

軽水炉に係る基礎基盤研究の課題と強化について

平成24年4月24日

日本原子力学会

「軽水炉に係る基礎基盤研究の検討」特別専門委員会

1. 検討の経緯

- 震災前より、原子力利用の最前線である軽水炉の分野と基礎基盤研究が乖離し、我が国における軽水炉技術を支える基礎基盤研究の弱体化が懸念されたため、両者の関係の在るべき姿を産学官で検討することを目的に活動を開始した。
- 震災時に環境への大規模な放射性物質放出を伴うシビアアクシデントを防げなかった現実を直視し、幅広い基礎基盤研究のあり方について徹底して見直すこととした。
- 原子力発電の安全性を世界最高水準に高めるとともに、原子力の安全な利用を追求する世界の国々の関心にしっかりと応えるために必要な基礎基盤研究の強化について議論を進めた。

2. 基礎基盤研究の担うべき役割

- 基礎基盤研究は、原子力利用を分野横断的に支え、その技術基盤を高い水準に維持し、新しい知識や技術概念を獲得・創出するとともに、研究者・技術者の養成に寄与する。
- 原子炉の挙動の解明、現象の理解に基づく精度の高い安全対策、新たな技術の開発等において、基礎基盤研究は軽水炉の安全な利用を支える重要な役割を担う。さらに、我が国の基礎基盤研究が充実していなければ、福島第一原子力発電所の中長期措置、今後の原子力発電所の廃炉や廃棄物処分等の着実な遂行が困難である。
- また、現象を深く理解しようとする基礎基盤研究の性向は、予期せぬ事象への対応においても不可欠であり、セキュリティ対策においても重要な役割を果たす。加えて、技術者倫理を有する人材の輩出を通して、安全文化の涵養に貢献し、原子力の研究、開発及び利用の健全な維持・発展に貢献する。
- 基礎基盤研究は、原子力の外の科学技術分野との架け橋として機能し、最先端技術の適用を促進することで、原子力利用の高度化やプロジェクト開発の遂行に貢献する。
- 今後、環境への放射性物質の大量放出を起こさない最高度の安全性を備えた原子力システムを構築していく上で、安全規制のための研究だけでなく、幅

広く科学的・技術的基盤を形成する活動が必須である。

3. 軽水炉利用に係る研究課題の例

(1) 安全基盤の継続的向上

原子力施設の安全のレベルや緊急時対応の有効性を評価し、継続的な安全性向上に資する研究、特にシビアアクシデント解析を含む PSA のモデル開発やデータベース構築、津波・地震・火災・航空機落下・テロ等の外的誘因事象への対策の研究、人的因子・組織因子等のソフト面の研究等とともに、これらの研究を支えるための計測系の性能や信頼性、熱流動・爆発等のダイナミックな現象、高温・高圧下での構造健全性等の多くの技術分野で基盤構築が必要である。さらに、安全性・経済性の高いシステム設計の基盤となる大型試験施設の運営・提供や国産解析ツールの整備等による国際貢献が必要である。

(2) セキュリティ対策強化

原子力施設の設計段階からの核セキュリティの考慮、輸送時の対策強化、自然災害時における防護設備代替措置等、テロや災害に強いシステム構築の基盤となる技術の整備、合理的な核物質・放射性物質検認技術の開発等。

(3) バックエンドの着実な実施

今後本格化する廃炉事業を支えるデータベースの整備や廃棄物発生量の低減等を図る新技術の創出、使用済燃料の処理と高レベル廃棄物の処分に不可欠な廃棄物組成評価手法及び再処理プロセスの特性や処分場の閉じ込め性能に関する基礎データ等の整備、これらの安全性・経済性等の向上に資する改良技術の提案等。

(4) 放射線防護の高度化

公衆及び作業員の安全確保を支える標準被曝線量計算コードや線量換算係数の整備、低線量被曝の人体影響の解明、遮蔽マニュアルの整備、環境影響評価のためのシミュレーション技術の整備と検証データの蓄積等。

4. 軽水炉に係る基礎基盤研究の現状と課題

- 我が国において軽水炉は米国からの導入技術であったことから、基礎基盤研究と商用軽水炉の導入が並行して進められてきた。その後、学術志向の傾向を強めた基礎基盤研究は軽水炉技術への成果の反映から遠ざかり、産業界ではリピート設計を背景に新たな研究開発課題が乏しい状況が続いたため、両者の乖離が顕在化している。

- 原子力は巨大複雑系システムであり、原子力分野の基礎基盤技術のみならず広く工学・理学分野、さらには人文社会科学まで含めた知識情報基盤の上に成立する。従って、幅広い視点を俯瞰した知識情報基盤を整備し、限られた研究リソースを的確に配分する仕組みが必要である。
- 一方、国の研究機関の予算及び人員は全体的に削減の方向にあり、さらに大規模プロジェクトへの選択と集中が図られてきた。また、専門分野の細分化が進み、システム全体を俯瞰的に見て構想を練る研究者が育たない状況となっている。
- 大学では、近年の原子力リネッサンスで学生数は回復するものの、1990年代前半からの非原子力化を志向した期間に軽水炉の研究に携わる教員が減少している。また、東日本大震災後の学生数については不透明な状況にある。
- 研究ニーズに対応するため、また国としての研究ポテンシャルを維持するためには、大型実験施設等の戦略的な整備が必要である。その際、実験施設に係る安全規制の簡素化等で柔軟な対応がなされないと国際競争力を維持できない状況の改善が必要である。

5. 軽水炉に係る基礎基盤研究のあり方・進め方

- 国は、我が国が培ってきた技術の維持と国際貢献の観点から、責任を持って基礎基盤研究を推進すべきである。その際、喫緊の課題である福島第一原子力発電所における中長期措置や安全基盤の向上に係る分野だけでなく、幅広い範囲を対象としたポートフォリオ分析に基づき、弱点が生じないよう全体のバランスに配慮した研究リソースの配分を常に行うべきである。さらに、国は、学会等からの意見を聴取し、必要な基礎基盤研究インフラ（施設、知識基盤、計算コード）の維持・整備に取り組むべきである。
- 産業界は、大学や研究機関との連携関係を積極的に構築し、基礎基盤研究が陳腐化しないように実用化の最先端の課題を常に提供するとともに、その成果を取り入れることで研究開発の活性化に資するべきである。
- 大学及び研究機関は、社会のニーズに常に敏感であるとともに、狭い学問領域に閉じこもることなく、幅広い分野の研究者との交流を通じて、常に新しい視点を採りこむ姿勢を保つべきである。また、人文社会科学を含む幅広い分野において継続的な知識情報基盤の整備に努め、原子力システム全体を俯瞰した課題発掘・提案を行うべきである。
- 原子力学会は、公平・公正な立場から、透明性を持って国・産業界・大学及び研究機関等の交流の活性化に努めるとともに、非原子力分野の学会等との交流を活発化して分野横断的な基礎基盤研究の方向性を議論する場としての役割を果たすべきである。
- 人材育成に関しては、基礎基盤研究は、将来の原子力の研究・開発・利用を

担う人材の育成に極めて重要な役割を果たす。このため、国及び産業界は、大学や研究機関との人材交流も含めて、積極的なサポートを図るべきである。一方、大学及び研究機関は、常に魅力的で革新的な原子力の研究課題を提示するとともに、最新のアプローチを研究に取り入れることで、若い世代が原子力研究開発へ興味を抱くよう努力すべきである。特に、基礎基盤研究では、専門性だけでなく、広く全体を見渡す視点を兼ね備えた人材を育成することも目指すべきである。

- 核特性、熱流動、構造、材料など様々な基礎基盤技術・知識情報をモデリングとシミュレーションを用いてシステム化することで、我が国の持つ「知識」をコードの形に集約化・体系化し、これを基礎基盤研究の推進に活用するべきである。その際、V&V (Verification and Validation) による品質保証を念頭に置くとともに、スケーリング概念の世界標準化を先導することが肝要である。なお、コード開発には、開発当初からユーザーが参加する体制や、メンテナンスのための仕組みを確立することが必須である。
- 世界的には原子力利用は発展する方向であり、我が国は今般の事故を深く反省し、福島第一原子力発電所での経験から最大限の教訓を得て強固な安全基盤を築き、それを諸外国に提供する必要がある。諸外国も、我が国の貢献に強い期待を寄せている。この国際貢献に際して、軽水炉に係る基礎基盤研究の活動を充実させておくことは、一貫して原子力の平和利用を進めてきた我が国の責務である。

6. おわりに。

- 当委員会では、引き続き検討を行い、より具体的な提言のとりまとめを図る。

以上