

自主的継続的安全性向上 への取り組み

2018年8月20日

原子力安全推進協会・原子力学会標準委員会
成宮祥介



目次

- ◆ 安全性向上の必要性
- ◆ 自主的継続的な安全性向上の考え方
- ◆ 自主的継続的な安全性向上の仕組み
- ◆ JANSIの活動～自主規制実現に向けて～
- ◆ 継続的な安全性向上のプロセス
- ◆ RIDMプロセス（IRIDM標準）
- ◆ まとめ



安全性向上の必要性 #1

なぜ自主で
行う必要が
あるのか？

Principle 1: Responsibility for safety

The **prime responsibility** for safety must rest with the person or organization responsible for facilities and activities that give rise to radiation risks.

3.3. The person or organization responsible for any facility or activity that gives rise to radiation risks or for carrying out a program of actions to reduce radiation exposure **has the prime responsibility** for safety.

3.5. The licensee retains the **prime responsibility for safety** throughout the lifetime of facilities and activities, and this responsibility cannot be delegated. **Other groups**, such as designers, manufacturers and constructors, employers, contractors, and consignors and carriers, **also have legal, professional or functional responsibilities** with regard to safety.

出典: IAEA Safety Standards, Safety Fundamentals SF-1, “Fundamental Safety Principles” Vienna, 2006

- 原子力事業者が規制水準を満たすだけの対応に終始することは、安全に対する原子力事業者の慢心を呼び、新たな「安全神話」に陥ることになる。
- 一義的に安全に責任を負う原子力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ことが必要。

出典: 原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言 (H26.5.30, 総合資源エネルギー調査会原子力の自主的安全性向上に関するWG)

世界最高水準の安全性の追求
～たゆまぬExcellenceをめざして～

一般社団法人 原子力安全推進協会
Japan Nuclear Safety Institute



安全性向上の必要性 #2

なぜ継続が必要か？

当初は十分な余裕をもってリスク回避→安全確保

- 時間とともに、プラントの状態は刻々変化
- 当初わからなかった新しいリスクが見つかる
- 全く未知のハザードにシステムが襲われる

リスクを回避し続け、安全を確保し続ける方法: 継続的改善

- 常に改善を考え、常に改善を行う事によってのみ、現在の環境変化や将来の環境変化に対応する事が可能。
- システムを運営する組織や人材の安全文化にも繋がってくる。

何もしない, or 過去と同じことのルーチンワークを繰り返す

- リスク環境の変化に対応する事は不可能。
- 継続的改善活動無しに、安全を担保することは不可能。

出典: 日本原子力学会標準委員会 技術レポート「原子力発電所の継続的なリスク低減活動ー自主的安全性向上とはー: 2014」

世界最高水準の安全性の追求
～たゆまぬExcellenceをめざして～

一般社団法人 原子力安全推進協会
Japan Nuclear Safety Institute



自主的継続的な安全性向上の考え方 #1

- ◆ 原子力発電所の安全確保の達成のためには、**全てのステークホルダー(規制当局・事業者・メーカー・学術団体・地域住民・一般市民等)**が、合理的に実行可能な限り出来るだけリスクを低くするという**ALARA (As Low As Reasonably Achievable)**の考え方の下、それぞれの**役割における取組みに継続的な改善**を行ない、安全性向上に努める必要がある。
- ◆ 社会的な視点や、安全目標に照らしてどこまで安全性を向上させるべきかという視点、深層防護や防災による対応をどこまで行うべきかという視点、など**色々な要素を考慮したうえで、総合的にリスクを低減することが重要**
- ◆ 種々の策の実施において必要となる**リソース(人的資源, 費用)**は無
限大に存在する訳ではなく、**効果的に配分することが必要**

出典: 日本原子力学会標準委員会 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」, 2017



自主的継続的な安全性向上の考え方 #2

- ◆ 原子力事業は社会的リスクを伴うものであるが故に、多様なステークホルダーの利害や、国際環境、社会的風土など、幅広い利害や要因と関係付けられた適切なリスクガバナンスの枠組みの下で、組織は、常に安全性向上の更なる高みを目指して適切なリスクマネジメントを実施することが必要
- ◆ 各組織が部分最適に陥ることなく、あらゆる機会において、多様なステークホルダーとのコミュニケーションを行うことで、日々変化していく原子力安全を巡る社会情勢、社会風土等と整合を図ることができる。

出典：日本原子力学会標準委員会 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」、2017



自主的継続的な安全性向上の仕組み #1

- ◆ 定期安全レビュー（Periodic Safety Review, PSR）
 - PSRは、1992年6月に資源エネルギー庁からの要請を契機として開始され、電気事業者はこの通達に対応して、1994年から順次、PSRを実施してきた。PRAや新知見などを分析し安全性を向上する措置を見出すことを目的とした制度であった。
 - しかし、2011年3月の福島第一原子力発電所事故に対し、PSRが有効に役立てられなかったことから新しい制度へ移行。



自主的継続的な安全性向上の仕組み #2

◆ 安全性の向上のための評価（安全性向上評価）

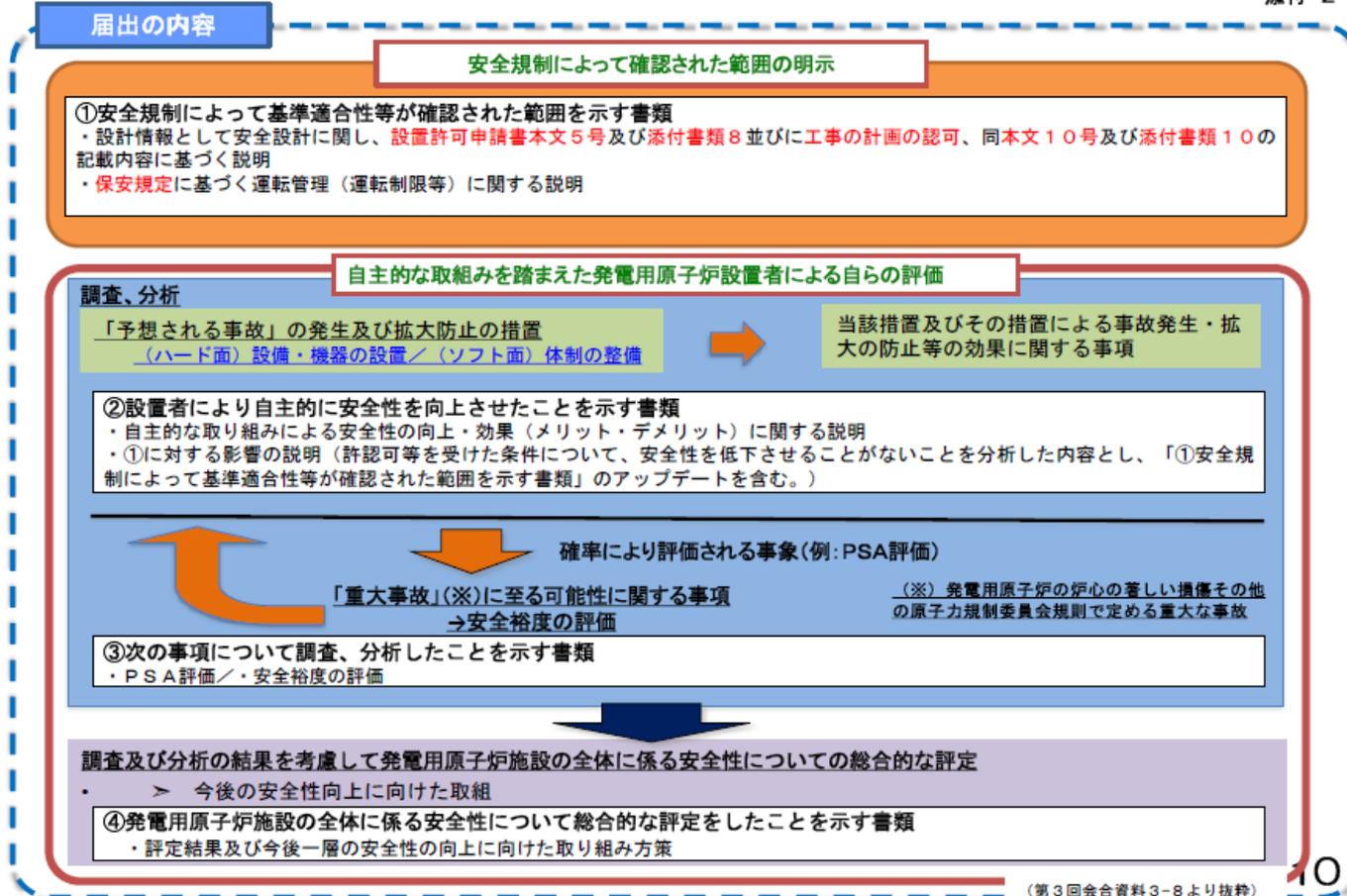
- 原子力規制委員会は、2013年12月に、安全について一義的責任を有する原子力事業者の自主的な安全性向上の取組みを促進するため、原子力事業者が、施設の安全性について定期的に自ら評価した結果を原子力規制委員会に届出、公表することを義務付け。
- 安全性向上評価を取り込んだプラントでは、従来あったPSR制度は廃止。
- 現在までに川内1, 2号、高浜3号の3つのプラントが提出している。各社とも、新知見、PRA、安全裕度評価などの異なる観点からの評価により、さらに安全性信頼性を向上させる対策を抽出している。



自主的継続的な安全性向上の仕組み #3

「発電用原子炉施設の安全性向上のための評価」届出の記載の枠組みの考え方

添付 2



自主的継続的な安全性向上の仕組み #4

安全確保には、時間軸を考慮する必要がある

- ◆ それまでの状況から判断し、将来にも有効と思える対策を実施していても、不十分だ！
- ◆ プラントの状態及び環境は時間と共に変化する→見込みが外れるかもしれない。
- ◆ 効果があることでも、同じことをしては、安全は劣化することがある→気付かぬうちに遅れを取っているかもしれない。



将来のリスクを統合的にとらえて継続的に改善することが有用。
従来のPSRでも、本来はそれが狙い。しかし実効をあげてはこなかった。



PSR (Periodic Safety Review) を更に発展させた
PSR⁺ (Proactive Safety Review) 指針を考案



自主的継続的な安全性向上の仕組み #5

- ◆ 過去の活動に問題がなかったかどうか再評価するのではなく、将来のプラントの姿を予見し、**事前に率先して安全性向上措置を抽出すること**に重点をおく評価とする。
- ◆ 決まった事項に**逐一適合することを確認するためのチェックリストではなく**、自由な発想で安全性向上のための策を考えられるようなガイダンスとする。



- ◆ **自主的な考察と積極的な取り組み**を促すため、レビューの考え方や視点、推奨する方法をまとめた。
- ◆ 将来を予見し、事前に率先して安全性向上措置を抽出する、という意味を込めて、“**プロアクティブセーフティレビュー**” (Proactive Safety Review:PSR+) と呼称する。



自主的継続的な安全性向上の仕組み #6

PSR+実施計画の策定

実施計画として、実施体制、実施手順、及びスケジュールを定める。



安全因子レビュー

各安全因子の評価結果を“好ましい所見”あるいは“好ましくない所見”に分類し、所見に対しては安全性向上措置候補を考案する。



総合評価

安全因子のレビュー結果に基づく総合評価を実施して、因子毎の安全性向上措置候補からの安全性向上措置の抽出、並びにその実行計画の策定を行う



安全性向上措置の実行

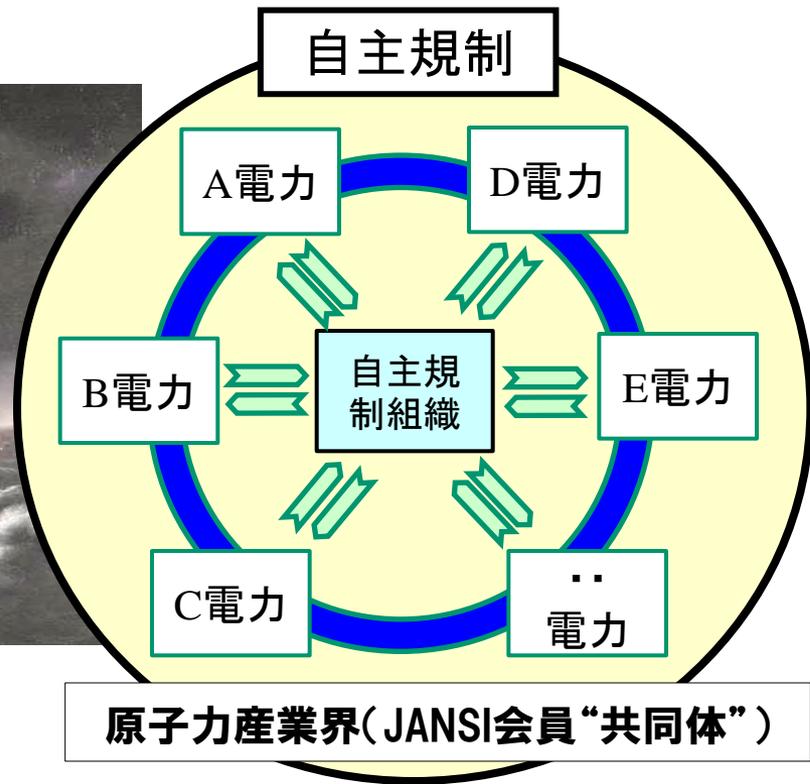
実行計画の遂行とフォローアップ



JANSIの活動～自主規制実現に向けて～

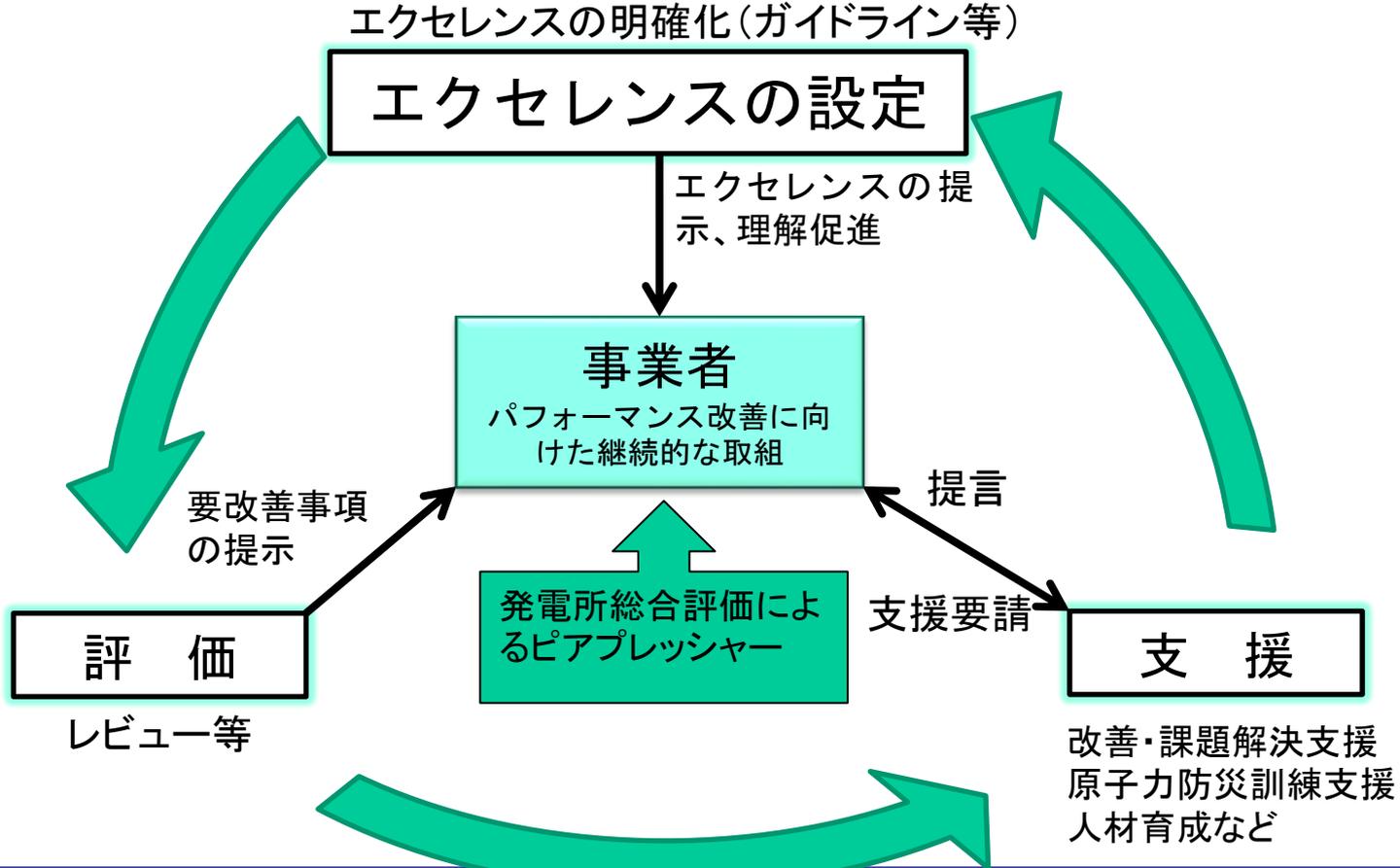


We are in the same boat!
原子力産業界は、生死をともにする運命共同体です



JANSIの活動～活動サイクル～

福島第一事故の反省を踏まえ、JANSIは規制の枠組みを超えて、事業者の活動を牽引し、世界のエクセレンスを追求する。

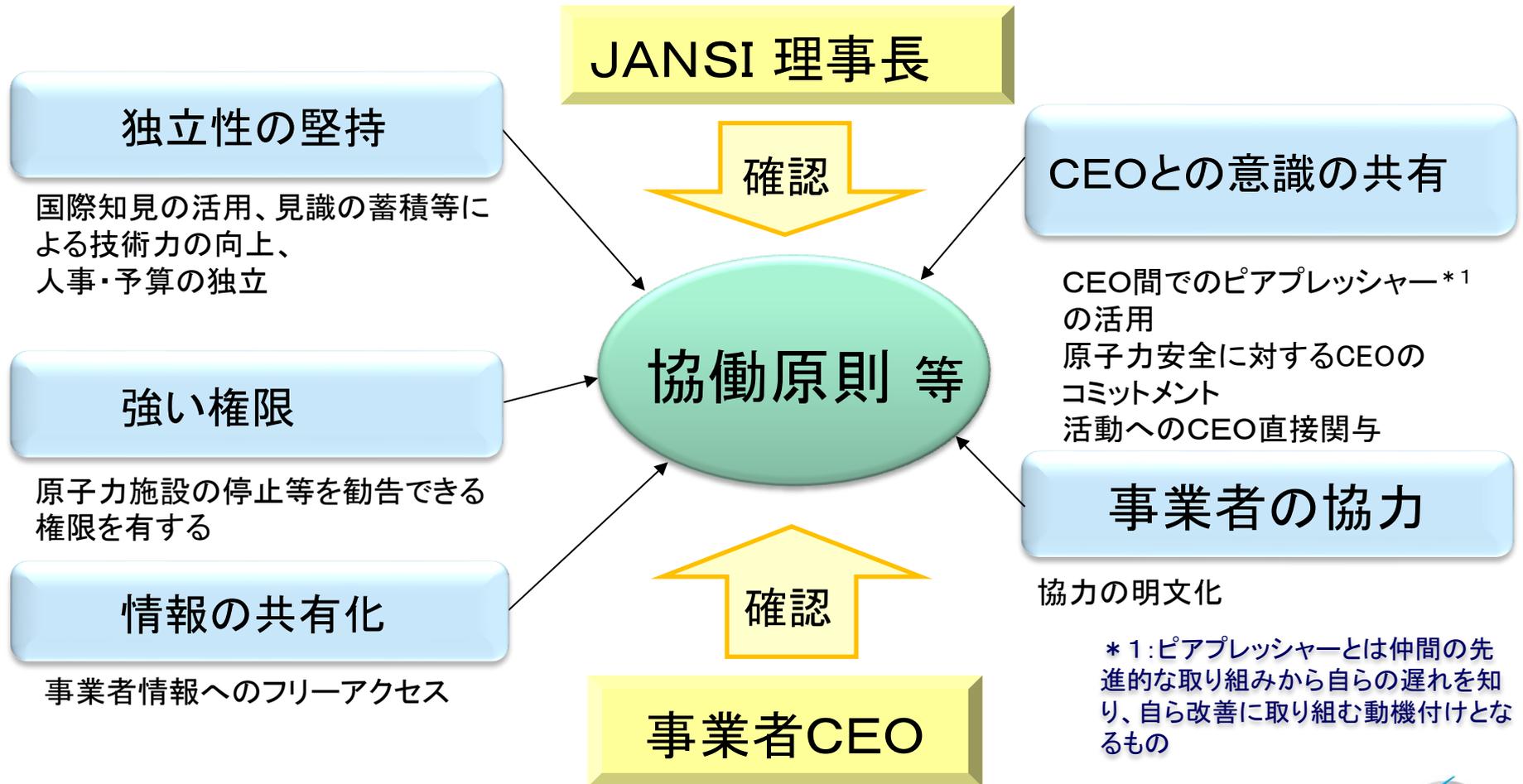


世界最高水準の安全性の追求
～たゆまぬExcellenceをめざして～

一般社団法人 原子力安全推進協会
Japan Nuclear Safety Institute



JANSIの活動～協働の原則～



JANSIの活動

規制の枠組みを超えて事業者を牽引するため、JANSIトップが要改善事項などを直接事業者CEOに伝え、改善を促す。

【安全性向上策の評価】

- ◆ 安全性向上策をCEOに直接提言
- ◆ 提言への対応状況をCEO間で共有

【ピアレビュー】

- ◆ ピアレビュー結果(要改善事項等)を事業者CEOに直接提示
(共通の課題としてCEO間でも内容を共有)

【総合評価】

- ◆ 総合評価結果(5段階評価)をCEO間で共有

【安全文化】

- ◆ 安全文化に係る現場診断結果をCEOに直接提示

【CEOセッション、CEO研修】

- ◆ 自主規制実現に向けてCEOと直接意見交換

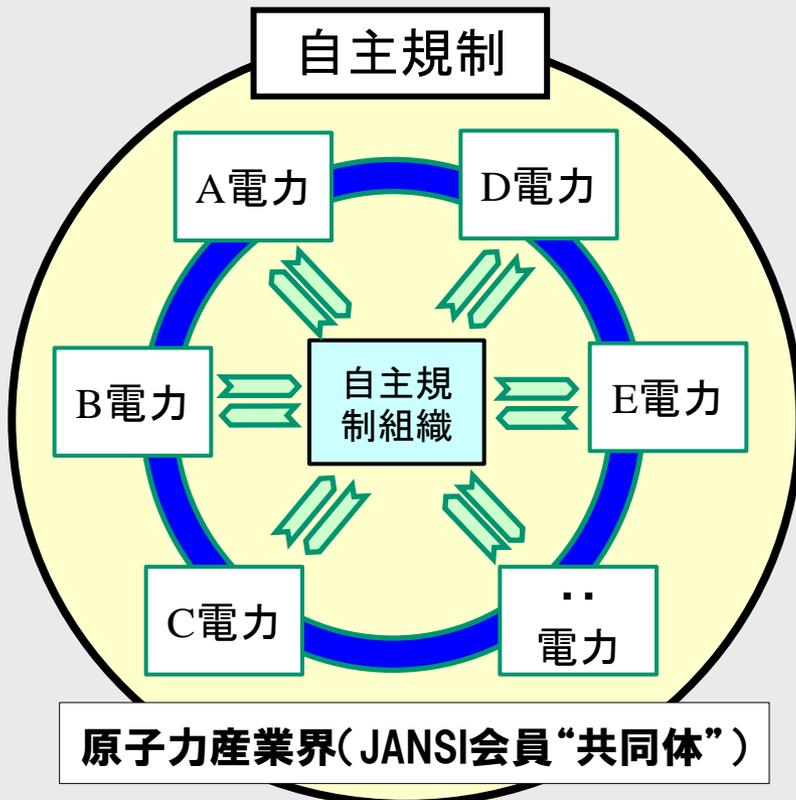


JANSIの活動

- ◆ 安全性向上策の評価と支援
 - ◆ 世界的な標準や良好事例を基に各社の安全対策を評価するとともに、安全性向上策を提言・支援
 - ◆ 評価(ピアレビュー)と支援のサイクル
 - ◆ ピアレビューにより発電所の課題を評価するとともに、改善対策セミナー、ベンチマーク訪問、研修、連絡代表者(SR)訪問、専門分野別の相談窓口(TCP)などにより発電所を支援
 - ◆ 発電所総合評価システムの導入
 - ◆ 2016年度より発電所総合評価の運用を開始
 - ◆ 2017年度上期には、2016年度の運転実績PI評価等を実施し、CEO間で情報を共有
 - ◆ この評価結果は2017年度のJANSI会費に反映
 - ◆ 再稼働プラントの支援
 - ◆ 川内、高浜、伊方、玄海、大飯の支援を実施
 - ◆ 事業者間の連携及びWANO-TCとの連携を強化し、支援の実効性を向上
 - ◆ 自主的安全性向上基盤プログラムの充実
 - ◆ 米国の先行事例に学び、自主的安全性向上活動の基盤となるプログラムの考え方を整理し、事業者エクセレンスを示す活動を展開中
(CAP、CM、共通自主PI、RMのガイドラインの制定と活用の支援)
- * CAP(是正措置プログラム)、CM(構成管理)、共通自主PI(パフォーマンス指標)、RM(リスクマネジメント)



JANSIの活動～自主規制の目指す姿～



We are in the same boat!

【JANSI会員(事業者)】

- 自主規制の主体として、共同体としての認識を共有し、一体的な安全性向上への取組みを継続
- 産業界原子力施設の安全に対する個別および集団的責任
- 自主規制組織がミッションを遂行するための権威(Authority)の付与

【JANSI(自主規制組織)】

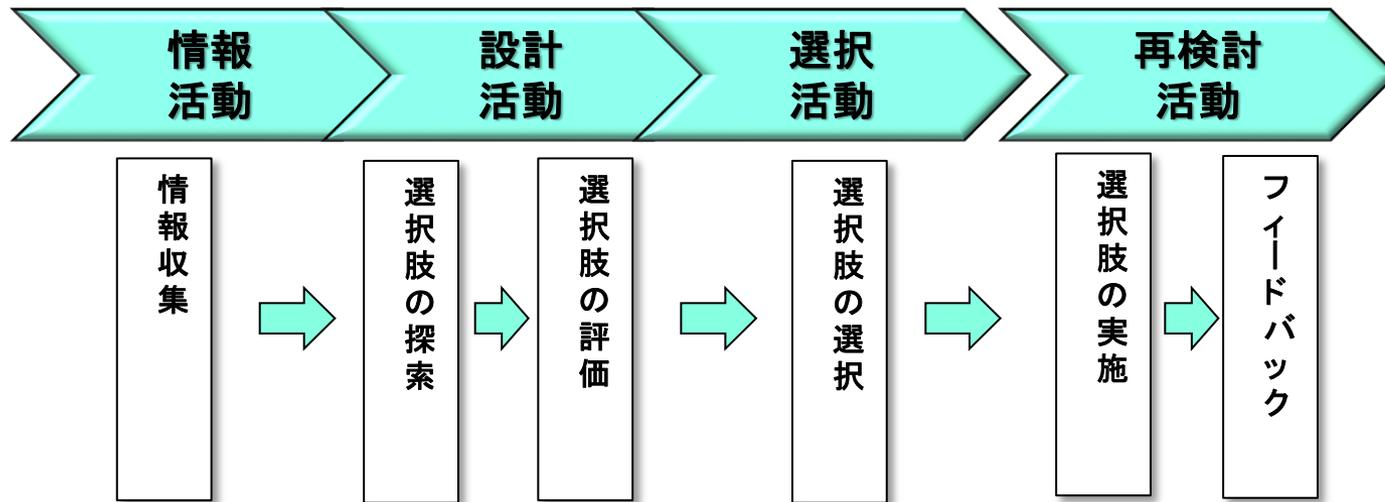
- 自主規制を効果的、効率的に進める役割と責任
 - ・自主規制活動を“評価・監視するWatchdog (見張り人)
 - ・活動を活性化するCatalyst (触媒作用)
 - ・道程を示し、活動を促進するFacilitator (進行役)
 - ・確固とした拠りどころであるAnchor (帰るべき原点)
- 自主規制組織の“権威(Authority)”の裏付となる“技術力(Power)”
- 規制との適切な関係

継続的な安全性向上のプロセス

◆ 意思決定プロセスとリスクマネジメント

最初は、一般的な視点から。

意思決定：問題の発生（察知）と問題の定式化から，選択肢の探索，選択肢の評価と比較を経て，最終的な「選び出し（選択）」へ至る一連の段階的な過程



出典：Simon, Herbert A. (1997), Administrative Behavior, 4th ed., New York : Free Press.



継続的な安全性向上のプロセス

◆ 意思決定プロセスとリスクマネジメント

最初は、一般的な視点から。

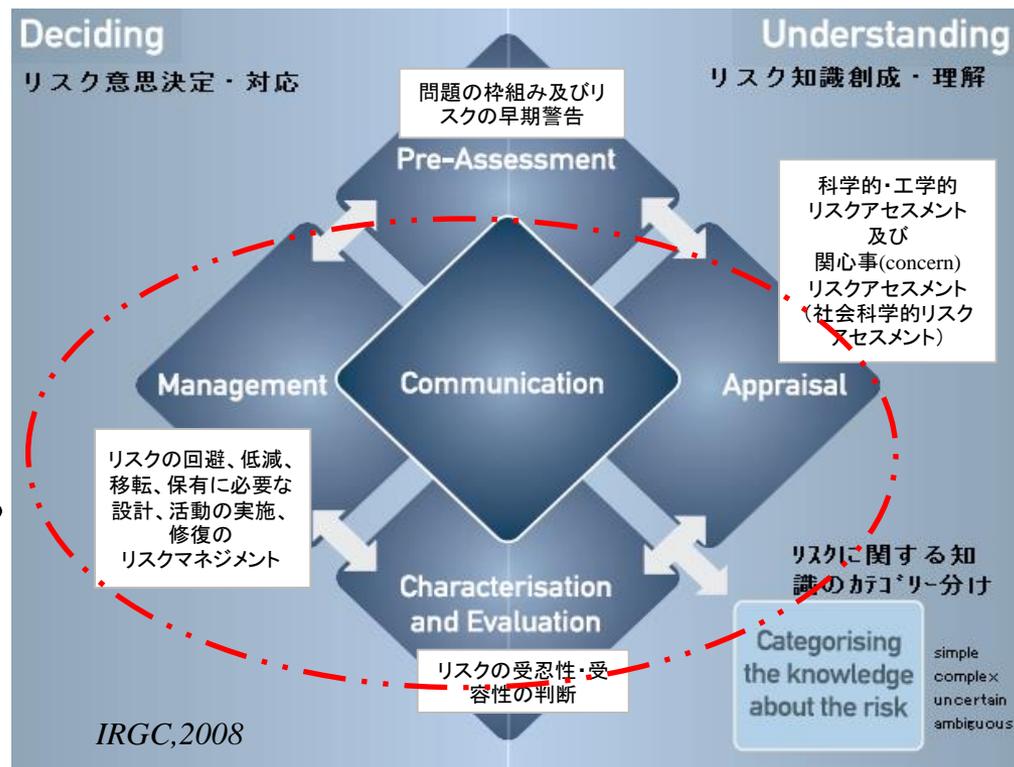
リスクマネジメント: リスクを発見、分析、評価し、マネジメントする一連の活動。

リスクマネジメントのプロセス: 一部の最適化

→ 全組織的なマネジメント

→ 社会も考慮したリスク情報を活用したマネジメント、に変化。

リスクガバナンス: 複合した決定、政府や民間関係者の行動を包含。広範囲のステークホルダー間の協働、強調が必要な場合、重要。



(出典: IRGC (2008), "An introduction to the IRGC Risk Governance Framework")



RIDMのプロセス #1

◆ リスク情報を活用した意思決定プロセス (Risk-Informed Decision Making)

次に、NASAやUSNRCのような宇宙、原子力分野で実施されているプロセス。

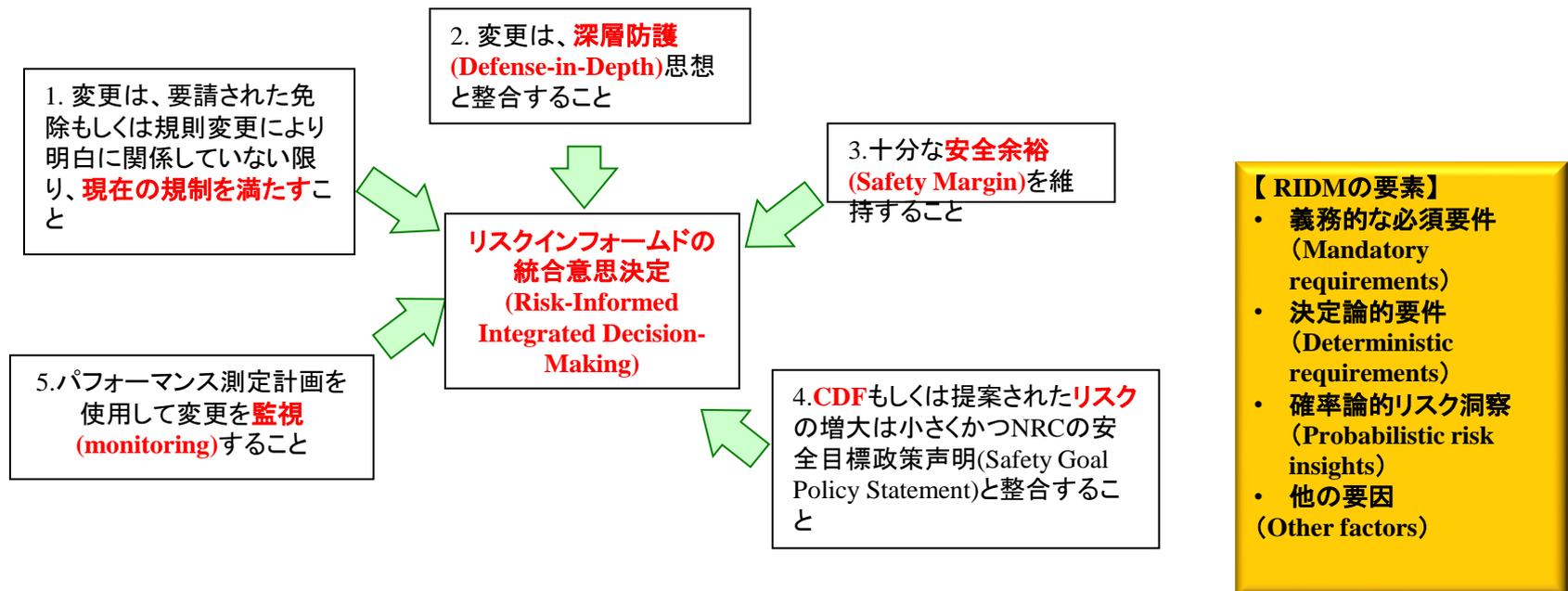
RIDM: 各々の選択肢に関係するリスクを考慮し、最適な意思決定を行う。

| リスクベースの意思決定 (RBDM)プロセス | リスク情報を活用した意思決定 (RIDM)プロセス |
|---|---|
| 1. 決定構造を確立する。 (可能な選択肢とこれらに影響する要因を特定する。) | 1. 検討すべき決定を定義する。 (コンテキスト及び境界条件を含む) |
| 2. リスク評価を実施する。 | 2. 適用可能な要件を特定し評価する。 (法律, 規制, 要件, 許容設計原則) |
| 3. 結果をリスクマネジメントの意思決定に適用する。 (可能なリスクマネジメントの選択肢を評価し, 上記の2からの情報を意思決定に用いる) | 3. 以下からなる, リスク情報を活用した分析(risk-informed analysis)を行う。 (a) 決定論的分析 (エンジニアリング原理及び経験ならびに以前の知識に基づく) (b) 確率論的分析 (不確実性評価を含むリスク評価) |
| 4. 影響評価(impact assessment)を通して有効性を監視する。 (リスクを管理するためにとられる行動の有効性を追跡し, 組織が, リスクマネジメントの決定から期待される結果を得つつあるか検証する) | 4. 実行及び監視プログラムを定義する。 意思決定プロセスの重要な部分は決定の意味を理解することと予期せぬ悪影響を防ぐことである。 |
| | 5. 統合的な決定。 ここでステップ1から4の結果が統合され, 意思決定がなされる。これには, RIDMプロセスの他の全てのステップから得られた洞察が, 結論に至るために比較検討され統合される。統合のための基本は, 不確実性(uncertainty)の考慮である。 |



RIDMのプロセス #2

- 米国規制当局NRCの規制ガイドにおけるRIDM
5つの視点で決定する
 - 確率論的リスク評価(PRA)や決定論も踏まえて意思決定する



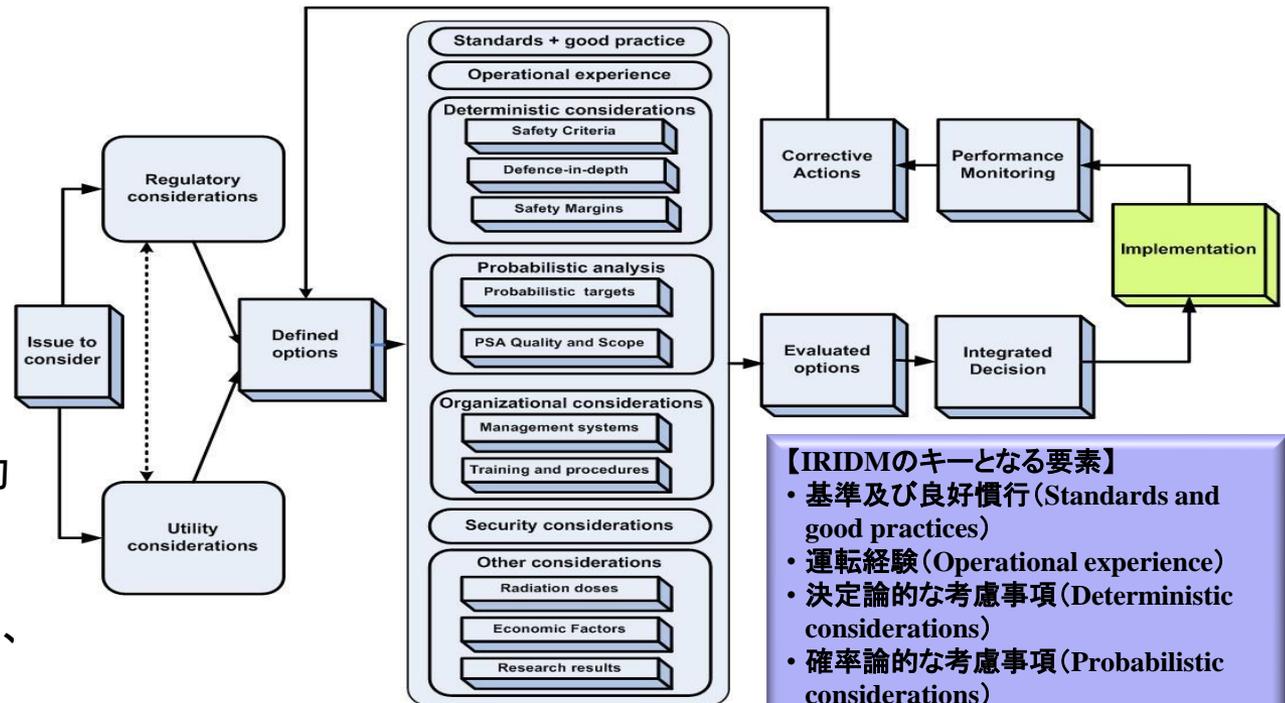
出典: Regulatory Guide 1.174 - An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis



RIDMのプロセス #3

- IAEAの提案する Integrated RIDMプロセス (IRIDM)

課題(イシュー)に対して、規制側/事業者側の考え、標準、運転経験、決定論的アプローチ、確率論的アプローチ等を踏まえ、総合的に評価、判断する。



【IRIDMのキーとなる要素】

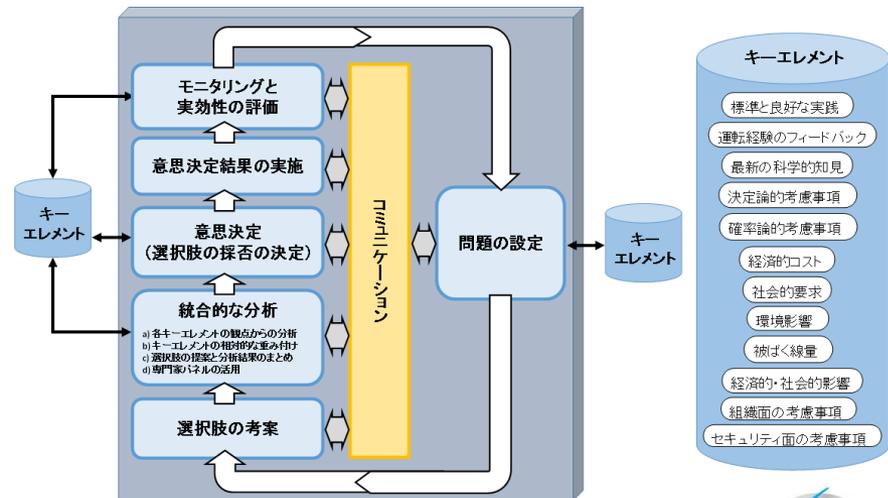
- 基準及び良好慣行 (Standards and good practices)
- 運転経験 (Operational experience)
- 決定論的な考慮事項 (Deterministic considerations)
- 確率論的な考慮事項 (Probabilistic considerations)
- 組織上の考慮事項 (Organizational considerations)
- セキュリティ上の考慮事項 (Security considerations)
- その他の考慮事項 (Other considerations) (例えば、予期される放射線量、研究及び経済的要因からの洞察)。

出典: INSAG-25, IAEA(2011), "A Framework for an Integrated Risk Informed Decision Making Process." A report by the International Nuclear Safety Group, IAEA, Vienna.



RIDMのプロセス #4 (IRIDM標準)

- 標準委員会の標準は、「産業界と学界及び国に広く所属する各分野の専門家が共同して我が国の経済的、社会的環境、国民性、産業構造、技術の発達等を十分勘案し、…合意できるところを制定した」ものである。
- IRIDM (Integrated Risk-Informed Decision Making) 標準も、原子力施設の継続的な安全性向上を図る観点から最新の知見を踏まえ、パブリックコメントを含む、公平、公正、公開の原則を遵守しながら審議を進めている。原子力施設の安全性向上のための意思決定プロセスを明らかにすることが必要であることから、本IRIDM標準の制定が必要となる。
- IRIDM標準の制定により、各組織(事業者、規制機関、研究機関、メーカーなど)におけるリスク情報活用による意思決定が、円滑かつ客観性をもって実行されることが期待できる。



RIDMのプロセス #5 (IRIDM標準)

◆ 問題の設定

- ◆ 最新の科学的知見や動向を「情報」として調査する。定期的に収集する国内外の原子力関係の情報と、突発的に生じる情報（自らのプラントと他プラント）がある。
- ◆ 収集した情報を分析して、現状とのギャップを明らかにする。そこから安全性向上のために取り組む案を探す。
- ◆ このとき、ギャップがどのキーエレメントと関係するかを分析することで、問題がより明確になる。

◆ 選択肢(対策)の考案

- ◆ 問題を解決できる複数の選択肢候補を考える。
- ◆ このとき、実行が難しいと思われる案も敢えて入れておくこと。



RIDMのプロセス #6 (IRIDM標準)

◆ 統合的な分析

- ◆ 選択肢の分析に使うキーエレメントを選定する。
- ◆ キーエレメントに関する情報を収集し評価する。運転経験の調査、PRA等のリスク評価の実施、深層防護の確認などが含まれる。その際、情報にある不確かさを把握することが重要。例:PRAの不確かさ解析結果、経済的コストの幅、など。
- ◆ キーエレメント毎に得られる判断材料の重要度とキーエレメントに対する選択肢の評価結果を組み合わせ、選択肢の統合的な優先順位を決定する。

◆ 意思決定

- ◆ 問題のプロフィールを再度踏まえて、問題の解決策となっていること、統合的な優先順位付けが妥当であることを確認し、解決策を決定する。



RIDMのプロセス #7 (IRIDM標準)

◆ 意思決定結果の実施

- ◆ 実施体制、計画を立てて、実行する。
- ◆ 意思決定結果を関係者全員が理解するための内部・外部コミュニケーションを行う。

◆ モニタリングと実効性の評価

- ◆ 意思決定結果の実施に対して、モニタリングを行い、その実効性を評価することで見直すべき点がないか検討する。
 - ◆ 意思決定時の前提に変化がないか。
 - ◆ 解決策の安全性向上の効果が当初の期待通り発揮されているか。
 - ◆ 解決策が、想定していなかった新たなリスクを生じさせていないか。
- ◆ モニタリングの結果に問題があれば問題の設定にる。
- ◆ IRIDMプロセス自体に見直す部分があった場合には、必要に応じてフィードバックする。



RIDMのプロセス #8 (IRIDM標準)

附属書(参考)に記載の方法論のサンプル

- ◆ 附属書A(参考) 統合的な意思決定の例:IAEAのTECDOC-1804のAppendixに掲載されているPRAの活用事例を参考に、活用法、リスク指標などを示した。
- ◆ 附属書C(参考) キーエレメントの例:INSAG25を参考に、キーエレメントおよび該当する項目を説明した。
- ◆ 附属書D(参考) IRIDMの実施プロセス:ステップごとの詳細な説明。様々なリスク情報活用に使えるように、IRIDM標準では共通の規定について、説明という形で示した。
- ◆ 附属書U(参考) PRAの範囲及びリスク指標の選定の考え方
- ◆ 附属書R(参考) 意思決定における不確実さの考慮
- ◆ 附属書X(参考) コスト・ベネフィット解析の例
- ◆ 附属書Y(規定) バリュウ・インパクト解析の例
- ◆ 附属書AA(参考) 多基準分析の例



まとめ

- ◆ 安全性向上の必要性
 - 自主の理由、継続すべき理由
- ◆ 自主的継続的な安全性向上の考え方
 - 全てのステークホルダーがそれぞれの役割で安全性向上に参画。いろいろな要素を考慮して総合的にリスク低減。リソース(人的、費用)も重要。適切なリスクマネジメント。リスクコミュニケーションにより変化する情勢との整合。
- ◆ 自主的継続的な安全性向上の仕組み
 - 安全性向上評価届出制度。学会標準PSR+指針。
- ◆ JANSIの活動～自主規制実現に向けて～
 - 自主規制を効果的、効率的に進める役割と責任。
- ◆ 継続的な安全性向上のプロセス
 - IRIDM(Integrated Risk-Informed Decision Making)標準の整備。様々な意思決定に共通的に適用できる基本的な規定。多様な適用に対応できるようサンプルを記載。

