

軽水炉安全技術・人材ロードマップに関する主な論点についての考え方

【前提】

原子力小委員会での議論を踏まえた自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ（以下「本ワーキンググループ」という。）の設置趣旨は、「関係者間の役割分担を明確化するとともに相互に認識し、我が国全体として重畳を廃して最適な取組が進められることが必要である」とのことから、「喫緊の課題への対応として、東京電力福島第一原子力発電所以外の廃炉を含めた軽水炉の安全技術・人材の維持・発展に重点を置き、国、事業者、メーカー、研究機関、学会等関係者間の役割が明確化された原子力安全技術・人材に関するロードマップを作成し、これらを関係者間で共有する」こと。（以上、「自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループの設置について」（平成26年8月資源エネルギー庁）より）

1. 軽水炉安全技術・人材ロードマップに期待する機能について

- 以下を軽水炉安全技術・人材ロードマップ（以下「本ロードマップ」という。）の機能として位置付ける。
 - ・ 既存（将来建設する可能性があるものを含む）の軽水炉の安全性向上を我が国として効率的に実現する技術開発及び人材育成の将来に向けた道筋を描くこと
 - ・ 真に関係者（関係省庁、研究機関、産業界等）間で技術開発や人材育成に重畳を廃して取り組む道筋を示すものとして、国民に分かりやすい形で広く共有すること
- 「結果としてどれだけの原子力が利用されうるかを国民に示すこと」については、本ロードマップの機能としては位置づけない。
- 本ワーキンググループ及び日本原子力学会においては、引き続き、国民からの信頼回復と本ロードマップの実現性確保のため、本ロードマップの国民への共有の仕方等についても検討する。
- 本ロードマップについては、国民に分かりやすい形で広く共有されるとともに、そのことにより関係者（関係省庁、研究機関、産業界等）が自発的に本ロードマップに従って行動し、その実効性が確保されることを期待する。経済産業省は、本ロードマップで示された重要度や優先度に基づき、軽水炉安全に係る予算措置等を進めていく。

2. 軽水炉安全技術・人材ロードマップ中の「各マイルストーンでの目指す姿」やその「標語」、描き方について

- 上記に照らし、我が国の技術開発や人材育成の将来に向けた道筋を国民に分かりやすい形で広く共有する必要がある。「各マイルストーンでの目指す姿」は、エネルギー基本計画において、原子力が「安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源である」と位置付けられていることや、「東京電力福島第一原子力発電所の廃炉や、今後増えていく古い原子力発電所の廃炉を安全かつ円滑に進めていくためにも、高いレベルの原子力技術・人材を維持・発展することが必要」とされていることを踏まえ、技術者の安全性向上に向けた創意工夫を促し、かつ、若手人

材の獲得や育成を実現できるような魅力あるものとする。

- 以下を「各マイルストーンでの目指す姿」の「標語」とする。

＜2020 年まで＞

科学的な規律や知見に基づく自律的な安全性向上の取組を強固なものとし、国際的な知見も活用しつつ、軽水炉安全技術及び人材を継続的に維持・発展できる枠組みを構築する。

＜2030 年まで＞

自律的な安全性向上の取組や枠組みに対する信頼の下で、国際的な協力体制を確立するとともに、エネルギー需給構造における重要なベースロード電源として原子力が適切に活用されるよう、安全確保に必要な投資を着実に実施し残余のリスクを低減させる。

＜2050 年まで＞

原子力が世界の温暖化対策や持続的なエネルギー供給に安定的な役割が果たせるよう、原子力利用のデメリットの低減とメリットの向上を更に進め、技術・人材の両面で国際社会に貢献する。

- 技術の成熟度(Readiness Level)による分類(Deployment, Demonstration, Development, Research)を行うことは、各技術開発や人材育成に取り組むべき主体を明確化する際の参考ともなる。
- 成熟度が実用に最も近い段階(Deployment)にある技術については、その性質によって、追加的な技術開発等の取組が電源構成に占める原子力の割合に直結する場合がある。本ワーキンググループは原子力以外の電源や電力市場の制度設計までを議論の対象としてカバーしないことから、技術の成熟度が高く、かつ、将来の原子力の利用量に直結するような技術については、本ロードマップの対象とはしない。
- 技術の成熟度による分類を行う場合、要素技術^{※1}の成熟度のみならず、その集まりとしての安全技術システム^{※2}の単位で見る観点から、安全技術システムの成熟度を考慮することが大切である。
- 本ロードマップの機能として、関係者（関係省庁、研究機関、産業界等）間で技術開発や人材育成に重畳を廃して取り組む道筋を示すことを期待するため、本ロードマップはバックキャストで描く。その際、限られた資源が効率的に活用されることにより、真に我が国の軽水炉安全に資する技術開発と人材育成に集中し、効率的にそれが実現されるよう、「各マイルストーンでの目指す姿」に照らして適切な「評価軸」を設定し、重要度や優先度に応じた取捨選択を行う。
- 「評価軸」については、本ワーキンググループ第4回会合における日本原子力学会安全対策高度化技術検討特別専門委員会からの中間報告により示されたものを基に、評価対象の明確化（ロードマップの対象となる技術には、様々な状態を仮定した軽水炉に対して安全性向上の実効性が高いものと、軽水炉の安全性向上に寄与する技術や人材の維持・発展の観点からの重要度が高いものに大別されることを踏まえ、どちらに分類されるかに合わせて適切に評価軸を適用する）、重複する評価項目の見直し、表現の簡素化、

費用対効果の考慮等の観点から、日本原子力学会において再度検討を行う。

- その上で、政策的観点及び本ロードマップの策定過程を国民に分かりやすい形で広く共有することで、真に軽水炉安全の向上に資する取組が継続的に進められていることを理解していただく観点から、本ワーキンググループにおいて「評価軸」を修正及び決定する。
- 技術開発及び人材育成の達成度を客観的に評価するために「各マイルストーンでの目指す姿」をブレイクダウンした指標については、日本原子力学会において今後検討を行う。

(※1) 要素技術の例：耐熱材料、高燃焼度燃料、施工法、人間信頼性解析、センシング

(※2) 安全技術システムの例：非常用炉心冷却系 (ECCS)、In-Vessel Retention (IVR)、免震システム

3. ローリングについて

- 本ロードマップが適切に機能するためには、本ワーキンググループとしての責任の下で、現段階で最適なものとして、本ロードマップが策定されるべきだが、今後、政策方針の決定・変更等があった場合には、ローリングを行う。ローリングを行う前提の下、特定のシナリオを想定して「各マイルストーンでの目指す姿」を定める。
- ローリングの作業を、①ロードマップ策定の境界条件となっている原子力を取り巻く周辺の社会環境や制度的な制約等の情勢変化を受けたロードマップの大枠の見直し、②①の見直しや、「各マイルストーンでの目指す姿」をブレイクダウンした指標に基づく技術開発及び人材育成の達成度評価を踏まえた「評価軸」の見直し、③②で見直された「評価軸」を用いた優先順位付けや取捨選択による取組項目の見直し、④①～③を通じて見直されたロードマップへの改善案等の提示に大別する。
- 実施時期と実施方法が異なる以下の2種類のローリングを実施する。
 - (a) 政策方針の決定・変更等があった場合のローリング
 - ①を本ワーキンググループが、②と③を日本原子力学会が担い、今回のロードマップ作成と同様に、本ワーキンググループと日本原子力学会とのキャッチボールを通じて全体のローリングを実施する。
 - (b) 1年に1度の定期的なローリング
 - ②と③を日本原子力学会が、④を本ワーキンググループが担い、今回のロードマップ作成と同様に、本ワーキンググループと日本原子力学会とのキャッチボールを通じて全体のローリングを実施する。
- (a)、(b)のいずれの場合においても、本ワーキンググループがロードマップをローリングしていく過程を国民に分かりやすい形で広く共有することで、真に軽水炉安全の向上に資する取組が継続的に進められていることを理解していただき、それが国民からの信頼の獲得に繋がることを期待する。
- ローリングの際には、ロードマップが国民に分かりやすい形で共有されているかについても、本ワーキンググループにおいて検証する。

(注) なお、日本原子力学会自身がピアレビューのプロセスを通じて客観性の向上を図ることも有益である。

4. 他の議論の場との役割分担の必要性について

- 将来原子力がどの程度利用されるかは、重要な視点だが、本ワーキンググループの任務ではない。原子力がどの程度利用されるかについての複数のシナリオに関する議論は原子力小委員会やその他の上位の審議会等に委ね、本ワーキンググループにおいては、その議論や結果に基づき、本ロードマップに関する議論の大枠自体を見直ししながら、継続的なローリングを行う。
- 社会環境と技術・人材のあり方を考えるに当たっては、新技術が実用化されたときに、それに対応できる社会的な仕組みを実現するための政策的対応が必要であるなど、技術の発展を踏まえた政策的なオプションを持っておくべきとの視点もあるが、本ワーキンググループの議論の前提となる原子力小委員会から期待されている内容に照らし、そのような視点については、原子力小委員会やその他の上位の審議会等における審議に委ねる。

5. 本ロードマップが対象とすべき技術開発の担い手について

- 原子力安全に関わるすべての者の重畳を廃した取組を実現し、国民から見た一覧性を高めるため、本ロードマップの素案の作成については、軽水炉安全に係る取組に携わる研究者及び技術者が個人として参画する日本原子力学会において、軽水炉の安全性を高める様々な研究開発や人材育成を広く対象とした検討がなされている。この素案を基にロードマップの作成に当たる本ワーキンググループにおいても、研究開発の担い手たる組織の立場によって本ロードマップの対象となる取組と対象とならない取組を区別するという考え方は取らない。
- 軽水炉安全に係る取組を通じたデータの取得や技術基盤の整備は、原子力規制委員会を含めた様々な主体によって必要に応じて共同で行われることが必要であり、それらを踏まえた研究成果の評価や意思決定は、各主体別に行われるべきものである。

6. 放射性廃棄物の処分技術について

- 「放射性廃棄物ワーキンググループ」「地層処分技術ワーキンググループ」では、放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発や人材育成に係るロードマップについての議論は、現時点では、行われない見込みであるが、放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発については、関係行政機関・研究機関が集う「地層処分基盤研究開発調整会議」において検討されている。本調整会議では、法律に基づき段階的に進められる処分地選定の調査、処分施設の建設等の各段階において必要な技術を順次準備しておくという考えの下、現状、平成29年度までを期間とした研究開発に関するロードマップである「地層処分基盤研究開発に関する全体計画【研究開発マップ】」（以下「研究開発マップ」とい

う。)を整備している。今後の研究開発マップの改定等についても、本調整会議をベースとして検討していくこととしている。

- 国民に対して一体で説明する観点から、本ワーキンググループとして策定する本ロードマップを国民に共有する際には、すでに国民に見える形で整備されている研究開発マップとの関係についても分かりやすく示すこととする。
- このため、研究開発マップの対象とされている放射性廃棄物の処分に関する技術開発については、本ロードマップにおける検討の対象外とする。
- また、本調整会議で検討される予定がない人材育成や平成29年度より先の中長期的な研究開発に関する将来に向けたロードマップ、さらには低レベル放射性廃棄物に関する技術開発や人材育成についてのロードマップについては、当該分野への専門性を有する適切な主体が作成することが望ましいが、日本原子力学会においても広く原子力技術に関する科学的知見を有する立場から、検討を行うこととする。

7. 人材育成について

- 「軽水炉安全技術・人材ロードマップ策定の基本方針」において、「軽水炉の安全な持続的利用のために必要な人材の維持・発展」については、「上記①～⑦（ロードマップ（RM）対象項目の課題別区分における技術に関する区分）のRM・・・と整合するものとする」とされていることから、本ロードマップで対象とする人材の領域は、本ロードマップで対象とする周辺技術領域と整合するものとする。
- このため、技術開発に必要となる人材のみならず、リスクマネジメントやリスクコミュニケーション、レジリエンスエンジニアリング、恒常的なリスク評価活用等の観点を考慮した現場人材の育成についても、本ロードマップを策定する。
- 本ロードマップは軽水炉の安全性の向上を効率的に実現するためのものであり、技術開発をどのように進めていくかという観点に加え、それを実現するために必要な人材をどのように確保していくかという観点についても、併せて本ロードマップに取り込まれていくことが必要である。このため、技術開発と人材の確保を表裏一体のものとして実現するためには、どのようなロードマップの構成とするかについて、本ワーキンググループ及び日本原子力学会において、議論を行う。なお、人材育成では、重畳を廃することに意識を置きすぎることによって十分に人材が育成されなくなるのではないかとこの視点も必要ではあるが、一方で、活用できる資源には限りがあることにも十分な留意が必要である。

8. その他

- 防災について、技術開発の余地が残るものについては、可能な限り本ロードマップに取り込まれていくことが望まれる。なお、防災の取組については、関係者（関係省庁、産業界、地方自治体等）が主体的に検討を行いながら進めていくべきものであるが、このうち、産業界としての防災の取組については、自主的安全性向上の取組として位置づけることとする。