

令和3年（行コ）第136号 東海第二原子力発電所運転差止等請求控訴事件  
一審原告 大石 光伸 外  
一審被告 日本原子力発電株式会社

## 控訴審準備書面（13）

（地震と地震動について その1）

2024（令和6）年9月2日

東京高等裁判所

第22民事部ハに係 御中

一審原告ら訴訟代理人弁護士

弁護士 河合 弘 之  
外

### 目次

1	はじめに .....	2
2	1995年兵庫県南部地震（Mj 7.3） .....	3
3	1994年ノースリッジ地震（Mj 6.8） .....	4
4	石橋克彦神戸大学名誉教授（地震学）の警鐘.....	4
5	土木学会の提言 .....	5
6	中部電力浜岡原発差止訴訟2007年10月26日静岡地裁判決 .....	9
7	原発の基準地震動越えの地震が頻発.....	9
8	2011年東北地方太平洋沖地震の発生確率は0.0%だった.....	10
9	なぜ、地震の予測は間違え続けてきたのか.....	11
10	金森博雄カリフォルニア工科大学教授の警鐘.....	11
11	瀨瀨一起東京大学地震研究所教授の警鐘.....	13
12	新規制基準は、基準地震動について定量的な基準となっていない.....	14
13	野津厚氏の警鐘 .....	15
14	令和6年能登半島地震.....	19
15	基準地震動についての一審被告の回答.....	19
16	一審被告が想定している基準地震動は過小であること .....	20

## 1 はじめに

原判決は、以下のとおり、自然災害等の事象の発生確率が高いことなど予測困難な事実を、具体的危険があることの要件とすることは相当でないと正しく判示した。

【図2】（○囲み数字は代理人）。

「発電用原子炉施設の事故の原因は、原子炉施設の設計、施工の瑕疵やテロリズムなどの人的要因、地震、津波、火山等の自然現象など、様々なものが考えられる。我が国では、防災対策等として自然現象に対する予測について研究が行われている（略）が、①最新の科学的知見によっても、本件発電所の運転期間内において、いついかなる自然災害がどのような規模で発生するかを確実に予測することはできない。

②発電用原子炉施設は、人体に有害な多量の放射性物質を発生させることが不可避であり、自然災害等の事象により過酷事故が発生した場合には、広範囲の住民等の生命・身体を侵害する極めて重大かつ深刻な被害を生じさせるものであるところ、上記のとおり発電用原子炉施設の事故の原因となり得る事象は様々で、その発生の予測は不確実なものといわざるを得ないことに照らすと、事故の要因となる自然災害等の事象の発生確率が高いことなど予測困難な事実を具体的危険があることの要件とすることは相当でない（原判決255頁～256頁）」

この「自然災害等の事象の発生確率が高いことなど予測困難な事実を、具体的危険があることの要件とすることは相当でない」とする判示を支えている事実は、

- ① 最新の科学的知見によっても、本件発電所の運転期間内において、いついかなる自然災害がどのような規模で発生するかを確実に予測することはできないこと、
- ② 発電用原子炉施設は、人体に有害な多量の放射性物質を発生させることが不可避であり、自然災害等の事象により過酷事故が発生した場合には、広範囲の住民等の生命・身体を侵害する極めて重大かつ深刻な被害を生じさせるものであること、

の2点である。

【図3】このうち②、すなわち「原発は他の科学技術の利用に伴うリスクとは質的に異なる危険を内在している」ことについては、第1回弁論でも述べたところである。

本書面は、①「最新の科学的知見によっても、いついかなる自然災害がどのような規模で発生するかを確実に予測することはできない」ことについて、地震及び地震動を例として、述べるものである。

## 2 1995年兵庫県南部地震 (Mj 7.3)

【図4】1995年兵庫県南部地震 (Mj 7.3) は、六甲・淡路島断層帯の地震である。

この地震は、以前から活断層の存在は知られていた。しかし、このような強烈な地震動となるとは、考えられていなかった。同地震の後に、震度5と震度6は、強弱に細分化された。死者約6400名、全壊家屋約10万棟といわれており、震度7の地域は長さ20km、幅2km程度の帯状に分布し、震災の帯と言われた。

その被害のすさまじさは、ビデオや写真に数多く記録されている（その例として甲D187）。

このような大被害をもたらした揺れは、どのようなものだったのか。

【図5】が、1995年兵庫県南部地震 (Mj 7.3) において、鷹取という観測点で得られた強震観測記録である（甲D80-3頁）。

これは、速度時刻歴波形であり、横軸が時間（秒）、縦軸は速度を示す。

1995年兵庫県南部地震は、主要な地震動の継続時間はわずかに20秒程度である。ただし、その中に、100センチ/秒を超える非常に大きい波が1回、その半分くらいの大きさの波が数回、現れている。この大振幅の波が大被害をもたらしたことは、今ではよく知られている。

なぜ、このような大振幅の波が、構造物に大被害をもたらしたのか、その原理的なメカニズムは、以下のとおりである。

地震は往復する波であるので、ごく短い時間で加速度が増えたり、あるいは、逆側にマイナスになったりする。

加速度が大きくても、それが一瞬のことであれば、すぐ反対向きの力になってしまいうので、構造物に対しての力は総体的に小さくなる。

これに対して、加速度が大きくなるのが一瞬のことではなくて、ある程度の時間、0.5秒とか1秒とか、そういう時間、加速度が大きいということになれば、これは構造物に対しての力は総体的に大きくなる。

速度は、同じ向きの加速度を受けた結果、大きくなっていくものであるから、同じ向きの加速度が一瞬であれば速度は大きくならないけれども、同じ向きの加速度を一定の時間受ければ速度は大きくなる。

このような関係から、加速度が大きいだけではなくて、速度も大きい波が、構造物に大きな影響を与えるのである（原審野津証人調書14頁～15頁）。

このような、速度も加速度も大きい波を大振幅の波とか、強震動パルスという。兵庫県南部地震クラスの極めて強い揺れについて、「地表面で最大加速度800Gal(=cm/s<sup>2</sup>)以上、かつ最大速度100kine(=cm/s)以上」とあるのが、建物や構造物に被害をもたらすパルスの目安である（甲D194野津意見書2頁）。

ただし、上記の鷹取観測点で得られた強震観測記録が、1995年兵庫県南部地震(Mj7.3)における最大のものというわけではないことには注意を要する。

強震動観測記録は、あくまで、その地点における記録であり、たまたまその地点が観測点とされ、地震計が置かれていたことによって得られた記録だからである。

### 3 1994年ノースリッジ地震(Mj6.8)

【図5】強震動パルスは、実は、アメリカ・カリフォルニアで発生した1994年ノースリッジ地震(Mj6.8)でも観測されていた(甲D80-3頁)。

【図6】ノースリッジ地震でも、大被害をもたらした。

しかし、当時は、「カリフォルニア特有の現象である可能性を捨てきれ」なかったため(甲D163-3頁 瀨瀨一起)、日本の耐震設計において、直ちに考慮されることはなかったのである。

### 4 石橋克彦神戸大学名誉教授(地震学)の警鐘

石橋克彦神戸大学名誉教授(地震学)は、1997年の段階で、原発にとって大

地震が過酷事故をもたらすことを強く警鐘を鳴らしていた。

【図7】「原発震災—破滅を避けるために」岩波書店「科学」1997年10月  
「原発にとって大地震が恐ろしいのは、強烈な地震動により個別的な損傷もさることながら、平常時の事故と違って、無数の故障の可能性のいくつものが同時多発することだろう。

特に、ある事故とそのバックアップ機能の事故の同時発生、たとえば外部電源が止まり、ディーゼル発電機が動かず、バッテリーも機能しないというような事態がおこりかねない」

「(核暴走を)そこは切り抜けても、冷却水が失われる多くの可能性があり(事故の実績は多い)炉心溶融が生ずる恐れは強い。そうになると、さらに水蒸気爆発や水素爆発がおこって格納容器や原子炉建屋が破壊される」

「原発震災」は石橋名誉教授の造語である。

しかし、石橋名誉教授の警鐘は、活かされることはなかった。

## 5 土木学会の提言

【図8】1995年兵庫県南部地震において、重要な土木構造物が破壊されたという現実を直視し、土木学会は、それまでの土木構造物に関する耐震設計を、以下のとおり、全面的に見直した(甲D121)。

- (1) 供用期間内に1～2度発生する確率を持つ地震動強さ(レベル1地震動)と、発生確率は低いが断層近傍域で発生するような極めて激しい地震動強さ(レベル2地震動)の2段階の地震動を想定すること(「2段階設計法」)。

レベル2地震動については、さらに、以下のとおり、解説されている。

2000年6月「土木構造物の耐震基準等に関する提言『第三次提言』解説」

(<http://www.jsce.or.jp/committee/earth/propo3.html>)

「2章 土木構造物の耐震性能と耐震設計法等 に関する第3次提言

2.1 地震動に強い社会基盤システムの構築と土木構造物の耐震性

(中略)

## 2.2 耐震設計に用いるレベル2地震動

- (1) レベル2地震動は、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動であり、内陸および海溝で発生する地震の活動履歴、震源断層の分布と活動度、活断層から当該地点に至る地下構造、当該地点の地盤条件、および強震観測結果などに基づいて設定する。
  - (2) レベル2地震動の設定では、震源断層の破壊過程や地盤条件の評価などに多くの不確定性が残されていることを十分に認識するとともに、地震動の予測手法の適用性や予測結果の妥当性についての十分な吟味が必要である。

さらに、地震動予測の精度を向上させるために、この分野に関わる最新の研究成果を取り入れ、地震動の予測手法を更新していくことが必要である。
  - (3) 対象地点およびその周辺に活断層が知られていない場合でも、レベル2地震動の設定に当たってはマグニチュード6.5程度の直下地震が起こる可能性に配慮するものとし、これによる地震動をレベル2地震動の下限とする。
  - (4) レベル2対象地震は、単一の地震に限定する必要はなく、複数の地震が選定されてもよい。また、同一地点のレベル2対象地震であっても、対象とする構造物の動的力学特性によって結果として対象地震が異なることがありうる。
- (後略) 」

### (2) 第3次提言においては、発生確率の議論を取りやめたこと

さらに、土木学会は、「土木構造物の耐震基準等に関する第3次提言と解説」（「第3次提言解説」）において、レベル2地震動について、第1次提言及び第2次提言では「極めて稀であるが非常に強い地震動」という発生確率を念頭においた定義となっていたところ、第3次提言においては、レベル2地震動は「構造物の耐震設計に用いる入力地震動で、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震」と再定義した理由について、以下のとおり、詳細に解説している。

その主要な記載について、抜粋する（甲D122-11～13頁）。

(引用開始)

#### 「4.1.2 用語説明

レベル2地震動とは構造物の耐震設計に用いる入力地震動で、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動である。

レベル2地震動という用語におけるレベルとは、地震動強さのレベルを指すものであり、地震危険度のレベル（再現期間や年超過確率）とは必ずしも一義的に対応しない。「第1次,第2次提言」でレベル2地震動は「極めて稀であるが非常に強い地震動」と表現されているが、陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震と主要な活断層による内陸直下の地震は、大きな地震動強度を示す点では共通性があるが、再来期間は前者が100年オーダー、後者が1000年オーダーと大幅に異なっている。しかも全般的に特定の地震の発生頻度に関する情報は現時点では極めて不足しているため発生頻度の点では両者を同列に扱いにくいことから、レベル2地震動の尺度として地震動強度を採用することとした。

#### 4.2.1 レベル2対象地震

レベル2地震動は、原則として対象となる地震（レベル2対象地震）を選定した上で、そのような地震が発生した場合の地震動として設定する。

(中略)

土木学会の第二次提言の解説2)でも指摘されているように、地震荷重評価の観点からはできる限り共通の意思決定規範が用いられるべきであり、加えて性能規定型設計法への移行の趨勢を踏まえれば、地震によるリスクをより定量化しようとする流れは避けられない。こうした観点からは、レベル2地震動が確率論的な地震危険度レベルと系統的に対応した形で設定できれば理想的である。しかしながら、現時点では次に述べる理由により、レベル2地震動を地震危険度レベルと定量的に関係づけて定義するには難しい面が多い。

- (a) 土木学会第二次提言の解説2)でも述べられているように、兵庫県南部地震の際に経験したような活断層近傍の地震動を荷重評価に反映させるためには、確率論的地震危険度解析において1,000年のオーダーの再現期間を考慮

する必要がある。しかしながら、過去の地震データが得られている期間や活断層データの精度から見て、このような低頻度の問題を確率論的地震危険度解析で扱うにはオーダーの評価が精一杯で、定量的にこれ以上細かい議論を行うには無理がある。

(b) 土木学会の第二次提言で、地域ごとに脅威となる活断層を同定してその震源メカニズムを想定することをレベル2地震動設定の基本方針とした理由として、再現期間を大きくとるほど当該地点に影響を与える地震の種類が限定され、多くの地震が関与するランダムな荷重環境から特定の地震の影響が卓越する環境に近づくことがあげられている2)。これは当該地点に最大級の強さの地震動をもたらす得る地震（＝レベル2対象地震）が、ある程度特定できることを示唆するものではあるが、特定の地震が卓越してくる再現期間は地点ごとにさまざまである可能性が高い。

(c) 地域によっては再来間隔が100年オーダーの地震であっても当該地点に最強の地震動をもたらす得る場合もあれば、逆に別の地域では再来間隔が10,000年オーダーの活断層がレベル2対象地震の候補となる可能性もあり得る。土木学会の第二次提言では、レベル2地震動は「きわめて稀であるが非常に強い地震動」と定義されており、具体的な地震動のイメージとして「マグニチュード7クラスの内陸地震による震源断層近傍の地震動」と「陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震による震源域の地震動」が示されている2)。そこではレベル2地震動の要件として「発生頻度が低い」という面と「大きな強度を持つ」という面の2つの側面が読み取れるが、内陸活断層による地震の発生頻度と、陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震（関東地震や東海地震など）の発生頻度には大きな違いがある。現時点ではこうした点をいかに解釈するかを含めて、レベル2地震動を確率論的な地震危険度レベルと定量づけて定義することにコンセンサスが得られているとは言い難い。」

(引用終わり)

(3) 以上のとおり、土木構造物では、2000年の段階で、「過去の地震データが得られている期間や活断層データの精度から見て、このような低頻度の問題を

確率論的地震危険度解析で扱うにはオーダーの評価が精一杯で、定量的にこれ以上細かい議論を行うには無理がある」として、レベル2地震動の尺度としては地震動強度のみを採用し、発生確率に関する記述を廃したのである。鉄道構造物においても、これを忠実に守り、鉄道構造物の標準スペクトルL2では、地震動の発生確率は一切考慮されていない。

## 6 中部電力浜岡原発差止訴訟2007年10月26日静岡地裁判決

(1) ところが、中部電力浜岡原発差止訴訟2007年10月26日静岡地裁判決では、このような考え方に真っ向から反する判決がなされた。

【図9】耐震設計においては、「確かに、我々が知り得る歴史上の事象は限られており、安政東海地震又は宝永東海地震が歴史上の南海トラフ沿いのプレート境界型地震の中で最大の地震ではない可能性を全く否定することまではできない」「しかし、このような抽象的な可能性の域を出ない巨大地震を国の施策上むやみに考慮することは避けなければならない」（静岡地裁判決115頁）

(2) 【図10】石橋克彦神戸大学名誉教授は、この静岡地裁判決について、「この判決が間違っていることは自然が証明するだろうが、そのとき私たちは大変な目に遭っている恐れが強い」と批判した。

## 7 原発の基準地震動越えの地震が頻発

原発の基準地震動は、原発の耐震設計の要であり、安全上重要な機器・配管の設計は、すべて、この基準地震動を基礎として行われている。

【図11】ところが、基準地震動は、2005年からの数年間で、のべ7か所もの原発で基準地震動を超える地震動が原発を襲った。

- ・平成17年8月16日宮城県沖地震における女川原発
- ・平成19年3月25日能登半島沖地震における志賀原発
- ・平成19年7月16日新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原発
- ・平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震における福島第一原発、福島第二原発、女川原発、東海第2原発

過去10年間で、基準地震動を超える地震動が7回も原発を襲ったという事実は、福島第一原発事故以前の、原子力発電所の基準地震動は、十分な保守性からほど遠く、不確かさの考慮が全く十分ではなかったことを端的に示している。

原発は過酷事故を絶対に起こしてはならないことから、本来極めて高い耐震性が要求され、また、規制要求としても「地震力に十分に耐えることができるものであること」（いかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならないこと）が求められていた。想定されるいかなる地震力に対しても耐震安全性を有すべきであるというこの考え方は、旧耐震設計審査指針から新耐震設計審査指針に引き継がれた耐震設計の基本方針である。そして、原発という危険な施設の耐震設計であることを鑑みれば、この耐震設計の基本方針は、一般社会常識上からしても当然の方針である。

基準地震動は、当該原発に到来することが想定できる最大の地震動とされ、これを基準として耐震設計がなされるから、基準地震動を適切に策定することが、原発の耐震安全性確保の基礎であり、基準地震動を超える地震は本来あってはならないはずである。基準地震動を超えてしまうということは、安全上重要な機器・配管の設備さえ損壊してしまう危険を生じさせるものである。

ところが、現実には、原子力発電所の基準地震動は、極めて低く設定されていた。実際に、数年足らずの間に7回も基準地震動を超える地震が襲ったという事実は重いものがある。しかも、わが国の原発は、20箇所に満たないのであるから、基準地震動の設定はほとんど機能していなかったと言ってもよいくらいである。

## 8 2011年東北地方太平洋沖地震の発生確率は0.0%だった

- (1) 【図12】東北地方太平洋沖地震発生の直前である2011（平成23）年1月1日の時点で、今後30年以内に震度6強の地震が発生する確率は、福島第一原発において0.0%とされていた。東北地方太平洋沖地震の発生前にはこの地域において Mw9.0 の地震が発生するとは考えられていなかったのである。
- (2) 【図13】は、2011年東北地方太平洋沖地震の際の、女川原子力発電所の深さ128mの観測記録である。（甲D194-16頁）

上はNS成分の加速度時刻歴波形、下はNS成分の速度時刻歴波形である。

東北地方太平洋沖地震は、マグニチュード9の大地震で、何分も揺れ続ける大きな地震であった。そして、その中に、とりわけ大きな揺れが2回観測された。

このような長く、激しい揺れの観測記録が得られたのも、はじめてのことである。

## 9 なぜ、地震の予測は間違え続けてきたのか

これは、科学の分野にも、さまざまなものがあることから説明できる。

【図14】科学は、仮説を立て、実験を行い、観察・考察して、仮説の正しさを検証したり、修正したりしながら進んでいく。よって、精度の高い実験が反復してできる分野については、科学は相当強みを発揮する。また、実験ができない分野でも、大量の観察が可能な分野（天体の運動、月の満ち欠けなど）についても、同様である（甲D126「科学の卓越性と不定性」）。

反対に、実験ができない分野、初めての事柄、データが少ない事柄については、科学の強みはない。このような実験ができない分野、初めての事柄、データが少ない事柄については、観察や考察の中に、科学以外の要素が入り込み、精度が高くない場合がある。これが不定性である。

ただ、地震・地震動（火山、津波）などの地球物理学分野の科学に不定性があるとしても、社会としてはそれを前提に判断を迫られる場合がある。原発はこの典型的な場合である。

## 10 金森博雄カリフォルニア工科大学教授の警鐘

【図15】また、金森博雄カリフォルニア工科大学教授は、以下のようにいう（甲D195「巨大地震の科学と防災」、但し以下の頁は未提出部分）

金森博雄教授は、

- ・地震モーメント（地震のエネルギー）から、地震のマグニチュードを表すM<sub>w</sub>（モーメントマグニチュード）の概念の考案者（75頁）
- ・揺れは小さいが、大きな津波を起こす「津波地震」の名付け親（112頁）
- ・アスペリティの概念の生みの親（138頁）

であり、現代地震学の基礎を作った文字通りの第一人者である。

「地球物理は、ほかの科学と違い、実験が非常に難しく、実験をしたとしても、自然現象とはスケールが違うので、実験室で自然現象が本当に再現できているかどうかはわかりません。ですから、仮説を立てて考えることが大事です。仮説を立てて、自然の現象が起こったときに得られた観測データを使って検証していくという方法をとるしかありません。しかし、その成果から得られた解釈を広げて、予測につなげようとする場合には、注意が必要です」(157頁～158頁)

「一般に大きな地震ほど発生確率は低いと考えられます。逆に確率をどんどん小さくしていけば、考えられる地震はどんどん大きくなります。そんなに小さい確率まで考えてもしかたがない、と思う人もいるでしょう。」

「しかし、もし発生した結果が莫大な影響を与えるのであれば、まったく考慮しないというわけにはいかないのではないのでしょうか。たとえば常識を超えるような地震が原子力発電所を襲ったらどうなるのか、その結果を收容できるのかどうかまで考えると、たとえ確率が低くても、起こりうることは考慮しておくべきではないのでしょうか」(174頁)

「観測データや地震学の知識には限界があり、予測には大きな不確定性が伴います」(204頁)。

金森博雄氏は、政府の「地震調査研究推進本部20年の資料集」の「地震学の知見の一般社会への伝達と還元」を寄稿して、以下のとおり訴えている。

#### 「5. 地球科学の特殊性

もう一つの問題は地球科学では多くの場合実験ができないことである。したがって、一つの研究方法は、限られたデータで作業仮説を立て、それに従って将来の予測をすることである。仮説は、新しい観測結果が得られるたびに改訂されるべきものである。仮説を立てることは研究者にとって重要な知的活動でありそれがときには当たらないからといって非難されるべきものではない。私は、仮説を立てずに漫然と観測をするより、たとえ時々間違えがあっても、はっきりした作業仮説を立てて、観測をしながら進むやり方の方が、地球科学においては、はるかに魅力的、生産的であり、そ

ここに、地球科学研究の特殊性があるように思う。

しかし、仮説はあくまで仮説であって、それを直接防災に用いることは危険で、仮説を防災に用いる場合、特にその社会的影響が大きい場合には、その意味を不確定性を含めて正確に理解した上でほかの仮説も考えあわせて用いることが重要である。要するに、仮説の修正は、学界では、日常茶飯のことであっても、一般社会に発表する予測は、その社会的影響を考えて、慎重に行うべきと考える。

もう一つの困難は、地震データが地質現象のタイムスケールと比べて極めて短い期間でしか得られていないことである。これを補うためには地質学的なデータを加えるとともに、世界に目を広げて、日本だけでなく世界中の地震について経験を積むことである。世界中の地震活動を見れば、いろいろなテクトニックな構造のもとに起こっている地震を理解できるので地震のデータベースを有意義に広げることができる。例えば、東北沖地震は日本だけで見れば想定外であってもスマトラまで考えれば必ずしも想定外ではない。」

#### 1 1 瀬戸内一起東京大学地震研究所教授の警鐘

【図 1 6】瀬戸内一起東京大学地震研究所教授は、以下のようにいう（甲 D 7「岩波・科学」2012年6月号、636～637頁）。

「地震という自然現象は本質的に複雑系の問題で、理論的に完全な予測をすることは原理的に不可能なところがあります。また、実験ができないので、過去の事象に学ぶしかない。ところが地震は低頻度の現象で、学ぶべき過去のデータがすくない。私はこれらを『三重苦』と言っていますが、そのために地震の科学には十分な予測の力はなかったと思いますし、東北地方太平洋沖地震ではまさにこの科学の限界が現れてしまったと言わざるをえません。そうした限界をこの地震の前に伝え切れていなかったことを、いちばんに反省しています。」「真に重要なものは、日本最大か世界最大に備えていただくしかないと最近は言っています。科学の限界がありますから、これ以外のことは確信をもって言うことができません。」

そのため、このような不確かな土台の上にかに精緻そうに見える議論を組み

立てようとも、本質的な不定性から逃れることはできない。いわば、砂上の楼閣にすぎないのである。精緻そうに見える議論は、いわば科学的な安全神話であり、これに目を奪われてはならない。

そのほか、多くの地震学者が、同様の警鐘を鳴らしている（甲D156日本地震学会モノグラフ「日本の原子力発電と地球科学」）。

## 1.2 新規規制基準は、基準地震動について定量的な基準となっていない

(1) 福島原発事故後に策定された新規規制基準でも、基準地震動の具体的な算出ルール、特に、どこまで安全側に地震動を想定すべきかについては、十分に示されているとは言えない。

(2) 【図17】この点については、規制委員会で耐震ルール作りに関わった藤原広行・防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長が、以下のとおり述べている（甲D27、2015年5月7日の毎日新聞記事 特集ワイド：「忘災」の原発列島 再稼働は許されるのか 政府と規制委の「弱点」）。

「実際の地震では（計算による）平均値の2倍以上強い揺れが全体の7%程度あり、3倍、4倍の揺れさえも観測されている」

「平均から離れた強い揺れも考慮すべきだ」

「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがちだ」

「今の基準地震動の値は一般に、平均的な値の1.6倍程度。実際の揺れの8～9割はそれ以下で収まるが、残りの1～2割は超えるだろう。もっと厳しく、97%程度の地震をカバーする基準にすれば、高浜原発の基準地震動は関電が『燃料損傷が防げないレベル』と位置づける973.5ガルを超えて耐震改修が必要になりかねない。コストをかけてそこまでやるのか。電力会社だけで決めるのではなく、国民的議論が必要だ」。

(3) 藤原広行氏のこの発言は、実際に新規規制基準を策定するのに関わった専門家

科学者の発言であるだけに、極めて重要である。藤原広行氏の発言は、要するに、新規制基準の策定において、基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れなかったというのである。その結果、新規制基準によって算出されたはずの基準地震動でも、それを超えるもの（地震動）が1～2割はあるというのである。

(4) したがって、一審原告らは、新規制基準が、基準地震動の具体的な算出ルールを十分に示していない、という点では、必ずしも十分なものだとは考えていない。

しかしながら、原子力規制委員会は、「東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故を契機に明らかとなった原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）に関する政策に係る縦割り行政の弊害を除去し」「国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的」として設置された（原子力規制委員会設置法第1条）。

原子力規制委員会が策定した新規制基準は、甚大な被害をもたらした福島第一原発事故のような過酷事故を二度と起こしてはならないことを目的にしているものであって、新規制基準が基準地震動の具体的な算出ルールを十分に示しておらず、不十分な点があったとしても、このような理念に基づき、解釈・適用されるべきである。

以上から、新規制基準は、原発の基準地震動は、

「当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと・基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものでなければならないこと」

を求めているというべきである。

### 1.3 野津厚氏の警鐘

野津厚氏は、強震動研究を原子力発電所の安全に寄与できるほどには成熟していないとして、以下のように述べている。原子力発電所の耐震安全性を判断する上で、極めて重要な指摘であるので、そのまま引用する。

【図18】（甲D194野津厚意見書・2頁～4頁）。

「強震動に関する研究は、実際に起こった地震に関する事後の分析という点では大きく発展してきましたが、今後起こりうる事象の予測という点においては、強震動研究はまだまだ発展段階にあり、原子力発電所の安全性の保証に活用できるほどにはこの分野の研究は成熟していない、ということを経験的に申し上げたいと思います。

そもそも、地震学が全体として若い学問です。現代の地震学が依拠しているプレートテクトニクスが発展したのは1960年代後半以降になります。すなわち、石橋<sup>4)</sup>が指摘しているように、1966年に福島第一原発の1号機の設置が許可されたとき、その沖合にプレート境界があり足元に太平洋プレートが沈み込んでいることに誰も気付いていなかったのです。

強震動研究は若い学問であるが故に、被害地震が起こる度に、それ以前の知見では予測できなかったような事態が生じ、それによって強震動研究の知見は塗り替えられてきています。

1995年兵庫県南部地震は、既に知られていた六甲・淡路断層帯に沿って発生したという点では驚くべき地震ではなかったかも知れませんが、しかしながら、この地震がもたらした強い揺れとそれによる大被害は、当時の専門家の想像を大きく越えるものでした。この地震の際に神戸市内で観測された地震動は最大加速度 800Gal、最大速度 100kine といった極めて強いものでした。これらは、それ以前の土木構造物の耐震設計で考慮されていた地震動レベルよりもはるかに大きいものであったため、これをきっかけとして土木構造物の耐震設計に用いられる設計地震動は大きく改められました<sup>5)6)</sup>。

2011年東北地方太平洋沖地震は M9 クラスの巨大地震でしたが、この地震の発生以前は日本海溝において M9 クラスの巨大地震の発生は想定されていませんでした<sup>7)8)</sup>。2011年3月11日の時点で、宮城県沖から茨城県沖にかけての日本海溝には、M9 の地震がいつ発生してもおかしくない程度に応力とひずみが蓄積されていたこととなります。この応力とひずみは一朝一夕に蓄積されたものではなく、少なくとも500年程度の長い時間をかけて蓄積されたものと考えられます。従って、

地震発生前の数十年程度は、M9 の地震がいつ発生してもおかしくない程度に応力とひずみが蓄積した状態が継続していたと考えられるにも関わらず、そのことに誰も気付いてはいませんでした。日本海溝において M9 クラスの巨大地震の発生を想定できなかったという反省から、南海トラフにおける想定地震の規模は東北地方太平洋沖地震と同等の M9 クラスまで引き上げられました。

2016年熊本地震は、基本的に既に知られていた布田川・日奈久断層帯に沿って発生した地震ではありますが、この地震の発生以前に公表されていた地震調査研究推進本部による長期評価は地震規模を過小評価しており、また、地震後に確認された地表地震断層の長さをもとに地震調査研究推進本部の「レシピ」に従って評価された地震規模も実際のものを下回っていました<sup>9)</sup>。これを踏まえて地震動予測手法をどのように改良すべきかの議論が学会において続けられています。

これらに加え、1995年兵庫県南部地震から2016年熊本地震までの間にわが国で発生した規模の大きい内陸地殻内地震のうち、2000年鳥取県西部地震 (M7.3)、2005年福岡県西方沖の地震 (M7.0)、2007年能登半島地震 (M6.9)、2007年新潟県中越沖地震 (M6.8)、2008年岩手・宮城内陸地震 (M7.2) などはいずれも事前に『その規模の地震がその場所で起こる』とは考えられていなかった地震です。」

**【図19】 (甲D194野津意見書・4～5頁)**

「このように、強震動研究およびそれに関連する研究分野では、これまでの数十年間、被害地震が起こる度に、それ以前の知見では予測できなかったような事態が生じ、それによって知見が塗り替えられてきています。言い換えればパラダイムシフトが繰り返し起きています。したがって、今後も、少なくとも数十年間程度は、それ以前の知見を覆すような事態が度々生じるであろうと考えられます。これが、「強震動研究はまだ原子力発電所の安全性の保証に活用できるほどには成熟していない」と考える理由です。

強震動研究のリーダーの一人である地震学者の武村<sup>10)</sup>は、2011年

の段階で、「地震の発生予測が短期であろうが長期であろうが簡単でないことは誰の目にも明らかです。地震学者や国やマスコミは予測をあまりに楽観的に考えすぎていませんか。地震学者はもっと広い視野に立って、自分達の持つ不完全な知識をどのような方面でどのようにして社会に役立てることができるか、地震工学者をはじめ他分野の方々の知恵も借りながら真剣に考えるべきです」と述べています。この指摘は現時点でもそのまま当てはまります。

土木分野の耐震の専門家の間では「入力地震動はどのみちよく分からないものだから、その部分を精緻に検討しても、設計の改善につながらないのではないか」といった考え方が支配的です。例えば高橋他<sup>11)</sup>は「地震や津波などの将来予測には、依然として圧倒的な不確実性を伴っており、現状の技術レベルでは、これらに対して確かな安全を保証することはできない」と述べています。長年土木分野の耐震研究をリードしてきた川島はその著書<sup>12)</sup>の中で「まだよくわかっていない強震動の特性」という節を設け、「強震動の推定には多くの未知の領域が残されている」と述べています。別な専門家の方からは、「M9.0地震の発生を予測できないのになぜ強震動予測の結果を設計に使えるだろうか」という趣旨の意見をいただいたこともあります(ここで言っている予測とは短期予測のことではなく長期予測のことです)。これらはいずれも強震動研究の成熟度に対する疑念の表明であると言えます。筆者は、これらの土木分野におけるいわゆる「主流」の考えが、現時点での強震動研究の実力をある意味で正確に見抜いていることを認めざるを得ないと思います。すなわち、現状の強震動研究の実力の下では、地震動の振幅レベルの将来予測に大きな不確実性を伴うことを、事実として認めなければならないと考えます。

筆者自身は、「強震動研究の成果をできるだけ構造物の設計に活かすべきである」との立場で研究を行っており、原子力発電所ではなく一般的な土木構造物の耐震設計においては、強震動研究の成果を活かすことが、より小さなコストでより高い安全性を達成するのに役立つと考えているものの<sup>13)</sup>、原子力発電所の耐震設計に使えるほどには、現状の強震動

研究は成熟していないと考えます。

今後も「考えてもいなかったような場所で」「考えてもいなかったような規模の地震が」「考えてもいなかったような起こり方で」起こり、それによってパラダイムは変わっていくと考えられます。したがって、強震動研究の成果を活用して原子力発電所の安全性を保証することは現段階では不可能であると考えます。」

#### 1.4 令和6年能登半島地震

野津氏の主張のとおり、その後も、「考えてもいなかったような場所で」「考えてもいなかったような規模の地震が」「考えてもいなかったような起こり方で」起こっている。

【図20】【図21】2024（令和6）年1月1日、能登半島の珠洲市を震源として、マグニチュード7.6の地震が発生し、大きな被害をもたらした。

令和6年能登半島地震発生前には、北陸電力は、能登半島西方及び北方海域の多くの活断層の存在を把握し、96kmまで連動することを認めていた。しかし、実際に発生した地震では、北陸電力の想定を大きく上回る、150kmの活断層が連動した。この点でも、事業者は評価を誤り、96km以上の連動が発生しないものと非安全側に評価して、地震を小さく評価していたことが分かる。これは、北陸電力に限った話ではなく、全電力会社に共通する特徴である。

#### 1.5 基準地震動についての一審被告の回答

一審被告は、原審裁判において、基準地震動の意義について、以下のとおり述べた（令和元年6月4日付「平成31年4月25日付原告ら準備書面（71）の求釈明事項について」）。

【図22】「被告は、本件発電所における基準地震動を策定するに当たり、最新の科学的・技術的知見に加えて被告の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行ったが、それでもなお、基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできないことは認識している」

このように、一審被告は、基準地震動の策定にあたって、「最新の科学的・技術的知見に加えて被告（一審被告）の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行った」が、しかし、「基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできない」と述べている。

そうすると、一審被告自身、原発の基準地震動は、

「当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと・基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものでなければならないこと」

を認めているものというべきである。

この点については、一審被告からも、異論は示されていない。

#### 1 6 一審被告が想定している基準地震動は過小であること

しかしながら、一審被告が想定している基準地震動は、「当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえず、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものには全くなっていない。

その例を2つ示す。

(1) 1つ目は、日本海溝のプレート間地震である。

2011年東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえれば、日本海溝ではどこでも同じような破壊が生ずる可能性は当然考慮しなければならないはずである。

【図23】そこで、野津氏は、東海第二原発の敷地の前面である茨城県沖に、2011年東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえて断層モデルを設定したところ、その揺れは2000ガルを超えるものとなっている（甲D194野津意見書・30～31頁）。

これに対して、一審被告は、三陸沖で強い揺れが発生したのは、その地域の特性であって、茨城県沖には、そのような強い揺れを発生させる海溝があるという証明はされていない、と主張するのである。

しかしながら、本書面で述べたとおり、最新の科学的知見によっても、いついかなる自然災害がどのような規模で発生するかを確実に予測することはできないのである。そして、2011年東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえれば、日本海溝ではどこでも同じような破壊が生ずる可能性を考慮することは、極めて素直

で合理的な考慮である。

(2) 2つ目は、震源を特定せず策定する地震動である。

【図24】は、震源を特定せず策定する地震動における検討過程で示された応答スペクトル図である。多数の青線が重ね書きされている。これらの1本1本が、これまでの地震動観測結果から発生し得ると合理的に想定される地震動である。

ところが、策定された標準応答スペクトルは、非超過確率97.7%（平均+2 $\sigma$ ）のスペクトルに基づいて設定された。裏返せば、2.3%の地震は標準スペクトルを超えているが、これらの地震動は、原発では考慮しないということを意味する。

原子力規制委員会は、この理由について、「本検討での対象地震動は、地盤特性や解析・処理に係る不確実さを含むこと、また、個々の観測記録には大きな山谷があるが非超過確率別応答スペクトルは周期ごと（300点）に対応する応答値を算出してそれをつなげていることから、保守的なスペクトルレベルとなっていると考え、対象地震動記録を最大包絡する考え方は採らない」としている（甲D116の2の2 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム第7回会合資料2・35頁）。

さらに、第7回会合で、大浅田安全規制管理官は、「マグニチュード5.0～6.5程度の中で97.7%をとった理由というのは、先ほど山岡先生からもお話がございましたように、ここは統計学的に2 $\sigma$ であるという必然性というものは当然なくて、どちらかという、97.7%というのは政策的な課題として、先ほど田島から説明しましたように10<sup>-4</sup>～10<sup>-5</sup>に年超過確率が入るとか、あとは、特定してとの最終的には関連性になるのかもしれないんですけど、そのぎりぎりのMw6.5程度のものでも距離減衰式で計算した場合には、こういった1 $\sigma$ を見据えた場合には、このレベルになるのでといった、そのレベルとか、そういった妥当性の確認を含めて、今回のMw5.0～6.5程度の間では97.7%程度と、そういった数字を採用したいというのが現状でございます。」（甲D116の3 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム第7回会合議事録・21頁）と述べ、統計学的な必然性はなく、あくまで、政策的に決めたものであることを認めている。

この点は、第9回会合でも、藤原委員から、「今回のデータセットに対して+

2 $\sigma$ でよしとして、+3 $\sigma$ を考えなかったのか、+3 $\sigma$ を考える必要がないというふうに判断した理由は一体何なんですかということを問われた」場合について、飯島首席技術研究調査官は、「積極的な回答というのはなかなか今のところはない状況であるのは確かです。」と述べている（甲D 1 1 8の3 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム第9回会合議事録・26頁）。

しかしながら、本書面で述べたとおり、最新の科学的知見によっても、いついかなる自然災害がどのような規模で発生するかを確実に予測することはできないのである。そして、これらの1本1本は、これまでの地震動観測結果から発生し得ると合理的に想定される地震動なのであるから、少なくとも、これらの地震動は、すべて考慮の対象として含めるべきである。

これらの詳細については、次回以降に述べることにする。

以上