

# 原子力安全部会における新型炉に関する最近の取組

原子力学会2020秋の大会安全部会企画セッション/フォローアップセミナー  
「SMR等革新炉の安全と安全規制について—今後の取組—」開催報告

2022年10月29日

原子力安全部会幹事

森山 善範

# 1. 開催の背景

- 小型モジュール炉(SMR)等の革新炉導入に向けた諸外国における活発な動き
- 第5次エネルギー基本計画:安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求
- 経産省:2019年度から「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発」
- 革新的環境イノベーション戦略にも革新的原子力技術を位置づけ
- 海外では個別炉の審査に加えてSMR等の規制に関し新たなルール作りの動き
- 国際原子力機関(IAEA)でもSMR規制者フォーラムで規制上の課題を議論

## 2. 企画セッション/フォローアップセミナー開催の目的

個々の炉型や特定の原子炉概念についての検討ではなく、**革新炉に関する安全評価や安全規制に関する共通課題の抽出、その課題解決**といった視点から議論を進め次の展開につなげる。

### 3. 安全部会企画セッション(2020年9月18日開催)

#### (1) 講演

##### ①原子カイノベーションの追求(資源エネルギー庁殿)

革新炉開発に関する国の方針や具体的施策について

##### ②海外で検討が進んでいる革新炉の安全設計の特徴等について(事例紹介)

既設炉との違いについて理解を深めやすいように軽水炉型を取り上げ、海外で検討が進んでいる以下の原子炉について、安全設計の特徴や安全評価、規制上の課題などについて説明

- NuScale(日揮殿)
- BWRX-300(日立GE殿)

##### ③諸外国における革新炉に関する規制動向(三菱総合研究所殿)

#### (2) 総合討論

今後の検討の出発点とし、革新炉開発における「安全評価や規制上の課題」の抽出に力点を置き、課題解決に向けた今後の取組についても意見交換を行った。

### (3) 総合討論における論点例の提示

今後の検討の出発点とし、革新炉開発における「安全評価や規制上の課題」の抽出に力点を置き、課題解決に向けた今後の取組についても意見交換を行った。  
参考として、革新炉に関する特徴とされている点及び考えられる論点例を挙げた。

#### ① 軽水炉型のSMR等革新炉を念頭に置いた一般的な特徴とされるキーワード

- 軽水炉型でもこれまでと異なる設計概念
- 固有の安全性
- 受動的な安全システム
- 新しい技術の採用
- プルーフな技術の採用(短期間での開発)
- 工場での組立範囲の拡大
- 標準化・モジュール化

## ②SMR等革新炉の安全に関する論点例

### i) 共通する技術的個別課題

- 深層防護の具体的適用
- 等級別アプローチ
- EPZ設定方法(炉概念によるソースタームの違いなど)
- 外部事象への対処

### ii) 規制プロセスに関する課題

- 新しい概念の原子炉に対する規制プロセス(規制の予見可能性)
- 建設・運転実績のない新技術の実証性と安全評価結果の信頼性の確認

### iii) 新技術等に関する評価・解析技術の構築

- 新技術の検証(実証試験、模擬試験の実施)、検証データの取扱い
- 現行炉に用いられる安全解析技術の適用性の確認
- 安全評価におけるソースターム情報、リスク情報の活用
- 新たな課題に対応した産業界及び規制当局の技術的基盤の構築(安全研究、学会の役割など)

### iv) 今後の取組

- いつまでに何を準備しておいたら良いか、課題解決に必要な取組を時間軸に落とし込んで実施
- 原子力安全部会の役割

## 4. フォローアップセミナー(2021年1月19日開催)

### (1) 講演

① 原子カイノベーションの追求(資源エネルギー庁殿)

② 海外で検討が進んでいる革新炉の安全設計の特徴等について(事例紹介)

・NuScale(日揮殿)

・BWRX-300(日立GE殿)

③ 高温ガス炉に関する取組についてー安全設計要件の検討などー(JAEA殿)

④ 諸外国における革新炉に関する規制動向(三菱総合研究所殿)

### (2) 総合討論

話題提供: 規制アプローチに関する国際動向(原子力規制庁殿)

～米国原子力エネルギー革新・近代化法(NEIMA)を巡って～

## 5. 企画セッションにおける主な意見

### ①共通する技術的個別課題

#### 【主な意見】

深層防護設計やEPZ縮小の可能性等については、個別事例で紹介

- ✓ 深層防護に関し、第4層での対応設備のクラス分類が日米で異なるとコストにも影響する、日米規制当局間の対話が必要。
- ✓ 外的事象に対しては地下立地などによる合理的設計で対処。
- ✓ 既存の安全評価手法をいかにSMRに適用するか、合理的な評価を行うかが国際機関でも議論が始まっており、外的事象PRAもテーマの一つ。

## 5. 企画セッションにおける主な意見

### ②規制プロセスに関する課題

#### 【主な意見】

- ✓ 予見可能性をどのように担保するのか、国際的な考えをどのように持ち込んでいくか。
- ✓ 新技術の実証性や今までに実績のないものをどのように使っていくのかについての考え方の整理が必要。
- ✓ これらは学会も一緒になって考えていく重要な課題。
- ✓ 大きなプールにモジュールを並べるという新しい概念のNuScaleについて、実験は出来ないので相当細やかな解析を行い、規制機関ときちんと議論する中で結論を導いている。
- ✓ BWRX-300について、規制上のポイントとなると考えられるLOCA排除概念について、ライセンシング・トピカルレポートを早めに提出してしっかりと時間を取ってもらっている、これも予見可能性の一つ。
- ✓ 新型炉ということだけでなく、既設炉への新技術の採用を柔軟、円滑にしていくというプロセスから議論することも考えられる。
- ✓ 規制庁で新たに設置された継続的な安全性向上に関する検討チームでは、既存の軽水炉に関する規制だけでなく新型炉にどのように対応していくか、という検討も必要との議論もある。



## 5. 企画セッションにおける主な意見

### ③新技術等に関する評価・解析技術の構築

#### 【主な意見】

- ✓ ソースタームの議論は安全の根幹として極めて重要。
- ✓ PRAの高度化にも取り組んで行く必要がある、PRA標準の整備は学会の役割の一つ。
- ✓ 実証試験や模擬試験は規制側、推進側がそれぞれ行うのではなく、データを共有し、それぞれでコードを検証し、規制側の解析コードと推進側の解析コードをそれぞれが独立したコードとして使う。
- ✓ 試験はJAEAのインフラを活用したり、照射試験は日米協力も考えられる。

## 5. 企画セッションにおける主な意見

### ④今後の取組

#### 【主な意見】

- ✓ 学会の役割、規制側とのコミュニケーション、国の役割などについてかみ合った議論を深めることが重要。
- ✓ 技術の観点、基盤をどのように支えていくかということについて学会での検討は意味がある。
- ✓ 横断的な技術基盤や規制対応のあり方を将来的な規制側への提供も視野に入れて学会で議論してはどうか。
- ✓ ロードマップを作成する必要があるか。
- ✓ 安全部会だけでなく新型炉部会、リスク部会などと一緒に活動を進めていく必要がある。

## 6. フォローアップセミナーにおける主な意見

フォローアップセミナーでは総合討論に先立ち、原子力規制庁殿(平野雅司氏)よりNEIMAについてのご紹介に引き続き「**米国**では、新型炉の開発に対し、投資家のインセンティブが働くよう、**炉型に依存しないテクノロジーインクルーシブ**であり、**リスク情報を活用したパフォーマンスベースの規制枠組みの整備**が行われているが、**日本**においては、**地震、津波、火山**といった**外的自然ハザードの不確かさが非常に大きいので、必ずしも米国のようにインセンティブとして働かないのではないか**」との問題提起がなされた。

総合討論では平野氏の問題提起を受ける形で、リスクインフォームド・パフォーマンスベースなど主に規制プロセスに関する議論が展開された。

### ①テクノロジーインクルーシブ/パフォーマンスベース

- ✓ 米国では火山のような不確実な事象まで含めてテクノロジーインクルーシブな規制の考え方が議論されており、その本質的なところを捉えて日本の現状に当てはめた議論が重要。
- ✓ テクノロジーインクルーシブではリスクという概念が前面に出てくる。日本の場合は外的事象の不確かさが非常に大きいことが米国との違いであり、日本でテクノロジーインクルーシブを取り入れていくことには本質的な難しさがある。
- ✓ パフォーマンスベースの価値は大きい。インセンティブを与えてそこに独創性やイノベーションがおきうる場所を狙うべきではないか。

## 6. フォローアップセミナーにおける主な意見

### ②リスク情報の活用

- ✓ HTTRでは実証試験をベースとしたアプローチをとりつつ規制基準の反映を図ってきた。最終的に炉心損傷のような低頻度事象のpractical eliminationをどうするかという議論があるが、そのような事象は実証が困難であるため評価で対応することになり頻度的なリスクと言う概念が入ってくる。
- ✓ NRC規制ガイドのリスク情報を活用した統合意思決定に関する5原則(現行規制への適合、深層防護、安全裕度、確率論的リスク評価、変更のモニタリング)は重要。リスクインサイトは重要であるが偏りすぎるのも良くない。
- ✓ PRA依存を危惧するという意見の紹介があったがPRAはさまざまな知見を集約してシステムティックにとりまとめてそこから有用な結果を取り出すというプロセスである。

## 6. フォローアップセミナーにおける主な意見

### ③新しい規制枠組み等

- ✓ 型式証明をどう位置付けるかが大きな論点。サイトを決めなければ議論が出来ない状況であることが課題。
- ✓ 小型炉の新規導入になるとEPZやソースタームなどの規制上新たに考え直すべき課題が出てくる。
- ✓ 新しい技術を実現していくにはテクノロジーインクルーシブでリスクインフォームド、パフォーマンスベースな規制を実現していく必要がある。
- ✓ 早い段階から規制との対話ができるプロセスの確立が必要。

※企画セッション/フォローアップセミナーで使用した資料及び議事メモは原子力安全部会ホームページに掲載しています。