

#### 4 地震列島の原発

石橋克彦

原発の耐震安全性の建て前と現実

日本列島は地球の表面積のわずか〇・三%たらずだが(国土と領海のほかに排他的経済水域の一部を含む)、その範囲内で地球の全地震の約一割が発生する(図)。

この地震列島に、二〇一一年五月末現在、一七カ所の商業用原発があつて、五四基の発電用原子炉が稼働している(停止中のものを含む。巻頭分布図、巻末表参照)。アメリカ・フランスにつぐ原発大国であり、発電炉の数は全世界の約一三%にも達する(二〇年初頭現在)。さらに二カ所の原発が新設中で、それらの二基を含んで三基の原子炉が建設中である。ほかに、トラブル続きで危険な状態のまま止まっている高速増殖原型炉「もんじゅ」がある。

これらの原発が大地震で損傷して大規模な放射能災害が生ずるのではないかという懸念は、

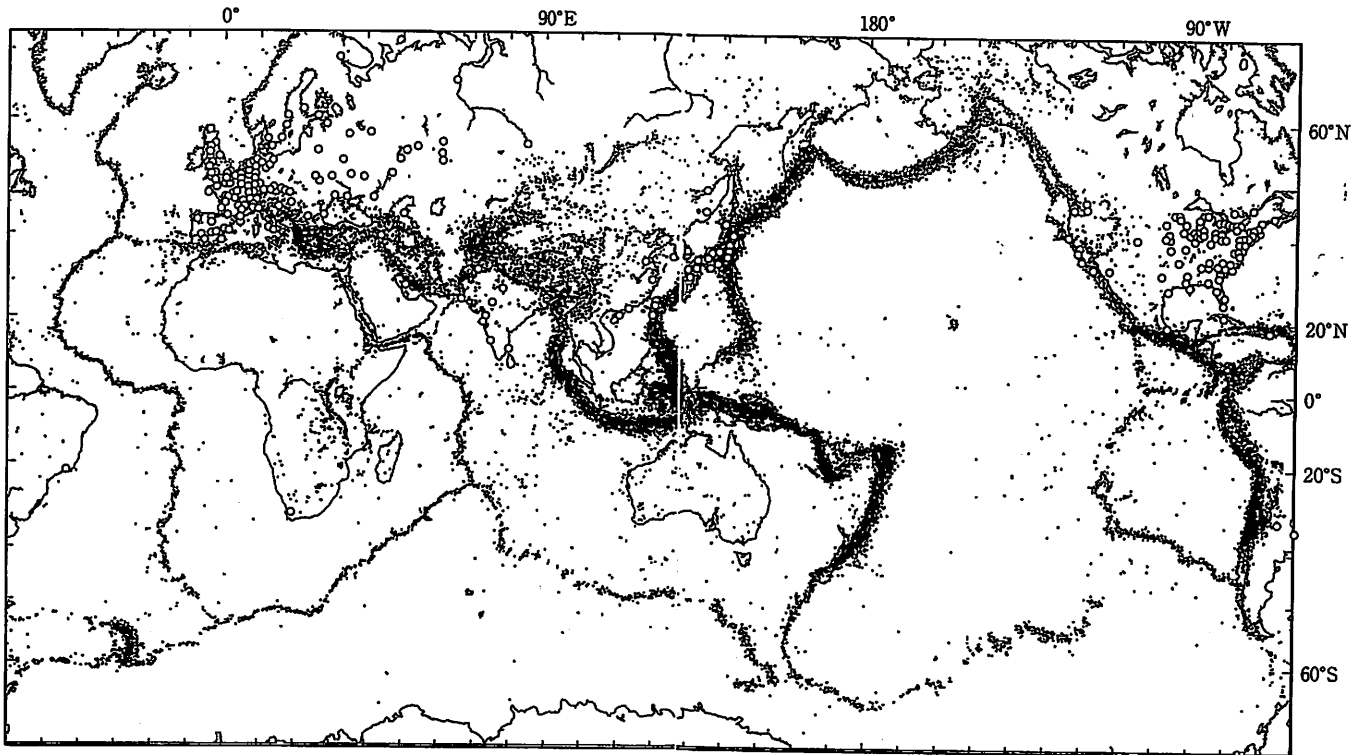


図 世界の地震と原発の分布. 黒点は、1990年1月1日から2011年4月30日までのマグニチュード4.0以上、深さ100 km以下の地震17万4581個の震央を米国地質調査所のPDEデータによってプロットしたもの(データ提供: USGS NEIC, 作図: 原田智也). 白丸は、2010年1月現在の世界の原発を示す(原子力資料情報室編『原子力市民年鑑2010』による)

少なからぬ地元住民や科学者によって一九七〇年代から示されていた。しかし、政府や電力会社は、耐震設計に万全を期しているから大丈夫だと言ってきた。

その根拠は、一九七八年に原子力委員会が策定し、八一年に原子力安全委員会(安全委)が一部改訂して決定した「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(旧指針、二〇〇一年に一部改訂)と、それを〇六年九月に大幅改訂したもの(新指針)である。これは、原発の新・増設の安全審査のさいに、耐震設計方針の妥当性を判断する基礎とされてきた。旧指針策定前に設置許可された商用炉が二五基あるが(運転終了した三基を除く)、阪神・淡路大震災後まもない一九五九年に、それらも旧指針に適合するとされた(巻末表参照)。

旧指針も新指針も基本的な考え方は同じで、きわめてまれであつても原発に大きな影響をあたえるおそれがある地震動(地震の揺れ)にたいしても、核分裂連鎖反応を「止める」、炉心の崩壊熱を「冷やす」、万一炉心から放射性物質が漏れても「閉じ込める」という三つの安全機能を保持できるように耐震設計することを求めている。

そのために、耐震設計の基準とする敷地の地震動として、旧指針では、設備・機器の重要度に応じて $S_1$ と $S_2$ の二種類( $S_2$ のほうが強い)を考慮することになっていた。新指針ではそれらが一本化されて $S_0$ となり、原発ごとに旧来よりも強い基準地震動が想定されるようになった(巻

末表参照)。 $S_0$ は、地下の地震を複数想定するなどして策定される。

地震動は原子炉建屋やタービン建屋を揺らす、これは建屋に力(地震力)が加わったとみなせる。また建屋の各階の床も揺れて、床の上にある機器・配管などにも地震力を加える。その結果、建屋や機器・配管などに余分な変形(歪み)や力(応力)が発生し、それが構造物の強度を超えると損傷につながる。原発の耐震設計は、基準地震動による地震力によつても安全機能が保持できるように、各部分と全体を設計することである。

新指針では、旧指針にはなかった周辺斜面の崩壊と津波についても、「地震随伴事象に対する考慮」として記された。その記述は簡単だが、個別審査で詳細に審議されるとされた。なお、この部分に、地震時地殻変動(地震による隆起・沈降・横ずれ)も明記されるべきだった。

新指針によつて安全審査がおこなわれたのは二基だけだが(巻末表の大間と東京電力東通)、旧指針のもとで設置された原発も新指針に照らした耐震安全性評価(耐震バックチェック)を実施するよう、原子力安全・保安院(保安院)が〇六年九月に電力各社に指示した。各社は、新たに活断層調査をおこなうなどして $S_0$ を決め直し、施設の耐震安全性・地盤の安定性・地震随伴事象を評価し、必要ならば耐震補強をして、報告書を提出しつづける。それらは、〇八年以降、保安院と安全委で審議されている。

原発推進側とマスメディアは、新指針と耐震バックチェックによって原発の耐震安全性が高まると説明してきた。しかし私は、改訂の委員として審議中から新指針の不十分さを指摘していた(改善されない)ので、最終案了承の直前に委員を辞任して途中退席した。要は、既存原発が不適格にならないように、 $S_0$ が過小評価できるような仕掛けになっているのである。

実際、巻末表を見れば、柏崎刈羽原発1～4号機の $S_0$ が二三〇〇ガル(ガルは加速度の単位)と突出して大きいのに、ほかの多くが六〇〇ガル以下なのを、読者は奇異に感じるだろう。じつは多くの原発で、地震・地質の専門家も荷担し、活断層を短く評価するなどして地震の規模(マグニチュード、 $M$ )を小さく抑え、それによる揺れ( $S_0$ )を低くしているのである。

#### 福島原発震災

二〇一一年三月十一日一四時四六分に発生した東北地方太平洋沖地震( $M$ 九.〇、以下では本震とよぶ)、これによる災害が東日本大震災によって、東京電力(東電)福島第一原発の1～4号機が国際評価尺度でレベル七(最高位)の深刻な事故をおこした。膨大な数の人々を苦しめているこの災害は、まさに私が一九九七年以来警告している「原発震災」(地震による原発の放射能災害と通常の震災とが複合・増幅し合う破局的災害)である。

運転中の1～3号機は自動的に緊急停止して「止める」機能は働いた。だから原発は地震動では無事だったのであり、事故がおこったのは「想定外」の大津波で非常用ディーゼル発電機が働かなくなり、全電源喪失に至ったためだとされている。

しかし、I-1章で述べられたように、本震の地震動によって1号機では配管破損などによる冷却材喪失事故が、2号機では圧力抑制室の破損による水素と放射性物質の漏出が発生した可能性が高い。つまり、地震動そのものによって「冷やす」「閉じ込める」機能を失うという重大事故がおきた疑いが強いのである。これは地震記録からもありそうなことである。

福島第一原発は、耐震バックチェックが〇九年に終わっており、最大加速度六〇〇ガルの $S_0$ にたいして「止める・冷やす・閉じ込める」機能が保持されることを保安院と安全委が認めていた。この基準地震動による原子炉建屋最地下階の揺れの最大値(最大応答加速度)は、二、三、五号機の東西方向でそれぞれ四三八、四四一、四五二ガルと計算されていた。

ところが本震による実際の揺れは、東電の発表によると、まず、敷地の南地点の深さ二〇〇メートル( $S_0$ と比べるべき深さ)で、東西方向の最大加速度が三五五ガルだった。 $S_0$ と比較するためには「はざとり波」というものを計算しなければならず、それをやると二倍くらいになる場合もあるので、六〇〇ガルを超える可能性がある。

また、二、三、五号機の原子炉建屋最地下階における実際の揺れの東西方向の最大加速度は、それぞれ五五〇、五〇七、五四八ガルで、最大応答加速度を一五〜二六%上回っていた。ほかの号機や南北方向のいくつかも最大応答加速度に近かった。以上の二点は、 $S_0$ の想定が過小で、新指針と耐震バックチェックと保安院・安全委の審査が不備だったことを意味する。

東日本大震災では全般に建物の震動被害が激しくなくて、本震の地震動は、建物を壊しにくい短周期(一秒間の振動回数が多い)が強かったと考えられている。しかし、原発の機器・配管類は一般に短周期に弱い。それとともに、地震動の継続時間が想定よりはるかに長かったことが、設備・機器の損傷をもたらしやすかったと思われる。基準地震動 $S_0$ の強い揺れの時間はせいぜい三〇秒程度だが、本震の強い揺れは一三〇秒くらい、とくに激しい部分だけでも約六〇秒もあった。これは、くり返し荷重として構造物に厳しく作用する。

事故の津波原因説に関連して一つの「神話」が作られた。それは、福島第一原発の耐震バックチェックを審議する〇九年の委員会(事務局は保安院)で、委員の一人が八六九年貞観地震の大津波を考慮するように強く求めたのに、東電がそれを無視して津波対策を先送りしたことが事故の大きな誘因になったというものである。しかし、これは事実と違ひ、地震・津波国の原発の安全性を考察するときに誤りをもたらす。

実際は、審議は $S_0$ 策定までの中間報告についてであり、最終報告に含まれるはずの津波は始めから対象外だった。委員も、 $S_0$ の策定にあたって貞観地震を考慮しないのはおかしいと指摘したにすぎない。もし津波そのものが非常に重要だと思つたならば、津波の検討と対策を急げと言うべきだったが、それはせず、東電の報告を認める事務局案を了承した。

これは委員を責めるのではなくて、この問題にこそ原発の地震・津波安全性の根幹、福島原発震災の教訓がある。つまり、委員も保安院も東電も、貞観地震津波の再来(に近いもの)がまさか二年以内におけるとは思わなかったのだらうということである。しかし、それはおこつた。私たちはこの事実を厳粛に受けとめ、「おこる可能性のあることは、すぐにもおこる」を肝に銘じ、予防原則に立って地震列島のほかの原発のことを考えなければいけない。

なお、福島第一原発の周辺では今後何年も、M六〜八級の余震や誘発地震がおきて、激しい揺れや大津波が原発に破局をもたらすおそれがある。そうならないためには、ひたすら祈るほかはない。これが、地震列島の原発の実情なのである。

#### 4 地震列島の原発

地震列島における安全な原発とは

保安院は、福島第一原発事故の津波原因説に立って、二〇一一年三月末に電力各社に津波に

たいする緊急安全対策の実施を指示した。各社は、大津波で全電源喪失がおこった場合に備えて電源車や可搬式ポンプを配備するなどして原発の運転を続けるとともに、定期検査中の原子炉も順次再開しようとしている。しかし、一連の動きには二つの根本的な問題がある。

第一は、前述の、地震動に関する新指針とバックチェックの不備を不問に付していることである。津波対策をすれば安心などというのではなく、新指針を抜本的に見直した地震リスクの評価基準を作って、日本の全原発の耐震安全性を再点検しなければならぬ。

第二は、大津波をかぶって全電源が喪失し、電源車や可搬式ポンプに頼らなければならぬ状況を想定すべきような原発は、一九六四年に原子力委員会が決定した「原子炉立地審査指針」に違反するのに、それを無視していることである。

立地審査指針は、原子炉の立地条件として「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」が原則的に必要だと明記している。ところが保安院は、日本中の原発に、大津波という大災害と、それによる全電源喪失という大事故を想定しろと指示したのである。これは完全な自己矛盾である。日本列島は原発の立地条件を満たさないことを保安院自らが示したのだから、全原発を廃止すべきだろう。

そもそも、たかが発電施設にすぎないのに、非常な危険を内包する原発を大津波のおそれがある場所で運転しようとするのは、正気の沙汰ではない。これに関連しては、一五メートルの津波を想定すべきだったとする日本社会の東電批判が、そういう想定のもとで原発を動かせというのであれば、技術過信に導かれた迷妄だといえる。そんな場所からは撤退すべきなのだ。むしろ、一〇メートルの敷地にたいして津波は五・七メートルだから大丈夫だと考えた東電のほうに正常な感覚だとさえいえる(もちろん、万一の場合に備えるべきだった)。

津波対策さえすればよいという考え方自体に啞然とする。私は、柏崎刈羽原発の耐震安全性を審議する新潟県の委員会(一〇年三月)で「日本の原発がまた地震で被害を受けるとすれば、要因としては津波ということもあるだろう」と述べたが、つぎの事故を考えるなら、今度は地震動や大余震や地殻変動にも注意するのが当然だろう。そして、全国の原発が福島第一原発なみの津波を想定せよというならば、地震動に関しても、柏崎刈羽原発一号機が〇七年に経験した一六九ガルを全国の原発が想定すべきだろう。じつさい私は指針改訂の審議のなかで、既往最大の観測地震動を全原発の基準地震動の下限にするという提案をしている。

「原発と地震」の問題を考えるさいには、つぎの四点をあらためて肝に銘じる必要がある。

(一) 原発の安全性は、莫大な放射性物質を内蔵することから、ほかの施設よりも格段に高く

なければならぬ。(2)ところが原発は完成された技術ではない。(3)いつばう、地震というものは、最大級の様相を呈すると本当におそろしい。(4)しかし人間の地震現象に関する理解はまだきわめて不十分で、予測できないことがたくさんある。

これら四点を虚心に受けとめれば、地震列島の海岸に五四基もの大型原子炉を並べることがどんなに危ういことか、人としての理性と感性があればわかるはずだ。新指針は、基準地震動を十分高く設定してもそれを上回る地震動によって放射能災害がおこりうるという認識から、「残余のリスク」を明記した。しかし、福島原発震災の非道を目の当たりにすれば、地震にたいする「残余のリスク」を唱えつつ原発を運転することは犯罪行為といえよう。

日本の既存原発は、建設ラッシュが始まった一九六〇年代後半から七〇年代前半が現代地震学の誕生・普及前夜で、かつ日本列島の地震活動静穏期だったために、多くが活断層やプレート境界巨大断層の直近に建てられ、古い地震学にもとづいて地震と地震動と津波が甘く想定された。そして、地震の本当の怖さを知らずに、工学技術で耐震性が確保できると考えられてきた。福島第一原発もその典型例である。したがって、日本中の原発と核燃料施設が、耐震強度を超える地震動や大津波や地盤変形を受けて大事故に至る可能性をもっているのである。

地震列島の原発は、原発震災のほかにも地震にたいする大きな弱点をもっている。放射能漏

出事故はおきなくても大地震に襲われれば必ず止まり、運転再開までに長時間を要する。これは火力発電所などとは違って、電力の安定供給特性が悪い。同時に、電力会社の経営リスクと立地自治体の財政リスクが大きいことを意味する。また、地震時の緊急停止による遠隔都市圏の突発大停電の危険性も秘めている。これらのことは、本震によって日本列島全域の地震活動がいつそう活性化するのではないかと考えられている現在、大きな問題である。そして、現在の再処理政策では、地震列島ゆえに、使用済核燃料の処分が非常に困難である。

原発は世界共通の本質的問題を抱えているが、現実的には、変動帯・日本の原発はフランスやドイツの原発とは違う。日本列島の原発は「地震付き原発」という特殊な原発なのである。危険性を制御しきれない「地震付き原発」は、生命と地球の安全と清浄のために、存在すべきではない。つまり、地震列島・日本における安全な原発とは、それが無いことである。

私たちは、日本の全原発と関連施設の全廃をめざすべきである。まず、新・増設をしない。建設中および建設準備中のもも中止する。核燃料サイクル事業も合理性がないから直ちに凍結して、六ヶ所村・東海村の核燃料施設と高速増殖原型炉「もんじゅ」を閉鎖する。六ヶ所村と「もんじゅ」は活断層の真上で危険性もきわめて高い。

法定の定期検査に入った原子炉の運転再開を認めなければ一二年四月には全五四基が停止す

### III

## 原発の何が問題か

——社会的側面から

るというが、正式には、第三者機関が全原発についてリスク評価を実施し、危険性の高いものから閉鎖を決定すべきだろう。真つ先に考えられる中部電力浜岡原発は、菅直人首相の要請で一一年五月に全面停止したが、津波対策が完了する二、三年後には再開するという。しかし、直下の東海巨大地震による激しい揺れや地盤隆起や大余震も非常に危険で、関東地方まで居住不能となる最悪の原発震災をおこすおそれ強いから、永久に閉鎖すべきだ。津波も、一九九七年の「原発震災」の論文で指摘したように、通常の東海地震と一六〇五年慶長津波地震タイプが連動すれば非常に高くなる可能性がある。東南海・南海地震が連動すればなおさらである。防波壁は役に立たず、あるいは地盤の隆起・変形で破壊されるかもしれない。

浜岡停止に伴い、ほかの原発は大丈夫と政府が言っているのは大問題である。大地震発生の可能性があつて活断層も多い若狭湾の原発群、とくに運転歴三〇年を超える複数の老朽炉は非常に危ない。これらの原発震災は中京圏・近畿圏を居住不能にしかねない。〇七年の地震被災後の健全性が不確実で直下の余震発生が懸念される柏崎刈羽原発や、中央構造線活断層系に面した伊方原発のほか、全国ほとんどの原発が明瞭な地震危険性を抱えている。しかも、止めてからも使用済核燃料の冷却保管に万全を期さなければならず、日本列島の原発は今後何十年も大きな不安材料でありつづける。



石橋克彦

1944年神奈川県に生まれる  
1968年東京大学理学部地球物理学科卒業  
1973年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了  
東京大学理学部助手、建設省建築研究所国際地震工学  
部室長、神戸大学都市安全研究センター教授を経て、  
現在一神戸大学名誉教授  
専攻一地震テクトニクス。  
著書一【大地動乱の時代一地震学者は警告する】(岩波新書)  
【阪神・淡路大震災の教訓】(岩波ブックレット)  
【地震の事典】(共著、朝倉書店)  
【南の海からきた丹沢一プレートテクトニクスの  
不思議】(共著、有隣堂)など

執筆者紹

石橋克彦(いしばし・かつひこ) 奥付

田中三彦(たなか・みつひこ) 1943年  
圧力容器の設計に携わる。1977年  
訳・執筆に従事。【原発はなぜ危険

後藤政志(ごとう・まさし) 1949年  
非常勤講師。東芝で柏崎刈羽原発  
女川原発3号機の原子炉格納容器

鎌田 遼(かまた・じゅん) 1972年  
画・アメリカ先住民研究。【ネイテ  
「辺境」の抵抗】(御茶の水書房)など。

上澤千尋(かみさわ・ちひろ) 1966  
【MOX 総合評価】(共著、七つ森書館)  
力資料情報誌)、「検証 東電原発トラ

井野博満(いの・ひろみつ) 1938年  
科学。【徹底検証 21世紀の全技術  
「循環型社会」を問う】(藤田祐幸との

今中哲二(いまなか・てつじ) 1950年  
教。原子力工学。【チェルノブイリ  
術と人間】、【原発の安全上欠陥】(共著

吉岡 斉(よしおか・ひとし) 1953年  
大学院比較社会文化研究院教授。和  
朝日新聞社)、「通史 日本の科学技術

原発を終わらせる

岩波新書(新赤版)1315

2011年7月20日 第1刷発行

編者 いしばし・かつひこ  
石橋克彦

発行者 山口昭男

発行所 株式会社 岩波書店  
〒101-8002 東京都千代田区一ツ橋 2-5-5  
案内 03-5210-4000 販売部 03-5210-4111  
<http://www.iwanami.co.jp/>  
新書編集部 03-5210-4054  
<http://www.iwanamishinsho.com/>

印刷・理想社 カバー・半七印刷 製本・中永製本

© Katsuhiko Ishibashi 2011  
ISBN 978-4-00-431315-1 Printed in Japan