

# 原発に頼れない地震列島

石橋克彦

(いしばし かつひこ)

神戸大学名誉教授

現在、日本の電力のおよそ4分の1を占める原子力発電。

しかし、地震列島のこの国で、果たして安心して原発に頼ることができるのか――。

耐震設計をめぐる問題点、「原発震災」の脅威、

使用済み核燃料の処理問題等を、地震学の観点から検証する。

## 1 はじめに

2008年7月現在、日本列島では、17カ所の商業用原子力発電所（原発）で55基の発電用原子炉が稼働している（点検等で停止中のものを含む）（図1）。さらに、2基が増設工事中であり、新設（18番目）の大間原発（電源開発）の1基が5月に着工された。ほかに、日本原子力研究開発機構（旧核燃料サイクル開発機構）の高速増殖原型炉「もんじゅ」（1995年12月のナトリウム漏洩・火災事故以来停止中）で、今秋の運転再開をめざした改造工事が進められている。

これらの原子力発電が日本の電力に占める割合は、資源エネルギー庁の最新の電力調査統計の08年5月分においては、一般電気事業者（10電力会社）と卸電気事業者（電源開発、日本原電ほか）の発電実績755.6億kWh（キロワット時）のうち188.1億kWh（設備利用率51.1%）で、24.9%であった。

いっぽう、05年8月16日の宮城県沖地震（マグニチュード（M）7.2）の際に女川原発（宮城県、東北電力）が、また07年3月25日の能登半島地震（M6.9）の際に志賀原発（石川県、北陸電力）が、それぞれの耐震設計の基準となる地震動（地震の揺れ）を上回る揺れに見舞われた。そして、07年7月16日の新潟県中越沖地震（M6.8）では、柏崎刈羽原発（新潟県、東京電力）が基準地震動を大幅に超える揺れに襲われ、多数の損傷を生じて微量ながら放射能漏れも生じた。さらに最近では、あちこちの原発や核燃料施設で、建設時に考慮されていなかった直下の活断層が相次いで確認されている。

原油価格の高騰や地球温暖化対策の観点から期待が寄せられている原発だが、地震列島の日本でどこまで安心して頼ることができるのだろうか？ 避けて通れない使用済み核燃料の始末の問題を含めて、地震学の立場から考えてみたい。



震源断層面が広がっている地下の領域や、それに対応する地図上の範囲を「震源域」という（図1参照）。

よく耳にする「震度」（5強、6弱など）とは、ある地点の地震動の強さの指標で、マグニチュードとは根本的に違う。実際の地震動は、震度だけでは表わせない複雑さがあって、耐震設計では他のいろいろな尺度も併用される。よく見るのは揺れの加速度の最大値（最大加速度）で、単位はガルである。

震源断層面が地表に顔を出すと、地面の横ずれや縦ずれ（ずれの量は場合によって数十cm～数m）が何kmも線状に続く「地表地震断層」が出現する。そういうことが数十万年の間に何回も生ずると、ずれが累積し、河谷や尾根の系統的な横ずれや顕著な崖が何kmも続くような地形が形成されて、「活断層」として認識される。活断層があれば将来もその地下で大地震が発生する可能性があるから、原発の耐震設計では活断層が重視されている。ただし、非常に重要なのは、震源断層面が地表に顔を出さなかったり、浸食によって地形が出来なかったりすれば、活断層が認識されなくても地下で大地震が起こる場合がありうることである。ところが最近の日本社会は、活断層に囚われすぎている。

また、長くて顕著な活断層が大きな地震に対応するのは当然だが、短い活断層でも、震源断層面の一部が顔を出した結果で、M7級の大地震の指標とみるべきである。しかし、従来の原発の耐震設計は、短い活断層は小さな地震しか起こさないという誤った考えに立っていて、後述のように、電力会社は活断層をなるべく短く評価しようとしていた。

地球表層の岩石圏は十数枚以上のブロック（プレート）に分かれていて、それぞれ決ま

った向きにゆっくり動いており、それらの境界に地震・火山活動などの変動が集中する。日本列島は4枚のプレートがせめぎあう変動帯の真っ直中にある（図1）。

太平洋プレートとフィリピン海プレートは、日本列島が載るプレートの下に無理矢理もぐり込んでおり、境界で大きな地震が間欠的にくり返し発生する。北海道～東北地方の太平洋沿岸で発生した03年十勝沖地震（M8.0）と05年宮城県沖地震（M7.2）や、西日本の沖合で今世紀半ばまでにほぼ確実に起こると予測されているM8級の東海・東南海・南海巨大地震（図1）などである。

日本列島が載っているプレートに関しては複数の捉え方があるが、筆者は図1のように見ている。そして、東進するアムールプレートに起因する東西圧縮力が、北海道～東北地方の日本海岸沿いの海陸一帯（東北地方は脊梁山地付近まで）、信越・中部地方～西日本（北部九州や別府湾も含む）、さらに東海・東南海・南海地震の震源域も含む広い範囲（「アムールプレート東縁変動帯」と仮称）に蓄積していると考えている。95年兵庫県南部地震の直後に、各種の事実と推論にもとづいて、東海・東南海・南海巨大地震の発生までアムールプレート東縁変動帯で大地震が起こりやすいという論文を書いたが、図1に示したその後の内陸地震は筆者の考え方で理解できる。今後も、若狭湾などをはじめとするアムールプレート東縁変動帯の広域で、大地震が続発する恐れがある。

### 3 原発の耐震設計と新指針

原発は、ウランを主とする核燃料の核分裂連鎖反応の莫大な放出エネルギーで、水を蒸

気にして発電する。必然的に、使用済み核燃料が、強烈な放射能をもつ核分裂生成物（いわゆる「死の灰」）を大量に含むことになる。電気出力 100 万 kW 級の原子炉を 1 年間運転すると、広島型原爆 700～1,000 発分の死の灰が炉心に溜まるといわれる（したがって、CO<sub>2</sub>を出さないからといって、原発がクリーンだとは到底いえない）。

核分裂生成物が原発の外部に放出されると公衆の放射線被曝を引き起こすから、地震の激しい揺れに襲われても、核分裂連鎖反応を「止める」、炉心の高熱を「冷やす」、万一の場合にも死の灰を「閉じ込める」という機能が確実に働かなければならない。万一これらに失敗すると、核暴走や炉心溶融という重大事故（過酷事故）を生じて、莫大な死の灰の放出に到りかねないからである。そのために原発の耐震設計では、基準となる地震動を十分大きく設定して、それに対して「止める・冷やす・閉じ込める」機能が維持できるようにすることが基本となる。

原発を新設または増設するとき、事業者（電力会社）は規制庁である原子力安全・保安院（保安院）と原子力安全委員会（安全委）の二重の安全審査を受けるが、そのなかで耐震設計の基本方針が妥当かどうかとも審査される。その際の審査の指針として安全委が定めているものに「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（耐震指針）がある。事業者はこれを満たすように耐震設計をおこない、保安院の審査もこれに従うから、耐震指針が日本の原発の耐震安全性の根本的な拠り所になっている。

耐震指針は 1978 年に初めて作られ、81 年に一部改訂されて以来、25 年間にわたって使われ続けた（旧指針）。その間に地震学と

地震工学の大幅な進歩があったから見直しを求める声が強かったが、2006 年 9 月に、ようやく大幅に改訂されたもの（新指針）が定められた。しかし実は、既存の原発が 1 基も不適格にならないように配慮された感があって、新指針も、日本列島の原発の耐震安全性の確保に多くの問題を残している。

新指針の眼目の一つは、基準地震動の策定法の高度化と、揺れの原因となる地震の適切な想定法だとされる。07 年中越沖地震ののち、新指針に対応すれば柏崎刈羽原発事故のようなことは起きないという論調が目立ったが、実は、柏崎刈羽原発の地震被災は旧指針の致命的欠陥を白日のもとに曝したと同時に、新指針の不十分さも明らかにしたのである。

たとえば活断層の評価法や、活断層で発生する地震による地震動の策定法の規定が不完全だし、活断層を確認できないときに策定する地震動が、恣意性を許す内容である。これらの結果、基準地震動の過小評価が起ころう。現に、08 年 3 月末に柏崎刈羽を除く全国の既存原発について、新指針による耐震性の再評価（バックチェック）の中間報告が保安院に出されたが、中越沖地震による柏崎刈羽原発の地震動に照らしてみれば、基準地震動は軒並み過小評価だといえる。新指針は、大余震と、地震に伴う海岸域の隆起・沈降という重要な問題にも触れていない。いずれ、これらが騒がれる事態が生ずるだろう。

## 4 柏崎刈羽原発の地震被災

07 年 7 月 16 日の新潟県中越沖地震（M6.8、死者 15 人、住家全半壊約 7,000 棟）によって、世界最大の電気出力（全 7 基で 821.2 万 kW）を誇る東京電力（東電）柏崎刈羽原発

が世界で初めて大きな地震被害を受けた。なお、この原発は東北電力管内にあるが、全発電量が首都圏に送電されていて、地元にはいっさい供給されない。

同原発の基準地震動は、旧指針に沿って、将来起こりうる最強の地震による揺れ ( $S_1$ ) として 300 ガル、およそ現実的ではないと考えられる限界的な地震による揺れ ( $S_2$ ) として 450 ガルが設定されていたが、それを遥かに超える最大 1,699 ガル (1 号機についての東電の推定) もの激しい地震動に襲われた。その結果、運転中の 3・4・7 号機と起動操作中の 2 号機の原子炉が停止し (1・5・6 号機は定期検査中)、全機と構内各所の建物・構築物・設備・機器・地盤に数多くの損傷やトラブルが発生した。

この事態は、前述のように、旧指針で安全審査を受けた既存の全原発の耐震安全性に重大な疑問を投げかけた。

この地震と地震動は決して「想定外」ではなかった。地元の住民たちは 40 年近く前の 1970 年代初期から、原発敷地の地盤が劣悪で活断層もあるから原発を造るべきではないと訴え続けてきた。私も、この原発は大地震が発生しやすいアムールプレート東縁変動帯の真っ只中にあり、基準地震動が小さすぎるから、地震で大事故が生ずる危険性があると指摘してきた。つまり、今回の原発被災は起こるべくして起きたのである。そして、同様の状況にある原発は、ほかにも幾つもある。

多少の放射能漏れがあったものの原子炉が停止したことから、原発の耐震性の高さが証明されたという人もいる。しかし、今回は地震学的にみて奇跡的ともいえる幸運だったことを忘れてはならない。地震の規模が近隣の 1964 年新潟地震並みの M7.5 だったり、大き

な余震の続発があったりしたら、もっと強烈な地震動に襲われるなどして「原発震災」が生じていたかもしれない。また、7 基全部が運転中の場合も、どうなったかわからない。想定 of 4 倍近い地震動に襲われたのに大事故に至らなかったことに関しては、この原発の地盤の悪さが幸いした面があり、他の原発も大丈夫ということにはならない。

東電は、柏崎刈羽原発の再開に向けて、08 年 5 月に新指針にもとづく基準地震動  $S_s$  (旧指針の  $S_1 \cdot S_2$  を一本化したもの) の策定結果を保安院に報告した。1~4 号機に関しては水平の揺れの最大加速度が 2,280 ガルという、値自体は大きなものだが、その策定法には大きな問題が幾つも残っている。

一つだけ挙げると、海底活断層の評価と地震の想定が依然として著しく過小だと考えられる。基本的に中越沖地震に準じて M7.0 の地震を想定しているが、この地域の大地の変動を総合的に判断すれば、07 年中越沖地震はこの地域としては謂わば「出来損ない」の地震であって、安全側に立てば、M7.5 程度の地震を想定すべきである。このような「すり抜け」は新指針の不備によるところがあるが、その一部を補完すべく 08 年 6 月に安全委が決定した「活断層等に関する安全審査の手引き」(手引き) に照らすと、東電の基準地震動の策定はそれに違反している。そのようなやり方が今後全国の原発でおこなわれれば、新指針のもとでも将来「想定外」の地震動に襲われるケースが生ずるだろう。

## 5 「原発震災」の現実的脅威

「原発震災」というのは 1997 年に私が言い始めた言葉だが、地震によって原発の大事故

(核暴走や炉心溶融)と大量の放射能放出が生じて、通常の震災(地震災害)と放射能災害が複合・増幅し合う人類未体験の破局的災害のことである。そこでは、震災地の救援・復旧が強い放射能のために不可能になるとともに、原発の事故処理や住民の放射能からの避難も地震被害のために困難をきわめて、無数の命が見殺しにされ震災地が放棄される。

原発震災を起こす現実性がいちばん高いのは、M8級東海地震の広大な想定震源域のど真ん中で運転中の中部電力浜岡原発(静岡県、図1)だが、もしそれが東海地震で大事故を起こせば、首都圏の膨大な住民も、南西の風でやってくる死の灰から避難しなければならず、東京には人が住めなくなる。

原発震災は、夥しい数の急性および晩発性の死者と障害者を生じ、国土の何割かを喪失させ、日本を衰亡させて、地震の揺れを感じなかった遠方の地や未来世代までを容赦なく覆い尽くす。そして、放射能汚染が地球全体に及ぶ。

中越沖地震でも、ちょっとした自然の揺らぎで運が悪ければ、新潟県から東京までを巻き込む原発震災になっていたかもしれない。本当に際どいところですり抜けたというべきである。

05年8月の女川、07年3月の志賀、そして柏崎刈羽と、原発の近くで大地震が発生して揺れが基準地震動 $S_2$ を超える事態が続いている。これは、日本が多数の原発を建設した1960年代から約30年間たまたま地震の静穏期だったものが、95年の阪神・淡路大震災の頃から大地震活動期に入ったからであって、ある程度の必然性がある。前述のように、今世紀半ば頃の想定東海・東南海・南海巨大地震(図1)の発生までアムールプレート東

縁変動帯の活動期が続くと考えられ、それとは別に太平洋側の大地震も発生の可能性が高まっているから、日本の海岸線を縁取る55基(+工事中3基)もの原発の地震被害が日常的風景になるといってもよい。したがって原発震災がどこでいつ起きても不思議ではない。京阪神や中京圏を潰滅させかねない若狭湾岸の原発群はとくに心配である。

## 6 使用済み核燃料を安全に始末できるか？

原子力発電は、ウラン鉱の採掘から、核燃料加工、発電、廃炉に到るまで、あらゆる段階で大量の放射性廃棄物を生ずるが、なかでも毎日増え続ける使用済み核燃料は、非常に強い放射能をもち、10万年以上にわたって生活環境から隔離しなければならない厄介な「核のゴミ」である。原発は、この使用済み核燃料の始末方法をまったく考えずに建設・拡大され続けてきたのだが、今や、未来の地球生命(人類を含む)に対して安全・確実に始末できるか否かが、原発の死命を制するといっても過言ではない。

この問題を根本的に解決した国はまだないが、日本の原子力政策では、使用済み核燃料を「再処理」してプルトニウムとウランを抽出し、その結果生ずる「高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)」を地層処分することになっている。地層処分とは、ガラス固化体の強烈な放射能と発熱が減少するのを地上の貯蔵管理施設で30~50年間待ったのち、深さ300m以深の地下に埋め捨てて、岩盤が10万年以上も放射能を閉じ込めてくれるのを期待する方式である。現在は、2000年にわずかな審議で成立した「特定放射性廃棄物の最

終処分に関する法律」のもとで、同年に設立された原子力発電環境整備機構（原環機構）が地層処分の事業化を始めている。

しかし、地層処分を発想して技術開発を主導してきたのは、地震活動が非常に低い欧米の安定大陸の国々である。それらの諸国でさえ、科学技術的にも社会的合意の点でも、いまだに多くの問題を抱えている。日本の原子力委員会は1962年には、国土が狭い地震国では、最も可能性のある最終処分方式は深海投棄だとしていた。ところが1972年のロンドン条約で海洋投棄が禁止されたために、日本でも「地層処分ができることにした」のである。

原環機構は、日本列島にも将来10万年にわたって十分安定で処分場に適した場所が広く存在するとしている。しかし、安定大陸の諸国にくらべて、変動帯・日本列島の地震活動の激しさや岩盤の破碎度は群を抜いているし、放射性核種を溶出して運搬する可能性のある地下水の複雑な挙動には未知の点が多い。地震に関しては、「地震＝活断層」という認識で、活断層がなければ大地震はおこらないとしていて、間違いである。地震の本源は地下の断層運動だから、今後10万年間には、地表付近の活断層とは関係なく、どこで大地震が起こるかわからない。

地震の影響についても、実際には、断層のずれの直撃、強い揺れ、広範囲の岩盤の変形と応力変化という3要因があるのに、それが理解されておらず、危険性が過小評価されている。日本列島では、10万年経てみたら地震の影響を受けずに済んだという場所が皆無ではないかもしれないが、事前に安全な処分場を選定することは不可能であろう。つまり、地層処分は、未来世代に途方もない迷惑

をかける可能性の高い、無責任な賭だといっても過言ではない。

原環機構は処分場建設地を選定中で、まず現地調査のための文献調査候補地を全国の市町村を対象に02年末から公募している。07年1月によく高知県の東洋町長が、年間10億円の交付金を目当てに、住民や議会や周辺自治体の反対を無視して応募した。原環機構は応募を受理して経済産業省も調査計画を認可したが、結局4月に、町民の強い反発を受けて町長が辞職し、新町長が応募を取り下げた。ほかにも応募の動きは複数あったが、住民や知事の反対で撤回し、現在のところ文献調査候補地は決まっていない。

東洋町は、100～150年ごとに発生する南海地震の巨大な震源断層面の直上に位置し、処分場の約50年間の操業中にはほぼ確実にその直撃を受けることと、10万年間にその地震に1,000回近く襲われることから、日本列島の中でもとくに条件が悪い。住民の意向に反した町長の応募を受理したのも問題だが、これほど危険な場所の応募を認めるのも科学的に重大な欠陥であり、地層処分計画の無謀さを如実に物語っている。

もちろん私たちは、すでに溜まっている使用済み核燃料や高レベル放射性廃棄物の始末に責任をもたなければならない。しかし、性急な地層処分の実施に走るのではなくて、再処理をしない「直接処分」も含めてやり方を根本的に再検討し、国民的合意の形成を図るべきだろう。それと同時に、最も大事なことは、使用済み核燃料の始末が極端に厄介であることを直視して、原発に依存することの是非をあらためて考えることであろう。

青森県六ヶ所村の再処理施設（図1）の本格稼働が開始されようとしているが、プルト

ニウムを生産する再処理自体が大きな問題であるうえに、ごく最近、施設の直下に活断層があり、それが沖合の大断層につながるという研究結果が発表された。事業者の日本原燃はそれを否定しているが、活断層の証拠は前述の「手引き」に示された手法によるものである。新設工事が始まったばかりの大間原発の直近にも別の活断層があって、新指針による安全審査が間違っていたという指摘もあり、下北半島全体が地震の危険性が高いと考えられる。この点でも、再処理と地層処分の強行は見直しが必要である。

## 7 おわりに

以上に述べてきたように、日本列島の地震現象を客観的に直視すれば、日本の原発は、耐震安全性と使用済み核燃料処理の両面で非常に厳しい状況にある。耐震安全性に関しては、地震活動期といえども大地震が原発直下で発生する確率は低いのではないかという見方があるかもしれないが、原発震災のリスク（発生確率×被害量）は甚大である。さらに近年、阪神・淡路大震災、3000年に一度の三宅島噴火、インド洋大津波、JR宝塚線脱線転覆事故、四川省大地震など、発生確率の低い出来事が起こっている現実があり、「起こる可能性のある現象はいずれ必ず起こる」と考えたほうがよい。筆者は、日本列島の地震と原発の問題には、環境や健康の分野で主導的になりつつある「予防原則」の考え方を当てはめるべきだと考えている。

日本の原発の耐震安全性が破綻しているのは、旧指針が悪かっただけでなく、安全審査体系が不備で厳正さを欠き、さらに原発建設の手順に根本的な問題があるからである。

中越沖地震では東電が活断層を過小評価したことが問題になり、それも旧指針のせいになれることが多いが、活断層の「値切り」は申請側と審査側の癒着というモラルの問題である。中国電力島根原発（松江市）3号機の安全審査では、直近の長さ約20kmの活断層（<sup>しんじ</sup>宍道断層）を10kmとする中国電力の申請を妥当として増設を許可した不祥事（05年4月）があったが、申請側と審査側の二股をかけた専門家も、誤審査を犯した当局も頼被りをしている。現在も、前述の下北半島の活断層の指摘に対して政府・事業者寄りの専門家が学問的には首を傾げる批判をしているなど、産官学癒着の「原子力村」には、水俣病・薬害エイズ・BSE問題など同様の腐敗（とくに専門家）の構図がある。膿を出し切って審査の厳正さと透明性を確立しなければ、安全な原発は期待できない。

そもそも、過去および将来の震源域の真上に原発を造るべきではない。ところが耐震指針は、どんな大地震でも技術でカバーできるという自然を侮った考え方になっている。これを改めるために、安全審査指針類の最上位の「原子炉立地審査指針」に、「直下で大地震が起きる確率が高い場所には原発を立地してはいけない」という趣旨を明記すべきであろう。さらに、地震の危険性に関する専門的な検討を全く抜きにして原発立地が電源開発基本計画に組み込まれてしまい、そのあとでおこなわれる安全審査で不許可になることは絶対にないという現行制度の根本的な欠陥を、改める必要がある。また、安全規制を担当する保安院を原子力推進の経済産業省から完全に独立させ、中立機関として内閣府に属する安全委を大幅に強化するという大改革も必要である。

電力消費地から遠く離れた大規模発電基地の原発が大地震に直撃されると、今回の柏崎刈羽原発被災で明らかになったように、放射能災害とは別に電力供給の不安や危機が長期にわたって続く。また、今回は無事だったが、地震による原発の緊急停止によって遠く離れた大都市圏で大停電が生じ、不測の混乱が起こる事態もありうる（中越沖地震が起こったときの柏崎刈羽原発の発電量は、全出力の約4割にすぎなかったことに注意する）。これらの不安は、大地震の危険性が高い浜岡原発や若狭湾の原発群と中京圏・関西圏においても懸念され、地震列島が原発に依存することのもう一つの大きな問題点であろう。

結論として、地震列島の日本で電力を大幅に原発に頼ることは、非常に危険な選択だといわざるをえない。地球温暖化対策として原発依存度を高めるといえるのは皮相浅薄な発想であり、野放図な電力消費の抑制、自然エネルギーの活用拡大を含む分散型発電システム

の構築をこそ目指すべきだろう。低炭素都市を掲げるロンドン市が、遠隔地からの電力供給に替えて市内に多数の小規模発電所を設ける計画を立てているそうだが、それを見習ってほしいと思う。

早急におこなうべきことは、前述の安全審査に関係する改革を断行したうえで既存原発の原発震災リスクを総点検して、リスクが高い順に段階的に閉鎖・縮小する実際のプログラムを考えることである。閉鎖の候補としてまず挙がるのは、確認不能な微小な傷が懸念され大余震・大地震の続発の可能性もある柏崎刈羽、東海地震の想定震源域直上の浜岡、直近に活断層が幾つも再確認されて大地震空白域でもある若狭湾岸などの原発だろう。なお、「原発がなくなると第二の夕張になる」という不条理な不安感に覆われている原発漬けの立地自治体に対して、原発全面依存経済からの脱却と地域の再生・自立を支援する法的・財政的枠組の整備が欠かせない。

## 地方自治 職員研修

2008年8月号 公職研  
定価800円

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-20  
電話 03-3230-3701 Fax 03-3230-1170  
<http://www.koshokuken.co.jp>

### 特集 組織とヒトの「改革」戦略

改革を成功させるためのモチベーション戦略…………… 田尾 雅夫  
自治体の管理機構改革の動向と課題…………… 松井 望  
文書管理システム…………… 都城市山田総合支所  
非常勤職員制度の見直し…………… 荒川区  
「部局長の仕事と目標」…………… 流山市  
《チーム運営・仕事のやり方 KAIZEN のキーワード》  
コア・コンピタンス／タイムマネジメント／ワーク・ライフ・バランス／ファシリテーション／コーチング

『尺』と魚ログでいわたのファンづくり…………… 岩手県  
基金で公益活動を支援～山形市コミュニティファンド…………… 山形市

好評発売中！ ■臨時増刊号 88号『合併自治体の生きる道』（税込み 1,680円）

■『市民自治のこれまで・これから』今井 照：編著（税込み 2,625円）