

福井地方裁判所民事部 御中

令和4年（ヨ）第15号

関西電力株式会社・高浜原子力発電所1～4号機運転差止め仮処分命令申立事件

債権者 中島哲演外1名

債務者 関西電力株式会社

準備書面11

－債権者準備書面8及び9の補足－

令和5年2月17日

債権者ら代理人弁護士 笠 原 一 浩

目 次

第1 基準地震動以下の地震動による事故の危険性について

(債権者準備書面8の第2、及び同9の第2の補足)・・・・・・・・・・	3
1 老朽化による危険性について・・・・・・・・・・	3
2 主給水ポンプ破損時の危険・・・・・・・・・・	3
3 40年ルールの不遵守・・・・・・・・・・	6
4 求釈明・・・・・・・・・・	8

第2 バラツキ条項の不遵守

(債権者準備書面8の第2)・・・・・・・・・・	9
1 強震動学に基づく基準地震動の策定・・・・・・・・・・	9
2 本件原発の基準地震動策定に当たって用いられた経験式・・・・・・・・	11
3 主に松田式におけるバラツキの問題・・・・・・・・・・	14

4	新規制基準のバラツキ条項	18
5	建築ないし地震動研究の分野では、基準地震動に対数標準偏差2つ分程度の余裕をもたせて設計等をするのは広く採用されている科学的知見であること	27
第3	避難がほぼ不可能であること（準備書面8の第1，および準備書面9の第1の補足）	38
1	原発の危険性と第5層の避難計画	38
2	航空機や船舶ですら万が一の事故時の救命設備を欠く設備の運転を許されないなら、ましてや原発ではなおさらそうであること	39
3	屋内退避の不合理	43
4	安定ヨウ素剤の服用が適時にできないこと	46
5	コロナ禍での避難	48
6	被ばくを前提にした避難計画	50
7	小括	52
第4	本件原発の老朽化（準備書面9の第2の補足）	53
1	原発の老朽化とは	53
2	40年以上前の設計・技術とは	57
3	金属材料の経年劣化が与える影響	59
4	劣化管理の困難性（検査技術は不完全であること）	65
5	小括	69

第1 基準地震動以下の地震動による事故の危険性について

(債権者準備書面8の第2、及び同9の第2の補足)

1 老朽化による危険性について

40年以上も経過すれば、すべての部品が老朽化して劣化している。債務者は、検査をして必要があれば部品を取り替えると主張しているが、これには次のとおり限界がある。

そもそも、すべての部品を取り替えることはできない。例えば、原子炉容器は取り替えることができない。検査は、目視検査と非破壊検査で行うことになる。しかし、目視検査は物理的に見えないところはない。また、原発には、機器や配管が込み入って人が近づけないところがあり、そのような箇所は非破壊検査もできない。例えば、2004年8月9日の美浜原発二次冷却系の復水系配管が突然破裂し、高温高压の蒸気が噴出し作業員5名が死亡し、6名が重軽傷を負うという重大事故は、復水配管の減肉（使用による配管の厚みの減少）が原因であり、債務者は、破損個所の肉厚測定を全くしておらず、減肉の事実を全く把握していなかった（甲第77号証）。そもそも、検査は、検査担当者の力量に依存しており、時に見落とすことがある。

2 主給水ポンプ破損時の危険

主給水ポンプの耐震性はSクラスとされていないため、基準地震動に満たない地震動によって損壊又は故障する可能性がある。そして、その場合には複数の工程を踏まなければ冷却に成功しない。その間の手順の一つを失敗しただけで緊急事態に陥ることになるが、余震が予想される状況下において従業員は強い精神的緊張を伴う作業を強いられることになる。加圧水型の原子炉はこのような基本的な弱点を抱えているのであり、そのような事態が基準地震動を下回る地震によってさえ生じる。

このような中にあっても、一連の作業が円滑になされて事態を収束させ

るためには、注入ポンプが起動し、弁の開放、スプレイポンプ等が起動し、かつ、弁類の開閉状態や機器の動作を監視する装置等も正常に機能していることが不可欠である。原発の稼働期間40年内であれば、かような機器類が正常に機能するという期待のもとに「基準地震動を超える地震動でなければ原発の安全性は維持される」という建前がかろうじて成り立っているのである。

債権者らは、現在の耐震重要度分類を前提とした上で、補助給水設備が原発の安全確保の上で極めて重要であることを認識していればこそ、主給水ポンプの破損又は故障時においても確実に冷却に成功するという高い信頼性を保持することが必要であると主張しているのである。そして、そのためには、次のチャート図記載の各工程が確実に実現できるという高い信頼性を保持することが必須要件であると主張しているのである。

たとえ、チャート図の各行程に関する各設備について債務者の耐震性の判断が正しく、債務者による機器の保守整備及び従業員の訓練が行き届いていたとしても、これらの有効性、信頼性の問題とは別に老朽化の問題がある。老朽化するということは、これらの機器の起動不能、誤作動、誤発信の事態が原発の稼働期間40年内に比べて格段に多くなるということにほかならないのである。

債権者らは次のチャート図に示された一番上の経路によって補助給水設備に切り替わることができたならそれに越したことはないが、それに失敗したことを念頭に安全性を論じなければならないと主張しているのである。「深層防護」とは、「安全に対する脅威から人を守ることを目的として、ある目標を持ったいくつかの障壁（防護レベル）を用意して、各々の障壁が独立して有効に機能することを求める」という考え方である（甲第56号証・67頁）。ここで最も重要なのは、「各々の障壁が独立して有効に機能することを求め」ているという点である。すなわち、「深層防護」

は、ある防護レベルの安全対策を講ずるにあたって、＜その前に存在する防護レベルの対策を前提とせず（前段否定）、また、その後存在する防護レベルの対策にも期待しない（後段否定）＞、そういう安全対策をそれぞれの防護レベルにおいて実践することを求めているのである。

主給水ポンプは基準地震動未満の地震動によって破損又は故障するおそれがあるため、その場合でも確実に冷却に成功することが求められ、その確実性を担保するため、次のチャート図記載の一番上の工程（「一番目の工程」という）に成功しなかった場合を想定し、一番目の工程のいずれかに失敗した場合に備え、フィードアンドブリードシナリオが用意され、同シナリオの工程のいずれかに失敗した場合に備えて緊急安全対策シナリオが用意されているのである。この構造や考え方は上記深層防護の理念と同じである。深層防護の5つの防護レベルの分類に従えば、1番上の経路は第3の防護レベル、フィードアンドブリードシナリオ及び緊急安全対策シナリオは第4の防護レベルに当たると考えられる。

上記に指摘した深層防護の理念によれば、一番目の工程に失敗することを前提にフィードアンドブリードシナリオが有効に機能するかを検討し、次にフィードアンドブリードシナリオの工程に失敗することを前提に緊急安全対策シナリオの有効性について検討しなければならない。フィードアンドブリードシナリオ及び緊急安全対策シナリオが有効に機能するためには従業員の高度の訓練と設備の保守管理によって機器類が正常に機能するという前提が必要不可欠である。しかし老朽化の危険が加わればかような前提を置くことはできなくなる。老朽化するということは、分かり易く言えば、「1年前の耐震性確認においては耐震性が足りていたはずであったのに・・・」、「1週間前の保守点検では異常はなかったはずなのに・・・」というような事態が生じるということにほかならないのである。

これを更に具体的に言えば、例えば、一番上の経路のうち、①非常用デ

イーゼル発電機が正常に機能し、②補助給水による蒸気発生器への給水、③主蒸気逃がし弁による熱放出ができたとしても、④充てん系によるほう酸の添加が成功しなかったために、フィードアンドブリードシナリオに移行し、同シナリオのうちの、①高圧注入による原子炉への給水、②加圧器逃がし弁による熱放出、③内部スプレーによる格納容器除熱、④余熱除去ポンプによるブースティング、⑤高圧注入による再循環炉心冷却までできたとしても、⑥内部スプレーによる再循環格納容器冷却に成功しなかったために、緊急安全対策シナリオに移行し、そのうちの、①補助給水による蒸気発生器への給水、②現場での手動作業により主蒸気逃がし弁による熱放出に成功しながらも、③蓄圧注入によるほう酸水の給水の作業の途中で炉心損傷が開始してしまうことはあり得ないのかを問うているのである。債務者は従業員の訓練によってそのような事態は防げると主張するであろうが、老朽化の事実が加われば、そのようなことは言えなくなるのである。

老朽化がもたらす危険は多様であり、またそのいずれもが深刻である。特に主給水ポンプの損壊・故障に関連する老朽化の問題は具体的でかつ切迫した問題であり、基準地震動に満たない地震によってさえ重大事故の発生が容易に想定できるという意味でもとりわけ深刻な問題といえる。

3 40年ルールの不遵守

原発の稼働については法律によって原則40年間に限られており、その延長は例外として位置づけられている。その大きな理由のひとつは、原発という施設が地震等に際して単に運転を止めるだけでその被害拡大の要因の多くが除去される火力発電所、自動車、家電等と異なり、運転を止めた後においても少なくとも冷温停止まで厳格な管理を続けなければならないところにある。その点では燃料漏れ事故が起きた時の旅客機に似ている。燃料漏れ事故が起きた場合には緊急着陸するしかなく、限られた時間で緊

急着陸に成功するまでの手順の内、ひとつの失敗も許されないのである。水戸地裁判決も、原発事故の被害の特異性について、事故が発生した場合「止める」「冷やす」「閉じ込める」を成功させかつこれを継続できなければ収束に向かわず、一つでも失敗すれば被害が拡大して、最悪の場合には破滅的な事故につながりかねないという、他の科学技術の利用に伴う事故とは質的にも異なる特性を認めている（甲第57号証・175頁）。他の技術においては故障の頻発によって運転の継続が経済的に引き合わなくなるまで、あるいは機械が動かなくなるまで謂わば使い潰すという選択肢はあり得るとしても、原発においてはそのような選択肢は当初からあり得ないのである。

そして、水戸地裁の言う破滅的な事故というのは、令和4年7月13日東京電力旧経営陣に対する株主代表訴訟東京地裁判決が認定するように我が国そのものの崩壊につながりかねない事故なのである。このことと、老朽化による故障はいつ、どの場所で発生するかの予見は極めて困難であることからすると、40年ルールに対する例外的措置としてなされる債務者の延長申請も、極めて限定的で厳格な運用がなされなければならないし、原子力規制委員会における延長の判断も限定的で慎重でなければならないことになる。延長の申請や延長決定については「40年ルールの基礎とされた立法事実や老朽化に関する科学的知見に変更があった場合に限り」とすることにも相応の根拠があると言える。少なくとも、上記のような「老朽化が進む中で、炉心損傷前に緊急安全対策シナリオを完遂できるのか」というような債権者らからの常識的で具体的な指摘や疑問に対して、債務者はそれを正面から受け止めて分かりやすく説明し、債権者らの指摘が杞憂であることを示すことによってのみ、債務者の延長決定の申請及び原子力規制委員会の延長決定に合理性があることの疎明がなされたと言えるのである。

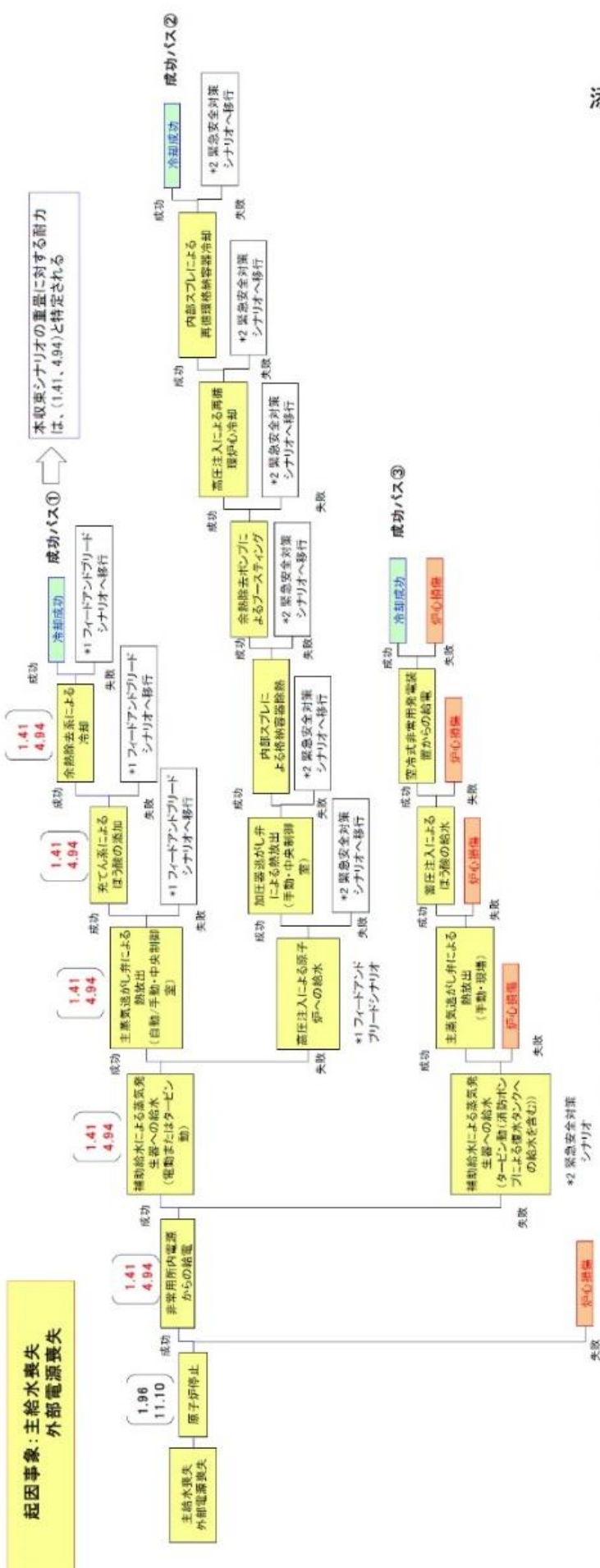
原発の稼働期間40年を経過した後においては「基準地震動以下の地震によって主給水ポンプが破損又は故障した場合においても炉心損傷前に冷却に至ることが確実にできるから、基準地震動に満たない地震動に対しては原発の安全性が確保されている」という信頼を維持することはできない。

アメリカにおいては運転期間は40年と定められているが規制当局の審査に合格すれば20年の延長が認められ延長の回数に制限がなく、フランスやイギリスでは運転期間の制限はなく10年毎に審査を受ける仕組みになっている。こうした海外の事例について、更田豊志原子力規制委員会前委員長（発言当時は現職）は、「海外と日本では、地震ひとつを取ってみても置かれている状況が全然違い、新しい知見によって耐震要求が引き上げられることもあるので、必ずしも海外の事例が直接参考になるわけではない」と発言している（甲第78号証）。

4 求釈明

次の事項は本件原発の安全性に関する極めて重要な事項であることから、貴裁判所におかれては速やかに次の各事項について釈明権を行使されたい。

- (1) 主給水ポンプの破損後、冷却に成功しなかった場合において炉心損傷が開始するのは破損してから何時間後か債務者において明らかにされたい（諸ケースがあるというのなら、最悪のケースの場合の炉心損傷までの時間を明らかにされたい）。
- (2) 深夜の事故対策に充てることができる人数（宿直職員のうち、事故対策に当たることができる職員数）を明らかにされたい。



添付 5-(3)-1
(1/4)

注)イベントツリーの各ヘディングの上に記載している数値は、各経路系の耐震裕度(上段)と許容津波高さ(下段)である。また赤字は各収束シナリオにおける耐震裕度または許容津波高さの最小値を示すものである。

各シナリオの重量に対する耐力の評価結果 (重量:炉心損傷 (地震による起因事象をベースとした評価))

第2 バラツキ条項の不遵守

(債権者準備書面8の第2の補足)

1 強震動学に基づく基準地震動の策定

(1) 基準地震動策定の枠組み

基準地震動の策定作業は強震動予測という学問を基礎にして行う。これは、特定の地震が発生した時（内陸地殻内地震の場合は、特定の活断層が活動したとき）に、当該原発の解放基盤表面をどの程度の地震動が襲うかを想定するものである。

この強震動予測をするためには、第1段階として地震規模を特定し、次の段階として震源から出る波の強さ、震源から予測する地点までの距離や方向、振幅の減衰の程度等を考慮して行う。

(2) 断層の長さ

これらの予測をするための材料は、極めて限られている。本件原発の検討用地震は、すべて内陸地殻内地震（いわゆる活断層が起こす地震）である。強震動予測をするためには、その活断層が起こした過去の地震の記録があれば望ましいが、プレート境界型地震（東北地方太平洋沖地震や南海トラフの地震）と異なり、内陸地殻内地震は発生間隔が長く（一般に数千年に1回と言われている。）、過去の地震観測記録がある活断層は限られている。

そうすると、強震動予測の出発点となる地震規模を確定するに当たって手がかりとなるのは、当該活断層の地表地震断層の長さである。すなわち、過去の地震の際の震源断層が地上に変位を起こした痕跡の長さであるが、地表地震断層の長さが地下の震源断層の長さとは一致するとは限らない。多くの場合は、地下の震源断層の長さの方が長いとされるが、その長さは分からないのである。

(3) 経験式について

以上のことから、強震動予測には、過去の地震観測記録のデータから個々

の考慮要素ごとに考案した経験式が大きな役割を果たさざるを得ないことがわかる。例えば、強震動予測の出発点となる地震の規模（マグニチュード、あるいは地震モーメント）の特定は、活断層の長さや面積（活断層の長さと同幅を乗じて算出する。）から算出することになるが、これを算出するための式は、過去の地震における活断層の長さや面積と、マグニチュードあるいは地震モーメントのデータを並べ、前者と後者の関係式を作成するのである（経験式）。

2 本件原発の基準地震動策定に当たって用いられた経験式

(1) 基準地震動策定に当たって用いられた経験式

本件原発の基準地震動（震源を特定して策定する地震動）を策定するに当たり、債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価においては、地震の規模（マグニチュード）を算出するために松田式を用いている（答弁書 85 p）。

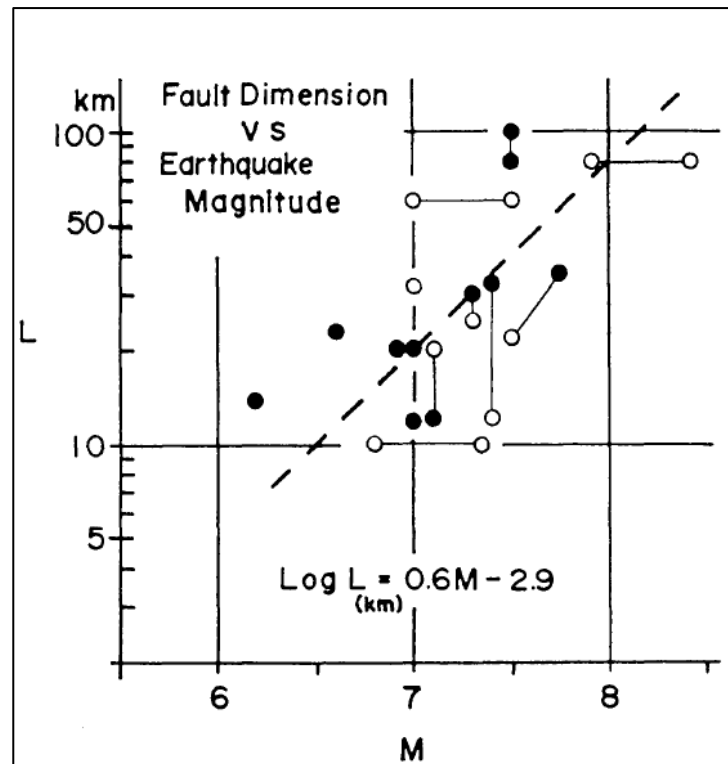
松田式の概要は、次のとおりである。

(2) 松田式の概要

松田式は、東京大学地震研究所教授（当時）松田時彦氏が昭和 49 年に発表した「活断層から発生する地震の規模と周期について」と題する論文（甲第 18 号証）中で提唱した日本の内陸地震における断層の長さ（ L ）とマグニチュード（ M ）との関係式であり、「 $\text{Log } L = 0.6M - 2.9$ 」というものである。

これは、1891 年から 1970 年までの日本の内陸の 14 地震のデータから策定したものとされ、これらを表示したグラフは次のとおりである。

横軸がマグニチュード、縦軸が断層の長さであり、プロットされた「○」は、その地震によって地表に現れた断層の長さであり、「●」は、地震学的又は測地学的データによって推定された断層の長さである。



上記グラフによれば、例えば長さ10 kmの断層が活動した地震のマグニチュードは、松田式では約6.5であるが、観測データは、6.8～7.4であるし、長さ20 kmの断層が活動した地震のマグニチュードは、松田式では7であるが、観測データは、6.9～7.5である。マグニチュードは、0.2大きくなると2倍、1大きくなると32倍となることに注意が必要である。

(3) なお参考までに、債務者が他の原発において用いている入倉・三宅式の概要も述べる。

入倉・三宅式は、京都大学防災研究所教授（当時）入倉孝次郎氏及び三宅弘恵氏が2001年に発表した「シナリオ地震の強震動予測」と題する論文で提唱した断層面積（S）と地震モーメント（ M_0 ）との関係式であ

り、その内容は次のとおりである（甲第 22 号証の 7 p）。

$$S=2.23\times 10^{-15}\times Mo^{2/3}$$

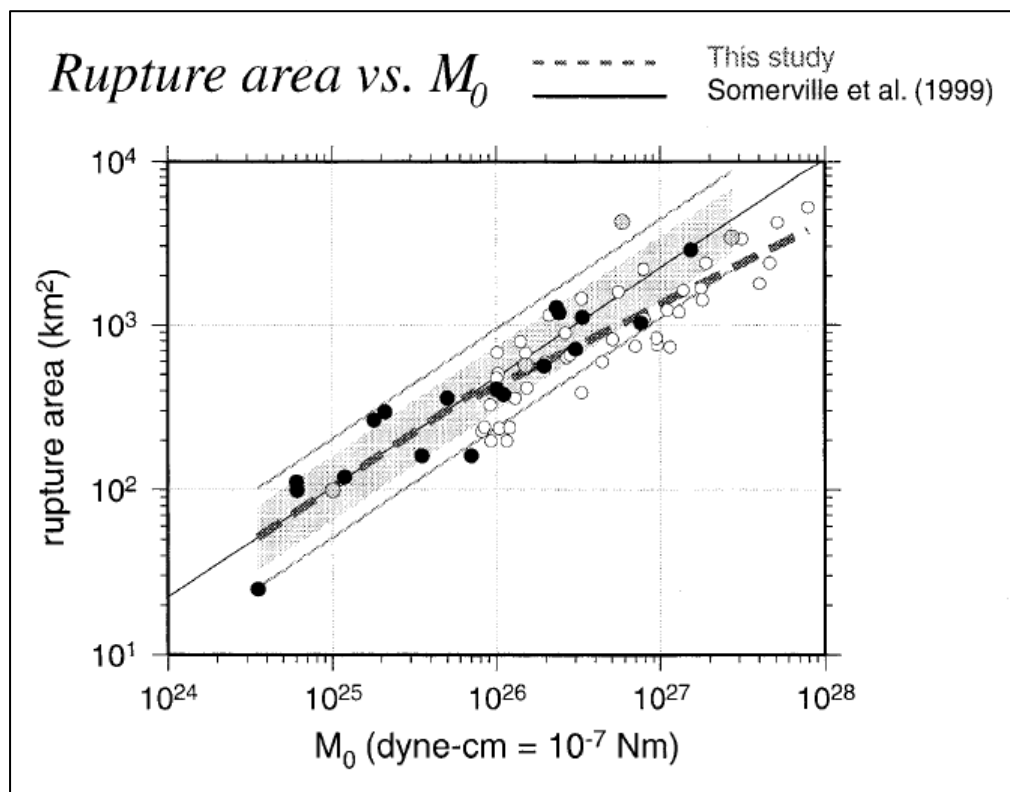
（ただし、 $Mo<7.5\times 10^{25}\text{dyne}\cdot\text{cm}$ の場合）

$$S=4.24\times 10^{-11}\times Mo^{1/2}$$

（ただし、 $Mo>7.5\times 10^{25}\text{dyne}\cdot\text{cm}$ の場合）

これは、先行する諸研究【Somerville et al (1999)、Miyakoshi (2001 私信)、Wells and Coppersmith(1994)】のデータを使って回帰して求めたものである。なお、震源断層の幅は、 $Mo=7.5\times 10^{25}\text{dyne}\cdot\text{cm}$ で飽和する（それ以上地震規模が大きくなっても幅は一定になる。）と考えられるので、飽和点の前後で式が異なっている。これを表示したグラフが次のとおりである。

なお、このグラフで点線は入倉・三宅式を示し、●は、Somerville et al (1999) のデータ、○は、Wells and Coppersmith(1994)のデータを示している。また、黒直線は、Somerville et al (1999) の式であり（入倉・三宅式は、上記飽和点以下では、Somerville et al (1999) の式をそのまま採用している。）、灰色の領域は、Somerville et al (1999) の式の標準偏差（ $\sigma=0.16$ ）の範囲を、外側の直線は、倍半分を表している。



上記のグラフによれば、観測データは、入倉・三宅式の周囲に大きくバラついていることが分かる。例えば、断層面積 300 km^2 の場合、 M_0 は、入倉式では $5 \times 10^{25} \text{ dyne-cm}$ 程度であるが、観測データは、 $2 \times 10^{25} \text{ dyne-cm}$ から $1 \times 10^{26} \text{ dyne-cm}$ 付近までバラついている。バラついたデータは、当然のことではあるが、標準偏差の外、あるいは倍半分のラインの外にまで及んでいることが分かる。

そうすると、基準地震動策定に当たり特定の活断層が活動した場合の地震モーメントの算定に入倉・三宅式を用いるのであれば、このバラツキを十二分に考慮するの でなければ、顕著な過小評価に陥る恐れがある。

3 主に松田式におけるバラツキの問題

(1) 問題の所在（バラツキとは何か）

松田式も入倉・三宅式も経験式であるが、その適用に当たって「バラツキ

の問題」をどう考えるかが従前、議論されてきた。

しかし、入倉・三宅式が数理的根拠ないし統計学的根拠を有すると思われるのに対し、松田式はいかなる資料を用いて、いかなる手法で導き出された数式かが不明であり、「地震断層の長さ地震規模との関係は大体このようなものではないか」との松田教授の感覚に基づいて導き出されたものであり、数理的な根拠を有しない。

したがって、松田式から導かれる地震規模と実際の地震規模が遊離しているという問題と、数理的根拠を有すると思われる入倉・三宅式から導かれる地震規模と実際の地震規模が遊離しているという問題とは、いずれも「バラツキ」の問題として取り扱われてきたが、その性質は異なる。「バラツキ」とは、広辞苑によると、「統計で、資料の値（あるいは測定値など）が平均値などの周囲に不規則に分布する状態」を意味するところ、松田式で求められる数値は平均値またはこれに類するものではない。

債権者らの上記指摘は、「松田式から導かれる地震規模と実際の地震規模が遊離しているという現象は、そもそも、いわゆるバラツキの問題でさえないのではないか」というもので、松田式の根拠に関して基本的な疑問を投げかけているのである。

(2) 債権者らの主張の根拠

上記松田式図の基礎となった資料とは次に示す資料である。

Table 1. Earthquake magnitude, fault length and fault displacement in historic earthquakes in Japan (Inland).

Earthquake			Fault				
Year	Location	M	Name	Length (km)	Displacement (m)	Ref*	se
1891	Nobi	8.4 (7.9)	Neodani, etc.	80	8	1)	○
1894	Shonai	7.3 (6.8)	Yadarezawa	10	1	2)	○
1896	Riku-U	7.5 (7.0)	Senya Kawafune	60 15	3 2	2)	○
1927	Tango	7.5	Gomura, etc. Yamada	18 7.5 L=23	2.5 0.8	2)	○
1930	N-Izu	7.75	Tanna, etc. Himenoyu	35	3	3)	●
		7.0		30 6 L=32	3.3 1.2	2)	○
1931	W-Saitama	7.0		20	1	4)	●
1943	Tottori	7.4	Shikano Yoshioka	8 4.5 L=12	1.5 0.9	2)	○
				33	2.5	3)	●
1945	Mikawa	7.1	Fukazu Yokosuka	9 7 L=20	3 0.6	2) 5)	○
				12	2.2	6)	●
				25 30	2.3 2.5	2) 3)	○ ●
1948	Fukui	7.3					●
1961	N-Mino	7.6	Koike-Hatogayu	12	2.5	7)	●
1963	Echizen-misaki	6.9		20	0.6	4)	●
1964	Niigata	7.5		100	9 4	8) 9)	○ ●
		7.4					
1969	C-Gifu	6.6		28	0.7	10)	●
1970	S-Akita	5.2		14	0.65	11)	●

Gothic figures are used in Fig. 1.

* Reference: 1) MATSUDA (1974a), 2) YONEMURA (1972), 3) KANAMORI (1972), 4) ABE (1974), 5) INOUE (1950), 6) ANDO (1974), 7) KAWABARI (1975), 8) MOGI, et al. (1964), 9) ABE (1966), 10) MIKUMO (1973), 11) MIKUMO (1973).

** ○: values of surface faulting, ●: values obtained from seismological or geodetic data.

債権者らの主張は、松田式が統計学的な根拠も数理的な根拠もなく、単に松田教授の「活断層の長さ地震規模との関係はこのようなものではないか」という感覚に基づくものにすぎないというものである。そう考えられる根拠は以下のとおりである。

①新潟地震は松田式の資料においては活断層の長さが確定していてマグニ

チュードが確定しないとされているが、逆に、松田式図においては活断層の長さが確定せずマグニチュードが確定しているものとして図示されている。松田式が新潟地震を含む地震を基礎として数理的に導かれたものであるならば、資料と松田式図の食い違いが長年にわたって放置されることはあり得ない。②松田式に数理的根拠があるとすれば、資料の地震のうちどれとどれを用いて、数値をどのように確定して、いかなる数学的手法（例えば最小二乗法）¹を用いたのかが説明できるはずであるのにその説明がない。そもそも、14個の地震のうち、活断層の長さも地震規模も両方確定している地震は6個²にすぎない。③松田式は活断層の長さと地震規模の関係を示すものとされるが、ここでいう活断層の長さが地表面に表れた断層なのか地下の断層の長さなのかも不明である。④14個の地震の多くについて地震規模の見直しがなされたが、松田式自体は見直されなかった。仮に、松田式が見直し前のマグニチュードのデータに基づき、数理的な根拠をもって合理的に設定されたものであったとするならば、古いマグニチュードのデータを基に作った松田式は間違っていることになり、正しい地震規模に基づく新たな松田式が示されるべきであるが、松田式自体は見直されていない。

債権者らの上記疑問は、松田式がそもそも地表断層の長さと地震規模を求めるべく定立した式なのか、それとも震源断層の長さと地震規模の関係を求めるべく定立した式なのか、その式には最小二乗法等の数理的根拠があるのかという松田式のいわれを尋ねた最も基本的な問題点の指摘である。これは、松田式が地震学会において高い評価を得ていたかどうか、地震規模と活断層の長さに論理的な関係があるかどうか以前の問題である。

債権者らの上記各疑問点は、権威に依存することなくまた予断を持たなければ、誰でも普通に抱く疑問である。松田式は数理的根拠を持たず、その数式の要素である「L」の意味さえ特定できていないのである。

(3) 松田式を用いることの問題点

松田式は活断層の長さに応じた地震規模の平均値ではなく、「断層の長さに応じた地震規模は大体このようなものではないか」というイメージ像に過ぎない。地震規模の予測は地震動の予測の出発点となるものであり、したがって、地震規模の予測を誤れば必然的に地震動の正確な予測はできないのである。地震動の予測の出発点という重要な場面において、数理的根拠もない上に、地表断層の長さか震源断層の長さかという基本的な数式の要素（L）さえも確定できない松田式を用いることに正当性は見出しがたい。

債務者は「松田式が地震学会において権威や信頼性を得てきた」と主張するかもしれないが、「活断層の長さと地震規模との関係は大体このようなものではなかろうか」との松田教授の感覚に基づいて導き出された数式が、地震学会では活断層の長さと地震規模との関係を示す経験式として高い評価を得てきたということ自体が、地震学における資料がいかに乏しく、その中であって懸命に地震活動の実相に迫ろうとしても未だに手探り状態であることを如実に示しているものといえる。

(4) 経験式全般についての問題点

もっとも、他の式であっても、結局は平均値ないし中央値にすぎないため、これを大きく超える地震動が到来しうる。したがって、「4」や「5」で述べるような余裕を持たせることなく、その値をそのまま、あるいは債務者の財務状況が許す範囲の微修正をした程度で、原発の耐震設計に用いてはならない。詳細は「4」「5」で述べる。

4 新規制基準のバラツキ条項

(1) バラツキ条項

以下においては、松田式が松田教授の感覚を元に作成されたことを問題とせず、松田式が過去の地震データの平均式であることを前提として、松田式の示す地震規模と実際の地震規模との違いの問題を、通常のパラツキの問題であるとして論じることとする。

新規制基準は、経験式が過去の地震データの平均式であるから、これを原発の基準地震動の策定に用いることの危険を良く理解していた。すなわち、基準地震動ガイド（甲第6号証）は、Iの3.2.3(2)において、「震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。（「第1文」という）

その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。（「第2文」という）」と定めたのである。

基準地震動ガイド（甲第6号証）は、不確かさの考慮についてはIの3.3.3で求めており、不確かさとは別にパラツキの考慮を求めていることが明らかである。

(2) 令和2年12月4日大阪地裁判決について

令和2年12月4日、大阪地裁は、大飯原発周辺に居住する住民が国に対し、債務者が設置している大飯原発3、4号機について原子力規制委員会がした原子炉設置変更許可処分の取消しを求めた訴訟において、一部の債権者の請求を認め、上記原子炉設置変更許可処分を取り消した（判例タイムズ1480号153頁）。その理由は、原子力規制委員会が、大飯原発3、4号機の設置変更許可処分申請についての審査において、債務者が入倉・三宅式によって計算された地震モーメントをそのまま震源モデルにおける地震モーメントにしていた（引用者注 バラツキを考慮していなかった）のに、実際に

発生する地震の地震モーメントが平均値より大きい方向にかい離する可能性を考慮して地震モーメントを設定する必要があるか否かということ自体を検討しておらず、このような原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程には、経験式の適用に当たって一定の補正をする必要があるか否かを検討せずに、漫然とこれに基づいて地震モーメントの値を設定したという点において、過誤、欠落がある、という点にある。

(3) 小括

松田式や入倉・三宅式が活断層の状況に応じた地震規模の平均値をほぼ正確に示すものであったと仮定しても、基準地震動策定の場面においてバラツキの考慮をすることなくこれらの経験式をそのまま用いることに合理性を見出すことはできない。上記大阪地裁判決が指摘した点は、本件原発においても、全く同様である。バラツキを評価することなく経験式をそのまま適用して地震規模を設定したということは、現実にはその活断層が地震を引き起こした場合、現実の地震規模は、2分の1の確率で設定を超えることになる。地震規模の特定は強震動予測の第一段階である。このような不合理な地震動予測に基づく不合理な基準地震動に係る本件原発の運転を容認することはできない。

基準地震動策定に当たっては、最大の地震規模を想定するべきであるし、少なくとも、例えば平均的な地震規模の2倍までの地震規模を想定するのか、3倍までの地震規模を想定するのか、あるいは標準偏差で平均値からどの程度のずれまでを許容するのかという議論を経ずして合理的な基準地震動は定められないはずである。そして、この議論は一定の規模の地震を前提とする地震動の予測の問題に比べて遥かに分かりやすく、司法審査になじむのである。地震規模Mの特定におけるバラツキといわれる問題は、Mが0.2上がるごとに2倍、4倍、8倍・・・とエネルギー量が増すという次元の問題なので、司法審査に当たってこのことを前提に平均値からどの程度の離れた規模まで

の地震を想定するのが適正であるかが問われなければならない。

債務者は、他の訴訟において、断層の長さの設定や断層幅の設定において不確かさを考慮しているから、経験式が有するバラツキを考慮する必要がないと主張しているが、(1)において述べたように規制基準はバラツキの問題と不確かさの問題を区別している。その実質的根拠は次のところにある。地震規模におけるバラツキの問題は、基準地震動策定における他の要素（強震動生成域の位置等）によって調整すれば足りるという問題ではない。仮に、この地震規模におけるバラツキの問題を地震動の問題に反映して解消しようとするならば、地震規模と地震動を左右する各要素との関係について、正確な関係式が必要とされるがそのような関係式は存在しないのである。そのため、電力会社が「地震規模のバラツキの問題は平均的な地震規模を前提として地震動を高めに見積もることで調整し解消しているのだ」と主張しても、どのような調整がなされ平均的な地震規模から見てどの程度の地震規模までカバーするものとして基準地震動が策定されたのかさえ、裁判所を含む外部からは伺い知ることができなくなってしまうのである。

そのような状況を許すことは地震ガイドのバラツキ条項第2文に反するものである。仮に、バラツキ条項第2文が地震規模のバラツキの問題を地震動の問題として解消することを許すものであるとすると、そのような規制基準は合理性が欠けるものといえる。すなわち、地震規模のバラツキについてどのように対応すべきかという極めて重要な問題を、電力会社の裁量に委ねるということは、地震規模と地震動の算定の混同を許す結果となる。このような規制基準は合理性がないと言わなければならない。

(4) 不確かさとバラツキの違いについて

不確かさの問題とバラツキの問題とは明らかに異なるものである。活断層の長さが20キロメートルにとどまるか、30キロメートルまで延びているかは不確かさの問題である（自然現象に対する認識における不確かさが生じてい

る)。松田式において活断層の長さ20キロメートルに対応する地震規模がマグニチュード7だとしても、実際の地震規模がマグニチュード6.7から7.3までありうるというのがバラツキの問題である(自然現象における揺らぎの問題と言える。本項におけるマグニチュードの数値は正確さよりも分かりやすさに主眼を置いている)。また30キロメートルに対応する地震規模がマグニチュード7.3だとしても、実際の地震規模がマグニチュード7.0から7.6までありうるというのがバラツキの問題である。

例えば、犬を飼いたいと思ったが、その犬はAという犬種と思われるが、Aに似たBという犬種であることも否定できないという場合を想定する(ここで認識における不確かさが生じている)。Aの場合には成長すると、その体長が70センチメートルから100センチメートルの間でバラツキがあり(平均は85センチメートル)、Bの場合には90センチメートルから130センチメートルの間でバラツキがある(平均は110センチメートル)とする。その犬が何センチメートルに成長することを想定して檻を用意すれば良いのか(檻が狭いと犬が健康を害する危険性が高いと仮定する)。債務者の答えは、「不確かさを補うという要請を満たすべくBを想定したのならBの体長の平均値である110センチメートルに成長することを想定した檻でよい」とするものである。不確かさ(AかBか)の問題と、バラツキの問題(A:70センチメートルから100センチメートル、B:90センチメートルから130センチメートル)は明らかに違う問題であり、体長110センチメートルの犬に見合う檻で足るというのはおよそ賢明な選択とはいえないのである。

こうした場面において債権者らが不確かさの問題と、バラツキの問題の両面を補う必要があるとしているのに対し、債務者はこの考えを不合理であると考えているようである。このことは債務者が科学がその用いられる目的に従って適用のあり方が変わるということを理解していないことを示すものと

思われる。例えば円周率 3.14 は円の面積の概算に用いるのなら有用であるが、精密機械の設計に用いれば有害となるようなものである。仮に基準地震動がその活断層の状況から推定できる地震動の平均値を下回ることがなければよいというものであるならば、不確かさの考慮をすることで足りるのであって、更にバラツキの問題をも考慮して基準地震動を定めることに合理性や科学性はない。しかし、基準地震動がその活断層から合理的に推定できる最強の地震動を基礎に設定されるべきものであるならば、不確かさの考慮をした後に、更に、バラツキの問題をも考慮して基準地震動を定めることにこそ合理性や科学性が認められるのである。不確かさの考慮をしたのだからバラツキの問題は考慮しないとするに合理性や科学性はないのである。原発の安全を最大限図るためには、その活断層から考え得る最強の地震動を求めるべきであり、例えば、幼稚園に遊具を設置する場合には平均的な体格の園児ではなく、園児の中で一番体格のよい子を念頭に考えなければならないのと同様である。

大津地裁平成26年11月27日決定における次の説示は松田式等をそのまま用いることの不合理性を的確かつ簡潔に示したものである。「自然科学においてその一般的傾向や法則を見いだすためにその平均値をもって検討していくことについては合理性が認められようが、自然災害を克服するため、とりわけ万一の事態に備えなければならない原発事故を防止するための地震動の評価・策定にあたって、直近のしかも決して多数とはいえない地震の平均像を基にして基準地震動とすることによってどのような合理性があるのか」

大津地裁に対して、債務者は科学の用いられ方が目的によって異なるということを理解していない。他の訴訟において債務者は、「経験式を使用しながらその結果に修正を加えることは、経験式の意義を失わせるものともいえ、例えば、入倉・三宅式を使用して地震規模を設定する際に、不確かさを考慮

して面積を大きく評価しながら同式によって求められる地震規模に上乘せをすることは、面積の不確かさを二重に評価することになり、かえって不合理な結果をもたらすことにもなりかねない」というような主張をしている。

活断層の長さあるいは断層面積の大きさから地震の規模の平均値を求める式を使用しながらその結果に修正を加えることは、経験式の意義を失わせるという債務者の考えは、その式を平均値を求めなければならない場面で用いる場合にはこれを肯定できる。しかし逆に、平均値を求めることでは足りない場面においてその式から求められた平均値をそのまま用いることは不合理なのである。平均式から求められる平均値を修正しないで地震規模を想定すれば今後起こる地震の半数がその想定した規模を超えてしまうことになるが、その平均式を基礎に 2σ （シグマ）の標準偏差を採用することによって（ 2σ で足りるという趣旨ではない）、その危険を 5 パーセント未満にすることができる。この考え方は何ら経験式の意義を失わしめるものではなく、むしろ、経験式をその求められる場面に応じて活かしているのである。合理性とは道理や論理にかなっていることをいう。平均値を求めなければならない場面においては平均値を求める数式をそのまま用いることに合理性がある。しかし、平均値を求めるだけでは足りない場面においては平均値を求める数式をそのまま用いてこと足れりとすることは不合理そのものなのである。

基準地震動を策定する場面は活断層の長さあるいは断層面積の大きさから地震の規模の平均値を求めればよいという場面ではないのである。基準地震動策定に当たっては、活断層の長さあるいは断層面積の大きさから合理的に考えうる最大規模の地震規模を求めなければならないのである。

仮に、地震学ないしは強震動学において不確かさの考慮をした後に重ねてバラツキの考慮をする必要がないというのが一般的な見解であるとするならば、それは地震学や強震動学が活断層の状況から推定できる地震動の平均像を探ることを主たる目的としてきたからに他ならないと考えられる。基準地

震動の意義やその目的を十分理解しながらも、なお「原発の安全性を担保する基準地震動の策定に当たって、不確かさの考慮をした後に重ねてバラツキの考慮は不要である」とするような論理性や科学性が欠如した地震学者はいないはずである。仮にいとすればその人は学問が何のためにあるのかを自覚していないと思われる。

(5) バラツキ条項の不遵守

2(1)項で指摘したように、本件原発の基準地震動を策定するに当たり、債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価においては、地震の規模（マグニチュード）を算出するために松田式を、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、地震の規模（地震モーメント）を算出するために、入倉・三宅式を用いており、いずれにおいても、バラツキ条項による修正は加えていない。

原子力規制委員会においても、本件原発の設置変更許可処分申請についての審査において、実際に発生する地震規模が松田式及び入倉・三宅式から求められる平均値より大きい方向にかい離する可能性を考慮していないから、審査においても過誤、欠落があるといえる。基準地震動は原発の耐震安全性確保の要であるから、これが看過しがたい過誤、欠落に当たることは明らかである。

(6) バラツキ条項の削除

大阪地裁は令和2年12月4日、バラツキ条項に適合する審査がなされていないとして原子力規制委員会の大飯原子力発電所3号機、4号機の設置変更許可を取り消した。

原子力規制委員会はこの判決の後、バラツキ条項を遵守するのではなく、バラツキ条項第2文を削除するに至った。そのため、地震規模を判断するに際して平均値とされる数値をそのまま用いても基準地震動ガイドの明文に反するとは言えなくなった。基準地震動ガイドからバラツキ条項が削除された

ことによって、地震規模のバラツキについてどのように対応すべきかという極めて重要な問題を電力会社の裁量に委ねることになってしまった。すなわち、バラツキ条項という合理的な条項が削除された基準地震動ガイドは、地震規模の過小評価に起因する地震動の過小算定によって人格権侵害の危険を招くものとなり、規制基準としての合理性を失うことになったのである（仮に債務者が主張するように、バラツキ条項は、もともと文理通りに解釈されるべきものではなく、バラツキを求めるものではなかったとすれば、そのような文理と異なる解釈を要求する紛らわしい条項自体が既に不合理であった）。

また、前記のように、福岡高裁宮崎支部が平成28年4月6日抗告審決定において川内原発の運転差止仮処分に係る住民側の申立てを認めなかったものの、その理由中において川内原発の設置位置が火山ガイドに反するもので立地不適であると認定し、その後、広島高裁が平成29年12月13日に伊方原発の立地が火山ガイドの規定に反すると認定し伊方原発の運転差止の仮処分を認容するに至った。しかし、原子力規制委員会は、裁判所の判断を無視するかのように、火山ガイドの該当規定を削除するに至った。このような原子力規制委員会の姿勢は、裁判所を愚弄し法の支配を脅かすものであり、原子力規制委員会の存在意義や目的は一体何だろうかという疑問を多くの人に抱かせるものである。

債権者らは、地震ガイドの本件規定は、基準地震動が科学性と客観性を担保するための規定であって、本来、規定の有無にかかわらず、その遵守が求められる基本的な要請であると考えている。繰り返し述べるように、たとえ精緻な理論に基づく計算結果であってもそれが実験や観測によって得られた客観的数値との整合性を持たない限りは科学性を持ちえない。その科学性を担保する規定が地震ガイド（甲第6号証）I 5.2(4)項の「基準地震動は、最新の知見や震源近傍等で得られた観測記録によってその妥当性が確認されて

いることを確認する」との規定（本件規定）なのである。債務者のする地震動算定はおよそ精緻な理論とはかけ離れた根拠に基づくものであるにもかかわらず、更に規制基準からバラツキ条項が削除されたことによって、規制基準による歯止めがかからなくなってしまったといえる。そのような状況下にあつては、本件規定の遵守の必要性は更に増したといえる。

5 建築ないし地震動研究の分野では、基準地震動に対数標準偏差2つ分程度の余裕をもたせて設計等をするのは広く採用されている科学的知見であること

（1）標準偏差と対数標準偏差

ア 標準偏差

標準偏差（standard deviation）とは、データや確率変数の、平均値からの散らばり具合（ばらつき）を表す指標の一つである。

データ $x_1, x_2, \dots, x_n$ の平均値からの散らばり具合を数値にした標準偏差は、次の式で定義される。

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

標準偏差を σ とおくと、平均値からプラスマイナスして以下の「信頼区間」の範囲内に収まるデータの割合は、以下の「信頼度」で表される（その範囲に収まらないデータの割合は、「不信頼度」で表される）。

信頼区間	信頼度	不信頼度	
	百分率	百分率	分数
0.674490σ	50%	50%	$1/2$

1σ	68.2689492%	31.7310508%	$1/\boxed{3.1514872}$
1.959964σ	95%	5%	$1/\boxed{20}$
2σ	95.4499736%	4.5500264%	$1/\boxed{21.977895}$
2.575829σ	99%	1%	$1/\boxed{100}$
3σ	99.7300204%	0.2699796%	$1/\boxed{370.398}$

つまり、平均値より標準偏差 1 つ分以上隔たりがあるデータの割合は 31.731058%（この中には平均より小さいデータも大きいデータもあるので、標準偏差 1 つ分以上大きいデータはその半分）、標準偏差 2 つ分以上隔たりがあるデータの割合は 4.5500264%（同上）となる。

イ 対数標準偏差

人の身長や体重は、少なくとも平均値とのずれが標準偏差 2 つ程度で収まる場合は、正規分布に比較的近く、平均より標準偏差 n 個分大きい値の割合も、標準偏差 n 個分小さい値の割合も、あまり変わらない。

もっとも、人口の都道府県別順位や、各人の所得分布は、必ずしも正規分布どおりにはなっていない。例えば、所得がゼロより少ないことはあまりないが、平均所得の 3 倍や 4 倍の所得を稼ぐ人は少なくない。

対数標準偏差は、このように、正規分布とは言い難く、偏りのある分布を適切に表現するのに適している。

正規分布の確率密度関数（平均値が μ 、標準偏差が σ のとき値が y となる確率）は以下の式で表される。

$$g(y) = (1/\sqrt{2\pi} \sigma) \cdot \exp\{-(y-\mu)^2/2\sigma^2\}$$

これに対し、対数正規分布の確率密度関数（対数平均値が μ 、対数標準偏差が σ のとき値が x となる確率）は以下の式で表される。

$$f(x) = (1/\sqrt{2\pi} \sigma x) \cdot \exp\{-(\log x - \mu)^2/2\sigma^2\} (x > 0)$$

正規分布において平均値 μ より標準偏差 σ 1 つ分だけ値が大きいとは、 μ に σ を足した値を意味する（例えば、平均身長が 171 センチで標準偏差が 6 センチの場合は、 $171 + 6 = 177$ センチ）。同様に、標準偏差 σ 2 つ分だけ値が大きいとは、 μ に 2σ を足した値を意味する。

これに対し、対数正規分布において、平均値 μ より標準偏差 σ 1 つ分だけ値が大きいとは、 μ に σ をかけた値を意味する。（例えば、平均所得が 400 万円で対数標準偏差が 2 の場合は、 $400 \text{ 万} \times 2 = 800 \text{ 万}$ 円）。同様に、標準偏差 σ 2 つ分だけ値が大きいとは、 μ に σ の 2 乗（例えば、2 の 2 乗は 4）をかけた値を意味する。

対数標準偏差においても通常の標準偏差と同様、平均値より標準偏差 1 つ分以上隔たりがあるデータの割合は 31.731058%（この中には平均より小さいデータも大きいデータもあるので、標準偏差 1 つ分以上大きいデータはその半分）、標準偏差 2 つ分以上隔たりがあるデータの割合は 4.5500264%（同上）となる。

そして、建築の設計や地震の研究においては、以下のとおり、基準地震動に対数標準偏差 2 つ分（基準地震動に、対数標準偏差の 2 乗を掛けた値）の余裕をもたせることが広く行われている。

（２）独立行政法人 防災科学技術研究所の研究（甲 79）

独立行政法人防災科学技術研究所では、地震調査研究推進本部地震調査委員会が「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（平成 11 年 4 月）に基づき着手している全国を概観した地震動予測地図作成に資するために、平成 13 年 4 月より特定プロジェクト研究「地震動予測地図作成手法の研究」を実施している（甲 79 の 9 枚目）。

確率論的地震動予測地図の作成では、着目地点において、その周辺で発生する地震（あるいは地震群）によって t 年間に少なくとも 1 回地震動の強さが y を超える確率 $P(Y > y; t)$ をハザードカーブと呼ぶ（同 12 枚目ないし 4 ページ）。

距離減衰式を用いて地震動の強さを評価する場合には、 $P(Y > y; t \mid m_i, r_j)$ 、つま

り地震の規模が m_i , 距離が r_j の時に地震動の強さが y 以上になる条件付確率は、距離減衰式の中央値 $Y(m_i, r_j)$ とそのばらつき（中央値を 1 とする対数正規変量 U で表されることが多い）を用いて表される（同 12 枚目ないし 4 ページ、特に式（2.1-4））。ここで、対数正規変量とは、対数正規分布をとる変量のことである。

すなわち、地震動のばらつきを、対数正規分布を考慮して検討することは、国の機関を含め、地震動研究においては広く行われていることである。

そして、同研究所は地図を作成する際、30 年間での超過確率が 6%、3%、ならびに 50 年間での超確率が 39%、10%、5%、2%となる地震動強さを計算した（同 21 枚目ないし 13 ページ）。ここで、確率が 2%や 3%といえは、概ね中央値ないし平均値より標準偏差 2 つ分大きな値に相当する。

（3）地震調査研究推進本部の研究（甲 80）

地震調査研究推進本部は、平成 11 年 4 月 23 日に「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的施策―」を決定し、この中において当面推進すべき地震調査研究の主要な課題として、全国を概観した地震動予測地図の作成を挙げている。平成 17 年 3 月、同本部の地震調査委員会は、その成果を「全国を概観した地震動予測地図」として取りまとめた（以上、甲 80 の 1 枚目）。

これも甲 79 と概ね同様の方法で「確率論的地震動予測地図」を作成している（甲 80 の 6 枚目ないし 2 p）。ここで留意すべきは、この時点においては、福島県沖の地震発生確率は 7%程度以下とされていたことである（甲 80 の 13 枚目ないし 9 p）。7%（平均値ないし中央値より、標準偏差 1 つ半弱大きいことに相当）とは、社会通念上、無視してはならない数値である。甲 80 の 18 枚目ないし 14 p には、「構造物設計の目安の一つとして考えられる「5%―期間 50 年」、「10%―期間 50 年」および「39%―期間 50 年」と書かれている。

なるほど、同本部も、「入倉孝次郎・三宅弘恵（2001）³：シナリオ地震の強震動予測」を一部修正した「レシピ」を用いている（甲80の53枚目ないし49p。以下「修正された入倉レシピ」）。しかし同本部は、**中央値**を用いるのに修正された入倉レシピを用いた上で（同）、発生確率が3%以上を「高い確率」に分類している（甲80の51枚目ないし47p）ことを忘れてはならない。

（4）平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書（甲81）

同報告書は、平成12年11月に地震調査研究推進本部が「宮城県沖地震の長期評価」において、次の宮城県沖地震が発生する確率を公表し、今後20年以内に80%、今後30年以内に90%を越す極めて高い発生確率となっていることを受けて、事前の防災対策が急務であるとして作成された（甲81の4枚目「はじめに」）。

あわせて、同報告書は、「兵庫県南部地震を引き起こした野島断層の発生確率は、地震発生直前の時点での今後30年以内の発生確率で0.4～8%程度であり、それほど大きな確率ではありませんが、実際には大地震を引き起こしています（誤記は債権者代理人にて訂正）」とも指摘している（同）。

そして、同報告書も、次のように指摘している。

「地震被害想定結果の数値は、その基となる地震動予測結果に幅（ばらつき）を持

³ 三宅弘恵氏は、債権者代理人が大学3年生だった時に同じゼミで共同研究した研究者であり、債権者らは同氏の地震学に関する知見に異を唱えるものではない。一方、地震学の知見とは、甲80のような形で用いるものであって、債務者が行っているがごとく、経験式から得られる値に対数標準偏差1つ分の余裕すら持たせることなく原発の基準地震動を策定するなどというのは、入倉氏も三宅氏も松田氏も、およそ賛同するところではなかろう。

また入倉孝次郎氏は、島崎邦彦氏が、大飯原発の基準地震動策定の際に「債務者が行った」入倉・三宅式の適用は基準地震動を過小評価することになると述べたとき、入倉・三宅式そのものが批判されたと解釈して入倉氏のホームページにて反論文を掲載したものの、京大知球会（京都大学理学部・地球物理学の同窓会）で債権者代理人と懇談した際には、入倉・三宅式の原発耐震設計における取り扱い（同式から得られる値に、対数標準偏差幾つ分の余裕を持たせるべきか）に関する債権者代理人の見解に異を唱えるものではないと述べていた。

つことから、幅を持つものに基づいた各種の被害想定結果も当然、幅を持つものとなります。例えば、政府の地震調査研究推進本部による地震動予測結果に関する公開にあたって、「設定した震源特性には不確定性があり、また設定した地下構造は場所によるばらつきがある。このため、震度階級で一つ上や下になることがある。」と注釈されています。

従って、今回の仙台市地震被害想定においても、地震動予測結果や各種の被害想定結果は、決して確定値ではなく、ある程度の幅（ばらつき）の中の平均的な値として扱うことが必要です。」

甲 8 1 においてはどの程度の幅かこそ明言されていないものの、政府の地震調査研究推進本部の注釈を引用している以上、甲 7 9 や甲 8 0 と同様の取り扱いをしていると考えるのが最も合理的である。

（５）宮城県地震被害想定調査に関する報告書（甲 8 2）

同報告書も、国の地震調査研究推進本部地震調査委員会（以下、推本と略する）が平成 12 年 11 月に「宮城県沖地震の長期評価」を公表し、今後 30 年以内に地震が発生する確率が 99%（基準日を平成 15 年 6 月 1 日としたとき）という極めて高い長期評価確率であることを示し、さらに推本では平成 15 年 6 月 18 日に宮城県沖地震を想定した強震動評価を公表したことを受けて作成された（甲 8 2 の 1－1）。

同報告書では、「可能な限り正確な地震動の強さを評価することが基本である」として、「この観点から、現在国が採用している最新の手法を取り入れる必要がある」と認識した（同 1－2）。

また同報告書は、「木造建物」等の「被害率曲線は、仙台市（2002）で設定された被害率曲線を対数正規分布累積関数に近似して利用した（同 4－6）」。

同報告書末尾の用語集においても、「対数正規分布累積関数」の説明として「対数正規分布を積分した関数のこと。地表最大速度による建物の被害率曲線の推定式に用いられている。」

正規分布は、自然現象と社会現象を通じて広くみられる確率分布の一つで、統計学における最も重要な分布である。ガウス分布ともいう。観測値を x 、平均値を m として、 x を横軸にとった場合の確率分布は、 m で最大で m から離れるに従って値が小さくなり、 $x = m$ に関して左右対称のベル型である。分布の広がり の程度は標準偏差 σ で表される。対数正規分布は、ある量 D の対数 ($\log D$) が正規分布をすること。」

と説明されている（同 10－4。傍線は債権者代理人）。

このように、対数正規分布や対数標準偏差は、地震予測において広く用いられている概念である。

（６）地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価（甲 83）

同論文は、建物群の地震リスクを評価する手法について述べたものである。

同論文も、「距離減衰式にはばらつきがあり、マグニチュードと距離が確定しても地震動の大きさは一意には定まらない。」ことを踏まえて、「地震ハザード解析では、距離減衰式のばらつきとして対数正規分布を仮定することが多く、イベントによる地震動の中央値と対数標準偏差から所与の地震動強さを超過する確率を求めることができる。」（甲 83 の 173 p）と論じている。

（７）地盤増幅を考慮した一様ハザードスペクトルに基づく建築構造物の地震リスク評価手法（甲 84）

同論文は、建築構造物の地震リスク評価手法について論じたものである。

同論文は、「従来の地震リスク評価では最大地動の確率論的評価結果、すなわち地震ハザード曲線を入力として、個々の建物の被害程度を求めるための地震損傷度曲線あるいは地域の被害率を評価するための地震被害率曲線を用いた評価が一般的である」としたうえで、従来の方法の問題点として、「これらの曲線は過去の地震

被害データや専門家による工学的判断に基づくもので…この手法は簡易であるが、考慮できる入力地震動特性や構造物特性に限界がある。」とする（甲 8 4 の 2 3 p の左段）。

同論文は、こうした問題へ対処するために、「まず地震環境および地盤増幅を考慮して地表における応答スペクトルを確率論的に評価する手法を示し、次に地表の一樣ハザードスペクトルを入力として応答スペクトル法による建築構造物の地震リスク評価手法を示す。」（甲 8 4 の 2 3 p の左段～右段）。

そして、「3. 構造物の応答値の確率論的評価」（甲 8 4 の 2 5 p 右段）においては、「(2)最大応答変位の超過確率」（同 2 6 p 左段）を求めるにあたり、「各周期の応答スペクトル値の結合確率は対数正規であると仮定」（同 2 6 p 右段、式 (20a) (20b) 参照）している。

（８）台湾集集地震に基づく地震動のマクロ空間相関特性（甲 8 5）

同論文は、「1999 年の台湾集集地震で得られた高密度な観測記録を用いて、地震動強さの平均減衰特性からの偏差量の空間相関モデルを提案するもの」である（甲 8 5 の 4 1 p）。

同論文は「はじめに、上記の地震動データについて既往の距離減衰式との適合性を調べた。距離減衰式として最大地動加速度および最大地動速度の推定式を用いた。 σ は常用対数における対数標準偏差である。なお安中式においては、安中らの文献 LS} の図一 4 より固有周期 0. 04 秒における応答スペクトルの対数標準偏差を読みとり、地震間および地震内のばらつきをそれぞれ σ_e および σ_o として記している。本研究ではひとつの地震のみを対象にしているので、 σ_o のみが関連する。」（甲 8 5 の 4 2 p）等と述べる。

（９）地震危険度の高い地域の建物を対象とした地震リスク・マネジメント（甲 8 6）

同論文は、地震リスクを評価し、マネジメントすることに関する研究であり、「政府の地震調査研究推進本部・地震調査委員会」「の成果の一部を、先述の地震リスク・マネジメント技術に効果的に導入する手法を新たに提案する」ものである（甲 86 の 25 p）

同論文においても、「住宅の修理／再調達費用は、構造部材、変形依存型非構造部材（建築仕上げなど）、加速度依存型非構造部材（機械・設備など）の損傷費用の合計として計算される」（甲 86 の 30 p 左段第 2 段落）とした上で、「各部材のフラジリティ曲線⁴を対数正規分布とする」「各サンプルの応答値をフラジリティ曲線に適用し、それに対応する確率質量関数に基づき、サンプルごとに損傷状態を一意に割り当てる」（同）、「構造部材」のフラジリティ曲線の中央値は、大実験によるスケルトンカーブ（図 14 上段）の限界変形角に基づいて決め、対数標準偏差を 0.4 とした（図 14 下段）。」（同）等、想定される部材の破損を算定するにあたり、確率分布や対数標準偏差の考え方が用いられている。

（10）地震リスク解析におけるフラジリティ曲線と地震損失関数（甲 87）

本論文が対象とする地震リスク解析は地震被災度を定量的に評価するもので、防災計画の重要な指標になるとともに、LCC(生涯レンジの価格評価)、PML(予想最大損失)、BCP(事業継続計画)に対して直接的なコア技術となる（甲 87 の前文）。

ここで対象としている地震リスク $E(L)$ は、その大きさが確率およびその結果で与えられる狭義のリスクであり、地震の発生確率 $P(H)$ 、損失の発生する確率 $P(D/H)$ 、損失の規模 $E(L/D)$ の積によって、例えば次式で定義することができる。

$$E(L) = P(H) \cdot P(D/H) \cdot E(L/D) \quad (\text{甲 87 の 26 p 右段})$$

被害の発生確率または脆弱性を表すためのフラジリティ曲線（以下「SFC」）と損失規模を評価する地震損失関数（以下「DF」）の両関数は、統計確率論に基づく

⁴特定した被災規模(大破,小破 etc.)に対する条件付き発生確率として定義される。

地震規模(通例,最大加速度または最大速度)を横軸とする確率分布関数として表されることが多い。詳細は甲 87 の 27 p 右段。

信頼性理論によって記述される（甲 87 の 27 p）。

SFC の基本式は対数正規分布関数によって示される（甲 87 の 28 p 左段）。強震時の大変形による損傷を考える場合、応答変位や損傷レベル限界変位は、対数正規分布でモデル化されることが多い（同）。

SFC と DF に与えるばらつきの根源につき、ここでは、不確実性の源泉とこれらの対数標準偏差の報告例が示されている。まず、対数標準偏差について、構造物を対象とした既往の報告例を表-1 に整理した。これによると、これらの対数標準偏差は 0.4～1.0 にも及び、信頼性工学の中でも極めて大きい。

このばらつきの源泉(variety resources)をすべて解き明かすことは、到底不可能であるが、これらを定性的に論議することは有用であり、SFC および DF を基調とするリスク評価手法の発展と高度化には重要な検討課題である。

SFC の不確実性の要因(ばらつきの要因)は、例えば、以下の 6 つの成分にまとめられる。

- 1.地震危険度の設定に関する不確実性
- 2.サイトの地震動評価に関する推定誤差
- 3.地盤増幅特性の評価誤差
- 4.地震動指標による構造物の応答評価誤差
- 5.建物の耐力のばらつき
- 6.モデル化の不確実性

また、望月・中村らは、建築建物を対象として、以下のように分類している。

- ①材料・施工精度のばらつき
- ②地震動の推定誤差
- ③解析モデルの不確実性
- ④建物強度の固体差

これらの源泉は、情報量の増大によって改善されるものと改善には悲観的なものが混在する。また、ある特定の建造物を対象とした場合(個別リスク)には、①～③を

考慮すればよく、広域地震リスク評価など建物群を対象とした場合(集積リスク)には、①～④が対象となる。

通常、これらの要因を個別に取り扱うことは得策でなく、統計学的または経験的な知見から一義的に設定する場合が多い。このような対数標準偏差は、複合偏差(composite log—normal standard deviation)とも呼ばれ、耐震性能(capacity)と応答(demand)の両者を含んだものである。(以上、甲 8 7 の 2 9 p)

(1 1) 地盤増幅特性を考慮した建築物ポートフォリオの地盤リスク評価手法 (甲 7 3)

準備書面 8 でも述べたが、この論文は、距離減衰式を利用して地震基盤における応答スペクトルを設定し、それに各地点特有の地盤増幅特性を与えることで地表応答スペクトルを評価して、各種建築物の地震による損失リスクを評価する手法を研究したものである。

この論文は、実際に発生する地震動は距離減衰式で求められる応答スペクトルと正確に一致するものではなく、ばらつきを有することを考慮し、「50年間の超過確率5%程度のレベルまでを対象とする場合、結果に相当の影響を及ぼすと考えられる範囲は、対数標準偏差を β として $+2\beta$ 程度以内である。」として検討している(p512)。

また、この論文は、検討に際して、長町—利府線断層帯において発生する地震による地震基盤応答スペクトルの中央値を Noda et al.(2002)の距離減衰式に基づいて評価することとしているが、宮城県沖地震による地震基盤応答スペクトルの中央値については、Noda et al.(2002)の距離減衰式による評価をそのまま使用せず、それに補正係数 2.0 を乗じて評価することとしている。また、ばらつきを考慮して、 $\beta = 0.5$ とし (これは自然対数)、対数正規分布上で $\pm 2\beta$ の範囲で検討している(p514)。

このように、この論文は、震源によっては Noda et al.(2002)による平均スペク

トル自体が $1/2$ の過小評価になる場合があることを考慮して、2 倍に補正して使用している部分があり、かつ、Noda et al.(2002)による平均スペクトルを中央値としてプラス 2β の範囲までを検討対象としている。

(12) 小括

以上の科学的知見に鑑みれば、ひとたび事故を起こせば、一般建築よりはるかに甚大なもたらす原発について、対数標準偏差 2 つ程度の余裕を持たせるのは当然のことである。基準地震動の設定に上記の余裕を持たせないことは、建築や地震学の領域において広範に採用されている科学的知見に反するもので不合理と言わざるを得ず、地震動等に起因する原発事故によって債権者らの人格権が侵害される具体的危険が存在するものである。

第3 避難がほぼ不可能であること（準備書面 8 の第 1，および準備書面 9 の第 1 の補足）

1 原発の危険性と第 5 層の避難計画

原発は、大量の放射性物質を発生させることにより、周辺住民の生命、身体に重大かつ深刻な被害を与える可能性を本質的に内在させており、原発事故は、高度な科学技術力をもって複数の対策を成功させ、かつ、これを継続できなければ収束に向かわず、一つでも失敗すれば事故が進展し、多数の周辺住民の生命、身体に重大かつ深刻な被害を与えることになりかねないという、他の科学技術の利用に伴う事故とは質的にも異なる特性がある。

そして、現在の最新の科学技術をもってしても原発事故の原因となり得る地震等の事象の発生の予測を確実に行うことはできないことから、原発の安全性は、深層防護の考え方によって確保されるものであり（深層防護の考え方については、準備書面 6 や 7 で詳述した。）、それゆえ、深層防護

の第1から第5の防護レベルのいずれかが欠落し又は不十分な場合には原発が安全であるということはできず、周辺住民の生命、身体が侵害される具体的危険があると解すべきである。

深層防護の考え方による安全確保においては、ある防護レベルの安全対策を講ずるに当たって、その前に存在する防護レベルの対策を前提としないこと（前段否定）が求められるものであるから、深層防護の第1から第4までの防護レベルが達成されているからといって、避難計画等の深層防護の第5の防護レベルが不十分であっても、原発が安全であるということとはできない。

このように、深層防護の第5の防護レベルは原発の安全性に欠くことができないものであることから、実現可能な避難計画の策定及びこれを実行し得る体制が整わず、深層防護の第5の防護レベルが欠け又は不十分な状況の下で原発を運転することは、周辺住民に対し、人格権侵害の具体的危険を生じさせるものといわなければならない。

2 航空機や船舶ですら万が一の事故時の救命設備を欠く設備の運転を許されないなら、ましてや原発ではなおさらそうであること

第5の防護レベルが達成されていなければ人格権侵害の具体的危険があり、原発の運転を許さないとする考え方は、事故時の被害回避方策を欠く科学技術設備の運転を許さないとする点で、航空法や船舶安全法など他の法律と共通する合理的なものである。

航空機や船舶など、事故が起こった時に一定の規模以上の被害が想定される科学技術設備については、設備自体の安全性を高めるだけでなく、万が一の事故が起こった時の被害回避の方策を取っていなければ、法令上、その設備の利用自体が許されない。そして、ここで重要なことは、万が一の事故を起こさないためにどれだけ科学技術設備の安全性を高めても、万が一の事故

時の被害回避の方策の義務付けについて例外がないことである。

ア 船舶安全法

船舶安全法は、その第2条において、13項目について国土交通省令等の定めるところによって施設することを義務付け、その第1条において、これらを施設しない船舶を航行の用に供することを禁じている。そして、その13項目の6番が「救命及び消防の設備」である。

小型船舶安全規則（昭和49年運輸省令第49号）は、第6章第1節（第46条～第57条の5）において、救命設備の要件として、救命いかだ、救命浮器、救命浮輪、救命胴衣、救命クッション、浮力補助具、自己発煙信号、火せん、信号紅炎、極軌道衛星利用非常用位置指示無線標識装置、レーダー・トランスポンダー、搜索救助用位置指示送信装置の性能や仕様について詳細に定め、第2節（第58条～第58条の2）において、これらの救命設備の備付基準を定め、第3節（第59条～第63条の2）において積付方法を定め、第4節（第64条）において、救命設備の表示を義務付けている。

したがって、万が一の海難事故の際の救命設備を備え付けていない船舶は、法令上航行することが許されないのである。ここで大切なことは、海難事故を起こさないためにどれだけ船舶本体の安全性を高めても、救命設備の義務付けについて例外がないことである。

イ 航空法

航空法は、「航空機は有効な耐空証明を受けているものでなければ、航空の用に供してはならない。」（第11条第1項）と定めている。「耐空証明」とは、国土交通大臣が、当該航空機が、①国土交通省令で定める安全性を確保するための強度、構造及び性能についての基準、②国土交通省令で定

める騒音の基準、③国土交通省令で定める発動機の排出物の基準に適合することを認めたときに発するものである（同法第10条第4項）。

上記①の国土交通省令で定める基準とは、航空法施行規則第14条、附属書第一であり、この4-6-2には、「航空機は、非常着陸の際に、航空機内にある者がすみやかに脱出できるような設備を有するものでなければならない。」と定められている。この設備は、いわゆる非常脱出用スライドのことである。

したがって、非常脱出用スライドを備えていない航空機は、法令上、航空の用に供することができない。ここで大切なことは、航空機事故を起こさないためにどれだけ航空機本体の安全性を高めても、非常脱出用スライドの義務付けについて例外がないことである。

ウ 小括

船舶法及び航空法並びにその下位法令の定めによって判ることは、事故が起こった時に一定の規模以上の被害が想定される科学技術設備については、事故の可能性がいくら小さくても、当該設備利用の条件として、万が一の事故に備えて人的損害の発生の回避の措置をとることを求めるのが社会通念であり、そのことが法律上の要請にまで至っているということである。このことから、「深層防護」に類似の考え方は、原発に限らず、一定規模以上の被害が想定される科学技術設備においては、当然の社会通念であることが判る。

ここで改めて考えるべきことは、海難事故も航空機事故も場合によっては多数の被害者を出す、それでも被害の規模、程度、永続性、深刻さは原発の過酷事故とは比較にならないということである。福島第一原発事故をみればそのことは明らかであるし、福島第一原発事故が幸運の連鎖によって被害が小さくて済んだが、最悪の経過を辿れば、東日本が壊滅する可

能性すらあったことは何度も反芻されるべきことである。海難事故や航空機事故の被害者は、自らの意思で乗船、搭乗した者であるのに対し、原発事故被害者の殆どは自らの意思と関係なくこれに巻き込まれる者であることも重要な視点である。

このように考えたとき、船舶や航空機ですら、どれだけ安全性を高めても、万が一の事故の際の救命設備を備え付けていなければ航海や運航が許されないのであるから、さらに重大な被害を生じさせる原発においても、どれだけ安全性を高めても、万が一の事故の際の救命手段である実効性ある避難計画等が整っていなければ、運転が許されないことは明白である。

エ 債務者主張について

なお債務者はこの点に関する言い訳として（主要書面（４）の４０－４１ p）、「いずれも、船舶内の旅客、乗船者及び船員並びに航空機内の旅客および乗務員等の生命及び身体等を保護することを目的とし、船舶や航空機それ自体に設備する救命設備や脱出設備等に関する事項（船舶や航空事業者の権限を持って対処できる事項）を許可の基準として採用している」と述べるが、では、原子力規制に関する諸法令に住民の安全を図る目的はないのか。言うまでもなく、原子力規制委員会設置法の第１条は、その目的において福島第一原子力発電所事故の教訓を指摘している。また、事業者のみの権限で対処できるかどうかは、事故の被害者にとっては本質的な問題ではない。繰り返すが、本件は、債務者の故意過失を要件とする損害賠償請求ではない（なお、原賠法の規定により、原発事故において電力事業者は無過失責任を負う）。

民事の差し止め請求や仮処分申し立ては、債務者の故意過失に関わらず、具体的危険を有する限り、認められるべきものである。

3 屋内退避の不合理的

原発事故発生時に、債権者中罵らUPZの住民らは、まずは自宅で屋内退避をすることとされている（乙201の40p、債権者準備書面9の3p）。

しかし、準備書面9で述べた問題に加え、巨大地震時には倒壊や余震の危険・恐怖から屋内に退避することは不可能である。また屋内退避をしても放射線から身体を守る効果はごくわずかしかない。以下詳述する。

(1) 地震による建物倒壊、死者・負傷者の発生

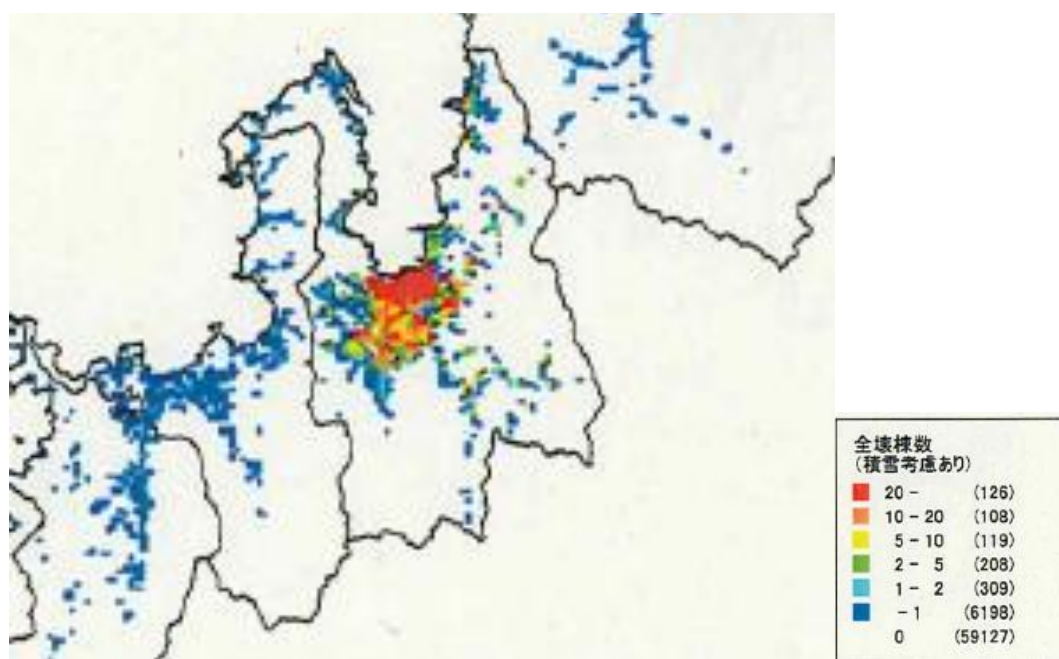
屋内退避は、巨大地震の際には取り得ない手段であることが、2016（平成28）年4月15日に起きた熊本地震で明らかになった。すなわち、同地震は、同月14日に震度7（熊本県益城町）（前震）、その2日後の同月16日にも震度7（熊本県益城町）（本震）を観測するなど2度の大きな揺れを起こしたものであるが、前震に耐えた住宅に戻ったところを本震に襲われ、1階が潰れて死亡した住民もいる（甲第89号証）。そして、同地震の際に、国が熊本県に対して全避難者の屋内避難を求めたところ、熊本県知事が「避難所が足りなくてみなさんがあそこに出たわけではない。余震が怖くて部屋の中にいられないから出たんだ。現場の気持ちが分かっていない。」と抗議している（甲第90号証）。このように巨大地震の際には建物倒壊による生命・身体への危険があり、屋内退避をすることなど到底できない。

巨大地震によって多数の家屋が倒壊等する甚大な被害が生じることは福井県でも想定されている。福井県による平成22・23年度地震被害予測調査結果に基づく被害想定によると、想定断層・震度分布は、①福井平野東縁断層帯（想定M=7.6／断層長さ約45km）の最大震度7、②浦底―柳瀬山断層帯（想定M=7.2／断層長さ約25km）の最大震度7とされている（甲第91号証・13頁）。

①福井平野東縁断層帯の場合、建物被害については、揺れと液状化による建物の全壊が木造で2万6959棟、非木造で3058棟、建物の半壊が木

造で3万6715棟、非木造で5516棟である。火災による被害は、例えば冬期で3195棟である。人的被害については、冬期5時に地震が発生した場合、死者は2034名、負傷者は9208名にのぼる。(甲第91号証・13頁)

②浦底一柳瀬山断層帯の場合、建物被害については、揺れと液状化による建物の全壊が木造で1万236棟、非木造で1737棟、建物の半壊が木造で1万7076棟、非木造で2791棟である。火災による被害は、例えば冬期で1188棟である。人的被害については、冬期5時に地震が発生した場合、死者は763名、負傷者は3371名にのぼる。(甲第91号証・13頁)



(甲第88号証・148頁 揺れによる建物被害)

これらの地震と同規模以上の巨大地震によって原発事故が起きた場合には、住宅での屋内退避はできない。

ところが、「福井県地域防災計画（原子力災害対策編・福井県原子力防災計画）」（甲91）及び「福井県広域避難計画要綱」には、巨大地震によって屋内退避ができない場合に、住民らはどうすればよいのか、どの建物に何人

避難できるのか等についての定めがなされていない。

乙201のどこを読んでも、地震による家屋倒壊等により屋内退避が困難な場合に関する規定がないか、又は、「地震による家屋の倒壊等により、家屋における滞在が困難な場合には、安全確保のため市町にて解説する近隣の指定避難所等に避難を実施。」（乙第201号証・95頁）と抽象的に規定するのみで、どの建物に何人避難できるのか等について定められていない（債権者中畠が居住する小浜市について述べた甲92も参照）。

仮に、地震時の指定避難所を用いるとしても、地震時の指定避難所は、地震による建物倒壊の危険を避けるため、学校の校庭等の屋外であることが多い。例えば、小浜市の地震時の指定避難所65箇所は、1か所を除き64箇所全て屋外である（甲第94号証・37頁乃至39頁）。これでは、住民らは屋外に長時間滞在することによって大量の被ばくを強いられる危険がある。

以上のとおり、複合災害を想定した上での実現可能な避難計画は策定されていない。

(2) 屋内退避による放射線防護の効果はごくわずか

屋内退避をすることによる、放射性プルームからの外部被ばくに対する防護効果は、多くの住民が居住する木造家屋の場合にはわずか10%低減ではない（甲第95号証・スライド4）。原子力災害対策指針では $500\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ が観測されたら数時間以内に避難をするとされていることから、屋内退避をしている間及び屋内退避から避難をしている間の被ばく量を累積すると、平常時の被ばく限度 $1\ \text{mSv}/\text{y}$ を優に超えてしまう。

また、放射性プルーム通過後に換気をしなければ、家屋の開口部から入り込んだ汚染空気が屋内に残っているため、屋内退避の効果がない（甲第96号証・スライド29）。しかし、放射性プルーム通過後に換気をする規定はない。また、放射性プルーム通過後に換気をするタイミングを判断するため

には、放射性プルームが通過し、しばらくは放射性プルームが来ないことを判断しなければならない。しかし、原子力災害対策指針では、モニタリング（以下「現地実測値」という。）によって放射性プルームを把握することとなっているため（甲第97号証・70頁）、プルームが通過したことは把握できても、しばらくは放射性プルームが来ないことを予測することはできない。したがって、この点でも屋内退避による放射線防護効果はないことになる。

4 安定ヨウ素剤の服用が適時にできないこと

(1) 安定ヨウ素剤の服用時期

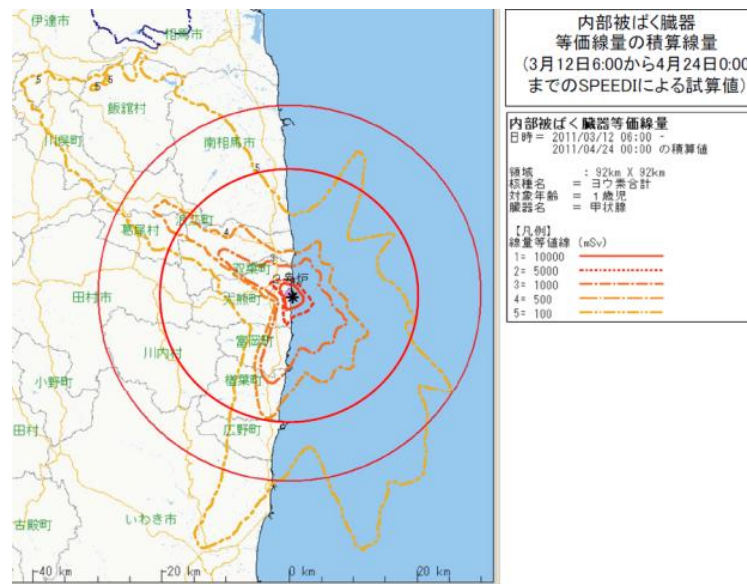
安定ヨウ素剤は、様々な放射性物質によって起こる内部被曝（体内に取り込んでしまった放射性物質による被曝）のうち、放射性ヨウ素（ヨウ素131）による内部被曝の影響を低減するものである。

安定ヨウ素剤の服用時期については、「放射性ヨウ素が吸入摂取または体内摂取される前の24時間以内又は直後に、安定ヨウ素剤を服用することにより、放射性ヨウ素の甲状腺への集積の90%以上を抑制することができる。」とされ、放射性ヨウ素が体内摂取される24時間前に予防服用しなければならない。なお、40歳以上の者については希望者へ安定ヨウ素剤を配布することとなっているものの、ウクライナ政府が行った統計調査によると、ウクライナの全人口を対象にした2008年までの調査から、男女ともに被ばく時全年齢で有意に相対リスクが上昇していることが確認されており（甲第98号証）、40歳以上であっても安定ヨウ素剤の服用が必要である。

(2) 債権者らも安定ヨウ素剤の服用が必要になる可能性があること

SPEED I のよる試算において、文部科学省は、空気中のヨウ素131を呼吸によって取り込むことによる内部被ばくについての等価線量の積算線量を算出した。なお、IAEAは、確率的影響のリスクを回避するための基

準として甲状腺等価線量50ミリシーベルト／7日間と規定する。



(甲第99号証の2 SPEEDIによる試算値 甲状腺等価線量)

これによると、例えば飯舘村（福島第一原発から直線距離で約28～48km）では、甲状腺等価線量は100mSvから500mSvの範囲にある。

とりわけ債権者中畠は、本件美浜原発から直線距離で約30kmに居住していることから、甲状腺等価線量100mSv～500mSvもの内部被曝を強いられる恐れがあり、安定ヨウ素剤の服用が必要になる可能性が十分にある。

(3) 債権者らへの適時服用は困難

内閣府は、安定ヨウ素剤の服用指示基準について、甲状腺等価線量50mSvとしている（甲第100号証）。しかし、原子力災害対策指針では、緊急時モニタリングとして現地実測値を基に防護措置の判断材料とすると定めている。予測値を用いないため、放射性物質の挙動を後追いするに過ぎない。放射性物質は風向き、風の強さによって刻一刻と変化するのであり、実測値に頼っているのは、住民一人一人に安定ヨウ素剤の服用指示がきちんと伝わるための時間的余裕を持った時期に安定ヨウ素剤の服用指示を出すことができない。

また、住民らは屋内退避後に避難をする途上で安定ヨウ素剤の配布服用指

示を受けることになる。しかし、これでは、屋内退避中に放射性プルームが通過した際に建物の開口部から入り込んだ放射性ヨウ素を既に吸い込んでしまっていたり、避難するために屋外へ出て安定ヨウ素剤の配布場所へ向かうまでに放射性ヨウ素を吸い込んでしまい、適時に安定ヨウ素剤の服用ができない。

5 コロナ禍での避難

- (1) 新型コロナウイルス感染症が全国に広がっている現状においては、新型コロナウイルス感染拡大を防ぐために、密閉空間（換気の悪い密閉空間である）、密集場所（多くの人々が密集している）、密接場面（互いに手を伸ばしたら届く距離での会話や発声が行われる）を避けることが求められている。

上記3つの条件が同時に重なる場合は、最も感染リスクが高いが、条件が1つの場合も感染リスクは当然ある。感染拡大を防止するためには、部屋をこまめに換気すること、換気が悪く、人が密に集まって過ごすような空間に集団で集まることを避けることが呼びかけられている（甲第101号証の1、甲第101号証の2）。

ところが、原発事故が起きた際の避難計画は、住民らが自家用車やバス、自衛隊車両等に乗って避難することが求められており（「福井県広域避難計画要綱」）、密集・密接・密閉の環境である。また、避難退域時検査（スクリーニング）、除染、安定ヨウ素剤の配布・服用の場面では、人の密集、密接が発生し、放射性物質を避けて屋内でこれらの作業を行なう場合には密閉空間になる。さらに、避難所は、まさに放射性物質が屋内に流入しないように密閉した空間に人が密集・密接する3密の空間である。

- (2) 内閣府は「新型コロナウイルス感染拡大を踏まえた感染症の流行下での原子力災害時における防護措置の基本的な考え方について」（甲第102号証）では、「自宅等で屋内退避を行う場合には、放射性物質による被ばくを避ける

ことを優先し、屋内退避の指示が出されている間は原則換気は行わない。」とする。

しかし、不特定多数の住民が集まってくる指定避難所(学校の体育館など)における屋内退避の場合に原則換気を行わないことは、たとえ被ばくからの防護ができるとしても、新型コロナウイルス感染症の感染が連鎖し、大規模な集団感染が発生する危険が大きい。九電の玄海原発を抱える佐賀県玄海町役場の担当者は「放射能対策と換気の兼ね合いは困難」と指摘している(甲第103号証)。自然科学などの研究者らで構成する日本科学者会議(共同代表幹事は名古屋大学素粒子宇宙起源研究所の益川敏英名誉所長(同大特別教授)と昭和女子大学の伊藤セツ名誉教授)は、「原子力施設がひとたび事故を起こせば放射性物質防護のために屋内退避が不可欠で『密室』をつくらねばならない。新型コロナ対応とは相反する条件となる」「原発事故からの避難が極めて困難であることは、福島第一原発事故で浮き彫りになった。ましてや、コロナ禍のもとでの原発事故からの避難となると、仮に避難できたとしても、避難場所そのもので感染爆発、修羅場となりかねない。」と警告し(甲第103号証、甲第104号証・1枚目)、「最低でも運転中の原発6基(関西電力3基、九州電力3基)の運転の停止を求める。」(甲第104号証・2枚目)を重大な懸念を表明している。

- (3) また、内閣府の「感染症の流行下でのUPZ内の防護措置(案)」(甲第105号証)によると、「避難所等」においては「感染者(軽症者等)は、それ以外の者とは隔離するため、別施設や個室等に避難。」「避難先施設では、密集を避ける。」とある(甲第105号証・2枚目)。そして、福井県の「新型コロナウイルスに備えた避難所運営の手引き」(甲第106号証)によると、「スペースの確保」として、一般避難者の場合は、「床に養生テープ等で、1人当たり4㎡以上のスペース、通路幅2mを確保」、「※他の感染症(ノロウイルス、新型インフルエンザ)対策も考慮するなら、一人当たり5.5㎡以

上が望ましい。」(甲第106号証・4頁)とされている。

しかし、これらも実現不可能である。すなわち、従来は避難所における一人当たりのスペースは2㎡が一般的であったところ(甲第107号証)、新型コロナウイルス感染症対策のために福井県が確保しなければならないとするスペース(4㎡以上のスペース)は従来の2倍以上のスペースである。これだけでも避難所のスペースを2倍以上も確保しなければならず、実現が困難である。この点について、環境経済研究所の上岡直見代表は、「避難所は、1人当たり2平方メートルで雑魚寝前提です。地域の公民館などを床面積で割り振っているだけなので、物理的に距離を取って避難することがまず無理でしょう。」と内閣府・福井県の感染症対策措置が実効性のないことを指摘している(甲第108号証)。

- (4) 以上のとおり、新型コロナウイルス感染症下での原発事故時の避難は、実施可能なものではない。

6 被ばくを前提にした避難計画

- (1) UPZにおいては、空間放射線量の測定結果が毎時500μSvが計測される前は避難せずに屋内退避をし、毎時500μSvが計測されてからようやく数時間内を目途に避難を実施する。また、毎時20μSv超過した時から概ね1日が経過した時の空間放射線量率が毎時20μSv超過している区域の住民は、1週間程度内に一時移転を行う。

しかし、上記OIL1にいう毎時500μSvという数値は、平時の公衆被ばく線量限度年間1mSvにわずか2時間で達してしまう程の高い数値である。また、上記OIL2については、例えば毎時20μSvが継続しているとする、1日経過するだけで480μSvになり、そこから1週間程度内に一時移転を行なうとなると、累積線量は、3360μSv(480μSv×7日間)にもなる。

このような高い空間放射線量率が計測されて初めて避難等を実施するということは、その地域の住民に対して放射線量が高くなるまで待たせた上でその放射線を浴びながら避難することを強いることを意味するものであり、被ばくすることを前提とした避難計画であるといえる。

- (2) 車による避難に要する時間は、原発事故以外の災害がない場合は、福井県のシミュレーションによると、標準パターン（自主避難率40%、自家用車避難率95%、日中、春秋）でUPZ圏から30km圏外への避難所要時間は12時間10分に達する（甲第109号証・14頁）。

車両の放射線（浮遊放射性物質の γ 線）防護効果はなく（甲第110号証・94頁）、屋外にいるに等しい。

毎時500 μ Svになってから避難を開始すると、12時間以上かけて30km圏外へようやく脱出できるのであり、単純計算でも6mSv超もの被ばくをすることになる。白血病の労災認定基準は5mSvであり、原発作業従事者が労災認定を受けられるほどの高線量の被ばくを一般市民が受けてしまうことになる。

- (4) 地震によって原発事故が起きた場合は、さらに長時間を要する。福井県による「福井県地震被害予測調査業務報告書（合本版）」（平成24年3月）によると、下表のとおり、福井平野東縁断層帯の地震又は浦底―柳瀬山断層帯の地震による道路の被害箇所は、前者の地震の場合に268箇所、後者の地震の場合に134箇所にも及ぶと予測されている（甲第88号証・336頁）。そうすると、そもそも避難だけで渋滞が発生するところに、地震による道路の寸断、損壊が加わり、避難時間は算定不可能なほど長時間にわたり、極めて多量の被ばくを強いられることになる。この点でも複合災害時に実施可能な避難計画が策定されていない。

表 10.2-3 道路路線の被害予測結果

路線種	現況延長 (km)	福井平野東縁断層帯		浦底一柳ヶ瀬山断層帯	
		被害 箇所数	被害率 (箇所数/km)	被害 箇所数	被害率 (箇所数/km)
高速道路	281.54	23	0.08	18	0.07
国管理国道	280.14	21	0.08	22	0.08
県管理国道	583.51	50	0.08	20	0.03
主要地方道	570.35	75	0.13	25	0.04
一般県道	1,014.90	119	0.12	48	0.05
有料道路	29.06	0	0.02	1	0.05
合計	2,759.50	288	0.10	134	0.05

注. 道路路線の使用データ…DRM福井県「全道路リンク」

(甲第75号証・336頁)

7 小括

以上の事実には、我が国における原発施設の安全性は、深層防護の第1から第5の防護レベルをそれぞれ確保することにより図るものとされているといえる。したがって、深層防護の第5の防護レベルが欠落し又は不十分な場合には、それだけで原発施設が安全性に欠けることを意味するのであって、債権者らの生命、身体が害される具体的危険があるというべきである。

避難計画に実効性がないということは、同時に、原発事故による被ばくの危険性が極めて差し迫った具体的危険であることを意味する。原発は通常運転時でさえ高压高温の水蒸気等に晒されることもあって設備の故障や損傷の危険を伴うが、施設の老朽化に伴う金属疲労や腐食はその危険を更に飛躍的に高める。この事故の防止のためには、完璧な整備点検を最低条件とするが、原発は規模が大きい上に、放射性物質の危険から身を守らなければならないため長時間にわたる点検作業は困難であるし、目視による点検が不可能な場所もある。そして、被ばくの危険性が低い場所においてさえも債務者の整備点検が不十分であったことは2004年8月9日の重大事故に端的に表れているのである。

本件原発では、これまで述べてきたとおり多様でそれぞれが深刻な事態が容

易に想定され、事故発生 of 具体的危険性が極めて高いのであるから、実効性のある避難計画は債権者らの被ばくを避ける最終の極めて重要な手段となる。ところが、避難計画に全く実効性がないのであるから、債権者らの本件原発の事故による被ばくの危険性は極めて差し迫った具体的危険といえるのである。

もちろん、深層防護の観点からすると実効性のある避難計画がないという一事のみをもってしても具体的危険性を認定するに十分なものであるが、本件原発においては実効性のある避難計画の欠如が事故発生による被ばくの問題と直接結びついているのである。

第4 本件原発の老朽化（準備書面9の第2の補足）

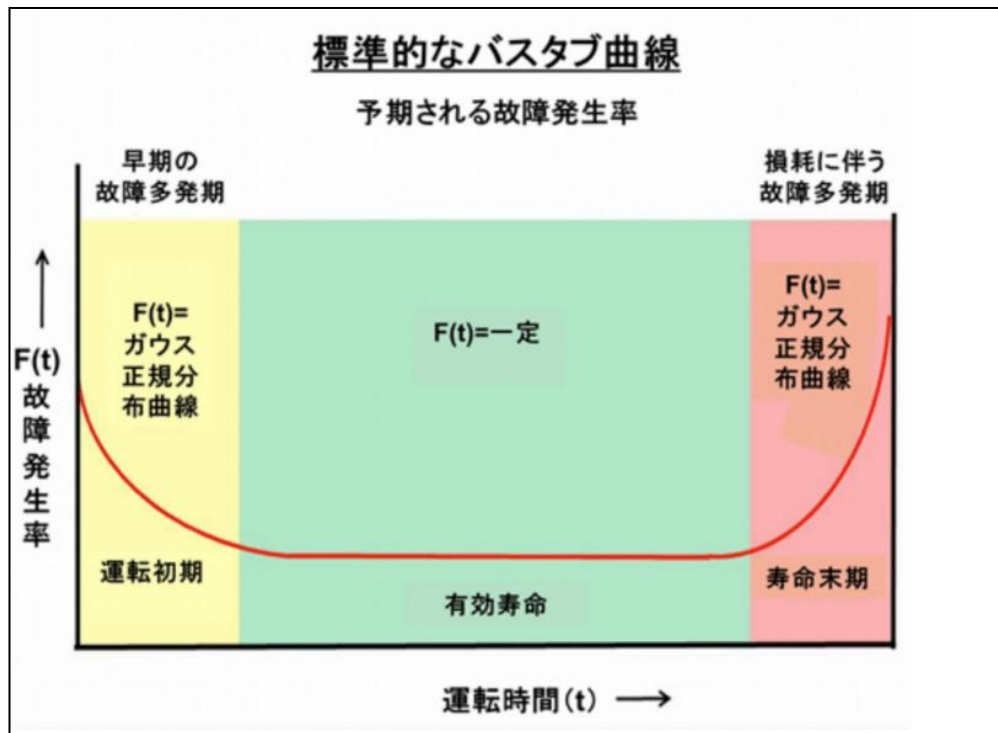
1 原発の老朽化とは

(1) 過酷な環境下での運転

原発は、核分裂により発生するエネルギーで発電をする施設である。すなわち、核分裂連鎖反応を制御しつつ、これを継続的に起こさせることによって熱エネルギーを発生させ、発電用のタービンを回転させる蒸気を生み出す仕組みとなっている。

そして、加圧水型原子炉（PWR）では、原子炉内を加圧することで原子炉の冷却材（一次冷却材）である水を沸騰させることなく高温（約320度）、高圧（約157気圧）の熱水状態で維持している。なお、150気圧というのは直径4メートルの原子炉容器を想定すると内面1平方メートル当たり1500トンの力がかかるほどの圧力を意味する。このような高温・高圧の熱水（一次冷却水）を熱源として、蒸気発生器において別の系統の水（二次冷却水）が蒸気に変えられる。このように、PWRでは原子炉容器及び一次冷却材系統を中心に、極めて過酷な環境（高温度・高圧力）で稼働がされる。

このような高温高圧下での運転においては、配管や機器等には多種多様



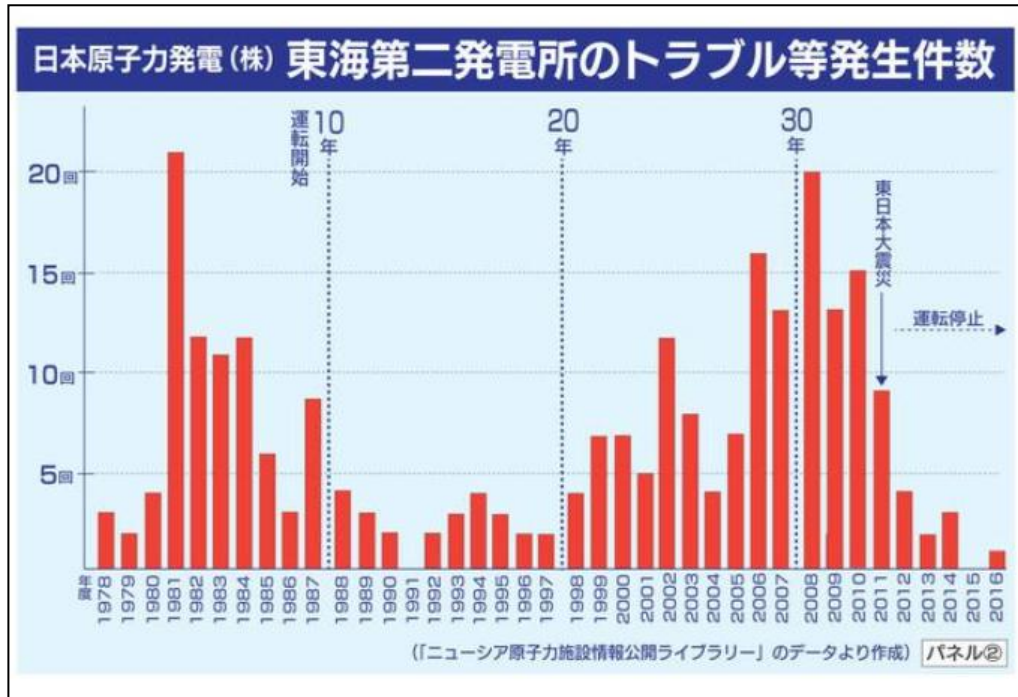
な振動が発生したり、加熱冷却を繰り返すことによる熱による影響等に常に晒されている。

(2) 老朽化した原発・型の旧（ふる）い原発が抱える危険性・リスク

このような過酷な環境下で稼働を続ける原発は、「バスタブ」状に稼働年数が進むにつれて故障・トラブルが増加していくことが知られている（図表3-1、図表3-2、甲第111号証「古い原発はなぜ危険か」5頁～7頁）。現に老朽化した原発で生じている故障・トラブルは多数箇所及び（図表3-3、甲第112号証「老朽化すすむ原発」）、老朽化を原因とする重大な事故も現に発生している。

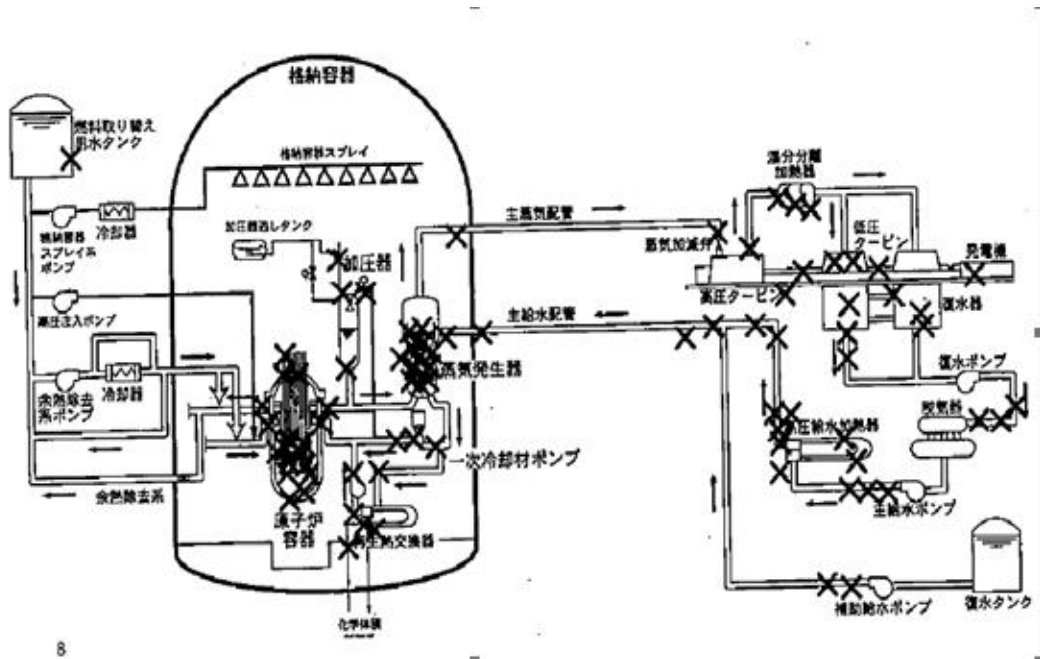
図表 3－1 標準的なバスタブ曲線

(甲第 1 1 1 号証 筒井哲郎「古い原発はなぜ危険か」 6 頁にもバスタブ曲線の別の例示がある)



図表 3－2 東海第二発電所のトラブル等発生件数

(甲第 1 1 1 号証 筒井哲郎「古い原発はなぜ危険か」 7 頁より引用)



図表 3-3 稼働年数が進むにつれて、多数の事故が発生しており、事故・故障

箇所をPWRの概念図に落としていった図

(甲第 1 1 2 号証・「老朽化する原発—技術を問う—」 8 頁)

また、1970年代に作られた原発は当時の設計・材質・製造技術、いずれの点でもレベルの高いものとはいえ、型が「古い」ことによる問題も大きい。実際、福島事故においても、配置設計の旧さが大きな原因となったことが明らかとなっている。もちろん、必要十分な津波への対策を怠り、水没、被水によって非常用ディーゼル発電機を喪失したことも重大ではあったが、非常用電源を配電する電源盤の全て、あるいはほとんどを、ほぼ同時に喪失することになってしまったのは、本来、物理的に隔てて設置されているべきだった多重系の電源盤が、同室内に配置されていたためである。

型が古い、という問題があるにも関わらず、原発という施設は、開放点検ができない部分が多く、容易に構造物の交換や修繕ができないという特

性から、経年劣化の管理が著しく難しいという特質を持つ（例えば製造時には予期しなかった材料の欠陥など：甲第１１３号証）。

他方で、原発は多種多様な技術の集合施設であることから統括的な管理を行う人材が必須であるところ、数十年という期間の経過により知識を有する人材が去るなどにより不足しがちとなることが想定され、ヒューマンエラーのリスクも常につきまとう（甲第１１４号証、甲第１１５号証）。

福島第一原発事故についても、これら老朽化した原発に特有の問題点が事故の発生及び進展に影響した可能性は否定できないとされている（甲第５１号証「国会事故調報告書」７７～８１頁）。

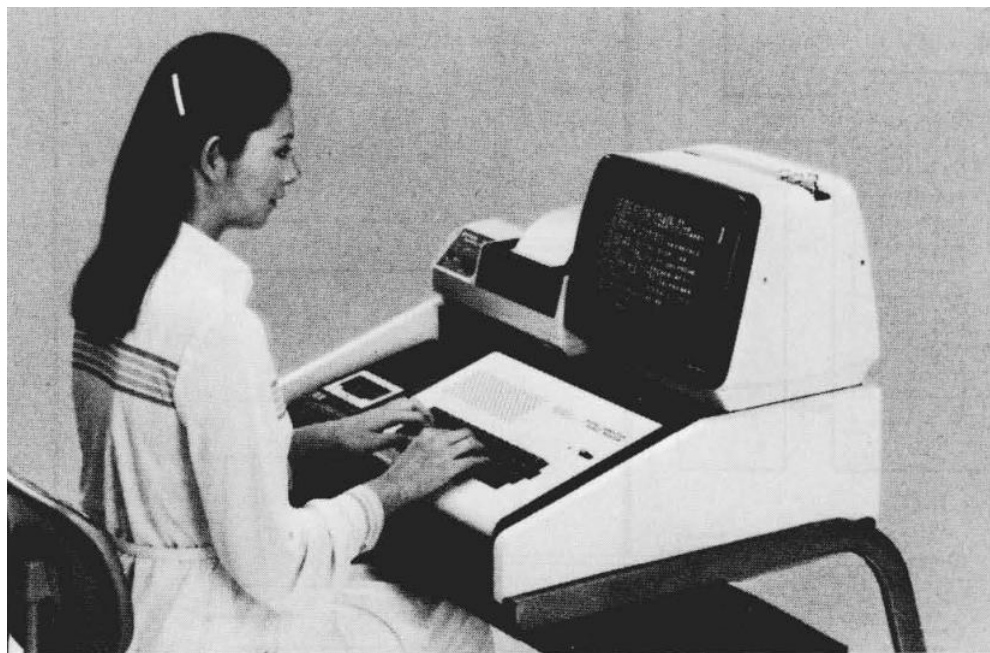
２ ４０年以上前の設計・技術とは

本件原発のうち、高浜原発１号機と２号機は、それぞれ運転開始（１号機：１９７４年１１月１４日、２号機：１９７５年１１月１４日）から４７年ないし４８年が経過している。そのため、本件原発の基本設計及び取替えができない部位等は、４０年以上前の設計や技術、材料のままであることになるが、果たして、身の回りに４０年以上の設計・技術等がいまだ使用されている例はあるであろうか。

１９７０年代の社会背景としては、１９７３年にオイルショックが起き、１９７４年にはウォーターゲート事件でニクソン米大統領が辞職、１９７５年にはベトナム戦争が終結し、１９７６年はアメリカでロッキード事件が発覚した頃である。日本では、四大公害訴訟の判決が１９７０年代前半であった（富山イタイイタイ病：一審判決１９７１年６月、控訴審判決１９７２年８月、新潟水俣病：１９７１年９月、四日市ぜんそく：１９７２年７月、水俣病：１９７３年３月）。また、NHK総合テレビで全放送がカラー化したのは１９７１年、沖縄返還や浅間山荘事件が１９７２年、大学卒男子の平均初任給が８万３０００円まで上昇したのが１９７４年であった。１９７４年は、

佐藤栄作氏がノーベル平和賞を受賞し、アメリカ大統領としてフォードが初来日した年でもあった。1976年は、日本は戦後生まれが総人口の半数を超え、アイドルグループのキャンディーズの「春一番」がヒットした。1977年は、日本赤軍による日航機のハイジャック事件が発生した年であり、日本初の静止気象衛星「ひまわり」が打ち上げられた年であった。

身近なものでは、パーソナルコンピュータという用語は1972年に初めて使用されたとされており（ただし日本では1970年代後半でもマイクロコンピュータ（マイコン）と呼ばれることが多かった。）、1974年に最初のパーソナルコンピュータが市販された。日本の国産第1号のパソコン「ベーシックマスター」は、1978年に発売された（図表3-4）。1970年代の自動車は、図表3-5のような外観であった。当時の自動車を町で見かけることはほぼない。



図表3-4 1978年、日立製作所が発売した国産第1号のパソコン「ベーシックマスター」。その機能は、プログラムの作成、家庭用カセットテープレコーダを用いたプログラムの保存、文字（英数字、カタカナなど）や図形の表示といったものに限られていた。



図表 3－5 年代流行の Web サイトより (<https://nendai-ryuukou.com/1970/car.html>)

本件原発のうち高浜原発 1，2 号機の運転開始は、それぞれ 1974 年 1 月と 1975 年 11 月であるが、設置許可はそれぞれ 1969 年 12 月 12 日と 1970 年 11 月 25 日であるから、その設計や技術レベルは 1970 年より前のものである。その当時の社会や科学技術レベルを知ること、長期間運転を続ける原発が、過酷な環境下で運転しているにもかかわらず、いかに他の技術では考えられないような旧式なものであるかがイメージできる。

3 金属材料の経年劣化が与える影響

(1) 金属材料は経年劣化すること

金属材料は様々な要因により経年劣化する。金属材料は原発で 사용되는構造材や配管の素材であり、その劣化は耐震性能や配管の破断などに重要な影響を及ぼす。なお、老朽化原発においては、金属材料以外にもコンクリートの劣化や電気ケーブル被覆材の経年劣化など、様々なほころびが

生じてくる。ここでは、様々ある老朽化原発の問題のうち、金属材料の劣化について、説明する（以下は、主に、甲第116号証による）。

原発で使われる金属材料の経年劣化で重要なのは、照射脆化（中性子照射脆化）、金属疲労、腐食の3つである。原発で使用される構造材や配管等の経年劣化は、現在の高経年化に関する規制や、運転期間延長認可等の制度によって評価はできたとしても、その影響を無くすことはできない。

(2) 照射脆化（中性子照射脆化）

照射脆化は、老朽化原発の最重要問題の一つというべき問題である。これは、取り換えることのできない原子炉压力容器鋼材が核燃料から放出される中性子により脆化して（もろくなり）、最悪の場合には原子炉が破裂して核燃料が環境中に大量放出されるという経年劣化事象である（甲第116号証、101頁）。

脆化の度合いとして、その材料がどの温度まで下がったときに脆性破壊（例えば、ガラスに熱湯を入れた場合に瞬時に亀裂が生じるような変形を伴わないような態様の破壊）が生じるのかを示す「脆性遷移温度」を評価するが、予測式による将来予測も行う。脆性遷移温度は、新しい炉ではマイナス20℃度といった値になるが、高浜1号炉では40年目の監視試験片による試験結果から、60年運転時の予測した値が99℃にまでなっている。本件老朽原発では、2011年5月に取り出した監視試験片による試験結果は、母材で脆性遷移温度は57℃とされており、高浜1号、高浜4号に続き、3番目に脆化が進んだ危険な炉となっている（廃炉は除く。「原発はどのように壊れるか」127頁）。

その他にも、炉内構造物の照射脆化の問題がある。原子炉压力容器内には、流れを抑制し熱を遮る熱遮蔽板（PWRの場合）などのステンレス製の構造物がある。炉心に近くに設置されているため浴びる中性子の量は桁違いに多い（甲第116号証、104頁）。

(3) 金属疲労

金属疲労とは、金属材料が繰り返し荷重を受けると静的な破壊荷重よりはるかに小さい荷重でも破壊する現象である。金属材料の中で疲労が問題となるのは鉄鋼やアルミニウム合金などの構造材料であり、外力に耐える役割に影響を及ぼす。金属が疲労を起こす際に受ける力には、機械的な外力と熱的な力がある。機械的な力としては、地震動による揺れや、ポンプやモーターの振動をひろっての日常的な揺れがある。熱的な力とは、配管や機械が熱を受けた際に、周囲から固定や拘束されていると膨張や収縮が抑えられ、材料内部に発生する応力である。

金属疲労は、運転中の機器や流体の振動、熱応力などの比較的小さな荷重によっても起こる（高サイクル疲労）。また、降伏点（弾性範囲を超えて材料が塑性変形する境）近傍の応力振幅が大きい繰り返し荷重によって起こる疲労（低サイクル疲労）がある。疲労は、同じ材料でも、熱処理条件や結晶粒径、内部欠陥の有無、表面状態などのわずかな違いによって、結果が大きく変わることがある。

構造設計に際しては、累積疲労係数が1（許容値）を超えないように設計されている。累積疲労係数は、疲労を起こす原因である熱疲労、外力による疲労（機器の振動や地震動による揺れ）などを全て合算して求める。累積疲労係数が大きくなる部位は、熱疲労を起こしやすい部位や地震などの揺れに弱い部分である。

新規制基準適合性審査に合格し、再稼働へ進んだ原発について、累積疲労係数が問題となる事例を調べてみると、許容値に近い事例もある。許容値ぎりぎりの評価になる原発も多くみられるが、その理由は、基準地震動の見直しによって設備・機器の各部位における発生応力の算定が大きくなるにもかかわらず、見直し以前に設計した原発をそのまま再稼働させようとしているからである。

本件老朽原発も建設当時は405ガルだったが、東日本大震災当時は750ガルになり、現在（2018年3月時点）は993ガルと大幅に引き上げられた。累積疲労係数は、安全代（しろ）が設けられているとはいえ、許容値1というのは、繰り返し荷重による塑性変形の末、材料が破断してしまう目安値である。このような数値に近くなると事故発生の危険度が高まるといえる（以上、甲第116号証、104～108頁）。

疲労が原因で起きた著名な原発事故としては、1991年、関西電力美浜原発2号機において蒸気発生器伝熱管でギロチン破断事故等がある（甲第116号証、108～109頁）。

(4) 腐食

腐食は、水中やガス中で金属がさびることである。腐食には、金属表面が一様に腐食され、減肉していく全面腐食（炭素鋼などで起こる）と結晶粒界などの弱いところが腐食されてゆく局部腐食（ステンレス鋼などで起こる）とがある。局部腐食は目に見えにくく内部へ進行するので見逃されやすいが、ひび割れの原因となり危険である。

減肉は、配管の内部などが削られる現象で、炭素鋼などの全面腐食で起こる。エロージョン・コロージョンはその一つで、配管の中を流れる水の機械的作用による浸食（エロージョン）と化学的作用による腐食（コロージョン）との相互作用によって起きる減肉現象である。減肉が進展すると配管の厚みが徐々に薄くなり、内圧により破損することがある。実際に本件老朽原発では、前述のとおり、2004年に死傷者を伴う重大事故が生じている（甲第116号証、112～113頁）。

また、ステンレス鋼にみられる応力腐食割れ（SCC）という局部腐食がある。応力腐食割れのメカニズムは1970年代に明らかにされ対策がされたが、1990年代中頃から新しいタイプの応力腐食割れが報告され始めるなどした。応力腐食割れについては、2002年8月に東京電力のひ

び割れ隠しが発覚し、それ以前の１０年以上にわたって、２９件の虚偽報告が行われるという事件があった（詳細は後述）。この事件では、多数の日本人エンジニアたちが企業のしがらみにとらわれて安全性を軽視し、ひび割れ隠しに協力した。この不祥事により、東京電力の全１７基の原発はすべて運転が止まり、トップの会長、相談役２名、社長・副社長、計５名が重大責任をとって辞任した（以上甲第１１６号証、１１１～１１５頁）。

(5) 原発における金属材料の劣化事象のまとめ

以上述べた原発における劣化事象と事故・トラブル事例を次表にまとめる（甲第１１６号証、１１７頁 表１１．２）。原発は巨大な構造物が連結した複雑なシステムであり、そこで使用される機器等の物量は膨大である（甲第１１６号証、１１７頁 表１１．３）。経年劣化した機器・配管・ケーブルの点検・検査が容易でないことが理解できる。

もちろん配管等については取替えが可能な部位もあるため、取替え直後は経年劣化は解消する。しかし、その直後から劣化は進行を始めることから、巨大なシステムのどこかで、常に、劣化の進んだ部位が存在する。取替えの困難な部位や劣化が見逃された部位がないとは言い切れず、運転期間が長くなればなるほど疲労が進行した部材や減肉が進んだ配管等が多くなり、建設当初の健全性が保たれない状態になっていくことは避けられない。

材料の経年劣化をはじめ、老朽化の問題は原発の安全上、決して軽視できるものではなく、想定していた地震動や機器の作動環境よりも緩やかな条件であっても経年劣化と相俟って、重大事故や故障、不測の事態に至る可能性が高まるのである（１９９１年の美浜２号のギロチン破断や、２００４年の美浜３号の減肉事故では、平常時に発生していることに留意すべきである）。

表 11.2 原発における金属材料の劣化原因と事故例・リスク

劣化原因	現象・メカニズム	事故例・リスク
照射脆化（炉心からの中性子照射により脆くなる）		
○鋼の照射脆化	脆性遷移温度の上昇	○圧力容器の脆化、破損
○ステンレス鋼の照射誘起応力腐食割れ	照射誘起偏析・硬化	○シュラウドの脆化、破損
疲労（降伏応力以下の小さい力でも繰り返すにより破断に至る）		
○機械的力（機械的振動や地震）によるもの	機器や配管にマイクロなき裂が発生・成長し、破断に至る	○蒸気発生器細管の破断（美浜2号、1991年2月） ○熱電対さや管の共振破断（もんじゅ、1995年12月）
○熱的力（熱膨張・収縮の拘束による熱応力）によるもの（熱疲労）		○再生熱交換器のL字配管のひび割れ（敦賀2号、1999年7月）
腐食		
○全面腐食 エロージョン・コロージョン	全面に錆びが生じ減肉する 機械的浸食と化学的腐食が重なり、減肉する	○2次系配管の破裂による死傷事故（美浜3号、2004年8月）
○局部腐食 ステンレス鋼の応力腐食割れ	ひび割れが内部へ進展し、破断に至る 炉水中の溶存酸素・溶接部の残存引張り応力・材料の鋭敏化または加工硬化層の存在が重なって起こる	○シュラウド・再循環系配管のひび割れ隠し（東電の全原発ほか、2002年8月～）

図表3-6 甲第116号証、117頁 表11.2

表 11.3 原子力発電所（100万kW級）の物量

熱交換器	140 基
ポンプ	360 台
弁	30,000 台
モーター	1,300 台
配管	170 km, 10,000 トン
溶接点数	65,000 点
モニター	20,000 箇所
ケーブル長さ	1,700 km

沸騰水型（BWR）と加圧水型（PWR）を平均したもの（日本原子力学会『原子力がひらく世紀』より）
100万キロワット級原発1基につき、弁が3万個、配管の総計の長さ170キロメートル、溶接点数6万5千点、電気ケーブルの総延長1700キロメートルなど、驚きの数字である。原発の巨大さ・複雑さがわかる。

図表3-7 甲第116号証、117頁 表11.3

4 劣化管理の困難性（検査技術は不完全であること）

(1) 老朽原発には、亀裂等の欠陥があることを前提としていること

原発の劣化管理の本質的な問題は、どこがどう劣化するかを予想できないことである。鉄道車両や自動車のように、同一設計の機械が多数生産され、類似の条件で運転されている実績がある製品においては、事故・故障のデータが統計的に把握できる。しかし、原子力発電所は、基本的には一つ一つ新しく設計され、毎回設計改善やスケールアップを繰り返しているプラントにあっては、どの部位に集中的な劣化が発生するかは予見できない。したがって、定期検査で緻密に検知する以外方法はない。けれども、原発の内部点検には、一般産業プラントにない原発固有の、開放点検ができない、品質検査の限界がある、装置の破壊に至らない傷は補修しないという困難な問題がある（甲第111号証 4～5頁）。

また、前述のとおり、原発に張り巡らされている配管や振動が生じるような場所においては、様々な要因により経年劣化し、減肉や亀裂が生じることは否定しようがない事実である。さらには、経年劣化が問題となる運転期間延長認可の申請等に対する審査においては、例えば、原子炉容器表面に亀裂があることなどが審査の前提とされている。

これに対して、事業者側は、原子炉容器を含めほぼ全ての設備で開放点検が可能であり、放射線量が多く直接的な目視点検が困難な設備に関しても、超音波探傷試験（UT）や渦流探傷試験等によって点検が可能であると主張し、亀裂等が存在しないことの確認が可能であるとこれまでの裁判において主張している。

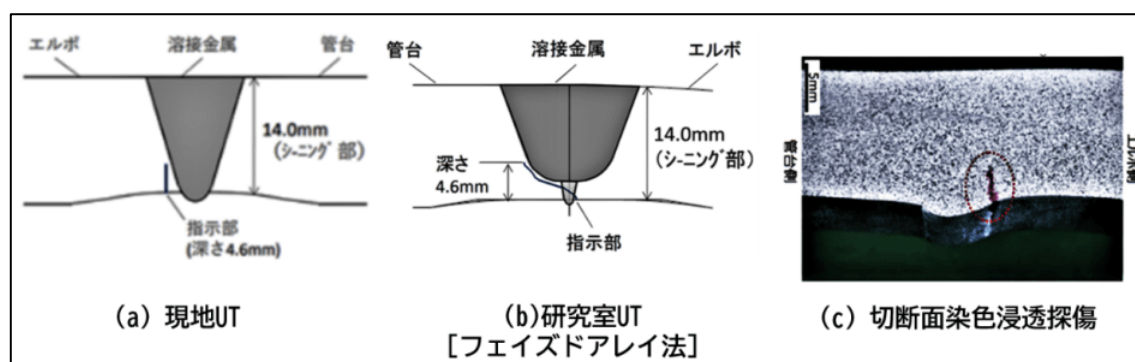
しかし、事業者が行う劣化管理評価は、評価対象機器・構造物をグループ化した上で、代表機器の評価を行っているに過ぎず、欠陥の見落としは避けられない。また、本件老朽原発で発生した、前述の2004年に発生した死傷事故は、復水配管の減肉を見逃したことが原因であった（運転開

始から18年目の事故であり、金属であっても減肉は相当の速さで進行する)。さらには、次に述べるとおり、債務者の行っている超音波探傷試験(UT)は、その信頼性に大きな疑義が指摘されており、UT試験で亀裂が検出されないからといって、実際に亀裂がないことにはならない。他の事例として、2002年に発覚した東京電力のひび割れ隠し事件についても、紹介する。

(2) 関西電力が行った超音波探傷技術の危うさ

実機圧力容器の非破壊体積検査(平面ではなく3次元での探傷)で最もよく使われているのは超音波探傷試験(UT)である。これは材料表面から超音波を投入し、材料内部や表面にある亀裂、欠陥等からの反射波(エコー)を解析し、傷の位置や大きさを検出・測定する技術である。

関西電力は高浜1、2号機の特別点検において、UTの検出限界は5mm以下で、PTS(加圧熱衝撃)評価で想定している深さ10mmの亀裂は十分検出できる、としている。しかし次のように関西電力のUTについてはその信頼性に関わる事例もある。大飯3号機の2020年の定検中に、現地UTで加圧器スプレイラインのステンレス鋼管溶接部に亀裂が検出されたが、原子力規制庁の公開検討会で報告された亀裂の位置、大きさや形状は一転二転した。



図表3-8 超音波探傷(UT)と染色浸透探傷による亀裂位置、形状の違い

即ち、当初の現地検査から報告された亀裂の位置、形状は図表 3－8 (a) のようであるとされていた。関西電力は配管強度に問題は無いとして、そのまま運転しようとしたが、規制庁側から亀裂部を含む短管を切り出して、亀裂の実態を調べるよう指示された。それで切り出した短管を、現地より条件の良い研究室でフェイズドアレイという新しく精度の良い UT を実施したところ、図表 3－8 (b) のように溶接金属を横切って反対側に進展している形状が報告された。これは通常考えられないもので、規制庁はさらに短管を細断して詳しく調査することを要求した。そこで亀裂部の断面で染色浸透探傷（赤い浸透液を亀裂に浸み込ませ、そのにじみ出しによって亀裂形状を調べる方法）を実施した結果、図表 3－8 (c) の通り亀裂は溶接金属の片側で、しかも溶接金属の直近部で発生・進展していた。つまり実際の亀裂は現地での UT 結果とも、研究室でのフェイズドアレイ法による UT 結果とも違っていた。

UT は資格認定を受けた検査員によってのみ実施されるが、それでもこのように出鱈目な結果が報告されている。したがって、UT の結果は現地での検査対象の位置や周辺状況、さらには個人の技量によっても大きく左右され得る。特に圧力容器内面近傍では、胴溶接部やクラッド境界からの強い反射エコーも混じるため、検査結果の判定にはかなりの困難を伴うと考えられる。

以上の諸要因を勘案すると、関西電力が UT の検出限界 5mm 以下と言うのは、にわかには信じがたい。

UT のような非破壊検査には、限界があることに十分留意すべきである（甲第 111 号証 11～13 頁）。

(2) 東京電力のひび割れ隠し事件（ひび割れ隠しとひび割れ検査）

2002 年 8 月に発覚した東京電力のひび割れ隠し事件についても、UT 検査の信頼性がないことを発端にしていた（以下は、『原発はどのように壊

れるか―金属の基本から考える』（甲第116号証、115頁）の引用である。）。この不祥事により、東京電力全17基の原発はすべて運転が止まり、トップの会長、相談役2名、社長・副社長、計5名が責任を取って辞任したという重大事件であった。

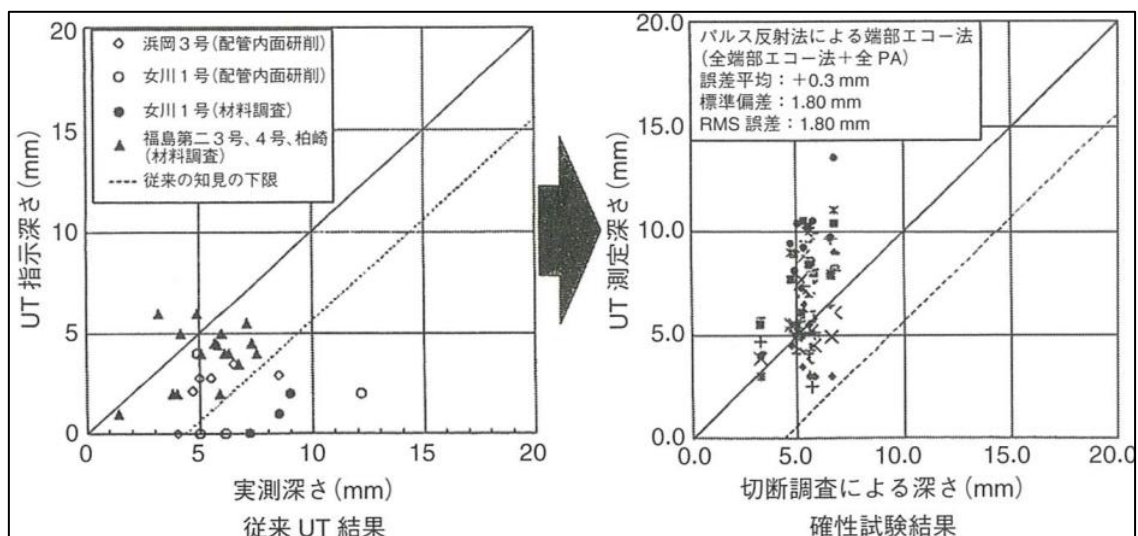
このひび割れ検査が行われたのは20年前のことであるが、超音波検査の不確かさの実情はさほど変わらない。（なお、本書面への引用にあたり、原文の図表番号等の形式面を変更している箇所がある。）

（以下コラム引用）

2002年8月東京電力のひび割れ(応力腐食割れ)隠しが発覚し、それ以前の10年以上にわたって、福島第一・第二・柏崎刈羽原発で29件の虚偽報告が行われていたこと、福島第一原発1・3号機で検査業務を行っていたGEの子会社のエンジニア(ケイ・スガオカ)が内部告発していたことなどが明らかになった。原発サイトの東電のエンジニアだけでなく、電気メーカーのエンジニアたちも事実を知っていたであろう。これら多数の日本人エンジニアたちが、企業のしがらみにとらわれ安全性を軽視し、ひび割れ隠しに協力した。一方、電力会社はひび割れの事実を親密な関係にあるはずの原子力学会の学者先生たちにも公表しなかったのみならず、秘密保持のため、同じ東電の中でも現場から研究所の研究者への情報は遮断されていた。この不祥事により、東京電力全17基の原発はすべて運転が止まり、トップの会長、相談役2名、社長・副社長、計5名が重大責任を取って辞任した。

再循環系配管のひび割れ調査の過程で、超音波検査(ultrasonic test、UT)は切断検査による実測深さを下回る結果を与え、ひび割れを過小評価していた事例が明らかになった。極端な場合には、実際には12mmの深さに達していたものが超音波検査では2mmとしていたり、深さ7mmの

ひび割れを全く検出できなかったケースもみられた(図表 3－9 左側)。このような事態を踏まえて、発電設備技術検査協会は、柏崎刈羽 1 号機から切り出した配管について、斜め入射や多重端子を用いた「改良 UT」による確性試験を行った。ところが、今度は切断調査によりわかった実測値よりも超音波検査による予測深さのほうが大きくなるという逆の傾向になった。たとえば、実測値 7mm 弱であるのに、それを深さ 13.5 mm とか 11 mm に計測したデータ点があり、また、5mm 前後のひび割れを 10 mm 以上に計測したデータ点がいくつもある(図表 3－9 右側)。このような過大評価は存在しないひび割れを計測したケースもある。ひび割れの精度良い検出は条件が悪いと難しく、計測者の主観的判断が入らざるをえないことを意味している。検査協会は、安全側の計測データだと評価するが、むしろ超音波検査の限界を示した結果といえよう。



図表 3－9 超音波検査によるひび割れ深さの実情

5 小括

債権者準備書面 9 の 6 p で述べた通り、高浜原発 3，4 号機は 2018 年 8 月 3 日から 2022 年 6 月 8 日までという 4 年足らずの期間に、合計 6 回もの減肉

問題を引き起こしている。特に最近の減肉問題では、規制庁との間でどのような検討をしたか、資料を提出することすら放棄している（詳細は同書面 8 p）。このような問題は、老朽原発においては不可避であり、伝熱管の破断など重大事故の危険は切迫している。御庁におかれては、速やかに仮処分命令を発令されたい。

以 上