

日本原子力学会における取り組み： 経過と今後

田中 知

東京大学大学院工学系研究科

日本原子力学会 前会長

はじめに

原子力研究者として対応が不十分であったことの認識のもとに、今後の原子力分野からの貢献について考える。(注)

アカデミアとして今回の事故への備え、事故時、事故後の対応は十分であったか？ 今後何をすべきか？

参考：

「日本原子力学会の目的」

原子力の平和利用に関する学術および技術の進歩を図り、会員相互および国内外の関連学術団体等との連絡協力等を行い、原子力の開発発展に寄与する。

(日本原子力学会：会員数：約7,000名)

(注：この講演は個人的な考えであり、日本原子力学会を代表したものではない。)2

日本原子力学会の行動指針

日本原子力学会の行動指針（抜粋）（2007年12月18日理事会）

【日本原子力学会の理念、ビジョン】

- ・原子力の平和利用を通じて、人類の福祉と持続的発展に貢献する。
- ・高い倫理観を持つ会員で構成され、存在感がある学会となる
- ・公平、公正、透明な議論の場となり、国民・地域社会に対して、原子力に関する技術情報の最も信頼できる情報源となる。

【日本原子力学会の社会に対するつとめ】

- ・標準策定を推進する
- ・トラブル発生時に的確な知識を迅速に発進する。
- ・原子力技術に関する政策提言に積極的に関与する。
- ・前各号の活動を通じて、原子力と国民・地域社会との共生につとめる。

【原子力学会による会員活動への支援】

- ・原子力施設の安全性・信頼性の維持・向上のための活動
- ・専門能力維持・向上のための活動

日本原子力学会倫理規程

日本原子力学会倫理規程(2009年11月26日理事会改定承認)

【序文】

我々日本原子力学会会員は、原子力技術がエネルギー安定供給や放射線の利用など人類に大きな価値をもたらすが、一方で大きな災禍をも招く可能性があることを深く認識する。その上に立って原子力の平和利用に携わることができる誇りと使命感を抱き、人類の福祉と持続的発展ならびに地域と地球の環境保全への貢献を強く希求する。

我々は、原子力の研究、開発、利用および教育に取り組むにあたり、公開の原則のもとに、自ら知識・技能の研鑽を積み、自己の職務と行為に誇りと責任を持つとともに常に自らを省み、社会との調和を図るように努め、法令や規範を遵守し、安全を確保する。

我々は、現代が、科学技術を社会に結び付けている企業ならびに行政、研究、教育等諸機関に、倫理的な行動、とりわけ説明責任を果たせる行動を求めている時代であると認識する。

(日本原子力)学会の役割

福島第一原子力発電所の事故に直面して、収束に向け関係者を支援するとともに課題と教訓の抽出・反映に向け学会として果たすべき役割を以下のとおり整理した。(平成23年4月)

1. 事故に関する情報の収集
2. 事故原因の分析、究明と評価
3. 反省、教訓の抽出、提言、研究開発計画策定
4. 社会への分かり易い情報発信
5. 関連学協会との連携、政府対応への提言
6. 海外への情報発信、情報交換

事故前、事故時の対応の不十分な点

【事故前】

- ・外部事象への対応
(考慮した津波の規模、構造物の浸水防止対策等)
- ・全電源喪失に対する対策
- ・安全目標の設定、安全規制と安全設計
- ・深層防護の不完全性
- ・アクシデントマネジメント準備
- ・水素爆発の可能性
- ・安全研究活動

【事故時】

- ・アクシデントマネジメント対策
- ・情報公開
(技術的説明、放射線安全に対する説明、避難区域などの設定、INESレベルの改訂、自治体と災害本部との意思疎通等)
- ・緊急安全管理
- ・事故の完全な終息に向けた協力

事故後の対応：十分か？

- 事故進展の理解と情報発信
 - 事故の原因、遠因の分析と教訓
（技術的、社会的）
 - 新しい規制、指針等への提言
 - 安全工学の再構築の必要性指摘
 - 放射線影響についての説明と社会的な理解への努力
 - 除染活動への貢献（除染方法、処分方法他）
 - 原子力発電廃止措置研究開発への協力
-
- エネルギー供給のための学術分野として、社会との関わりにおけるリスクや影響評価、経済性検討等が十分ではなかったことの認識

事故によって顕在化したリスク

多重防護の落とし穴

多重防護の各層において、解析手順や設計基準に保守的アプローチをすることで、設計基準事象を越える事象であるシビアアクシデントの発生確率を抑制するという考え方では、「過酷事故は起こり得ない」という誤った前提の前に思考停止してしまった

事故対応体制の脆弱性

実際に過酷事故に至った場合の対応策、当事者間連携が不十分であった

基準事象の甘さと想定を超えた事象への脆弱性

津波に関する過去の知見や周囲の意見に対する対応を怠ってきた
設計上の想定を超えた条件において、多数の設備の故障が同時に発生した

原子力防災の脆弱性

地域住民の避難に放射線拡散予測システム(SPEEDI)が活用されなかったために、多くの被ばく者を出してしまった

放射線影響の管理体制不備

環境に放出された放射性物質によって誘因させる身体的および社会的影響に対して、的確に対応できたとはいえず、大きな混乱を生じた

事故後の活動指針

事故直後から学术界関係各機関において情報収集を行い、それぞれの立場から活動を展開している

事故収束への貢献

- 事故の技術的分析→安全対策への提言
- 研究機関による事故収束対策への技術支援
- 作業員健康管理支援

環境修復への貢献

- 放射性汚染モニタリング・マッピング
- 除染技術、処理技術等の提言および技術支援
- 除染計画策定への提言

放射線影響、被ばく管理への貢献

- 放射線影響について正しい情報発信
- 放射線管理者要員等の人材育成
- 住民健康調査、医療相談等の支援

- 蓄積された知見を具体的な活動へ展開
- より安全な基準作り、防災計画へと反映させる

これまでの学会の取組み

日本原子力学会は、福島第一原子力発電所の事故を受けて、事故に関する情報収集・分析・評価、環境修復、放射線影響に特化した分科会を発足し、以下のような諸活動を行ってまいりました。

事故に関する情報の収集、分析、評価

- 「原子力安全」調査専門委員会での検討
- 環境修復戦略・シナリオ・修復技術の分析
- 修復技術の実証
- 放出された放射性物質の環境中挙動の評価等
- シンポジウム・年会における特別企画開催
2012年春の年会企画セッションでは各部会より16テーマについて発表
- 福島第一原子力発電所事故に関するセミナー開催

社会への正しく、分かり易い情報発信

- 福島第一原子力発電所事故に関するシンポジウム開催
(2011年4回開催)
- 日本記者クラブにおける会長講演
- 「安全・安心フォーラム～除染の推進に向けて～」開催
(福島市、郡山市、南相馬市、いわき市にて開催)
- 2012年春の年会における特別セッション開催
- 除染推進に向けた地域対話フォーラム開催
(福島県にて開催)
- チーム110の活動
専門家紹介:129件、情報発信:300件以上
- ホームページにFAQを掲載
- 一般の方々からのQ&A対応
昨年からの件数:102件(うち2011年は99件)

反省・教訓の抽出、提言、研究開発計画策定

- 福島第一原子力発電所事故からの教訓報告
- 環境モニタリングセンター、環境修復センター設置提言
- 住民避難等防護対策の在り方に関する提言

関連学協会との連携

シンポジウム共催、会長・副会長講演等

- 日本学術会議
- 原子力関連学協会規格協議会
- 日本工学会

海外への情報発信、情報交換

- 英文ホームページの充実・告知
- 国際会議等での発表

津波に関する標準策定活動

- リスク専門部会に津波PSA分科会を設置
- 津波PRA標準(AESJ-SC-RK004:2011)を発行
- 地震と津波の連成リスク評価のために分科委員を増強
(土木学会、建築学会、地震工学など)
- 原子力施設の確率論的リスク評価研究専門委員会開催
- 2012年春の年会にて津波PRAセッション開催
- PSAM11(6月ヘルシンキ開催)にシリーズ論文報告

福島第一原子力発電所事故からの 教訓

2011年5月9日

一般社団法人日本原子力学会
原子力安全調査専門委員会
技術分析分科会

(QandA_gb@aesj.or.jp)

http://www.aesj.or.jp/information/fnpp201103/chousacom/gb/gbcom_kyokun_gaiyo20110509.pdf

岡本孝司

日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会の活動と今後の学会の活動について—東京電力福島第一原子力発電所事故に関する技術分析

日本原子力学会シンポジウム「東京電力福島第一原子力発電所事故後の取組」
平成24年6月16日

教訓と提言

福島第一原子力発電所の事故から**教訓**をくみ取り、世界で稼働中の原子力発電所で同じような事故を二度と起こさないようにすることが重要である。公開されている情報を元に、今回の事故とその対応を、テーマに分類、分析し、その中から得られる教訓をまとめ、考えられる対策の例を**提言**としてとりまとめた。

なお、提言としては、「1年程度の**短期**に行うべき対策の例」と、「2、3年程度の**中期**にじっくり改革すべき対策の例」にまとめた。

1. 地震
2. 津波
3. 全電源喪失
4. 全冷却系喪失
5. アクシデントマネジメント
6. 水素爆発
7. 使用済み燃料貯蔵プール
8. 安全研究
9. 安全規制と安全設計
10. 組織・危機管理
11. 情報公開
12. 緊急時安全管理

2. 津波に対する教訓

赤字:2012年6月16日現在のフォローアップ(岡本)

- a. 耐震設計で考慮していた津波の規模が不十分であった
- b. 海水の浸水により、安全上重要な機器が停止し、事故の拡大を防げなかった
- c. 地下構造物の浸水防止が不十分であり復旧作業を妨げている

提言(短期)

ストレステスト(一次)で確認

- (1) 安全上重要な機器の損傷を防ぐため、これらが配置されている建物に海水が入らないようにするなどの、ハードウェア対応

提言(中期)

- (2) 今回の知見に基づき、津波の想定を見直す
リスク評価手法を取り入れ、想定する津波に対する標準化を進める
- (3) 津波が敷地内に浸入しないように、防潮堤を作る
- (4) 建物の水密性を高める、電線管などを通じての浸水経路を塞ぐ
- (5) 津波による機器の故障、機器の損傷による被害を与える可能性考慮
- (6) 排水ポンプをあらかじめ設置しておく
- (7) 機器の予備品を、津波に影響を受けない場所に準備しておく
- (8) 津波により散乱する瓦礫を除去する重機などをあらかじめ準備
- (9) 安全重要度が低いピットであっても、海岸に近いものについては水密性を高め、津波が侵入しないようにする

原子力学会津波PRA標準策定

各種対策をストレステスト(一次)で確認

3. 全電源喪失に対する教訓

赤字:2012年6月16日現在のフォローアップ(岡本)

- a. 安全審査が不十分であった
- b. 全電源が長期間喪失し、事象の進展が防げなかった
- c. 原子炉内の状況把握が困難となった
- d. 電源が一部でも残っていれば、事象の進展を食い止められる可能性がある

提言(短期)

緊急対策で装備・ストレステスト(一次)で確認

- (1) 電源車、小型発電機など多様な方法で電源を供給する
- (2) 交流電源がすべて喪失した場合を想定し、重要な機器および炉心の監視系への電力供給を行えるようにする
- (3) 発電機を複数機設置する場合は、あらかじめケーブルを接続しておく

提言(中期)

(4) 安全審査指針などの見直しをすすめる 原子力安全委員会 中間とりまとめ

(5) ガスタービン発電機など、多様な発電機を導入する。配置にも多様性を求め、固定式のものは免震床などを考慮する

(6) 海水冷却に頼らない、空冷式発電機を準備する ストレステスト(一次)で確認

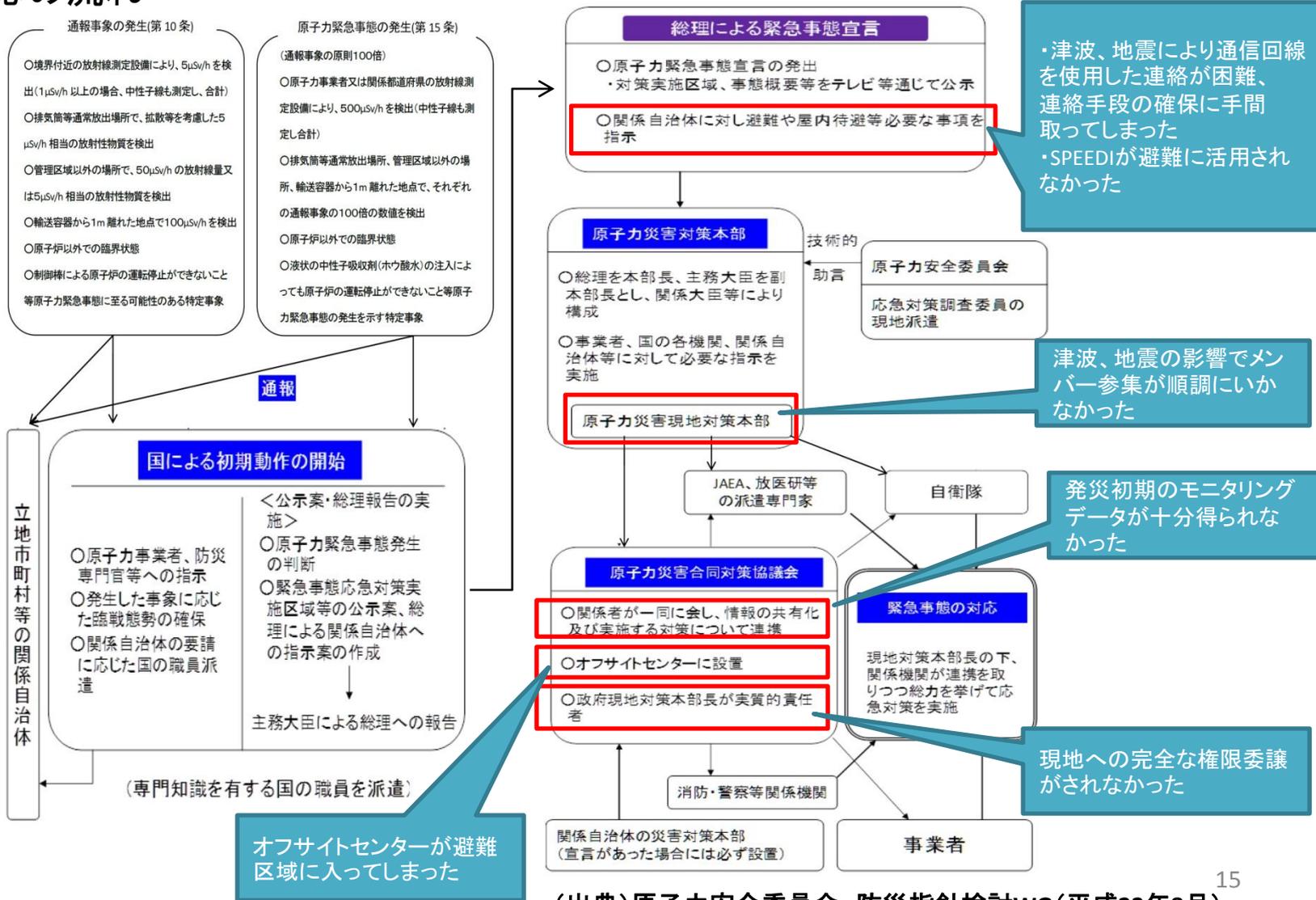
(7) 予備の電源盤を準備する

(8) 他の発電所(例えば水力)との電源融通を行う 対策の高度化を推進中

(9) 蒸気タービン駆動炉心注水ポンプには小型の発電機を取り付け、制御用のバッテリーの充電を行う 対策の高度化を推進中

福島事故により顕在化した 原子力防災の脆弱性

緊急時対応の流れ



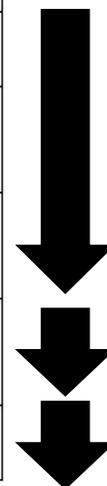
多重防護と深層防護 原子力発電所のリスク管理

- 従来、全電源喪失の発生の確率が低いこと、原子力プラントの全交流電源喪失に対する耐久性は十分であるとし、長時間にわたる全交流電源喪失を考慮する必要はないとの立場を取ってきた。(平成5年 原子力安全委員会)
- IAEA基準の深層防護は5層による対応を提唱していたが、我が国の多重防護の考え方は3層(多重防護)までしか対応していなかった。(平成12年原子力安全白書)
- 3層の基準を保守的に見積もり対応することにより、原子力施設のリスクを十分低く抑えることに主眼を置き、シビアアクシデントはその「低い確率」をさらに補填するために事業者が自主的に整備するものであるという立場が取られてきた。(平成4年原子力安全委員会)

IAEA基準の深層防護

	運転状態	多重防護レベル	目的	必須手段
事故発生防止	通常運転	第1層	異常運転及び故障の防止	保守的設計及び建設・運転における高い品質
	予期される運転時の事象	第2層	異常運転の制御及び故障の検出	制御、制限及び防護系、並びにその他のサーベランス特性
	設計基準事故及び複合した運転時の事象	第3層	設計基準内への事故の制御	工学的安全施設及び事故時手順
事故影響緩和	シビアアクシデント	第4層	事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和	補完的手段及び格納容器の防護を含めたアクシデントマネジメント
	シビアアクシデント後の状況	第5層	放射性物質の放出による放射線影響の緩和	サイト外の緊急時対応

事故当時における我が国の対応状況



原子炉等規制法
安全審査

事業者の自主対応

原子力災害対策特別措置法
防災指針

(出典)原子力安全委員会 当面の施策の基本方針の推進に向けた外部の専門家との意見交換
—安全確保の基本原則に関すること—第2回会合配布資料より(平成23年3月)

東日本大震災による 原発施設の事故進展と深層防護との整理

4層のシビアアクシデント対応が規制化されていないため、シビアアクシデントに至った場合に事業者の自主対応に依存

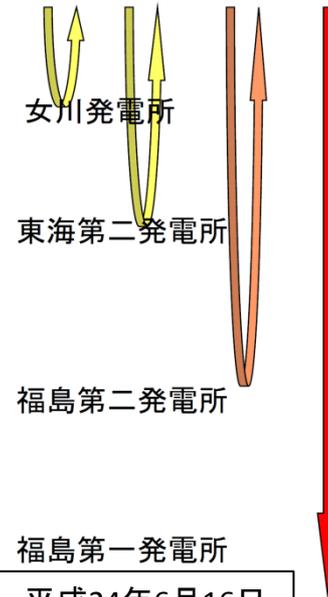
4層の対応状況が脆弱性につながる(事業者の対応状況や想定条件を監視できない)
自主対応部分と行政指導との連携(4層→5層)に不安要素

→事故対応体制の連携不足へと発展する可能性は潜在していた

IAEA Safety of Nuclear Power Plants (SSR-2/1)

深層防護 (Defense-in-Depth)

1. 異常の発生を防止する
2. 異常が発生しても、その拡大を防止する
3. 異常が拡大しても、その影響を緩和し過酷事故に至らせない
4. 異常が緩和できず、過酷事故に至っても、対応できるようにする
5. 異常に対応できなくても、人を守る

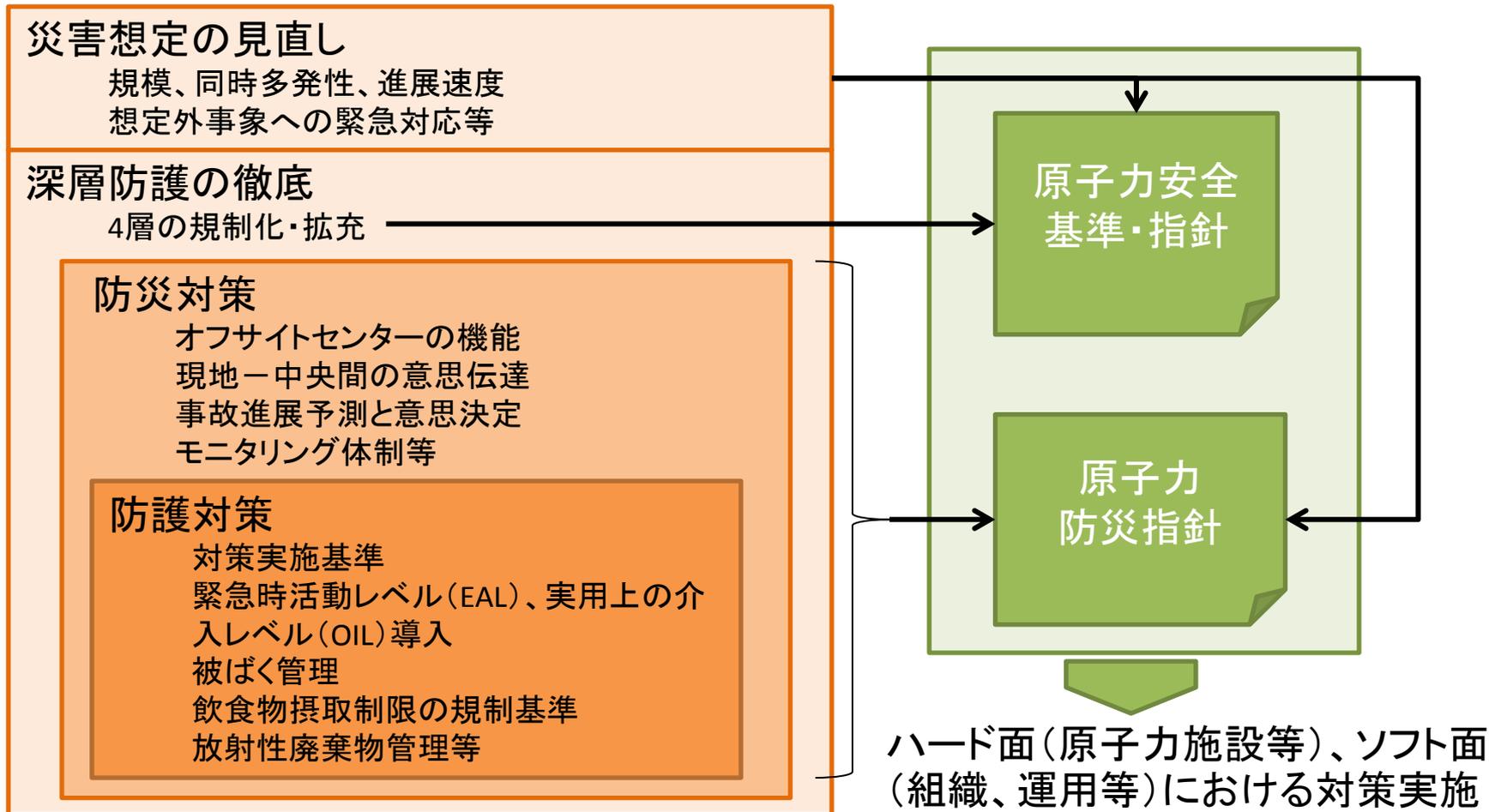


新知見の反映をしにくい日本の制度

- 原子力規制委員会が2年間全く動いていない。
- 立地指針は50年近く改訂されていない
- 阪神淡路地震のあと10年以上経って耐震指針が改定
- 規制側も事業者側も、新しいコード導入を審査する労力が大変なため、未だに40年前のコードを安全解析で利用
- リスク情報の規制への取り込みが10年以上遅れている
- 安全目標も中間報告のまま10年近く止まっている
- シビアアクシデント規制も必要性はわかっていたが導入に時間がかかりすぎて、未だに導入できていない

原子力災害のリスク低減対策

原子力安全委員会では専門部会、専門審査会等で中長期的なリスク低減策について検討している。外部有識者との意見交換なども行い指針類へ反映させる予定。



新知見の反映をしにくい日本の制度

- 原子力規制委員会が2年間全く動いていない。
- 立地指針は50年近く改訂されていない
- 阪神淡路地震のあと10年以上経って耐震指針が改定
- 規制側も事業者側も、新しいコード導入を審査する労力が大変なため、未だに40年前のコードを安全解析で利用
- リスク情報の規制への取り込みが10年以上遅れている
- 安全目標も中間報告のまま10年近く止まっている
- シビアアクシデント規制も必要性はわかっていたが導入に時間がかかりすぎて、未だに導入できていない

原子力安全の鍵

- 目的を明確化「**人**と**環境**を守る」
- 深層防護の徹底 (Defense-in-Depth)
 - 4層の拡充、環境を守るための深層防護
- 安全重要度による意思決定 (Graded Approach)
 - 対策の重要度分類を、リスクを考慮して決定する
 - 重要度分類に応じた、管理、保守を進める
- 継続的改善の仕組み (Continuous Improvement)
 - 国の規制システムの維持と改善
 - 事業者マネジメントシステムの維持と改善

科学者の役割と責任とは・・・

なぜ、最新知見が安全指針に取り込まれていなかったのか？

知見を取り込めていなかった例

- ✓ チェルノブイリ事故のあと安全基準を国際基準に合わせていなかった
- ✓ シビアアクシデント対策を規制化していなかった
- ✓ 津波対策の可能性を指摘されていながらも十分に行われなかった

新しい知見を安全基準に反映させるプロセスが整備されていない
過去に安全と認定したものの安全性を更に向上させる改善への抵抗が大きい

事故時に蓄積された知見を当局等に提言し速やかに実行せしめることはできなかったのか？

事故直後は情報が錯綜し、状況を把握することが困難であった。

国民は「何を信じ、どう行動するべきか」という情報を欲していたのであるが、そのような期待に科学者として応えられたらどうか？我々がもっと主体的に行動できる余地があったのではないだろうか。

学术界として当局に提言できるシステム整備が十分でない

科学者団体が総評論家となり、危機対応管理ができなかった

蓄積された知見を迅速に提供できる情報整備が十分でない

多くの科学者有識者が無責任な提言とコメントを発信し、混乱を招いた？

- 有事において、蓄積された知見を「誰に」「どのような手段で」「いかに速く」提供するか？そのプロセスにおいて中心的な役割を担うのが科学者であるのでは。
- 提供する情報の「内容」と「状態」に責任を負う。

今後どうするべきか

研究等で得られた知見を安全基準、安全対策等に反映させる仕組み作り

□ 国内外で得られた知見を安全基準、安全対策等に反映させるプロセスを整備

有事における情報提供プロセスの整備

□ 学術界と当局との情報連携

学術界の提言力を強化するための環境づくり

□ 科学者が当局や社会に対して影響力をもって情報を発信することができるような環境づくり(ANS、NASなど海外の学術界に比べると弱い)

今後見直しが問われているエネルギー政策に関して、原子力科学者として原子力の特性、意義、安全対策等を発信

より安全で社会的適合性の高い核エネルギー発生装置や、サイクル、廃棄物処理処分、環境修復、原子炉廃止措置の研究開発

「福島特別プロジェクト」の設置

現地に密着した除染等の技術支援を中心とした活動を行います。併せて、地域住民の皆様に関心があると考えられるプラントの状況に関する情報を分かり易く説明するための活動も行います。

※今後、福島県や地域住民の方々のニーズと具体的な活動の進展を踏まえ、柔軟に活動内容等を見直しつつ、活動範囲を広げていくこととしています。

① 環境修復/中長期対策への提言

東京電力福島第一原子力発電所の事故によるオフサイト、オンサイトの修復に関する技術課題の分析・評価を行い、必要に応じて環境省や福島県が行う環境修復及び政府・東京電力が進める中長期対策に対して提言を行います。また、引き続き、関係機関の現地活動を支援いたします。

② 一般向け情報提供

放射線のモニタリング結果や除染技術に関する評価を行うとともに、放射線の健康影響も含め、一般向けに解説・報告を行います。住民の皆様への説明用資料などの形でとりまとめます。

③ シンポジウム開催

本プロジェクトの活動報告また情報発信の場として、環境省・福島県・関係市町村・関係機関と協力してシンポジウムを開催し、正確な事実・知識の普及および理解の促進を図ります。

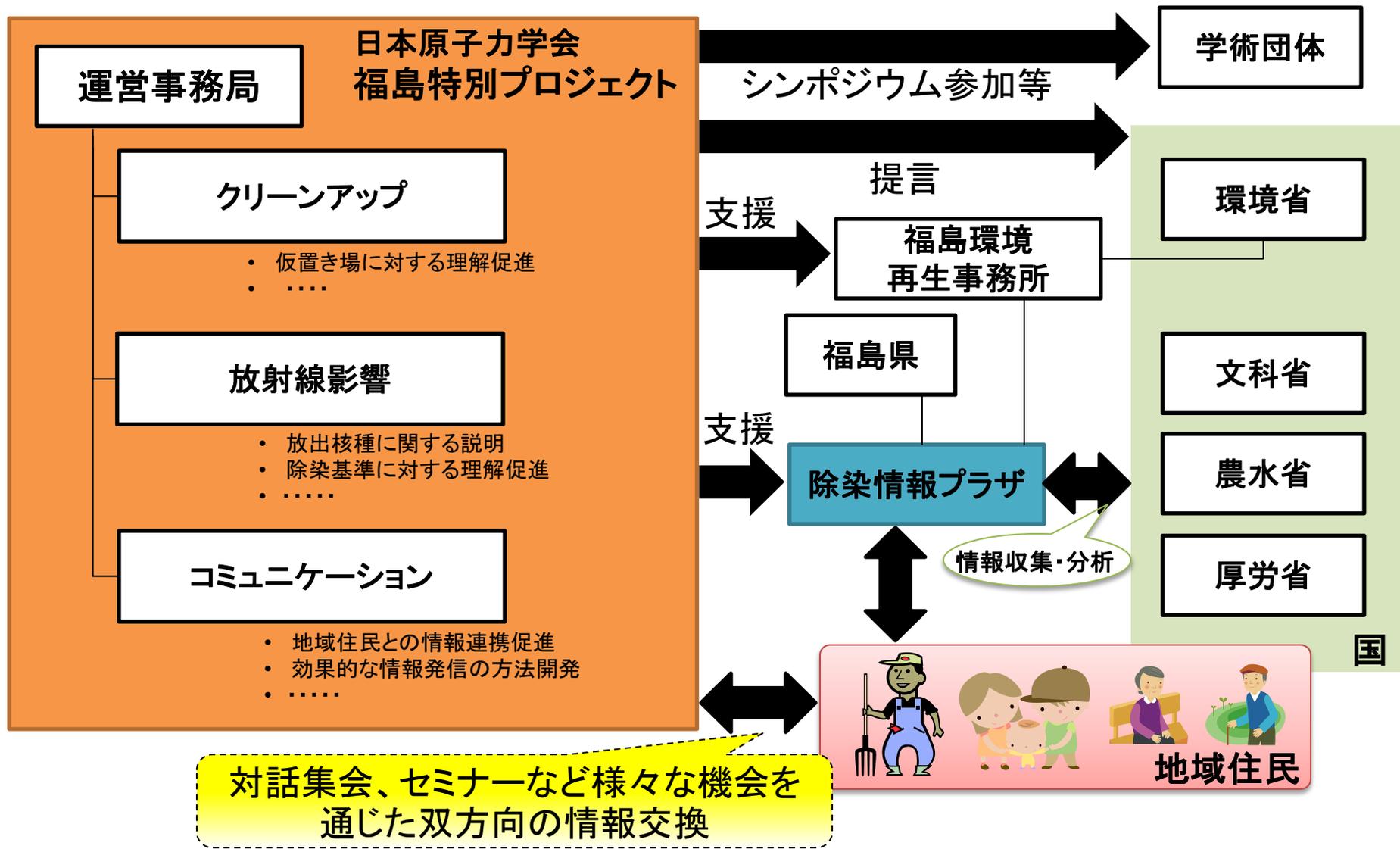
④ 除染促進活動

環境省・福島県の「除染情報プラザ」を積極的に活用した除染促進活動を支援します。

⑤ 除染講習会アドバイザー業務

除染講習会で用いるテキストの作成や、除染ボランティアおよび指導員の教育を行います。

福島特別プロジェクトの機能構成



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」

- 平成24年6月設置
- 目的：原子力の専門家で構成される学術的な組織の責務として、今回の原子力事故とそれに伴う原子力災害の実態を科学的・専門的視点から分析・把握し課題を抽出するとともに、自らの組織的・社会的な問題点とも向き合い、改善策を提示する。
- スケジュール：平成25年末までに報告書の公表を目指す。