

自然災害と原子力発電

HP 管理者 近藤 邦明

福島第1原発事故の特異性は、直接の原因が2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震、およびこの地震によって発生した巨大な津波による原子力発電施設ならびに関連施設の破壊であったことです。これは過去の原子力発電所の重大事故とはまったく異なるものでした。

その結果、福島第1原発の複数の原子炉が同時・多発的に事故を起こしました。更に、原子力発電所だけではなく、周辺のライフラインを含むインフラが広範囲に面的に破壊されるという事態に陥りました。

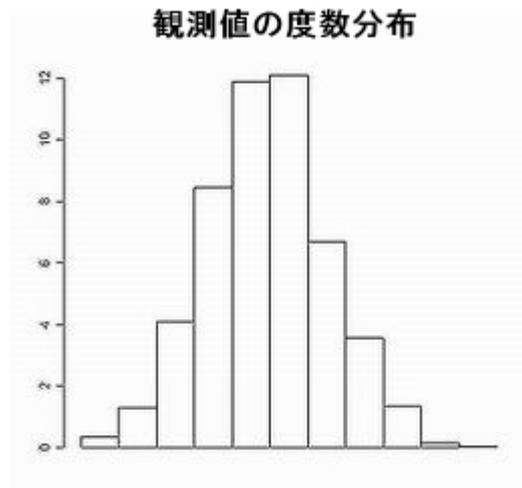
そこで、福島第1原発事故の原因を自然現象に対する備えの不備、より具体的には自然現象に対する発電施設の設計条件の問題として議論することは、ある意味必然的だと思われます。しかし、私はこの論争は殊に原子力発電所に限っては不毛な論争だと考えます。

1 構造物の設計と自然現象

土木構造物を設計する場合、その重要度に応じた“何らか”の合理的な設計条件を仮定します。

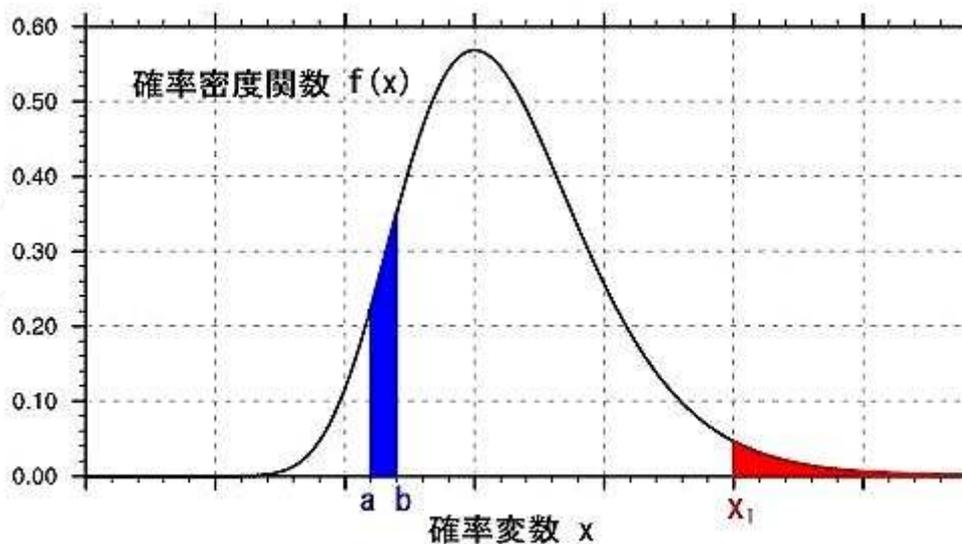
例えば橋を設計するとき、その耐用年数を50年にしたいとします。この場合、50年に1度起こる程度の大災害に対して安全であることが求められます。具体的にはどのように設計条件を決めるのでしょうか？

設計の対象となる自然現象の過去のデータからその発生頻度を度数分布グラフにまとめます。



この度数分布を元に、対象となる自然現象の発生状況を適切に表すことのできる確率密度関数 $f(x)$ を求めます。

確率密度関数 $f(x)$ とは、確率変数 x （ここでは自然現象の大きさ）がある階級（例えば、 $a \leq x \leq b$ ）に属している確率を階級の境界を示す直線で挟まれた部分の面積として与える関数です。



上の図の青で着色した部分の面積が $a \leq x \leq b$ である確率になります。 $f(x)$ を $(-\infty, \infty)$ の範囲で積分した値（曲線 $f(x)$ と横軸で囲まれた部分の面積）は 1.0 になります。

元のデータが年最大値を示す場合、求めた確率は平均的に見て、 $a \leq x \leq b$ である現象が 1 年間に起こる確率をあらわします。

例えば、求めた確率が 0.1 であれば 1 年間に $a \sim b$ の範囲に入る現象の起こる確率は 0.1 であり、見方を変えると平均的には $1/0.1=10$ 年に一度は $a \sim b$ の範囲に入る現象が起こることを意味しています。この確率の逆数を再現期間と呼びます。

自然現象の大きさがある値 x_1 を超える確率は赤で着色した部分の面積で表すことが出来ます。この確率を p_1 とすれば、その再現期間は $(1/p_1)$ 年です。言い換えると『平均的に見ると自然現象の大きさが x_1 を超える事象は $(1/p_1)$ 年に 1 度起こる』ということです。

耐用年数を 50 年とする橋を設計する場合には、 $50=1/p_1$ 、つまり $p_1=0.02$ となる自然現象の大きさ x_1 に対して安全な構造物を設計することになるのです。

さて、ではこうして求めた設計条件を正しく反映した上で十分な安全性を確保した設計によって作った橋は絶対に 50 年間の耐用期間中に壊れないのでしょうか？ 残念ながらそれを保障することは出来ません。再現期間が 50 年の場合、大きさが x_1 を超える自然現象の発生する確率は $p_1=0.02 \neq 0$ ですから、稀な出来事として x_1 を超えるような事象が起こり得るのです。

したがって、一般的な土木構造物の設計においては、過去の観測データから統計的に見て耐用年数に見合う設計条件（耐用年数を再現期間とする自然現象）に対して安全性を保障する設計を行い、仮に想定を超えるような自然現象が耐用期間中に発生した場合には例外的な出来事として構造物が壊れることを許容する、というの

が暗黙の了解事項なのです。

もし構造物に対して、耐用期間中の絶対的な安全性を保障することを求められれば、合理的な設計条件を特定することが出来ないため、もはや構造物の設計は不可能なのです。

2 確率論的地震動予測と原発立地

福島第1原発事故の発生後に、東京電力は今回の東北地方太平洋沖地震は原子力発電所建設段階で想定した津波をはるかに上回る大きさであり、想定外であったと述べました。想定した地震や津波が適切であったかどうか、また想定した地震や津波に対する設計が適切に行われたかどうかはともかく、彼らの主張はそれなりに理解できるものです。

しかしこれに対して、被災した住民や原子力発電所に反対する人たちの中からは原子力発電所は絶対事故を起こさないと言っていたにもかかわらず、想定外とはおかしいではないかという批判が続出しました。

こうした世論を背景に、菅直人は福島第1原発事故の初動対応に対する彼の政権に対する厳しい批判を挽回するために、唐突に浜岡原発運転停止を中部電力に要請し、中部電力は浜岡原発のすべての原子炉の停止を受け入れました。

勿論、理由はともあれ浜岡原発を停止したこと自体は歓迎すべきことです。しかし、浜岡原発「だけ」を運転停止すべきだとした菅直人判断は必ずしも科学的な判断とは考えられません。奇しくも経団連の米倉が「民主党の時代になって分からないのは結論だけぽろっと出てくる。そして思考の過程が全くブラックボックスになっている。」と嘆く通り、余りにも唐突で拙速な判断としか思えません。

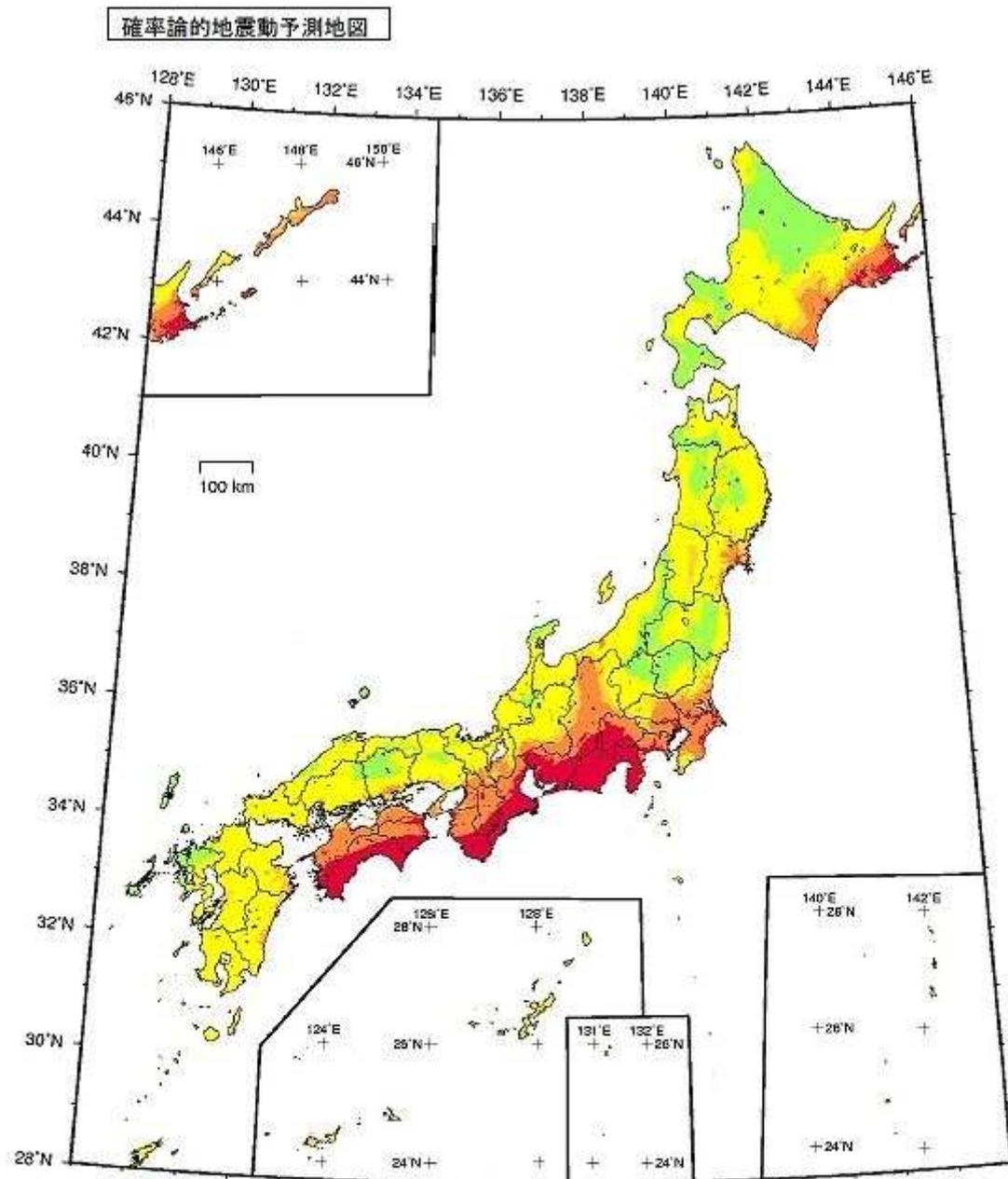
菅の行動を論理的に解釈すれば、本音はいまだに原発推進であるが、福島第1原発事故を受けた国民の「一時的な」原発に対する反発の盛り上がりを目撃し、当面やり過ごすために、反原発勢力が槍玉に挙げている浜岡原発を止めることで反対運動の拡大の氣勢を殺ぐ目的であることは明らかです。

また、浜岡にしてもあくまでも防潮堤が建設されるまでの停止であり、防潮堤完成後は原子炉を再起動できるという確約の下にこれに応じているのです。

つまり、福島第1原発の事故の前後において少なくとも菅政権のエネルギー政策は不変なのです。この点をまず確認しておかなければならないでしょう。

さて、では自然科学的に見て今回の浜岡原発だけを停止するという判断が合理的であるかどうかを検討することにします。

菅がその根拠としているデータは、地震調査委員会が作成した「全国地震動予測値図」(2010年版)です。次頁に報告書の中から今後30年以内に震度6以上の地震の起きる確率分布を示しておきます。



注* : 今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる可能性が「高い」のランク分け数値は、26%が平均的に約 100 年に 1 回、6%は約 500 年に 1 回、3%は約 1,000 年に 1 回、それぞれ見舞われる可能性があることを示す。

図 3. 3. 1-1 今後 30 年以内に震度 6 弱以上**の揺れに見舞われる確率の分布図
(基準日 : 2005 年 1 月 1 日)

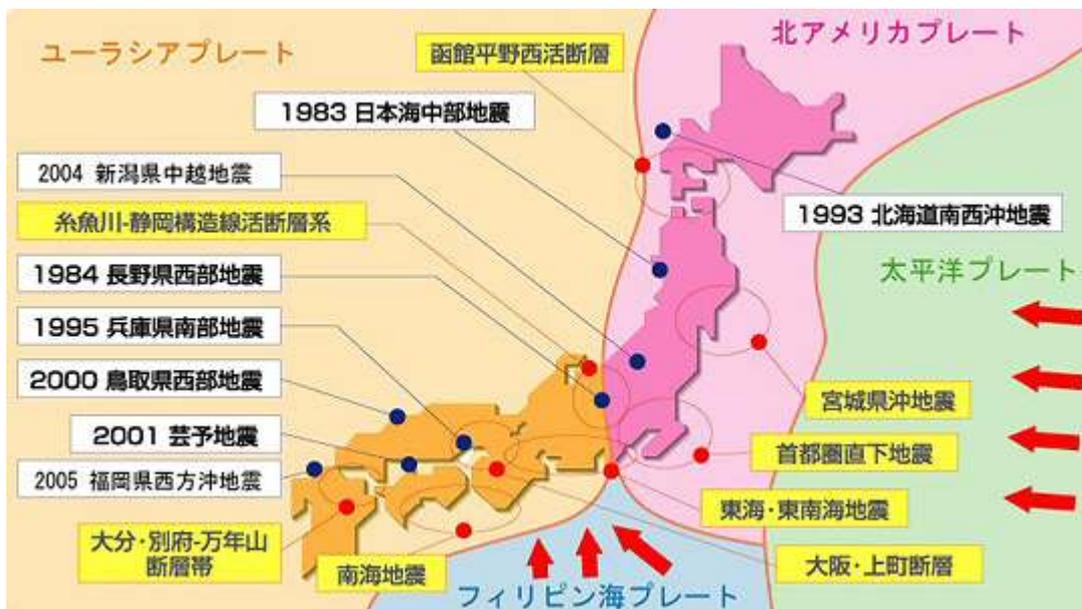
注** : ここでは「計測震度 5.5 (震度 6 弱の下限) より大きい」ことを表す。

次頁に原子力発電所の場所を示します。二つの図から、浜岡原発が最も「確率的」にみて地震に対して危険な原発であることは間違いのない事実です。それだけを見れば、今回の菅の判断は妥当であると考えられるのかもしれませんが。



確率分布図は、確かに過去の観測データを元に統計的な手法で作成された事実です。しかし、自然現象には必ず例外的な事象が起こる可能性を内包していることを常に意識しなくてはなりません。

3 統計的予測を裏切る地震の発生



私の記憶にある近年の大地震(最大震度6以上)には次のようなものがあります。

- 1993年7月12日 北海道南西沖地震

- 1995年1月17日 兵庫県南部地震(阪神大震災)
- 2000年10月6日 鳥取西部地震
- 2004年10月23日 新潟中越地震
- 2005年3月20日 福岡西方沖地震
- 2011年3月11日 東北地方太平洋沖地震

これらの発生地点は確率分布図ではみごとに0~3%の地域で起こっていることがわかります。特に今回の福島第一原発でさえも今後30年間の震度6以上の発生確率は0.1~3%だと評価されていたのです。しかし、現実には1年も経たない時期に今回の巨大地震に見舞われたのです。

つまり、過去の観測データによる統計的・確率的な地震評価とは、あくまでも仮想の平均的な地震の発生確率を示すものであって、これをもって将来の現実空間で起きる地震の発生を評価するのは余りにも無謀なのです。

仮に去年の段階でこの確率分布図を用いて原発立地点の安全性を評価したとしても、確かに浜岡原発は停止していたかもしれませんが、おそらく福島第一原発を停止することはなかったでしょう。

逆に、この確率分布図を以って去年の段階で福島第一原発を停止するという判断を下したとしたならば、それは今後30年間の震度6以上の発生確率が0.1%を越える地域の原発を停止するという判断を下したということです。この場合、玄海原発と島根原発以外の全ての日本の原発を停止しなければ科学的な整合性はないのです。

4 原子力発電所に適切な設計条件は存在しない

冒頭で原子力発電所建設のための設計条件に関する論争は不毛だと述べました。それは、これまで原子力発電所という構造物が、その内部構造まで含めていかなる自然現象に対しても絶対に重大事故は起こさないことが求められる極めて特殊な構造物であったことに起因しています。

通常の構造物は、過去の観測データから統計的に見た仮想の平均的な自然現象に対する安全性を確保することによって合理的な設計を行います。これは費用対効果から考えて妥当な判断です。

ただし既に述べてきたように、こうした設計は耐用期間中の構造物の絶対的な安全性を保障するものではありません。実際には、平均的な仮想の自然では起こり得ないような想定を超える大きな自然現象が起こる可能性がゼロではないので、最悪の場合には崩壊の可能性があることを暗黙の了解とすることによってはじめて設計条件を設定することが出来るのです。

東北地方太平洋沖地震後に発生した福島第1原発事故に対して東京電力は想定を超えた地震・津波であったと説明しました。原子力発電所が通常の構造物であったとすればこの説明は極めて妥当なものです。しかし、国や東京電力をはじめとする

電力会社は日本の原子力発電所はどのような自然現象に対しても重大事故は起こさないと主張してきたのです。

その一方で、これは現実的には当然のことなのですが、原子力発電所も通常の構造物と同様にある有限の地震や津波を想定して設計条件を定めて設計されており、それは想定を超える自然現象に対しては安全性を保障できないことを意味します。故に、国や東電の主張してきた『日本の原子力発電所はどのような自然現象に対しても重大事故は起こさない』という主張が原子力発電所の設計方針と矛盾した虚偽宣伝だったのです。

自然科学的に見て合理的な選択肢は二つしかありません。

一つは、原子力発電は如何に安全性に配慮して作ったとしても、自然現象によって重大事故をまったく起こさないことは保障できないので、重大事故が起こることを前提として、重大事故が起こった場合を想定して出来る限りの対策をとっておくことです。

二つ目は、やはり放射性物質を環境に放出するような重大事故を容認することは出来ないので、その危険性を完全に排除できない原子力発電所は作ってはならないと決断することです。

福島第1原発事故の後に、設計条件が過小であったのではないかと、もっと大きな地震・津波に備えるべきではなかったかという議論がありますが、これは相対的な違いでしかありません。ではいったいどこまで大きな地震や津波を想定すれば絶対原子力発電所は安全といえるのでしょうか？これは自然災害の予言が出来ない限り自然科学的には結論の出ない『不毛な』問題設定なのです。

現実的には、原子力発電所の事故を容認して使い続けるか、あるいは事故を回避するために原子力発電から撤退するかの選択しかないのです。

5 原子力発電をそれでも利用するのか

今問われているのはこの二つの選択肢の内のいずれかを選択する問題です。原子力発電を行いつつ、同時に重大事故を起こさないという『第3の選択肢』は科学的には存在しないのです。

今回の福島第1原発事故同様の重大事故が起こる場合の不利益を承知の上で原子力を使い続けるか、あるいは原発から撤退するのか・・・。

仮に、私は愚かな選択だと思いますが、原子力を使い続けるというのであれば、少なくとも次のような内容を検討すべきでしょう。

まず、重大事故が発生した場合の被災処理の主体は電力会社なのか国なのかを明確にすることが必要です。緊急の事故対応においては、今回のように事故発生後にああでもない、こうでもないと責任を擦り付け合うような時間はないのです。

その上で、重大事故の発生を前提に、影響を受けると考えられる地域（原発から

半径 100km 程度は必要でしょう。) に日常的な放射能の観測システムを構築すると同時に、緊急時の避難場所や非難計画を整備することが必要でしょう。

重大事故が発生した場合の原子力賠償責任に関する現行法は本質的に見直さなければなりません。まず、免責事項として挙げられている自然災害や軍事攻撃による事故は原子力発電所の性格から、免責してはならないでしょう。

次に、1 サイト 1200 億円など、あまりにも現実離れしています。おそらく今回の事故ではその賠償金や復旧費用の合計は短期的に見ても数兆～数十兆円に上るでしょう。

こうした危険性のある発電施設を敢えて使うというからには、事故発生時の経済的な負担金の支払いを確実に担保するために原賠法があるのですから、これを引き受ける保険会社は数十兆円の保険金支払いを出来る能力が必要であり、電力会社もそれに見合う保険金を支払うことが必要です。

更に、事故を起こした原子炉処理にもおそらく数兆円以上の費用が生じることとなります。

こうした重大事故の発生を想定した全ての備えを詳細に検討し、事故処理がスムーズに行えるだけの資金を担保しておくことが必要であり、それを含めて原子力発電所の運用のためのコストを算定してこれを電気料金に内部化することになれば、いったい電力料金はいくらになるのでしょうか？

そこまでの準備をして、それでも原子力発電を選択することが電力消費者にとってメリットになることを説明しない限り、原子力発電の存続の合理的な理由は存在しないのです。

おわりに

さて、脱原発を行うことになれば、電力会社が先送りにしてきた使用済み核燃料の処理費、何も生み出さない用済みになった原子炉をはじめとする原子力発電所の解体処理費など、本来ならば原子力発電のコストに内部化すべきであった費用が顕在化するために、膨大な追加資金投入が必要になります。

加えて、国が莫大な資金を投入してきた再処理工場などの核燃料サイクル関連の設備は全て不良資産化し、更に電力会社から引き取る膨大な使用済み核燃料や放射性廃棄物処理に莫大な追加費用が発生します。

原子力発電を推進する人たちは、脱原発を実現するためには莫大な追加費用が必要になることを脅し文句にするかもしれません。これはお門違いの話です。

本来ならばこの追加費用はこれまで 40 年以上にわたって販売してきた原子力発電電力のコストに内部化して高い料金を徴収すべきであったのです。国や電力会社は無理を承知でダンピング販売してきたのです。

それでも原発をまだ続けようというのなら、今度はこうしたコストをすべて原子力発電電力の原価に算入し、更にこれまで未回収の廃炉・使用済み核燃料処理費な

どを加えて今後の電力販売価格を設定しなければなりません。そんなべら棒に高い電力料金を国民が認めるでしょうか？

当然のことですが、原子力発電を続ければ続けるだけこうした廃炉や使用済み核燃料処理、放射性廃棄物処理などの費用は更に膨れ上がるだけでなく、われわれの将来世代に対する放射能汚染の危険性を増大させることになるのです。

確かに国民が好んで原子力発電を推進したわけではありませんが、現実問題としては脱原発を実現するためには莫大な費用が発生することは事実です。おそらく電力会社や国の通常の予算内ではとても処理しきれない額になることは明らかです。私たちは、消極的な理由にしろ、国と電力会社にこの愚かな原子力発電を許したという責任があり何らかの形で費用を負担することは避けられません。

脱原発を実現し、将来世代の放射能汚染に対する負担を少しでも減らすことが私たち世代の責任であり、脱原発にはそれだけの覚悟が必要なことを自覚してほしいと思います。