



## 第 10 回分科会の主要な論点の整理

### (1) 指針の範囲について

- ①原子炉等規制法の多段階規制という大きな枠組みは、耐震に関しては、どんなすごい地震が起こるところであっても、工学的技術によって対処できるという基本的フィロソフィーのもとにできていると理解してよいか。立地指針のところというよりも実質的には耐震指針のところ、技術的な問題をクリアすればよいということになっているのか。(石橋)
- ②現在の指針類は、階層構造(立地-安全設計-耐震設計)となっており、客観的に見て工学的に無理という判断があれば立地指針で除外される。耐震に関して耐震設計指針に全部凝縮されているという理解でもよいが、どんなところでも立地できるという前提のもとに指針が考えられているということではない。(山内)
- ③耐震に関しては、耐震設計指針に全部凝縮されているようなので、実際にそうであれば、改訂する際にそういうことも十分考慮した方がいいのではないか。(石橋)
- ④耐震設計指針は、安全設計指針から単に受けているものとするのか、それとも、立地指針、安全評価指針で設計基準事象を超えるものに対しても考慮しているところも受けるのか否かが非常に大きなポイントである。(平野)

### (2) 安全確保の基本的考え方について(安全余裕については(3))

- ①耐震設計方針と安全性に係る評価が分かれていることが全体を分かり難くしている。全体をまとめた形で、重要度に応じて要求安全性が異なり、要求安全性に応じて地震動を設定するレベルも異なるというような形で構成する方がいい。(神田)
- ②安全性に係る評価の考え方の安全余裕を持ちなさいという方針は設計の方針であって、「災害の防止上支障がない」という炉規法の設置許可の基準を受けた言葉がなければ変である。(平野)
- ③安全確保の基本的考え方のところを2つに分けて記載しているが、その必要はなく、この指針が達成したいと思っているところは何かということだけを明確に記載すべきである。(伊部)
- ④安全性に係る評価の基本的考え方で、地震動としてどれくらいのを考えるのか、(解説でどれくらい書かれるかということによるが)ターゲットが示されていない。基本 WG では、 $10^{-4}$ /年を例として示している。(平野)

### (3) 安全余裕(安全に係る評価の後半部分)について

- ①「適切な安全余裕を有して…」というのは全く意味がわからない。災害の防止上支障がないとかリスクが小さいということと、適切な安全余裕を有するということは、概念がまるで違う。(平野)

- ②経験工学的には、基準地震動を超えるような地震動が発生するか否かという観点と施設の実耐力がどれくらいあるかという観点は非常に重要であり、これらの観点の両方を勘案して考えていくべきである。(秋山)
- ③システムとしての設計の有効性を定量的に把握することは、PSAの手法で可能であって、従来の方法ではできない。確率論的安全評価の方法は、義務付けて行う価値がある。(村松)
- ④決定論的な方法によるか、確率論的な方法によるかは、個別に判断して適切に運用しなさいという表現は、少し消極的であって、もっとシステム的な考え方と説明力、透明性というところを追求していくなれば、もっと別の表現方法あるいは方向性を出すべきであり、双方の連携について議論を本格的にやっていく必要がある。(亀田)
- ⑤具体的な申請の内容がすべて具現化されているかは、基本設計の段階では確認できないわけで、それについては後段規制に委ねるとして、確定論でも確率論でもいいにしても、規制上確認するというポジションだと理解してよろしいか？(平野)
- ⑥個々の施設の決定論的な安全余裕の評価に関しては、確率的には非常に低いことでも、そのサイトの近傍で起こり得る地震の最大のものを、安全余裕のチェックに取り入れて欲しい。(石橋)
- ⑦「安全余裕」というものに対するイメージが人によって違っている。ここでは設計条件を超えることの対応を言っているのではないかと思うので、主旨がわかるようにすべきである。(伊部)
- ⑧地震・地震動WGでは、決定論的な方法と確率論的な方法を何らかの方法で整合させようということを検討してきた。それを反映して、地震動の設定のレベルを決定論的に決めて設計を行い、安全性の評価は確率論的に行うという流れになっていると考えると、それほどおかしな考え方ではないと思う。(入倉)
- ⑨残余のリスクの問題を安全余裕の中に持ち込んで、一緒に扱うことが論理的に大変無理があるので、2つの概念をしっかりと別なものとして捉えて整理することが必要である。また、「残余のリスクを十分に小さくする」等、できれば基本的な方針として明示すべきではないか。上位指針の内容(安全設計指針の指針2)と不整合が生じる可能性もあるので、そのことも今後の整理の中で考えていく必要がある。(大竹)

\* 事務局宿題事項

- ①地震PSAについての技術的なレベルや規制にどのように取り入れられるかを検討するための資料
- ②残余のリスクと安全余裕、それぞれの考え方の整理

【添付：議論の詳細】

(1) 震分第 10-1 号について

(石橋)

(1)①

- ・ 原子炉等規制法の多段階規制という大きな枠組みは、耐震に関しては、どんなすごい地震が起こるところであっても、工学的技術によって対処できるという基本的フィロソフィーのもとにできていると理解してよいのか？また、立地指針に地震についても若干記載があるようであるが、地震に関して必ずしも有効に働いていないようであるので、実質的には耐震設計指針のところで、技術でいかにカバーするかという問題をクリアすればよろしいということになっているのか？

(山内)

- ・ あくまでも自然的な立地条件というものが、工学的なものによってクリアできるという前提が立って、初めて耐震設計指針の問題になる。どんなところでも構わないのかということに対しては、それは前提としては構わないが、おそらく工学的には無理だということになれば、その段階で全部はねられるという理解でよいと思う。

(石橋)

- ・ 工学的な技術では到底クリアできないという判断が、耐震設計指針に基づく判断の前にどこかに具体的にあるのか？耐震設計指針の中に、工学的にクリアできるかどうかの問題も、全部凝縮されて押し込まれているように思うがどうなのか？

(山内)

(1)②

- ・ 指針類は、法律などと同じように階層構造になっている。(立地指針>安全設計指針>耐震設計指針) 法律的な考え方からすれば、客観的に見てどうしようもないという判断だと、立地指針ではねられてしまう。耐震に関して耐震設計指針に全部凝縮されていると理解されても間違いではないと思うが、あくまでもどんなところでもできるんだという前提のもとに指針が考えられているということではない。

(石橋)

- ・ 立地指針でまずフィルターがかかって、後の具体的な工学技術について耐震設計指針でやると理解しても、あるいは技術的なことは全て耐震設計指針に凝縮されていると理解しても、どちらでもいいというが、どちらかはっきりしないと、具体的に何を耐震設計指針に盛り込むかという具体的な議論がきちんとできない。原子炉の場合、地震に関しては全部耐震設計指針でやっているように感じているので、そうであれば、改訂する際にそういうことも十分考慮した方がよいと思う。

(1)③

(平野)

- ・ 耐震性に関しては、安全設計指針で耐震設計指針に委ねると書い

であるだけで、立地指針に記載されている、内的事象の重大事故、仮想事故（評価方法は安全評価指針に記載）に相当するものは、耐震設計指針では今まで明示的ではなかった。それは非常に大きな地震動に対しても主要な機器が健全であるというフィロソフィーを守っている限り、ある意味評価する必要はないからということであるが、確定的に決めた非常に大きな地震動を超えるもの（内的事象の重大事故、仮想事故に相当するようなもの）に対して、(1)④  
どういう安全が担保されているかということが問題である。安全設計指針から単に受けているものとするのか、それとも、立地指針、安全評価指針で設計基準事象を超えるものに対しても考慮しているところを耐震設計指針で受けるのか否かが非常に大きなポイントである。

## (2) 震分第 10-2 号について

(神田)

- ・重要度を 3 分類にするということがまず基本にあり、それに対してどのようなレベルの地震力（地震動）を設計で使うかということにより、どのくらい安全なものを考えるのかということが決まってくるので、耐震設計方針と安全性に係る評価が分かれていることが全体を分かり難くしている。やはり、全体をまとめた形で、重要度に応じて要求安全性が異なり、要求安全性に応じて地震動を設定するレベルも異なるというような形で構成する方がよいと思う。(2)①

(平野)

- ・「適切な安全余裕を有して…」というのとは全く意味がわからない。災害防止上支障がないとかリスクが小さいということと、適切な安全余裕を有するということは、概念がまるで違う。また、安全性に係る評価の基本的考え方の前半部で、地震動としてどれくらいのもの考えるのか、（解説でどれくらい書かれるかということによるが）ターゲットが示されていない。基本 WG では、 $10^{-4}$ /年を例として示している。(3)①  
(2)④

(水間)

- ・残余のリスクを小さくするための安全余裕というものがあれば、ある意味でそれがカバーできるのではないかとということで今回の提案をしたが、根拠が希薄であるというご指摘であれば、議論の中で説明させていただきたい。

(秋山)

- ・不確実性というものに対処して、安全余裕度を積極的に導入していくということは、従来の耐震設計指針では用語に全く出ていないが、実際に設計する段階で、設計者が常に意識してきたものである。一つは設計用地震動を超えるような地震が起こるか起こらないかという観点が重要であり、その一方で実際の物の耐震性で(3)②

考えたとき、設計に用いる地震動をちょっと超えれば壊れるのか、それとも余裕を持っているのか、これ（実耐力はどれくらいか？という観点）も非常に重要な、もう一つの観点であると思う。実際の物が有する実耐力と、地震動として本来のいろいろあるべき姿を両方勘案しながら、経験工学として、この2筋でやっつけていかなざるを得ないように思う。

（村松）

- ・ 余裕については、従来の方法でも、PSAの手法でも、どちらでも適切に取捨選択をして実施する旨、記載されているが、システムとしての設計の有効性を定量的に把握することは、PSAの手法で可能であって、従来の方法ではできない。確率論的安全評価の方法は、その数値をどこまで詳細に信頼できるかということについては議論があるかと思うが、少なくともシナリオを認識して安全対策に万全を期すという能力については、義務付けて行う価値があると思う。

(3)③

（水間）

- ・ 詳細設計の段階で、どういう判断基準をもって判断するか、その見通しを規制行政庁と十分に議論していく必要がある。技術的な見通しについては、実際の評価における手法などを事業者にご紹介いただいて、どういう技術的なレベルに達しているか、規制にどのように取り入れることが可能であるかということ（ある意味での相場観）を委員の先生方にご紹介して、今の段階では指針にどのようなところまで取り入れられるか、将来的にはどうすべきかということ、事務局で各方面にお願いして、整理してご紹介したいと考えている。

（亀田）

- ・ 確率論的耐震安全評価手法をどのような形（設計の段階か、設計終了段階でのシステム全体のチェックか）で取り入れるか、今後いろいろな議論がなされるべきである。設計の安全余裕ということで、まず取り入れて、その中に確率論的安全評価手法も視野に入れるということは、従来の技術の蓄積を背景とした一つの重要なステップを踏んでいると思うが、出された結論に対する説明力、透明性というような、今後非常に要求されることに答えられるか否か議論が必要である。決定論的な方法によるか、確率論的な方法によるかは、個別に判断して適切に運用しなさいという表現は、少し消極的であって、もっとシステム的な考え方と説明力、透明性というところを追求していくならば、もっと別の表現方法あるいは方向性を出していただくこともできる。もうそろそろ、こういう連携をする議論を本格的にやっつけていいのではないかと思う。

(3)④

（水間）

- ・ 地震 PSA の規制取り入れの実現可能性などに係るものを紹介させていただいた上で、安全余裕についての思想的なものも、次回改

めて整理して、議論の材料として供したいと思う。

(平野)

- ・安全余裕を持ちなさいというのは設計の方針であって、「災害の防止上支障がない」という炉規法上の設置許可の基準を受けた言葉がなければ変である。それから、具体的な申請の内容がすべて具現化されているかは、基本設計の段階では確認できないわけで、それについては後段規制に委ねるとして、確定論でも確率論でもいいにしても、規制上確認するというポジションだと理解してよろしいか？

(2)②

(3)⑤

(水間)

- ・次回以降、今の安全余裕についての思想的なものや、それをどうやって手続きの中で具体化していくのかについては、整理させていただいて、議論を進めていただきたいと思う。

(石橋)

- ・地震 PSA でシステム全体の安全性能評価を高度化するというとは別に、個々の施設の決定論的な安全余裕の評価に関しては、確率的には非常に低いことでも、そのサイトの近傍で起こり得る地震の最大のを、安全余裕のチェックの中に取り入れて欲しいと思う。

(3)⑥

(水間)

- ・次回どこまでクリアに整理できるかわからないが、再度説明して、意見をいただきたい。

(伊部)

- ・安全確保の基本的考え方のところを2つに分けて記載しているが、その必要はなく、この指針が達成したいと思っているところは何かということだけを明確に記載すべきである。また、安全確保の基本的考え方の最後の方にある「安全余裕」というものに対するイメージが人によって違っているように感じる。設計法自体が有する余裕もあるので、これとは別に考慮する「適切な余裕」とは一体何なのかわからない。むしろ、ここで言っているのは設計条件を超えることの対応を言っているのではないかと思うので、主旨がわかるようにすべきである。

(2)③

(3)⑦

(入倉)

- ・「極めて稀ではあるが発生するおそれがあると想定される地震動」について、その超過発生頻度を  $10^{-4}$ /年としてアプライに与えるというのが基本 WG の案であったが、地震・地震動 WG では、地震学の現状から決定論的な方法で地震動のレベルを考えた場合にそれが  $10^{-4}$ /年という超過発生頻度とどういう関係にあるか、つまり、決定論的な方法と確率論的な方法を何らかの方法で整合させようということを検討してきた。それを反映して、地震動の設定のレベルを決定論的に決めて設計を行い、確率論的な評価も重要であるということ、安全性の評価は確率論的に行うという

(3)⑧

流れになっている。この考え方はそれほどおかしな考え方ではないと思う。

(大竹)

- ・ 残余のリスクへの対処をはっきり示したことは非常に大きなポイントであると思うが、この残余のリスクの問題を安全余裕の中に持ち込んで、そこで一緒に扱うというのが、論理的に大変無理がある。2つの概念をしっかりと別のものとして捉えて整理することが必要である。また、残余のリスクに対する対処については、安全確保の基本的考え方に入っていない。「残余のリスクを十分に小さくする」等、できればターゲットとして示すということを、基本的な方針として明示すべきではないか。なお、上位指針の内容(安全設計指針の指針2)と不整合が生じる可能性もあるので、そのことも今後の整理の中で考えていく必要がある。

(3)⑨

(水間)

- ・ 地震 PSA については、共通的な認識を分科会の場で持っていただくことが重要であるので、何らかの工夫をさせていただき、次回以降にご紹介をしたい。また、残余のリスクと安全余裕の関係について、どのような考え方をもってということを事務局なりに整理をさせていただいて、次回以降議論を深めていただきたい。



安全審査における「安全余裕」等の取扱い及びその具現化に関する評価・確認について（案）

	現行指針下における適用・運用等	指針改訂後における新規施設への適用		
		案 A	案 B	案 C
指針の考え方	施設の重要度に応じて地震力を算定し、それに対して耐えること、または、安全機能が保持できることを耐震設計の基本的な方針としている。 安全余裕については、明示されていない。	耐震設計の基本的考え方は、現行と同様であるが、安全機能の保持についての考え方をより明確化する。 地震動の策定及び施設の耐力の不確定性を踏まえ、適切な安全余裕を基本設計段階での設計方針上盛り込むことを要求する。（分科会で否定的見解：備考の分科会指摘事項欄等を参照）	耐震設計の基本的考え方は、現行と同様であるが、安全機能の保持についての考え方をより明確化する。 施設の設計裕度により、地震動の策定及び施設の耐力の不確定性を踏まえても、公衆の放射線災害のリスクが十分小さいことを要求する。（設置許可の段階以降において地震 PSA を実施することを要求するが、その評価の位置付けは、安全目標等の検討との整合性をはかりつつ、段階的に規制に導入（参考→相対的規制→絶対的規制）	耐震設計の基本的考え方は、現行と同様であるが、安全機能の保持についての考え方をより明確化する。 施設の設計裕度により、地震動の策定及び施設の耐力の不確定性を踏まえても、公衆の放射線災害のリスクが十分小さいことを要求する。（設置許可の段階以降において地震 PSA を実施することを要求し、その評価結果を絶対的規制として用いる。）
設置許可段階	【申請者】 上記の指針の考え方にしたが、（詳細設計も見越しつつ）基本設計の方針を示している。 安全余裕については、設計方針には明示していない。 【規制行政庁・原子力安全委員会】 基本設計の方針が指針に則っているかについて審査を行っている。 安全余裕については、特段の審査はしていない。	【申請者】 安全余裕についても、上記の考え方にしたが、（詳細設計も見越しつつ）設計の基本方針に含めることを示す。 【規制行政庁・原子力安全委員会】 安全余裕については、詳細設計がある程度確定した段階（後段規制）において適切に具現化されるものとして、基本設計の段階では指針の規定に沿って、施設の設計方針において安全余裕が確保される見通しである旨を確認する。 原子力安全委員会は、答申と同時に、後段規制の段階において安全余裕が適切に具現化されているかどうかを規制行政庁を通じて確認する方針である旨、答申文とは別に示す。	【申請者】 案 C に同じ。 【規制行政庁・原子力安全委員会】 案 C に同じ。	【申請者】 施設の設計裕度により、公衆の放射線災害のリスクが十分小さいこと（以下、「リスクが十分小さいこと」という。）についても、上記の考え方にしたが、（詳細設計も見越しつつ）基本設計の方針の一部として示す。 【規制行政庁・原子力安全委員会】 リスクが十分小さいことについては、詳細設計がある程度確定した段階（後段規制）において適切に評価されるものとして、基本設計の段階では指針の規定に沿って、施設の設計方針において安全余裕が確保される見通しである旨を確認する。 原子力安全委員会は、答申と同時に、後段規制の段階において安全余裕が適切に具現化されているかどうかを規制行政庁を通じて確認する方針である旨、答申文とは別に示す。
工事計画の認可の段階	【原子炉設置者】 設置許可で妥当性が確認された設計方針にしたがい詳細設計を実施している。 安全余裕については、実質的に考慮している。 【規制行政庁】 詳細設計が設置許可で与えられた設計方針に則っており、さらに安全性を具現化しているかについて審査を行っている。 安全余裕については、施設の応答と許容限界を比較することにより、実質的な確認をしている。	【原子炉設置者】 安全余裕の評価手法について、地震 PSA によるか、従来から詳細設計において実質的に行われてきた決定論的な評価手法によるかを判断し、具体的な評価を実施し、その評価結果を規制行政庁に提出する。 【規制行政庁】 安全余裕について、提出された評価結果に対し、その評価方法及び評価結果の妥当性を確認し、その結果を原子力安全委員会に報告する。 【原子力安全委員会】 規制行政庁からの報告内容について必要な審議・検討・評価を行う。	【原子炉設置者】 案 C に同じ 【規制行政庁】 リスクが十分小さいことについて、提出された評価結果に対し、その評価方法及び評価結果の妥当性を（参考の位置付けで）確認し、その結果を原子力安全委員会に報告する。 【原子力安全委員会】 案 C に同じ。	【原子炉設置者】 リスクが十分小さいことについて、地震 PSA による評価を実施し、評価結果を規制行政庁に提出する。 【規制行政庁】 リスクが十分小さいことについて、提出された評価結果に対し、その評価方法及び評価結果の妥当性を確認し、その結果を原子力安全委員会に報告する。 【原子力安全委員会】 規制行政庁からの報告内容について必要な審議・検討・評価を行う。

	現行指針下における適用・運用等	指針改訂後における新規施設への適用		
		案 A	案 B	案 C
建設工事 段階以降	<p>【原子炉設置者】 詳細設計にしたがい建設されているかどうか検査により確認している。 運転開始後も運転に支障がないか定期的に検査し確認している。(施設の経年劣化等による強度低下を安全余裕でカバーしようと考えている。)</p> <p>【規制行政庁】 安全確保上重要な施設については、規制行政庁においても検査により確認している。</p>	-	案 C に同じ。	(地震 PSA の実施時期を工事認可最終段階としたが、さらにこれよりも後の段階である運転開始前までに、施設の建設状況や運転管理手順の整備状況等を踏まえ、より精度の高い評価を実施するという案もある。)
各案の 特徴	-	分科会第 10 回 (震分第 10-2 号) 提案内容	<p>基本 WG の中間報告における目標 II と、その取扱いを参考とし、下記とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 処々の不確実性を考慮しても公衆の放射線被ばくのリスクが十分小さいことを、安全確保の基本的考え方に追加し要求事項とした。</li> <li>・ ただし、設置許可の段階以降において地震 PSA を実施することを要求するが、その位置付けは、安全目標等の検討との整合性をはかりつつ、段階的に規制に導入 (参考→相対的規制→絶対的規制)</li> <li>・ 地震 PSA による評価とその確認は工事計画の認可段階。(運転開始前までとする案もある。)</li> </ul>	<p>基本 WG の中間報告における目標 II と、その取扱いを参考とし、下記とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 処々の不確実性を考慮しても公衆の放射線被ばくのリスクが十分小さいことを、安全確保の基本的考え方に追加し (絶対的規制における) 要求事項とした。</li> <li>・ 地震 PSA による評価とその確認は工事計画の認可段階。(運転開始前までとする案もある。)</li> </ul>
備考 (分科会 指摘事項 懸案事項 等)	※安全余裕には、設計手法の裕度、設計限界に上乗せする裕度等があると考えられている。	<p>【分科会指摘事項 (安全余裕について)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震動及び施設の耐力の不確実性を安全余裕 (設計の範疇) で対処させることは疑問。</li> <li>・ 設計条件を超える場合の対応を記載するのであれば、「残余のリスクを小さくする」旨を記載すべき。</li> <li>・ 地震 PSA は、残余のリスクをシステムの安全性として定量的に示すことが可能であるので、説明性を高めるツールとして活用すべき。</li> <li>・ 確率論的評価の実施義務があるか否か不明。</li> <li>・ 安全余裕度は耐震性を示すための重要な要素であるので、明示的に示すことは経験工学的な観点から重要。</li> </ul> <p>【懸案事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震 PSA と同列に扱うことができる決定論的な評価手法とは何か不明。(原子力安全・保安院に確認)</li> <li>・ 決定論的な評価手法を用いた場合は、地震 PSA を実施する必要が無い?</li> <li>・ 地震 PSA を評価手法として選択することが可能か? また、その場合、その判断基準は? (安全目標等は検討中。IAEA のめやす?)</li> </ul>	<p>【懸案事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震 PSA による評価結果を「参考」として用いる移行期間においては、要求事項に対する審査が完結しないことになり、指針の妥当性そのものが問われることになりかねない。(むしろ、指針検討において、要求事項として記載することの意義を問われる。)</li> <li>・ リスクを定量的に評価することを明記し、要求事項とした場合、指針の要求事項に設計事象を超える立地事象までも含むことになるので、整合性を考慮する上位指針は、立地指針 (安全評価指針) まで含むことになるのでは?</li> <li>・ 段階的に規制に導入する中長期的なスケジュールを可能な限り明らかにする必要がある。(原子力安全委員会、保安院双方とも)</li> </ul>	<p>【懸案事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ リスクが十分小さいことを絶対的規制における規制要求とする場合、その判断基準は? (安全目標等は検討中。IAEA のめやす?)</li> <li>・ また、後段規制において、リスクが十分小さいことの妥当性が確認できなかった場合、当該施設の行政処分や、その後の規制側及び事業者の対処はどのようなになるのか? (工事計画の認可を与えないのか? 設置許可に遡って取り消すのか? 運転開始前までの改善指示とするのか?)</li> <li>・ リスクを定量的に評価することを明記し、要求事項とした場合、指針の要求事項に設計事象を超える立地事象までも含むことになるので、整合性を考慮する上位指針は、立地指針 (安全評価指針) まで含むことになるのでは?</li> <li>・ 地震 PSA によるリスクの定量的な評価まで規制要件とした場合、安全目標の検討や RIR の検討、指針体系化の検討での流れとの整合が取れるか?</li> </ul>