

原子力発電所の耐震・耐津波性能のあるべき姿に関する提言
(土木工学からの視点) (案)

平成25年2月19日

土木学会 東日本大震災フォローアップ委員会
原子力安全土木技術特定テーマ委員会

土木学会 東日本大震災フォローアップ委員会
原子力安全土木技術特定テーマ委員会

委員長	当麻 純一	一般財団法人 電力中央研究所
副委員長	吉田 郁政	東京都市大学
幹事長	大友 敬三	一般財団法人 電力中央研究所
委員	青柳 恭平	一般財団法人 電力中央研究所
委員	秋山 充良	早稲田大学
委員	蛭沢 勝三	独立行政法人 原子力安全基盤機構
幹事	木原 直人	一般財団法人 電力中央研究所
委員	澤田 純男	京都大学防災研究所
委員	庄司 学	筑波大学
委員	高島 賢二	独立行政法人 原子力安全基盤機構
委員	高橋 智幸	関西大学
委員	東畑 郁生	東京大学
委員	中島 正人	一般財団法人 電力中央研究所
委員	中村 晋	日本大学
委員	能島 暢呂	岐阜大学
委員	樋口 義弘	清水建設株式会社
委員	松尾 豊史	一般財団法人 電力中央研究所
委員	松山 昌史	一般財団法人 電力中央研究所
委員	室野 剛隆	公益財団法人 鉄道総合技術研究所
委員	米山 望	京都大学防災研究所

1. はじめに

原子力安全土木技術特定テーマ委員会（平成 23 年 8 月～平成 25 年 5 月）では、東日本大震災を踏まえ、地震、津波に対して原子力安全のあるべき姿を土木技術の視点から提言することを目的に活動を行っている。これまで、情報の収集分析、現地調査（女川原子力発電所、浜岡原子力発電所）を通じて論点の抽出、提言骨子の検討を行ってきた。ここに、提言骨子について中間とりまとめを行ったので報告する。

1.1 提言の目的

本提言は、新設、既設を問わず原子力発電所の一般的な耐震・耐津波性能のあり方を示すものである。

この提言は、原子力土木に係わる安全規制行政、電気事業、建設業、学協会で活動する技術者を主な対象としているが、できるだけ原子力特有の用語や表現を避けて、広く一般に理解をしていただくよう配慮している。

本提言は新設、既設を問わず一般的な耐震・耐津波性能のあり方を示すものであるが、当面の現実問題としては既設の発電所に対してどのように十分な耐震・耐津波の性能を確保させるかが最も重要な課題である。地震・津波に関する新しい設計基準の策定や、それへの適合性の評価において本提言が速やかに反映されることを望む。

1.2 問題の所在

(1) 自然現象は設計で基準とする値を上回ることがあるという認識の欠如

設計地震動、設計津波を上回る事象に対して、どのような対策が現実的に適切であるかという認識が社会で共有されていなかった。

原子力発電所の設計では「極めてまれな地震、津波」を想定する。これらを科学合理的に設定する努力はこれまでもなされてきた。土木界においても、断層の活動性研究や設計津波の研究に長年取り組んできた。しかし、新潟県中越沖地震では設計地震動を大きく上回る地震動が発生し、その後、東日本大震災では設計津波を大きく上回る津波が発生した。その結果、設計で基準とする値の決め方への疑念が社会に広がるとともに、設計で基準とする値を上回る事態（残余のリスクという）への対応の不備が大きな問題となった。

「極めてまれな地震、津波」に対応して設計地震動（基準地震動）や設計津波（基準津波）を定めるということは、それがゆえに、その後の新知見への対応が容易ではないという問題を内包してきた。場合によっては、それ以前の意思決定根拠の否定につながり、原子力安全の説明性に一貫性を欠くからである。このことはまた、設計で基準とする値を上回る可能性への継続的なリスク管理を妨げてきた原因にもなった。

「極めてまれな地震、津波」を科学合理的に設定することの努力と同程度以上に、設計で基準とする値を上回る事態に備えての事前・事後の対策を広く検討することが各界が必要であったのではないか。

(2) 地域の視野からの安全技術の欠如

設計地震動，設計津波を上回る事象に対して，発電所敷地内だけでなく，敷地外との関わりを含めての対策の整備が不足していた。

東日本大震災で送電線やオフサイトセンターが機能喪失したことに象徴されるように，一般に発電所の安全で問題となるような地震や津波が発生すれば，敷地外においても相当の被害を生じている可能性があった。敷地外における道路交通や供給インフラの確保や，必要資材の備蓄も不可欠であり，関連行政や他事業者との連携が重要であることが明らかになった。

東日本大震災以前は，敷地外での実質的な防護措置が必要となるような事故の事態を想定してこなかった。その裏返しとして，事故を想定した議論がタブー視され，敷地内と敷地外とのかかわりが真剣に議論されることがなかった。設計で基準とする値以下の事象における発電所（あるいはその所有会社）で完結した事態収束が前提となっていた。

原子力安全の目標を達成するためには，こうした「地域の視野からの安全技術」の整備も十分になされていることが必要であったのではないかと。

1.3 本書の構成

本書では，地震，津波に対しての設計の枠組みを見直し，従来の「安全性」に加えて，「危機耐性」の概念を導入する。さらにこれらと相反しない概念としての「運転継続性」を設定する。

第二章では，この新たな設計枠組みを実現するための原子力発電所敷地内での技術について述べる。

第三章では，危機耐性の概念を原子力発電所敷地外に拡張して，総合的に安全性を確保することの重要性を述べる。

第四章では，東日本大震災で被害の拡大防止や影響緩和に成功した良好例や，その後の緊急安全対策で土木工学が果たしている役割を踏まえて，これらの継続的な改善のためには，部門の垣根を越えたコミュニケーションが必要なこと，その他の自然災害に対しても同様の取り組みが望まれることを述べる。

2. 新たな耐震・耐津波設計への提案

2.1 新たな耐震・耐津波設計の枠組み

地震，津波に対する性能として従来の「安全性」に加え，新たに「危機耐性」，「運転継続性」を提案する．特に，基準地震動・津波を超えた事象などに対処するための「危機耐性」の確保が重要である．

1章で述べたとおり，i)基準地震動・津波を超える可能性の認識及びその場合の対処，ii)様々な被災シナリオの考慮，が不十分であった点に最大の問題がある．そこで，従来考慮されていた，基準地震動・津波に対する性能である「安全性」に加え，基準地震動・津波を超えるなどにより「安全性」が損なわれた場合の「危機耐性」を新たに性能として考慮することを提案する．「安全性」の定義は一般に「重大な損傷が発生しない」であり，原子力発電所施設では「緊急手段を必要とせずに危機的な状況に至る可能性を十分に小さくする性能」とする．この「安全性」が損なわれたとしても直ちに危機的な状況に陥ることは避けなくてはならない．安全性能を越えることは構造物に重大な損傷が発生することを意味するが，そのような場合でも緊急手段を可能とし，原子力発電所のシステム全体として危機的な状況に至る可能性を十分に小さくする性能を定義すべきである．この性能の名称として，「危機耐性 (anti-catastrophe)」を提案する．

基準地震動・津波以下に対しては「安全性」，それ以上に対しては「危機耐性」が保たれなくてはならない．それらが保たれることを保障した上で，原子力発電所の復旧性，稼働性を対象とした「運転継続性」についても考慮することが好ましい．「運転継続性」については経済性を考えて多段階にハザードレベルを設定して，経済的かつ合理的な耐震・耐津波対策を行う仕組みを構築する必要がある．「安全性」上重要性が低いとされる構造物（耐震重要度 B,C クラス）であっても「運転継続性」の観点から重要性が高い構造物については，上記多段階ハザードレベルに対応して適切に対策を行う必要がある．

2.2 新たな性能「危機耐性」

危機的な状況に至る可能性を十分に小さくする性能「危機耐性」を確保するためには原子力発電所のシステム全体の理解が必要であり，土木，建築，機電などの部門の垣根を越えて，個々の施設や構造物の壊れ方及びその影響を理解し，緊急手段も含めて総合的に「危機耐性」を確保する必要がある．

「危機耐性」を考える場合，原子力発電所内の個々の施設や構造物の相互の関係を正しく理解し，原子力発電所を一つのシステムとしてモデル化する必要がある．システムのモデル化は，原子力発電所内で生じる個々の施設や構造物の地震や津波による損傷・被害の影響範囲を明らかにすることに直結している．モデル化されたシステムに基づき被災シナリオが構築されるため，システムさらにはその中のサブシステム，さらにはその中の個々の要素の相互の関係を明確にしなければならない．システムのモデル化においては従来の土木，建築，機電などの部門の垣根を越えて総合的に検討し，相互の関係を把握することが重要である．

例えば，屋外重要土木構造物や周辺斜面が被害を受けたとしても，それが原子力発電所の危機的状況をもたらすような被害であってはならない．これまで，壊れ方，壊れた後の影響の検討はあまり行っていなかったが，危機的状況を避けるような壊れ方を検討することが今後重要である．そのためには部材レベルの照査だけではなく，構造物全体として，あるいはシステム全体として危機的な状態を避けるた

めの方策を考える必要がある。取水施設であれば基準地震動・津波を超えたとしても直ちに冷却水確保のための通水性が損なわれるような破壊形態は避けなくてはならない、通水性が損なわれたとしても緊急手段による対処を阻害するような被害形態は避けなくてはならない。このようにシステム全体として粘り強いものとするのが重要である。

また、緊急手段により「危機耐性」を保つことも大変重要であり、その際モニタリングの果たす役割も大きい。津波の到達前での、港湾における水門閉鎖、建屋等の開口部の閉鎖及び、作業員の避難等の緊急手段は、原子力発電施設における津波の影響を低減し、危機的な状態から遠ざける効果がある。これらの方策を適切に実施するためには、津波の到達時刻や水位変動量の予測が必要である。沖合における水位モニタリングはその精度を高める有効な手段の一つであり、GPS 波浪計データや海洋レーダの活用が期待される。また、津波到達後に、危機的な状態を避けるために、浸水した機器の代替機器の設置などの緊急手段を行う可能性がある。しかし、巨大津波が発生すると、その水位変動は数時間から最大で1日程度継続する場合があります。作業の実施の可否判断には津波に関する情報が必要である。この情報を得る主要な手段の一つが、原子力発電所敷地内と周辺のモニタリングであり、例えば水位等の観測や映像によるモニタリングにより現場の状況を把握することができる。また、モニタリング結果を記録することにより、津波が発電所に与えた影響を直後に確認することは、緊急手段の選択に資する。こうした情報を有効に活用した適切な緊急手段によって「危機耐性」を高めることが期待できる。

なお、新たな性能である「危機耐性」を導入したとしても、原子力発電所が地震や津波により危機的な状況に至る可能性を完全にはゼロにできないことを十分に認識し、継続的にリスク管理の改善を図っていかなくてはならない。

2.3 基準地震動・津波のハザードレベル

現状の基準地震動・津波のハザードレベルを明らかにし新しい枠組みの中での基準地震動・津波の決め方について広く議論をしていく必要がある。その際、低頻度事象のハザードレベル評価手法の高度化とともに「危機耐性」の対象となるような低頻度事象の定量的評価の限界、その場合の合理的扱い方について検討を行う必要がある。

現状の基準地震動・津波のハザードレベルを明らかにするとともに、新しい枠組みの中での基準地震動・津波の決め方について、他の様々なリスクとの比較、経済性など、どのような観点から定義すべきかについて広く議論をしていく必要がある。

基準地震動のような低頻度事象のハザードレベル評価の高度化も課題である。地震動ならびに津波について確率論的ハザード解析の研究が進められ手順について整備されてきたが、断層モデルを考慮した確率論的地震ハザード解析など、一層の高度化を進めるとともに、その評価結果の設計やリスク管理への積極的な活用法について検討を進めて行く必要がある。また、低頻度の事象を対象とする場合、データが限られることからその評価の信頼幅が大きくなるため、それを小さくするための調査・研究が今後一層必要である。例えば、古津波の研究については、これまで古文書などの文献調査が主であったが、沿岸において津波の到達した古い痕跡に関する研究が発展している。津波堆積物や津波石に関する研究が代表的であり、課題が多いものの今後の発展が期待される。

同時に、こうした評価自体の信頼性を明示していくことが重要な課題となる。低頻度であればあるほど当然のことながらデータが限られその定量化が困難になることを認識した上で、どの程度までであれば定量的評価が可能か（妥当か）を示す必要がある。「危機耐性」のハザードレベルについては、確率的

(定量的)な定義が困難なことが予想される。基準地震動・津波を越える事象の生起確率は極めて小さく、低頻度事象を確率的に扱うことは信頼幅が大変大きい(信頼度の低い)確率値を扱わなくてはならないためである。従って「危機耐性」に対応した外力の頻度については定性的なシナリオとして定義することが考えられ、このような極めて低頻度事象の合理的な扱い方についての検討が必要である。

2.4 被災シナリオの拡充

過去の被災事例などを考慮して、新たな被災シナリオを可能な限り考える必要がある。特に「危機耐性」に対してはシステム全体として被災シナリオを考えることが重要であり、こうした観点からの現地調査(ウォークダウン)の方法の確立、実施が必要である。

今回の地震による被災事例も踏まえて設計あるいはリスク管理上考慮すべき事象の見直しを行い、さらに新たな被災シナリオを考えることが必要である。例えば、津波が防潮堤を超えた場合の流体力や漂流物衝突力に対する構造安全性、水密性などに対する設計が考えられ、こうした事象を議論する耐津波工学の構築が必要である。また、地震動による地盤の抵抗力の低下、その後の津波による流体力や漂流物衝突力、局所洗掘の影響など、ハザードの組み合わせに対する被災のシナリオも議論が必要であろう。その他にもいくつか考えられる事象を列挙しておく。防潮堤が津波高さより高いとしても、取・放水設備や配管ダクトを通じて浸水する可能性もあり、そうした被災シナリオへの対処も必要である。また、本震発生後の事象についても考慮が必要であり、余震に対する十分な性能を担保するための設計も今後の課題になる。構造物への累積損傷(本震、余震)を考慮した耐力の評価方法、余震を考慮した設計用地震動の考え方(本震よりも余震の地震動の方が大きい場合もある)などの設計法の確立が必要となる。そのためには余震に対する確率論的ハザード評価に対する検討も進める必要がある。また、巨大津波の後では、水位変動が半日から1日程度は継続する場合があります。被災直後の緊急手段のための現場作業時に被災する可能性もある。

これまで様々な震災を経験し被災例に学んで耐震設計が進歩してきたが、原子力安全においては経験に学ぶだけでなく、想像力をたくましくして未経験の被災シナリオも想定し、考えられる限りの危険性に対して十分な対策をとることが必要である。そのためには、これまでの設計の枠組みにとらわれることなく、部材レベルの性能に加え、土木、建築、機電などの垣根を越えたシステム全体の性能を考える必要がある。特に「危機耐性」に対してはシステム全体として被災シナリオを考えることが重要である。こうした観点からの現地調査(ウォークダウン)の方法の確立、実施が重要である。

考えられる限りの被災シナリオの推定を試みたとしても、将来的に推定していなかった事象によって被災する可能性があることを認識しなくてはならない。推定していなかった事象に対しては緊急手段による対処が大変重要であり、土木構造物の耐震・耐津波性能の立場から人員や物資、機材搬入路確保のための道路、橋梁などが被災した場合の影響について検討を行い、その対処方法に関する計画ならびに人員の訓練を行う必要がある。こうした緊急手段の確保は敷地内だけではなく敷地外の施設にも深く関わる。敷地外については3章で述べる。

3. 地域の視野から求められる原子力安全土木技術の役割

3.1 地域の視野からの修復・復旧

修復・復旧に係わる活動には、周辺地域からの応援・支援は不可欠であるため、地域の視野から原子力安全の目標を見直し、原子力発電所設備性能との関係を明確に規定し直すことが必要である。

原子力安全土木技術の根幹は、前章に示したように、地震・津波ハザードの評価技術や耐震設計及び耐津波設計に関わる技術であるが、一方で、原子力発電所の物理的・機能的な被害の可能性を想定すれば、危機的状況を避けるための修復・復旧に係わる活動やそれらを支える周辺地域からの応援・支援は不可欠となる。そのため、地域の視野から原子力安全の目標を見直し、原子力発電所設備性能との関係を明確に規定し直す必要がある。

電気事業、国の関係機関、及び、立地自治体を含めて、我が国の社会全体で原子力発電所の物理的・機能的な被害の可能性をこれまで暗黙裡に前提としてこなかった。それゆえ、被害収束に向けた原子力発電所の修復・復旧という考え方が原子力安全土木技術の枠組みの中で十二分に制度化されていなかった点が大きな問題の1つであった。その結果、危機的状況での時間的・空間的に極めて強い制約下において原子力発電所を修復・復旧させるためのアクションプランや具体的方策が欠落していたと考えられる。

本提言では、原子力発電所のシステム全体に求められる性能として、基準地震動や基準津波を越えた場合に求められる「危機耐性」を前章において新たに定義した。危機耐性の考え方を国際原子力機関（IAEA）による深層防護の考え方（山口，2012.1）に対応づけると、第4層「アクシデントマネジメントと影響の格納」と第5層「敷地外緊急対処」に関与する性能であり、このような性能を確保するためには、周辺地域との関わりの中での修復・復旧という考え方が前提として求められることになる。以上の考え方に基づき、本章では、このような地域の視野から求められる原子力安全土木技術の役割について、以下の大きく2つの観点から提言を示すこととする。

3.2 修復・復旧を前提とした社会制度の枠組み

地域社会との関わりの中での修復・復旧を前提とする原子力防災の基本的な枠組みを社会制度に取り入れ、アクションプラン等の具体的な施策立案の際に修復・復旧の考え方を陽に反映させる必要がある。

前節で述べたような原子力安全土木技術に係わる修復・復旧の考え方を、社会制度の枠組みの中でどのように位置づけ、共有・運用・管理・維持していくかが、極めて大きな課題である。その課題解決には、様々な分野との協働・連携作業が不可欠である。

原子力発電所周辺の地域社会との関わりの中での修復・復旧を前提とする原子力防災の基本的な枠組みを、災害対策基本法や原子力災害対策措置法といった上位法令の中で明文化し、それによって、各省庁の原子力災害対策マニュアル、関連自治体の総合計画・地域防災計画、及び、電気事業の防災業務計画の策定過程の俎上に載せ、アクションプラン等の具体的な施策立案の際に修復・復旧の考え方を陽に反映させる必要がある。

その際、中立な第三者機関の役割としては、アクションプラン策定のための指針や手引書の策定・公表・改定などの責任的立場が求められよう。さらに主体を広げると、政府や原子力規制委員会、原子力規制庁には、住民を含めた、原子力安全に係わる個別分散的な主体間のリスクコミュニケーションを前進かつ効率化するために、原子力安全に係わるリスク情報を一元的に共有するプラットフォームを再構築・公開し、実質的でかつ効率的な運用・管理・維持に向けた迅速な行動が強く求められる。

3.3 原子力発電所敷地外システムの耐性の向上

周辺地域との関わりの中で、原子力発電所の修復・復旧を具体化し、効率的に実現するためには、原子力発電所敷地外システムの耐性を向上させることが重要である。

危機的状況を避けるための原子力発電所の修復・復旧を、周辺地域との関わりの中で具体化し、効率的に実現するためには、原子力発電所敷地外システムの耐性の向上方策を講じておく必要がある。そのためには、対象とする原子力発電所の物理的・機能的な被害による影響波及を事象の木解析（ETA）の方法論を援用するなどして事前検討し、帰結となる事態の事故シーケンスを遡って検討することが必要である。

原子力発電所敷地外システムとして、具体的には、国・自治体等が関わるオフサイトセンター等の危機管理及び応急復旧の基点となる公的施設や、電気事業者等が関わる復旧人員・復旧資機材の供給拠点となる後方支援拠点群、また、それらから原子力発電所までの交通インフラ・アクセスルート、及び、情報通信インフラや水供給・水処理等のライフラインシステムが挙げられる。それぞれの事故シーケンスを想定した上で、地震動、液状化等による地盤変状、斜面崩壊、津波作用、さらには空間放射線量暴露などに対する原子力発電所敷地外システムのリスク評価が必要不可欠である。

また、帰結となる事態の重体度（カタストロフィーの度合い）に応じて空間的に対象領域を拡大して修復・復旧の効率化方策を考える必要がある。したがって、原子力災害対策の重点区域だけでなく、さらに広域からの応援・支援を念頭においた上記のリスクアセスメントと具体的方策の検討が必要である。

4. 土木技術者の役割

一般の社会基盤施設では、地震、津波など自然外部事象への理解と対策において土木技術は大きく関与してきている。その一方で、原子力安全の技術体系のなかにおいて、土木技術の占める地位は必ずしも高いものではなかった。東日本大震災での原子力事故を機に、土木、建築、機電の分野間での垣根を越えた協力関係が良好に構築されつつある。特に、次に示す課題について、分野間の協力関係を密にして対応していく必要がある。

4.1 失敗・成功事例等の共有と活用

失敗事例から再発防止の教訓を得るとともに、過酷事故に至らせなかった経験などを技術として体系化して今後引き継いでいくべきである。

東日本大震災では過酷事故に至った失敗事例から、社会は多くの教訓を得た。これらを今後の安全に活かすことは当然として、過酷事故に至らせなかった成功体験もあり、これらを事例として共有して今後活かすべきである。たとえば、東北電力女川原子力発電所では、基準地震動 S_s と同程度の地震動を経験したが、耐震安全上重要な土木構造物、基礎地盤、周辺斜面に顕著な被害はなかった。最高水位 13m の巨大津波であったが主要設備を設置している敷地には津波は到達しなかった。過去から現在に至るまでの土木技術が有効に寄与しているものと考えられる。また、震災後に各サイトで個別に実施されている緊急安全対策についても、その設計法、施工法、耐震性評価法、耐津波性評価法などを技術として体系化し将来に引き継いでいくことが重要である。

4.2 地震、津波以外の自然外部事象への対応

地震、津波以外のさまざまな自然外部事象に対しても、「安全性」と「危機耐性」を確保するべきである。

本提言は、東日本大震災を踏まえて、地震、津波に対しての原子力安全を対象としているが、それら以外の自然外部事象に関しても同様の考え方を適用するべきである。日本は地震国であり、地震、津波が大きな脅威であることは間違いないが、特定の事象に特化せず、バランスのとれたリスク管理が望まれる。主な事象としては、火山噴火とその降灰、暴風雪、高潮などである。また、複数の自然外部事象の組み合わせに対する対応については、その発生確率や時間的な前後関係を考慮して対策すべきである。その際、特定の事象に対しての対策が、その他の事象によってどのような影響を受けるのかを確認する必要がある。たとえば、津波防護施設や取水施設が、地震動によってどのように変形し、それらが津波に対してどのように機能するかである。いずれも場合でも設計や審査にあたって絶対に壊れない（壊さない）という固定観念をもつべきではない。

4.3 継続的なリスク管理への関与

構造物の耐震性・耐津波性に関するリスクとその対策に関わる情報を第三者の立場から公開するシステムを構築すべきである。

本提言での耐震・耐津波設計の枠組みは、既存の原子力発電所の設計時には考慮されていない。既存の原子力発電所は、常に最新の地震・耐震工学に関わる知見を取り入れ、「危機耐性」などの新たに定義される性能も考慮し、継続的にリスク管理を行うことが求められる。さらには、今後も原子力発電所近傍における地震や津波の情報が新たに提供されることが予想されるため、これらに対する原子力発電所のリスクを管理し、受容できるように補強を含めた対策を施す必要がある。その際、中立な第三者機関がリスク管理に関与する必要がある。新たに提供される地震や津波の情報、または、新たに構造物に要求される性能について、それを既存の原子力発電所に反映させることの是非、さらにはどこまでの対策を施すのかについて、中立な第三者機関に属する技術者の判断を仰ぐことが求められる。第三者機関は、その結果を市民に対して公開し、意見を求める機会を持つべきである。すなわち、市民感覚を反映した意思決定の仕組みを作ることが必要である。

継続的なリスク管理を行っていく上で、モニタリング技術の積極的な活用も重要である。中小の地震も含めた地震動、各種構造物の応答、津波などの観測情報から設計やリスク評価に用いたモデルの妥当性を確認し、必要に応じて更新する耐震・耐津波設計、リスク管理の仕組みを構築していくことが好ましい。

参考文献

- 原子力安全委員会 原子力施設等防災専門部会 防災指針検討ワーキンググループ：「原子力施設等の防災対策について」の見直しに関する考え方について中間とりまとめ（案），2012.3
- 原子力安全・保安院：発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方について（現時点での検討状況），2012. 8.
- 東京電力：福島原子力事故調査報告書，2012.
- 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会：国会事故調 報告書，2012.
- 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員：政府事故調 中間・最終報告書，2012.
- 日本地震工学会：原子力発電所の地震安全に関する地震工学分野の研究ロードマップ，2011.
- 日本原子力学会：原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準，2012.
- 日本原子力学会：原子力発電所の“地震安全”に関する検討報告書ー地震安全ロードマップー，2012.
- 福島原発事故独立検証委員会：調査・検証報告書，2012.
- 山口彰：原子炉施設の確率論的リスク評価の動向と今後への期待，日本原子力学会誌，2012.1

用語説明

用語	解説
緊急手段	シビアアクシデントに至るおそれのある事態が発生しても、それが拡大することを防止し、また、万が一シビアアクシデントに拡大した場合にも、その影響を緩和するための対策
確率論的ハザード評価	対象地点におけるハザードの強さ・大きさ（例えば地震動強度、津波高さ）とその超過確率（あるいは頻度）との関係性を評価すること。
ハザードレベル	注目する超過確率（あるいは頻度）に対する外力の強さ（地震動強度や津波高さ等）、または注目する外力の強さの超過確率（あるいは頻度）
基準地震動・基準津波	原子力発電所施設・設備・構造物の設計に用いられる基準となる地震動または津波。施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあるもの。
耐震重要度	原子力安全委員会の「発電用原子炉施設に関する地震・津波に対する安全設計審査指針」によって定義された、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点からの発電所施設の重要度
取・放水施設	日本の原子力発電所では、原子炉を冷却するため、海水を冷却水として利用している。そのための海水を取水する施設と放水する施設
ウォークダウン	設計図面、機器の配置、運転状態、事故時に発生する可能性のある隣接構造物間の空間的環境効果、システムの相互干渉効果、“二次的影響”，及びこれらに係る評価手順などに関する情報の妥当性の確認のために実施する発電所を対象とした現地調査(日本原子力学会：原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準 より引用)
事象の木解析(ETA)	構築物、機器及び系統の損傷、並びに故障及び事故などの起因となる事象を出発点に、事象がどのように進展して最終状態に至るかを、関連する“緩和設備”の作動の成否などを分岐として樹形状に展開した図式(イベントツリー)を用いて、最終状態に至る事故のシナリオ展開すること。(日本原子力学会：原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準 より引用)
リスクコミュニケーション	個人、集団、組織間でのリスクに関する情報および意見の相互交換プロセスを指す。リスクに関するメッセージおよびリスクマネジメントのための法規制に対する反応やリスクメッセージに対する反応などリスクに関連する他のメッセージも含む。
事故シーケンス	起因事象の発生に加えて、事象の拡大を防止したり、影響を緩和するための設備の機能喪失又は操作の失敗によって炉心損傷、格納容器機能喪失あるいは放射性物質の放出に至る組合せをいう。(原子力安全・保安院、原子力安全基盤機構：原子力発電所における確率論的安全評価(PSA)の品質ガイドライン(試行版)(2006) より引用)
残余のリスク	策定されたハザードを上回る外力の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくに

	よる災害を及ぼすこと。残余のリスクの存在を十分認識し、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきとされている。（「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定）」）
--	--