

(3) 事故調最終報告書における 提言とその後の対応

廃炉検討委員会

事故提言・課題フォロー分科会主査

名古屋大学

山本章夫

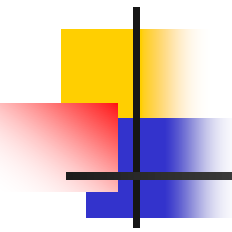
福島第一原子力発電所事故
その全貌と明日に向けた提言
—学会事故調 最終報告書—



一般社団法人 日本原子力学会
東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会 著

丸善出版

•ISBN-13: 978-4621087435



概要

- 学会事故調報告書の提言
 - 2014年3月に出版された「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」において、将来にわたる原子力災害防止にむけた提言をとりまとめ
- 提言への取り組み状況
 - 原子力学会廃炉委員会・事故提言フォロー分科会では、学会事故調報告書の提言について、原子力学会の取り組みのみならず関係する機関の取り組み状況までをできるだけ幅広く整理している
 - これまでの取り組み状況を整理・俯瞰し、広く関係者と共有
 - さらに取り組みを広げたり強化することが望まれる事項に関する議論のベースとしたい
 - 本日の報告では、取り組み状況の中から代表的なトピックスを取り上げて紹介。詳細な取り組み状況の整理結果(約90ページ)は、原子力学会廃炉委員会のHPよりダウンロード可能
(http://www.aesj.net/activity/activity_for_fukushima/public “廃炉検討委員会”で検索)

学会事故調報告書 提言の構成(全50項目)

1. 原子力安全の基本的な事項



提言Ⅰ

(項目数)

5

2. 直接要因に関する事項



提言Ⅱ

14

3. 背後要因のうち
組織的なものに関する事項



提言Ⅲ

14

4. 共通的な事項



提言Ⅳ

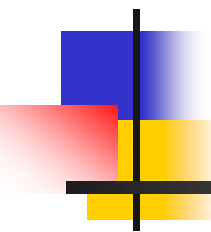
12

5. 今後の環境修復に関する事項



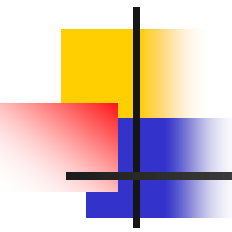
提言Ⅴ

5



提言I:

原子力安全の基本的な事項



原子力安全の基本的な事項(提言I)

- 原子力安全の目標の明確化と体系化への取組み
 - 安全目標の合意形成・安全目標にもとづくリスク情報活用、リスク低減
 - 基本安全原則などに基づく規制基準などの体系化
 - 核セキュリティの強化・安全対策との相乗効果

- 深層防護の理解の深化と適用の強化
 - 基本安全原則の明確化・規制図書の策定
 - 深層防護の明文化・規制図書の策定

基本安全原則の明確化・規制図書の策定

- 原子力の施設とそれにかかわる活動については、安全性に関する一貫性のある考え方に基づき、科学的・合理的でバランスの取れた継続的取り組みが必要→原子力基本安全原則の策定が必要
- 原子力基本安全原則について議論を行い、原子力安全の目的と10の基本安全原則をとりまとめた技術レポートを発刊(原子力学会)
 - 目的: 原子力安全の目的は、人と環境を、原子力の施設と活動に起因する放射線の有害な影響から防護することである
 - 原則1: 安全に対する責務
 - 原則2: 政府の役割
 - 原則3: 規制機関の役割
 - . . .
 - 原則7: 人及び環境へのリスク抑制とその継続的取り組み
 - 原則8: 事故の発生防止と影響緩和
 - 原則9: 緊急時の準備と対応
 - . . .



深層防護の明文化・規制図書の策定

- 多様な多層の防護策により原子力安全を確保する深層防護は、原子力安全の目的(人と環境を放射線リスクから防護)を達成するための基本的な概念として極めて重要
- 福島第一原子力発電所事故では、深層防護の実践が不十分であったことが大きな教訓
- 深層防護の考え方を整理、原子力プラントへの適用にあたっての問題点について検討、技術レポートとしてとりまとめ(原子力学会)

性能要求					
	事故の発生防止	炉心に閉じ込め	原子炉容器に閉じ込め	格納容器内に閉じ込め	サイト内に閉じ込め
防止	異常発生を防止	DBAを防止	重大事故を防止	格納容器損傷を防止	放射性物質放出を防止
緩和	異常の段階で検知・収束	工学的安全施設で収束	格納容器に閉じ込めて収束	放射性物質放出を管理	敷地外緊急対応
有効性評価	原子炉計装 原子炉保護	設計基準事象発生頻度と影響度	レベル1 PRA 炉心損傷シナリオ	レベル2 PRA ソースターム CV破損シナリオ	レベル3 PRA 放射性物質放出シナリオ
性能目標	設備の信頼度目標	工学的安全系の信頼度目標	炉心冷却形状維持の信頼度目標 10^{-4} /炉年	格納容器の信頼度目標 10^{-5} /炉年	放出管理の信頼度目標 Cs ¹³⁷ 100TBq 10^{-6} /年

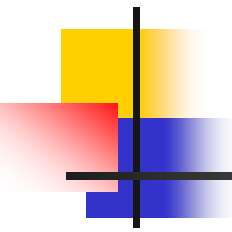
AESJ-SG-TR005(CANX)-2013



原子力安全の基本的考え方について
第1編 別冊
深層防護の考え方

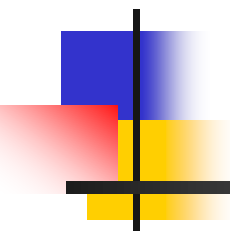
標準委員会 技術レポート



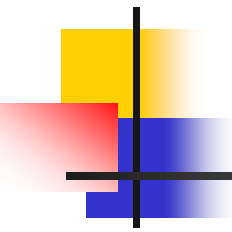


原子力安全の基本的な事項 (提言I) まとめと課題

- 安全目標の合意形成と活用は取り組みが緒についているところ。引き続きの取り組みを行うべき。
- リスク情報の活用が始められつつあるが、活用方法、活用範囲の検討を含め、さらに取り組みを行うべき。
- 基本安全原則の明確化、深層防護の検討と明文化、規格基準類の体系化などについては、原子力学会での検討が進められている。今後、規制図書などへの反映が期待される。
- 核セキュリティの強化については、安全対策との相乗効果をさらに生み出すべく、引き続き分野間の連携に関する取り組みを強化するべき。



提言II: 直接要因に関する事項

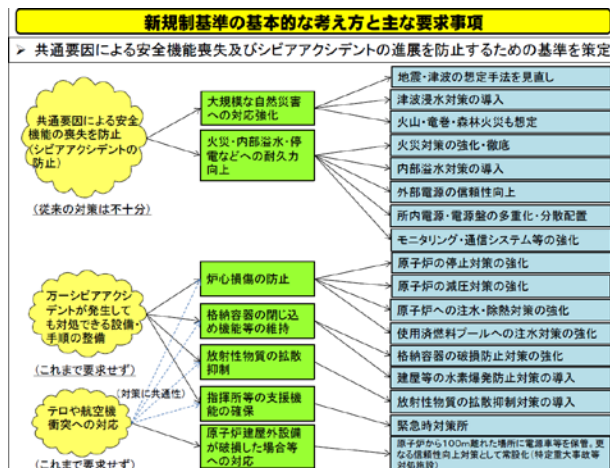


直接要因に関する事項(提言II)

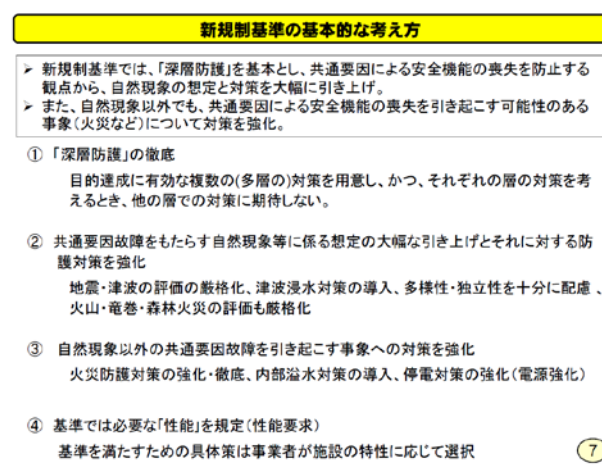
- 外的事象への対策の強化
 - 外的事象への対応
 - クリフエッジ対策
 - 人為的な事象対策
- 過酷事故対策の強化・継続的な改善活動
- 緊急事態への準備と対応体制の強化
 - 事業者と地方自治体の連携スキームの確立
 - 関係者の役割分担の明文化
 - 緊急事態対応のための演習の実施
 - 放射性物質の拡散解析
 - 一般災害との共通基盤の統合
 - 放射線防護への対処能力強化
- 原子力安全評価技術の高度化
 - 確率論的リスク評価技術の活用
 - 最先端計算機性能を活用した数値計算技法の活用
 - 安全評価技術の課題や限界の正しい認識
 - 国際協力の積極的实施

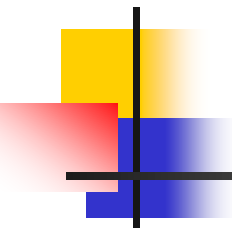
外的事象への対策の強化

- 福島第一原子力発電所事故の最も大きな教訓は、過酷な外的事象により、安全機能の広範な喪失が生じたこと→様々な外的事象への対策強化が重要
- 新規制基準では、地震・津波・その他の自然現象に対して損傷の防止をプラント毎に要求しており、想定条件は最新知見を反映して適切に考慮することとされている(規制委)
- 「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」を発行、安全裕度評価の中で、クリフエッジ、設備の潜在的な脆弱性、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して、総合的に評価することを求めている(規制委)



<https://www.nsr.go.jp/data/000070101.pdf>





外的事象への対策の強化

- 様々な外的事象に関する規格基準類の策定・改定を学協会で実施
 - 「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準」(原子力学会)
 - 「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準」「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準:2015」(原子力学会)
 - 「原子力発電所火山影響評価技術指針」「原子力発電所対津波設計技術規定」(電気協会)
 - 設計で考慮すべき自然現象とその重畳・竜巻影響評価(保全学会),など
- 大規模な外的事象による原子炉施設の大規模な損壊が発生した場合の体制, 手順, 資機材等を整備、緩和措置を講じることができるように対処。地震・津波・竜巻・火山等についても適切な対策になるように更なる検討を実施(事業者)

外的事象への対策の強化

- 外的事象(地震、津波)に対するリスク評価や定性分析を組み合わせた包括的な評価を実施し、これを踏まえた対策の有効性を確認。原子力リスク研究センターにおいて外部事象に対する確率論的リスク評価の研究開発に積極的に取り組み(事業者)
- 学会での一般公開セッションセミナー等を通じ、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の原子力規制委員会や事業者の「外的事象対策の原則と具体化」について議論を深める活動を継続的に実施(原子力学会)

原子力安全部会主催「外的事象対策の原則と具体化」フォローアップセミナー(2015/10/30)の資料例



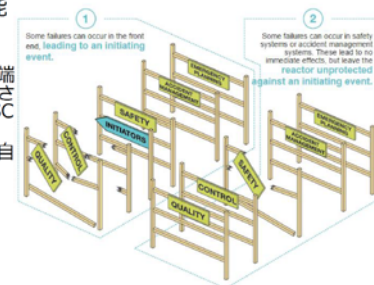
おわりに

17

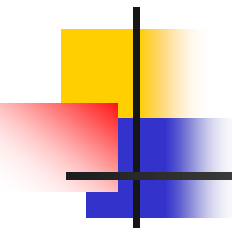
- ✓ 地震、津波、航空機衝突のいずれもが、福島第一原子力発電所事故以前から「脅威として存在することは認識されているものの、その強度や発生確率について比較的大きな不確かさを伴うもの」として捉えられており、決して脅威としての存在が認識されていなかったわけではない。
しかしながら、その不確かさの大きさが、願望的な考え方を招いたり対策強化への決意を鈍らせたりしてしまう。
原子力規制委員会はこれらの脅威への取り組みがその不確かさの大きさの故に後送りされることの無いよう、監視、検討を続ける。
- ✓ さらに、未知の未知(Unknown unknowns)については、事故・故障事例や他産業におけるものも含めた情報・経験の分析・研究に謙虚さをもってあたる必要があり、多様な分野の専門家を含めた幅広いコミュニケーションが必要となる。
原子力安全部会は、「安全の横串を通ず機能を有する部会」(部会設立趣意書)として設立されており、分野間相互理解への貢献を期待する。

外的事象に対する深層防護の「設計」

- 地震・津波などの外的事象では、以下の2つの機能喪失が同時に起こりうる
 - ① 起因事象(発端事象)を発生させるようなSSCの機能喪失
 - ② 深層防護の層自体の機能喪失
- 深層防護各レベルに対して、外的事象に対する「要求性能水準」をどう設定するか？

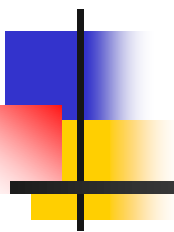


<https://ec.iaea.org/ines/rlt/initiator>

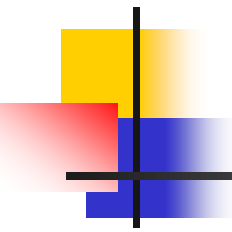


直接要因に関する事項 (提言II) まとめと課題

- 外的事象対策、過酷事故対策は、新規規制基準および自主的安全性向上などの取り組みにより、大幅に強化されつつある。
- 一方、外的事象に対する深層防護の考え方など、検討途上の項目もあり、継続的な検討と改善に取り組むべき。
- 緊急事態への対応準備と対応体制の強化については、事業者・国と地方自治体の連携スキームの確立が進んでいるが、さらに実効的なものとする取り組みが望まれる。また、過酷事故時のオンサイト・オフサイトの連携についても幅広いバリエーションの訓練・演習などを通じてより効果的な取り組みを検討し続けるべき。
- 一般災害との共通基盤の統合、放射線防護の対処能力強化などの取り組みは、着実になされつつある。
- 確率論的リスク評価の活用は、様々な取り組みがなされているが、手法の開発や活用分野の拡大などについて、さらに取り組みを行うべき。
- シミュレーション技術の活用・限界の正しい認識・国際協力などについては、着実に取り組みがなされつつある。



提言III: 背後要因のうち組織的なものに関する 事項



背後要因のうち組織的なものに関する事項(提言III)

- 専門家集団としての学会・学術界の取組み
 - 学会が果たすべき責務の再認識(倫理的な判断と行動・被災地の復興に関する活動を責務と認識)
 - 学会における自由な議論
 - 安全研究の強化(安全研究体制の再構築・ロードマップの策定と継続的改訂)
 - 学際的取組みの強化
 - 安全規制の継続的改善への貢献
- 産業界の取組み
 - 事故の教訓を産業界全体で共有化
 - 継続的改善の実施
 - トップによる原子力安全へのコミットメント
- 安全規制機関の取組み
 - 国民の信頼回復
 - 継続的改善の実施
 - リスク情報を活用した規制手法の導入
 - ハード偏重からソフト重視の規制への転換
 - 事業者への自主的安全性向上姿勢の定着化
 - 広範囲の専門家知見のバランス良い活用

学会における自由な議論・学際的取り組みの強化

- 個人の資格で自由な議論を十分にできなかったことは福島第一原子力発電所事故の遠因でもあるとの認識から自由な議論の活性化を目指している
 - 学会誌では原子力に対する様々な意見をもつ学会外の方々を含む論者からの寄稿を積極的に受け、掲載するように(原子力学会)
 - 倫理規程の改訂において「組織の中の個人が倫理規程に則った行動を取るように組織文化の醸成に積極的に取り組む」と明記(原子力学会)
 - 浸透に向けて、さらに継続的取り組みを要する
- 学際的取組みが弱かったことが教訓の一つであり、この強化に取り組んでいる
 - 原子力学会誌2015年3月号では、「原発事故から4年—いま問われる「知の統合」 福島原発事故に対する各学会の取り組み」と題して、文理にまたがる様々な関連分野の多くの学会から、関連の取り組みについて寄稿
 - 放射性廃棄物の学際的評価研究専門委員会、福島プロジェクトにおける各種シンポジウム、断層の活動性と工学的なリスク評価調査専門委員会、福島第一原子力発電所廃炉検討委員会、原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会などでは、他分野の専門家、他学会との連携をはかる形で種々の取り組みを実施

ATOMOS 日本原子力学会誌 2015.3

特集 原発事故から4年—いま問われる「知の統合」
福島原発事故に対する各学会の取り組み

特別号統一知の統合に向けて

1 知の統合

38 日本保健物理学会の福島事故対応活動の概要

3 国会事故調は何を提示したのか?

41 東日本大震災における土木学会の取組

6 知の統合—事故後4年を経過して考えること

44 東日本大震災に対する日本地質学会の取り組み

9 日本学術会議における原子力問題への取組

47 計測自動制御学会の取組

17 福島原発事故に対する日本海洋学会の取組

50 福島第一原子力発電所事故関連の学会活動

21 日本のエネルギーの現状と今後の電気学会の果たすべき役割

53 福島原発事故に対する大気環境学会の取組

26 東日本大震災・原子力事故への日本物理学会の取組

56 福島原発事故をめぐる科学社会学会の取り組み

30 建物の原点に立ち返る—暮らしの場の再生と革新

59 原子力学会の皆様へ

34 東北地方太平洋沖地震と日本地震学会の取組

61 保全活動を通じて地球環境保全に貢献する日本保全学会

38 日本保健物理学会の福島事故対応活動の概要

63 火山噴火予知と原子力施設への火山活動影響評価

41 東日本大震災における土木学会の取組

65 3.11を振り返ってエネルギーの基本知識の再認識

44 東日本大震災に対する日本地質学会の取り組み

47 計測自動制御学会の取組

50 福島第一原子力発電所事故関連の学会活動

53 福島原発事故に対する大気環境学会の取組

56 福島原発事故をめぐる科学社会学会の取り組み

59 原子力学会の皆様へ

61 保全活動を通じて地球環境保全に貢献する日本保全学会

63 火山噴火予知と原子力施設への火山活動影響評価

65 3.11を振り返ってエネルギーの基本知識の再認識

68 日本保健物理学会の福島事故対応活動の概要

71 東日本大震災における土木学会の取組

74 東日本大震災に対する日本地質学会の取り組み

77 計測自動制御学会の取組

80 福島第一原子力発電所事故関連の学会活動

83 福島原発事故に対する大気環境学会の取組

86 福島原発事故をめぐる科学社会学会の取り組み

89 原子力学会の皆様へ

92 保全活動を通じて地球環境保全に貢献する日本保全学会

95 火山噴火予知と原子力施設への火山活動影響評価

98 3.11を振り返ってエネルギーの基本知識の再認識

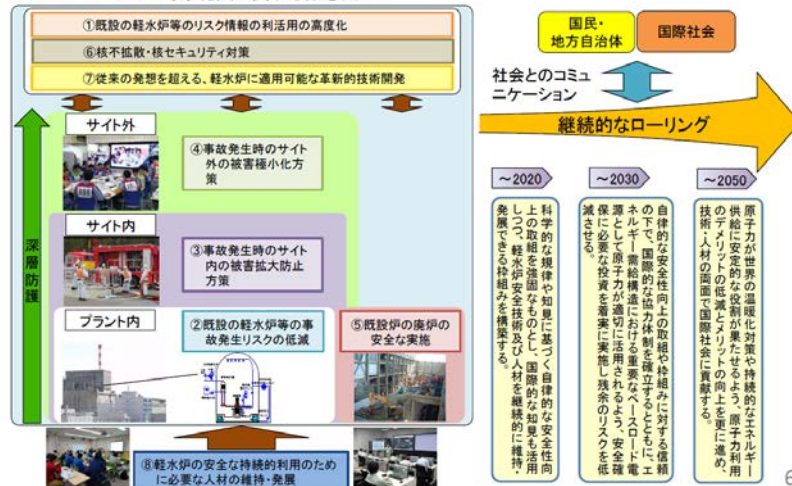
安全研究の強化

- 安全研究体制の再構築・安全研究のためのロードマップ策定と継続的改訂
 - エネ庁が取りまとめた「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」において、「原子力の自主的・継続的な安全性向上の取組(ロードマップ骨格)」の策定に原子力学会が主体的に関与
 - 原子力学会の部会において安全研究ロードマップの策定と改訂を継続して実施
 - 学会での一般公開セッションやセミナーなどで安全研究のあり方などについて議論

自主的・継続的な安全性向上・技術・人材ワーキンググループ-軽水炉安全技術・人材ロードマップ

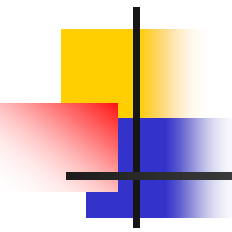
2. 背景 ～軽水炉安全技術・人材ロードマップの必要性と役割～

<ロードマップの対象範囲に関する概念図>



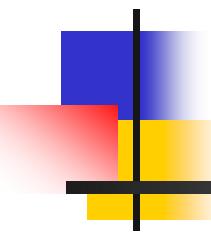
11. ロードマップ俯瞰図



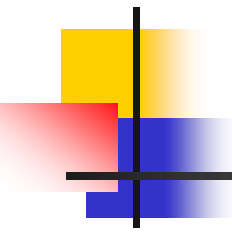


背後要因のうち組織的なものに関する 事項(提言III) まとめと課題

- 原子力学会が果たすべき責務の再認識については、定款の改定などによる取り組みを実施。一方、会員の所属意識の希薄性も含め、実効性を上げるための継続的努力が必要。
- 学会内の自由な議論については、若手の活動など様々な取り組みがなされ、改善点が見られる。このような取り組みをさらに広げる努力が必要。
- 安全研究の計画(ロードマップ)策定については、着実に取り組みがなされている。更新により計画の継続的改善を実施し、安全研究に着実に取り組むべき
- 学際的取り組みの強化として、他学会との連携などが図られつつある。



提言Ⅳ： 共通的な事項

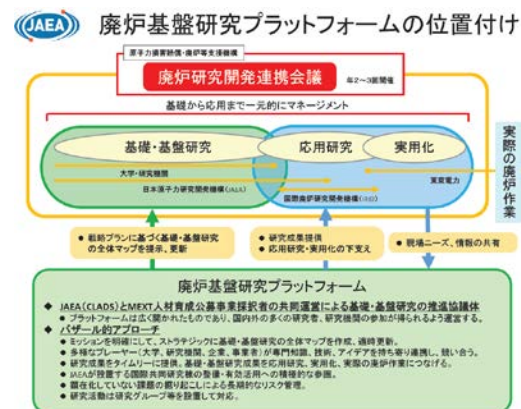


共通的な事項(提言Ⅳ)

- 原子力安全研究基盤の充実強化
 - 安全に対する俯瞰的アプローチの理解、継続的安全性高度化の駆動力
 - 安全研究を通じた人材の維持・育成
 - 安全研究は産学官の義務
 - 確率論的リスク評価手法の適用範囲の拡大
 - 安全研究ロードマップの策定
- 国際協力体制の強化
 - 国際的活動を国内へ反映させる体制の整備
 - 新規原子力導入国への貢献
 - 産業界の国際的活動への参画
- 原子力人材の育成
 - 原子力安全を最優先する価値観
 - 資格制度の充実
 - 大学における原子力教育・研究の重要性
 - 小中高校における原子力・放射線教育

- 現在、研究炉が停止している状態であるが、原子力専攻学生の基礎基盤づくりに欠かせない実験・実習の機会の確保のために、国を挙げて戦略的に取り組むべき重要事項として、「研究炉等大型教育・研究施設の維持」を提言(原子力人材育成ネットワーク・原子力学会)
- 原子力人材育成ネットワークからの提言には、以下の取り組みが含まれている。1. 原子力人材の需要と供給可視化、2. 原子力を専攻する学生に対する教育、3. 原子力関係以外の学科・専攻の学生への原子力に関する指向性確保、4. 原子力分野の業務に従事するための動機付け、9. 放射線・被ばくに関する知識・情報の共有とリスクコミュニケーション、など(人材育成ネットワーク)
- 廃炉国際共同研究センターと、文部科学省の人材育成公募事業採択者(大学等)との共同運営による基礎基盤研究の推進協議体である「廃炉基盤研究プラットフォーム」を立ち上げ、(JAEA)

人材育成ネットワークの参加機関



原子力人材育成

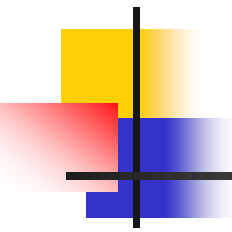
- 産業界や大学における技術開発・基礎研究を支援することを通じて原子力人材育成につなげる取り組みを実施中(国)
 - 英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業
 - 廃炉措置研究・人材育成強化など
 - 廃炉加速化研究プログラム
 - 原子力利用に係る安全性向上基礎研究
 - 国際原子力人材育成イニシアティブ
 - 危機・安全管理に係る人材育成
 - 原子力システム研究開発事業
 - 安全性向上基盤技術・廃棄物減容/有害度低減



<http://www.jst.go.jp/nuclear/intro/index.html>



<http://www.jst.go.jp/nuclear/quick/index.html>



共通的な事項

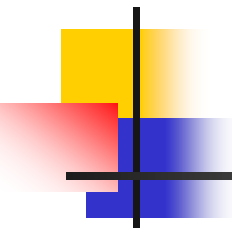
(提言Ⅳ) まとめと課題

- 原子力安全研究基盤の充実については、「自主的安全性向上・人材育成ロードマップ」などの策定、各組織体での取り組みにより、強化が図られつつある。
- 国際協力体制については、福島第一事故ベンチマーク(BSAF)、PRA日米ラウンドテーブルの実施、原子力リスク研究センターの発足など、様々な取り組みが進められている。
- 人材育成については、国からの支援を含め、様々な取り組みがなされている。一方で人材は廃止措置・安全確保に欠かせないものであり。原子力分野に興味を持ってもらうことを含め、長期的な課題として、息の長い取り組みを実施すべき。
- 研究炉・試験炉が停止し、研究・人材育成などに支障が出ている状態であり、この解消が望まれる。また、長期的に研究炉のあり方について検討していくべき。
- 小中高における放射線教育などについては、さらにより手厚いサポートのもと、充実が望まれる。



提言V:

今後の環境修復に関する事項



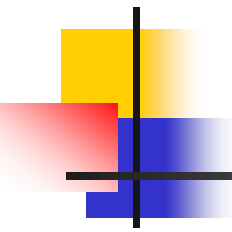
今後の環境修復に関する事項(提言V)

- 環境放射線モニタリング
 - 初期段階からの一元的データ収集・保存、緊急時対応
 - 長期線量評価、個人線量モニタリングの手法開発
- 法規制とガイドライン
 - 最新知見の取り込みによる充実、除染の柔軟・現実的な対応
 - 汚染土壌・がれきなどに関し、特措法と炉規法の関係を整理
- 除染対象区域の設定
 - 現実的な除染目標や除染区域の設定
 - 各個人の被ばく線量に基づく見直し
- 除染と除染技術
 - 地域の現状に合わせた意思決定など
 - 除染技術の成果の整理、成果の指針や手引きへの反映など
- 除染廃棄物の保管・貯蔵
 - 住民の方との対話・参加
 - 廃棄物の減容処理・再利用

最新知見の取り込みによる充実、除染の柔軟・現実的な対応

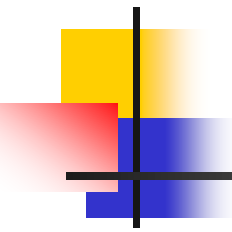
- 現場のニーズに応じて柔軟に除染の実施に対応していくため、得られた知見等の蓄積を踏まえて「除染関係ガイドライン」や除染関係Q&Aの改訂を随時実施。また、除染関係ガイドラインに位置付けられていない手法についても、その手法で除染を実施する必要がある場合には、現地の実情に応じた柔軟かつ迅速な判断を実施(国)
- 平成23年度に「除染関係ガイドライン」と「廃棄物関係ガイドライン」が制定されている。「除染関係ガイドライン」は平成26年12月に対象として河川・湖沼等を追加した追補を実施。(国)





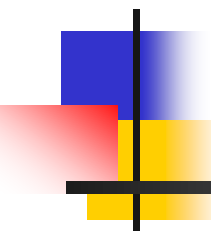
各個人の被ばく線量に基づく除染区域などの見直し・除染技術

- 各個人の被ばく線量に基づく除染区域などの見直し
 - 個人被ばくの線量評価結果に基づくまでには至っていないが、福島県内外の外部被ばく、内部被ばく、甲状腺被ばくについてのデータ評価がなされている(国など)
 - 伊達市及び相馬市では追加被ばく線量の実測を行い、国が示した年間被ばく線量の予測との比較を行っている。伊達市及び相馬市の調査によると居住地域の平均的な空間線量率が $0.23\mu\text{Sv/h}$ を超えていても当該地域の市民の平均年間被ばく線量率は 1mSv を超えない場合がみられる(国・放医研・地方公共団体)
 - 福島県内において住民の家屋内外の空間線量率等を調査することで、除染作業等が進む中での個人被ばくの線量評価手法の開発等を実施中(JAEA)
- 除染と除染技術
 - 除染技術に関しては、内閣府とりまとめの「除染技術カタログ」、環境省による「除染方法ガイドライン」でリストのまとめと開示がなされ、これらに基づく技術、今後活用しうる技術の実証事業が継続的に実施されている(国)
 - 学会での年会・大会における企画セッションや夏季セミナー等を継続的に開催し、各関係機関において実施している福島第一事故に関連した技術的な取り組みを整理し、有機的な連携を深める活動を継続的に実施(原子力学会)



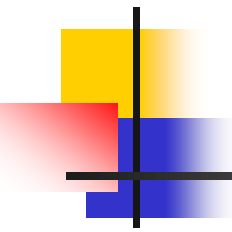
今後の環境修復に関する事項 (提言V) まとめと課題

- 放射線モニタリングについては、体制の整備が図られつつある。
- 除去土壌・除染廃棄物・がれきなどの取り扱いについて、特措法と原子炉等規制法の関係性を整理・検討することが望まれる。
- 個人の被ばく線量評価などに基づく除染区域の設定などについては、さらに検討や取り組みを行う余地がある。
- 除染技術については、除染技術カタログ、除染関係ガイドラインのとりまとめなどで体系的な整理が図られつつある。
- 廃棄物の減容化・再利用などによる最小化については、今後さらに重要となる問題であり、引き続き取り組むべきである。



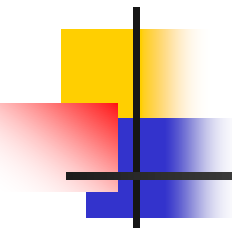
まとめ

- 学会事故調報告書提言への取り組み状況
 - 現在までの提言への取り組み状況を幅広く整理した。
 - 全体として、提言に対する着実な取り組みがなされつつあるが、提言の対象となる分野によって、取り組みにやや差異が見られる状況である。
 - 本報告は、学会事故調提言への取り組み状況を広く共有することで、今後さらに取り組みを要する課題について、共通認識を持つことを目的としている。
 - 提言への取り組みは、長期にわたるものも多いため、今後継続的に取り組み状況をフォローする。
 - 原子力学会として、提言の実現に向けた努力を継続する。
 - また、廃炉作業や、事故進展解明の進捗に従い、提言自体の見直しも検討していく予定である。



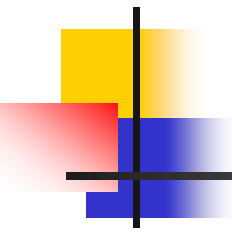
(参考)提言I: 主要な取り組み状況

- 安全目標の合意形成・安全目標にもとづくリスク情報活用、リスク低減
 - エネ庁の「自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ」では、原子力発電所の自主的安全性向上に係る役割分担・効果的な研究開発を推進するため「軽水炉安全技術・人材ロードマップ策定の基本方針(案)」を策定(国)
 - 上記の方針を受け、「軽水炉安全技術・人材ロードマップ」を策定。この中で安全目標・リスク情報活用、リスク低減などの取り組みについて議論・検討(原子力学会)
 - 安全目標に関し、1)旧原子力安全委員会安全目標専門部会で行われた検討結果が十分に議論の基礎となる、2)継続的な安全性向上を目指すため、今後も引き続き安全目標に関する検討を進めていく、としている(規制委)
 - 新規制基準においては、重大事故の防止・緩和などのためにPRAの結果を活用している(規制委)
 - 原子力安全推進協会(JANSI)や電力中央研究所に設置された原子力リスク研究センター(NRRC)等とも連携しながら、確率論的リスク評価(PRA)、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し用いることで、自主的かつ継続的な安全性向上に取り組んでいる(事業者)



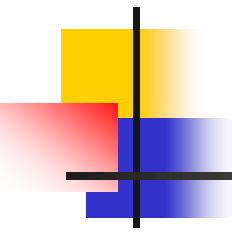
(参考)提言I: 主要な取り組み状況

- 基本安全原則などに基づく規制基準などの体系化
 - 原子力安全の基本原則について検討が行われ、基本安全原則と深層防護の考え方・実装に関する技術レポートを発行・発行準備中(原子力学会)
 - 原子力安全を確保するための技術要件の検討が行われ、規格基準類体系化に向けて、今後取り組むべき点を整理(原子力学会)
- 核セキュリティの強化・安全対策との相乗効果
 - 幅広い視点から核セキュリティに関する当面の諸課題に対応する「核セキュリティに関する検討会」を設置(規制委)
 - 国際社会で原子力利用が進む中での核不拡散・セキュリティに係る政策的・技術的課題の検討を進めている(原子力学会)
 - 核物質防護や保障措置対応業務に関する司令塔機能を集約し、「安全・核セキュリティ統括部」を設置(JAEA)



(参考)提言I: 主要な取り組み状況

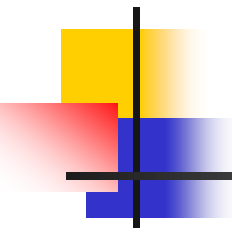
- 基本安全原則の明確化・規制図書の策定
 - 平成22年の「原子力安全の基本的な考え方の提示」の一つに「原子力安全の基本方針の明文化」を挙げている(旧原子力安全委員会)
 - 原子力基本安全原則について議論を行い、原子力安全の目的と10の基本安全原則をとりまとめた技術レポートを発刊(原子力学会)
 - 原子力学会の「基本安全原則」などを活用した規制図書の制定は未実施(規制委)
- 深層防護の明文化・規制図書の策定
 - 新規制基準では、「深層防護」を基本とし、共通要因による安全機能の喪失を防止する観点から、自然現象の規模の想定と対策を大幅に引き上げ。自然現象以外でも、安全機能の喪失を引き起こす可能性のある事象(火災など)について対策を強化(規制委)
 - 深層防護に関して共通の基本認識を記載した「第I編 別冊 深層防護の考え方」、深層防護の実装の考え方をまとめた「第I編 別冊2 深層防護の実装の考え方」、「第Ⅱ編原子力安全確保のための基本的な技術要件」の発刊・発刊準備中(原子力学会)



(参考)提言II: 主要な取り組み状況

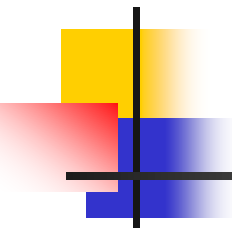
■ 外的事象への対策の強化

- 新規制基準では、地震・津波・その他の自然現象に対して損傷の防止をプラント毎に要求しており、想定条件は最新知見を反映して適切に考慮することとされている。「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」を発行、安全裕度評価の中で、クリフエッジ、設備の潜在的な脆弱性、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して、総合的に評価することを求めている(規制委)
- 様々な外的事象に関する規格基準類の策定・改定を学協会で実施。例:「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準」「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準」「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準:2015」(原子力学会)、「原子力発電所火山影響評価技術指針」「原子力発電所対津波設計技術規定」(電気協会)、設計で考慮すべき自然現象とその重畳・竜巻影響評価(保全学会)など
- 学会での一般公開セッションセミナー等を通じ、東京電力福島第一原子力発電所事故以降の原子力規制委員会や事業者の「外的事象対策の原則と具体化」について議論を深める活動を継続的に実施(原子力学会)
- 外的事象(地震、津波)に対するPRA、定性分析を組み合わせた包括的な評価を実施し、これを踏まえた対策の有効性を確認、原子力リスク研究センターにおいて外的自然外部事象に対する確率論的リスク評価の研究開発に積極的に取り組み(事業者)
- 大規模な外的事象による原子炉施設の大規模な損壊が発生した場合の体制、手順、資機材等を整備、緩和措置を講じることができるよう、対処。地震・津波・竜巻・火山等についても適切な対策になるように更なる検討を実施(事業者)
- 航空機衝撃に対する健全性評価や地震PRAに資する経年設備のフラジリティ評価の安全研究への取り組み(JAEA)



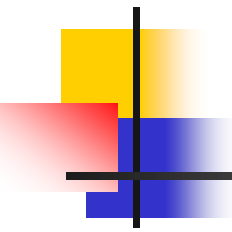
(参考)提言II: 主要な取り組み状況

- 過酷事故対策の強化・継続的な改善活動
 - 新規基準では、技術的能力に係る審査基準を施行しており、事業者はそれに適合する多様な事故対応手段による個別手順を整備するとともに、訓練を実施して対応能力の向上、継続的な改善に取り組んでいる(規制委・事業者)
 - シビアアクシデントマネジメントの整備及び維持向上に関する実施基準を発行(原子力学会)
 - IAEAの深層防護に関わる評価(SRS-46)および世界の良好事例の調査・分析に基づいて、第4層(SA対策)を中心に事業者に安全性向上対策を提言(JANSI)
 - 設計基準を超える事態への対応を含めた対策強化により、深層防護を充実し、残余のリスク低減に向けて、海外グループ会社で有する設計技術及びその運用、許認可に係わる知見等を国内展開(プラントメーカ)
 - 学会の一般公開セッション、セミナーなどにおいて過酷事故対策時のマネジメントに関する議論がなされている(原子力学会)
 - エネ庁の「原子力の自主的安全性向上の取組の改善に向けた提言」に基づく自主的安全性向上への取り組みがなされている(事業者)
- 緊急事態における事業者と地方自治体の連携スキームの確立
 - 予防的防護措置を準備する区域(PAZ)や緊急防護措置を準備する区域(UPZ)等の設置、また事業者施設における判断基準(EAL)および介入レベル(OIL)の設定(規制委)
 - 電気協会において「原子力発電所の緊急時対策指針」の策定(電気協会)
 - 原子力発電所における防災ガイドラインの策定(JANSI)
 - 原子力発電所の所在地から概ね半径30km内における自治体における原子力防災計画の策定・改定(地方自治体)



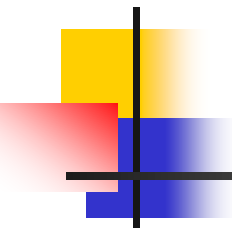
(参考)提言II: 主要な取り組み状況

- 緊急事態対応のための演習の実施
 - 事業者は、原子力事業者防災業務計画に基づき、毎年1回以上、原子力総合防災訓練や要素訓練を実施。休日発災の想定やシナリオを非提示とするなど、訓練内容の高度化・多様化への取り組み。(事業者)
 - 原子力発電所が立地する道府県において、新たな原子力災害対策指針に即して策定された地域防災計画や避難計画等を踏まえた訓練を毎年1回を目途に実施。(地方自治体)
- 確率論的リスク評価技術の活用
 - 新規規制基準におけるPRAによる重大事故対策の有効性評価、総合的な安全性評価におけるPRAの実施(規制委)
 - 電中研リスク研究センターにおける外的PRAに関する研究、EPRIの協力を得て、管理者層、実務者層を対象としたPRA教育訓練コースの実施などPRA技術の向上及びリスク情報の活用のための人材育成への取り組み(事業者・JANSI)
 - 異常気象、火山噴火、森林火災に対するPRA手法開発(JAEA)
 - 外的事象に対するPRA標準の策定(原子力学会)
- 最先端計算機性能を活用した数値計算技法の活用
 - 地震時の原子炉建屋のFEM解析を実施し、局所的な破損挙動を大規模計算で評価(JAEA)
 - 最先端計算手法による詳細な津波伝播遡上解析手法の開発(大学)
 - 粒子法による過酷事故解析手法の開発(大学)
- 安全評価技術の課題や限界の正しい認識
 - 解析コードの検証および妥当性確認(V&V)のガイドラインの策定(原子力学会)
 - 確率論的リスク評価の品質確保についての標準の策定(原子力学会)



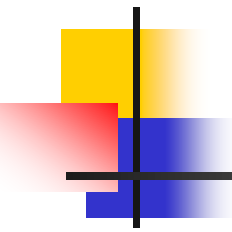
(参考)提言III: 主要な取り組み状況

- 原子力学会が果たすべき責務の再認識(倫理的な判断と行動・被災地の復興に関する活動を責務と認識)
 - 福島第一事故の反省を踏まえて、2013年に学会定款を、2014年5月に行動指針および倫理規程を改定し、学会及び学会員のとるべき行動およびあるべき姿を明記し、被災地域の復興と日本再生に向けた取り組みを行うことを宣言
 - 被ばくや除染に関する住民の不安に応える活動(福島プロジェクト)、並びに廃炉に関する評価(廃炉検討委員会)を実施中
 - 「原発事故避難者の早期の帰還実現のために」というテーマで企画セッションを開催、福島県下における環境放射線の現状と個人線量の測定例や20km圏内への早期の帰還実現に向けての提案を行うことで、この問題に資する議論を展開
 - 倫理規程の浸透を図るべく研究会や会員組織の研修における講師派遣などを実施中
 - 学会という組織への会員の所属意識の希薄性も含め、倫理規程が実際の行動に結びつくにはまだ多くの課題があり、継続的努力が必要
- 原子力学会における自由な議論
 - 学会誌では原子力に対する様々な意見をもつ学会外の方々を含む論者からの寄稿を積極的に受け、掲載するように
 - 他学会との積極的な交流、学会内部の若手(YGN)を中心とする取り組み、若手の交流フォーラムなどの試み
 - 倫理規程の改訂において「組織の中の個人が倫理規程に則った行動を取るように組織文化の醸成に積極的に取り組む」と明記
 - 個人の資格で自由な議論を十分にできなかったことは福島第一原子力発電所事故の遠因でもあるとの認識から自由な議論の活性化を目指しているが、浸透にはまだ時間を要する



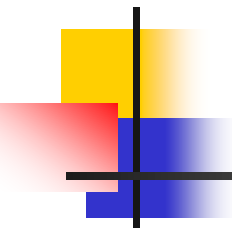
(参考)提言III: 主要な取り組み状況

- 安全研究の強化(安全研究体制の再構築・ロードマップの策定と継続的改訂)
 - エネ庁が取りまとめた「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」において、「原子力の自主的安全性向上の取組(ロードマップ骨格)」の策定に原子力学会が主体的に関与
 - 原子力学会の部会における安全研究ロードマップの策定と改訂
 - 学会での一般公開セッションやセミナーなどで安全研究のあり方などについて議論
- 学際的取組みの強化
 - 原子力学会誌2015年3月号では、「原発事故から4年—いま問われる「知の統合」 福島原発事故に対する各学会の取組み」と題して、文理にまたがる様々な関連分野の多くの学会から、関連の取組みについて寄稿
 - 放射性廃棄物の学際的評価研究専門委員会、福島プロジェクトにおける各種シンポジウム、断層の活動性と工学的なリスク評価調査専門委員会、福島第一原子力発電所廃炉検討委員会、原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会などでは、他分野の専門家、他学会との連携をはかる形で種々の取組みを実施
 - 8学会合同編集による東日本大震災合同調査報告「原子力編」への参画、日本地震工学会と連携して「原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会」を実施
 - 他のアカデミアを含めた俯瞰的な討論と協働というテーマの前提には、「知の統合」というパラダイムがあり、日本学術会議などにおいて議論あり。理工学系と社会科学や総合系との連携、設計科学や複合リスクガバナンスの視点の導入、関連する知のプラットフォームの構築などが提唱されている



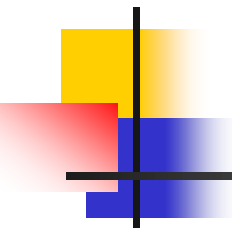
(参考)提言III: 主要な取り組み状況

- 事故の教訓を産業界全体で共有化
 - 事業者が福島第一事故の教訓を安全性向上業務に反映することを支援するため、国内外の10の事故調査報告書から事業者には有用な教訓を抽出し、「福島第一事故を踏まえた事故調報告等の教訓(指摘事項)への特別会員各社の対応とJANSI の支援活動」を取りまとめ(JANSI)
 - 事態を収束に導くことができた福島第二発電所での対応状況を検証し、原子力発電所のより一層の事故対応能力を高め安全性向上に資することを目的に、「東京電力(株)福島第二原子力発電所 東北地方太平洋沖地震及び津波に対する対応状況の調査及び抽出される教訓について(提言)」を取りまとめ。(JANSI)
- リスク情報を活用した規制手法の導入
 - 新規制基準では、PRAを使用して、事故シーケンスを選定。安全性向上評価でもPRAが使用されている(規制委)
 - 規制基準施行後、第1回目の安全性向上評価から、PRA等を用いた評価を行う予定(事業者)
 - リスク情報を活用する手法の一環において、緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算を実施(規制委とJAEA)
- 事業者への自主的安全性向上姿勢の定着化
 - 安全確保のための自主的活動については、2007年から安全文化醸成活動として展開することが義務付けられている(事業者)
 - 学協会規格活用の重要性が認識され、意見交換が開始されている(規制委・学協会)
 - 民間規格基準を積極的に活用するプロセスが明確化されている(規制委)



(参考)提言Ⅳ: 主要な取り組み状況

- 安全研究を通じた人材の維持、育成
 - 産業界や大学等における技術開発、基礎研究等を支援することを通じて、新たな原子力人材の育成につなげる国の方針が示されている(国)
 - 原子力学会の一般公開セッションや部会のセミナーなどで、安全研究と人材育成の取り組みについて議論がなされている(原子力学会)
 - 「原子力規制委員会における安全研究について－平成27年度－」の中で、研究活動を通じて確保される人材や施設は、必要な科学的・技術的知見を得るための基盤になることが示されている(規制委)
 - 安全研究を行う職員を増員するとともに、研究炉やホットラボ等の施設群を利用した安全研究等を通じた内外の専門家の育成を行う予定(JAEA)
- 確率論的リスク評価手法の適用範囲の拡大
 - 外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準、津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準、発電所の内部火災を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準、原子力発電所におけるシビアアクシデントマネジメントの整備及び維持向上に関する実施基準、震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準などを策定(原子力学会)
 - 原子力リスク研究センターでは、確率論的リスク評価(PRA)、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し用いることで、事業者などを支援、原子力施設の安全性向上に取り組む(電中研・事業者)



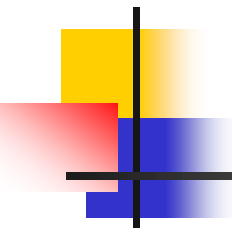
(参考)提言Ⅳ: 主要な取り組み状況

■ 安全研究ロードマップの策定

- 軽水炉安全技術・人材ロードマップ策定の方針を受けて、原子力学会の安全対策高度化技術検討特別専門委員会で軽水炉安全技術・人材ロードマップ最終報告をとりまとめ。今後政策方針の決定・変更等があった場合だけでなく、1年に1度の定期的な見直しを実施する予定。学会の部会において各技術分野の研究開発ロードマップを議論。(国・原子力学会)

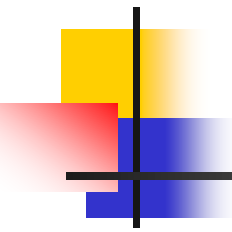
■ 国際的活動を国内へ反映させる体制の整備

- OECD/NEAにおいて、JAEA, 規制庁, 電中研, 東電, NDF、IRID、プラントメーカーの協力のもと、エネ総工研がホストとなり、世界11カ国が参加する福島事故ベンチマーク研究(BSAF)を実施中
- PRA の手法の高度化及びその原子力安全への適用を促進するため、民生用原子力協力に関する日米二国間委員会(CNWG)の枠組みにおいて、日米の専門家、関係機関が参加する「確率論的リスク評価日米ラウンドテーブル」を開催。
- 「確率論的リスク評価(PRA)、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し用いることで、原子力事業者及び原子力産業界を支援し、原子力施設の安全性をたゆまず向上させる」ことをミッションとする「原子力リスク研究センター(NRRC)」を発足(事業者)
- 廃炉国際共同研究センターを中核とした国際的な研究開発拠点を構築し、国内外の大学、研究機関、産業界等の人材が交流するネットワークを形成、産学官による研究開発と人材育成を一体的に進める体制を構築(JAEA)
- 年会・大会においては、国際協力に基づく企画セッションを多数実施。国内外における国際会議の主催・共催・後援や派遣・参加活動も活発。情報収集や最先端の知見の国内への導入は活発(原子力学会)
- 規制委における国際アドバイザーの設置(規制委)



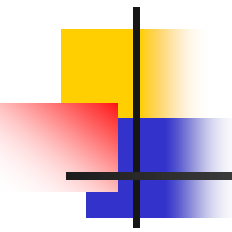
(参考)提言Ⅳ: 主要な取り組み状況

- 原子力安全を最優先する価値観
 - 経営トップのコミットメントが示され、そのコミットメントを社内に浸透させるための憲章の制定や会議体の設置等、具体的な行動が示されている。安全文化アンケートと現場診断(インタビュー)により第三者的視点から発電所や事業所における安全文化の浸透具合を評価、事業者の自主的安全文化醸成活動の評価を支援。リーダーシップ研修。(事業者・JANSI)
 - 原子力規制委員会と電気事業者各社社長との面談にて、経営トップによる原子力安全へのコミットメントが表明されている(規制委)
- 大学における原子力教育・研究の重要性
 - 現在、研究炉が停止している状態であるが、原子力専攻学生の基礎基盤づくりに欠かせない実験・実習の機会の確保のために、国を挙げて戦略的に取り組むべき重要事項として、「研究炉等大型教育・研究施設の維持」を提言(原子力人材育成ネットワーク)
 - 原子力人材育成ネットワークからの提言には、以下の取り組みが含まれている。1. 原子力人材の需要と供給可視化、2. 原子力を専攻する学生に対する教育、3. 原子力関係以外の学科・専攻の学生への原子力に関する指向性確保、4. 原子力分野の業務に従事するための動機付け、9. 放射線・被ばくに関する知識・情報の共有とリスクコミュニケーション、など
 - 原子力安全、廃止措置基礎研究、人材育成などの取り組みとして、JSTにおいて「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」などが行われている。(国)
 - 廃炉国際共同研究センターと、文部科学省の人材育成公募事業採択者(大学等)との共同運営による基礎基盤研究の推進協議体である「廃炉基盤研究プラットフォーム」を立ち上げ、(JAEA)
- 小中高における原子力・放射線教育
 - 様々な取り組みがなされているが、リソースの充実が望まれる。



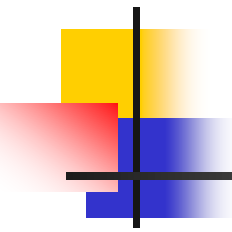
(参考)提言V: 主要な取り組み状況

- モニタリングデータの初期段階からの一元的データ収集・保存、緊急時対応
 - 旧原子力安全委員会の検討や各事故調査報告等から原子力災害対策指針を制定(平成24年10月31日)。その中で緊急時のモニタリングの目的および事前対策、緊急時モニタリングセンターの体制や国や地方公共団体及び原子力事業者の役割などを規定し、段階的なモニタリングを実施することが定められている(規制委・国・地方自治体)
 - 航空機モニタリング技術の開発等を実施(JAEA)
- 長期線量評価、個人線量モニタリングの手法開発
 - 福島県内外の外部被ばく、内部被ばく、甲状腺被ばくについてのデータ評価がなされている。また、度住民の個人被ばく線量把握事業が開始される予定(放医研など)
 - 福島県内の住民を対象として、活動時間等の個人被ばく線量評価に関わる調査を実施し、現存被ばく状況下での被ばく線量の評価を実施(JAEA)
- 最新知見の取り込みによる充実、除染の柔軟・現実的な対応
 - 現場のニーズに応じて柔軟に除染の実施に対応していくため、得られた知見等の蓄積を踏まえて「除染関係ガイドライン」や除染関係Q&Aの改訂を随時行っている。また、除染関係ガイドラインに位置付けられていない手法についても、その手法で除染を実施する必要がある場合には、現地の実情に応じた柔軟かつ迅速な判断を実施(国)
 - 平成23年度に「除染関係ガイドライン」と「廃棄物関係ガイドライン」が制定されている。「除染関係ガイドライン」は平成26年12月に対象として河川・湖沼等を追加した追補を実施。(国)
 - 放射性セシウムで汚染した災害廃棄物、汚泥、稲わら等の運搬、一時保管、再利用、処分等に関する作業や周辺住民への被ばく線量を評価し、「除染ガイドライン」及び「廃棄物関係ガイドライン」の技術的根拠となる評価結果を提供(JAEA)



(参考)提言V: 主要な取り組み状況

- 各個人の被ばく線量に基づく除染区域などの見直し
 - 個人被ばくの線量評価結果に基づくまでには至っていないが、福島県内外の外部被ばく、内部被ばく、甲状腺被ばくについてのデータ評価がなされている(国など)
 - 伊達市及び相馬市では追加被ばく線量の実測を行い、国が示した年間被ばく線量の予測との比較を行っている。伊達市及び相馬市の調査によると居住地域の平均的な空間線量率が $0.23\mu\text{Sv/h}$ を超えていても当該地域の市民の平均年間被ばく線量率は 1mSv を超えない場合がみられる(国・放医研・地方公共団体)
 - 福島県内において住民の家屋内外の空間線量率等を調査することで、除染作業等が進む中での個人被ばくの線量評価手法の開発等を実施中(JAEA)
- 地域の現状に合わせた除染に関する意思決定など
 - 除染特別地域(国直轄除染11市町村)を除く、汚染状況重点調査地域では、特措法の規定に基づき、それぞれの土地管理者等が除染等の措置を実施することとなっており、現場に近いところでの意思決定が実施しやすい仕組みとなっている(国・地方公共団体)
 - 36市町村において除染実施計画を策定済み。福島県以外の汚染状況重点調査地域では58市町村が除染実施計画を策定済み(国・地方公共団体)
- 除染と除染技術
 - 除染技術に関しては、内閣府とりまとめの「除染技術カタログ」、環境省による「除染方法ガイドライン」でリストのまとめと開示がなされ、これらに基づく技術、今後活用しうる技術の実証事業が継続的に実施されている(国)
 - 学会での年会・大会における企画セッションや夏季セミナー等を継続的に開催し、各関係機関において実施している福島第一事故に関連した技術的な取り組みを整理し、有機的な連携を深める活動を継続的に実施(原子力学会)



(参考)提言V: 主要な取り組み状況

- 除去土壌や除染廃棄物などの仮置き場に関する住民の方との対話・参加
 - 仮置き場は、基本的には除染特別地域では環境省が、汚染状況重点調査地域では当該市町村が、関係住民と対話を繰り返し行った末に、仮置き場を確保・設置(国)
- 廃棄物の減容処理・再利用
 - 除去土壌等の中間貯蔵施設については、平成27年2月に地元自治体から施設への除染土壌等の搬入の受入れが行われ、平成27年3月からパイロット輸送による搬入が開始されている。減容処理や再利用については、平成27年7月から有識者からなる検討会(中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会)を開催して検討を進めている。(国)
 - 環境省とJAEAでは、除去土壌等の減容処理及び安全性を確保した再生利用の実現に向けて、減容・再生利用に係る技術開発及び再利用に伴う被ばくに対する安全性の評価が進められている。(国)