

多様な誘因事象に対する原子力安全の確保

(その1) リスク情報活用に係る現状と課題

東京大学 糸井達哉, 関西電力 林 健太郎, 三菱重工業 大和正明

原子力安全部会は、2013年3月に「福島第一原子力発電所事故に関するセミナー」報告書（以下、「セミナー報告書」）を発刊し、以後、セミナー報告書で挙げた検討すべき課題について議論を継続してきた。本解説シリーズでは、その中から多様な誘因事象に対する原子力安全確保のあり方について現状と課題をまとめる。その1である本稿では、リスク情報活用に係る規制機関と事業者の取り組みの現状を整理するとともに、規制や事業者における今後のリスク情報の活用、総合的意思決定プロセスの実現、意思決定に必要な適時性・迅速性、インセンティブを含めた今後の課題について論じる。

KEYWORDS: *Nuclear Safety, Risk, Probabilistic Risk Assessment, Integrated Risk-informed Decision Making Process, External Events*

I. はじめに

1. 本稿の位置づけ

2011年3月11日の東京電力福島第一原子力発電所事故に対し、原子力安全部会は、2012年に8回にわたって「福島第一原子力発電所事故に関するセミナー」を開催し、2013年3月にそこでの議論の結果をまとめたセミナー報告書¹⁾を発刊した。報告書は、事故から明らかになった課題を深層防護の観点で整理したもので、これは日本原子力学会（以下、「学会」）事故調査委員会の最終報告²⁾の骨格を形成した。その後、原子力安全部会は、セミナー報告書で同定された様々な検討課題について、毎年の学会の春の年会、秋の大会で「原子力安全部会企画セッション」を設けて論点を紹介し、後日、これらの論点について「フォローアップセミナー」を別途開催して議論してきた。これまで対象とした検討課題は、外的事象に対する深層防護と安全確保の事例、原子力防災の課題と取り組み^{3), 4)}、これからの原子力安全研究などである。

2015年は、春の年会で「リスク情報の活用」、秋の大会で「外的事象対策」について、産学官の立場から講演を

行い、その後のフォローアップセミナーでは、講演に加えてパネル討議で議論を深めた。本解説シリーズは、著者が、そこでの講演と議論に基づき、多様な誘因事象に対する安全確保の考え方をまとめたものである。

その1である本稿は、茨城大学での春の年会企画セッション、東京大学での6月22日のフォローアップセミナーにおける、更田豊志（原子力規制委員会）、尾野昌之（電気事業連合会）、浦田茂（関西電力）3名の講演と関村直人（東京大学）を加えた総合討論の内容⁵⁾を踏まえ、原子力安全分野における規制機関と事業者によるリスク情報の活用の現状と課題を、著者が、原子力安全部会幹事及び関係者の多くの意見をまとめ、報告するものである。

2. リスク情報活用の意義

原子力施設の安全は、安全設計と安全管理によって担保される。しかし、最良の対策を講じてもリスクをゼロにはできない。確率論的リスク評価（PRA, Probabilistic Risk Assessment）は、なお残ってしまうリスク（残存リスク）を系統的に分析する手法である。

評価結果であるリスク情報は、「事故の影響」と「その起こりやすさ」、「時間余裕を含むシナリオ」などの有用な情報を与えるものである。こうした情報は、個別プラントの脆弱性に寄与の大きなものを把握して対策を考へることや、保全や運転手順の最適化のような既存のルール合理化、安全研究のテーマ選定等に有用である。

Formulation of Nuclear Safety under Various Induced Events

Part I: Current status and challenges for Risk-informed activities in Nuclear Safety: Tatsuya Itoi, Kentaro Hayashi, Masaaki Yamato

(2016年1月22日受理)

II. 規制機関におけるリスク情報の活用

1. 基本的考え方

PRAは、リスクに関する情報（＝安全に関する情報）を体系的に集約して、定量的に示すとともに、それへの寄与因子を同定する手法である。従って、PRAの結果を効果的規制のために参照することは当然のことである。しかし他方で、「PRAに過度の期待を寄せることは極めて危険である。当然のことながらPRAにおいても考慮が及んでないものは結果に反映されようがないし、考慮しているものも不確実さを伴っている。PRAの利用に当たっては、その不完全さ（incompleteness）と不確実さ（uncertainty）の程度を見極め、その限界を把握して適用範囲を慎重に考慮する必要がある。その上で、可能かつ適切な範囲で積極的な適用を図る」⁸⁾との現段階における認識も示されている。

規制機関におけるリスク情報の活用には大きく2つあり、一方は、規制機関が規制基準類の策定・見直しや現場における検査のあり方を検討するために利用する場合、他方は、事業者が包括的なリスク評価の実施を要求し、また、事業者が設備設計や運転・保守管理に関する変更を提案した場合の判断に利用する場合である。

2. 新規制基準におけるリスク情報の活用

規制では、リスク（頻度の評価が難しく数値の信頼性が低い場合には事故影響に重点において評価する場合もありうる）の大きさと制御可能性に応じて安全性向上のリソースを投入するという考え方（グレーデッドアプローチ）を適切に用い、効果的かつ効率的な規制を行うことが必要である。新規制基準においても、この方針が取られているとされる。

PRAの活用としては、炉心損傷、格納容器損傷に至る可能性がある事故シーケンスの設定が挙げられる。新規制基準では炉心損傷防止対策、格納容器破損防止対策の妥当性が審査されるが、そのための有効性評価に関しては、「設置許可基準規則解釈」に、炉心損傷について「必ず想定する事故シーケンスグループ」（BWRは7つ、PWRは8つ）、格納容器損傷対策についてはそれぞれ6つの「必ず想定する格納容器破損モード」が定められている。これらは、過去に実施されたPRAの結果や経験に基づいて定められている⁹⁾。さらに、リスクの特徴はプラント毎に異なることが考えるため、事業者は、設置変更許可申請時に個別プラントに対するPRA（IPE, Individual Plant Examination及びIPEEE, Individual Plant Examination for External Events）を実施し、有意な頻度又は影響をもたらす事故シーケンスグループがあれば追加することが要求されている。この際、重大事故のような不確実さ

が大きな事項に対する規制では、適合か不適合かというような明確な判断を行うことが難しい。そのため、概ね妥当かを判断するという従来とは異なる規制のアプローチが取られている。

なお、規制要求を全てPRAの知見に基づいて定めることは不可能である。例えば、火災などの地震動や津波を除く多くの誘因事象においては、PRAの技術開発が規制の後追いをしている状況がある。

3. 安全性向上評価でのリスク情報の活用

事業者が実施が義務付けられている安全性向上評価では、PRAと裕度評価（いわゆるストレステスト）の実施が求められている⁷⁾。プラント固有の特徴を踏まえたPRAの実施により、設計や運用において何がリスクに大きく寄与しているかを把握することが、安全性向上に資すると期待される。その際、リスクの要因となる誘因事象についても網羅的に取り扱うことが求められ、地震動や津波に加えて、他の誘因事象についても、またそれらの重畳についても、立地条件に応じた検討が必要と考えられる。誘因事象の重要度の判断を行う際には、発生頻度の情報に加えて、発生時の影響や時間的・空間的余裕等も考慮に入れることが必要であるが、確率論的ハザード評価等の情報のみでも有用な場合もある。将来の理想としては、「FSAR（Final Safety Analysis Report）の仕組みがしっかりまわれば、設置変更許可に代わる役割を担わせることができるのではないか」⁸⁾という意見もある。

4. 安全重要度分類

安全重要度分類は、安全設計・安全管理の根幹である。しかし、それを定める考え方はまだ必ずしも確立していない。例えば、IAEA（国際原子力機関）の重要度分類の考え方は、深層防護の後段で必要になる設備は、機器の故障はランダムに起きるという想定の下、その作動が要求される頻度が低いことを考えて、重要度を下げている、と考えられる。これに対し、機器の故障は特定の誘因事象によって起きると考えれば、後段の設備は前段の設備が当該誘因事象によって故障した場合に必要なものだから、より高い重要度であるべきとの考え方もある。

将来、発電炉について重要度分類の見直しをする場合には、重大事故対策のための設備も対象に含めた上で、重要度分類の考え方の整理が必要である。また、外的事象に対しての設計の重要度分類（例えば、耐震重要度分類）については、安全重要度分類との整合性などについても議論を進める必要がある。

なお、核燃料サイクル施設等の原子力発電所以外の施設については、SSCs（Structures, Systems and Components）の重要度を事業者が提案し、規制がその妥

当性を判断することとされている。

5. 今後取り組むべき事項

将来的には、リスク情報を活用した規制をさらに推進し、継続的に、規制改善を図ることが求められる。規制の見直しには、不必要な規制の緩和と必要な規制の強化の両面が考えられる。後者の事例として、既にバックフィットが行われたが⁹⁾、大きな投資などを要求するバックフィットを実施する場合には、必要性について合理的かつ客観的に示すことができる「費用便益分析のようなもの(ツール)が登場すれば議論が噛み合うのではないか」⁸⁾という意見もある。

また、新規制基準について、仮に人的脅威等を除く多様な誘因事象について、近い将来包括的なリスク評価ができたとしても、安全目標との比較をどのように議論するか、今の時点で広く合意された考え方は得られていないとされる。

安全機能を有する系統の故障に対して運転を認める許容待機除外時間(AOT, Allowable Outage Time)の設定や、設備に代えて監視の強化を行うなど、現場の技術者に直結する部分で、これまでの経験や決定論的考慮事項とリスク論的考慮事項を統合し、限られたリソースを最適に利用できるような試みを続けることもリスク情報の活用であり、今後進められるべきであると考えられる。

事業者からリスク情報を用いた、合理的なAOTの設定に関する提案があれば、規制側も「あるべき姿に向かって」と歓迎⁸⁾との考えも示されている。AOTの議論としては、例えば、重大事故対応のための可搬式設備機器のAOTなどの議論などの可能性が挙げられている。

米国では、USNRCが1995年に「PRA政策声明書」、1998年にリスク情報を活用した規制(RIR, Risk-informed Regulation)の規制ガイドラインR.G.1.174が発行された。このRIRは従来の確定論的手法に基づく規制、リスク情報を用いた規制、そして運転実績に基づいた規制を適切に組み合わせたものであった。また、原子炉監視プロセス(ROP, Reactor Oversight Process)でリスク情報を考慮して決めた運転実績を評価することで、数多くの実績を積み重ねた。

わが国でリスク情報を活用した規制を進めるにあたっては、国際基準や米国等の規制を参考にしつつ、実情に合わせた形で検討を進める必要があると考えられている。

また、以上述べたような、リスク情報を活用した原子力安全規制を行うには、規制機関においても、リスク情報活用を行う人材を育成することが必要である。

III. 事業者の継続的な安全性向上におけるリスク情報の活用

1. 福島第一原子力発電所事故を受けた取組み

事業者は、原子力の安全確保について、特に福島第一原子力発電所事故の教訓から、新規制基準に対する対応のみならず、自主的・継続的に安全性を向上させていく取組みを求められており、事業者自身にも行うべきであるとの強い認識がある。

福島第一原子力発電所事故を踏まえた教訓を生かすべく2014年5月に総合資源エネルギー調査会の原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループにおいて「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」¹⁰⁾が取りまとめられた。これらの提言等も踏まえ、各事業者は、適切なリスクガバナンスの枠組みの下でのリスクマネジメントの実施、地震・津波等の低頻度外的事象への網羅的なリスク評価の実施、深層防護の充実を通じた残存リスクの低減、外的事象に起因する事故シナシス及びクリフエッジの特定等に取り組んでいる¹¹⁾。

上述のように、低頻度外的事象への対応・メカニズム解明、安全性向上活動へのPRA活用法の確立は事業者が共通に取り組むべき重要な課題であり、PRAは外的事象のような不確実性の大きいものに対するリスクを捉える際に有効である。これらの方法論の確立のための一元的な研究開発体制として電力中央研究所に原子力リスク研究センター(NRRC)が設立された。NRRCは技術諮問委員会を設置しその議論をウェブ公開するなど透明性を重視し、事故発生確率のさらなる低減と万一事故が発生した場合の被害低減、不確実性の大きい低頻度外的事象へのPRAの活用、開発・研究成果の一元管理に取り組んでいる。NRRCのミッションは、リスク情報を活用した意思決定、リスクコミュニケーションの最新手法を開発することで、事業者及び産業界の安全性をたゆまず向上させる活動を支援することである。現在、モデルプラントを対象にした地震レベル2PRAの高度化研究を進めるとともに、産業界と共同で内的火災(内部火災)PRAおよび内的浸水(内部溢水)PRAの高度化検討も行っている。NRRCで得られた技術的バックグラウンドは、各事業者におけるリスクマネジメントの質の向上に役立てられる。

安全性向上の努力を継続するに当たり、人間や技術は完全ではないため、残存リスクは存在する。また、新たな知見が生まれ、システム・設備は経年劣化し、技術は陳腐化するなど、プラントの置かれた環境や条件が日々進化していく。新規制基準への対応後に再稼動された後においても、リスク情報を活用することで、優先的に対応すべき箇所の選定や、安全性向上の効果が大きいところに投資をするといった活動を行い、安全性を実効的に高めていく活動を継続する必要があることがこれらの活動の前提としてある。

2. 確率論的リスク評価 (PRA) 手法の高度化

人的リソースを含めた資源が安全性を全体的に高める上で、PRAの結果を含むリスク情報が、最大限活用されることが期待される。福島第一原子力発電所事故以前においても、蒸気発生器の取替えや原子炉容器上蓋取替え等の大改造を行うなど、原子力発電所の信頼性や安全性を向上させる活動は行われてきたが、これらの活動がどの程度リスク低減に貢献したかについては、プラント固有のデータに基づくPRAでなければ定量化できないことから、評価されてこなかった。一方で、設計段階でPRAを用いて安全性向上を工夫したABWRなどの炉では、リスクが十分に低減されていた。それ以前の炉は、トラブルなどの新知見反映や定期安全レビュー(PSR, Periodic Safety Review)等を利用して、安全性向上を図られてきたが、PRAの結果の活用ではなかった。特に電源等のサポート系などがリスク上重要であることは、PRA結果から得られる代表的な情報であるが、それらの設備の多重化あるいは多様化の対策は、PRAからのリスク情報を十分に活用して実施されてきたとは言えない。今後は、特に自主的・継続的な安全性向上での最適な安全対策の意思決定にリスク情報の活用が期待される。そのため、NRRC等を通じて、個別プラントを対象とし、実施対象設備や事象の評価範囲を拡大するなど、PRA手法を世界最高水準へ引き上げる努力が図られている。

次章で述べるようにPRAには、いくつかの活用目的がある。福島第一原子力発電所事故以前までの定期安全レビュー(PSR)の報告において運転時ランダム故障(内的事象)(レベル1及び1.5)と停止時ランダム故障(レベル1)に対するPRAを実施してきたが、それは一定水準の安全性が確保されているかを確認するものに留まっていた。現在進められている新規制基準に対する安全審査では、それらに加えて地震PRA(レベル1)及び津波PRA(レベル1)まで評価範囲を広げている。しかしながら、このPRAはプラント固有の事故シーケンスグループの把握を目的としており、重大事故対策(AM策)を取り込んでいないこと

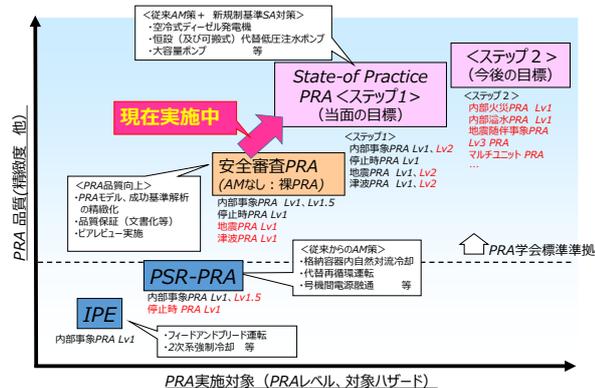


図1 確率論的リスク評価 (PRA) 高度化の方向性

などから、安全性向上における意思決定に対する活用を目的としたPRAとは異なる。

今後、PRA手法を世界最高水準に引き上げるために、過酷事故対策や人間信頼性分析、地震や津波等の外的事象評価への最新知見の取り込みが予定されている。さらにベイズ統計の活用など個別プラントの信頼性データや故障率データの拡充やPRAの評価対象範囲の拡大の取り組みも進められている。さらにPRA対象範囲の今後の目標としては福島第一原子力発電所事故でも顕現化したように、地震随伴事象のPRA、マルチユニットPRA、さらにレベル3PRAへの拡張を検討し、PRAから提供できる情報の質の向上をはかることが重要である(図1)。

これらの技術開発の取り組みの結果として、安全性向上に対する努力が見える化され、事業者のリスクマネジメント活動の中で実際に意思決定に活用されることで、安全性向上へのモチベーションが高まり、さらなる安全性向上へと繋がっていくことが、最も重要である。

IV. リスク情報を用いた総合的意思決定の実現

1. 安全確保活動へのリスク情報の活用

PRAなどのリスク評価から得られるリスク情報は、これまでも、原子力発電所の安全確保における様々な局面で活用されてきた。わが国では、上述のプラントの安全確認のための利用に加え、定期検査の管理への停止時PRAの活用や保全活動(リスク重要度を踏まえた保全重要度)への活用などのプラント管理の適正化にもPRAが利用されてきた。新規制基準下では、主に事故に至る代表シーケンスの抽出に、地震や津波を対象としたPRAを参照することに変わってきている。

このようにリスク情報の活用には様々な種類がある。リスク情報活用の内容と有用な指標の例を整理したものを表1に示す。これらの指標を組み合わせることで、プラントのリスクを定量的に把握することができる。これらのリスク情報を実務に活用していくには、適用する対象となる安全確保活動、規制活動、及びそれらの活動における意思決定において、どのようなリスク指標を活用することが相応しいのかを考えることが必要である。海外における事例については、EPRI¹²⁾やIAEA¹³⁾からリスク情報活用の活動とその結果や指標、安全上の利点や運転上の利点が例として紹介されており、規制や事業者がリスク情報を用いる際の検討に参考となる。

2. 総合的意思決定プロセスの実現

リスク情報の活用の充実及び更なる拡大については、福島第一原子力発電所事故の教訓でもある、個別プラントの脆弱性について、現在考慮されていない要因も含め

表1 リスク情報活用分類

項目	内容例	指標例
① 絶対値を用いること	施設全体の総括リスクを把握し、判断基準との比較で総体としての安全性の判断を行う	CDF、CFF
② 内訳を用いること	リスクの内訳・事故シナリオを見て、重要性の大きな事故シナリオや機器を選定する	起因果事別CDF 機器重要度ランキング (RAW、FV)
③ 変化を用いること (リスク低減方向)	リスクを抑制あるいは低減するための行為の効果を見る	Δ CDF、 Δ CFF 機器重要度ランキング (RAW、FV)
④ 変化を用いること (リスク増加方向)	リスクを限られた期間、許容される範囲内での上昇を認める一方、総体としてのリスクは低減する方向に工夫する (OLM、AOT延長など)	Δ CDF、 Δ CFF
⑤ リスク重要度に応じた対応	規制あるいは管理に応じて、リスク重要度に応じた手当を施す	機器重要度ランキング (RAW、FV)

CDF: Core Damage Frequency (炉心損傷頻度)
 CFF: Containment Failure Frequency (格納機能喪失頻度)
 RAW: Risk Achievement Worth (リスク増加価値)
 FV: Fussell-Vesely (ファッセル・ベズレイ重要度)
 Δ CDF: 炉心損傷頻度の増分・減少分
 Δ CFF: 格納機能喪失頻度の増分・減少分

て重要度の高いものを把握し対策することへの活用が期待されるが、実際的意思決定においては、リスク情報だけでなく、決定論的評価結果、最新の科学的知見、運転経験、リソース、など色々な要素を判断材料に含めた上で、総合的に意思決定する必要がある。これは、時間経過に伴い顕在化するプラント及び環境の諸変化に対応していく中で、外的事象などの低頻度高影響事象をはじめとする不確実さへ対処し、組織内外のステークホルダーの理解を得ながら、安全上効果が高い部分に限られたリソースを効果的に配分するという、合理的な意思決定を迅速に行わなければならないためである。

上述のように、リスク情報をはじめとする色々な要素を包括的に考慮した上で総合的に判断し、種々の環境の変化に対応しながら必要に応じて改善するというように、継続的に安全性を向上するための意思決定を行っていくためには、各組織が適切にマネジメントしていく必要がある。具体的には、ハードウェア、ソフトウェア、マネジメントにまで至る種々の安全性向上のための対策を考えるにあたって、そもそも何が解決すべき問題なのかを設定することからはじめ、対策の選択肢を挙げて、その選択肢に対して、色々な要素を総合的に分析し、実行すべき対策を決定する、そして、実行した対策の結果が意図したものになっているか、新たな選択肢がないか、意思決定で考慮した要素に変化はないか、などをモニタリングし、必要に応じてフィードバックを行いながら、継続的に改善を重ねていく。このように、プロセスとしてPDCA (Plan-Do-Check-Act) を廻していくことである。総合的意思決定プロセスについて国外で検討された参考となる概念としては、IAEA INSAG-25¹⁴⁾があり、図2のように示されている。

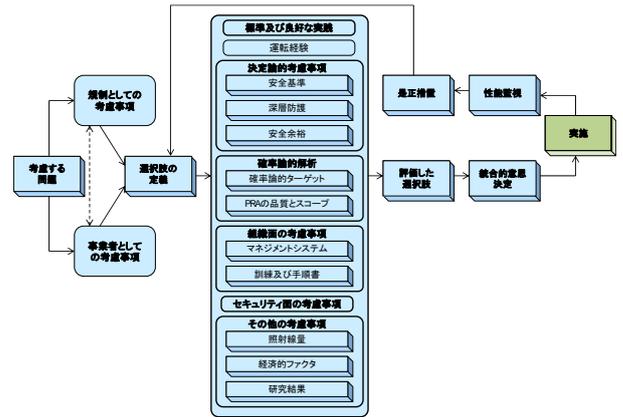


図2 統合的意思決定プロセス (INSAG-25を邦訳)

総合的意思決定の実現のためには、このようなプロセスが、各組織の実態に応じて、確実に展開されていくことが重要である。今後の課題としては、新知見への対応、安全目標等の設定、費用便益分析手法の開発、不確実さの扱い、組織に応じた各要素の重み付けの方法、コミュニケーション、などがあげられ検討の必要がある。

3. 意思決定に必要な適時性・迅速性とインセンティブ

現在、事業者は新規制基準に適合させるための種々の対策を実施してきている。今後、継続的に安全性を向上していくためには、規制、事業者とも現状に満足し停滞することなく、適切なタイミングで安全性向上のための効果的な意思決定をし続けていかねばならない。そのためには、判断材料となるリスク情報の品質向上と総合的意思決定プロセスの展開だけでなく、意思決定の適時性と迅速性が必要であり、加えて、その駆動力となるであろう安全へのインセンティブの確保が重要である。

前述のように、PRA手法の高度化等によりリスク情報自体の精度を上げることや適切な意思決定とするために丁寧に検討することはもちろん重要であるが、完全を追い求める余り意思決定のための議論を延々と続け不作為に陥ってしまつては意味がない。USNRC¹⁵⁾でも“agility (機敏さ、迅速さ)”が重要という意見が出されている。対策を実施した方がよい対策は速やかに実施することが重要である。例えば、Known unknowns (リスク分析から不確実さがわかっているもの) に対しては、不確実さが大きくても速やかに手を打つことが重要であり、ハードウェアにおける対策で強固に大改造をするのみではなく、完全ではなくても何かできることもあるという緩やかな対応も含めて考えるように考え方を変えるべきである。その際同時に、より確実な対策について時間をかけてコンセンサスを得ることが重要な場合もある。安全上の効果が最も発揮される重要なタイミングに間に合うかどうかという観点もある。対策の目的に応じて意思決定の適時

性及び迅速性を確保することが必要である。

また、このように意思決定を適切なタイミングで行っていくための駆動力となるのは、安全に向けたインセンティブである。例えば、事業者は、会社として社会的に信頼回復が不可能な事故を起こしてしまうと会社の命取りになるという意識を持てば、安全確保のために多くの投資を行うことが正当化できる。しかしながら、回避することに成功した事故や安全上の不作為による不利益は非常に見えにくい。その投資の効果を評価することができれば、事業者が安全への投資を継続していくためのインセンティブとなり得る。安全に対する取組みが会社の利益になるという安全文化の基本的な認識を如何に継続するかと共に重要な課題である。このように、安全に対する投資の効果を顕在化させるツールとして、リスク情報が具体的に如何にインセンティブを生み出すか、その仕組みも含めて検討する必要がある。例としては、安全性を向上させれば自ずと事故・トラブルが少なくなり稼働率が向上する、きちんとした保全がなされていれば検査間隔に反映されるなどが考えられ、また、規制の枠に縛られず自由に発想できる環境こそ1つのインセンティブであるともいえ、この検討も今後の課題の一つである。

V. まとめ

本稿では、原子力安全部会における東京電力福島第一原子力事故後の取組みを紹介した上で、その中で特に重要な多様な誘因事象に対する安全確保において、重要な課題であるリスク情報活用について、規制機関と事業者の取組みの現状を概観した上で、継続的な安全性向上を目指した総合的な意思決定プロセスの実現に向けた枠組みと今後の課題について、原子力安全部会における議論を報告した。本稿で挙げた各論については、様々なステークホルダーで議論を行い考えながら具体化を進めることが求められている。

次稿その2では、福島第一原子力発電所事故の誘因でもあった外的事象対策の原則と具体化について報告する。

— 参考資料 —

- 1) 日本原子力学会原子力安全部会：「福島第一原子力発電所の事故に関するセミナー」報告書，2013.
- 2) 日本原子力学会：福島第一原子力発電所事故その全貌と明日に向けた提言：学会事故調 最終報告書，2014.
- 3) 本間俊充：より実効性の高い原子力防災対策の構築に向けた課題と取組み，(1)緊急事態への備えと対応-国際基準と福島の教訓-，日本原子力学会誌，56(10)，2014.
- 4) 新田隆司：より実効性の高い原子力防災対策の構築に向けた課題と取組み，(2)国と地方自治体における取組

みと今後への提言，日本原子力学会誌，56(10)，2014.

5) 日本原子力学会原子力安全部会ホームページ：

<http://www.aesj.or.jp/~safety/> (参照：2015-11-14)

6) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

<https://www.nsr.go.jp/data/000069150.pdf> (参照：2015-12-12)

7) 実用発電用原子炉の安全性向上評価に関する運用ガイド <https://www.nsr.go.jp/data/000085457.pdf> (参照：2015-12-12)

8) 更田豊志：原子力安全部会主催「原子力安全分野におけるリスク情報の活用の現状と課題」フォローアップセミナー講演，2015.

9) <https://www.nsr.go.jp/data/000064773.pdf> (参照：2015-11-14)

10) 原子力小委員会、原子力の自主的安全性向上に関するWG：原子力の自主的・継続的安全性向上に向けた提言，2014.5.30.

11) 原子力小委員会、自主的安全性向上・技術・人材WG：原子力の自主的安全性向上の取組の改善に向けた提言，2015.5.27.

12) Gaertner, et al.: Safety and Operational Benefits of Risk-Informed Initiatives, An EPRI White Paper, 2008.

13) IAEA: Determining the Quality of Probabilistic Safety Assessment (PSA) for Applications in Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1511, 2005.

14) IAEA: A Framework for an Integrated Risk Informed Decision Making Process, INSAG-25, 2011.

15) USNRC: SECY-15-0015, Project Aim 2020 Commission Report and Recommendations, 2015.

著者紹介

糸井達哉 (いといたつや)

東京大学

(専門分野/関心分野) 地震工学, 外的事象リスクの評価とマネジメント

林 健太郎 (はやしけんたろう)

関西電力

(専門分野/関心分野) 原子力発電設備の保全, リスクマネジメント, 規格基準

大和正明 (やまとまさあき)

三菱重工業

(専門分野/関心分野) 安全設計, 事故時挙動解析・評価