平成２３年（ワ）第８８６号　浜岡原子力発電所運転終了・廃止等請求事件

原　　告　　石垣　清水　外３３名

被　　告　　中 部 電 力 株 式 会 社

原告準備書面１

平成２４年１月１２日

静岡地方裁判所民事第２部合議係　御中

原告ら訴訟代理人を兼ねる

弁　護　士　　鈴　　木　　敏　　弘

弁　護　士　　河　　合　　弘　　之

弁　護　士　　青　　山　　雅　　幸

弁　護　士　　大　　石　　康　　智

弁　護　士　　南　　條　　潤

外

第１　原発に求められる安全性.....4
１　被害の甚大性.....4
２　電力会社と原発.....4
３　何を優先すべきか.....5
第２　冷却材喪失事故が炉心溶融に至る危険性.....6
１　十分な冷却能力の必要性.....6
２　再循環系配管の破断による冷却材喪失事故.....6
第３　福島第一原発での配管損傷.....16
１　２０１１年３月１１日に発生した事実.....16
２　圧力抑制の仕組み.....16
３　ＬＯＣＡが起きたことの論拠.....17
４　格納容器の圧力の上昇.....23
５　結語.....25
第４　スロッシング.....26
１　スロッシングによる容器破壊の仕組.....26
２　原発とスロッシング.....26
３　圧力抑制室の構造（３号機及び４号機）.....27
４　ＬＯＣＡ時の圧力抑制室.....34
５　スロッシングとダウンカマー.....39
６　アメリカにおける想定.....41
７　使用済み燃料プールとスロッシング.....42
第５　浜岡原発の立地と原子炉立地審査指針.....44
１　原子炉立地審査指針.....44
２　東海地震とは何か.....45
３　東海地震の発生根拠.....56
４　想定「東海地震」.....59

5　歴史時代の東海地震像とそこから得られる教訓 59
6　変則的な東海地震の可能性 68
7　東海地震はなぜ、なかなか起きないのか？ 70
第6　津波について 73
1　機序 73
2　浜岡原発の前面海域の地形 77
3　巨大津波 80
4　防波堤と津波 83
5　建設予定の防波壁の有効性 87
6　もう一つの弱点：取水塔 88
7　結語 89

第１　原発に求められる安全性

１　被害の甚大性

原発で重大事故が発生した場合、その影響は極めて広範かつ深刻なものとなることは、福島第一原発がまさに指し示すとおりである。

除染費用などの補償はほとんどなされておらず、今後発生するかもしれない人体への被害や、土地の値下がり並びに永久移転に関する損害賠償なども含め、最終的な被害規模は未だ全く確定していないにもかかわらず、損害賠償費用等の債務は東京電力の支払能力を既に超過し、実質国有化が取りざたされている。

繰り返すが、仮に浜岡原発で事故が起きた際、その被害は甚大である。

静岡県のみをとったとしても、その工業生産高は１９兆３０２２億５８００万円にのぼり、東北６県（秋田・青森・岩手・宮城・山形・福島）の合計１８兆４８０６億８３００万円を上回る。

しかも、西に名古屋、東に東京という、日本の中枢を左右に控え、東海道新幹線並びに東名高速道路という日本の基幹交通網も存在している。

仮に浜岡原発に万一の事態が発生すれば、少なくとも経済的に日本は壊滅する。１私企業である被告が背負いきれる責任ではないことは、誰の目にも明白であるはずだ。

２　電力会社と原発

原発は、電力会社が利潤を上げるためには、極めて都合の良い発電システムだ。施設費は膨大だが、運転中における燃料費は安価だ。日本の電力料金は、電気事業法１９条「料金が能率的な経営の下における適正な原価に適正な利潤を加えたものであること」に基づき、総括原価×利潤と定められている。　したがって、総括原価を増やせば増やすほど利潤が上がる仕組みとなっており、莫大な建設費がかかる原発を作れば作るほど、固定資産が増し、安定した利潤が上がる。使用済み核燃料ですら、核燃料資産として原価に組み込まれ、結果、電力会社の利潤を増大させる。

一方、燃料代比率が他の発電方式に比べて低ければ、燃料代の上下によって利潤が左右されることなく安定した収益が上げられることとなる。

3　何を優先すべきか

被告ら電力会社において、原発が利潤を上げるのに都合の良いシステムであったことは先に述べたとおりだ。だからこそ、狭く、かつ、世界有数の地震国であるこの日本に、かなりの無理をして原発を作り続けたのである。

被告らが原発を作り続けた理由は他にもある。

原発のような巨大なシステムには、立地選定から始まり、建設、管理運営、廃炉に至るまで、巨額の金が動く。これに伴い、様々な利益共同体が形成され、天下りその他様々な利益を取締役から従業員に至るまで甘受することとなる。

しかし、である。

これまで指摘され続けてきた原発の潜在的危険性が顕在化した今、改めて１私企業の利益と、人命、地域経済そして国益が対比されなければならない。

１０００年に１度の災害であったとしても、原発の耐用年数を５０年と考えれば、原発稼働中にその災害に遭遇する確率は５％、原発災害の危険性を考えれば到底無視し得ない数字である。

被告が、今、福島及び東京電力を目にしてなお、さらに危険な浜岡原発を稼働させ続けるというのであれば、当然、法に基づき「最大限の安全性」が確保されていることを具体的に立証しなければならない。換言すれば、すべての原告の主張、原告の疑問に対し、具体的な根拠をもって合理的な反証をなさなければならない。

果たして可能であろうか？

第２　冷却材喪失事故が炉心溶融に至る危険性

１　十分な冷却能力の必要性

原子炉の停止が正常に行われたとしても、炉内の燃料集合体より発生する熱は崩壊熱が残るため瞬時になくなるわけではなく、原子炉停止直後でも定格出力の１０％を超える。つまり１０％出力の運転をしているのと同程度の熱量を発生させている。その後、急速に崩壊熱は減少するものの、自らの崩壊熱により核燃料が溶けてしまう危険性が長期間、少なくとも３か月程度は続く。現実に燃料集合体が溶融し、７０％もの炉心崩壊を起こした米国スリーマイル島原発事故では、事故発生から２時間余り経った段階で炉心溶融が始まったとされている。

そして、今回の福島第一原発でこの危険は実証された。

従って、地震に際して原子炉の安全性を確保するためには、炉の緊急停止をクリアするだけでは足りず、その後長期間に亘り十分な冷却能力が維持できなければならないのである。

ところが、後記のとおり福島第一原発はこれを維持できずに水素爆発を惹起するに至ったものである。

そして、この危険性については、浜岡先行訴訟において、「中越沖地震の際に、柏崎刈羽原発３、４号機の冷却や２号機の冷却に関して多重故障が発生していたことは第３、１、（２）において前述したとおりである。冷却能力不足から炉心溶融という最悪の事態は避けられたが、それは結果論であり、原子力の安全性の観点から見て、極めて厳しい事態が発生していたことは疑いのないところであ」ると強く警告していた事態であった。

２　再循環系配管の破断による冷却材喪失事故

（１）宙に浮いた５０トンのポンプ

再循環系は、原子炉内の冷却水の一部を配管で炉外に導き出し、再循環ポンプという巨大なポンプで勢いをつけて炉内に戻すという系統で、本件各原

発を含む沸騰水型原発では原発ごとに２系統ずつある。

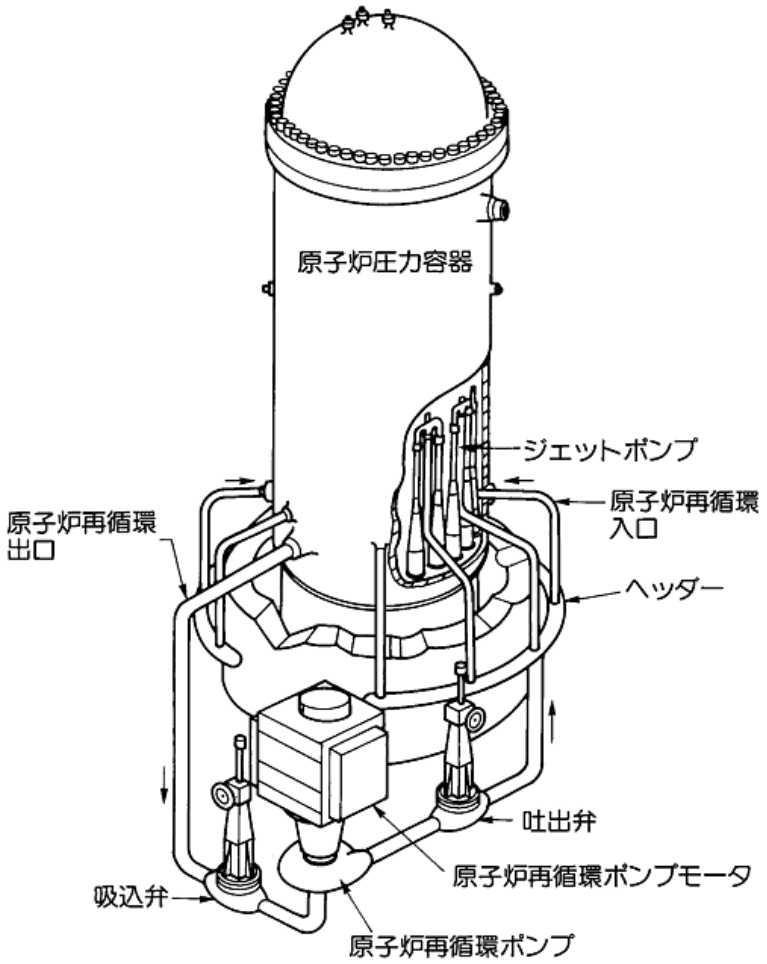
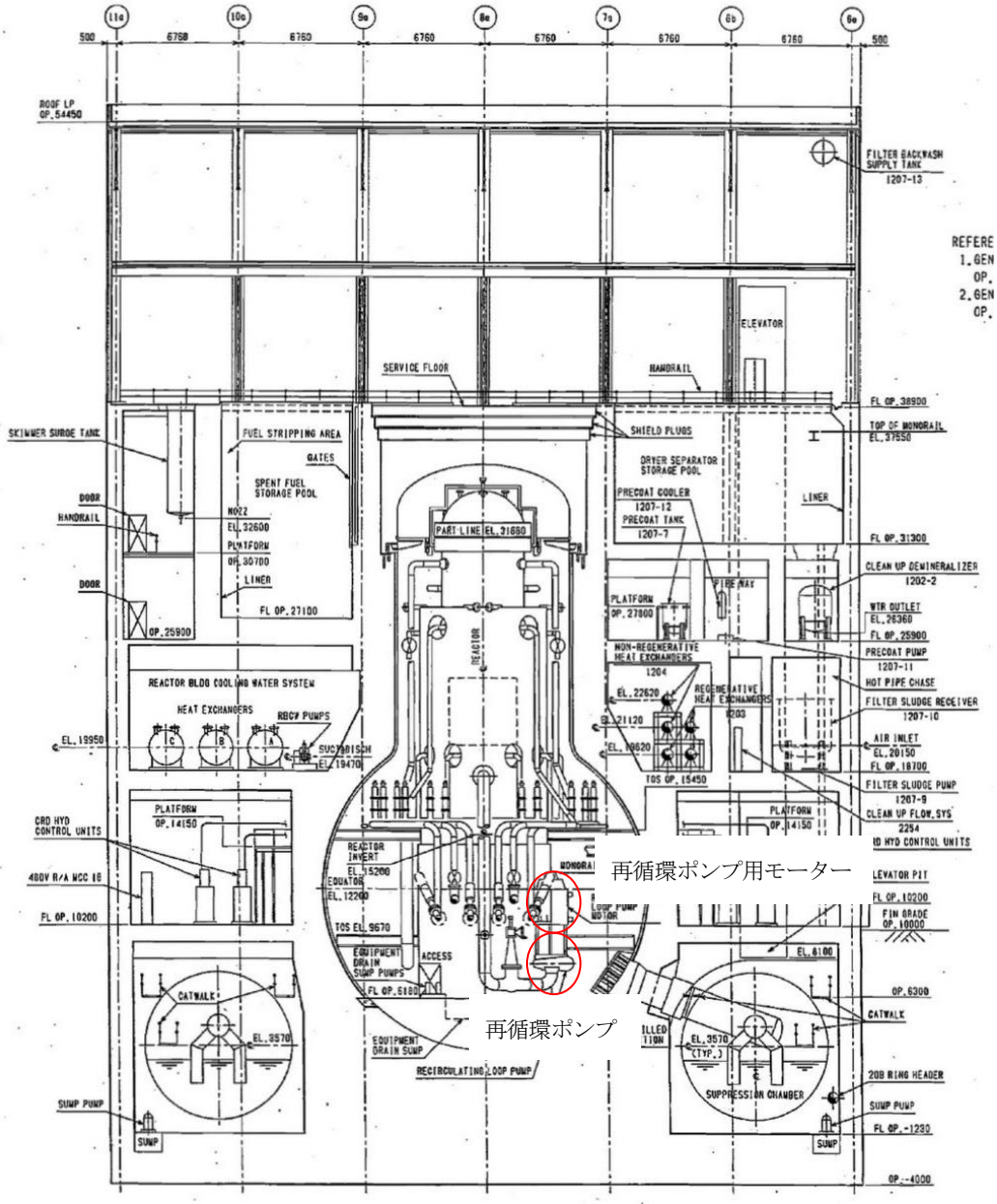


図１　原子炉再循環系統の概略

〔出典〕科学技術庁原子力安全局（編）：原子力安全委員会月報、
通巻第137号（1990）

１台が約５０トンもの巨大な重量を持つ再循環ポンプとモーターはフロアに固定することができず、それ自体が長大（長さ約６５ｍ）で大きな重量を持つ再循環系配管の上に載っている。フロアではなく、再循環系配管の上に鎮座し、宙に浮いているのである。すなわち、再循環システムの巨大な重量は、原子炉圧力容器に接続された再循環水出口ノズル部の１本の太い配管

と、再循環水入口ノズル部の５本の細い配管で支えられているのである。なお、再循環系配管も、再循環ポンプ・モーターも各種ハンガーで上部からも吊り下げられているが、それらのハンガーは配管の熱膨張に追随できるような構造を持ち、システムの重量を支える役割としては補助にすぎない。



福島第一原発１号機　立面図

何故、そのような危険な構造となっているかといえば、再循環ポンプは、運転時の熱膨張によりずれを生じるため、位置を固定することができないからである。原発では、起動時に圧力容器が熱膨張で１８ミリほど上へ伸びる。また、配管内を高速で流れる約２８０度の高温熱水により配管も熱膨張する。この熱膨張によって、再循環ポンプ等をフロアに固定した場合には、配管が破壊されてしまうのである。

（２）地震動による破断

再循環ポンプはハンガーや配管で支えられているのであるが、もともと熱膨張によるゆっくりした動きを前提として保持する設計となっている。そして、瞬間的な力のかかる地震動については、振動を吸収するバネを内蔵したスナッバ（支持金具）により、地震動そのものを吸収することになっているが、実証実験が行われて安全性が確認されているわけではない。

先行訴訟：２号機検証写真 078　再循環ポンプ入口部

このような構造であるが故に、地震の際に巨大な重量を持つ再循環ポンプが大きな地震動で揺さぶられると、再循環系配管が原子炉に繋がるノズル部

において、大きな応力、特に曲げモーメントが生じることになる。中でも再循環水出口部ノズルに接続する配管の内径は４５０ミリ以上と極めて大きく、この部分が破断すると、原子炉から大量の冷却水が失われる大口径破断（大 LOCA[1]）となり、炉心溶融に直結する。

また、大きな応力によって、劣化したワイヤーの溶接部がはずれるようなことがあると、配管のノズル部にはたらく応力がますます大きくなる。さらに、ワイヤーがはずれることにより、配管が共振を起こす固有周期が変化する可能性がある。設計では、地震で大きな揺れが想定される成分の周期と、配管等の固有周期が一致しないようにして、共振を防ぐようにしているが、ワイヤーがはずれて固有周期が変化してしまうと、共振を避けていたはずの成分と共振を起こしてしまう可能性があり、その場合には、想定よりも大きく揺れてしまうことになる。

また、配管は、横向けの状態で原子炉に接続しているので、地震の際には、上下動が配管を揺さぶることになる。被告は、上下動については、水平動の１／２しか想定しておらず、動的解析も行っていないことから、実際の地震の際には、想定よりも大きな応力がはたらく可能性がある。

これらの点は、沸騰水型原発の耐震設計上の大きな弱点であり、新しい沸騰水型の原子炉では、大幅に設計変更がなされている。すなわち、改良型の沸騰水型炉（５号機のＡＢＷＲ）では、再循環ポンプの吊り下げ構造を取り止め、原子炉圧力容器内に再循環ポンプを設置しているのである。

すなわち、従来の方式は、<u>耐震上問題があると原発を製造したメーカーが認めているに等しい</u>。

---

[1] 冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ＝loss of coolant accident）とは、原子炉圧力容器を出入りする大小様々な配管（原子炉系配管という）が破断したり、破損したりして冷却材（冷却水）が漏出する事故をいう

今回の福島第一原発事故においても、配管破断による炉心溶融の可能性が議論されており、否定する根拠は示されていない。

（３）安全審査の想定：１本破断

被告の浜岡原発における地震動の想定は上限１０００gal に過ぎず、この想定を超える地震動があった場合には、複数本の配管が破断する可能性がある。配管にはたらく応力によって、配管が破断するような事態に至ると、そこから原子炉内の冷却水が漏出し、冷却材喪失事故に至る。

しかも、この再循環系の安全審査においては、配管一本破断・ポンプ一つの停止までが想定されているだけであって、これを超える事態は想定されていない。再循環系の配管が同時に複数本が破断した場合も安全審査では想定されていない。

再循環系配管１箇所の破断だけでも極めて厳しいことになるのは、事故解析結果を見る限りでも明らかである。再循環系の配管の破断では、破断後３０秒程度で燃料頭頂部が冷却材から露出し、燃料温度が急上昇する。１２０秒程度で温度は９００度近くに達するが、その段階で非常用炉心冷却系（ECCS）の低圧注入系が作動し、炉内への注水で燃料はようやく再冠水することになっている。

また、中小口径破断の冷却材喪失事故について、被告が行っている安全評価は、やはり１本の破断と単一故障を想定しているが、事故の過程で水位が燃料頭頂部を下回り、燃料が剥き出しになる時間が存在する。それにより、燃料棒の温度は８００度を越え１２００度に近づく。１２００度という温度は、燃料棒が溶融し、炉心溶融が始まる温度である。安全審査指針は、これを超えないことの確認を要求している。炉心溶融は決して起こしてはならない事態であるが、１本破断・単一故障を前提とした安全評価でさえ、その直前にまで至ってしまう。

複数本の配管破断や、安全機器が同時に機能喪失を起こせば、核燃料は溶

融点を超え、炉心溶融に至るであろうことは容易に想定しうる事態である。

（4）再循環ポンプならびに配管系に関するその他の問題点の支持について

ア　密接な配管の配置

先行訴訟における現地検証において人数制限が行われたことからも明らかなとおり、再循環系配管の周りには人が通るのが困難なほど各種の機器が密着して存在しており、破断した配管の反動（パイプホイップ）や噴出する熱水・高温蒸気の影響で他の機器・配管あるいはケーブルなどが損傷する。

イ　高低差による主蒸気系配管破断

原子炉圧力容器からタービンにつながる主蒸気系配管は、巨大地震の際、原子炉系統内部の配管は、配管自体の重さだけでなく、それにつながっている多くの機器類との位相の異なる振動による応力を受ける。特に原子炉圧力容器からタービンにつながる主蒸気系配管は、途中で原子炉建屋を出てタービン建屋に接続されているため、両建屋が異なる振動を起こした場合は大きな応力を受ける。両建屋間で異なる隆起（あるいは陥没）が生じ、これにより高低差が生じた場合、配管は破断する蓋然性が高い。設計上そのギャップは１メートル程度を想定しているに過ぎない。それを超えて位相がずれたならば配管は破断を免れない。

ウ　配管の貫通

２号機検証（下見）写真 053　主蒸気配管（ＭＳトンネル室）２

沸騰水型原発の大きな特徴として、１次冷却系配管が格納容器を貫通している（加圧水型原発では、１次冷却系配管は格納容器内にとどまっている）。この点は沸騰水型原発の重大な弱点である。

主蒸気系とは、炉心内で発生した高圧の蒸気をタービンに運ぶ系統である。原子炉圧力容器から４本の管が出て高圧タービンにつながっている。主蒸気系配管が破断すれば、高圧の蒸気が急速に噴出し、原子炉の圧力が下がり、沸点も下がる。蒸気として冷却材が流出してしまうので、冷却材喪失事故となる。

エ　再循環系配管及びノズル部のメンテナンス

2号機検証（下見）写真 084　再循環水入口ノズル全景

再循環系配管はステンレスであり、溶接部における応力腐食割れの発生が避けられないが、混雑した狭い格納容器内においては、点検時に検査のできない箇所が多々あり、配管のすべての箇所についてひび割れの検査をすることはできず、すべてのひび割れが発見され補修されている保証はない。

再循環系配管のノズル部や溶接部は、通常の使用条件下でも常に再循環ポンプの振動を受けており、劣化したノズル部や配管には地震がなくてもすでにサイクル疲労が蓄積されている。また、ノズル部は原子炉内の振動も常時受けている。地震が発生した場合に、金属疲労が蓄積し、ひび割れが存在する配管やノズル部は、より小さい応力で破断してしまう。

さらに、再循環系配管ノズル部は、圧力容器の数あるノズルの中でも、圧力容器下部に位置し燃料集合体にもっとも近いため、とりわけ中性子照射が激しい部分である。応力腐食割れがより進行している恐れがあり、再循環系配管のノズル部の健全性の重要性から考えれば、Ａ、Ｂ２系統あわせて１２個のこれらノズル部の検査は完全でなければならない。ところが、

中性子線による被曝線量が高いため、たったひとつのノズルの点検にも多数の検査員が交代で取り組む必要がある。優秀な作業員が多数確保できる保証はなく、到底完全な検査ができているとは思われない。

第３　福島第一原発での配管損傷

１　２０１１年3月１１日に発生した事実

福島第一原発では、現段階では場所は特定できないものの、前記第１で述べた配管損傷が起きた可能性が高い。まず、２０１１年３月１１日に起きた事実を、時系列に沿って整理してみる。

①午後２時４６分

東北地方太平洋沖地震発生、運転中だった１～３号機は、自動的に緊急停止した。

②午後２時４６分（地震発生と同時刻）

原子力発電所において緊急時に使用される各ポンプ類等は、原発外部から供給される電力によって稼働していたが、外部電源が喪失した。

③午後２時４７分

外部電源喪失直後、１～３号機に各２台ずつ設置されている非常用ディーゼル発電機が自動的に起動した。

④午後３時３７分

津波襲来、非常用ディーゼル発電設備または関連機器が「被水又は水没」により使用不可。１号機　全電源喪失（ステーションブラックアウト、ＳＢＯ）。

⑤午後３時３８分

３号機　全電源喪失（ＳＢＯ）

上記④、⑤までの間、すなわち地震発生から津波襲来による全電源喪失事故までの間、地震の揺れによる冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ）がおきたのではないかと疑われる。以下詳述する。

２　圧力抑制の仕組み

原子炉格納容器は、冷却材喪失事故が起きたときに放射性物質を外環境にまき

散らされないようするため、冷却材喪失事故を想定し、そのときの最大過渡[2]圧力と過渡温度に耐えられるよう構造設計されている。格納容器の正常運転時の圧力は、約１気圧であるが、設計圧力は約４気圧（０．４Mpa[3]）前後である。設計圧力が４気圧とは、次のような設計思想によるものである。仮に、最大径の配管が完全破断した場合、ドライウェル（D／W）には大量の蒸気が噴出する。これを放置すれば蒸気により圧力は急上昇してしまう。そこで、この圧力を抑制するため、蒸気をベント管を通して圧力抑制室（サプレッションチェンバー）（S／C）内の大量の冷水（サプレッションプール）の中に導き、蒸気を水に変化させて体積凝縮を起こさせる。これにより、ドライウェルの圧力を４気圧以下に抑制するというものである。

３　ＬＯＣＡが起きたことの論拠

（１）水位低下の経過

通常、原子炉水位は、核燃料棒最上部（核燃料棒最上部を有効燃料頂部（ＴＡＦ）という）の約５m 上にある。ところが、

①１１日午後９時３０分、地震発生後約６時間４４分後、原子炉水位は、有効燃料頂部（ＴＡＦ）の４５cm 上であった。すなわち、地震発生後７時間弱の間に、４．５m 水位が低下している。原子炉直径４．８mから単純計算すれば、８０トン[4]の冷却材が炉外に流出したこととなる。

② １２日午前２時３０分、地震発生１２時間後、原子炉水位は、若干の戻りを見せ、ＴＡＦの１m３０cm 上部であった。

③ １２日午前８時、ＴＡＦから４０cm 下まで下降した。

---

[2] 過渡：ある状態に変動があったときから次の安定状態に至る間に起こる現象

[3] メガパスカル

[4] 原子炉内部がすべて空間であれば、単純計算どおりとなるが、原子炉内の構造体を勘案しなければならないため、実際はこれよりも少なくなる。

④　１２日午後１時３０分過ぎ、ＴＡＦから１ｍ７０cm 下部まで低下。燃料棒の長さは約４ｍ のため、この時点では、燃料棒の全長の約４０％が水面から上に出ていたことになる。

⑤　１２日午後３時３６分、１号機水素爆発

（２）水位急低下の原因・ＬＯＣＡとＳＲＶ作動

地震発生後７時間弱（①までの間）で、水位が急低下した理由として考えられる原因としては、

ａ　冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ）発生

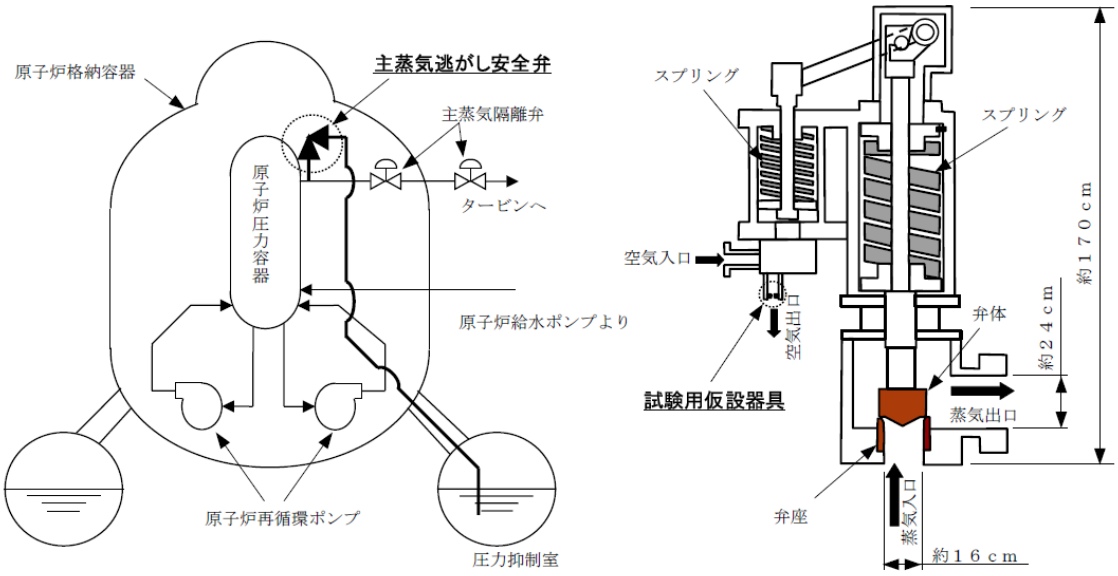
ｂ　主蒸気逃し安全弁（ＳＲＶ）が自動的に開閉動作をした結果、大量の冷却水が原子炉から圧力抑制室に流出し、その分原子炉水位が降下した

の２つがもっぱら考えられる。

以下、考察する。

（３）主蒸気逃し安全弁の構造と動作

主蒸気逃し安全弁は、４本の主蒸気管それぞれについており、原子炉圧力約７５気圧（７．５Mpa）に達すると自動的に開き、ある値まで下がると自動的に閉じるようになっている弁である。



平成 16 年 8 月 5 日付け東北電力プレスリリース資料より引用

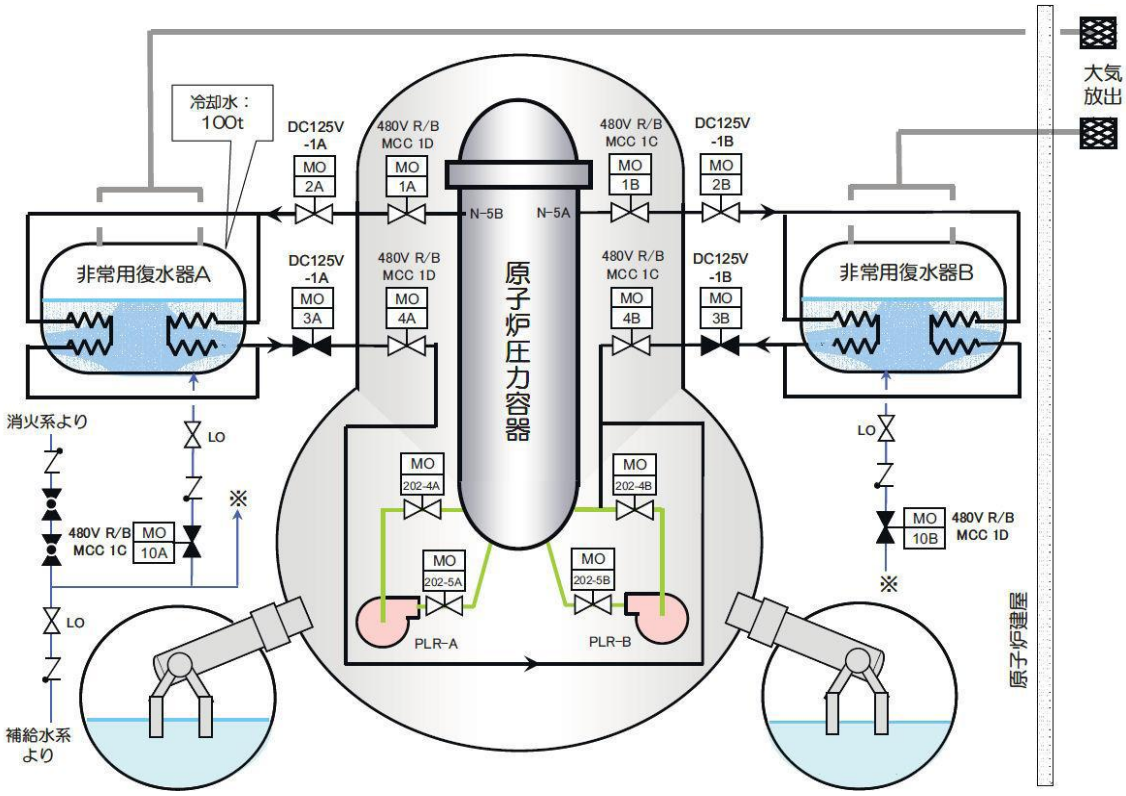
緊急停止で核分裂反応が停止しても、核分裂生成物による「崩壊熱」によって原子炉圧力容器の中では蒸気の発生が継続する。しかし、緊急停止後すぐに主蒸気隔離弁が作動し、タービンへ向かう蒸気ラインは閉じられてしまう。その結果、行き場を失った蒸気のために原子炉圧力が上昇していき、放置すると、原子炉圧力容器そのものが大破壊する危険性がある。

その危険性を回避する役割を持つのが主蒸気逃し安全弁である。地震が発生し、原子炉は緊急停止するが、しばらくして崩壊熱による蒸気により原子炉圧力が高まり、７５気圧に達する。すると４個の主蒸気逃し安全弁が自動的に開き、かなりの量の蒸気がその先の太い配管を通じて圧力抑制室の水中に導かれる。その結果、体積凝縮によって原子炉圧力が低下し、一定の値まで下がると４個の主蒸気逃し安全弁が閉じる。この動作が繰り返され、大量の蒸気－元は冷却水－が原子炉から圧力抑制室に流出し、その分原子炉水位が低下することになる。

（４）作動記録

東京電力の公表資料（http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/index10-j.html）によれば、１号機において、主蒸気逃し安全弁は、作動していない。

なお､福島第一原発１号機には､上記主蒸気逃し安全弁より先に起動する、崩壊熱除去のための非常用復水器（ＩＣ、isoletion condenser）が備わっている。



東京電力 HP 資料より引用

非常用復水器には、Ａ系とＢ系の二系列があり、どちらの系にも合計４個の弁（１Ａ～４Ａ、１Ｂ～４Ｂ）があり、３Ａ、３Ｂを除くすべての弁が常時開いている。原発が緊急停止し、崩壊熱で原子炉圧力が上がり始めると、それを察知して３Ａ、３Ｂが自動的に開き、水と蒸気の自動循環が始まる。原子炉圧力容器から出た蒸気が非常用復水器のタンクに向かい、そこで冷却されて水になって体積凝縮し、原子炉圧力が下がる。次にその水は、原子炉圧力容器の下部の再循環系配管を経由して原子炉圧力容器に戻る。そのように非常用復水器が起動すると崩壊熱で高まった原子炉圧力が減じられるだけでなく、温度の低い水が原子炉に戻ってくるので、冷却材の温度も下がる。非常用復水器は、電力等を利用しない自然循環式であるが、復水器本体が熱を帯び沸騰してしまうと冷却機能が失われる。通常、非常用復水器は８時間程度しか作用しないといわれている。

非常用復水器は、１１日午後２時５２分地震発生６分後、自動起動している。ところが、午後３時３分、非常用復水器の３Ａ、３Ｂ弁が閉じられている。これは、原子炉圧力の高まりがなかったので、非常用復水器作動の必要性がないと判断し停止したと考えるのが自然である。非常用復水器は、その後、１１日午後６時１０分再度起動されたが、１５分後に閉弁されている。その後、午後９時３０分まで作動していない。

以上の非常用復水器の作動状況によれば、非常用復水器を作動させねばならないような原子炉圧力の上昇はなかったことを意味する。そして、非常用復水器の作動が必要なかった以上、７５気圧で自動的に作動する主蒸気逃し安全弁（ＳＲＶ）が自動的に作動することもなかったと考えられる。

（５）結論

では、なぜ大量の崩壊熱が発生していながら、それほど原子炉圧力が上昇しなかったのか。それは、すなわち、地震直後に原子炉系配管のうちいずれか１本ないしは複数本が破損し、そこから圧力が抜けていたからとしか考えられない。同時に発生している急激な水位低下も、配管破断箇所から冷却材が喪失したことによるものであろう。すなわち、配管破損による冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ）が地震動によって発生したのである。

これと同一の結論は、平成２３年１２月９日、独立行政法人原子力安全基盤機構が「福島第一原子力発電所１号機非常用復水器（IC）作動時の原子炉挙動解析」と題して行ったシミュレーションにおいても認められ、そこでは０．３cm2の漏洩が生じたとされている[5]。

[5] この漏洩面積については今後の検証を経なければならないが、仮にこのシミュレーション通りの僅かな面積であったとしたら、その影響は重大である。僅か０．３cm2の破損面積で、あれほど重大な冷却材喪失事故が短時間で惹起されたことになるからである。また、始めは小規模であっても、徐々に破損規模が拡大する恐れもある。今回も、いったんは上昇した水位が注水にもかかわらずその後低下し、ＴＡＦを下回るまでに至っている。

４　格納容器の圧力の上昇

福島第一原発１号機においては、原子炉格納容器ドライウェルの圧力が短時間のうちに４気圧とされている設計圧力を大きく超え、約７．４気圧（０．７４Mpa）まで上昇した。格納容器の圧力が上昇した原因も、時間的に長く激しい地震動による原子炉系配管の破損による冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ）にあったと推測される。

（１）スプレイ系の起動

１１日午後３時４分、地震発生約１８分後に二系列ある格納容器スプレイ系のうちＢ系列が、その７分後の午後３時１１分にはＡ系列が、起動した。そして、Ａ、Ｂ両系列あわせて毎秒４００リットルという猛烈な量の水が格納容器内に噴霧され続けた（噴霧の終了時期は記録がなく不明である）。この時間帯は、津波襲来前である。

スプレイ系とは、冷却材喪失事故がおきたときに、圧力抑制室内の水をドライウェルに噴霧することにより、格納容器内の温度、圧力の低減することを目的とする機構である。

この点、東電は圧力抑制室の冷却のために作動したと説明するが、合理性を欠く。当時の圧力抑制室の温度は２０度程度であり、冷却を行なう必要性が認められない。

とすれば、スプレイ系の作動は、まさに冷却材喪失事故発生がために起動したと考えることが自然である。

（２）原子炉圧力容器と格納容器の圧力の均衡

３月１１日２０時０７分、地震発生後５時間の時点で、原子炉圧力容器の圧力は６９気圧(６．９Mpa）あったものが、３月１２日２時４５分には８気圧（０．８Mpa）にまで急降下している[6]。

[6] 途中経過は脱落。

日時	原子炉水位（燃料域)(A)（mm）	原子炉水位（燃料域)(B)（mm）	A系 原子炉圧力（MPa）	B系 原子炉圧力（MPa）	D/W圧力（MPa abs）	S/C圧力（MPa abs）	CA D/ (S
3/11 19:30							
3/11 19:37							
3/11 20:00							
3/11 20:07			6.900				
3/11 20:30							
3/11 21:00							
3/11 21:30	450						
3/11 22:00	550						
3/11 22:10	550						
3/11 22:20	590						
3/11 22:30							
3/11 22:35	590						
3/11 22:47	590						
3/11 23:05	590						
3/11 23:24	590						
3/11 23:30							
3/12 0:30	1300						
3/12 0:45	1300						
3/12 1:00	1300						
3/12 1:05					0.600		
3/12 1:25	1300						
3/12 1:40	1300						
3/12 1:55	1300	530					
3/12 2:10	1300	500					
3/12 2:30	1300	500			0.840		
3/12 2:45			0.800		0.840		
3/12 2:50		500					
3/12 3:05	1300	500					
3/12 3:30	1300						
3/12 3:55	1300	500					
3/12 4:19	1300	500			0.780	0.790	
3/12 4:35	1300	500			0.770	0.770	
3/12 4:55	1300	500					

東京電力公表資料

一方、これと対照的に通常運転時は１気圧（０．１Mpa）とみられる原子炉格納容器の圧力は、１２日１時０５分には６気圧（０．６Mpa）と急上昇し、２時４５分には８．４気圧（０．８４Mpa）となり、原子炉圧力容器の圧力とほぼ均衡している[7]。

この２つの容器間の圧力変化、すなわち圧力容器↓：格納容器↑、そして均

[7]原子炉格納容器の設計圧力は前記のとおり約０．４Mpa であるため、これは異常事態である。

衡がもたらされた原因としてもっとも素直に想定されるのは、圧力容器配管破損部からの蒸気漏れである。格納容器は圧力容器を覆っており、圧力容器から蒸気が漏れ出してくれば、密閉構造にある格納容器の圧力は自然に高まるのである。

（３）圧力抑制機能喪失の原因

本来、冷却材喪失事故が発生した場合に噴出した冷却材が蒸気となって圧力抑制室の水（サプレッションプール）の中に入り、それによって格納容器内の圧力が抑制されることになっていた。

しかし、長く激しい地震動により、圧力抑制室の中にあるリングヘッダーやリングヘッダーとベント管との接合部が破損したか、あるいは、後記第４に解説するスロッシングにより、蒸気がうまく圧力抑制室内の水（サプレッションプール）に導かれなかったため、蒸気が水にならず体積凝縮ができず、そのために、格納容器内の圧力がどんどん上昇していったことが考えられる。

５　結語

以上のように、浜岡原発１～４号機と基本的に同じ構造を持つ福島第一原発１号機において、先行訴訟で問題点として指摘し続けられてきた地震動による配管損傷による冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ）が発生した蓋然性は極めて高い。

津波対策のみでは、原子力発電所の安全性は到底確保しえない。

第４　スロッシング

１　スロッシングによる容器破壊の仕組

スロッシングは、容器内の液体が外部からの比較的長周期な振動によって揺動（ようどう）することである。

スロッシングによって、容器内の液体が揺動し、この揺動する液体が容器の一部を破壊するにいたる場合がある。比較的小さな容器においては、揺動する液体の体積と、その重量が比較的小さいので、余り大きな問題にはならない。

しかしながら、比較的大容量の容器では、揺動する液体が、容器の天井部分を加圧し、容器の側壁部分に負圧を加え、容器を破壊するに至る事象が知られている。

我が国では、地震による揺動により、石油タンクが破壊・炎上するにいたった事故が、過去に起きている。地震の持つ振動の成分の中に、比較的長周期（７秒ないし１０秒）の成分がある場合に、この振動によって、容器内の液体が揺動し、この液体自身の揺動により、地盤に固定された容器の構造物に液体自身が衝突し、この力によって、容器の一部が破壊されるのである。揺動によって、持ち上がった液体は容器の天井部分を押し上げて破壊し、その一方、それまでの水位から液体が押し下がることによって、側壁部分に加えられていた圧力が失われることによって、容器の側壁部分が破壊してしまう。

昭和３９年６月１６日には、昭和石油新潟精油所において、折から発生した新潟地震により、同所に５基ある容量３万Klの原油タンクが破壊・損傷した。このほかにも石油タンクが、地震動によるスロッシングを起こし、破損した例は、数多くある。

２　原発とスロッシング

原子力発電所においては、大量の液体を収容する容器が２種類存在する。

一つは、圧力抑制室であり、今ひとつは、使用済み燃料プール（ＦＰ）であ

る。

地震動によりスロッシングが起き得、かつ、原子力発電所に致命的な影響を与えうる容器は、この二つである。

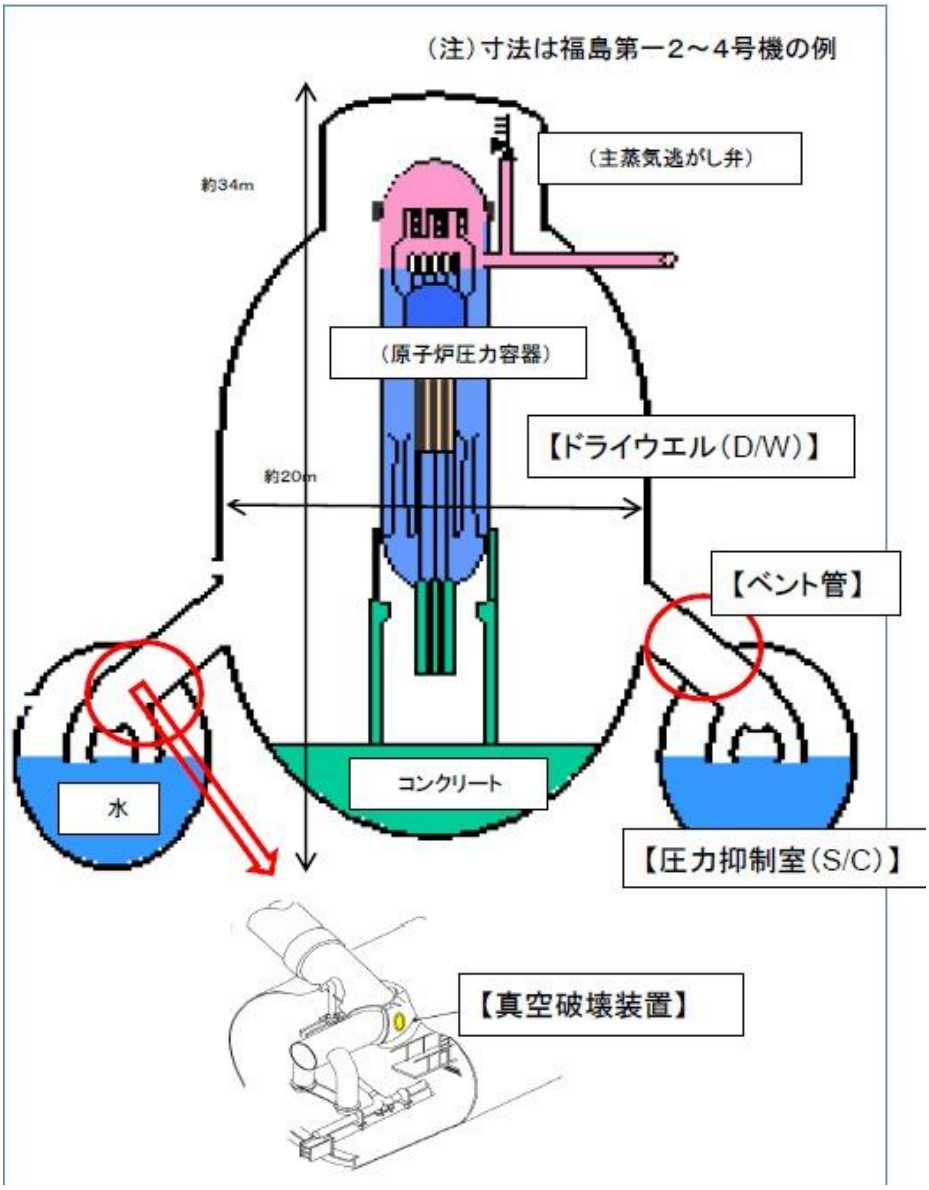
3　圧力抑制室の構造（３号機及び４号機）

（1）機能

圧力抑制室は、前記第３記載のとおり、原子炉圧力容器内の蒸気圧力が上昇しすぎる場合や、同じく格納容器内のドライウェルに蒸気が漏れ出てきた場合に、この蒸気を同室内に導入して冷却し、気体から水の状態に変えて[8]減容することによって圧力を抑制して、原子炉および格納容器を高圧による破壊から防衛するために存在する。

蒸気を圧力抑制室に導入するには、同室内に貯留された水の中に、蒸気を吹き込み、蒸気に水に触れさせて、その温度を下げ、凝縮させて減容するのである。

[8] これを凝縮という。



原子力保安院 HP より引用

（２）圧力

沸騰水型原子炉圧力容器の設計気圧は、約７６気圧であり、格納容器のそれは、被告の設営する３号機と４号機の場合は約４．３５気圧である。

運転時は原子炉圧力容器内圧力は約７０気圧で、格納容器内は、運転時約１気圧である。運転時の圧力抑制室内も約１気圧である。

（３）内容物

格納容器内は、原子炉から運転中にも発生しうる水素の水素爆発を避けるため、窒素ガスが封入されている。窒素ガスで格納容器内を満たすことによって、原子炉運転中に発生する水素が酸素と結合して、水素爆発に至る可能性を少なくしているのである。

圧力抑制室の中には水があるが、その上に存在する気体のある部分（気相部分）も窒素ガスが封入されている。

圧力抑制室の内容積は、被告の設置する３号機及び４号機の場合、約９１００立方メートルである。このうち、水の量は、被告の設置する３号機及び４号機の場合、約３８００立方メートルを占めている。

（４）設計

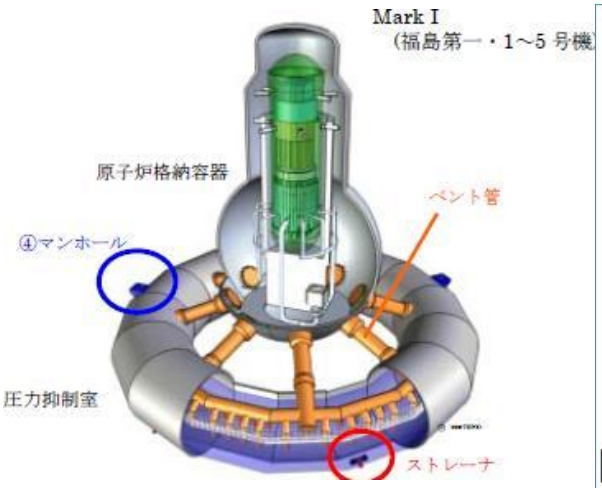
浜岡原発３・４号機は、ゼネラル・エレクトリック社（以下「GE」という）が沸騰水型原子炉（以下「BWR」という）最初の商業用プラントとして開発した格納容器に若干の改良をおこなったものであり、Mark I 型と総称される格納容器である。その構造上の特徴は、炉心溶融があった場合に真下に溶けた核燃料がメルトスルーすると水蒸気爆発を起こす恐れがあるため、これを防ぐため水槽である圧力抑制室を構造的に分離して周囲に円環状に配置している点にある。しかし、このためにドライウェルと圧力抑制室を接続する構造を複雑にし、後記の水力学的動加重[9]に関する重大な問題が発生することとなった。

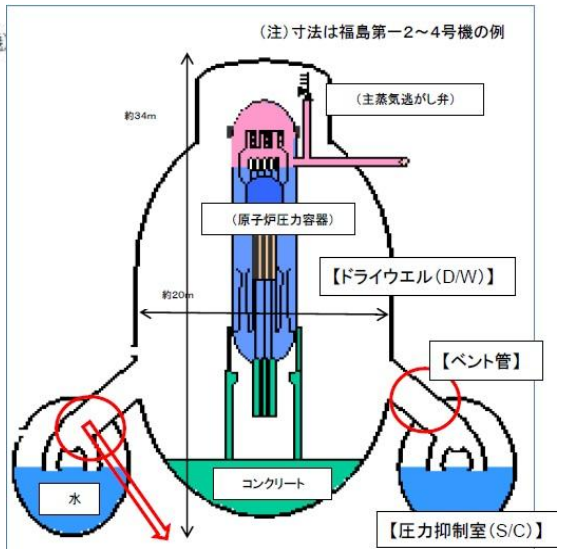
GE の技術者自らが１９７４～１９７５年に LOCA 時の圧力抑制室構造物の健全性に関する疑問を発表し、これを受けて米国原子力規制委員会、GE 及び日米電力ユーザーは、Short Term Program と呼ばれる健全性解析を実施し、さらに、Long Term Program に移行し、１９８７年に我が国の原子力安全委員会は評価指針を発表したが、そこでは、地震荷重との組み合わせ

[9] 水によって変化する力。

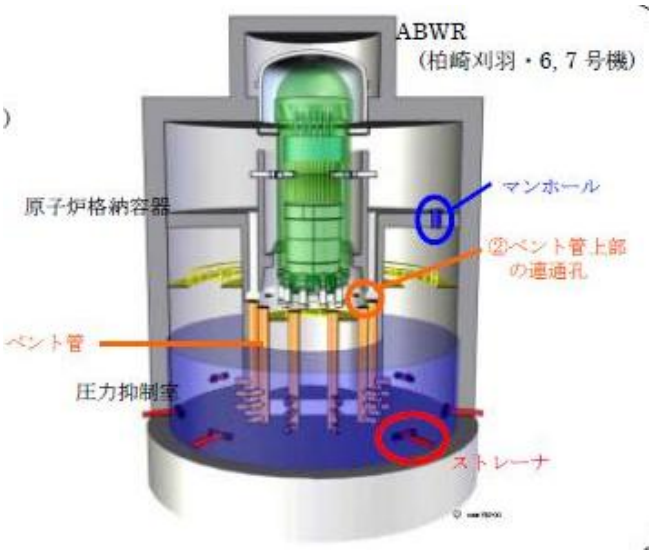
は行われていない。これは、米国のプラントでは地震があまり問題とならないため、地震荷重との組み合わせが検討されていないものをそのまま引き継いでいるからである。

ここではまず、３・４号機（MARK I 改型）の圧力抑制室について述べる。





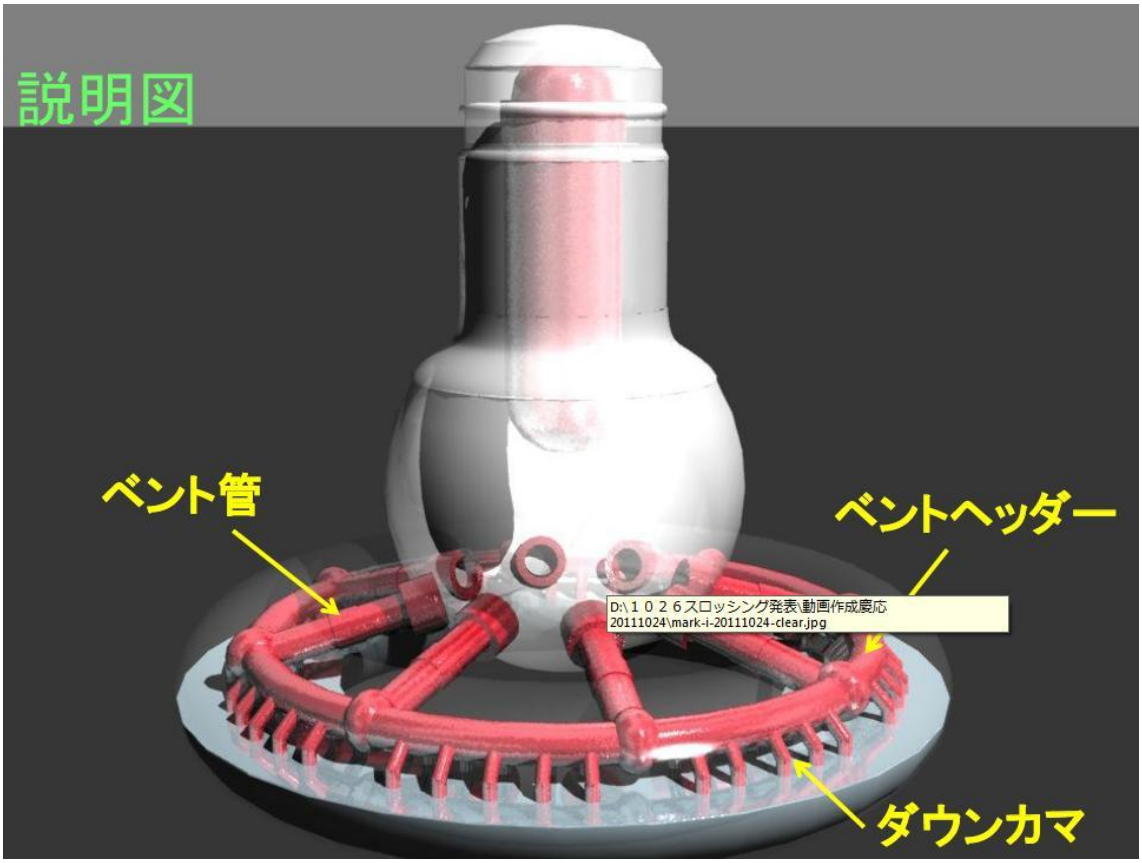
①Mark I （浜岡１、２号機）　　②Mark I 改（浜岡３、４号機）



③ABWR（浜岡５号機）　　東京電力 HP より引用

ア　形状とサイズ

３・４号機の圧力抑制室の形は、円環状をしており、外周部直径４０ｍ程度の大きさを持ち、その断面は円形で、直径１０ｍ程度である。



NPO 法人 APAST 提供資料

イ　ベント管

円環状の圧力抑制室の中に、原子炉およびドライウェル部からの高圧蒸気を導く管すなわちベント管が導かれており、その数は、８である。８本のベント管がそれぞれ等間隔に、ドライウェル部から圧力抑制室外殻を貫いて、その内部に導かれている。

ドライウェルと圧力抑制室とを接続するベント管の一部には、相対位相を吸収するための蛇腹構造物が組み込まれている。この蛇腹構造物は、ベ

ントベローズと呼ばれている。

このベント管の直径は、被告の運営する原子炉のうち、３号機及び４号機は、格納容器ドライウェル部貫通部で、直径約２ｍである。

ウ　ベントヘッダー

格納容器ドライウェル部から導入された８本のベント管は、圧力抑制室内部でベントヘッダーと呼ばれるさらに円環状の配管につながっている。

格納容器ドライウェル部から圧力抑制室に導入された８本のベント管がつながる円環状のベントヘッダーは、中空の構造である。その構成する材質は鋼板で、その厚さは約１０mm である。

ベントヘッダーは、格納容器ドライウェル部から導かれる８本のベント管に溶接で固定され、圧力抑制室内の水位の上下に対し、追随して上下する構造にはなっていない。

エ　ダウンカマー

ベントヘッダーからは、下方すなわち圧力抑制室内の水に向かって、突き出た多数の円断面の配管が備えられている。この配管はダウンカマーと呼ばれている。

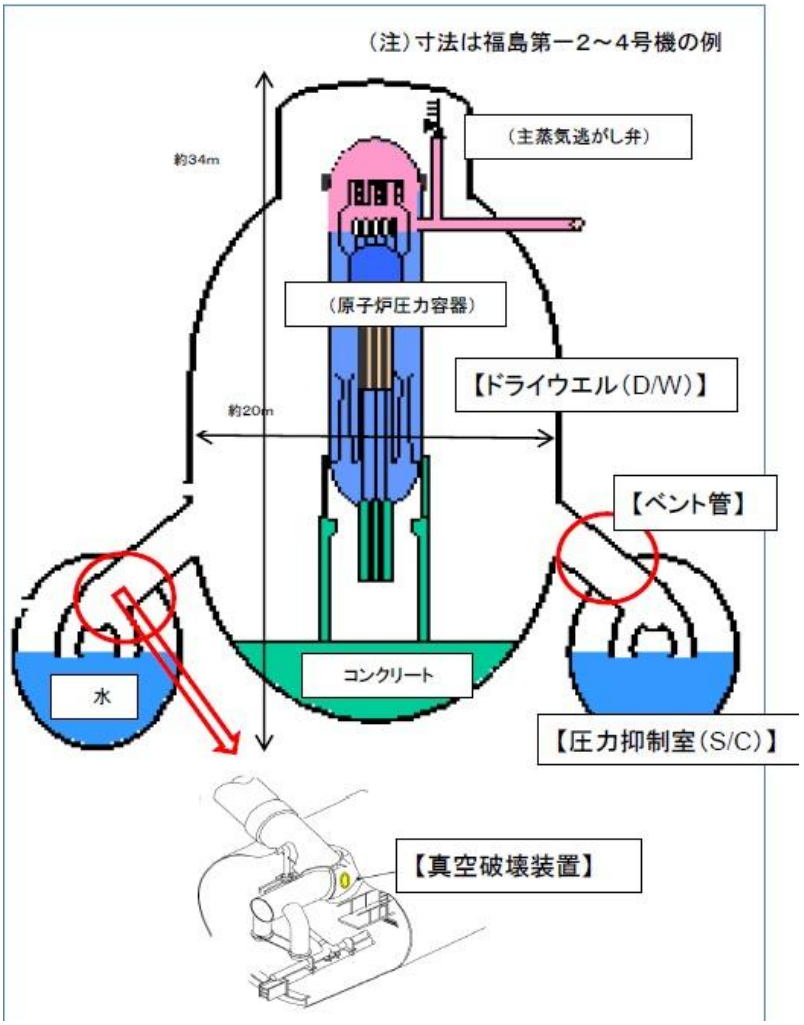
ダウンカマーの材質は、厚さ１０mm の鋼板である。ダウンカマーの直径は約０．６ｍである。

ベントヘッダー内部は、ダウンカマーを通じて、圧力抑制室内の水の中に解放されている。ダウンカマーが圧力抑制室内の水の中に水没している深さは約１．２ｍである。ダウンカマーは、ベントヘッダーに固定された片持梁の構造である。また、ベントヘッダーと同様、圧力抑制室内の水の水位の上下に追随して上下して、ダウンカマー解放部が水の中に存在することを保持するための機構はない。

オ　真空破壊弁

LOCA 時、圧力抑制室に蒸気が噴出し終わると、ドライウェル内が負圧[10]になるため、格納容器が外気圧で坐屈し、壊れてしまう可能性がある。これを防止するため、圧力抑制室の気体部分（気中部）の圧力がドライウェルの圧力より高くなると、真空破壊弁が開いて圧力抑制室からドライウェルに気体が逆流し、双方を均等の圧力にする構造がとられている。

片側（圧力抑制室内の気中部）からは圧力で開くが、反対側からは圧力を掛けても開かない逆止弁であり、圧力抑制室内のベント管先端に取り付けられている。



[10] 大気圧（１気圧）より低い圧力。

真空破壊弁は、ベント管がベントヘッダーと直角に接合した突き当たりの壁に設けられている。ベント管の数は８なので、真空破壊弁もベントヘッダーの外周部に８存在する。

４　ＬＯＣＡ時の圧力抑制室

（１）ＬＯＣＡ

原子力発電所では、地震の発生とは無関係に LOCA が生じることがあり得ると想定されているが、そればかりではなく、前記第３で述べたように、被告の設営する原子力発電所では、地震の発生によって、再循環ポンプに至る配管などが破損し、LOCA が発生する可能性がある。

一次冷却水が喪失すると、運転時約７０気圧、摂氏約２９０度にもなる原子炉内の冷却水が、原子炉から漏出し、運転時ほぼ１気圧の格納容器内または格納容器外に噴出することとなる。この場合、漏れ出した約７０気圧摂氏２９０度の水は、ドライウェル内の約１気圧の窒素ガス雰囲気の中に入り、急激に減圧されてただちに蒸気となり、体積を急激に膨張させる。

この際、元々の摂氏約２９０度の熱水の状態から気体の水蒸気と変わり、およそ２６００倍の体積に膨れあがる。

そして、圧力抑制室ドライウェル内に噴出した蒸気は、ドライウェル内の窒素ガスと共に、一気にベント管に流れ込む。そのスピードは、音速を遙かに超えるスピードである。

（２）圧力抑制室の機能

沸騰水型原子炉は、地震動が生じた際に、複雑に配置された冷却水を通る配管の一部が破損し、冷却水が漏出する冷却水喪失事故を起こす可能性があるが、冷却水喪失が生じた際には、事故の比較的初期の段階において、大量の水蒸気と窒素ガスが圧力抑制室に突入するという事態が生じる。

突入した水蒸気と窒素ガスは、ダウンカマーを通じて、圧力抑制室内の水

（プール水）の中に入り、そこに水があれば、水に触れて冷却されて、水に戻る。このとき、圧力抑制室内の圧力が、１気圧であることにより、効果的に圧力が抑制されるという関係にある。

流動する物体は、高圧の部分と低圧の部分があれば、高圧部分から低圧部分に向かって流れが生じる。漏出した冷却水が高圧の水蒸気となった時に、この高圧の水蒸気は、周りの窒素ガスと共に、約１気圧の圧力しかない圧力抑制室に流れ込むのである。

高圧の水蒸気は、１気圧で比較的低温の水の中に吹き出し、温度が冷やされて水に戻り、減容して、設計圧力が約４．３５気圧の格納容器内の圧力を下げて、格納容器を保全する。

ただし、圧力抑制室のプール水の量には限りがあるので、もし、他の手段によって圧力抑制室内の水を冷やす措置を講じることが出来なければ、数時間でこの水はなくなって蒸気になってしまい、圧力抑制室の圧力を抑制するという機能はなくなってしまう。

（３）水力学的荷重等

圧力抑制室は、このような機能を持っているのであるが、冷却水喪失事故の際には、次のような応力がかかるので、圧力抑制室は、この応力に対する耐性を持っていなければならない。

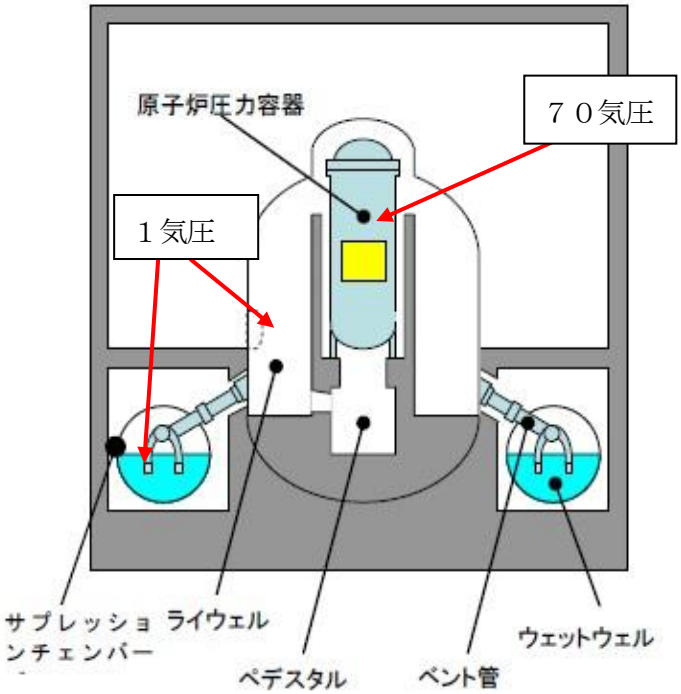
その応力の合計は、以下の $Fw+Fj+Fp+Fc+Fs$ となる。

ア　*Fw*

ドライウェル内は元々非凝縮性の窒素[11]で満たされているが、LOCA が発生すると７０気圧の圧力容器から、７０気圧の水（蒸気）が格納容器に噴き出してくる。ここで、漏洩水は体積の広い格納容器内に開放されたことによって３気圧程度に減圧するが、同時に体積は急膨張する。すると、

[11] 非凝縮性とは、圧縮によっても冷却されず、液体とならないことを指している。

元々あった非凝縮性窒素は、急激に圧縮され３気圧となる。以上が瞬間的に生じ、このとき同時に圧力波（衝撃波）が生まれる。この圧力波が、超音速でベント管及びダウンカマーを通じて、圧力抑制室の空間内に移動し、開放され、この過程で圧力波にさらされるプール壁面、ベント管系、ベントヘッダー、ダウンカマーなどに衝撃力を与える。



原子力安全基盤機構　平成１８年７月研究報告書より引用。一部加筆。

イ　*Fj*

LOCA 時に、圧縮窒素と蒸気が圧力抑制室の水中に吹き出すまでの過程で、ベント管→ベントヘッダー→ダウンカマー　等の各構造物に衝突して流路を変化させる。このとき、流路変更による運動量の変化は、各構造物においては、衝突力として作用する[12]。

[12]圧縮窒素や蒸気の運動は、運動方向にある固定された構造物に衝突して運動の方向が変化する際、運動量が失われる。この際、運動量保存の法則により、この失われた運動量が、構造物に対する衝突エネルギーに変化する。

ウ　*Fp*

水力学的荷重である。次図①～⑧の順序で発生する。

①LOCA 発生時、前記アのとおり、７０気圧の上記は、１気圧の広い空間であるドライウェルに超音速で噴出して瞬時に膨張し、３気圧に減圧する。このとき、ドライウェル内に元々あった窒素は３気圧の圧縮窒素となり、両者はベント管に流入する。

②３気圧の蒸気と窒素は、ベント管→ベントヘッダー→ダウンカマーを経由して圧力抑制室内のプール水中に噴出する。

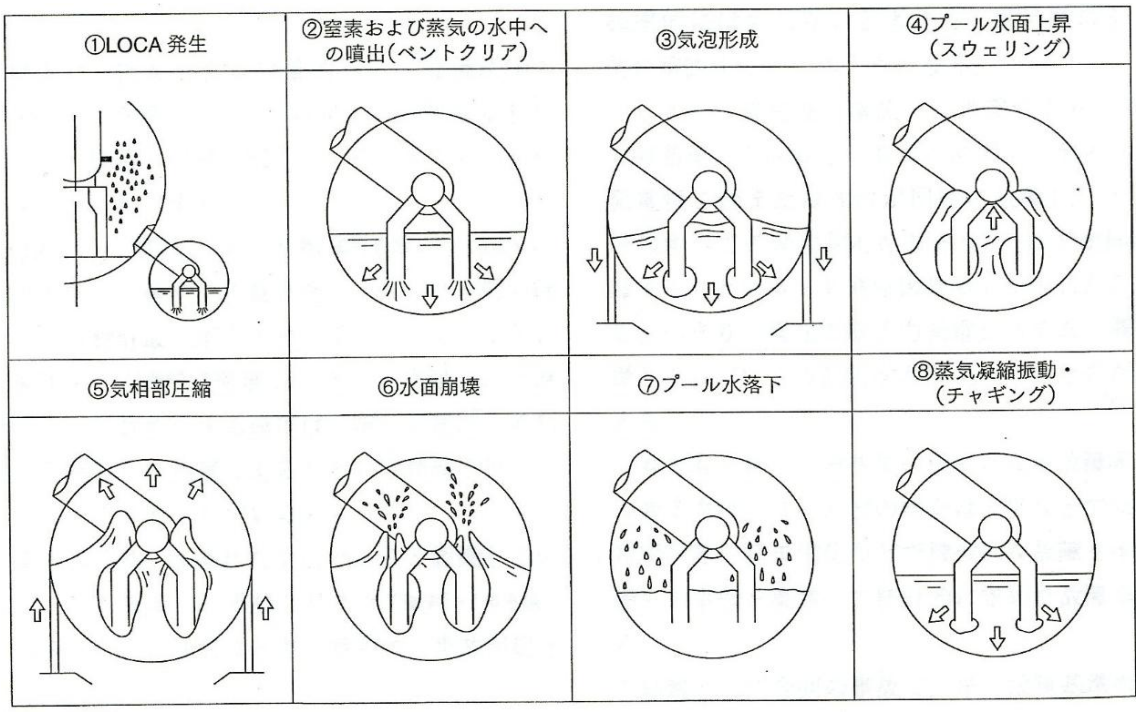
③水中で、凝縮性ガス[13]である蒸気は凝縮して体積を減らし、水となるが、非凝縮性ガスである３気圧の窒素は凝縮されず、１気圧の圧力抑制室内で急膨張して噴出する。

④⑤⑥この噴出時、圧力抑制室内の水も同時に膨張する窒素と共にせり上がり、猛烈な勢いでベント管、ベントヘッダー、ダウンカマーを水激し、同時に圧力抑制室の外壁（トーラス）にも作用する。このとき、水面も崩壊する。

⑦プール水は落下する

以上①～⑦の一連の挙動による力が水力学的荷重となる。

[13] 圧縮、冷却により液体に変化するガス（気体）。



『科学』（岩波書店）２０１１年１２月号１２４２頁より引用

エ　*Fc*

①～⑦（プールスウェル）が終了後、ドライウェル内蒸気は継続してプール水に流入する。蒸気流量が多い間はダウンカマー出口に蒸気泡が形成され、蒸気が押し戻されたりする。さらに、凝縮によって、蒸気が水となり、体積を増したプール水がダウンカマーに逆流したりして凝縮の不安定現象が起こる。

プール水がダウンカマー内を間欠的に出入して不規則な蒸気凝縮振動が生じるのである。このとき、プール壁に圧力振動が加わり、水中構造物には抗力が、ダウンカマーには横向きの荷重が加わる。 これをチャギングという（前図⑧)。

オ　*Fs*

地震によってプール水は、共振現象を生じ、大きく波打ち揺動する。この水により、プール壁面、ベント管、ベントヘッダーおよびダウンカマに抗力が加わる。前記第４、１のとおり、この現象はスロッシングと呼ばれ

ており、構造物を破壊する威力を持つ[14]。

（4）＋*Fe* と圧力抑制室の損傷→水蒸気爆発

地震動による LOCA 時には、水力学的荷重「*Fw*＋*Fj*＋*Fp*＋*Fc*＋*Fs*」に、LOCA をもたらした地震動（本震）及びその後の余震の地震動による荷重＝*Fe* が加わる。

この、「*Fw*＋*Fj*＋*Fp*＋*Fc*＋*Fs* ＋*Fe*」により、圧力抑制室やベント管などの各構造物が損傷すれば、炉心で生じた水素[15]が損傷部から漏洩し、建屋内等に滞留し、酸素と接して爆鳴気[16]状態となる。そこに、余震などによって金属構造物が摩擦したり、落下したりすることによって生じた火花が着火源となって水素爆発が生じたものと推察される。

5　スロッシングとダウンカマー

（1）ダウンカマーの空間露出

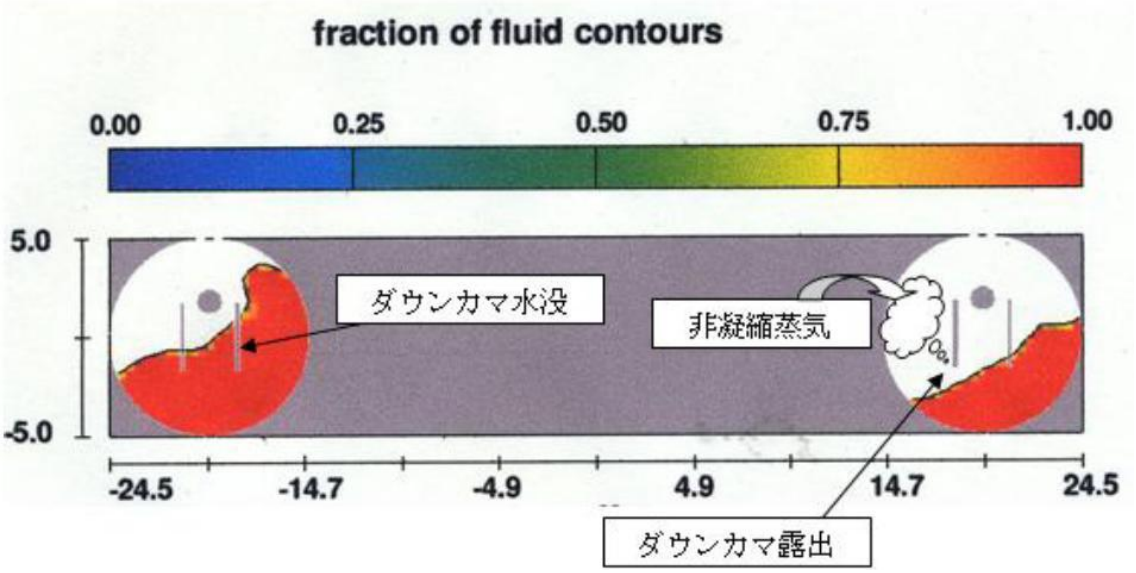
大規模な地震動によって、圧力抑制室のプール水が揺動してスロッシングが生じれば、本来水中に没しているべきダウンカマー下端部が、水面の傾きによって、気中に露出してしまう。

---

[14] Mark Ⅰ型において、スロッシングのもう一つの、かつ最大の問題は、ダウンカマーの空間露出である。これは、後記５で述べる。

[15]燃料被覆管にはもっぱらジルコニウムの合金ジルカロイが使用されている。ジルコニウムは、高温の状態では高い還元性を示すため、冷却水や水蒸気が高温のジルカロイに接触すると酸化還元反応で酸素が奪われ水素が発生する。

[16]可燃性の気体を酸素と適当な割合で混合したものに点火すると、爆発的な燃焼反応が起こる。このような混合気体を爆鳴気といい、可燃性の気体が水素であった場合を水素爆鳴気という。



NPO 法人 APAST 提供資料

LOCA 時には、前項（1）記載のとおり、漏れ出た冷却水が蒸気となり、当初から封入されていた窒素と共に圧力抑制室内に殺到する。本来であれば、ダウンカマー先端部はプール水中に没しているため、蒸気と窒素はプール水中に放出され、このうちの蒸気は冷却されることによって凝縮して水となり、体積が縮小されて圧力が抑制される。ところが、スロッシングによりダウンカマー先端部が圧力抑制室内の気中に露出していた場合には、蒸気についても凝縮されないまま圧力抑制室内の気中に放出される。すると、圧力抑制室内の圧力は上昇する。

（2）圧力上昇による真空破壊弁の開通

圧力抑制室内の圧力が上昇し、それがある値を超えると、前記３（4）オのとおり、真空破壊弁は開く。すると、炉心で発生した水素が、圧力容器→ドライウェル→圧力抑制室→ドライウェルと循環してしまう。

また、圧力抑制室で圧力が抑制されないまま、ドライウェルと圧力抑制室の圧力がほぼ等圧のまま高まることによって格納容器が損壊する。

そうなれば、水素が格納容器から漏出して、建屋内等に滞留して爆鳴気状

態となり、やがて水素爆発が惹起される。

6　アメリカにおける想定

我が国の沸騰水型原子炉は、アメリカから導入されたものである。そもそもアメリカでこの沸騰水型原子炉が考案された当時、地震と冷却材喪失事故が複合して起きる事態を想定していない。

アメリカは、日本のような地震国ではないからである。

そこでは、冷却材喪失事故は、もっぱら配管材料の疲労破壊や、運転員のミスによって招来されることが想定されていた。地震によってスロッシングが起き、同時に、同じ地震によって配管が破断し、冷却材喪失事故が、起きる事態などそもそも想定する必要すらなかったのである。

このアメリカという立地条件を念頭において設計された沸騰水型原子炉を、被告は、地震大国である日本にそのまま導入してしまったのである。

我が国においては、昭和６３年ころ、原子力安全委員会によって、配管破断による冷却水喪失事故と、これによる水力学的動荷重に、原子炉格納容器が耐えられるかの検討がなされているが、その際にも地震によるスロッシングの発生と、地震動による荷重を加味した検討をそもそも行っていない。

上記のスロッシングと地震動による荷重を加味しないで行われた検討の結果においてさえも、冷却材喪失事故による水力学的荷重に、原子炉格納容器が耐えうるかについては、肯定はされたものの、余裕がないという結果に終わっている。

これに地震によるスロッシングと、地震動そのものによる荷重が加われば、原子炉格納容器は、破壊してしまう可能性が高いのである。

被告は、適切なローカライゼーションを行わなかったとの誹りを免れることはできない。

7　使用済み燃料プールとスロッシング

（1）使用済み核燃料保管プール

原子炉において使用される核燃料は、燃料集合体を単位として運用される。

燃料集合体の大きさは、高さ約４．５メートルで、水平断面が約２０センチの正方形の形をしている。含有するウラニウムの核反応が終わったものは使用済み核燃料となり、原子炉から取り出されて冷却される。

浜岡原発においては、福島第一原発と同様、使用済み核燃料の最初の保管場所は、原子炉建屋内にある使用済み燃料保管プールとなる。３・４号機の使用済み燃料プールは、長辺が約１４メートル、短辺が約１３メートルの長方形で、水深が約１２メートルある。底部の高さは、地上１５メートル以上の高さにある。燃料集合体収容数は、最大で３号機の場合で３１３４体、４号機の場合で３１２０体である。

プールの水面と外界を隔てているものは、原子炉建屋のみであり、原子炉建屋内でプールの水は解放されている。

（2）プールの役割

使用済み燃料は、核反応が終了している状態で、原子炉から使用済み燃料プールに移動される。

しかし、含有する核物質の自然崩壊による崩壊熱を発生し続けている。

そこで、使用済み核燃料といえども、長期間にわたって、冷却し続けなくてはならない。このため、使用済み燃料プールで水（純水）に浸し、冷却するのである。

水は燃料の冷却という機能を持つと同時に、崩壊に伴って発せられる放射線を遮蔽して、原子炉建家内の作業員を放射線から防護するという機能も持つ。

（3）プールにおけるスロッシング

地震動により、スロッシングが始まると、プールの水はプールの側壁を越えて、原子炉建屋内にあふれ出す。この移動により水が失われれば、使用済

み燃料プールの持つ冷却機能と、放射線防護機能が失われる。

そして、使用済み燃料プールの冷却機能が失われれば、使用済み燃料の温度が上昇する。その温度が摂氏８００度程度になると、燃料皮膜管に使用されているジルコニウムと水とが反応して水素が発生する。

一方、使用済み燃料プールの上側には空気があり、酸素が含まれているから、水素と酸素が反応すれば、水素爆発を来す。水素爆発により燃料が損傷し、使用済み燃料の破片が外界にばらまかれれば、原子炉格納容器が破壊する場合と同様、深刻な被害をもたらすこととなる。

２００７年7月１６日発生した新潟県中越沖地震によって、柏崎刈羽原子力発電所は深刻な被害を被った。同地震の地震動は、マグニチュード６．８であったにもかかわらず、である。この地震で、同原発に設置された７機の原子炉建屋内のすべての使用済み燃料プールが実際に溢水している。

第５　浜岡原発の立地と原子炉立地審査指針

１　原子炉立地審査指針

昭和３９年５月２７日原子力委員会決定にかかる原子炉立地審査指針は、次のとおり定めている。

「この指針は、原子炉安全専門審査会が、陸上に定置する原子炉の設置に先立って行う安全審査の際、万一の事故に関連して、その立地条件の適否を判断するためのものである。

１　基本的考え方

１．１　原則的立地条件

原子炉は、どこに設置されるにしても、事故を起こさないように設計、建設、運転及び保守を行わなければならないことは当然のことであるが、なお万一の事故に備え、公衆の安全を確保するためには、原則的に次のような立地条件が必要である。

(1)　大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。

(2)　原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること。

(3)　原子炉の敷地は、その周辺も含め、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること。

１．２　基本的目標

万一の事故時にも、公衆の安全を確保し、かつ原子力開発の健全な発展をはかることを方針として、この指針によって達成しようとする基本的目標は次の三つである。

a　敷地周辺の事象、原子炉の特性、安全防護施設等を考慮し、技術的見地からみて、最悪の場合には起るかもしれないと考えられる重大な事故

（以下「重大事故」という。）の発生を仮定しても、周辺の公衆に放射線障害を与えないこと。

b　更に、重大事故を超えるような技術的見地からは起るとは考えられない事故（以下「仮想事故」という）（例えば、重大事故を想定する際には効果を期待した安全防護施設のうちのいくつかが動作しないと仮想し、それに相当する放射性物質の放散を仮想するもの）の発生を仮想しても、周辺の公衆に著しい放射線災害を与えないこと。

c　なお、仮想事故の場合には、集団線量に対する影響が十分に小さいこと。」（以下、省略）

浜岡原子力発電所が立地している場所は、後記のとおり、大きな事故の誘因となる巨大地震が過去において何度も発生し、また、近い将来、歴史的に知られている地震よりも更に巨大な地震の発生が予想されているところである。浜岡原子力発電所は、前記の原子炉立地審査指針に反していることは明らかである。

２　東海地震とは何か

政府の地震調査会が今後３０年以内に発生する確率が８７％[17]としている「東海地震」は、駿河湾から御前崎沖の震源域（次図「東海地震と東南海・南海地震」のＥ領域。この図は、中央防災会議が平成１５年に作成したものである。）で近い将来発生すると予測されているが現時点では未発生のプレート境

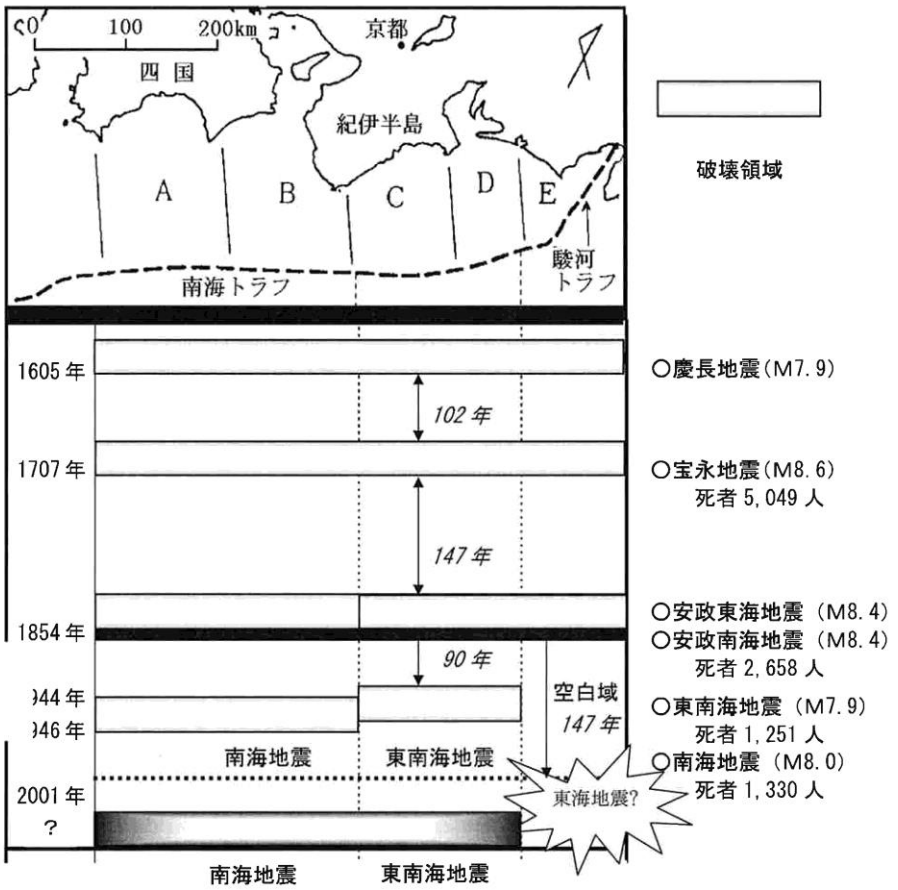
[17] 政府の地震に関する行政や、従来の地震学における基本的な知見自体が、東日本大震災によって大きく見直されつつあるのは周知のとおりである。２０１１年度の日本地震学会の定期大会はまさにこれがテーマともなっていた。この、真摯な反省と検証の立場からは、従来の知見に基づく地震発生確率や、地震動策定の方法については新たな議論がなされなければならない。本訴訟においてもこの立場からの主張はおって行うこととし、本項目においてもその新たな知見に基づく主張が織り込まれているが、まずは、旧来の知見の立場からの主張をいわばおさらいとして行うこととなる。

界地震に対してつけられた名前である。以前は、図のＣ～Ｅの３領域を震源域として発生する地震を「東海地震」と呼び、Ｅ領域単独で生じる大地震は「想定東海地震」または「駿河湾地震」などと呼ばれていたが、最近はＥ領域だけを震源域とする大地震を「東海地震」と限定し、Ｃ～Ｄの２領域を震源域とする地震を「東南海地震」として区別することが多くなってきた。

なお、Ａ～Ｂの２領域を震源域として発生する地震は、「南海地震」と呼ばれている。

図１

東海地震と東南海・南海地震



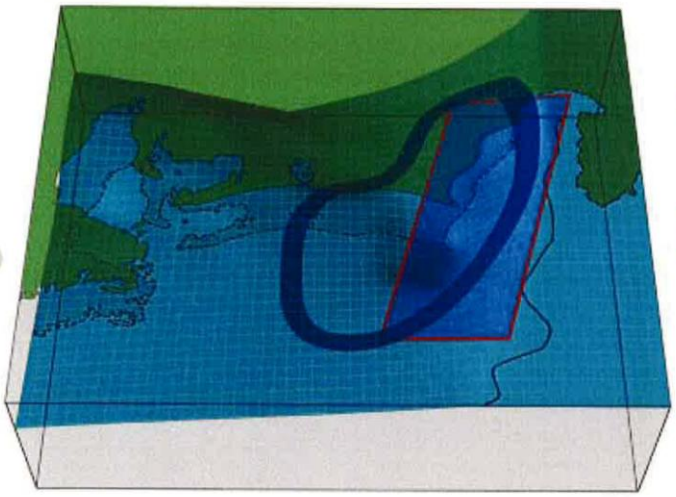
平成１５年１２月１６日　中央防災会議事務局

「東南海、南海地震の強震動と津波の高さ（案）図表集」２頁より引用

現時点での東海地震の想定震源域は、中央防災会議が２００１年（平成１３年）に新たな震源域を想定したものである。それが次図である。

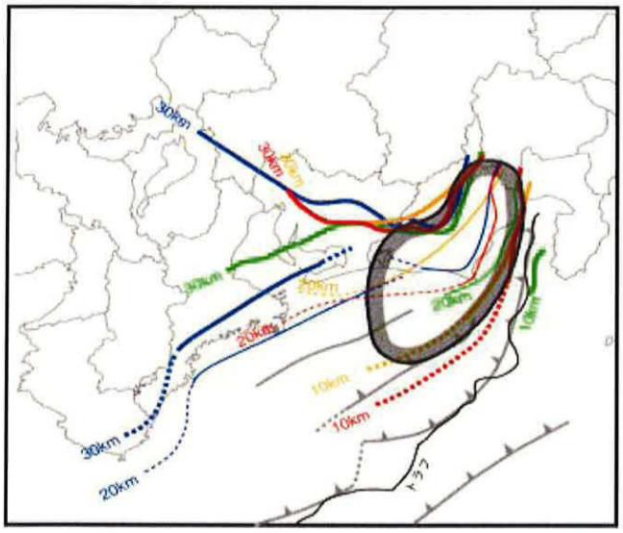
図B

東海地震の想定震源域



：新たな想定震源域

：中央防災会議(1979)による想定震源域



プレートの深さ

同前１３頁より引用

昭和５３年１２月に大規模地震対策特別措置法が施行され、昭和５４年５月に地震防災対策強化地域専門委員会からの報告が中央防災会議になされ、それ

を受けて、１９７９年（昭和５４年）に中央防災会議は駿河湾に四角形の震源域を想定していた。その後の２０数年間の観測データや新たな学術的知見をふまえて、２００１年（平成１３年）１２月１１日に、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」が報告をだしている。２００３年（平成１５年）１２月１６日には、中央防災会議は、「東南海、南海地震に関する報告」を出した。

その報告では、東海地震と東南海地震の同時発生、更には、東海地震と東南海地震と南海地震の同時発生をも想定されている。次図は、その報告書中で示された想定される震源域と波源域である。

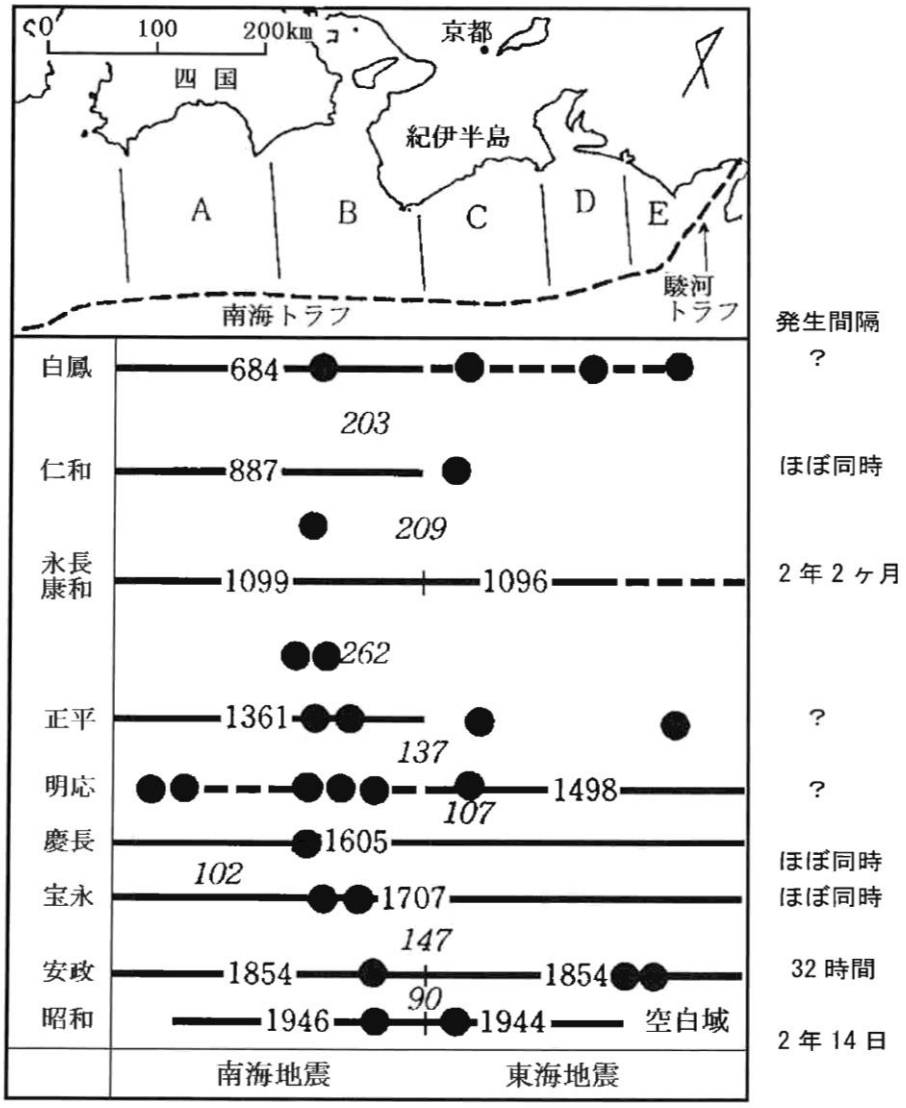
図３－２　震源域及び波源域図
赤線が震源域、黒線が波源域.

同前１７頁より引用

次図は、同報告の際の資料集にある南海－駿河トラフ沿いの過去に発生した地震を示したものである（ここでは、東海＋東南海を合わせて東海地震としている。）。

４．東南海・南海地震について

（１）過去に発生した地震と被害



南海－駿河トラフ添いの巨大地震の時空間図。Ishibashi(1994)による図に寒川（1997）の結果（黒丸）を付け加えたもの。斜体の数字は、巨大地震の発生間隔を示している。石橋・佐竹（1998）を改変。

同前２頁より引用

また、次図は、同報告の資料集にある「東海＋東南海地震」の想定震度分布図である。上が強震動波形計算による手法に基づくものであり、下が経験的手法によるものである。

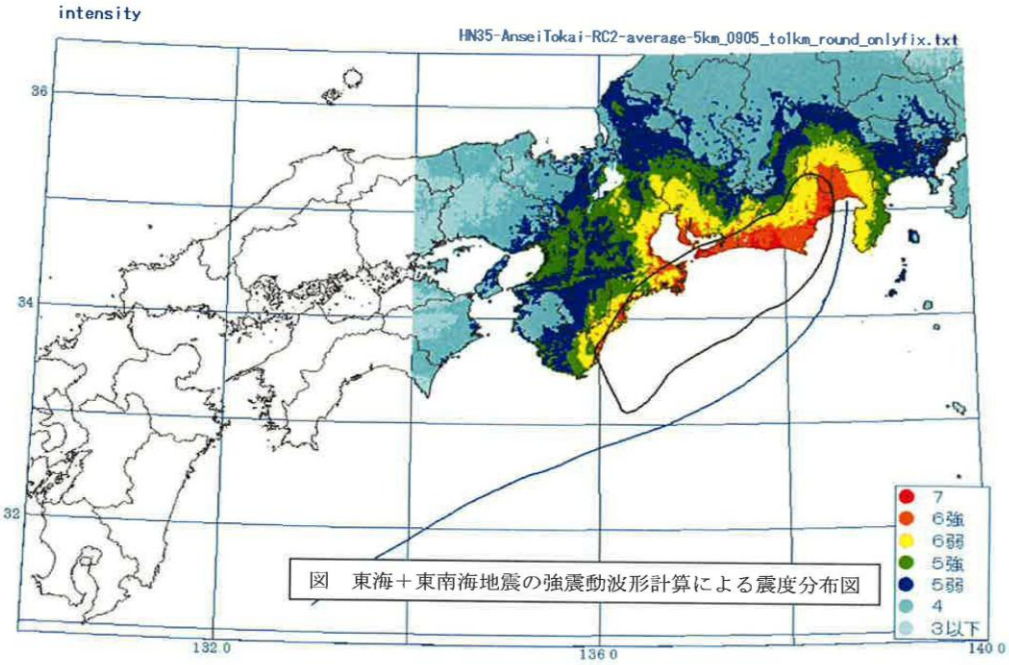


図　東海＋東南海地震の強震動波形計算による震度分布図

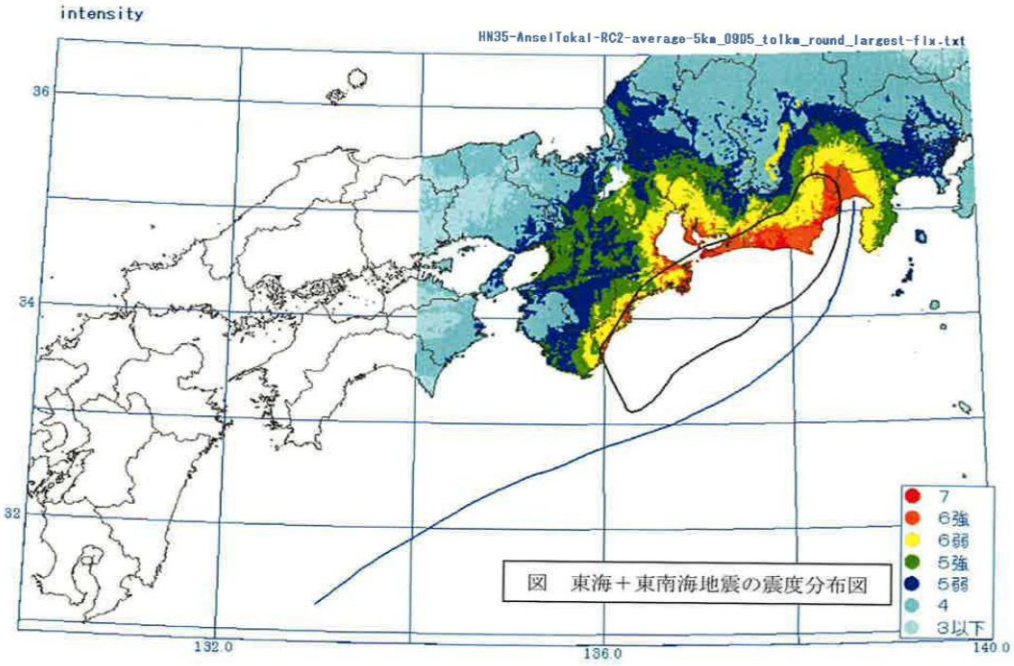


図　東海＋東南海地震の震度分布図

同前２８頁より引用

下図は、「東海＋東南海＋南海地震」の想定震度分布図である。

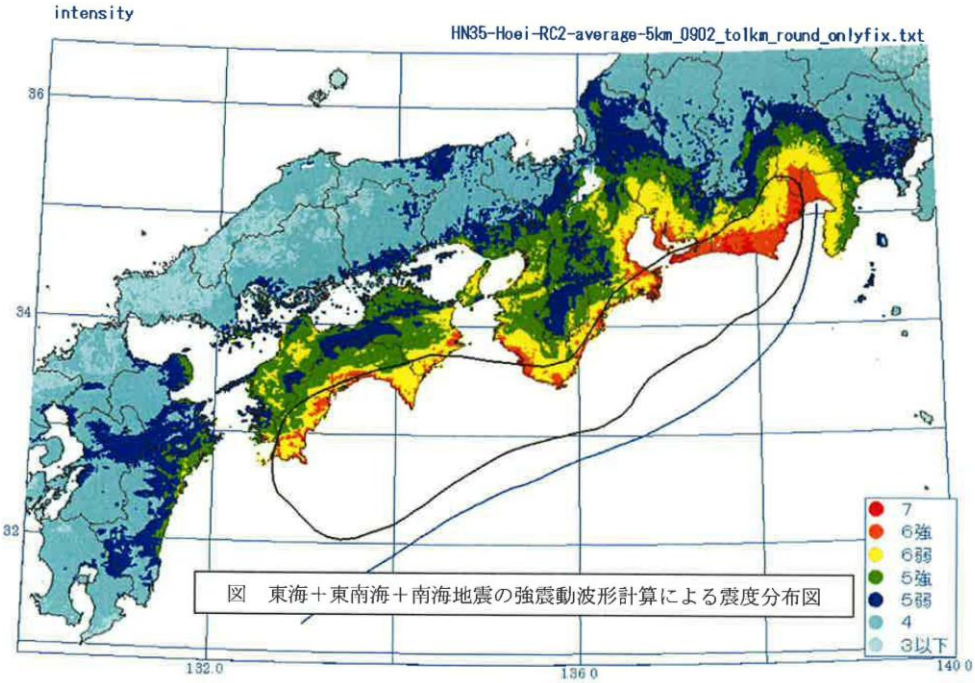


図　東海＋東南海＋南海地震の強震動波形計算による震度分布図

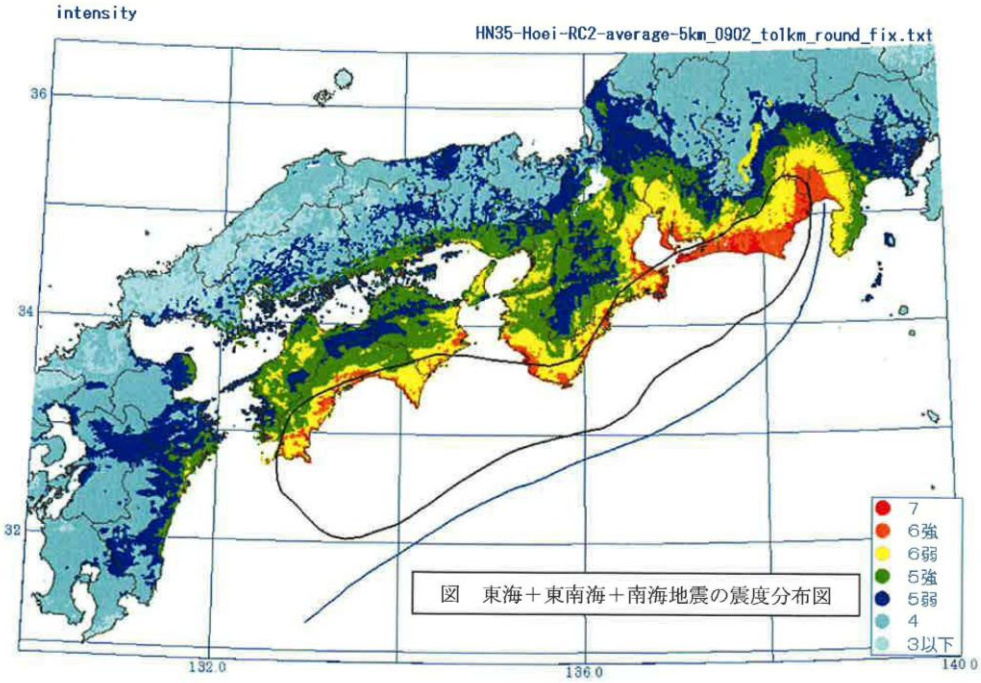


図　東海＋東南海＋南海地震の震度分布図

同前２７頁より引用

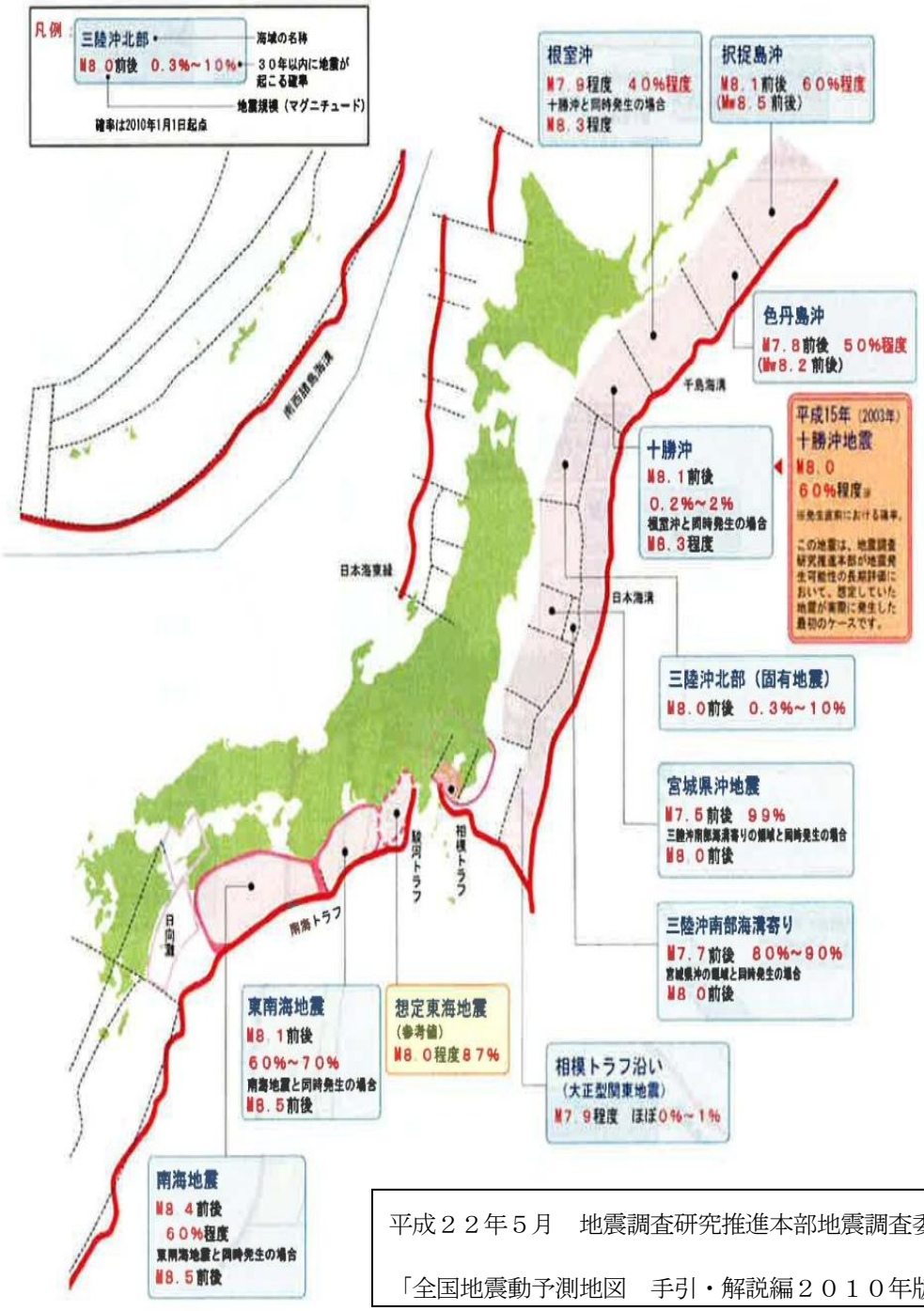
以上の各図から明らかなとおり、浜岡原子力発電所は、東海地震の想定震源域の真上にあり、東海＋東南海でも、東海＋東南海＋南海でも、想定震源域の真上にあることには変わりはない。浜岡原子力発電所付近で想定される震度は、震度６強以上である。

次図は、政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会が公表している全国地震動予測地図の「手引・解説編　２０１０年版」の２７頁の図である。２０１０年１月１日を起点として、３０年以内に地震が起きる確率は、東海地震では、マグニチュード（以下、「M」という。）８．０で８７％となっている。東南海地震では、Ｍ８．１で６０～７０％。南海地震は、Ｍ８．４で６０％。東南海と南海が同時発生した場合は、Ｍ８．５前後と想定されている。

解説：地震カテゴリー

カテゴリーＩの地震の長期評価結果の概要

カテゴリーＩの地震、すなわち、海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震（震源断層を予め特定でき、再来間隔が数百年オーダーの地震）の長期評価結果の概要を以下に示す。



平成２２年５月　地震調査研究推進本部地震調査委員会

「全国地震動予測地図　手引・解説編２０１０年版」２７頁

なお、同図では、東海＋東南海、東海＋東南海＋南海については、地震の大きさが想定されていない。現時点では、東海地震が単独で起きる可能性よりも、東海＋東南海あるいは東海＋東南海＋南海の地震が同時に発生するだろうと考えられている。

一方、大木聖子・纐纈一起著『超巨大地震に迫る　日本列島で何が起きているのか』（ＮＨＫ出版新書）によれば、「（平成２３年３月１１日の）東北地方太平洋沖地震では、関係した対象地域ごとの想定規模を全部足し算した値よりはるかに大きい規模になった。南海トラフの三連動の場合、足し算では（中略）Ｍ８．５となり、長期評価とほぼ同じになる。しかし、想定規模の足し算がマグニチュード８．３にしかならなかった東北地方太平洋沖地震の経験を踏まえれば、プラス０．５程度は織り込まざるを得ず、そうなると三連動地震の規模は東北地方太平洋沖地震と同じマグニチュード９．０となり、超巨大地震による西日本大震災となってしまうだろう。」と想定されている。

更に、近年、南海トラフに沿って遠州灘撓曲帯があり、それは活断層であるという。その活断層が浜岡原子力発電所の真下を通っているという学説[18]が主張されている（渡辺満久東洋大学教授、変動地形学）。

以上のとおり、浜岡原子力発電所は、Ｍ８ないしＭ９という超巨大地震が近い将来必ず起きると考えられる場所に設置されているのである。その観点からも、さらに、活断層の真上にあるとの想定もなして、耐震性が再検証しなければならない。

---

[18] 原発における耐震設計の基礎となる活断層を巡る議論も、その是非を含め検証されなければならない。活断層の意義についても、世界的にみれば定理とされているわけでもなく、その確定方法についても、物理学的な厳密性をもった検証が行われているわけではない。これらについてもおって主張するが、ここでは、活断層ひとつとっても、異説があるということ、そして、それが原発の条件として都合の悪いものであればなおのことそれを「想定される悪条件」として考慮されなければならないということが重要である。

3　東海地震の発生根拠

東海地震（ならびに東南海地震と南海地震）の発生が避けられないと考える根拠は数多くあるが、それらは(1)地殻構造・地形・地質、(2)歴史、(3)測地測量データ、の３種に大きく分類できる。それぞれの詳細について以下に解説する。

（１）　地殻構造・地形・地質から

ここに分類される根拠は、ｉプレート沈み込みの存在、ⅱ地震性地殻変動の産物としての海岸段丘の存在、の２つである。

ｉ　プレート沈み込みの存在

駿河湾から四国沖にかけては、フィリピン海プレートと呼ばれる岩盤が、日本列島を載せたプレートの下に沈み込んでいる。このことは、すでにさまざまな観測データから周知の事実となっている。

たとえば、駿河湾付近から北西に向かって傾き下がる微小地震帯の存在がよく知られている。この地震帯は、駿河湾付近から本州の下に向かって傾き下がるフィリピン海プレートの上面付近で生じた地震の密集帯として解釈されている。

また、駿河・南海トラフ陸側斜面の海底には、実際にプレート沈み込みにともなってできたと考えられる地質構造（褶曲や活断層など）が多数観察できる。このことは、海底地形図から断層や褶曲にともなう地形を判読したり、音波や地震波によって海底下の地質構造をさぐることによって確かめられている。

一般に、このようなプレート沈み込み境界には、プレート同士がずれ動くことによる歪みが蓄積しやすく、巨大地震を起こす震源断層面が存在することが多い。

ⅱ　地震性地殻変動の産物としての海岸段丘の存在

東海地方から紀伊半島を経て四国に至る地域の海岸には、地震性地殻変動

の産物と考えられる海岸段丘が存在する。海岸段丘は、波浪浸食や堆積作用によって海岸付近にできる平坦面が離水したものであり、陸地の急激な隆起または海水準の急激な低下によって作られる。このうち海水準変動は汎地球的なものであって標準的な変動パターンが知られているため、その影響については差し引くことができる。東海地方から四国に至る地域に分布する海岸段丘は、海水準変動では説明できない明瞭な数段階の隆起を示しており、地震性地殻変動によって生じたと考えられている。

（２）歴史から

ここに分類される根拠は、ⅰ書き残された大地震の記録、ⅱ遺跡に残る大地震の証拠、ⅲ津波堆積物、の３つである。

ⅰ　書き残された大地震の記録

日本には、信頼すべき自然現象の文字記録が７世紀末頃から豊富に残されており、その中には大地震の記述も少なくない。こうした記述をもとにして歴史時代に起きた大地震の場所・規模・メカニズムなどを探る研究分野を、史料地震学（あるいは歴史地震学）と呼ぶ。もちろん歴史記録は均質なものではなく、時代や地域によってかなりの粗密があり、とくに中世以前の地方（当時の首都圏であった京阪神以外の地域）で起きた地震記録の大半は現存しないと言っても過言ではない。しかしながら、断片的とはいえ現存する地震記録を注意深く調べることによって、６８４ 年以来ほぼ１００～２００年間隔で、東海道～南海道地方の広域で強い地震（＋津波）があったことが知られており、その震源域の分析がなされている。

ⅱ　遺跡に残る大地震の証拠

文書記録だけが、その地域の歴史を物語っているわけではない。日本ではさまざまな時代の遺跡が考古学者によってさかんに発掘調査されており、時折それらの遺跡の中から強い地震にともなう地震動や液状化の痕跡が発見されることがある。それらは遺跡の地層断面において、地割れ・断層・

砂脈などの形で見つかり、他の遺物との関係から地震の起きた年代を推定することができる。このような手法を通じて過去の大地震の場所・規模・メカニズムなどを探る研究分野を、地震考古学と呼ぶ。地震考古学の手法によって調べられた大地震の証拠が、東海地方から四国にかけて分布する遺跡で発見され、東海・南海地震との関連性が調べられている。地震考古学の手法は、年代推定精度が文書記録ほど高くないが、文書記録が未発見の時代や地域であっても地震の証拠が見つけられるという利点を備えている。

ⅲ　津波堆積物

海域を震源とする大地震は、広い範囲で急激な海底の隆起・沈降をもたらすことがあり、それにともなって海面も大規模に変動し、津波が発生する。発生した津波が海岸地域を襲うときに、付近の海底にあった泥・砂・岩石などを巻き上げて陸上に運ぶことがある。これが津波堆積物である。津波堆積物の中には家ほどの大きさもある巨石（津波石と呼ばれる）が含まれることもあるが、おおかたは薄い砂質の地層として陸上に残される。海岸沿いの湿地帯や湖沼を調べると、何層もの津波堆積物が保存されていることがあり、過去にその地域を襲った津波の歴史、ひいては沖合の大地震の歴史を調べる上で有効である。津波堆積物の研究の歴史は浅く、文書記録や遺跡ほど調査が行き届いていない。それでも、東海地方から四国にかけての海岸地域の調査によって、東海あるいは南海地震にともなう津波がもたらした津波堆積物と考えられる地層が、複数箇所で発見されている。

（３）測地測量データから

ここに分類される根拠は、地殻歪の蓄積、である。日本では、近代的な測地測量（三角点による三角測量と、水準点による水準測量）が１９ 世紀末から始まったため、その頃と最近の測量結果を比較することによって、過去１００ 年あまりの間に日本列島のどの部分の地殻に歪が蓄積しているかを

調べることができる。東海地方から四国にかけての海岸地域のうち、とくに駿河湾西岸から浜名湖付近にかけての大きな地殻歪の蓄積が判明している。

4　想定「東海地震」

以上述べたデータのうち、主として地殻構造・地形・地質・歴史記録と、それらをベースにした震源断層モデル計算結果にもとづいて、四国沖から駿河湾にかけてのプレート沈み込み帯に５つの震源域（図１のＡ～Ｅ領域）が推定され、過去にどの震源域で東海・南海地震が生じてきたかが議論されている。これら５つの震源域のうち、Ｃ～Ｄ領域では１９４４年東南海地震、Ａ～Ｂ領域では１９４６年南海地震が発生し、それまで蓄積された歪みを解放している。

しかしながら、１９４４年東南海地震の震源域が図１のＥ領域に及んでいないことが、さまざまな観測事実から明らかである。このため、Ｅ領域が近い将来に破壊して大地震をおこすのではないかと予測され、さまざまな対策がとられてきた。このＥ領域単独発生地震は、当初「駿河湾地震」と呼ばれていたが、やがて「東海地震」と呼ばれるようになった。なお、Ｅ領域の占める面積から考えて、単独発生であってもマグニチュード８クラスの大地震となることは確実である。

5　歴史時代の東海地震像とそこから得られる教訓

周知のとおり、駿河湾から四国沖にかけての広い範囲を震源域として１００～２００年間隔でマグニチュード８クラスのプレート境界地震が繰り返し発生している。しかし、毎回同じ性格をもつ大地震が襲ってくるのではない。実際の自然現象は複雑であるため、歴史上繰り返されてきたひとつひとつの地震は、それぞれかなりの個性をもっている。

以下では、歴史時代に起きた東海・東南海・南海地震（図１）のうちのいくつかを取り上げ、その概要と個性を説明する。東海地震・東南海地震と南海地震は、同一の発生メカニズムをもつ上に震源域も隣接しており、両者が同時期に連動して発生する場合が多い。したがって、東海地震だけを切り離すと全体

像を見失うことになる。

（1）６８４年白鳳南海地震－伊豆諸島の噴火を誘発？

現在のところ、文書記録からわかる最古の南海トラフの地震が、６８４年白鳳南海地震である。この地震で図１のＣ～Ｅ領域が震源域となった確かな文書記録はまだ知られていないので、一応「南海地震」と呼ばれているが、東海地震・東南海地震がほぼ同時に発生した可能性は十分ある。現に、静岡市の川合遺跡や袋井市の坂尻遺跡などから７世紀後半の地震痕跡（液状化跡）が見つかっている。

６８４年白鳳南海地震に関連した信頼すべき記述は、『日本書紀』の天武天皇十三年（６８４年）十～十一月条と、翌年四月条に出てくる以下の４つのみである（本来は漢文であるが、ここでは岩波書店の新日本古典文学大系「日本書紀」から訓読み文を引用した）。

ⅰ　壬辰（十月十四日、６８４年１１月２６日）に、人定にいたりて、大きに地震る。国こぞりて男女叫びよばいて、まどいぬ。即ち山崩れ河涌く。諸国の郡の官舎、および百姓の倉屋、寺塔神社、破壊れし類、あげて数うべからず。是によりて、人民および六畜、多に死傷わる。時に伊予温泉、没れて出でず。

土佐国の田畑五十余万頃、没れて海となる。古老のいわく、「かくのごとく地動ること、未だむかしよりあらず」という。

ⅱ　この夕に、鳴る声ありて鼓のごとくありて、東方に聞ゆ．人ありていわく、「伊豆嶋の西北、二面、自然に増せること、三百余丈。また一つの島となれり。すなわち鼓の音のごとくあるは、神のこの嶋をつくる響きなり」という。

ⅲ　庚戌（十一月三日、６８４年１２月１４日）に、土佐国司言さく、「大潮高くあがりて、海水ただよふ。是によりて、調運ぶ船、多に放れ失せぬ」ともうす。

ⅳ　己卯（四月四日、６８５年５月１２日）に、紀伊国司言さく、「牟婁温泉、没れて出でず」ともうす。

たったこれだけの記述から、なぜこの地震が南海地震、すなわち紀伊半島から四国沖を震源域としたマグニチュード８クラスのプレート境界地震と判断できるかを説明すると、まず、ⅰから当時の都があった飛鳥および付近の国々に地震による建物被害が多数生じ、死傷者が出たことがわかる。この記述のみだと近畿地方で起きた局地的な地震の可能性もあるが、ポイントは「伊予温泉（愛媛県の道後温泉）、没れて出でず」と「土佐国（高知県）の田畑五十余万頃、没れて海となる」であり、この地震の影響範囲の広さがわかる。道後温泉は、他の時代の南海地震でも、やはり湧出を停めていたことで知られる。また、高知県の広い範囲は南海地震時にいつも沈降域となることが知られており、そのことは震源断層モデル計算からも支持されている。「田畑五十余万頃、没れて海となる」は、まさにそのことを裏づける記述である。なお、厳密にはⅲとⅳの記事がⅰの十月十四日の地震に直接関連した事件かどうかは確かでないが、ⅲは高知県からの津波被害の報告として解釈できるし、ⅳは紀伊半島西岸にある白浜温泉の湧出停止（やはり、他の時代に起きた南海地震に伴って起きたことがある）の記述であり、両記事とも６８４年の南海地震発生を裏づけるものであろう。地震記事ⅰの直後に引き続くⅱの記述は、「伊豆嶋」が伊豆大島を指すかどうかは実は明らかでないので、現時点では、伊豆諸島のどこかの島で噴火があり、新しい陸地ができたと広く解釈しておく方がよいだろうとされている。つまり、南海地震（＋東海地震・東南海地震）と相前後して、伊豆諸島でかなりの規模の噴火があったと考えられる。なお、遠方から聞こえた音が必ずしも噴火の開始を意味するとは限らないから、噴火開始は地震前であった可能性もある。

（２）１４９８年明応東海地震－津波で外海とつながった浜名湖－

上述した６８４年白鳳南海地震の後、東海・東南海・南海地震と判断でき

る地震が８８７年、１０９６年、１０９９年、１３６１年に発生したことが文書記録からわかる。いずれも６８４年地震と同様に情報量が限られており、地震像の詳細を描き出すには至っていない。また、１０９９年地震と１３６１年地震の間には、他と比べて異様に長い２６０年あまりの時間があり、この間（１３世紀頃）に未知の東海・東南海・南海地震が発生した可能性が十分ある。

そもそも古代・中世においては、文書の書かれた場所が当時の首都近郊（主として京阪神地方）に偏っていて地方の記録（とくに被災地域に残された記録）がほとんど現存しないため、震度分布図すら満足に描けないのが現状である。おおざっぱな震度分布図がようやく描ける程度の情報量が得られるのは１４９８年地震からである。

１４９８年9月１１日（明応七年八月二十五日）朝に起きた大地震は、東海地方の沿岸地域に強い地震動と津波による深刻な被害を与えたことがわかっており、後に起きた１８５４年安政東海地震の震度分布や津波被害分布との類似性からみても、この地震が東海・東南海地震であったことは間違いない。とくに、１４９８年地震は津波被害の甚大さが各地で記録されており、当時大きな港町として賑わっていた和田浦（和歌山県和歌山市）、安濃津（あのつ、三重県津市）、そして橋本（静岡県湖西市新居町）に壊滅的な被害をもたらしたことが知られている。

中でも橋本港があった浜名湖付近の地変は特筆すべきものである。この地震による津波が現在の湾口（今切＝いまぎれ）を作り、それまで内陸の湖であった浜名湖が外海とつながる結果をもたらしたという。地震当時の浜名湖が内陸の淡水湖であり、浜名湖から流れ出た浜名川という川が、現在の湾口よりも５km ほど西で遠州灘に流れ出ていたとされている。この浜名川に沿って、現在の新居町役場付近に栄えていた港町が橋本であった。「橋本」の名の通り、町の正面の浜名川には大きな橋が架かっていたという。湾口付近

の湖岸線はその後の高波や津波で徐々に後退したらしいし、地震以前の紀行文の情景描写との矛盾も指摘されているが、これらのことを差し引いても１４９８年以前の浜名湖の湖岸線は、現在のものと大きく異なるとみるべきだろう。浜名湖が約３０００年前から２０００年以上にわたって淡水湖であったことは、湖底堆積物の掘削調査によっても明らかになっている。こうしたことから考えても１４９８年の事件は異常である。

以上のことから、１４９８年明応東海地震にともなう津波は、通常の東海地震による津波と比べて有意に高く、そのために浜名湖湾口部の異常な地変が起きたと考える方が自然である。異常に高い津波を発生させるメカニズムのひとつとして、地震にともなう沖合海底での海底地すべりの発生が知られており、将来の東海地震でもそのような可能性がないとは言えない。

（３）１６０５年慶長東海地震（津波地震）

さまざまな文書記録から判断して、１４９８年明応地震から１００年余り経た慶長九年十二月十六日（１６０５年２月３日）の夜半前に、次の東海・東南海・南海地震が起きたと考えられる。ところが奇妙なことに、この地震は震源域近傍の狭い範囲で揺れが感じられたのみであったという。当時の京都周辺で書かれた公卿や僧侶の日記がいくつか現存しているが、どの日記にも平穏な日常がつづられているだけで、発生したはずの日に地震を感じたという記述をまったく見つけることができない。このことは、後の宝永地震や安政地震が京都で「大地震」と記述され、被害の発生が報告されていることと大きく異なっている。

では、なぜこの地震が東海・東南海・南海地震と判断できるかというと、地震に伴った津波が通常の東海・東南海・南海地震と同規模だったからである。おそらく巨大地震発生の事実すら知らずに無警戒であった東海地方～四国沿岸の人々は、寝ているところを突如津波に襲われ、甚大な被害を被ったのである。つまり、１６０５年地震は、本来はマグニチュード８クラスであ

りながら、それに見合った揺れを伴わず、津波だけはしっかり発生させた特異な大地震だったのである。このような地震は、数こそ少ないが世界各地での発生事例が報告されており、「津波地震」と呼ばれている。津波地震は、震源断層運動に伴う地殻変動によって津波が発生する点では、通常の大地震と同じである。ところが、震源断層が通常の地震に比べてゆっくりとすべるために、建物破壊をもたらすような周期の短い地震波があまり発生しない。

１６０５年慶長津波地震の存在は、東海・東南海・南海地震の中に津波地震として発生するケースがあることを物語っている。このような津波地震の原因や発生頻度は、まだ十分に解明できていない。過去１３００年あまりにわたる東海・東南海・南海地震の歴史の中で、津波地震と判断できる地震はまだ１６０５年地震の１例のみであるという。

（4）１７０７年宝永東海地震－大規模な余震・土砂災害と富士山の噴火誘発－

次の南海トラフの地震は、１６０５年地震の約１００年後の宝永四年十月四日（１７０７年１０月２８日）の昼過ぎに発生した。１７０７年地震は、ⅰ非常に広い被災範囲、ⅱ本震の翌日に発生した最大規模余震、ⅲ大規模な山地崩壊、ⅳ富士山噴火の誘発、などの特徴を備えている。

ⅰ　非常に広い被災範囲

１７０７年地震の最大の特徴は、東海地震・東南海地震と南海地震が同時発生したことによる被災範囲の広さである。もちろん１６０５年地震やそれ以前のケースにおいて東海地震・東南海地震と南海地震が同時発生していた可能性も十分あるが、それを判断できるほどのデータは得られていない。そういう意味では、１７０７年地震は、東海地震・東南海地震と南海地震が同時に発生する場合のあることを、比較的豊富な各地の文書記録から厳密に検証できた初めてのケースとなった。当時の時刻精度を考慮した上で個々の記録を注意深く検討した結果、１７０７年地震において東海地震・東南海地震と南海地震の発生時刻に時間差は認められていない。マ

グニチュード８クラスの地震２つが同時発生した結果としての超巨大地震（マグニチュード８．６相当）となったため、地震および津波の被災地域は関東から九州地方の非常に広い範囲にわたり、日本で起きうる最大級の地震災害の様相を呈している。

ii　本震の翌日に発生した最大規模余震

信頼すべき複数の文書記録によれば、１７０７年地震の翌日（１０月２９日）早朝に大規模な余震が発生した。この余震の有感範囲は広く、少なくとも江戸から東海道沿線を経て名古屋･伊勢に至る範囲が震度３～４ 以上の揺れにみまわれた。中でも富士宮付近や山梨県南西部では本震の揺れよりも強い揺れ（おそらく震度６弱以上）が発生し、多数の家屋が倒壊するなどの大被害が生じた。

一般に、最大余震のマグニチュードは本震のそれよりも１程度小さくなるのが普通であり、余震の震度は常識的には本震の震度を上回ることがない。マグニチュード８クラスの大地震ともなると、本震後は震源域のあちこちでマグニチュード６～７程度の余震がたびたび発生することになる。つまり、余震とは言っても単独の内陸地震と同程度の規模をもつわけである。宝永地震の直後に、そのような余震のひとつが、運悪く富士宮から山梨県南西部に至る地域の直下で発生したと考えてよいだろう。この時はたまたま富士宮付近の地下であったが、次は富士宮とは限らないのである。

iii　大規模な山地崩壊

１７０７年地震（宝永地震）に伴って、少なくとも静岡県内の２ヶ所（安倍川源流部、富士川中流部）で大規模な山崩れが発生した。このうち安倍川源流部のものは「大谷崩（おおやくずれ）」という名称で知られており、静岡市街の北北西４０㎞、梅ヶ島温泉の西方山中で起きた。その推定土砂崩壊量は９４００ 万㎥とすさまじい。崩壊した土砂は安倍川の上流をせき止めて天然ダムをつくり、そのダム湖は明治初年まで残っていたという。

一方、富士川中流部のものは静岡市街の北東３０㎞、静岡―山梨県境付近の富士川右岸にある白鳥山（しらとりやま）の東斜面が崩壊したものである。崩壊量は５００ 万㎥であり、麓の集落をひとつ壊滅させるとともに、富士川の本流をせき止めてダム湖を生じた。このダムは本流の水量に耐えられず、地震の３日後になって決壊した。なお、１８５４年安政東海地震の際にも同じ場所が崩壊し（崩壊量は１００ 万㎥）、富士川を再びせき止めている。

ⅳ　富士山噴火の誘発

伊豆七島の噴火が６８４年地震によって誘発された可能性があることは前述した。大地震と火山噴火が連動したと考えられるケースが世界中から多数報告されている。日本の事例の中でもっとも顕著なものが、１７０７年宝永地震が富士山の噴火（１７０７年宝永噴火）を誘発したと考えられる事件である。宝永地震から３６日が過ぎた頃から富士山麓で鳴動が聞こえ始め、４８日めから本格的な群発地震が発生し、４９日めの宝永噴火に至ったらしいことが、当時の文書記録からわかる。地殻の浅い部分で地震が生じた場合、地震波の一部が音波に変換されて鳴動として聞こえる場合がある。富士山から聞こえてきた鳴動は、富士山下の比較的浅い部分での群発地震発生を意味するとみられる。つまり、宝永地震によって刺激を受けた富士山下のマグマが地殻内を上昇し、群発地震を引き起こしたと考えられる。

別の古記録には「富士山中で日々ひんぱんに地震を感じたが、不思議なことに里では地震がなかった」と書かれており、群発地震が富士山直下に震源をもつものであったことを裏付けている。

そして、宝永東海地震から４９日が経過した宝永四年十一月二十三日（１７０７年１２月１６日）の正午前、富士山南東山腹から突然火柱が上がり、宝永噴火が始まった。噴火は以後１６日間にわたって継続し、マグ

マ量に換算して７億㎥もの火山灰と火山れきが、主として東麓に降り注いだ。

ｖ　１８５４年安政東海地震－３２時間の時間差攻撃－

１７０７年地震から１５０年近くを経た嘉永七年（安政元年）十一月四日（１８５４年１２月２３日）の朝９～１０時頃に、東海地方の海岸地域を激烈な地震動と津波が襲った。安政東海地震である。時代は幕末であり、すでに多くの民間人は文字の読み書きができたため、この地震を記録した古文書・古記録の数は多く、地域毎の細かな被害の様相が明らかになっている。

安政東海地震の発生から約３２時間後にあたる嘉永七年（安政元年）十一月五日（１８５４年１２月２４日）の夕方、紀伊半島～四国沖を震源域とした安政南海地震が発生した。１７０７年には同時に発生した東海・東南海地震と南海地震が、この時は３２時間の時間差をもって発生したのである。両者の時間差はさらに長い場合もある。１０９６年東南海地震と１０９９年南海地震の時間差は約２年２ヶ月であった。また、１９４４年東南海地震と１９４６年南海地震の時間差も約２年と長い。この時間差を支配する要因は、まだ解明できていない。東海・東南海地震が南海地震に先立つ例が多いが、その原因もよくわかっていない。

安政東海地震にともなう各地の地変についても、震害や津波被害と同様に、かなり細かな記録が残されている。震源断層運動に伴う地殻変動によって、駿河湾西岸では１～３ｍの隆起が発生し、浜名湖北岸や伊勢湾沿岸では逆に沈降が起きた。静岡市の興津－由比間にある薩埵峠は急峻な峠越えによる東海道の難所として知られていたが、隆起によって海岸が通行できるようになり、以後は山越えの道が衰退した。また、清水港内も土地が隆起し、港としての機能が被害を受ける結果となった。顕著な隆起は、富士川河口部にも生じた。この付近は震源断層の北方延長にあたるため、震

源断層のずれの一部が地表に乗り上げたらしく、断層の西側が１～３m隆起し、相対的に東側が沈降した。この結果、富士川の河床が１km ほど東に移動したため、断層の西側では耕作可能な土地が一挙に増えることになった。このことを喜んだ住民の間では「地震さん地震さん、私の代にもう一度、孫子の代には二度三度」と唱われたという。一方で、断層の東側の土地では洪水が頻発するようになり、住民は大変な辛酸をなめることになった。

安政東海地震に伴う津波は、静岡県内の各地に甚大な被害を与えたが、象徴的な事件として有名なのが、下田港内におけるロシアの戦艦ディアナ号の被災事件である。地震発生当時、下田においてロシアと日本の間で国交交渉がおこなわれており、プチャーチン提督が率いるロシア使節の船である戦艦ディアナ号が下田に寄港中であった。このディアナ号を安政東海地震の津波が襲った。ディアナ号は津波によって翻弄されて大破し、その後修理のために伊豆半島西海岸の戸田（へだ）港へと曳航される途中で沈没してしまった。その後、プチャーチン一行は、戸田の船大工たちが建造した船で帰国することになる。

安政東海地震の最大余震と思われる地震（マグニチュード７．０）は、本震から約１０ヶ月という長い時間を経た安政二年九月二十八日（１８５５年１１月７日）の日没後に発生した。この地震は静岡県西部の広い範囲で震度５～７ の強い揺れと被害をもたらし、とくに袋井と掛川などでは震度７で家屋はほとんど全壊という惨状を呈した。

６　変則的な東海地震の可能性

歴史時代に起きた東海・東南海・南海地震のうち、信頼すべき文書記録としては最古の６８４年地震のほか、データが比較的豊富な１４９８年、１６０５年、１７０７年、１８５４年地震について、それぞれの特徴は以上のとおりである。同じ震源域を共有するプレート境界地震であるにもかかわらず、個々の

地震にはかなりの個性が備わっていることがわかる。１４９８年地震は津波被害が目立って大きく、とくに浜名湖付近の地変が甚だしい。１６０５年地震は、今のところ東海・東南海・南海地震史上唯一の津波地震である。１７０７年地震は、南海地震と同時発生した超巨大地震であり、大規模な山崩れや翌日に起きた強い余震によって特徴づけられ、富士山の噴火を誘発したことでも知られる。１８５４年地震は、その直後に短い時間差を置いて南海地震が発生したことや、富士川河口付近の地変、本震から１０ヶ月も経て発生した最大余震などで知られる。さらに、１９４４年東南海地震は、駿河湾～御前崎沖の震源域（図１のＥ領域）を未破壊のまま残してしまった点で、やはり特異である。

これらの地震は、すべてプレート境界地震であった。プレート境界地震という言葉でひとくくりにしてしまうと、毎回同じ性格をもつ大地震が襲ってくる印象がある。ほぼ同じ震源域で１００～２００年間隔で繰り返し発生するマグニチュード８クラスの巨大地震という大枠の共通性はある。しかし、実際の自然現象は複雑である。私たちが抱くイメージとは異なる変則的な東海地震が将来も十分に起きえることを、歴史は物語っている。少なくとも１４９８年地震以降、ひとつとして同じパターンの災害を引き起こした東海地震は起きていない。

現在の静岡県における東海地震対策は、データが豊富で地域的特徴のつかみやすい１８５４年安政東海地震を参考にしている。しかしながら、次の東海地震が安政東海地震と類似した地震になる保証はなく、他の個性をもつかもしれない。むしろ安政東海地震は、際だった特徴に乏しい東海地震であったと言えなくもない。しかしながら、行政は住民に対して安政東海地震タイプの被害（しかも、それが単発で起きるケース）の擦り込みばかりをし過ぎている。想定外の高さの津波が発生したり（１４９８年タイプ）、津波地震が起きたり（１６０５年タイプ）、局地的に本震の震度を上回る余震や近隣地域の火山噴火が誘発されたり（１７０７年タイプ）、といった変則的な東海地震が発生する可能

性を、つねに頭の隅に置いておかなければならない。本震からしばらく時間を経て復旧・復興が軌道に乗りかけた時期に、最大規模の余震や南海地震に襲われるケース（１０９６年、１８５４年、１９４４年タイプ）にも注意が必要である。

7　東海地震はなぜ、なかなか起きないのか？

近い将来Ｅ領域のみが震源域となる大地震が起きると予測されている。これが現在問題になっている東海地震である。しかし、厳然たる事実として、切迫の危険性が叫ばれるようになってから３０年余りが経過したが、今日まで未だにＥ領域単独での東海地震は発生していない。このことをどう考えたらよいのだろうか？発生時期の遅れは誤差の範囲内であり、やはり近い将来の発生は避けられないのだろうか？それとも、Ｅ領域が破壊から取り残されたという考え方自体に誤りがあり、別の考え方が成り立つのだろうか？

（１）歴史から

７世紀以降およそ１００～２００年間隔で大地震がくり返してきたこと、地震が発生する際には図１のＡ・Ｂ領域、Ｃ・Ｄ領域のそれぞれが必ずペアとなって震源域となること、Ａ・Ｂ領域とＣ・Ｄ領域のペアは１７０７年のように同時に地震を発生させることもあれば、Ｃ・Ｄ領域の地震発生から２～３年以内の時間を置いてＡ・Ｂ領域の地震発生に至る場合もあることなどがわかる。

そして、やはり図１からわかるように（中世以前は記録が乏しいとは言え）Ｅ領域だけが単独で震源域となった地震は知られていない。このことは１９７０年代後半からすでに指摘されてきたことである。さらに、１９４４～１９４６年に起きたＡ～Ｄ領域を震源域とする地震発生からすでに６０年以上が経過し、再びＡ～Ｄ領域が震源域となる次の地震の発生時期が２１世紀なかば以降に迫っていることに注意すべきである。いまＥ領域だけを震源域とする地震が発生すると考えるのは、歴史的に考えれば少し不自然である。

（２） 観測から

最近の観測技術の進歩によって、Ｅ領域付近では、地震の原因となる地殻歪の蓄積する速度がＡ～Ｄ領域に比べて小さいことがわかってきている。地球という球体上では、すべてのプレート運動は任意の極に対する回転運動となる。日本列島の西半分に対するフィリピン海プレートの回転運動の極はオホーツク海付近にあるため、南に行くほど相対速度が増す。四国沖では４８㎜/年であるが、駿河湾付近では４０㎜/年程度となり、速度が小さくなっている。これに加えて伊豆半島付近のプレート内部変形による影響が加わり、Ｅ領域での相対速度はさらに小さいとみられている。

地殻歪の蓄積速度が小さいということは、そこで発生する大地震の間隔が間延びすることを意味する。

東海・東南海・南海地震の何度かに１度は、Ｅ領域まで震源域が及ばない地震があったとしてもおかしくない。Ｅ領域では７世紀以来の歴史全体として、Ａ～Ｄ領域に比べて地震発生頻度が低いようにも見える。

Ｅ領域付近の地殻歪がかなり蓄積していることが、測地測量データから判明していることは前述した。しかしながら、このような測地測量の観測期間は東海地震の平均間隔に比べて十分な長さをもってはおらず、実はどのくらいの歪が蓄積すればＥ領域での地震発生に至るかは明確でない。Ｅ領域が破壊せずに、あと数十年もちこたえたとしても、それはそれで説明がつく。

以上の点を考慮に入れ、中央防災会議の「東海地震に関する専門調査会」は２００１年１２月の最終報告の中で、「東海地震はいつ発生してもおかしくないものであるが、今後、相当期間同地震が発生しなかった場合には、東南海地震等（Ａ～Ｄ領域の地震を指す）との同時発生の可能性も生じてくると考えられる。今後の観測データや学術的知見の蓄積を基に、１０年程度後には、これらの関係について再検討する必要がある」と明記している。つまり、あと数年のうちにＥ領域だけを単独の震源域とみなす現在の東海地震像は見直される

ことになっているのである。

地震科学は発展途上の学問であり、それまで常識とされていたことが短時間で書き換えられるのは日常茶飯事である。

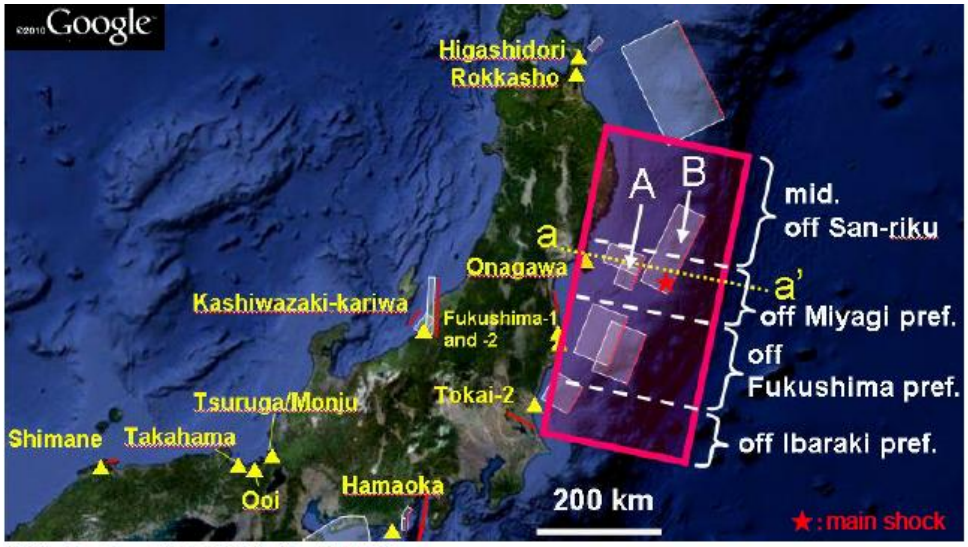
要するに、「東海地震」と一口に言っても、実際に起きる現象は条件や場所に応じて多様である。想定されている現象と被害が判で押したように起きるわけではなく、想定を大幅に外れた事象も起きうる。一例だけ補足すると、押し寄せた津波の波高がまわりと比べて異常に高くなる「特異点」が東海地域の海岸のところどころに存在することが、歴史記録から明らかになっている。しかし、そのような特異点の発現は細かな海岸線の形や沿岸海底の微地形に支配される例が多く、現在の津波シミュレーションの精度では再現できない。つまり、津波の数値シミュレーションとそれにもとづく浸水予測図は、ある仮定条件のもとでの大局的な予測を表現しているに過ぎない。このことは津波予測に限らず、震度や他の様々な危険度予測についても同様である。

第６　津波について

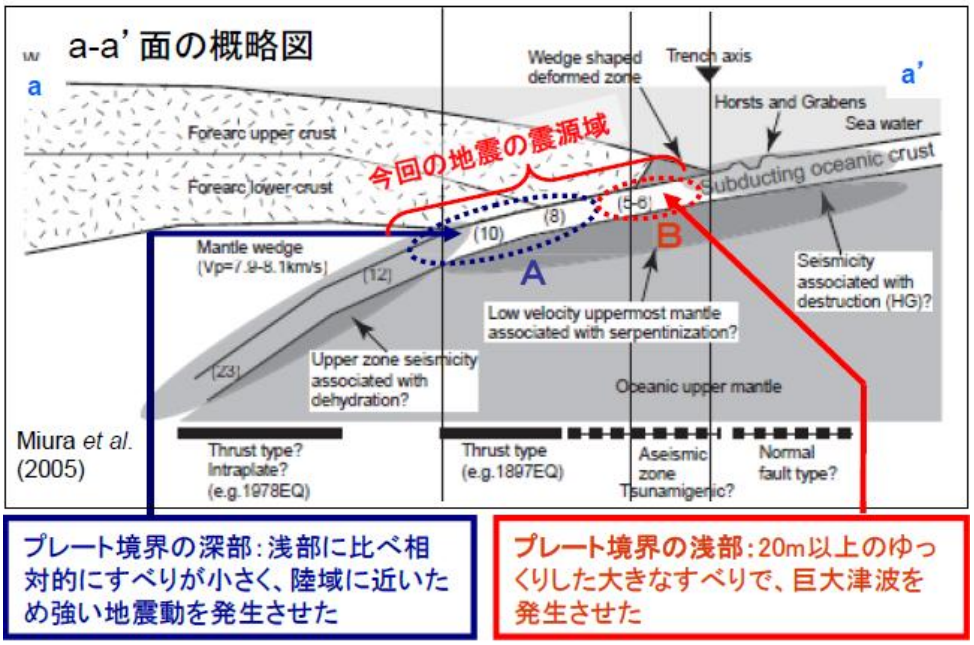
１　機序

（１）海底地殻変動

海底で地震が発生した場合、ずれ動いた場所が浅く、ずれ動いた量が大きいとき、つまり、震源が浅く大きな規模の地震が海底で発生した場合、海底面は大きく変形する。この海底地殻変動によって津波は引き起こされる。



◎Goole マップに JNES が一部加筆



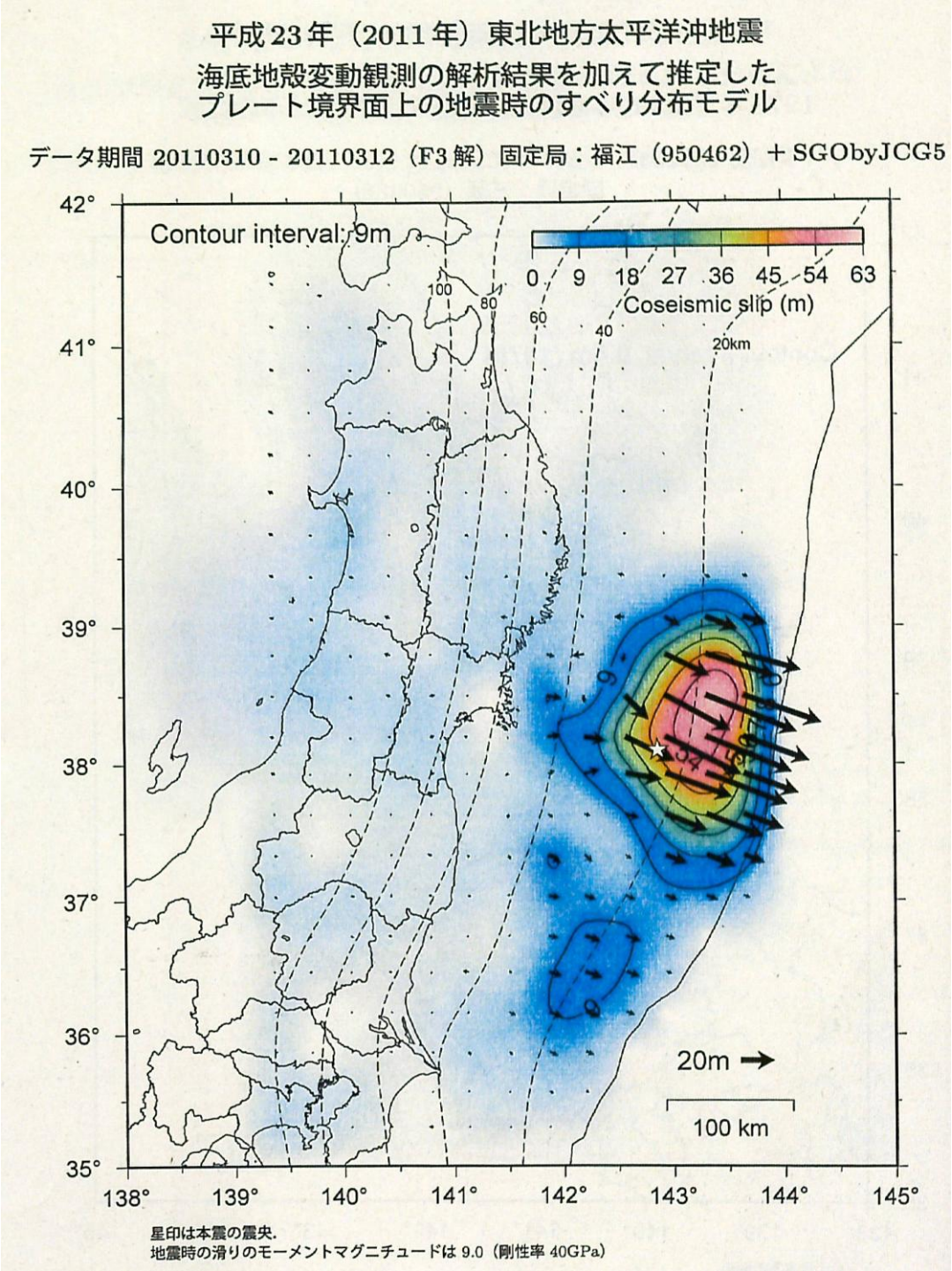
プレート境界の深部：浅部に比べ相対的にすべりが小さく、陸域に近いため強い地震動を発生させた

プレート境界の浅部：20m以上のゆっくりした大きなすべりで、巨大津波を発生させた

◎引用文献：Miura et al.(2005; Tectonophysics, Vol.407)に JNES が一部加筆

平成２３年３月１１日の東北地方太平洋沖地震は、プレート境界面を断層面とする浅くて大きな地震であった。海洋プレート（太平洋プレート）と固着していた大陸プレート（北米プレート、オホーツク海プレートともいう。）は、徐々に蓄積されていた歪みが限界に達して一気にはがれ、プレート境界面に沿って東向きにずれ動いた。ずれ動く量が大きくなると地震の規模が大きくなる。前図のＢの部分が隆起し、海水が押し上げられた。海面は急激に高くなる。水平を保とうとする海水面が局所的に突出した高さを保持することは不可能である。隆起した海水面は、重力によって、周囲の高さと同じになろうとして崩れる。これが連鎖的に伝播して周囲に伝わる。

東京大学地震研究所都司嘉宣准教授によれば、東北地方太平洋沖地震では、海底の隆起は、２０ｍにも達した。広大な震源域（南北５５０㎞、東西２００㎞）の中に直径７０㎞のコア領域があって、そこの海底が２０ｍ以上も隆起した。このコア部分の２０ｍ以上の隆起が今回の超巨大津波の原因であった（次図参照）。



都司准教授作成資料から引用：海底地殻の水平方向の地変量

注）上下方向海底変異量はこの１／３となるため、海底は最大２０ｍ上昇

（2）海溝付近の隆起：ダイナミックオーバーシュート

一番大きく隆起するのは、海溝付近である。下図にあるとおり、プレート間にたまった堆積物（付加体）が押し出されることもあるため、地震動が小さいにもかかわらず、大きな津波が発生することがある。そのような地震を津波地震と呼ぶことがある。このように付加体が押し出されることで、海溝軸に近いところで、それよりも陸側の領域よりも大きくすべることになるため、津波が高くなる。ダイナミックオーバーシュートと言われる。なお、東北地方太平洋沖地震で、海溝軸付近で大きな地すべりが観測されている。このような海底地すべりも津波を高くする要因であるとされている。

Newton 2011.6 月号より引用

（3）津波の速度と波長

津波が伝わる速度は水深に依る。深いほど速度は速い。平均的な大洋の深さの４０００ｍでは、時速約７００㎞で、ジェット機並みの速さである。海岸に近付くにつれて水深は浅くなるため、津波の陸寄りの部分は沖合部分より低速度になる。このため津波の波長は短くなる。「波」では一般に一波長

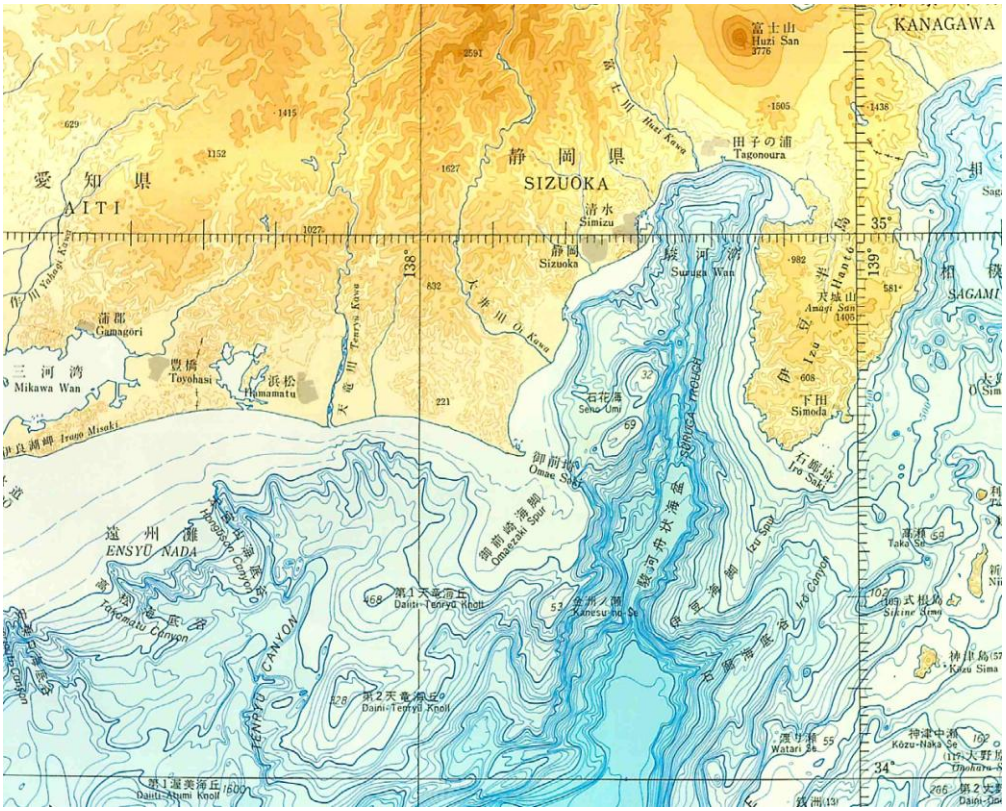
あたりに含まれるエネルギーは一定であるので、短くなった波長の中にエネルギーが集中し、波高が大きくなる（以上、大木聖子・纐纈一起著『超巨大地震の謎に迫る　日本列島で何が起きているのか』（ＮＨＫ出版新書）Ｐ６３～)。

以上が津波の概要であるが、以下、浜岡原発の防災上検討が欠かせない地形の問題、さらには過去の巨大津波の問題等を紹介し、被告の津波対策について検討を行うこととする。

２　浜岡原発の前面海域の地形

津波は、発生後一様の高さでもって、陸地に押し寄せるものではない。

陸地に至る経過中の海底地形や、陸地自体の地形により、増幅される場合がある。



（１）御前崎海脚

浜岡原子力発電所の前面の海域は、浅い海底が外洋に突き出すように広が

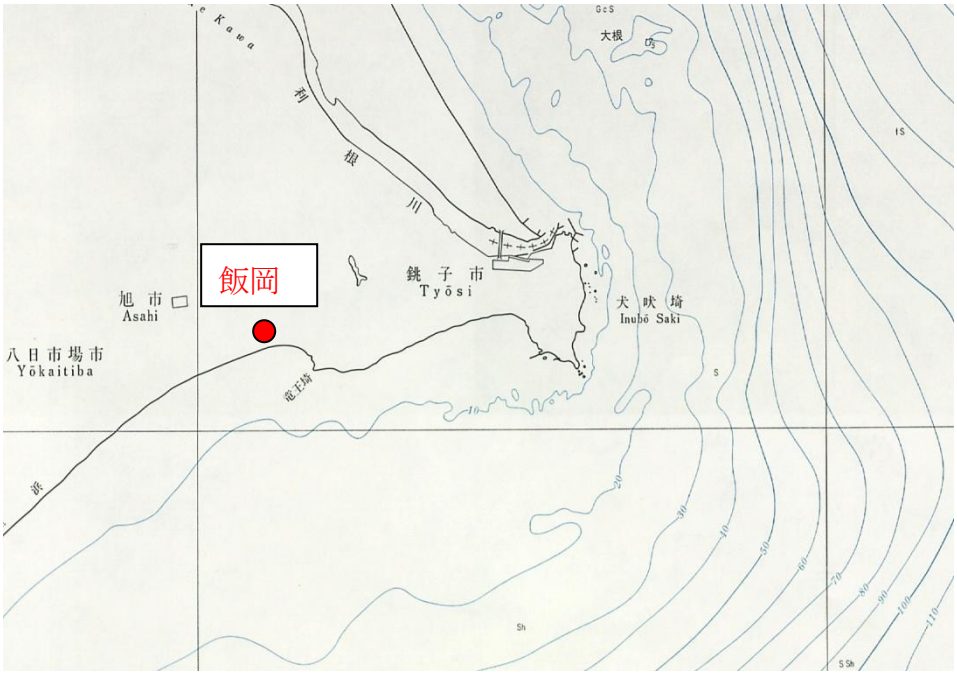
っている。東京大学地震研究所都司嘉宣准教授の解析によれば、この約２００km沖まで舌状に広がる「御前崎海脚」と呼ばれる海底の地形により、浜岡原子力発電所の付近では、周辺の津波の高さよりも約２倍の高さの津波になることが想定される。

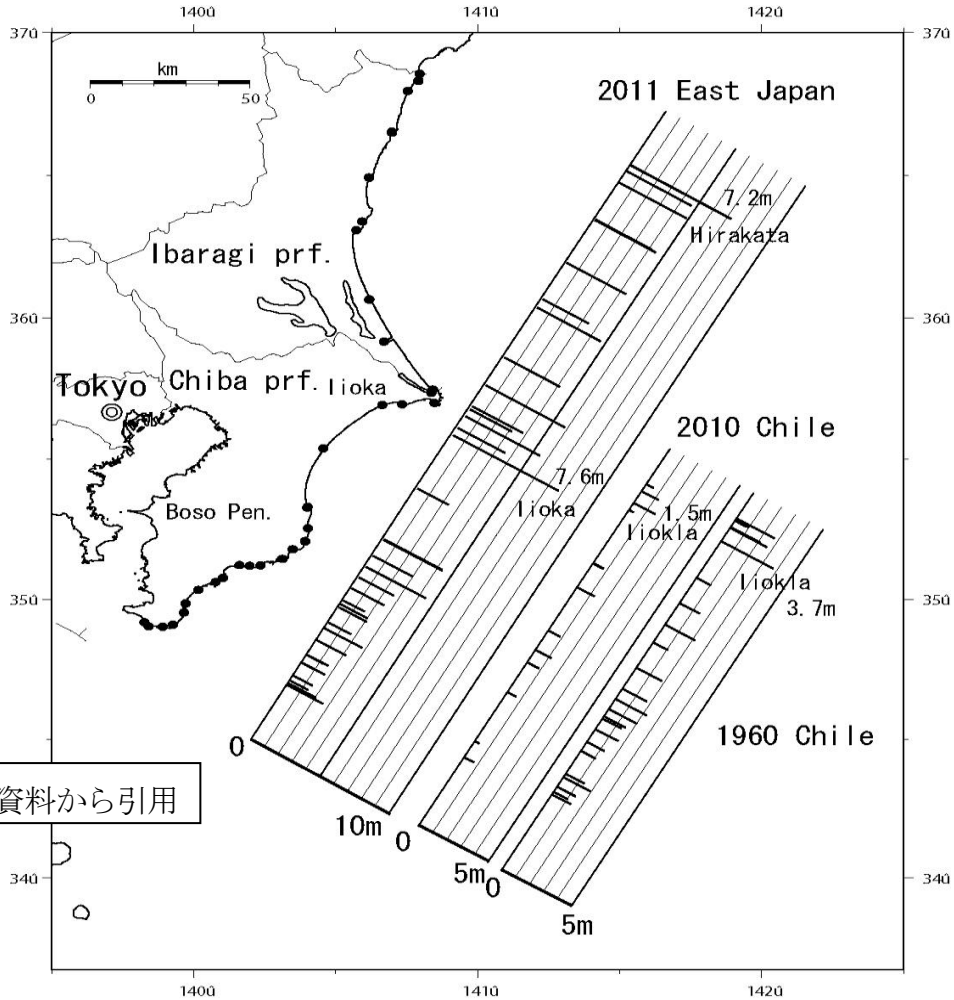
（２）屈折効果

前図のとおり、御前崎海脚の両側は、急激に深くなっている。津波の速さが水深に依ることは前述したが、浅い部分の両側の深い部分の津波が速く進み、浅い部分の津波の速度は遅くなる。その結果、御前崎海脚の中央方向に津波の方向が曲げられる。光が凸レンズを通過して焦点に集まるように、津波は、屈折効果により、御前崎海脚の根本にあたる浜岡原子力発電所付近に集まってくる。こうして、浜岡原子力発電所付近では周辺よりも約２倍の高さの津波が押し寄せることになる。訴状でも解説した屈折効果である。

ア　東日本大震災での千葉県飯岡地区

この屈折効果による津波の波高の増大は、千葉県九十九里浜にある飯岡地区での津波の高さの測定により実証されている。前記の都司准教授の解析では、今回の東北地方太平洋沖地震の際の飯岡の津波の高さは、７．６ｍであったが直ぐ隣のところでは２．５～３．５ｍ程度であった。飯岡では、２０１０年のチリ地震の時も、１９６０年のチリ地震の時も、同様に、周囲よりも２～３倍近く津波の高さが高くなっていた。この飯岡の前面の海底の地形は次図のとおりである。飯岡の前は、遠浅ではあるがその前だけ周囲にくらべて海底が浅くなっていることがわかる。このため、飯岡付近では、周辺よりも２倍近く津波が高くなるのである。１９９３年（平成５年）７月１２日の北海道南西沖地震の際の奥尻島の青苗地区で１０ｍの津波となったのも屈折効果であった。





都司准教授作成資料から引用

イ　浜岡との比較

浜岡原子力発電所の前面の海底の方が、飯岡よりも周囲に比べて急激に浅くなっているのだから、飯岡よりも津波の屈折効果は大きいと言わざるを得ない。都司准教授によれば、東海＋東南海地震（これが本来の東海地震であるとする考えが現在では通説である。）の場合、周辺の津波の高さが１１ｍであったとしても、浜岡原子力発電所の付近では、津波の高さは、２０m位になることが想定されるという。

ウ　遡上効果

訴状Ｐ１７７で主張したとおり、浜岡原子力発電所の敷地のように海岸線からなだらかに高くなっている地形の所では、海の底面から一体となって押し寄せてくる津波は、海岸線から標高が徐々に高くなって陸地を遡上する際、そのままの高さを維持していく。奥尻島でみられた現象である。

３　巨大津波

静岡県においても、東日本大震災と同様、数百年サイクルとみられる巨大津波襲来の歴史があることが、研究者による実地調査で明確になった。

平成２３年１０月１３日、都司准教授は、静岡市で開催された日本地震学会で、静岡県内の古文書や伝承を基に現地を訪ね、津波が陸地に駆け上がった高さを調査した結果を発表された。この調査によって、明応東海地震は、１０００年に１度の超巨大地震であったことが明らかにされた。

ア　平目平

沼津市の戸田地区に「平目平」という場所があるが、そこは、１４９８年の明応東海地震の時、ヒラメが上がったから名付けられたという。調査によって推定される津波遡上高は、海抜３６．４ｍの地点であった。

イ　磐田市掛塚

磐田市掛塚では、御前崎に残る僧侶の記録から、海抜１０ｍまで津波が押し寄せたということが分かった。

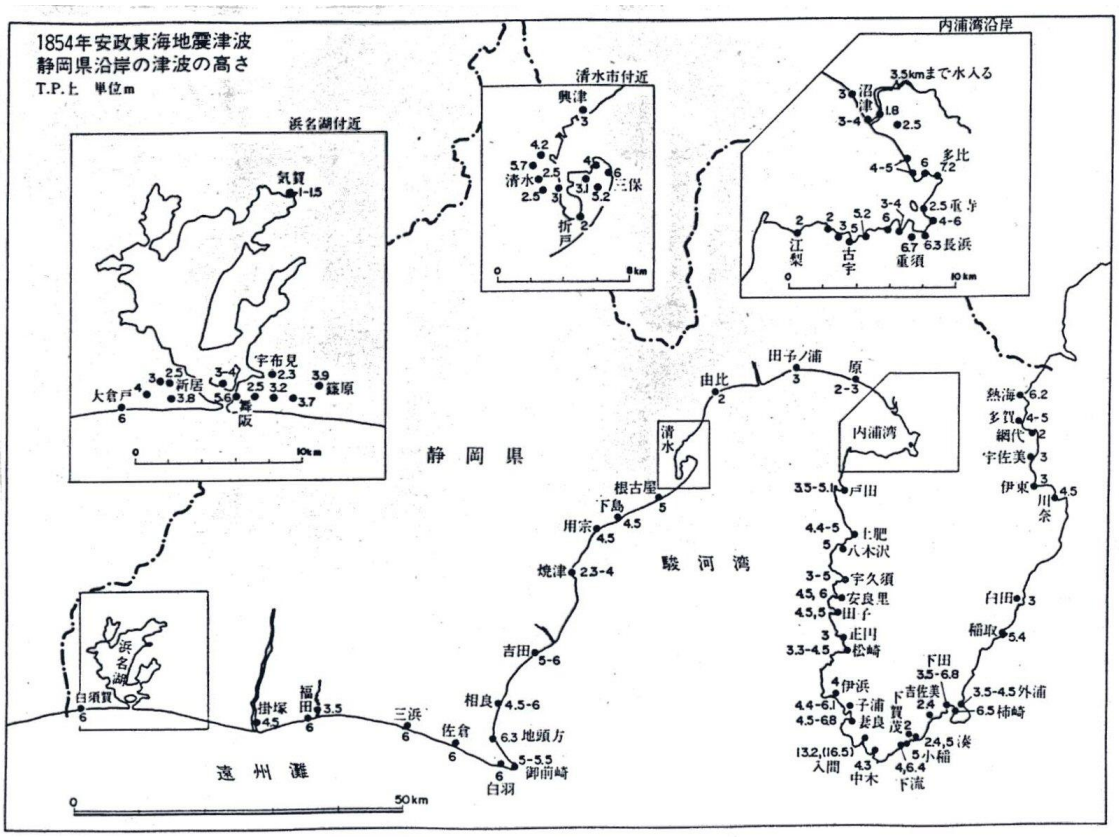
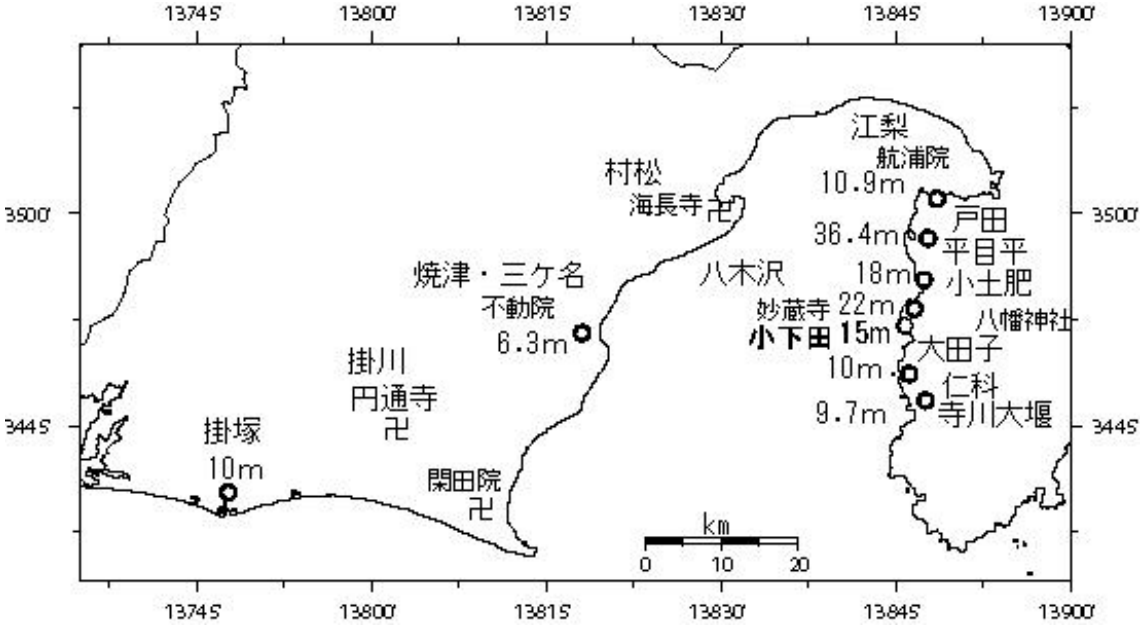


図3.1　静岡県沿岸における安政東海津波の高さ（T.P.上単位m）

100 年一度：安政東海地震(1854)の津波高：都司准教授作成資料から引用

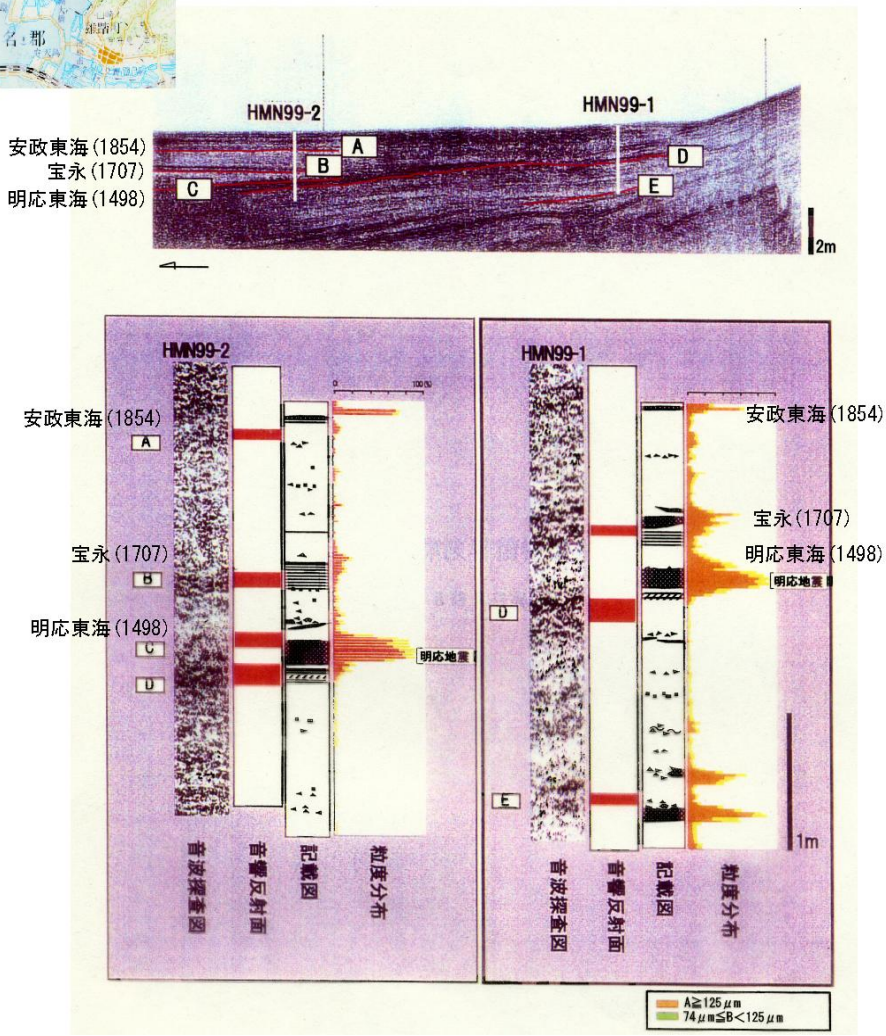


1000 年一度：明応 7 年(1498)東海地震の津波高：都司准教授作成資料から引用

同准教授が調査した明応東海地震での静岡県内の津波の高さは、前図のとおりである。６～３６メートルという推定値が得られており、１００年に１度クラスの安政東海地震が２～６メートルという推定値であったことと比較すれば、３～６倍もの巨大津波が押し寄せたこととなる。

なお、浜名湖の湖底の超音波探査もなされ、安政東海地震、宝永東海地震、明応東海地震の痕跡が発見されたが、この調査によっても、明応東海地震の際の津波は、けた違いに大きな津波であったことが確認されている。

都司准教授作成資料より引用



４　防波堤と津波

（１）防潮堤を乗り越える津波

津波は「高い波」ではなく「速い流れ」である。高さ４ｍの津波とは、「４ｍの水面の高さをもつ早い流れ」であるから、護岸や防波堤に衝突すると、前進できなくなって盛り上がる。訴状「防潮堤と津波高」の項（Ｐ１７４～）でも述べたとおり、津波が護岸や堤防にぶつかった瞬間、津波の運動エネルギーがゼロになり（前進できなくなって水の運動が停止する）、これが瞬時に位置エネルギーに変換され、海面が盛り上がる。理論的には衝突前の１．５倍位に高くなる。（以上、河田惠昭著『津波災害―減災社会を築く』（岩波新書）Ｐ１６～１７）

高さ１８ｍの防波堤に高さ２０ｍの津波が押し寄せた場合、津波はこの防波堤を乗り越える。高さ１５ｍの津波が押し寄せた場合でも、津波の運動エネルギーが位置エネルギーに変換され高さ２２．５ｍになるから、簡単に防波堤を乗り越える。

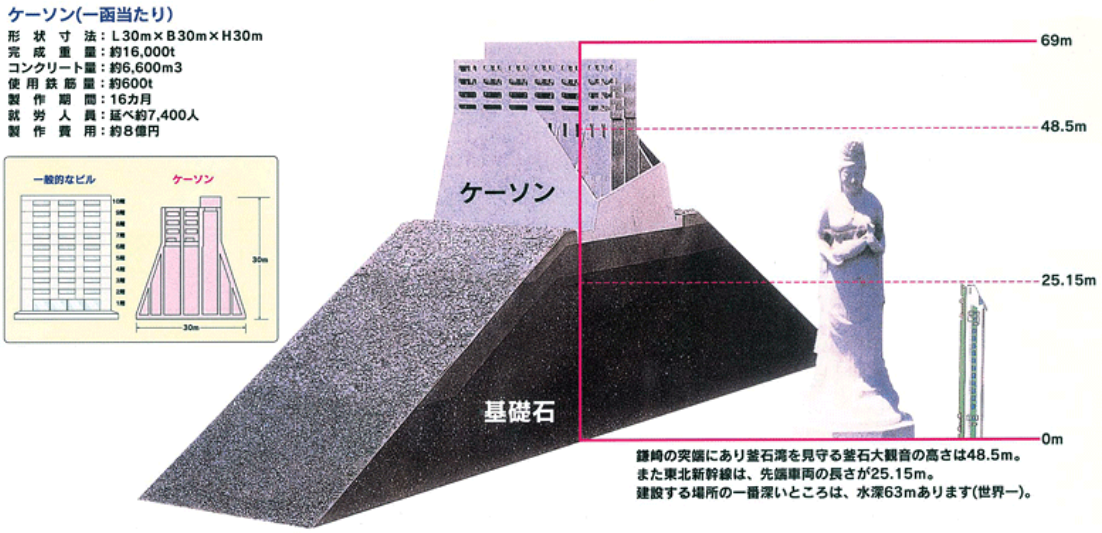
（２）洗掘等による防潮堤の破壊

そして、防波堤を乗り越えた瞬間、水の塊は、２０ｍ以上の落差をもって内側に落下する。防波堤の脚部を洗うことになる。海底の洗掘が発生し、防波堤が横倒しになってしまうことが起る。

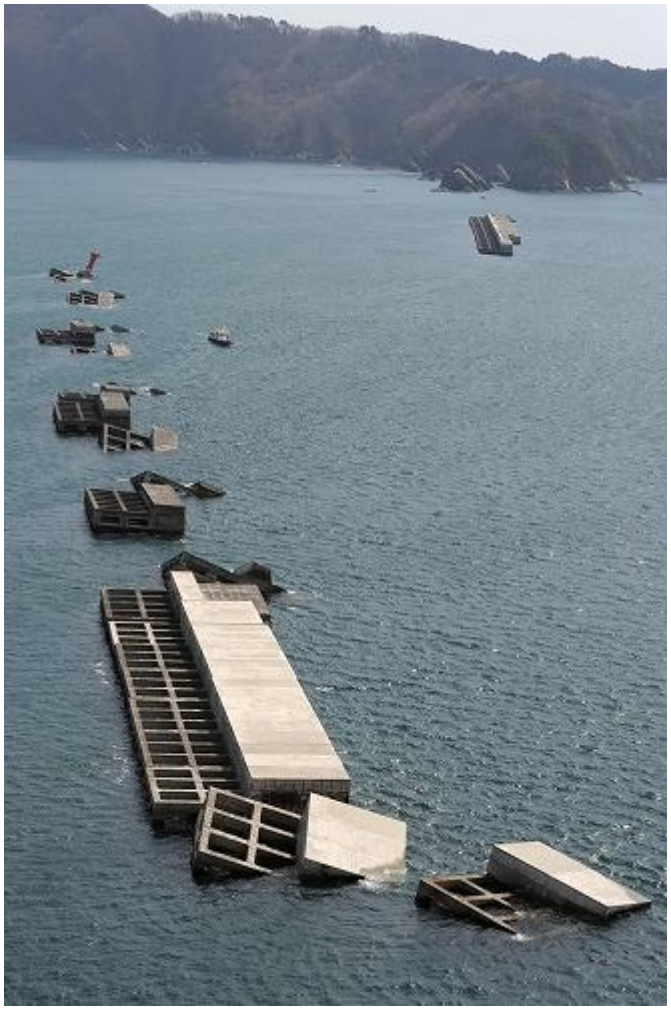
今回の東北地方太平洋沖地震の際にも、このような経過で防波堤が陸側に倒れた例がある。例えば、岩手県釜石港湾口の巨大防波堤（長さ２㎞）が、防波堤を乗り越えた津波によって裏側の脚部を激しく洗われ、それが原因で防波堤が倒れたのである。

しかも、この防波堤は、１２００億円の巨費をかけ、防波堤として初めて耐震設計がなされ、平成２０年に完成したばかりのものであった。

国交省 HP より引用：破壊前の防波堤



国交省 HP より引用：防波堤の構造



毎日新聞 HP より引用：破壊された防波堤

（３）津波の破壊力

訴状Ｐ１８０で述べたとおり、津波の水圧は、津波の高さ５０㎝の場合、１ｍの幅に対して１．１２５ｔとされていて、津波のエネルギーは、波高の２乗に比例して増大するから、高さ１５ｍの津波では、幅１ｍあたり１０００ｔ以上の水圧が防波堤にかかることになる。このような圧力をもたらす由縁は、津波が普通の波とは異なり、波高全体が高速で押し寄せる流れであるからだ。

今回の震災においては、前記のとおり、最新の耐震設計がなされた釜石湾入口の防波堤が、破壊されただけでなく、各所で多数の防波堤が破壊された。

以下、防波堤破壊に関する報道記事を引用する。

「太平洋沿岸を襲った大津波は、世界有数の規模を誇る三陸海岸の防波堤を軒並み破壊した。早稲田大学の柴山知也教授（海岸工学）が１９日午後、本社機で上空から視察し、岩手・釜石湾入り口の「世界最深」の防波堤を破壊した津波について、「時速１０００キロ・メートルで飛行中のジャンボジェット２５０機分以上の運動量があった」と試算した。

釜石湾の入り口に南北からせり出した防波堤は、全長約２キロ・メートル。地震前は海上に高さ約８メートル、厚さ約２０メートルでそびえ、港湾を守っていた。しかし上空から見ると、北側の防波堤は約８００メートルにわたり大きく崩落し、かろうじて残った部分が海面に虫食い状に残っていた。海面に出た部分には、残ったコンクリートブロックが様々な方を向いて崩れた姿をさらしていた。

防波堤は、最深６３メートルの海底に東京ドームの７倍に当たる７００万立方メートルの巨大なコンクリート塊を沈め、その上部にコンクリート壁が構築され、２００９年に完成したばかりだった。　国土交通省によると、１８９６年（明治２９年）の明治三陸地震（マグニチュード８・５）の揺れや津波に耐えられるように設計され、「世界最深」としてギネス記録に認定されていた。

大船渡港（岩手県大船渡市）にある巨大な湾口防波堤（全長約７５０メートル、水深約４０メートル）も完全に崩壊し、水没していた。柴山教授は、「地震で破損した箇所に高い破壊力の津波がぶつかり、一気に崩壊した可能性がある。予想をはるかに超える威力だ」と指摘した。

防波堤内側の海岸沿いにある「最後の砦」の防潮堤も多くがなぎ倒された。同県宮古市田老の高さ１０メートルの巨大防潮堤（全長約２・５キロ）は、住民らから信頼感を込めて「万里の長城」と呼ばれていたが、津波はそれを

乗り越え、集落をのみこみ大きな泥沼を作っていた。

同県山田町の防潮堤も５０～６０メートルにわたり激しく倒壊し、灰色の泥をかぶった町には漁船や家々が、がれきと一緒に転がっていた。

柴山教授は、「全国的に防災対策を作り直す必要がある」と唇をかんだ。（金子靖志）」（2011 年 3 月 21 日 03 時 07 分 読売新聞）

（４）数波に渡る津波

わが国の太平洋沿岸に震源があるプレート境界地震（東海・東南海・南海地震も当然含まれる。）による津波では、大きな波高が６時間継続する（同書Ｐ６５）。そして、第１波が最大であるとは言い切れない。想定されている東南海地震（Ｍ８．４）の場合の尾鷲市に来襲する津波の波形をシミュレーションした結果が同書Ｐ２３に掲載されているが、第１波は押し波から始まり、第２波は第１波の２倍以上高い波となる。また、６時間ごとに満潮と干潮が繰り返されるから、満潮の時に最高の高さの津波が来襲すれば、津波の高さは更に高くなる。１９４４年（昭和１９年）東南海地震では、尾鷲市で津波で死亡した５６人の住民のほとんどは第２波によって死亡したことがわかっている（同書Ｐ２３）。なお、津波がいつも押し波で始まるとは限らない。海底が隆起する陸寄りの部分では海底は沈降するので、引き波から津波が始まる場合もある。２００４年（平成１６年）のスマトラ沖地震が引き起こしたインド洋大津波では、スリランカ沿岸では押し波で、タイ沿岸では引き波で第１波が来襲している。プレート境界面の破壊過程によって津波の第１波の特徴が決まる（同書Ｐ２０～２１）。

５　建設予定の防波壁の有効性

以上のとおり、想定される東海＋東南海地震（または＋南海地震）による津波は、被告が建設を進めている１８ｍの防波堤（壁）を楽々と乗り越えることが既に想定される。

それば かりか、津波の圧力は、防波堤（壁）を容易に破壊すると見られる。地震による地殻変動（地盤の陥没、隆起、横ずれ等）が加われば尚更である。

そうなれば、原子力安全基盤機構による解析結果[19]のとおり、海水ポンプ機能喪失、起動変圧器損傷、軽油タンク損傷、燃料移送ポンプ損傷、復水貯蔵タンク損傷、Ｒ／Ｂへの海水侵入、サポート系機能喪失、フロントライン系機能喪失、ＲＣＩＣタービン駆動ポンプ損傷、８時間以内の外部電源復帰の不可能などとなり、ほぼ１００％の確率で炉心損傷となる（訴状Ｐ１４１～１４２）。福島第一原発事故の再来である。

なお、訴状Ｐ１５８で指摘したとおり、浜岡原発では、津波対策として前面の海側だけを備えればいいのではない。敷地の東西にある河川を遡上して敷地の横ないしは後ろから流入してくる津波をも考慮して対策が立てられなければならない。被告が計画している防波堤（壁）においては、この左右の防御も全く不十分である。

６　もう一つの弱点：取水塔

浜岡原子力発電所は、１～５の各号機ごとに、敷地から約６００ｍ離れた沖合に取水塔が設置され、敷地とは海底下約２０ｍに設けた直径約５～７ｍの海底トンネルでつながっている。このような取水塔は、遠浅の遠州灘に立地したため国内で唯一敷地内に専用港がない浜岡原子力発電所独特の海水取水装置である。

津波で取水塔が損壊するか取水口がふさがった場合、原子力安全基盤機構作成の「平成２０年度、地震に係る確率論的安全評価手法の改良」報告書によれば、原子炉は、「海水取水不能による冷却機能喪失」となり、「炉心損傷」となる。同報告書では、高さ２１ｍの津波で取水塔が損傷するとしているが、地震動で取水塔や海底トンネルが損傷することも考えられるし、津波の引き波、地

[19] 「平成２１年度、地震に係る確率論的安全評価手法の改良＝ＢＷＲの事故シーケンスの試解析＝」

盤の隆起もしくは沈降で取水塔の機能が失われたり、がれきや砂が取水口をふさぐということも想定しなければならない。原子力災害の防止のためにはすべての面に渡り、最悪の想定を行わなければならないからだ。

塩坂邦雄富士常葉大学講師は、「東海地震では浜岡付近の地盤は海底も含めて最大１．５ｍほど隆起する。東北地方太平洋沖地震では海底が（平均）７ｍ隆起した。東海地震の隆起量が想定を上回れば水深６ｍに設置された取水口が長時間、海面上に出てしまい、取水できなくなるおそれもある」と指摘している（２０１１年６月４日付静岡新聞）。

7　結語

国の中央防災会議の専門調査会は、２０１１年９月２８日付報告書で、「国はこれまで過去数百年間繰り返し発生し、切迫性が高いものを想定し得る地震・津波を対象としてきた。今後はできるかぎり古文書の分析や津波による堆積物の調査を進め、あらゆる可能性を考慮して巨大地震・津波を想定すべきだ」とした。また、東海・東南海・南海の３連動地震について、「同時に発生する場合だけが最悪の結果をもたらすとは限らない」とし、「時間差で発生したケースも想定して備えを進めるよう」求めている。

従って、原子力発電所の安全性を審査するには、千年単位での地震・津波を考慮しなければならない。津波について言えば、最低でも１０００年に１度と言われる１４９８年の明応東南海地震の際の津波を想定しなければならない。

そのような津波を想定した場合、津波に耐えられるような原子力発電所を作ることは到底不可能である。被告は、現在すすめているＴ．Ｐ１８ｍの防波堤（壁）の建設を直ちに中止し、その建設費用を使用済み核燃料の安全な保管設備の構築のために使うべきである。それこそが被告に求められる地震・津波対策である。

以上

訴状　正誤表

№.	訴状の頁	行	正	誤
1	１３	６	給水管	吸水管
２	１３	７	放射性物質	放射性物資
３	１３	２２	給水管	吸水管
４	４１	６	水平震度を0.1以上とする	水平震度を0.1Ｇとする
５	５２	脚注20	震源距離	震央距離
６	６１	１３～１５	「原子炉施設のＰＳのどこかに，故障，誤動作などの不具合なところが，少なくともひとつはあるはず」と想定し，	「原子炉施設のＰＳ系統の中に故障や誤作動などの不具合なところ（ＤＢＥ）を一つ」と想定し，
７	６１	１５～１６	「注目している系統の中に，任意に一つの故障を仮定しても	「注目しているＭＳ系統の中に，任意に一つの故障（単一故障）を仮定しても
８	６３	５	被告	被控訴人
９	６６	６	４５頁	４６頁
１０	６６	１２	冷却材	冷却剤
１１	６９	１	１６日	１４日
１２	６９	８	班目	斑目
１３	６９	１５	班目	斑目
１４	７０	１４	班目	斑目
１５	７０	１９	班目	斑目
１６	７１	２	班目	斑目
１７	７１	４	班目	斑目

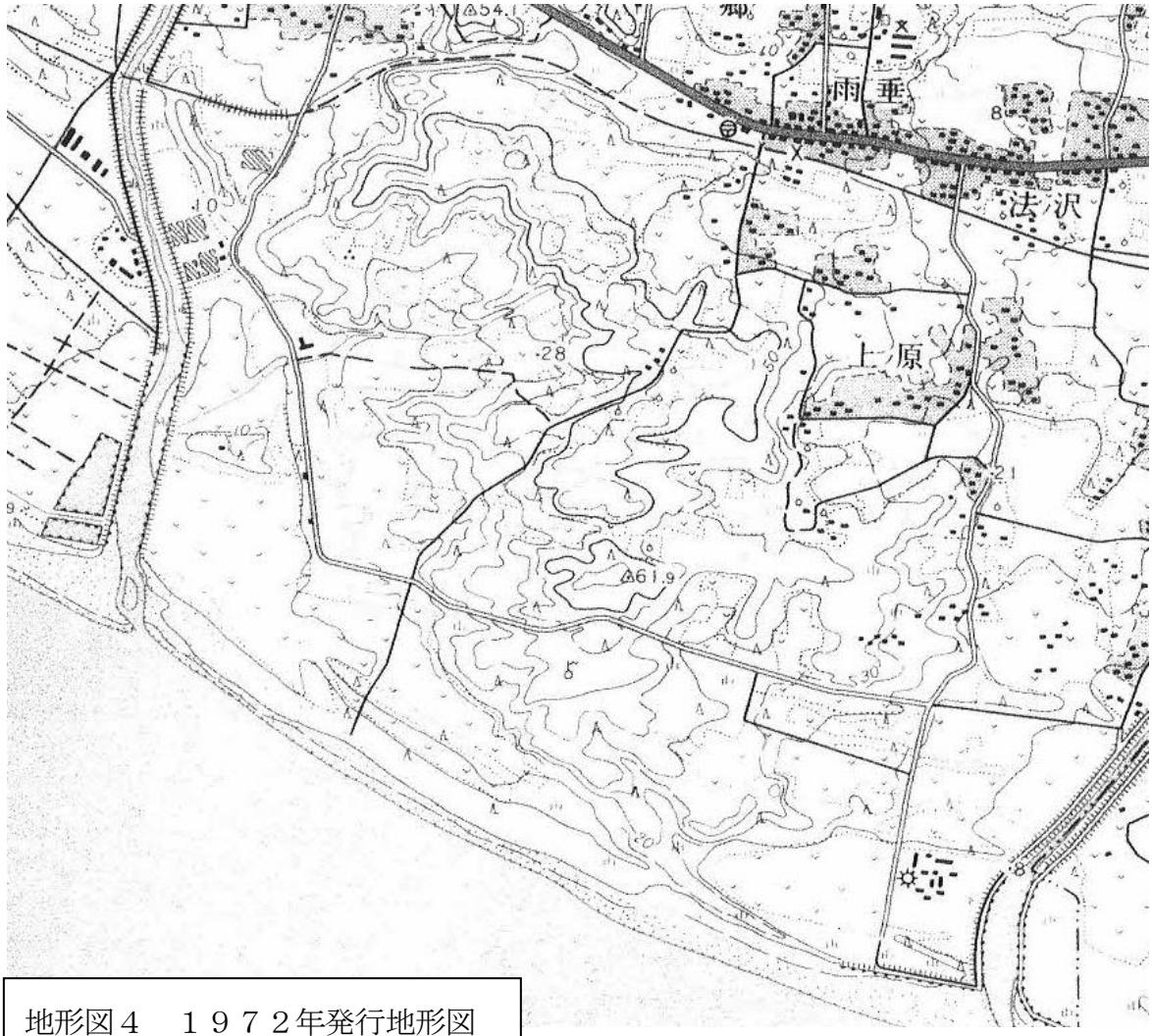
No.	訴状の頁	行	正	誤
１８	６９	２５	制御棒案内管	御棒案内管
１９	７４	２０	電源車自体	電源車事態
２０	８５	９	マグニチュード７．９	Ｍ７．９
２１	８５	１９	済みません	すみません
２２	８６	２	産総研の調査でも，それから	産総研の調査でもそれから
２３	８７	１１～１２	マグニチュード７．３６	Ｍ７．３６
２４	８７	１３	マグニチュード８．５	Ｍ８．５
２５	８９	２３	ごらんいただきましたように	ご覧いただきましたように
２６	９２	８	同報告書	動報告書
２７	１１７	１２	Ｃｓ－１３７	Ｃａ－１３７７
２８	１２１	１９	外部被曝	外部被爆
２９	１２１	２０	内部被曝	内部被爆
３０	１２１	２０	外部被曝	外部被爆
３１	１２１	２３	内部被曝である。内部被曝	内部被爆である。内部被爆
３２	１２２	５	内部被曝	内部被爆
３３	１２２	９	内部被曝	内部被爆
３４	１３６	８	班目	斑目
３５	１３６	１３	班目	斑目
３６	１３６	１７	班目	斑目
３７	１３７	４	班目	斑目
３８	１５７	３	５号機	５号基

No.	訴状の頁	行	正	誤
３９	１６２	7	子供	子ども
４０	１６２	7	我れ勝ちに	われがちに
４１	１６２	8	向ふ	向こう
４２	１６２	9	干潟となつて居る	干潟になっている
４３	１６２	9	彼方	かなた
４４	１６２	１０	来て	きて
４５	１６２	１０～１１	川口	河口
４６	１６２	１１	一呑み	一飲み
４７	１６２	１７	津浪	津波
４８	１６４	1	陸地に近ずき	陸地近ずき
４９	１６４	1	たゞちに	ただちに
５０	１６４	2	向て	向けて
５１	１６４	3	干上がりたる	干上がるたる
５２	１６４	４～５	少許づゝ	少許づつ
５３	１６４	１６	濤	涛
５４	１６５	2	おそわれた	襲われた
５５	１６５	１２	駈帰らんと	駆け帰らんと
５６	１６５	１３	帰路	岐路
５７	１６５	１５	及	及び
５８	１６５	１５	或は	或いは
５９	１６５	２２	大地	大地震
６０	１６５	２３	引返したる	引き返したる
６１	１６５	２３	向て	向きて

No.	訴状の頁	行	正	誤
６２	１６５	２６	云ふ	いふ
６３	１６６	２	一丈余の	一丈の
６４	１６６	５	遇ひし	遭ひし
６５	１６６	９	凄く	すごく
６６	１６６	９	是れ	これ
６７	１６６	１０	来りし	来たりし
６８	１６６	１３	４．３ｍ～４．７ｍ	４．３～４．７ｍ
６９	１６６	１５	せる	セル
７０	１６６	１６	其の内	そのうち
７１	１６６	１９	津浪	津波
７２	１６６	２６	打ち込んだ	打ちこんだ
７３	１６７	４	辺	辺り
７４	１６７	５	打ち来り	打来り
７５	１６７	７	云う	いう
７６	１６７	７	吹寄せ	吹き寄せ
７７	１７４	３	電気事業者	電器事業者
７８	１７５	８	波高	波向
７９	１８０	６	想像される	想像さえる
８０	１８７	２	１９５５年発行の地形図２	２００６年発行の地形図２
８１	１８７	４	１９５５年発行の地形図２	２００６年発行の地形図２
８２	１８７	６	地形図１	図１
８３	１８８	１２	取水槽	海水溜まり
８４	１８９	３	地形図３	地形図の図３
８５	１８９	４	地形図１	地形図の図１

No.	訴状の頁	行	正	誤
８６	１８９	７	左岸	右岸
８７	１９０	５	地形図４は，地形図１の２００６年と，地形図３の	図４は，図１の２００６年と，図３の
８８	１９０		地形図４を以下の地形図４に差し替える。	
８９	１９０	９	地形図４を，１９５７年発行の地形図３と比べてみると，	図７を，１９５７年発行の図５と比べてみると，
９０	１９１	２	位置の	市野
９１	１９１	３	地形図３	図５
９２	１９１	５	地形図４	図７
９３	１９１	１２	元	下
９４	１９２	１５	下図１７	下図１６
９５	１９４	８	水びたしとなる。	みずびたしとなる
９６	１９４	１１	噴水数日つづく。（桜ヶ池参道）	噴水数日つづく（駒取，西佐倉）
９７	１９５	１０	一次冷却水	一時冷却水
９８	１９７	６	と言い得る	問い得る
９９	２０２	１７	廃棄物	破棄物

なお，被告は答弁書２８ページで「原子力安全基準・指針専門部会耐震指針検討部会の第１回及び第３８回分科会」の速記録（訴状６０頁）の引用が正確ではないと指摘するが，原告は，当該分科会の速記録の内容を適切に引用しており，訂正の必要はない。



地形図４　１９７２年発行地形図
（現地調査１９７０年）