

原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：2019 (IRIDM 標準) とその背景について

日本原子力学会標準「原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準」(AESJ-SC-S012:2019) (以下、Integrated Risk-informed Decision Making の頭文字をとった IRIDM 標準と呼ぶ) については、本検討チーム第 1 回会合において、そのまえがきが参考資料 2-3 として提示されたが、その内容や背景について検討チームでの議論の中で明示的に取り上げて議論を行う機会がなかった。ここで改めて、IRIDM 標準の経緯と重要なポイントを提示したい。

これらが、市場の倫理と統治の倫理の観点を基盤とし今後の課題が取りまとめられる継続的な安全性向上検討チームとしての議論の振り返り資料に対して、付加されるべき内容となることを期待している。

IRIDM 標準策定の経緯

日本原子力学会標準委員会は、2014 年にシステム安全専門部会の下に安全性向上対策の考え方に関するタスクを設定して、技術レポート「継続的な安全性向上対策採用の考え方について」(AESJ-SC-TR12:2015) を発刊している。これを受けてシステム安全専門部会では、安全設計や安全管理などへリスク情報を活用して意思決定を行っていくための基準及び実施方法を定める標準の策定を目的として、2016 年 10 月に統合的安全性向上分科会を組織し、委員 17 名及び常時参加者 29 名により 25 回の会合を行った。分科会では、原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準の骨子、標準本体案と付属書の構成案の審議を進めてきた。この標準案については、システム安全専門部会での審議を行った他、確率論的リスク評価 (PRA) に関わる専門家で構成されるリスク専門部会とその下での PRA 品質確保分科会での検討、審議を行った。標準委員会においてこれらの結果が報告、審議され、書面投票及び公衆審査を経て、IRIDM 標準が発刊された。

継続的な安全性向上のための IRIDM プロセスの特徴

原子力安全のためには、深層防護をより確固たるものとし、原子力の施設及びそれにかかる活動が有する不確かさに合理的に対処することが必要であって、Meserve 氏が提示しているように、以下のような定量的、定性的にリスク情報を活用することのメリットが取り込まれることが望まれる。

- ・ 現実的な事故シナリオの顕在化、それによる脆弱性の明示
- ・ 優先順位を付けるための定量的評価果の提示
- ・ パフォーマンス、柔軟性、および費用対効果の更なる向上
- ・ 不必要な要求事項を判別と削減

- ・ 安全状態の監視

さらに既にこのようなリスク情報を活用した安全対策が進んでいる状況においても、将来において顕在化する可能性を含む課題を発見し、解決して、継続的に安全性を向上させていくことが原子力安全には求められる。しかしながらそのプロセスは単純で自明なものではなく、解決に至る難易度は一般的には極めて高くなる。ここに学会が IRIDM 標準を取りまとめた意義がある。

IRIDM プロセスは高いレベルの信頼性を要求されるシステムに残された課題を解決する手法である。解決のプロセスでは、判断材料となる情報をキーエレメントと呼ばれる7つグループに仕分けして分析し、これらを合理的に統合することで意思決定を行うことを推奨している。だれが行っても常に同じ解決策が導けるとは限らないが、予見性・再現性・監査可能性を有する合理的なプロセスであることが必要である。また継続的な安全性向上に生かすには後述するように、包括性と安全文化を担保する基盤が必要である。さらに様々な問題に IRIDM プロセスを適用するためには、分析ツールの整備を含む環境整備が必要となる。このプロセスを経て、問題の性質自体が徐々に明らかになることを前提とし、体制を構築していく必要性もある。ステークホルダー（経営者、意思決定者、分析者、規制者、専門家、第三者）は、それぞれ自分の役割を踏まえて関与するが、課題の解決の困難さを反映させたステークホルダー間のコミュニケーションが特に大切となる。

これらを取り込んだ IRIDM プロセスの特徴は以下のようにまとめることができる。

- ・ **実効性**のある解決策を提示しうる
- ・ リスク評価のスコープを直接的な因果関係に限定せず、**幅広い考察**を行える
- ・ ステークホルダー間でのコミュニケーションのための**共通の指標**を持つ
- ・ プラントだけでなく、**社会への影響**を包括して検討できる
- ・ 論理的であり、特定の形態のリスクについては**安定的で予測可能**な意思決定ができる
- ・ **異論や反論のもつ価値を認め**、見せかけの合意を求めない
- ・ **透明性**を持ち、意思決定の各プロセスにおける**判断根拠を明瞭**とする
- ・ 意思決定の**監査及び検証**を可能とする

意思決定者と専門家、第三者の役割

専門家は、特定の専門分野において、理論もしくは経験の評価を含む論拠を基にして自分自身の意見を提供できる者、または複数の“自分自身の意見を提供できる者”からの意見の根拠を評価できる者も含まれる。当該 IRIDM プロセスを実施する組織に属する者も属さない者も含んでいる。意思決定者は、IRIDM プロセスにおいて専門家の知見を活用する場合には、専門家に求める意見を明確にする。意思決定者は、専門分野の専門家を選任するが、専門家は、必ずしも中立である必要はない。専門家は意思決定者の役割に成り代わ

ってはならない。また、一般的に専門家の意見は必ずしも一つにはなりえない。

第三者とは、特定の意思決定の当事者ではないその他の関係者である。意思決定者は、IRIDMプロセスにおいて、意思決定の質を向上させ監査適合性を高めるために、第三者の意見を活用する場合には、第三者に求める役割を明確にする必要があるが、第三者が“専門家”である必要はない。なお、“第三者の意見”を“専門家の意見”として活用する場合には、該当の第三者は上記の“専門家”とも重なる。第三者が組織外部のステークホルダーに該当する場合には、利害関係によって監査適合性が損なわれないよう留意する。

IRIDMプロセスを進めるために必要となる基盤について

(1) 安全のためのリーダーシップと組織文化

組織の経営者及び意思決定者は、組織の目標、価値及び知識を、問題の明確化及び情報収集活動をはじめとする意思決定プロセスの各段階の活動に適切に組み込む。なお、リーダーシップとは、個人が集団の中で有する「変化を生み出すため使える資質・関係性」のことである。意思決定には属人的な側面があり、個人の選好は組織文化に強く影響されることを認識すべきである。

(2) コミュニケーション

意思決定者は、分析者、ステークホルダー、対象とするリスクに関する専門家（技術的な権威等）や第三者との相互作用によって意思決定の質を高めるため、内部及び外部コミュニケーションを確実に実施することが必要となる。

(3) 熟議の場の担保

理想と現実の乖離をできるだけ小さくする最適な意思決定を行うために、ステークホルダーの利害及び意見を繰り返し調整する熟議による意思決定を行う。ステークホルダーは、情報提供者であることが多い。ここでの説明は省略するが、この方法論はPIRTやSSHACと同等であり、提供された情報がどのように活用されているかをプロセス毎に示せることが重要なポイントである。

米国及び国際機関での知見の活用（1）

IRIDM標準策定の背景として検討された国外の主な事例を例示すれば、USNRCにおける規制分析制度（NUREG/BR-0058, Rev. 5 2017）、Regulatory Guide 1.174（Rev. 3 2018）におけるリスクインフォームド規制を導入しTech Spec変更等の規制判断にリスクインフォームドの考えを導入する考え方、原子炉監視プロセス（ROP）でのパフォーマンス劣化等の定量化があげられよう。さらにIAEAの定期安全レビュー（PSR, SSG-25 2013）における14の安全因子を組み合わせた10年ごとのプラントの総合評価、さらにIAEAのINSAG-25（2011）“A Framework for an Integrated Risk Informed Decision Making Process”で提示された統合的意志決定プロセスのフレームワークが、枢要なIRIDM標準策定の基礎となっている。これらに基づいて、運転開始時には予期していなかったリスクへの対処を

取り込むプロセスの必要性等についても深く検討し、組織の構築、実施の準備、及び実施段階にわたる効果的な IRIDM を行うための実施要件を標準に取り込んでいる。

新たな検査制度の設計と運用に関する議論の活用

さらに国内で新たな検査制度が設計され、運用開始に先立ち試行期間が設定されたことは、以下のように要約されるような重要なインプットであった。

即ち、米国の ROP を取り入れた日本の新たな検査制度では、原子炉等規制法の改正のみならず、規制機関と事業者の双方に考え方の変革が必要である。IAEA の IRRS において、提言されたように、逐条型の検査ではなく、安全機能着眼型の検査を活用する安全確保の実績としてのパフォーマンスベースの検査制度が進められるべきである。また検査制度の実効性を確保するために統合的なリスク情報を活用した意思決定が実現されるべきである。さらに、検査制度の運用に係るリスク情報を活用しグレーデッドアプローチを実現していくことが重要となる。

これらのためには、新たな検査制度に関与する規制機関及び事業者のみならず、専門家を含めた関係組織間の情報共有や意見交換の場が要請され、分野を横断する学協会等の場の設定が重要となることなども認識された。

日本原子力学会標準委員会では、新たな検査制度の意義を踏まえ、規制庁の検査制度に関する検討チーム及び検査制度に関する意見交換会にも参画し、確率的なリスク評価（PRA）に関する標準をリスク情報活用の目的に合致した情報を提供できるように整備してきた他、拡がりの大きいリスク情報活用が合理的に行えるように意思決定プロセスを示した標準として IRIDM 標準を整備している。

事業者の自主的な安全性向上

規制機関における検討とは別に、総合資源エネルギー調査会に設置された原子力の自主的安全性向上に関する WG は、「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」を 2014 年に取りまとめている。ここでは、事業者が規制基準を満たすだけの対応に終始するのであれば、安全に対する事業者の慢心を呼び、新たな「安全神話」に陥るとの懸念から、安全に対する一義的な責任を有する事業者が自主的かつ継続的に安全性を向上させていく意思と力を備えるべきであるとしている。このためには、

- ① 低頻度の事象を見逃さない網羅的なリスク評価の実施
- ② 深層防護の充実を通じた残余のリスクの低減
- ③ 地震・津波等の外的事象に着目したプラント毎の事故シーケンス及びクリフエッジの特定と、既存のシステムでは想定されていない事態への備え及び回復を含むレジリエンスの向上
- ④ 軽水炉の更なる安全性向上のための研究の再構築と国内外関係機関とのコーディネーションの強化

が必要とされている。これらは継続的な安全性向上の観点から IRIDM 標準においても取り込むべき条件となっている。

国際機関での知見の活用（2）

以上に述べた観点を包括する IAEA の INSAG-27（2017）“Ensuring Robust National Nuclear Safety Systems - Institutional Strength in Depth”の考え方も、IRIDM 標準に取り込んでいる。INSAG-27 は、福島第一原子力発電所事故を踏まえて、国全体の原子力安全制度のあり方と提言が提示されているものであり、事業者、規制当局及びステークホルダーによる頑強かつ多層構造での体制を構築し、関係性を維持していくことにより、原子力全体の安全性の向上をはかることができるとしている。

規制当局をはじめ様々なステークホルダーの参加又は関与は意思決定プロセス全体を貫く重要な要素である。IRIDM 標準では、INSAG-27 での考え方に基づいて、解決しようとしている問題に対するステークホルダーの意見・関心の認知や多様なステークホルダーとのコミュニケーションを通じて幅広く情報を収集し、協働を促していく必要があること等を明示している。

さらにこの協働の基盤としては、IAEA の GSR Part2（2016）“Leadership and Management for Safety”における以下のような特徴を前提としている。

- ・ GSR-Part2 では、安全のためのリーダーシップ、安全のためのマネジメント、統合されたマネジメントシステム、及び系統的アプローチが、適切な安全方策の特定及び適用、並びに強固な安全文化の醸成に不可欠な要素であると強調されている。
- ・ IRIDM の成功においては、安全のためのリーダーシップとマネジメントを組織の経営者をはじめとする組織全体がリスク情報の活用、安全を重視するという強い意識に基づく新たな意思決定プロセスを構築して、PDCA サイクル運用を含めた従前のマネジメントシステムに織り込むことが必要である。
- ・ このため IRIDM 標準においては、既存の品質マネジメントシステムと経営のマネジメントシステムとの関係を明確にした上で、経営者や意思決定者における安全のためのリーダーシップと安全のためのマネジメントのあり方を反映したものとしている。

IRIDM の対象となる活動の例示

IRIDM 標準では、以下のような様々な場合や機会において組織が IRIDM プロセスによって問題解決を目的として意思決定を行うことが可能であると想定してきた。

今後、本検討チームでの議論の振り返りに基づいて、実行に移していくべき課題は、以下の具体的な意思決定過程にどのように影響を与え、実効的な安全性向上が継続的に図られるかについて、検討を深めていくべきである。

- ・ プラントの設備変更に関連した意思決定
 - ✓ バックフィット
 - ✓ シビアアクシデントマネジメント対策
 - ✓ プラントの性能更新
- ・ プラントの包括的な安全管理に関連した意思決定
 - ✓ AOT 延長
 - ✓ リスク情報を活用した供用期間中検査
 - ✓ リスク情報を活用した火災防護
- ・ プラントの運用改善に関連した意思決定
 - ✓ プラント定期検査工程管理
 - ✓ リスク情報を活用したオンラインメンテナンス
 - ✓ 職員の訓練
 - ✓ 緊急時計画
- ・ プラントの安全性評価及びパフォーマンス監視に関連する意思決定
 - ✓ 定期安全レビュー
 - ✓ 長期的な規制対応
 - ✓ 長期リスクに基づいたパフォーマンス指標

(関村 直人:2021年6月18日)

「議論の振り返り(仮称)」の内容イメージ(前回会合資料2)へのコメント

関村 直人

(1) 福島第一原子力発電所事故の教訓と継続的な安全性向上の関連づけ

継続的な安全性向上を図っていくことが、福島第一原子力発電所事故の反省と教訓のうち最も重要なものの一つであるとされている。

福島第一原子力発電所事故から10年となったことを踏まえ、国内では例えば民間事故調において、各事故調査報告書の教訓の進捗等について検証がなされた。国際機関においても報告書が取りまとめられている。これらを踏まえるとともに、国会事故調(委員長)による「規制の虜」や「安全神話」以外の観点からも、継続的な安全性向上の重要性と必要性を提示することができるのではないかと考えられる。

また規制庁発足以来これまでの重要なメッセージ(例えば透明性の確保、規制庁職員が表舞台に出ることへの規制委員会からの強い要請、さらに福島第一原子力発電所事故から10年となることを踏まえて公表された規制委員、規制庁職員のビデオ映像等々)と継続的な安全性向上関連づけておくことも望まれる。

(2) 本検討チーム発足にあたっての問題意識からの変化、乖離

検討を始めるにあたっての問題意識については、検討チーム第1回会合資料2を参照とある。また第1回会合資料1は規制委員会の令和2年度第15回資料3と同一であるが、これに先立つ規制庁クレジットの令和2年度規制委員会第9回資料4を明示的に引用しておくべきではないかと考えられる。

「継続的な安全性向上のための新たなアプローチの検討について」と標題がつけられた本資料では、従来型の制度に加えて、安全確保上の目標を設定し、インセンティブにより事業者の目標達成を促す新たな枠組み、制度の在り方等について検討することを、趣旨・目的としており、また検討の方向性については、以下のように具体的に記述されている。

検討チームでは、次に示す検討の視点を踏まえつつ、継続的な安全性向上をより一層円滑かつ効果的に促進させる観点から、これまでの取組における制度面・運用面の改善点を検討・抽出する。

- ・ 規制の実効性、迅速性、効率性のバランス
- ・ 事業者とのコミュニケーションが果たす(べき)役割、規制の予見性
- ・ 従来と異なる柔軟な手段とその意義、法的位置付けと行政手続
- ・ 事業者の自主的取組に対する規制の関与の在り方
- ・ 規制機関や制度(枠組み)に対する信頼の向上 など

改善点の抽出を行った後、検討チームにおいて新たなアプローチの在り方を検討し、従来の取組と合わせて、継続的な安全性向上のためのアプローチの全体像とアプローチ選択に当たっての考え方を示すことを目指す。

これらの主旨・目的と検討の視点は、検討チームメンバーが議論した問題意識とどのように同じであったかについて、十分な検討に至ってはいない。

例えば、「欠けの発見/欠けへの対処は分けて考える必要がある（混ぜるな危険!）」という理解に至った」としても、(当初)「変化の契機すなわち欠けの規制制度に組み込むことができないかという問題意識」及びそれに基づいて「事業者のインセンティブを踏まえた中間領域の可能性を模索」すること自体の価値は否定されるものではない。

「事業者の不始末について規制当局も一定の責任を負うこと」の必要性は否定されるべきである（更田委員長 2021 年 3 月 11 日職員訓示）が、だからこそ規制の実効性こそ議論の主題となるべきである。迅速性や効率性よりもどのように優先されるべきかについて、日本の事業者の特殊性に関する記述で終わることでは不十分であろう。制度の信頼性向上よりも、規制機関の継続的な信頼性向上の課題である。

（3）継続的な安全性向上に関する従前の議論例と議論の振り返りにおける対象について

本検討チーム会合第 1 回目において、継続的な安全性向上についてこれまで行われてきた議論の例として、参考資料 2 が配布された。これには以下の三点の例が提示され、それぞれ参考 2-1、2-2、2-3 に提示されているが、議論はなされていない。

○検査制度見直しに関する検討チーム（2016 年 5 月～2020 年 3 月）

○日本学術会議の提言「原子力安全規制の課題とあるべき姿」（2020 年 6 月 30 日）

○日本原子力学会標準「原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：2019」（AESJ-SC-S012）

検査制度は 2020 年 4 月から本格運用されたことに伴い、令和 2 年度第 9 回規制委員会（2020 年 6 月 10 日）では、「原子力規制検査の継続的改善に向けた今後の取組について」（資料 3）が図られており、新たな検査制度における事業者の CAP 等の活動と規制検査の関係、さらに規制検査や評定（各々の重要度の評価や懸念事項の有無等を含む）の通知・公表が事業者の保安活動の改善と安全性向上にどのようにつながるかは、現在進行中である。

また安全性向上評価制度の今後の改善については、「実用発電炉の安全性向上評価の継続的な改善に係る会合」が 2021 年 3 月まで 8 回に渡り開催され、検討がなされている。

本検討チームにおいて、「継続的な安全性向上」に関する議論を取りまとめる際に、これらで進められている内部外部の継続的な改善との差別化、差異について触れておくべきである。なお、新たな検査制度及び安全性向上評価制度は、原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会への諮問事項となっており、事業者からのヒアリングも進められている。

要すれば、「継続的な安全性向上」という原子力安全にとっては普遍的な用語に、別の定義を付加したかの誤解を生むことはないように配慮すべきであろう。

これらは、バックフィット制度が組み込まれた規制基準の体系についても、同様と考えるべきである。

2021/6/15 山本

第 11 回資料 2 に関する全体的なコメント

○今回の議論は、「継続的な安全性向上を持続的に行うために必要なことは何か」という幅広い視点で自由に議論を行った。このような議論を多様なメンバーで実施できたこと自体に大きな意義があったと考えている。

本検討チーム会合の前半の議論と後半の議論は(議論の深化につれて)性質の異なるものとなっており、その議論の深化の過程を振り返るようにしておくことが必要ではないか。

具体的には、添付資料として第 1 回会合からの各会合のサマリを記載し、本検討チーム全体の議論の推移を俯瞰できるようにした上で、全体の議論の中において第 II 章「議論を振り返る」で重点的に取り上げている項目がどのように出てきたのかを文章でまとめてはどうか。あるいは、第 II 章をこのような本検討チームの全体の議論の流れの記述として、現在の第 II 章「議論を振り返る」を第 III 章「集中的に議論した事項」としても良いかもしれない。

○変わらなかった規制が 1F 事故の背景要因であったことは、委員長が言及されていることであり、その問題意識はこの検討チームの根底にあったはずである。今回の検討チームの出発点は、「事業者の行動変容を促すために、規制がいかに変わるべきか」であったはず。しかし、振り返ってみると「事業者の行動をどのように変えるか」の議論に重きが置かれていたように見え、「規制がいかに変わるべきか/変われるのか」についてはなかなか議論が進まなかった印象である。

今後の議論のために、例えば、(規制が変革すべき)課題は明確になったが、それを合理的に実行に移す方法まで議論できなかった、課題は挙げる事が出来たが、共通認識になっているかどうか確認できていない、など(議論が進まなかった理由の)分析を記載してはどうか。

○発見された「欠け」への対処方法として、あるいは将来的に「欠け」になると予想される事項についての対処法として、安全性を向上する新技術の導入は重要である。一方、トピカルレポートの活用を含め、現時点では必ずしも新技術の導入は円滑に進んでいるとは言えない。そこで、今後実行に移していくべき課題に「新技術導入にあたっての課題の検討と解消」を追加してはどうか。

第 11 回資料 2 に関する個別のコメント

2021/6/15 山本
名古屋大学 山本

場所	コメント
<p>p.10 何が重要な欠けであるかという問題は、安全目標の議論と親和性が高い。</p>	<p>欠けが重要かどうかを判断できるのは、欠けを発見した後の話となる。そして、欠けの重要度を判断する際に、安全目標は種々のステークホルダーに共通の相場観を作るという観点から意味がある。</p> <p>一方、重要な何かが欠けているかどうかについては、(欠けが発見できていないので重要度も判断できないという意味で)安全目標の議論とは直接リンクしないはずである。</p>
<p>p.11 原子力施設の安全性というものは、対策コスト等との比較考量（取引）になじまない固有の価値を有するものであって、独立に取り扱われなければならない</p>	<p>「原子力施設の安全性」の言葉の範囲が明確ではないが、adequate protection の範囲では記載の通りと考える。一方、よりリスクが低い「自主的安全性向上領域」では、リスク上重要なものにより多くのリソースを投入すべきとのグレーデッドアプローチを考慮すると、リスクの重要度などに応じて資源の投入の優先順位を勘案する必要がある。</p>
<p>p.11 これらを踏まえると、市場の倫理に基づき事業者の自主的取組がなされることに期待し、統制の倫理に基づく現在の規制を緩和して自主的取組に委ねることは、現在の環境において実現性がないばかりか、混合倫理を招く誤りである。</p>	<p>ここで議論の対象としている「欠け」の重要度が明確ではないが、(例えば英国 SAP の BSL より)リスクが高い「欠け」に対して規制を緩和し、自主的取り組みに委ねることは、避けるべきである。一方、BSL より十分にリスクが低い「欠け」に対しては迅速性の観点などから自主的取り組みに委ねることは考慮に値する。この点は、「低頻度高影響事象は明示的に規制する」「高頻度低影響事象は自主的取り組みに委ねる」という形で本検討チームでもコンセンサスが得られ</p>

	<p>ていると考えている。</p>
<p>p.11 すなわち、従来は規制されていなかった事業者の自主的取組の領域をそのまま放置せず、規制の網を事業者自主の領域に広げていく、いわば継続的改善の強制とでもいうべき考え方である。</p>	<p>「規制の網」の意味が明確ではないが、regulation, surveillance, oversight, monitor, watch いずれの意味に近いのか。仮に「規制の網」が「規制が要求事項を出し、それに事業者が応える形」であるとするならば、自主的取り組み自体が論理的に存在しなくなる。つまり、「規制の要求のみを実施する事業者」を目指しているように読めるが、そうであれば、それは「規制の虜になった事業者」につながり、本検討チームの議論の方向性と異なるのではないか。</p>
<p>p.14 特にリスク評価と欠けの重要性との関係を論じるためには、安全目標の議論を進めていくことが必要である。また、安全目標は、どの程度の危険性であれば原子力施設の設置を許容するか という、いわゆる原子力利用の正当化と関連する問題でもあることから・・・</p>	<p>ここで言及されている「安全目標」はいわゆる性能目標をイメージしているように見受けられる。一方、定性的安全目標は、安全規制をどのような観点で行うかという哲学を示すという観点から重要であるが、個別の原子力施設の設置の妥当性とは直接関係しない議論ではないか。なお、定量的安全目標及びその下位の性能目標について、規制委員会の議論の切り口は「個別の原子力施設の設置の許容」に使用するものではなく、実施している規制のあり方(レベル感)を検討ための「よすが」とするということではないのか。</p>