

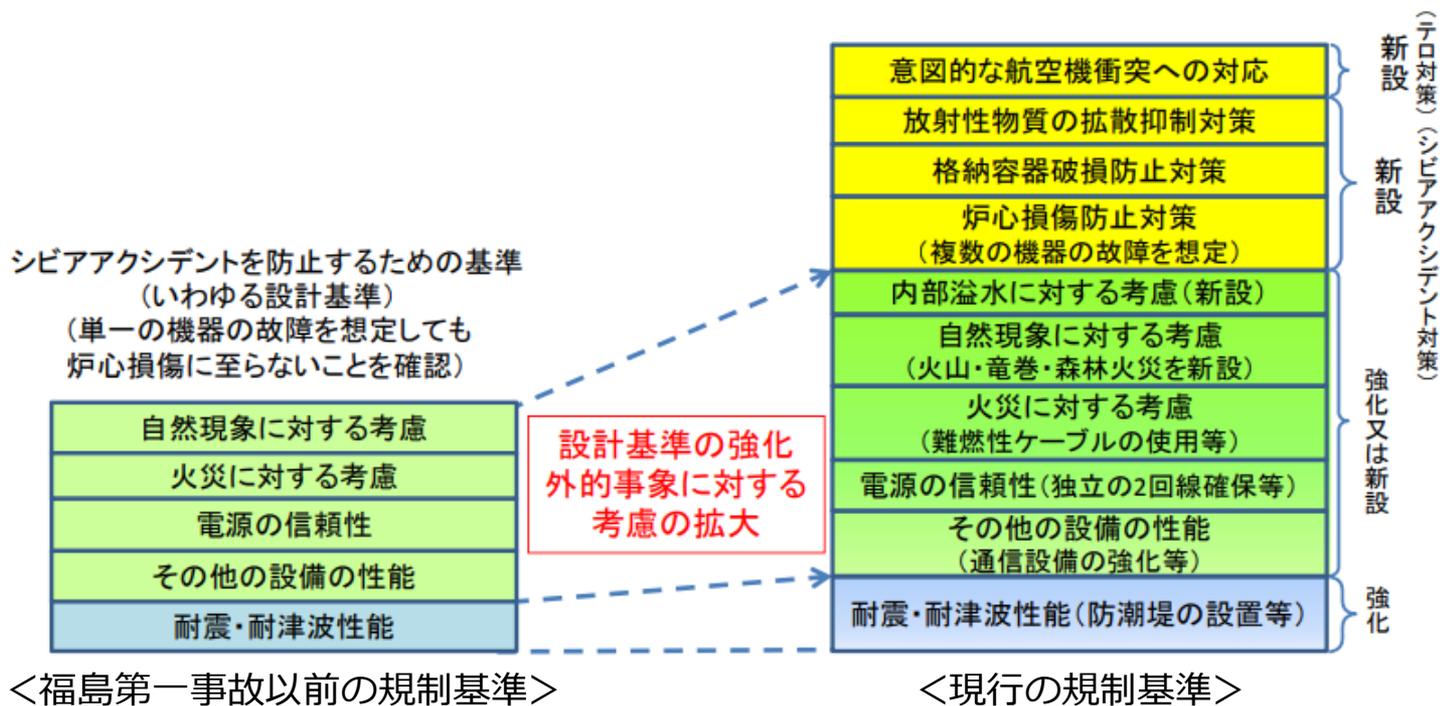
# 外的事象に対する包括的な安全確保の 体系の現状と課題

## (1) 外的事象に対する原子力安全の枠組み

糸井 達哉 (東京大学)

# 福島第一事故の教訓を踏まえた規制基準

- 耐震・耐津波の要求の強化、網羅的な自然事象の考慮、意図的な航空機衝突への対応等、外的事象に対する規制要求が強化
- さらに、安全性向上評価制度に基づき、事業者自らが、最新の知見を踏まえ、発電所の安全性向上に必要な措置を講じ、その有効性を評価
  - ✓ 外的事象の網羅的な再評価と対策の検討が根幹のひとつ



# 外的事象に対する原子力安全部会 におけるこれまでの主な議論

- 原子力安全に影響を与えうる外的事象とそれに対する効果的な対策は地域ごとに異なる
- 原子力安全の枠組みに関する一般論に加えて、立地地域の状況に応じて事故の誘因となりうる外的事象を把握し、その特徴に応じた具体的な対策が必要
- 外的事象、特に、地震等の自然事象に対する安全対策は、わが国が主導すべき部分が大きい
- 既に評価している外的事象に対するリスク評価の高度化だけでは不十分であり、いまだ評価が欠けている外的事象に対するリスクを評価し、対策を検討することも同様に重要である

# 本セッション（発表）の目的

- わが国の原子力施設は、欧州等の諸外国と比較して地震などの過酷な自然環境下にあることから、一般の構造物と同様、自然事象を含む外的事象が事故の主要な誘因
- 福島第一原子力発電所事故以降これまでの議論の進展も含め、外的事象に対する安全確保の枠組みについて現状と課題を提示すること
  - ✓ 特に、多様な外的事象に対する継続的な安全性向上の枠組みは、どのようにすれば成立するのかについて、深層防護、不確かさへの対処、リスク情報の活用、安全研究の観点から議論

# 事故の誘因となる事象の分類

プラントの設備機器のランダム故障等	
外的事象（施設外で発生する事故の誘因となる事象）	自然事象
	地震（地震動、断層変位、地盤変状等）、津波、洪水、火山、強風（台風、竜巻）など
	人為事象
	事故的航空機落下／意図的航空機落下、外的火災、サイバーテロなど
内的事象（施設内で発生する事故の誘因となる事象）	施設内溢水(浸水)、施設内火災、タービンミサイルなど

□：本セッションでの対象（ただし、主に自然事象を取り扱う）

# (参考) 深層防護と(新設炉)設計の考え方の変遷

- IAEA INSAG-10(1996)
  - ✓ 原子力発電所のプラント状態に対応した5つのレベル
- IAEA SSR-2/1(2012)：深層防護のレベル4(従来の設計基準外事故)に対応する設計の概念として設計拡張状態が提示
  - ✓ 多重故障も含めた重要な事故シナリオについて、従来の設計基準とは異なる概念である設計拡張状態として考慮することで設計領域の拡張

従来の深層防護と設計基準の関係



IAEA SSR-2/1(2012)



# 外的事象に対する深層防護の有効性

＜事故影響緩和の備えは事故の防止と同等に重要＞

- 外的事象に対する立地
- 外的事象に対する設計基準の設定
  - ✓ 安全目標やそれに対応した要求性能に依存し保守的に設定。概ねハザードの超過頻度 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ /年（50年間での超過確率0.5%～0.05%に相当）が目安
- 設計基準を超える外的事象に対する備え
  - ✓ 物理的分離と機能的隔離、多様性の導入により、共通原因故障下においても、いずれかの設備が機能し効果を発揮するような備え（設計範囲の拡張）
    - リスク評価を含めた多面的かつ相補的な評価により妥当性を確認
  - ✓ 設計基準を大きく超え、設備のみでの対応が困難な状況の備えとして、プラント内外の人や組織による可搬型設備等も活用した事故対応（警報等を受けた災害発生直前の対応も含む）
  - 複数の外的事象の同時作用や、それに起因した火災や浸水の連続的発生

# 外的事象評価における不確かさの取り扱い

- 事故を発生させる程度に規模の大きい外的事象
  - ✓ 一般には低頻度の事象
  - ✓ その予測における不確かさが大きい
- 不確かさのため、運転期間中に、予測にかかわる知見が更新され、将来的に、現在とは異なる考え方・予測が出てくることが避けられない
  - ✓ 外的事象リスクは、新設時の設計の問題にとどまらず、運用や保全も含めた課題
  - ✓ 安全規制の基本的考え方は、知見の更新に対して可能な限り頑健なものであることが望ましい
  - ✓ 定期安全レビューのような最新の知見を明らかにし、それに基づく定期的な再評価と改善を行う枠組みが重要

# 外的事象評価における不確かさの取り扱い(続)

- その不確かさゆえに、着目する視点によってその判断が異なる場合も
  - ✓ごく一部の意見ではあったとしても異なる意見に対して敏感であることが必要
  - ✓更なる議論を招き、意思決定の妨げや遅れにつながる原因に
  - ✓完全性を求めるあまり不作為に陥らないことも重要で、時間的な観点も考慮した包括的で体系的な枠組み等、社会的・制度的な成熟
    - 例えば、運用中の再評価においては詳細な評価・検討に並行して暫定的な是正措置を実施するなど迅速に対応すること (agility) で不作為を避け、その上でその措置が十分であるか検討し、改善する枠組みなど

# 外的事象評価における不確かさの取り扱い(まとめ)

- 不確かさへの対処においては、単に外的事象の特徴のみが関係するものではなく、人的、組織的及び技術的要因が複雑に関係
- 人的及び組織的考慮事項を含めた体系的アプローチが必要
  - ✓ 「安全性向上評価制度」に代表される継続的安全性向上の仕組みが、事業者、規制機関、学会等の役割分担のもと、適切に機能することが極めて重要
  - ✓ 「複雑なものに対する対処」と「変化への対処」

# 継続的な安全性向上の取り組みにおける リスク情報活用

- 外的事象に対する網羅的、かつ、その重要性に応じた精度でのリスク評価
  - ✓ 地震や津波などそれによるリスクが大きいと考えられている外的事象
  - ✓ 台風や竜巻などの強風や火山噴火に伴う降下火砕物、人為事象を含むその他の外的事象に対する網羅的評価
  - ✓ それらの作用の重畳
- 確率論的リスク評価（PRA）の不完全さと不確かさ
  - ✓ リスク評価結果の直接的な利用については、予測の不完全さや不確かさの程度を見極め活用
    - 絶対値が大きくても不確かさが大きいと判断が鈍るという側面も
  - ✓ 不確かさがどの程度かを把握することも含めた、より広い観点からのリスク情報の活用は、不作為を避けるという点も含め、安全性向上のための重要な情報
  - ✓ 確率論的リスク評価（PRA）以外のリスク評価手法の活用も

# 安全研究が安全性向上に果たす役割

- 安全とは、研究や運転経験の評価等を通じて学習することではじめて発展する長期的なプロセスである（OECD/NEA, 2016）
  - ✓ 最新知見とは、安全研究や運転経験の評価から生み出すもの
  - ✓ 知見が継続的に更新される可能性がある等、上述した特徴を有する外的事象に対する原子力発電所の安全性を議論する際にも重要
- 安全研究における観点
  - ✓ 産業界、規制行政、推進行政、学术界（他学会も含む）の役割や協働の観点
  - ✓ 実プラントへの適用を含めた大規模な研究や基盤的な研究などの研究体制
  - ✓ 国際協調と国際的な研究への貢献と成果の取り込みなど
  - 短期的視点のみならず、中長期的な視点も含めた俯瞰的な視点からの議論と課題の提示が関係者間での目標と情報の共有、コミュニケーション、調整の観点からも重要

# まとめ

- 外的事象に対する原子力安全の枠組みについて、以下の観点から議論
  - ✓ 外的事象の定義と分類
  - ✓ 外的事象に対する深層防護の有効性
  - ✓ 不確かさに対する対処
  - ✓ 継続的安全性向上とリスク情報の活用
  - ✓ 安全研究
- これらは、事業者における様々な取り組みの有効性さらには効果的な安全規制を議論する際に有効な観点になるものと考えられる