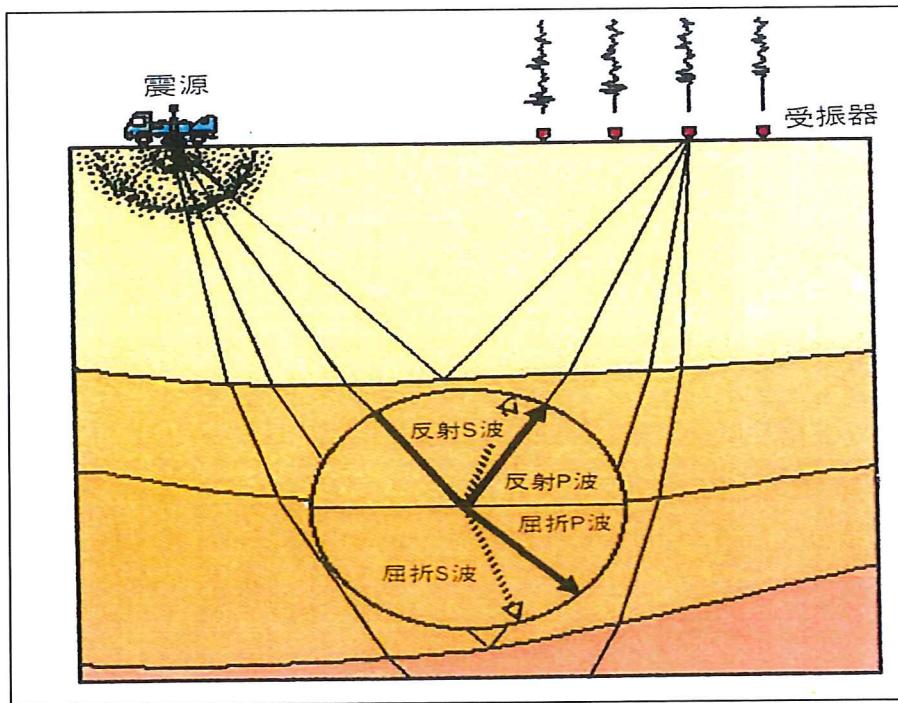


図1 反射法の原理

### 第3 反射法地震探査のデータの質を決する要素

#### 1 反射法地震探査に用いる震源によって異なる透過深度

「透過深度」とは、どの位の深度からの反射波を記録できるかというものである。これは、用いる震源の出力と周波数によって決せられる。

ちなみに、震源としては、G I ガン、ブーマー、ジオパルス、スペーカー、小型のエアーガン、ウォーターガン、チャーブレーダーなどがあるが、エアーガンを除き、これらの震源は、出力が小さく、高周波であり、透過深度は、せいぜい100～200メートル程度である。

#### 2 分解能

「分解能」とは、二つのものを別個のものとして識別できる能力のことであ

る。特に、反射法地震探査の場合は、どの位の薄層まで識別できるかということである。

分解能は、波長の4分の1程度とされている。また、伝播速度V、波長 $\lambda$ 、周波数fの関係は、 $V = f \times \lambda$ （すなわち、 $V \div f = \lambda$ ）であるから、例えば、伝播速度秒速5000メートル、周波数50Hzの波の波長は、100メートル（秒速5000メートル $\div$ 50Hz）であり、分解能は、25メートル（=波長100メートル $\div$ 4）となる。

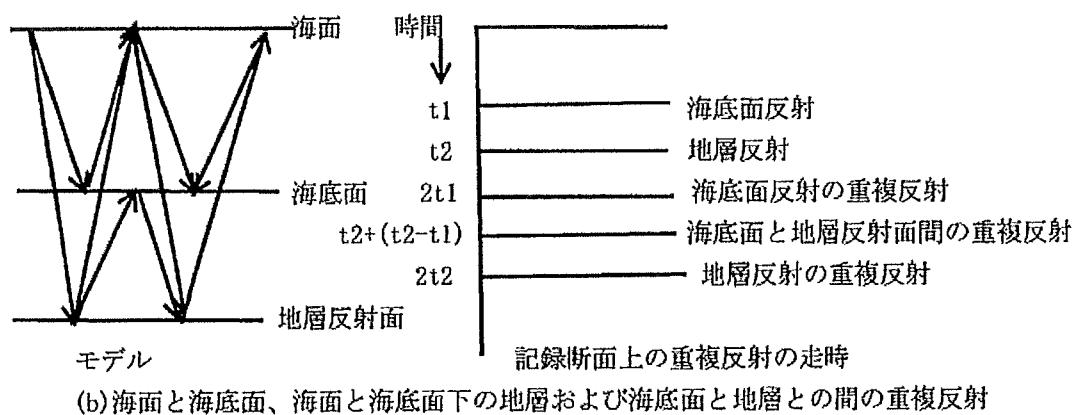
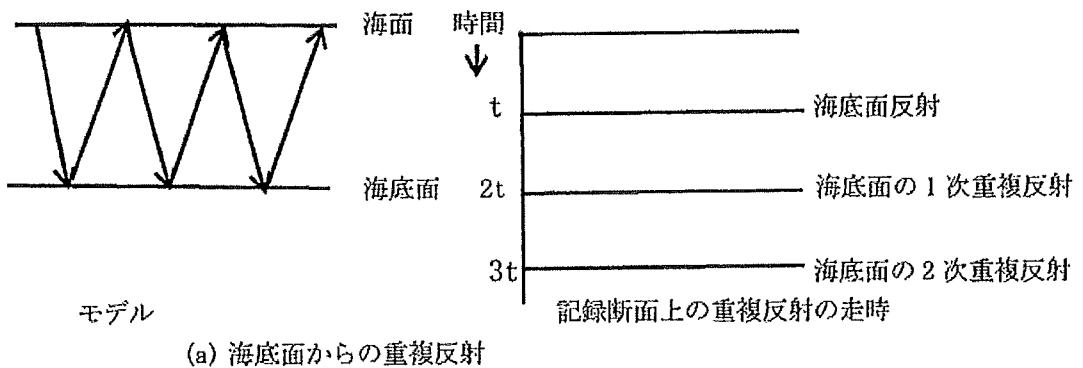
この場合、25メートル以下の薄層の地層の上面と下面からの反射波は一つの波として重なり合い、識別できないこととなる。

### 3 S/N比

「S/N比」とは信号(Signal)とノイズ(Noise)との比で、 $S/N (\text{db}) = 10\log_{10}(\text{信号の振幅}) / (\text{ノイズの振幅})$ で定義される。信号を強調し、ノイズを抑制することは、高品質の記録をとるための必須条件であり、そのために反射法地震探査の分野でも多くの技術が開発されている。共通反射点重合法(Common Depth Point: CDP重合)は、その主要なもの一つである。CDP重合とは反射点を共有する複数の反射波を補正して同じ位相とすることによって足し合わせて強調し、他方、ノイズはこの補正によって弱められる手法である。CDP重合によってS/N比が向上するが、重合する記録の数をnとすると $\sqrt{n}$ でS/N比が向上する。

### 4 重複反射の是正

前記第2のとおり、反射法地震探査とは地上で人工的に地震波を発生させ、地質境界から反射してくる地震波を受振器でとらえて、処理して地下構造形態を得る手法であるが、「重複反射」とは、下図のように、海面、海底面、海底面以下の地層によって2回以上繰り返した波のことを言う。



重複反射があると、各重複反射したいくつもの反射波が、もとの反射波にオーバーラップし、重大なノイズとなる。

重複反射を抑制するには、デコンボリューションフィルタをかけ、あるいはCDP重合法を用いることが必要となる。

石油探査の場合、重合数( $n$ )は100を超えるのが通常であり、この場合、S/N比( $\sqrt{n}$ )は、10倍となる。

#### 第4 二次元反射法地震探査と三次元反射法地震探査

##### 1 二次元反射法地震探査とは

二次元反射法地震探査は、震源と受信器を直線状に並べて反射してくる地震波を捉えるもので、得られる情報は測線直下の地質情報に限られる。また、二

次元反射法地震探査の場合、受振したデータには直下から反射して戻ってくる波の他に、直下でない周囲から反射して戻ってくる波が含まれ、それらを全て直下からの反射として処理するため、不正確、場合によっては誤って解釈してしまうことがある。

二次元反射法地震探査を用いて、地下構造図を作成しようとする場合には、調査地域の周辺を囲むような4本の測線で反射法地震探査を行なって、そのデータによって作成するしかないが、測線の密度が三次元反射法地震探査より小さいことから、正確な連続的地下構造図は作成できない。

## 2 三次元反射法地震探査とは

地下構造を三次元的に把握するためには、三次元反射法地震探査が不可欠である。二次元反射法地震探査でも、多少の地下構造の把握ができるが、全く不十分で、詳細に三次元の地下構造を知るために三次元反射法地震探査が不可欠であり、三次元反射法地震探査以外の手法では、地下構造を三次元で把握することはできない。

海域で行う三次元反射法地震探査では、海中から弾性波を発射し、地層の境界で反射して戻ってきた反射波を受振器でとらえることによって探査がなされる。

地質境界からの反射波は、海水内で圧力変化として伝わることから、受振には、ハイドロフォンと呼ばれる圧力型受振器が用いられる。計測は、多数のハイドロフォンを組み込んだケーブルを海中で曳航する方法（ストリーマケーブル曳航方式）や海底にケーブルを敷設する方法（オーシャンボトムケーブル[OBC]方式）により行われる。

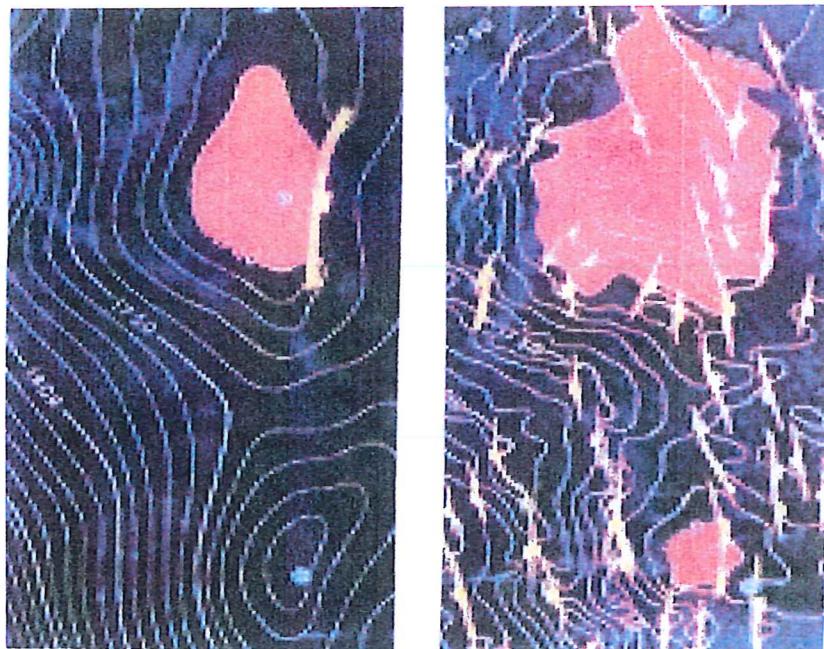
ストリーマケーブル曳航方式では、受振器を組み込んだ多数のケーブルを一度に曳航する。またOBC方式でも、受振器間隔25m、受振器数400～500個、

ケーブル長 15km のものがあるなど、三次元反射法地震探査では、その計測の密度は極めて高い。

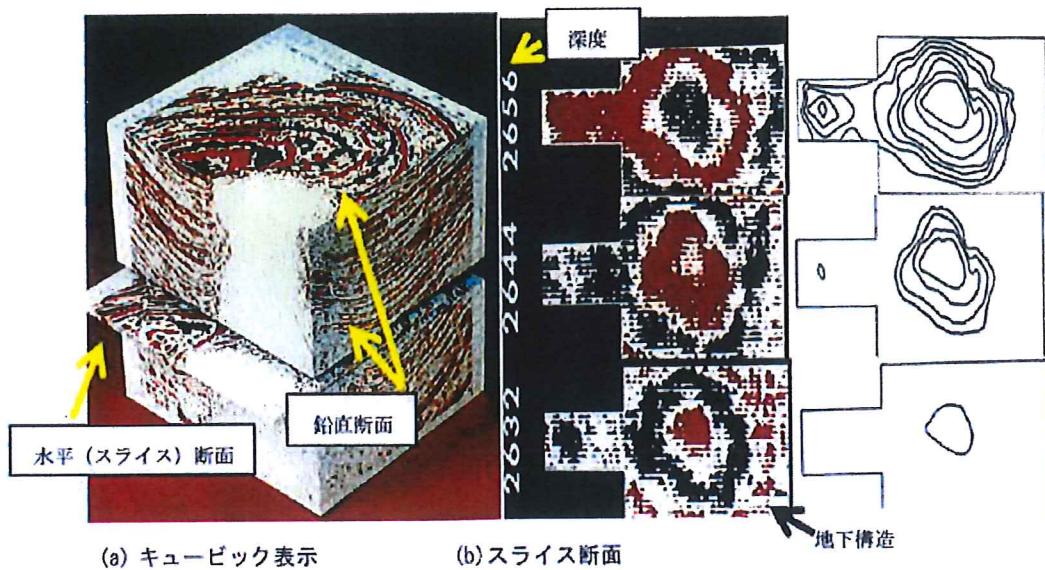
### 3 二次元と三次元反射法地震探査のデータによる地下構造図の相違

三次元反射法地震探査の計測の密度が極めて高いことから、その結果得られる地下構造図は、二次元反射法地震探査によるものと比べ、極めて詳細である。

下の左図は二次元反射法地震探査によって作成された地下構造図、右図は三次元反射法地震探査によって作成された地下構造図であるが、詳細さのレベルが全く違うことが明らかである。



最近の三次元反射法地震探査では、ワークステーションと呼ばれる計算機中にデータが蓄積され、地下構造を次のような三次元キュービック表示で示すことができる。また、任意の方向の鉛直断面、任意の深度の水平（スライス）断面や任意の角度の回転等が簡単に作成できる。



三次元反射法地震探査では、二次元探査では抽出できなかった複雑な地下構造を把握することができる。両者の差は医療分野に例えるならば、二次元探査はレントゲン撮影や超音波診断のようなもの、三次元探査はCTスキャン、MRIのようなものと言うことができる。

三次元反射法地震探査の二次元探査に対する優位性は、(1)データ自体の持つ情報量が格段に豊富であること、(2)データ処理の正確さ、(3)処理結果の解釈の容易さにあるといえる。

## 第5 債務者の行った海上音波探査の問題点

### 1 債務者の行っている反射法地震探査によるデータの質

- ① 債務者の用いている反射法地震探査の震源はブーマーなどであるが、これら震源は、透過深度が小さく、得られたデータは、浅部しか分からないものであって、原発周辺の地下構造調査データとしては不適切である。

- ② 債務者の行っているC D P重合法では、重合数が8でしかなく、全く不足である。
- ③ 債務者の行っている反射法地震探査では、デコンボリューションフィルタをかけてないか、または、C D P重合法の重合数が8でしかないため、重複反射が除去できていない。
- ④ 債務者の行っている反射法地震探査では、極めて質の悪いデータしか得られない。このような質の悪いデータに基づく解釈は、非常に困難であり、より透過深度が深い方法を用い、また重合数をせめて通常行われているように100程度にし、デコンボリューションフィルタを用いて重複反射を抑えるべきである。容易にできるそのようなことをせずに、不十分なデータのまま、音波探査記録の解釈をしても、不正確なもの、誤ったものとなるだけである。

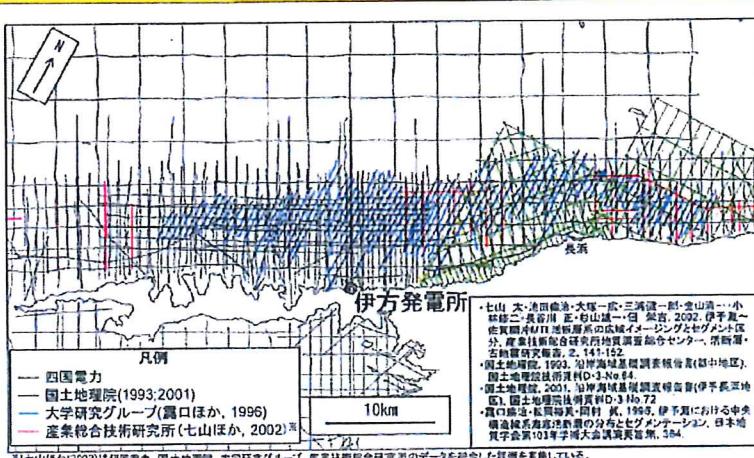
## 2 三次元反射法地震探査が必要

債務者の行っている反射法地震探査の測線は、下図の灰色の線で示されている（乙126号証）が、その測線の間隔はほぼ1kmである。

### 音波探査記録による検討①<各種機関の評価>

○伊予灘では四国電力、国土地理院、大学研究グループ、産業技術総合研究所といった各機関による海上音波探査が行われており、それらのデータを統合的に評価した七山ほか（2002）を含め、いずれも沖合に海底活断層を示しているものの、佐田岬半島沿岸部には活断層を示していない。

○佐田岬半島に沿って分布する海底谷について、国土地理院（2001）による伊予長浜沖での調査では、「これらの海底谷は、潮流の影響で表層の堆積物が侵食されて形成されたものと考えられる。」と記されている。

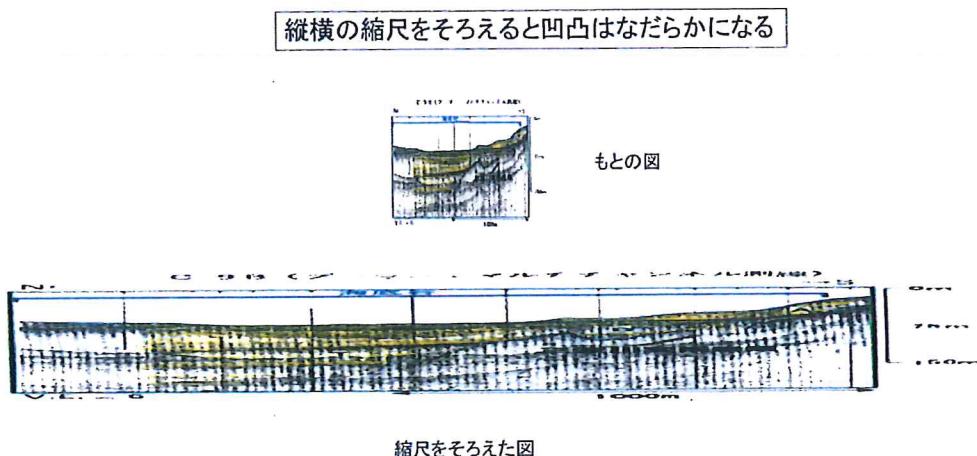


一方、三次元反射法地震探査での受振器の間隔は、25m程度などと極めて小さい。そのため、仮に債務者のデータによって、地下構造図を作成したとしても、測線と測線の間隔が1kmもあるので、その間の地層の状態を把握することができず、全く不正確なものとならざるをえない。

### 3 債務者の主張するD層堆積物に着目した判読について

債務者は、保全異議申立書38頁以下において、「「地質境界としての中央構造線」が三波川変成岩類の上面に沿って滑り落ちるような正断層成分を含む活動をしているのであれば、三波川変成岩類が沿岸部で平坦になったり、あるいは北傾斜から南傾斜に転じたりする地点では滑り落ちる堆積層と滑り落ちずに三波川変成岩類の上部にとどまる堆積層として分かれるので、当該地点を覆う堆積層中には確実に正断層の変位が生じる」と主張する。

まず、債務者が指摘する各図は、いずれも縦横の縮尺が異なっており、誤ったイメージを与える誤導的なものであることを指摘する。その縮尺を同申立書図9で縦横を合わせれば、下の図となる。



縮尺をそろえない上図では、傾斜が南傾斜に転じた地点で、上部の堆積層が滑り落ちずに三波川変成岩類の上部にとどまるかのような印象を与えるが、下図では、凹凸がなだらかであるので、地質境界としての中央構造線の活動によ

って、南傾斜に転じた地点以南の堆積層も、その場所にとどまらず北方に動くことが十分にありうると認めることができる。要するに、図の縮尺が縦横異なるために、あたかも債務者の主張が正当性を持つような印象を与えたに過ぎないのである。

次に、これらの図は、いずれも質の悪いデータによって作成されたものであり、かつ重複反射も除去されていない図である。したがって、そのような図によって議論すること自体、誤りである。

また、地質境界としての中央構造線が活動するとして、主要な運動は、横ずれの運動である。その場合、債務者の主張のとおり、上部堆積層の変位の有無を見る必要があるというなら、上記のようなまばらな南北測線での中央構造線の形状ではなく、地質境界としての中央構造線の三次元的な構造を見ることが必要となるはずである。したがって、債務者の主張を前提としても、その行った二次元反射法地震探査では全く足らず、三次元反射法地震探査を行わなければならない。

#### 4 上載地層法

上載地層法は、保全異議申立書42頁記載のように、活動性の問われる断層（破碎帶）の末端を覆う地層の変位の有無を見て、変位の認められない地層の年代によって、断層の最終活動年代を推定する手法である。

本件で、仮にこの手法を用いるなら、地質境界としての中央構造線の末端がどこにあるかを確認し、その末端を覆う地層に変位があるかを見なければならない。しかし、地質境界としての中央構造線の末端など、債務者は問題ともしようとしていない。債務者が行っているのは、断層面自体を覆う地層の変位を見ようとするものであるが、この手法は本来の上載地層法ではない。

また、断層面自体を覆う地層であるD層に変位がなくとも、上記のように地質境界としての中央構造線の凹凸がさしたものではないことをも踏まえれ

ば、地質境界としての中央構造線の活動性を否定することは不可能である。

以上