

放射線遮蔽分野の
技術ロードマップの検討
概要版

放射線遮蔽研究専門委員会

平成24年3月

1. 放射線遮蔽分野の技術ロードマップの経緯

原子炉、燃料サイクル施設、輸送容器、RI 取扱施設、加速器施設、核融合実験施設、放射線医療施設等の放射性物質や放射線を扱う施設・設備では、安全上、放射線遮蔽は必要不可欠なものであり、これらの安全規制は国民の健康と安全を守るためにも必須である。日本原子力学会では、1964 年から放射線遮蔽をテーマとした研究専門委員会を設置し、各種放射線施設の線源及び放射線挙動に関連したデータや解析手法の情報収集等を行ない、施設に対する遮蔽設計の信頼性は格段に向上してきた。また、近年の各分野の研究及び計算機技術の進歩を踏まえて、遮蔽解析・設計法の高度化も進み、高エネルギー加速器などの新しい施設に対する適用性についても検討されてきた。さらに、医療分野や工業分野においても、放射線が積極的に利用されてきており、放射線の計算や関連データの適用分野の拡大が進んでいる。

このような社会環境の変化に伴って、放射線遮蔽技術が多様化してきていることから、今後の展望を検討する上で、現状のニーズに照らし合わせた技術レベルの確認を行い、原子力開発等の動向を踏まえて、どのような放射線遮蔽の技術開発課題が残されているのか整理することが必要となっている。

また、放射線遮蔽のような要素技術開発については、研究予算確保が難しくなっており、原子力関連施設の開発上の重要な要素技術であることを明確にし、その中で研究開発予算を確保していくためにも、将来動向を踏まえた開発課題の整理に向けた技術ロードマップの作成は極めて重要なことと言える。

加えて、放射線遮蔽分野における分野の拡大や高齢化に対して、産官学連携による効率的・効果的な研究開発の推進が必要であり、国内の研究リソースを結集して課題解決に取り組んで行くことが必要のため、学会のような中立的な機関での議論が有効である。また、技術開発の重要性を積極的に提言していくことも、学会の責務である。

具体的には、放射線遮蔽技術を適用する分野や施設は多岐に渡るため、「放射線遮蔽」研究専門委員会では、現状の適用分野や取組み状況を踏まえ、原子炉施設、再処理・加工施設、廃炉・低レベル廃棄物、輸送・貯蔵施設、核融合炉、加速器、医療（医療用加速器）、航空宇宙、工業利用、その他に分けて、現状課題と将来動向について検討した。そして、これらの適用分野・施設について、今後、取り組む必要があると考えている技術課題を集約した。

また、本技術ロードマップ検討は、約4年にわたって検討を実施しており、その検討の終盤では東日本大震災とそれに伴う東電福島第1原子力発電所の事故が起きるなど、大きく状況が変化した。1～4章は、福島第1原子力発電所の事故前に検討した内容である。5章については、東電福島第1原子力発電所の事故以降の状況変化を分野ごとにまとめている。

2. 放射線遮蔽に係る現状の課題認識と将来展望

放射線遮蔽の解析技術の進展・向上に伴い、解析における不確かさは減少してきており、最新の知見を活用することで、さらに合理的・経済的な遮蔽設計に寄与することができる。しかし、「放射線」に対する不安感が依然として一般公衆に存在するとともに、放射線挙動工学に係る知見がまだ完全でないことで遮蔽設計において適切な裕度設定が難しいなど、安全規制への最新知見の取り入れを促すような取組が十分に行われていないということが現状としてある。これらの問題を解決していくためには解析手法の標準化や、その妥当性検証とともに、そのためのデータの蓄積が必要であり、照射施設の基盤整備・維持が重要である。また、国際的な協力・情報交換ができる体制の強化が望まれる。それには、国際的に通用する国産解析コードや核データの整備、高度化技術の充実が必要不可欠である。

これまでに蓄積されてきた放射線遮蔽の技術や知見を次世代の研究者・技術者に継承していくことは、分野共通の課題であり、これらの次世代の研究者・技術者を教育・育成することとともに、遮蔽計算コード使用上のノウハウを継承していくためにも遮蔽評価手法の標準化やガイドライン化が必要となる。また、これまでに蓄積されてきた遮蔽評価技術に係る知見の散逸防止や、基礎・基盤研究の継続的な実施に繋がる課題設定も必要となる。

さらに、原子炉施設に対する設計・評価手法及び設計プロセスも、許認可の特殊性を考慮しつつ、より高い信頼性と合理性をもったものにするのが重要である。

当該研究専門委員会では、放射線遮蔽分野に絞り、検討を行ってきたが、放射線計測・モニタリング技術、照射量評価技術や放射線被ばく線量評価技術など、放射線遮蔽に深く結びついた分野と関連した開発課題もある。例えば、2007年に国際放射線防護委員会(ICRP)から新勧告が出され、遮蔽計算で評価する線量の算出に必要な線量換算係数に関する放射線荷重係数や組織荷重係数の値が一部変更され、2012年には実効線量への換算係数自身が出された。新勧告が国内法令に取り入れられると、スペクトルデータを算出する詳細計算法では、それに線量換算係数を乗ずることで実効線量率を評価できる。一方、スペクトルデータを算出せずに線量換算係数に依存した遮蔽計算定数を利用した簡易計算法では、新しいガンマ線ビルドアップ係数や線量減衰率データを整備しなければならない。

このように、今後は、対象を放射線工学分野全体に広げて課題の整理を行いつつ、これらの課題解決に向けた取組を促進するための技術ロードマップの策定について具体化していく必要がある。

3. 放射線遮蔽分野の技術ロードマップ

過去に分野別の課題等の抽出、委員を対象とした実態調査から放射線遮蔽分野のロードマップについて検討を実施した(詳細は本体に記載)。当初計画では、分野別のロードマップとリンクさせて、放射線遮蔽分野の必要な項目を示す予定であった。しかし、2011年3月11日の東日本大震災により、原子力分野全体の先行きが不透明になっており分野別のロードマップとリンクさせることが困難となった。

このため、これまでの検討からピックアップした項目について、以下の3つに分類してまとめることとした。

- ①標準化(V&V)に関連する項目
- ②評価の高精度化に関連する項目
- ③技術伝承に関連する項目

また、各項目の対応すべき期間は、「短期(5年)」「中期(5～10年)」「長期(10～15年)」に種別し、アンケートからピックアップした項目については対応すべき期間を記載することにより第1表のとおり放射線遮蔽分野のロードマップを作成した。

4. 東電福島第1原子力発電所事故以降の各分野の状況

福島第1原子力発電所事故の影響は、分野により影響の度合いは異なるものの、日本の原子力関連分野に極めて大きな影響を与えた。また、これまでの国の原子力政策についても見直しが行われている最中である。

しかし、我々は福島第1原子力発電所事故の原因国としてその教訓を伝えていかなければならない責務がある。放射線遮蔽分野においても、この貴重な教訓をどのように反映するかは大きな課題である。また、大きな柱である原子力発電については、震災前後で別世界(アナザーワールド)となっており、これまで蓄積した放射線遮蔽に関する評価技術をどのように伝承していくかも大きな課題である。

こうした点から放射線遮蔽分野では、福島第1原子力発電所事故の教訓、技術者の育成・伝承を行うためにも、既存技術のきちんとした整理が必要不可欠であり、H24年度より予定されている遮蔽ハンドブックの整備はその第一歩となるものと考えられる。

第1表 放射線遮蔽分野の技術ロードマップ

対応する課題	放射線遮蔽分野対応項目	2012～2015年	2015～2020年	2020～2025年
標準化関連 (V&V)	許認可用遮蔽計算手法及びデータの認定制度構築	中期項目		
	既存三次元モンテカルロコードの標準化とその検証	中期項目		
	放射化評価コード・ライブラリの標準化	短期項目		
高精度化関連	国産標準遮蔽コードの開発	中期項目		
	宇宙放射線や粒子線治療への適用拡大のための基盤整備	長期継続項目		
	既存の遮蔽ベンチマーク実験データの整備	中期項目		
	解析コード幾何形状入力データ自動作成システム開発	中期項目		
技術伝承関連	遮蔽ハンドブック(中性子、ガンマ線)の改訂	短期項目		
	遮蔽評価に係る実験のための照射施設の整備・維持	長期継続項目		
	遮蔽解析コードの実践的なマニュアル整備及び遮蔽解析実習講座	長期継続項目		
	原子力機構等で遮蔽実験の実習講座	長期継続項目		