浜岡原子力発電所は巨大地震に耐えうるか
——敷地地盤（H 断層系）の安定性と 1～5 号機の異常な地震動増幅に関する試論

越路　南行（Koshiji, Nanko）

静岡県には中部電力の浜岡原子力発電所（1 号機～5 号機）が立地している．1,2 号機は 2008 年に廃炉が決定され，3,4 号機は現在原子力規制庁で審査中であり，5 号機は未申請である．本稿は 3,4 号機の審査資料を基に敷地地盤内を走る H 断層系が 8 万年ほど前に活動した可能性や再活動する可能性を論じた．更に 2009 年の駿河湾地震で起きた 5 号機の異常な地震動増幅と同じことが全号機で起こる可能性に言及した．

Could Hamaoka nuclear power plants remain unbroken by a huge earthquake?

-- A Study on the Stability of Site ground (H fault system) and the unusually amplified Acceleration at Unit 1~5

キーワード：H 断層系（H fault system），地滑り（Land slide），低速度帯(Low-velocity layer）巨大地震（Huge earthquake）,原子力発電所（Nuclear power plant）

はじめに

近い将来，駿河・南海トラフ沿いで巨大地震が発生すると言われ，巨大津波や巨大地震動が浜岡原発を襲う可能性が高い．それを受け中部電力は様々な検討や対策を行っている．その一方で敷地地盤内に H 断層系という複数の断層があり，中部電力は約 40 年前にその存在を明らかにしたが，真剣な検討が行われてきたとは言い難い．活断層と判定されると原発を作れないので科学的な検討よりも自社に都合の良い結論を求めたからである．例えば古い耐震設計審査指針（旧指針）の「5 万年以降は活動していない」ことを証明する為に H 断層系と関係のない 36H01 断層[注1)]を持ち出し，新指針で「12～13 万年以降は活動していない」になると 2 章で述べるロジックで H 断層系が活断層でないと結論している．

本稿では，この断層系に関する中部電力の主張を紹介した後に，著者の見方を提示する．更に H 断層系の再活動の可能性や 2009 年の駿河湾地震と同様に 1～5 号機が異常な地震動増幅をする可能性に言及する．

1　H 断層系に関する中部電力の説明の変遷

実態解明に消極的な中部電力の姿勢：現在，H 断層系として陸域に 9 本，海域に 5 本の断層が示されている（図 1）．原子炉建屋の全てが断層を避けて建設されており，1 号機計画時には何本かの断層は確認していたであろう．しかし中部電力が H 断層系を公表したのは 1 号機の設置許可申請(1970 年)から 11 年経った 1981 年の 3 号機補正申請書においてであった（H-1～H-3 断層）．その後 4 号機増設時に H-4 断層が，2014 年に H-6～H-9 断層が報告された．海域の断層は 1 号機の設置許可申請からほぼ半世紀も経過していた 2018 年 8 月であった．中部電力が H 断層系の公表や実態解明に消極的であったかが経過年数からも知られる．

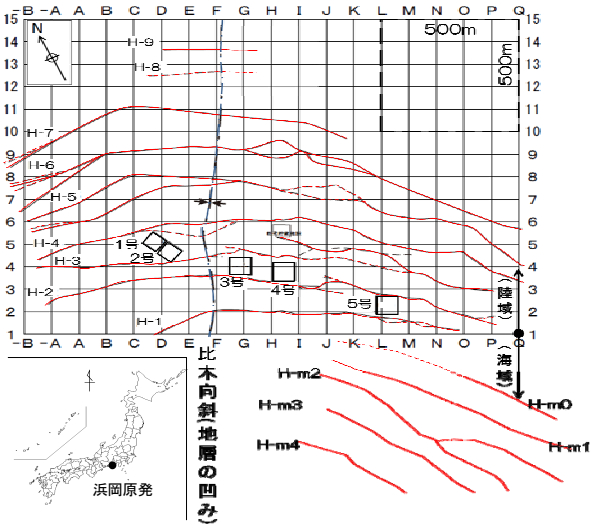


図 1　浜岡原発と H 断層系[1)] に加筆

H 断層系の形成時期など：形成時期は 300 万年前とし，規模について纏めた資料はない．形成要因は当初塑性変形か海底地すべり[注2)]としていたが，現在は後方回転を伴う地すべりとしている．

２　H 断層系の形成時期は 8 万年前

中部電力のロジック：中部電力は以下のロジックで後期更新世(12～13 万年前)以降に活動していないとした．すなわち H 断層系の一つである H-9 断層の上に載っている泥層は“12～13 万年前に堆積したとされる「古谷泥層」”に対比されるものであり，その泥層に H-9 断層は変位を与えていないから H-9 断層そして H 断層系は「将来活動する可能性のある断層等」に該当しない（図 2）．

図 2　泥層に変位を与えていない H-9 断層[2)]

古谷泥層堆積前の古地形と BF1 地点・BF4 地点の位置関係を図 3 に示す．中部電力は，古谷泥層の堆積当時の標高は BF1・BF4 地点共に 50 m 程度で同一の谷地形に面していたとし，両層を海進に伴って同時期に堆積した谷埋め堆積物と結論している．その後，牧ノ原礫層 (図 10 参照) の堆積時（後期）までは図 4 に見るように両地点の高度に大きな変化は無かったと思われる．

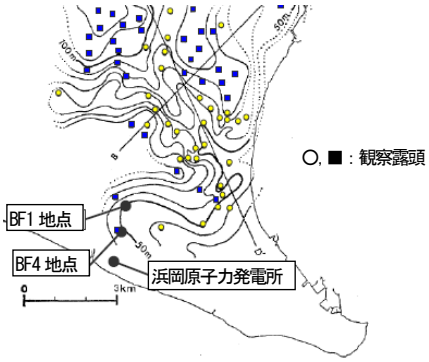


図 3 古谷泥層堆積前の古地形にみる BF1 地点と BF4 地点の位置関係[3)に加筆]

ロジックの破綻：現在の BF4 地点と BF1 地点の層相の対比を図 5 に示す．

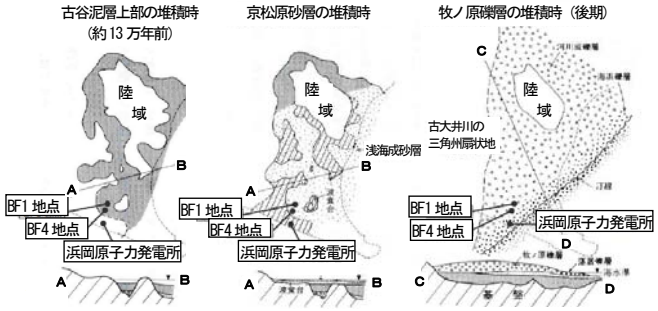


図 4　BF1 地点，BF4 地点の堆積環境の変遷[4)]

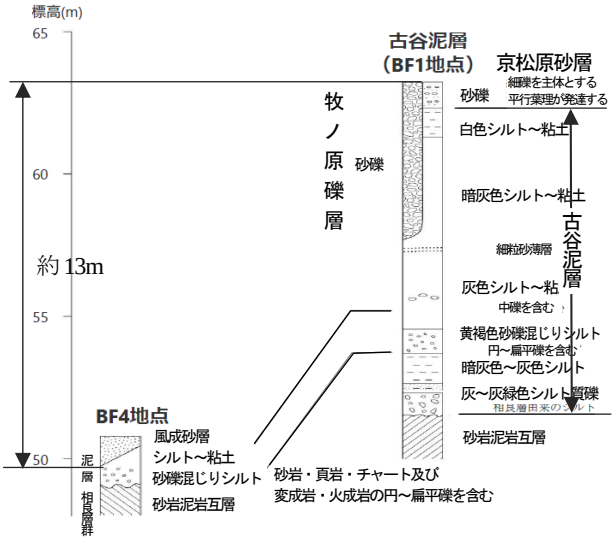


図 5　BF4 地点の泥層と BF1 地点の古谷泥層の柱状[5)に加筆]

BF1 地点と BF4 地点は牧ノ原礫層が堆積するまではほぼ同じ高度だったのに，現在の層厚や土質構成などは全く異なる．

①層厚：BF1 地点の古谷泥層は約 10.5 m，BF4 地点の泥層は 1～2 m と厚さが全く違う．

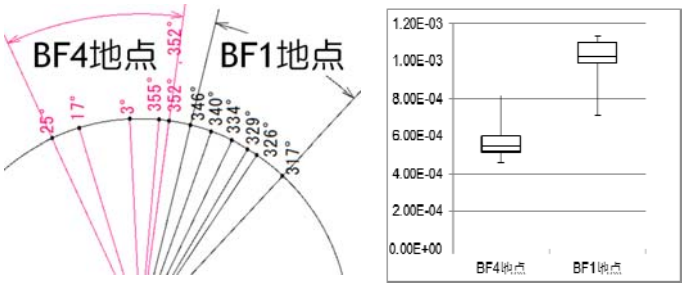
②層相：BF1 地点の古谷泥層は成層を成し上方細粒化の傾向を示しているが，BF4 地点ではそれらが明確には認められない．

③上載地層：BF1 地点の古谷泥層には京松原砂層や牧ノ原礫層が載っているが，BF4 地点ではそれらは無く陸化以降の風成砂が載っている．

④花粉分析：BF1 地点では，下部で寒冷気候を示すモミ，ツガ,トウヒ等が，上部で温暖気候を示すマツ等が検出され，古谷泥層の知見と一致したが，BF4 地点では BF1 地点の古谷泥層と対比できる花粉を採取できなかった[6)]。

⑤古地磁気分析：偏角や残留磁気強度が両地点で

異なる[7]（図6）.



(a) 偏角（°）　　(b) 残留磁気強度(A/m)

図 6 古地磁気分析結果[7]

これらの違いをどう解釈したら良いだろうか．筆者は古谷泥層・京松原砂層・牧ノ原礫層が堆積した後に地盤変動があり，BF4 地点の相良層上の堆積物は流され，その後に周辺の土砂が再堆積したと考える．そして，この地盤変動が H 断層系の形成原因である．以下に筆者の推論を述べる．

中部電力はH断層系の北側の範囲と相良層の北側傾斜の範囲[注3]を図 7 とした．H 断層系が図 8 に示す後方回転を伴ってブロック状に滑動して形成されたとすると，相良層の北側傾斜や H 断層系の北限を説明でき，更に図 9 に示すように実際の地質断面図とも整合する．

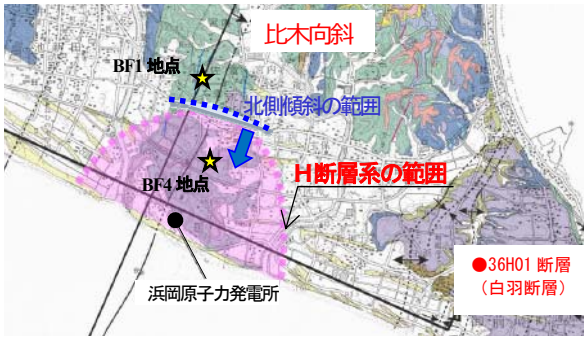


図 7 H 断層系の北側範囲と相良層の北側傾斜の範囲[8]に加筆

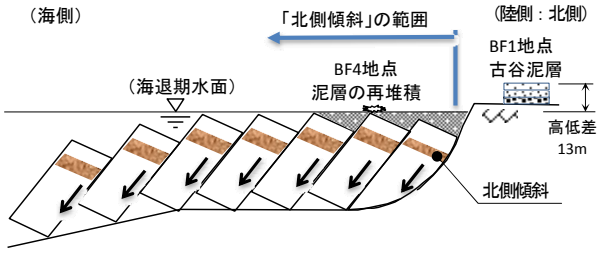


図 8　H 断層系の形成イメージと BF1・BF4 の関係

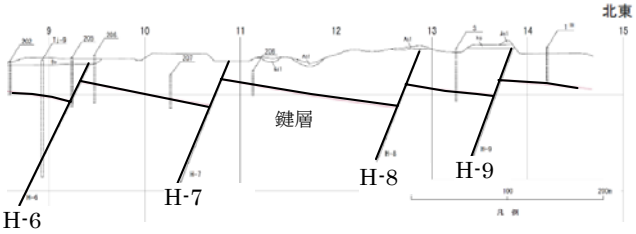


図 9 後方回転を伴う H 断層系の断面図[9]に加筆

以上の推論からすれば BF1 地点の古谷泥層と BF4 地点の泥層の堆積は同時期ではない．それ故，BF 1 地点の古谷泥層の堆積年代から H 断層系の活動年代を推定するロジックは成り立たない．

H 断層系の形成時期：BF4 地点の東側に H-9 断層が変位を与えていないと中部電力が主張する“T-11 地点 笠名礫層相当層”がある[注4]．H-9 断層上にあるのでこれも H 断層系の形成時に再堆積したと考えるのが自然である．図 10 より笠名段丘堆積物が堆積したのは 8 万年前なので H 断層系の形成はそれ以降となる．また 12 万年前と 8 万年前の海水準[注6]には約 13 m（図 10）の高度差があり，現在の BF1 地点の牧ノ原礫層と BF4 地点の泥層の高低差 13 m（図 5）は良く対応しているので，これが H 断層系形成時の地盤変動量と考える．

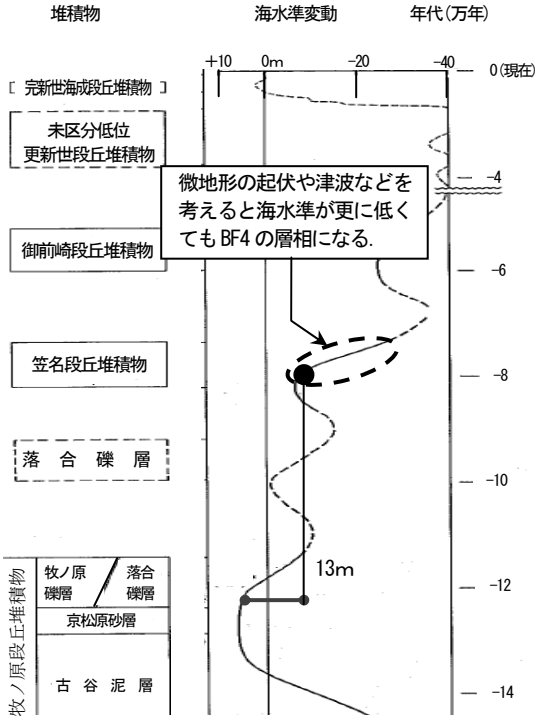


図 10「御前崎」地域の堆積物と海水準変動[10]に加筆

３　H 断層系の形成と 5 号機の異常な地震動の増幅は低速度帯[注5] という同じルーツを持つ

低速度帯：中部電力は 2019 年 1 月現在，5 号機の新規制基準適合性審査の申請をしていない．この申請遅延は異常である．2009 年の駿河湾地震で観測された加速度が予想外に大きかったことが最大の理由であるが，その原因は敷地直下の低速度帯とされている．そして，この低速度帯は H 断層系（陸域:H-1～H-9 断層，海域:H-m0～H-m4 断層）の分布と良く一致している（図 11）．

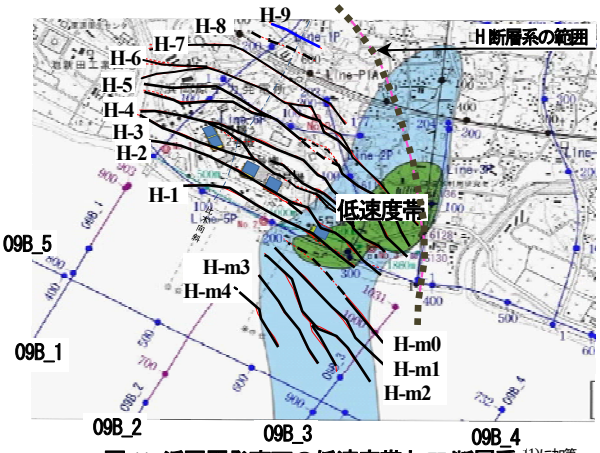


図 11　浜岡原発直下の低速度帯と H 断層系[11)に加筆]

海域の音波検査結果を図 12 に示す．中部電力が H 断層系に関連すると説明する「反射面の乱れ領域」は，09B-5 測線ではお椀状に分布し，09B-3 測線では沖合 1～3 km まで広がっている．

そして「反射面の乱れ領域」すなわち H 断層系には低速度帯（推定）と重なる領域がある．

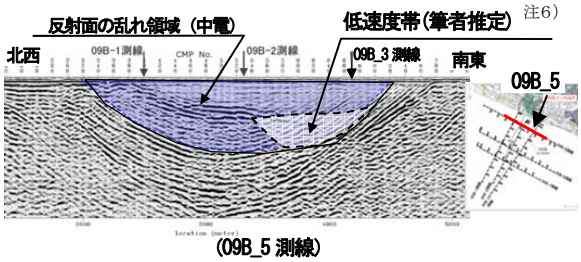


図 12(1)　音波探査による地下構造(北西-南東方向)[12)に加筆]

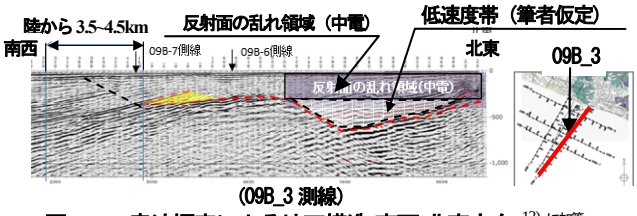


図 12(2)　音波探査による地下構造(南西-北東方向)[13) に加筆]

低速度帯の強度低下による H 断層系の形成（仮説）：巨大地震時にお椀状の低速度帯に入射した地震波は重なり合って増幅し，大きなせん断ひずみや過剰間隙水圧の上昇などにより強度を減じた．すると強度を減じた低速度帯に向かって陸側の相良層が後方回転を伴ってブロック状に滑動し，H 断層系が形成された．海側の相良層はその衝撃で相良層を隆起させながら移動した（図 13）．

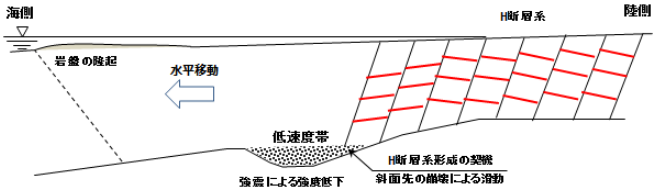
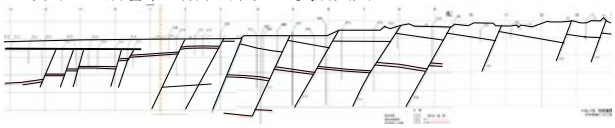


図 13　低速度帯を原因とした H 断層系の形成と相良層の滑動による地盤隆起の仮説

※下図は H 断層系の南北方向の地質断面図である．



沖合の一部地盤の隆起：図 14 は遠州灘海域の等高線である．図 14 ①に示す天竜川の河口付近の等高線は陸側に向かって低くなっており谷であることが分かる．深さ 150 m 前後で始まるこの谷は天竜海底谷[注7] といわれている．図 14 ③に示す新野川の延長上にある海底谷も深さ 150 m 前後で始まっている．これらは河川浸食により形成されたと考えられる．一方，浜岡原発の前面海域の等高線を見ると深さ－10～－30 m 付近で沖に向かって凸（地盤が隆起）になっている．隆起の範囲は陸から沖合 4 km 程度までと限定されることから，褶曲運動による構造的な力ではなく相良層上部に生じた局所的な力である可能性が高い．

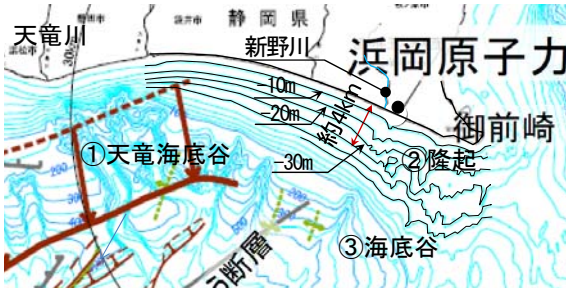


図 14　遠州灘海域の等高線[14)に加筆]

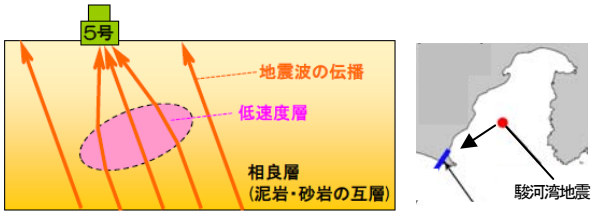
低速度帯を原因としたH断層系の再活動：中部電力は相良層の堆積年代を 10Ma～4Ma 前（Ma: 百万年）[注8)] としており，それに比べればH断層系の形成時期8万年は最近である．一度滑った面の岩盤強度は滑る前よりも弱くなるので，駿河・南海トラフ沿いの巨大地震がこの低速度帯を襲えばH断層系が再活動する可能性がある．

低速度帯を原因とした全号機の異常な地震動増幅：2009年の駿河湾地震では5号機の最大水平加速度が426ガルと1～4号機の2.6～3.9倍にもなった（表1）．この5号機の地震動の異常増幅を引き起こしたメカニズムとして図 15 に示す低速度帯によるレンズ効果が指摘されている．

図16に低速度帯の分布を示す．5号機の北方から南東の沖合まで広く分布している．このため駿河湾方向の地震だけではなく東南方向の地震（御前崎開脚西部地震など）により 1～5 号機全てで地震動が異常増幅する可能性がある．

表1　2009年駿河湾地震時の1～5号機加速度記録[15)]

号機	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機
運転状況	停止中（運転終了）		停止中（定期検査中）	調整運転中 ↓ 自動停止	営業運転中 ↓ 自動停止
観測した加速度※（水平方向）	109ガル		147ガル	163ガル	426ガル
地震動における自動停止設定値（地下2階水平方	——		120ガル		



＜現時点における5号機増幅のメカニズムの推定＞

図15　低速度帯のレンズ効果による地震動の異常増幅[16)]

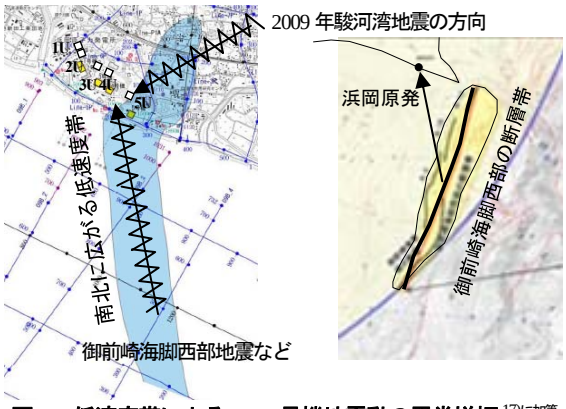


図16　低速度帯による1～5号機地震動の異常増幅[17)に加筆]

浜岡原発5号機の異常な地震動の増幅は再稼働に対する警鐘

低速度帯は補強できず地盤や地質、その不均質さ、褶曲構造などを正確に知ることは不可能である．巨大地震が及ぼす影響は起こってみないと分からない．2009年駿河湾地震による5号機の異常な地震動の増幅は，H断層系の再活動を含め浜岡原発を再稼働させることに対する警鐘である．

おわりに

本稿は原子力規制員会のホームページで公開されている資料を基に，推定を含めて作成した．資料やデータのアクセスに限界があるので仮定の部分が多いが，新たな知見により議論が深まることを期待したい．またH断層系に関する原子力規制委員会の審査会合では“概ね同様”などといった主観的な表現で結論を急ぐ資料が多いが，客観的な判断基準により審査が行われることを望む．

注および引用文献

注1）36H01断層について

36H01断層と原発の位置関係は図-7のとおりであり．両者の距離は3.5kmである．従来中部電力は，H断層系と36H01断層の形態・性状が同様とし，36H01 断層が御前崎礫層を切っていないのでH断層系は少なくとも6万年以上は活動していないという「証拠」に使ってきた．36H01 断層はH断層系の活動年代を証明する重要指標であった．ところが，2017/2/17の審査会合で36H01断層をH断層系の活動性評価の対象外とした．あまりに無責任である．筆者は自著で36H01断層がH断層とは無関係であることを主張した[18)]．

注2）H断層系の2つの形成要因について

中部電力は，事実から H 断層系の形成要因を解明するというよりも，相良層が未固結・半固結の時に H 断層系ができたという結論あるいは H 断層系は活断層ではないという結論から出発している．相良層が堆積後，**深い場所**に埋没したために高い圧力下で粘土のように変形した（**塑性変形**）という主張と，その逆の相良層が堆積中,又は堆積後の陸化する以前の**浅い場所**で**海底地すべり**したという主張を十分な根拠もなく設置許可申請書などで展開した．現在は，後方回転を伴う地すべりという趣旨の説明に変わっている[19)]．

注3）H断層系の北側境界と相良層の北側傾斜の範囲について

陸域のH断層系は9本まで確認されており，第443回審査会合（2017/2/17）でH断層系の北限が示された．

浜岡原発周辺の相良層は平担か南側傾斜する傾向にあるが，原発敷地周辺では北側傾斜でありその範囲が不明だった．同じ第443回審査会合で相良層の北側傾斜の北限が示された．

注４） T-11 地点の笠名礫層相当層について

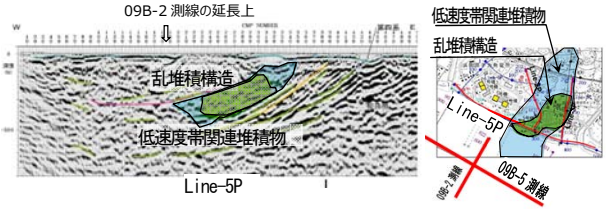
T-11 地点はBF4 地点の東側のＨ断層上にある．中部電力はＨ断層系が８万年以降活動していないことの証拠として H-9 断層が笠名礫層相当層に変位を与えていないと主張している．しかし，笠名礫層相当層の厚さは10cm 程度（第 443 回審査会合資料 2-1（2/3），2017/2/17, p 161）で，笠名礫層との対比は風化被膜の厚さだけである．同資料は「矛盾しない結果」（p 238）としか述べていない．

注５）低速度帯について

中部電力は「陸源（四万十帯）の破砕物が，古大井川を介し，半遠洋性・タービダイト性の砂泥互層堆積物として海底（堆積盆）に堆積」したのを相良層の成因としている[20]．筆者は，低速度帯の成因を古大井川から太平洋に向かって運ばれた低せん断波速度の四万十帯の破砕物が堆積したか，ゆるく堆積した結果と考える．従って，2009 年の駿河湾地震で５号機の地震動を異常増幅させた堆積物と同じ種類であり，同じ地震伝播特性を持つと考える．中部電力資料には低速度帯の南限は示されていない．なお，本稿では中部電力が低速度関連堆積物と呼ぶ領域も低速度帯に含めている．

注６）低速度帯（筆者推定）について

下図[21]は反射法地震探査結果などを踏まえた Line-5P の低速度帯である．測線 09B-5 と Line-5P はほぼ平行であり，相良層が海側に向かって下方に傾斜をしていることから Line-5P の低速度帯の延長として図 12 に示す低速度帯を推定した．

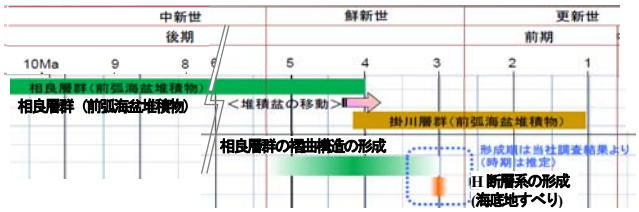


注７）天竜川沖海底谷について

静岡県の南西の沖合，遠州灘を南へ延びる海底谷。天竜川の河口付近を中心に 6 本の海底谷が深さ 160 m 前後で始まり，これらが水深 1300m 付近で合流する。下流では谷の幅は 0.2～4.2 km，谷の深さは 200～500 m。谷は深さ 3800 m の深海平坦面 (南海トラフ) で終わる。（ブリタニカ国際大百科事典 小項目事典/より）

注８）相良層の堆積年代について

中部電力は相良層の堆積年代とＨ断層系の形成時期を，下図のように 10Ma～4Ma と 3Ma 前後と説明している[22] に加筆.



引用文献

1) 中部電力：「敷地にみられる地質構造（水平断面）」（第 316 回審査会合資料２ 2016/1/8）p30，及び「ボーリング調査結果と海底地形調査結果との対応について」（第 608 回審査会合 資料 1-1-1 2018/8/4 ）p91

2) 中部電力：「BF4’トレンチ追加掘削状況写真（速報）」（第 482 回審査会合 資料 2-2 2017/6/30） p4

3) 中部電力：「BF4 地点周辺の古谷泥層堆積前の古地形（池谷・堀江（1982）による）」（第 563 回審査会合 資料Ⅲ 2018/4/6）p63

4) 中部電力：「BF4 地点周辺の古谷礫層の堆積環境の変遷（杉山ほか（1988）による）」（第 563 回審査会合 資料Ⅲ 2018/4/6）p64

5) 中部電力：「BF4 地点の泥層と BF1 地点の古谷泥層の層相の対比」（第 563 回審査会合 資料Ⅲ 2018/4/6）p80

6) 中部電力：「花粉分析結果（BF1 地点）」（第 563 回審査会合 資料Ⅲ 2018/4/6）p88

7) 中部電力：「古地磁気の対比」（第 563 回審査会合 資料Ⅲ 2018/4/6）p86

8) 中部電力：「①地表地質調査による層理面の変化について」（第 443 回審査会合 資料 2-1(2/3) 2017/2/17）p188，及び「各調査結果による H 断層系の分布範囲の検討（敷地付近）」（第 443 回審査会合 資料 2-1(2/3) 2017/2/17）p202

9) 中部電力：「敷地北方の地形区分図」（第 482 回審査会合 資料 2-2 2017/6/30）p8

10) 中部電力：「古谷泥層についての既往文献（堆積年代）」（第 563 回審査会合 資料Ⅲ 2018/4/6）p51

11) 中部電力：「乱堆積構造の分布域の推定」（合同 WG WG47-2 2010/4/27）p47

12) 中部電力：「海上音波探査による地下構造調査結果（09B-5 測線）」（第 608 回審査会合 資料 1-1-1 2018/8/4）p97

13) 中部電力：「海上音波探査による地下構造調査結果（09B-3 測線）」（第 608 回審査会合 資料 1-1-1 2018/8/4）p96

14) 中部電力：「遠州灘海域の海底地形及び文献断層」（第 120 回審査会合 資料 1-2 2014/6/20）p20

15) 中部電力：「駿河湾の地震に対する浜岡原子力発電所における地震観測データの分析について」（合同 WG34 WG34-2 2009/8/27）p4

16）中部電力：「課題点および今後の対応方針(5)」（合同 WG55 WG55-5 2010//11/10） p 34

17) 中部電力：「低速度関連堆積物の分布域の推定」（合同 WG WG47-2 2010/4/27）p39

18) 越路南行：「浜岡原子力発電所の地盤の安全性を検証する」（本の泉社 2014/3）pp.36-37.

19) 中部電力：「H 断層系の活動性評価のうち分布・性状等のまとめ」（第 608 回審査会合 資料 1-1-1 2018/8/4）p158

20) 中部電力：「①相良層群相良層の堆積」（第 443 回審査会合 資料 2-1（2/3） 2017/2/17）p211

21) 中部電力：「既往報告における乱堆積構造の分布」（合同 WG WG48-3 2010/6/16）p11

22) 中部電力：「敷地周辺のテクトニクス，地質・地質構造の発達史年表（推定）」（第 443 回審査会合 資料 2-1(2/3) 2017/2/17）p210

※審査会合は，原子力規制庁による原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合であり，合同 WG は，原子力安全・保安院時代のワーキンググループ名である．

（越路 南行：東京支部，土木）

「浜岡原子力発電所は巨大地震に耐えうるか—敷地地盤（H 断層系）の安定性と 1～ 5 号機の異常な地震動増幅に関する試論（補助資料）」

越路南行

１．浜岡原発３，４号機に関する審査の状況

（1）審査会合について

中部電力は，浜岡原発 3,4 号機を対象に新規制基準に係る適合性の審査を国に申請しており、原子力規制委員会が審査を行っている．原則として、審査会合の議論や資料は全て公開し、インターネット中継を行う等、審査の過程については透明性を確保するとしている．

審査会合での審査で、新規制基準に適合していることが確認できれば、施設の設置許可等を出すとしている．

（2）審査状況

表 1 に原子力規制庁が 2018/10/24 日に公表した地震・津波に関する審査の主な項目と状況を，表 2 に主な課題を示す．表 1 最右列の空欄は審査に入っていないと判断される．なお,「震源を特定して策定する地震動」のうち「内陸地殻内地震の地震動」に関しては 2019/1/18 の審査会合で概ね妥当との評価を受けた．表 2 は浜岡原発の審査の現状と課題である．4 号機は 2014 年 2 月 14 日に設置許可申請が為され，2016 年 1 月 16 日に更新された．申請後 5 年が経過するが，H 断層系が現在の課題であり，備考欄に“H断層系の分布に係る追加調査結果の整理・分析が進んでいない。また、H断層系における代表性の説明について十分な検討がなされていない。” と指摘するように，原子力規制庁は中部電力の姿勢に苛立ちを隠していない．

表 1　新規制基準おける地震・津波についての主な審査状況 [1)]

			BWR 浜岡4	BWR 浜岡3
地震・津波	地質	・敷地の地質・地質構造	審議中（敷地内破砕帯の活動性評価）	
		・敷地周辺の地質・地質構造	おおむね審議済	
	地震動	・地下構造	おおむね審議済	
		・震源を特定して策定する地震動	審議中（内陸地殻内地震の評価） ⇨ 2019/1/18概ね妥当	
		・震源を特定せず策定する地震動		
		・基準地震動		
	津波	・地震による津波	審議中（プレート間地震による津波評価）	
		・地震以外による津波	審議中	
		・基準津波		
	地盤・斜面の安定性			
	火山事象			

適合性審査における主な課題と考え方　　別紙5

【本体施設】

	主な課題	審査の現状及び課題	備　考
浜岡３号	プラント側の審査では、概要を聴取し、主要な論点を通知済	平成２７年６月、事業者より浜岡４号の設置許可申請を優先して審査して欲しい旨の表明があった。 それを踏まえ、規制庁は、浜岡４号の審査を優先している。	
浜岡４号	重要施設直下の破砕帯の活動性評価	評価対象断層の選定について、追加調査結果を反映させたH断層系の分布の根拠としたデータの整理・分析、それを踏まえたH断層系の形成要因の考え方に関する説明を求めている。 H断層系において代表性があるとして選定されているH－９断層の活動性評価について、上載地層の認定根拠に関し、詳細な説明を求めている。	H断層系の分布に係る追加調査結果の整理・分析が進んでいない。 また、H断層系における代表性の説明について十分な検討がなされていない。
	プレート間地震による津波の評価	ライズタイム等のパラメータの設定の考え方や根拠に関し、詳細な説明を求めている。	

２．石渡委員の指摘

２．１　H 断層系の形成時期―帯磁率に関して－

（1）石渡委員の指摘

図 1 は第 608 回(2018/8/3)の審査会合資料からの引用であり，表 1 はその時の石渡委員の帯磁率に関するコメントである．石渡委員は，岩盤が未固結～半固結の時に破砕されたら健岩部と断層部の帯磁率は同程度の範囲に分布する，しかし，健岩部の帯磁率が断層部のそれよりも高いことからすると，相良層が固結した後に H 断層系が活動したのではないかと指摘した．指摘に従えば，中部電力が主張してきた H 断層系の活動年代が客観的なデータにより崩れたことになる．

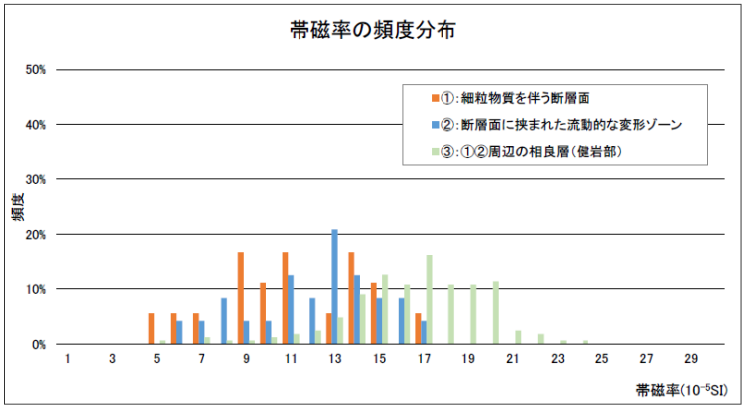


図 1　H 断層系周辺の帯磁率（第 608 回審査会合より）[2)]

表 1　帯磁率に関する石渡委員のコメント [3)]

断層の中と外で帯磁率がどうなっているかというのを調べた図があるんですね．これを見ると，明らかに外側の薄い緑色で示している，この外側のほうが帯磁率は高くて，断層の中のほうが低いように見えるんですよね．ところが，この H 系の断層というのは，御社の解釈では，これはまだ堆積物があまり固結していないような，未固結，あるいは半固結のような状態で動いたというような解釈ですよね．そうすると，これは大体この磁力を担っているは磁鉄鉱ですから，磁鉄鉱は，多分そういう条件では全然破砕されて小さくなるとか，そういうことはないと思うんですよね．そうすると，（中略）同じになるべきだというふうに私は思うんですけどね．

（2）中部電力の反証

石渡委員の指摘に対し，中部電力は 2018 年 11 月 26 日の審査会合で『H-3 断層付近にあるアクセス道路法面で採取した健岩部の帯磁率は，データ数が多く，値も高い傾向を示すことから，これらのデータを除外して評価した（筆者注：除外したデータは図 2(1)の右側 2 列）．その結果，健岩部と断層部とで帯磁率に違いは見られなかった.』と反証した（図 3）.

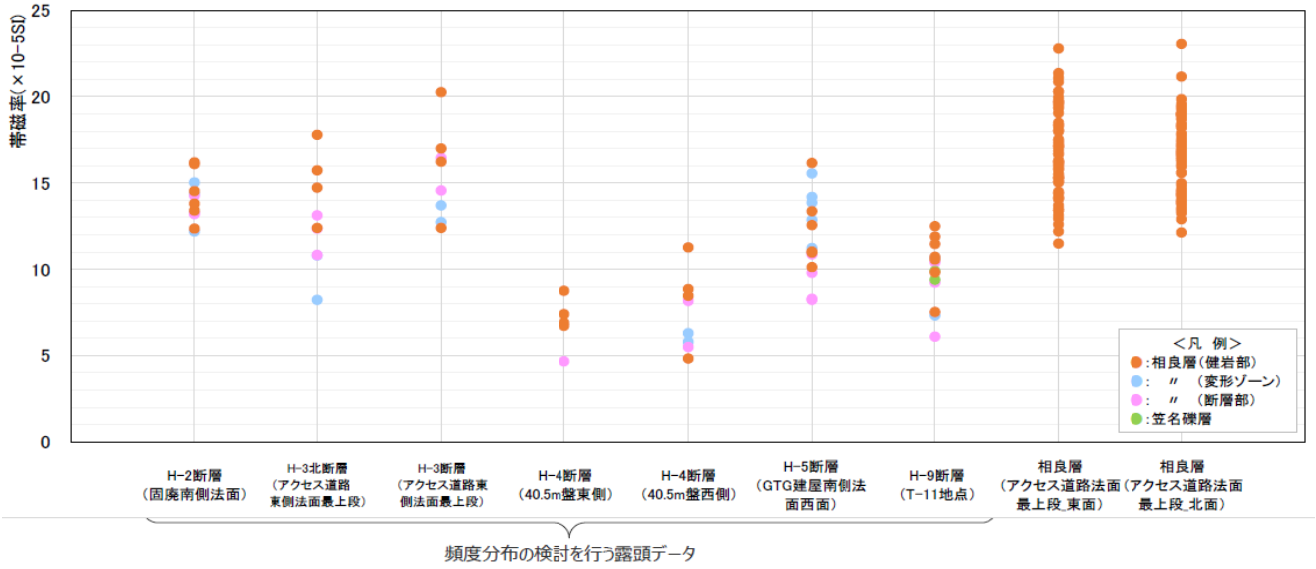


図 2(1)　各露頭の帯磁率の測定結果 [4)]

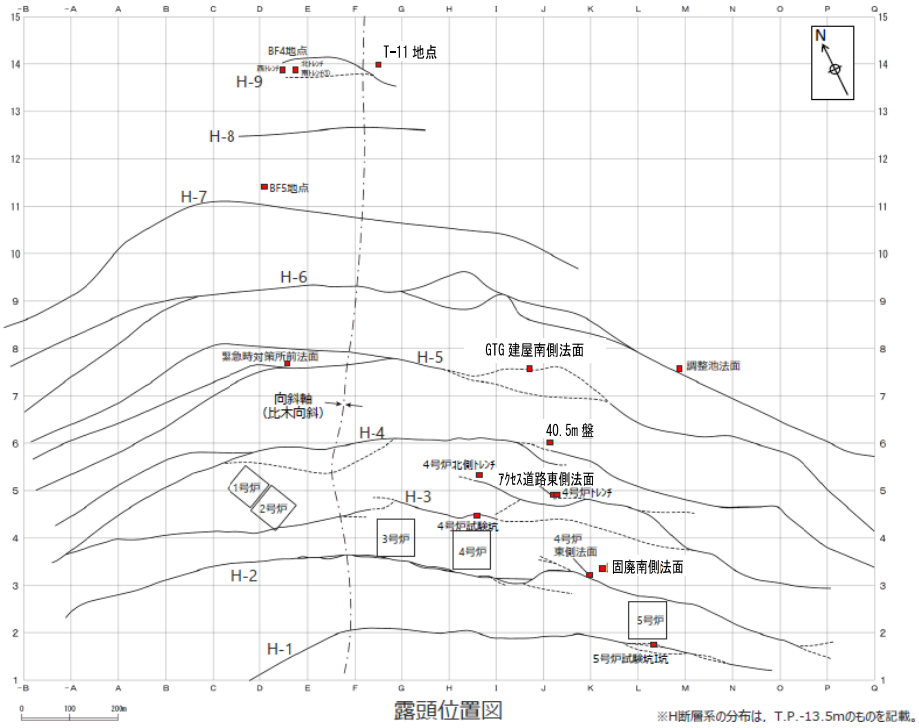


図 2(2)　各露頭の帯磁率測定位置 [5)]

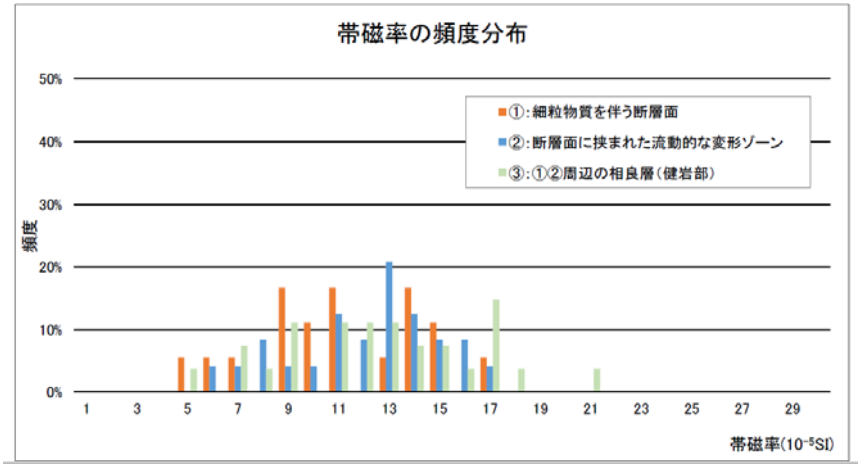


図 3　帯磁率の頻度分布 [4] ー相良層健岩部(アクセス道路法面)のデータを除外—

(3) 中部電力の反証に対する筆者の感想

中部電力が反証の根拠としている帯磁率データの処理方法は，以下の点で納得できるものではない．

① 感想その 1

中部電力は，アクセス道路法面でのデータ数が多く値も高い傾向を示すことから除外したと説明している．余りにあからさまな表現なので唖然とするが，それではデータ数が少なく値が低い傾向を示していたら除外しなかったのか．まずデータを評価する際の客観的な評価判断基準を示す必要があろう．そのような判断基準を示さず自分に都合の良いデータだけを用いて図示しても反証にならない．

② 感想その 2

H-2～H-5 断層，H-9 断層及びその周辺の健岩部の帯磁率データを重ねて作図しているが，重ねることができる根拠が示されていない（図 1 についても同じ指摘ができるが…）．例えば，これらの断層の母岩である相良層の種類や帯磁率に影響を与える鉱物の種類・量などが異っていれば帯磁率に違いがでるのは明らかである．また断層形成時の力の受け方などによっても帯磁率は異なると考えられる．

(4) 筆者の見解

筆者は，それぞれの断層及びその周辺の健岩部毎に帯磁率の比較を行うべきと考える．こうすれば比較するデータは同一の相良層の可能性が高くなり，より小さい誤差で両者を比較できる．図 2 の露頭データから読み取った帯磁率を図 4，表 2 に示す（これらの数値は読み取り値でありその誤差や錯誤はご容赦頂きたい．あくまで傾向を掴むためのものである）．

読み取り結果であることやデータ数が少ないことなど精度に欠けるが，全ての断層で健岩部の方が断層部より帯磁率が大きい．すなわち相良層が固結してから H 断層系が活動したという石渡委員の指摘がそのまま当てはまる．

一次データを持っている中部電力には是非とも確認して頂きたい．

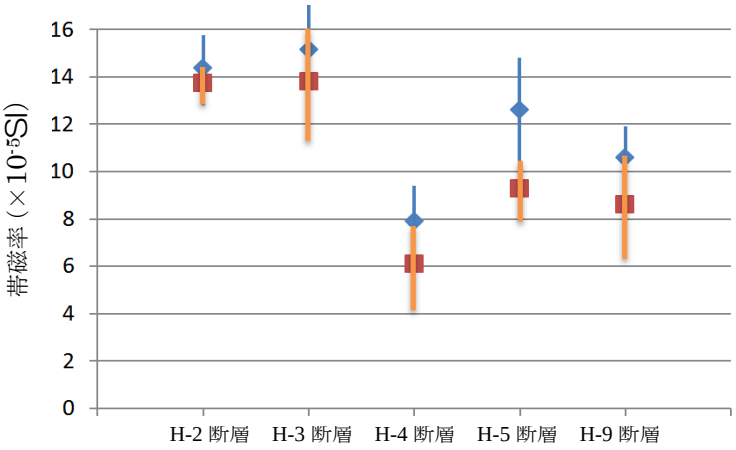


図 4　断層部及び周辺健岩部の帯磁率の分布

表 2　断層及び周辺健岩部の帯磁率（図 2 よりの読み取り値）

サイト	H-2 断層		H-3 断層		H-4 断層		H-5 断層		H-9 断層	
	健岩部	断層部	健岩部	断層部	健岩部	断層部	健岩部	断層部	健岩部	断層部
帯磁率 ($\times 10^{-5}$SI)	16.2	14.3	17.8	13.1	8.8	4.7	16.1	10.8	12.5	10.3
	16.0	13.2	15.7	10.8	7.4	8.2	13.4	9.8	11.8	9.4
	14.4		14.7	16.5	6.9	5.5	12.6	8.3	11.4	6.1
	13.8		12.4	14.6	6.8		10.9	8.2	10.8	
	13.4		16.9		11.2		10.1		10.6	
	12.4		16.2		8.9				9.8	
			12.4		8.5				7.5	
					4.9					
平均値	14.4	13.8	15.2	13.8	7.9	6.1	12.6	9.3	10.6	8.6
標準偏差	1.5	0.8	2.1	2.4	1.9	1.8	2.3	1.3	1.6	2.2

２．２　前面砂丘の地震時安定性に関して

2018/12/14 の 662 回審査は中部電力と中国電力を対象に行われた．中部電力の審査会合の議題は，「浜岡原子力発電所の津波影響評価について」（基準津波の策定のうちプレート間地震の津波評価について）であった．審査終盤に石渡委員から，防波壁の前面砂丘が津波で失われる可能性についての質問が出された．中部電力の担当者は，防波壁で波が止まるので津波で砂丘が失われることはない，あるいは砂が締まっているのでそのような心配はない旨を回答した．これに対し，石渡委員は津波の襲来方向は防波壁に直角よりも斜めの可能性が高いなどと再質問した．これらの質疑は今後の審査会合で継続されると考えられる．

石渡委員の質問は非常に重要なものであるが，一方で，津波が議題とはいえ液状化に言及しなかったことに筆者は違和感を持つ．原子力規制庁の発足以前の組織である原子力安全・保安院時代の耐震バックチェックや 3.11 後の防波壁の設計では，砂丘の健全性に関して斜面すべりの安定性の検討（注１）だけが行われ，液状化にまったく言及しなかった．しかし液状化は砂丘の健全性の検討では真っ先に取り上げるべき重要項目である．中部電力は一貫して液状化検討を避けてきた．

（注１）すべり安定の検討も解析手法，地盤の評価，地下水位など問題が多い．

設置許可基準規則の抜粋を表 3 に示すが，そこでは“耐震重要施設は，変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない”と述べ，“「変形」とは，･･･

液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状”と解釈されている．防波壁は耐震重要施設であり，砂丘が液状化や側方流動で変状した後に津波が襲来すれば，防波壁は無防備のまま津波を受けることになりかねない．泊原発（北海道電力），女川原発（東北電力），柏崎刈羽原発（東京電力），東海第二原発（日本原子力発電）では防潮堤周辺の液状化などに関する審議が行われており，石渡委員も例えば中越地震時の液状化について発言している[6)]．

津波に対する防波壁の健全性や地盤の健全性の審査は 2019 年から本格化すると見られるが，審査会合で敷地地盤や盛土部を含む前面砂丘の液状化に踏み込めるかどうかは，原子力規制庁が原子力村の村民のままかどうかを判断する重要なメルクマールである[(注 2)]

表 3　「設置許可基準規則」[7)]の抜粋

設置許可基準規則 第三条（設計基準対象施設の地盤） ２　耐震重要施設は，変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない． 設置許可基準規則解釈 （別記１） 第３条（設計基準対象施設の地盤） ２　第３条第２項に規定する「変形」とは，地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下，液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう．

（注 2）1981 年，当時日本共産党の書記局長だった不破哲三氏が国会で東海地震時に液状化をする危険性を指摘した．1，2 号機原子炉機器冷却海水系（RCWS）配管が砂地盤上に作られており，巨大地震により砂地盤は液状化し，不同沈下や変形することにより RCWS 配管は破断し，機器冷却機能が喪失し最悪の場合には冷却材喪失事故タイプの苛酷事故に至る危険があるというものだった．原子力安全委員会は中部電力から資料・データを取り寄せて独自に検討し，液状化が「発生する可能性がある範囲は一部であり，これによる原子炉等施設への影響はないものと判断する」との「安全」判断を示した．それ以来，中部電力は敷地地盤や前面砂丘に対する液状化検討を避け続け，国の審査では液状化の専門家がいても言及しない状況が続いてきた．

３．原子力規制庁が示した敷地内地盤の安全性の判断基準

654 回審査会合(2018/11/26)において原子力規制庁の調整官から H 断層系の審査に関し非常に重要な発言があった[8)]．『大きく分けて三つの論点になると思いますけども，そこをきちんとデータをそろえて客観的に説明できるのか，どうなのかということについて，きちんと整理をしていただきたい．そこが整理できなければ，我々も「うん」とは言えません』というのである．三つの論点とは要約すれば以下の 3 点である（表 4）．第 1 の論点は，敷地内には逆断層の断層もあるが活断層の評価として正断層である H 断層系を対象として良いか．第 2 の論点は，H 断層系の断層が別々に動いたら H-9 断層の活動時期から原子炉建屋周辺の断層（例えば H-3,H-4 断層）の活動時期を結論することはできない．H 断層系の全ての断層が同時に活動したことを証明できるのか．第 3 の論点は，H 断層系の北方にある BF1 地点の古谷泥層の形成時期と，H-9 断層の上に載っている BF4 地点の泥層の形成時期が同じと言えるのかである．『日本の科学者』に投稿した筆者の小論は第 3 の論点に関したものである．1 章で述べた原子力規制庁による「審査の状況」の公表は 10 月 24 日付であり，11 月 26 日の 3 つの論点の表明は原子力規制庁による中部電力への明確な意思表示である．

これらが客観的に説明できなければ，　H 断層系が 12～13 万年以降は活動していないことに原

子力規制庁は「うん」と言わないと明言した．すなわち正断層や逆断層を問わず H 断層系が活断層ならば，浜岡原発３，４号機は新規制基準に対する適合性確認審査をパスできない．

表 4　原子力規制庁が示した敷地内破砕帯の活動性評価の 3 つの論点

第１の論点…浜岡原発敷地内を走る断層は H 断層系で代表できるのか（逆断層との切り切られの関係）
第２の論点…複数の断層から成る H 断層系が，同時に形成されたことの客観的データはあるのか
第３の論点…H-9 断層に上載する泥層と BF-1 地点の古谷泥層の形成時期が同じと断定できる客観的証拠はあるのか（上載地層法の証明）．

おわりに

地震・津波に関する審査会合は非常に精力的に行われており，今後，敷地内地質（H 断層系）の活動性評価や，津波に対する安全性の評価項目の一つである敷地前面砂丘の健全性評価が予定されている．更に審査会合の評価項目に無いが『日本の科学者』の小論で述べた沖合に拡がる「低速度帯」が原発に与える影響も今後の検討項目であろう．

注および引用文献

1) 原子力規制庁 :「原子力発電所の新規制基準適合性審査の状況について」，第 37 回原子力規制委員会資料４，2018/10/24，p5,6

2）中部電力 :「各露頭における帯磁率・硬度の測定結果（その２）」，第 608 回審査会合 資料 1-1-1，2018/8/3，p122

3）原子力規制庁：第 608 回審査会合議事録，2018/8/3，p42

4）中部電力 :「各露頭における帯磁率の測定結果に対する考察」，第 654 回審査会合，資料 1-1(1)，2018/11/26，p126

5）中部電力 :「H 断層系の露頭観察地点」，第 654 回審査会合，資料 1-1(1)，2018/11/26，p122

6）原子力規制庁：第 433 回審査会合議事録，2017/1/24，例えば p62

7）正式名称は，「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」と「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原子力規制庁）．

8）原子力規制庁：第 654 回審査会合議事録，2018/11/26，p43

（越路　南行）