

# この5年間の原子力規制を踏まえて -原子力安全部会の認識-

## (2) 規制基準策定時の議論と現状

名古屋大学 山本章夫



# 本発表の概要

---

- 背景
- 基本的な考え方に関連する課題
- 現行規制基準の内容に関連する課題
- 現行規制基準の運用に関連する課題



# 背景

---

- 現行規制基準は、平成24年10月25日から平成25年6月3日まで、合計23回の検討チームの会合を通じて策定された
- 法律により施行日が決められていたこともあり、短期間で集中的に策定作業を実施
- そのため、十分に議論を尽くせなかった点も残っていると考えられ、今後、規制基準をよりよいものにするため、現状の運用も含めて論点の検討を行うことは有意義
- 様々な論点があり得るが、現行規制基準の内容や運用などに関連する代表的な論点と思われるものを取り上げる。



# 論点の概要

## ■ 基本的な考え方

- 原子力安全の基本的なコンセプトとの関係
- 安全目標と規制基準の関係
- フェイルセーフの考え方
- グレーデッドアプローチ

## ■ 運用

- 基準関連文書体系の見直し・体系化
- ガイドライン類の充実
- トピカルレポート制度
- バックフィット制度
- 規制基準の継続的改善

## ■ 内容

- 性能規定化
- 重要度分類
- 多様性と独立性の定義
- 静的機器の多重性
- 原子炉水位計・逃し安全弁・計装系
- 原子炉主任技術者
- 人的・組織的要因の体系的考慮
- 残存リスクと性能目標の比較
- 安全評価指針



# 基本的な考え方に関連する課題

---



# 原子力安全の基本的なコンセプトとの関係

- 深層防護は、原子力安全の目的(人と環境を放射線リスクから防護する)を達成する上で重要な考え方であり、現行規制基準は、深層防護の考え方をベースとして構築されている。
- 深層防護の考え方は、福島第一事故の後、安全部会や標準委員会において様々な議論がなされ、理解の深化が進んだ。
- 一方、過酷な外的事象に対する深層防護の考え方は、安全部会のセミナーなどでも議論されているものの、現時点ではまだ完全に整理できている状態とはいえない。
- 今後、特に外的事象に対する深層防護の考え方の深化を規制基準に反映していくことは有益。



# 安全目標と規制基準の関係

- 規制委員会では、安全目標について議論を行い、平成25年4月10日に、それまでに規制委員会で議論された安全目標に関する主な事項を取りまとめている。
- また、平成25年4月3日に提示された「放射性物質放出量と発生頻度との関係」では、安全の目標(性能目標相当)が議論されている。この安全の目標では、炉心損傷確率( $10^{-4}$ /年)、格納容器隔離機能喪失確率( $10^{-5}$ /年)、格納容器放出機能喪失確率(100TBq,  $10^{-6}$ /年)が概念図として提示されている。
- これらの安全の目標(性能目標)と規制基準の関係は、規制委員会においてこれまで明示的に議論されていないが、これらの関係を整理し、安全目標の活用について検討しておくことは、規制基準の位置づけを明確にするためにも重要である。
- 原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会にて本件に関する議論を実施中。



# フェイルセーフの考え方

---

- 現行規制基準では、格納容器について、隔離→(隔離が困難な場合はフィルタードベントによる)管理放出との考え方が取られている。
- 隔離と放出は相矛盾する概念であり、格納容器を貫通する配管の隔離弁、特にベント系統について、電源喪失時などにおけるフェイルセーフの考え方を整理する必要がある。





# グレーデッドアプローチ

- 原子力安全の基本原則においては、「施設と活動のリスク抑制のために投入する資源並びに規制の範囲、及び厳格さは、リスクの程度及びそれらの実用的な管理のしやすさに見合ったものでなければならない。」とされている(日本原子力学会、原子力安全の基本原則)
- この基本原則は、特に小型の研究炉など、潜在的なリスクや考え得る最大ハザードが大型の動力炉に比べて有意に小さい施設に対して重要
- 臨界集合体や極低出力の研究炉に対しては、グレーデッドアプローチの考え方に基づき、動力炉によるものとは異なったアプローチの安全審査のあり方を検討すべきと考えられる。
- 最大ハザードは小さくないが、その発生確率が極小と考えられる事故シーケンス(いわゆる低頻度高影響事象)が存在する場合について、グレーデッドアプローチをどのように適用するかは、十分に検討する必要がある。



# 現行規制基準の内容に関連する 課題

---



# 性能規定化

- 現行規制基準は、性能規定を基本的な考え方として策定されている。しかしながら、その書きぶりには濃淡があり、仕様規定に近い部分も混在しているものと考えられる。
- 現行規制基準を統一的にレビューし、性能規定化を徹底することが望まれる。
- 仕様規定の方が安全審査に要する時間が短くなり、申請側からすると、審査会合で否定される可能性のある性能規定に基づく安全対策より仕様規定の方がより確実という面も存在する。
- この観点から、現在進行中である安全審査において、仕様規定のデファクトスタンダード化が進んでいる印象を受ける。これは、基準さえ満足すればよい、という福島第一事故の根本原因となったマインドにつながるものであり、望ましいものではない。



# 重要度分類

- 平成25年4月4日の第21回検討チーム会合において、今後の検討事項とされたものであり、「原子力発電所において用いられる構築物、系統及び機器の重要度分類について、福島第一原子力発電所事故の教訓や国際原子力機関(IAEA)ガイドでの重要度分類指針の策定などを踏まえた見直しを行う。」とされている。
- 設計基準事故に対処するための設備・施設に加え、恒設及び可搬の重大事故に対処するための設備・施設、特定重大事故等対処設備、(事業者が自主的に設置する)多様性拡張設備などに対して、一貫した重要度分類とAOT/LCOの考え方を整理する必要があると考えられる。
- 耐震重要度分類についても、その位置づけを含め、安全重要度分類と一貫性がある形で整理することが望まれる。



# 多様性と独立性の定義

- 位置、構造及び設備の基準に関する規則では、『「多様性」とは、同一の機能を有する二以上の系統又は機器が、想定される環境条件及び運転状態において、これらの構造、動作原理その他の性質が異なることにより、共通要因（二以上の系統又は機器に同時に影響を及ぼすことによりその機能を失わせる要因をいう。以下同じ。）又は従属要因（単一の原因によって確実に系統又は機器に故障を発生させることとなる要因をいう。以下同じ。）によって同時にその機能が損なわれないことをいう。』とされている。この定義は、独立性の定義を含んでおり、必ずしも適切ではないと考えられる。
- なお、独立性は、『「独立性」とは、二以上の系統又は機器が、想定される環境条件及び運転状態において、物理的方法その他の方法によりそれぞれ互いに分離することにより、共通要因又は従属要因によって同時にその機能が損なわれないことをいう。』であり、想定外事象に対して特に重要となる位置的分散、配置の多様性も独立性の概念に含めうると考えられる。
- これらの考え方を整理し、詳細なガイドラインを作成することが望まれる。



# 静的機器の多重性

---

- 規則の解釈において、「単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合、あるいは、単一故障を仮定することでシステムの機能が失われる場合であっても、他のシステムを用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できれば、当該機器に対する多重性の要求は適用しない。」とされている
- 「単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合」の判断基準が示されておらず、ガイドラインなどで明確化が必要



# 原子炉水位計・逃し安全弁・計装系

- 平成25年4月4日の第21回検討チーム会合において、今後の検討事項とされたものであり、「今回の福島第一原子力発電所事故において問題となった原子炉水位計について、技術開発等の状況も踏まえ、規制要求の検討を行う。」、「シビアアクシデント時における減圧機能の信頼性を向上させるため、技術開発等の状況も踏まえ、逃し安全弁に対する規制要求の検討を行う。」とされている。
- 国プロとして実施されていた過酷事故対応の計装系の開発の成果を取り込む形で、規制基準やガイドラインの内容を継続的に改善することが望まれる。



# 原子炉主任技術者

- 平成25年4月4日の第21回検討チーム会合において、今後の検討事項とされたものであり、「シビアアクシデント時の対応を含む原子炉主任技術者の役割を明確化するとともに、その役割を踏まえた必要な資格要件を検討する。」とされている
- 原子炉主任技術者については、現行規制基準における役割の再検討およびそれに応じた資格試験を検討することが必要
- 事業者の主体的な対応として、事故対応に専任できる指揮者を配置しているが、その資格に関する規制要求(あるいはガイドライン)については、検討が必要であると考えられる。





# 人的・組織的要因の体系的考慮

- 現行規制基準は、旧原子力安全委員会の安全設計審査指針をベースとしている。これは、主として、IAEAのSSR-2/1に相当するものであり、ハードウェアに対する要求であると見ることができる。
- 福島第一事故の教訓でもあるが、原子力安全はハードウェアだけでは確保できず、SSR-2/2に対応するソフトウェア(人・組織・運営)も非常に重要である。
- その視点を加味して、組織や技術的対応能力が安全審査で確認されているが、IRRSでも人的・組織的要因を体系的に考慮すべきことが指摘されており、この面から規制基準を充実されることは重要
- サイバーセキュリティについては、現行規制基準で規定・言及されているものの、その重要性を鑑み、より詳細なガイドラインなどを整備することが望まれる。



# 残存リスクと性能目標の比較

- 規制基準の策定過程において、当初、残存リスクを性能目標と比較し、残存リスクが性能目標よりかなり大きい場合(資料では”>>”で表示)には追加の対策を求めることとされていたが、最終的にこの考え方は採用されていない。
- リスク(確率)の絶対値を直接比較することは、解析手法の不確かさも含むPRAの不確かさのため、現時点では技術的な課題が大きいと考えられる。
- 検討している安全対策による性能目標の変化(例:  $\Delta$ CDF)を性能目標と比べ、その有意性を検討することは、よりハードルが低いと考えられる。
- なお、リスク情報の活用を進めていくとしているが、規制委員会において、リスク情報に対するスタンスを議論・整理することが望まれる。
  - 例えば、PRAの結果については、その不確かさのため、確率の絶対値そのものを安全の目標(性能目標)と比較し判断を行うことは技術的に困難であるが、 $\Delta$ CDFなどの相対値、あるいは絶対値を用いて、安全対策の有効性を議論することは推奨されるなど



# 安全評価指針

- 現行規制基準では、設計基準事象に関する旧安全評価指針は、そのまま引き継がれている。旧安全評価指針は新しいとは言えず、現在の最新知見を取り入れる形で、事象及び解析手法について見直しをすることは有意義
- 想定起因事象の設定根拠を改めて見直し、明確化することは意義があろう。
- 関連して、個別の機器・施設に対する規制基準(いわゆる設計基準に相当)とプラント全体に対する評価基準の関係を明確にしておくことも重要である。
- 解析コードの検証(V&V)の考え方は長足の進歩を遂げており、その内容の取り入れを検討することも望まれる。



# 現行規制基準の運用に関連する 課題

---



# 基準関連文書体系の見直し・体系化

- 平成25年4月4日の第21回検討チーム会合において、今後の検討事項とされたものであり、「旧原子力安全委員会の安全審査指針類のうち、基準に関連する文書の体系化を図るとともに、最新の知見を取り入れた見直しを行う。」「基準規則における要求事項については、規定の詳細さに粗密があるため、全体としてのバランスを整える。」とされている。
- 指針類の見直しについては、IRRSでも国際的な基準と整合するガイド・指針の整備が求められており、使用されている用語の整理も含め、急務であると考えられる。
- 現行規制基準は、仕様規定と性能規定が項目によって混在していると考えられ、一貫した性能規定となるよう、見直しを行うとともに、内容によってはガイドへの移行など、整理を行うことが望まれる。



# ガイドライン類の充実

- IRRSにおいても、指針類を国際標準に合わせてアップデートすること、また、審査に関わるガイドライン類を充実されることが指摘されている。IRRSにおいては、「原子力規制委員会の審査ガイドラインは・・・安全上重要な全ての項目が網羅されていることを保証する体系的な計画とは考えられていないだろう。」と指摘されている。
- ガイドライン類の充実は、時間を要する課題であり、体系化と合わせて中長期的な課題として継続した取り組みを進めていくべきと考えられる。また、必要に応じて学協会の規格基準類をエンドースし、ガイドラインとして用いることも効果的であり、検討を引き続き進めていくべきである。



# トピカルレポート制度

---

- 安全解析、燃料の機械的健全性、炉心核特性評価などに用いられる解析コードに最新知見をタイミングよく取り入れることは、解析結果の信頼性向上、安全余裕の定量化などの観点から重要である。
- 安全審査時に解析コードの妥当性が審査されるが、一般的に安全審査は頻繁に行われるものではなく、最新知見の取り込みの観点からは機会としては不十分である。そこで、トピカルレポート制度による解析コードの認証を活用することで、最新知見の取り込みを促進することが望まれる。



# バックフィット制度

---

- 規制委員会は、平成27年11月13に行われた平成27年度第40回会合において「新たな規制基準のいわゆるバックフィットの運用に関する基本的考え方(案)」を議了
- この文書には、バックフィットの運用に関する規制委員会の基本的な考え方がまとめられているものの、バックフィットの猶予期間の考え方などについての詳細は示されていない。
- これらについて検討し、ガイドラインなどの形に取りまとめることが望まれる。





# 規制基準の継続的改善

- 最新知見の取り込みなどにより、規制基準を継続的に改善していくことは、福島第一事故の教訓からも極めて重要であると考えられる。
- 原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会において国内・海外のトラブル情報などをレビューし、規制への反映事項を取り込む仕組みが作られている。
- 新知見はトラブル情報だけに限らないことから、学協会での規格基準類の策定や学会での学術的な発表を体系的に確認していくことも重要
- 新知見は当初は確度の低いものとして現れてくると予想される。福島第一事故の大きな教訓の一つは、新知見の採り入れに時間を要したことであり、「打てる手を迅速に打っていく」考え方が重要になると思われるが、どのような考え方・手続きで事業者の自主的な対応を促すのか、あるいは規制基準として新知見を取り込むのか、を明確にしておく必要がある。



# まとめ

---



# まとめ

---

- 現行規制基準の基本的考え方・内容・運用に関して、議論や検討が望まれる事項を述べた。
- 福島第一事故の背景要因の一つが、「変わらなかった安全設計審査指針・安全評価指針」であるとの反省のもと、規制基準をより良いものにしていくための努力を継続的に行う必要がある。
- 規制委員会及び規制庁のみが行うものではなく、学協会、学术界、産業界、さらに国民が広く関与して実施されるべき事項。
- 規制基準の継続的改善をどのように実施していくべきかの議論を手始めとして、検討を進めていくことが望まれる