

**「原子力利用に関する基本的考え方」に盛り込むべき事項(3)
～補足説明資料～**

原子力政策担当室

補足説明資料
～ゼロリスクはないとの前提での安全への取組～

過酷事故への対応

- 国会事故調で指摘されている通り、我が国では、外部事象も考慮したシビアアクシデント対策が十分な検討を経ないまま、事業者の自主性に任されてきた。また、知識基盤の共有まで至っていないと認識。
- 欧米では、過酷事故に関する知見の蓄積や共有、必要な対策の検討が図られてきた。

米国規制委員会NRCの取組事例

- NRCが主導して、25か国以上が参加する国際プログラム『過酷事故研究共同プログラム (*Cooperative Severe Accident Research Program*)』を1988年より実施。

具体的な取組例

- ✓ 過酷事故の現象解明研究やコードの開発・改良等を実施。また、開発したコードを用いて、事故時の放射性物質挙動などオフサイトへの影響評価を実施。
- ✓ メンバー間でのデータや知見を共有。

- CSARPをはじめとしたNRCが主導する研究プログラムやオークリッジ国立研究所が蓄積した、過酷事故に関するデータ・研究成果等を基に体系化。技術ガイダンスやマネジメントガイド、研修資料を作成。



目次

- 第1章：米国の原子力安全規制の変遷
- 第2章：過酷事故の考え方
- 第3章：原子炉容器内での事故進展
- 第4章：格納容器内での事故進展
- 第5章：オフサイトの事故影響

NRCで作成した研修資料

欧州の取組事例

過酷事故研究ネットワーク

(*Severe Accident Research Network*)



- 欧州委員会のフレームワーク6及び7において実施。現在は、**NUGENIA(※)**に引き継がれている。
- 過酷事故に対する理解を深めることを目的とした国際ネットワーク活動。
- 欧州や米国等の21か国から42の研究機関・大学・原子力事業者等が参加。

具体的な取組例

- ✓ 各機関に散在する研究成果や知見を収集して体系化。例えば、研究成果のデータベース化や標準コードの作成。
- ✓ 優先度の高い6つの課題について共同研究を実施。
 - －再冠水後の炉心の冷却及びデブリの冷却
 - －溶融した燃料とコンクリートが反応した時の炉外溶融プールの性状及びコリウムの冷却
- ✓ 知見を普及させるために、学生や若手研究者等を対象にした一流の研究者による研修・教育プログラム等を実施。また、教科書を出版。

※NUGENIA：欧州を中とした政府、企業、研究開発機関、大学の103のメンバーが参加する枠組

深層防護

- 東電福島原発事故後、見直された新規制基準では、「深層防護」を基本とし、その徹底を要求している。
- 事故前の基準では、重大事故対策が規制の対象となっていなかったが、新規制基準では、万一シビアアクシデントが発生した場合に備え、シビアアクシデントの進展を食い止める対策を要求している。
- しかし、シビアアクシデントに関する、知識基盤の共有が出来ていない。

深層防護の概要

事業者による具体的な対策の例

| | | | 【事故以前の対策】 | 【事故直後の対策】 | 【さらなる安全性向上対策】 |
|---------------------|-----|-------------------------------------|--|---|---|
| 設計基準外 シビアアクシデント | 第5層 | 人的被害防止 環境回復 | 防 災 | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対応体制の強化、充実 ・シビアアクシデント対策 -がれき撤去用重機の配備 等 ・緊急安全対策 電源確保 冷却確保 浸水対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・原子力緊急事態支援組織の設置 ・電源確保 ・冷却確保 ・免震事務棟 ・フィルタ付ベント設備 ・特定重大事故等対処施設等 |
| | 第4層 | 大規模な放出防止 格納容器損傷防止 (放出抑制・拡散緩和) | アクシデントマネジメント ・常用機器等による炉心損傷回避、格納容器破損回避のためのアクシデントマネジメント対策 | | |
| | 第3層 | 事故の影響緩和 | 著しい炉心損傷防止 | 緊急炉心冷却装置、格納容器スプレイ系等 | |
| 炉心損傷防止 格納容器健全性維持 | | | | | |
| 設計基準内 | 第2層 | 異常拡大防止 | 異常検知・停止装置等 | 【自然事象に対する設計強化】 | |
| | 第1層 | 異常発生防止 | インターロック等 | | |

(凡例)

福島第一原子力発電所
事故以前の対策の範囲

福島第一原子力発電所
事故後の対策の範囲

安全文化

- 「安全文化」は、国際原子力機関 (IAEA) の国際原子力安全諮問グループ (INSAG) によるINSAG-1 (チェルノブイリ事故の事故後検討会議の概要報告書 (1986年)) において初めて提唱。
- NRCにおける定義が非常に理解しやすい文章となっている。

※INSAG (International Nuclear Safety Advisory Group) :

原子力安全の指導的専門家が主として国際的に重要な安全問題についての情報を交換するために結成された集団

IAEA INSAG-4:「Safety Culture」(1991年)

Safety culture is that assembly of characteristics and attitudes in organizations and individuals which establishes that, as an overriding priority, nuclear plant safety issues receive the attention warranted by their significance. The definition relates Safety Culture to personal attitudes and habits of thought and to the style of organizations. A second proposition then follows, namely that such matters are generally intangible; that nevertheless such qualities lead to tangible manifestations; and that a principal requirement is the development of means to use the tangible manifestations to test what is underlying. INSAG takes the view that sound procedures and good practices are not fully adequate if merely practised mechanically. This leads to a third proposition: that Safety Culture requires all duties important to safety to be carried out correctly, with alertness, due thought and full knowledge, sound judgement and a proper sense of accountability.

『安全文化とは、全てに優先して原子力施設等の安全問題が取り扱われ、その重要性に相応しい注意が確実に払われるようになっている組織、個人の備えるべき特性、及び態度が組み合わさったもの』

➤ 定義に対する補遺1

定義では、安全文化を個人の姿勢と考え方、並びに組織のあり方と関連づけているが、これらは概ね目に見えないものである。それにも拘らず、このような特質は目に見える形となって現れる。この目に見える形となって現れたものの背後にあるものを検証するための方法を作り上げることが必要である。

➤ 定義に対する補遺2

健全な手順や良き慣行を単に機械的に実施するだけでは、完全に適切なものではない。安全文化は、安全上重要な全ての任務を正確に、油断なく、しかるべき考え方、十分な知識、健全な判断及び適正な責任を以って遂行することが必要である。

出典: Safety Culture (IAEA INSAG-4, 1991)

米国原子力規制委員会 (NRC) における安全文化の考え

A good safety culture in a nuclear installation is a reflection of the values, which are shared throughout all levels of the organization and which are based on the belief that safety is important and that it is everyone's responsibility.

- 原子力施設における良い安全文化とは、安全が重要で全員が責任を有しているとの信念に基づく価値観が、その組織の構成員全員に共有されている状態である。

出典: NRCのホームページ (<https://www.nrc.gov/>)

国民性と安全文化

- OECD/NEA報告書(2016年)「The Safety Culture of an Effective Nuclear Regulatory Body」でも、安全文化に国民性が影響を及ぼすという指摘がある。

OECD/NEA報告書(2016年)「The Safety Culture of an Effective Nuclear Regulatory Body」の該当部分(P13)

National culture's influence on the safety culture

(中略)

The effect of national culture to safety culture of an organisation is twofold. Firstly, the individuals working in an organisation always execute some features of their national culture (e.g. certain values or social norms) in their work behaviour. Secondly, national culture is embedded in the societal structures around nuclear safety (e.g. legislation, education, roles of different stakeholders) which may affect the organisations' activities to a great extent.

National cultures are evolving continuously. The culture, cultural values and the cultural changes depend on the history and origins of the countries, even the climate and environment where the cultures have evolved around the globe have influenced the cultural characteristics. Nowadays also more and more globalisation is influencing the national cultures. These are factors that should be taken into consideration when analysing and developing nuclear safety culture. For example, the cultural trait of individualism versus collectivism and the status quo versus innovation can tend to differ between countries. If the trend of collectivism is strong, it is important to clarify the accountability of individuals on the process of decision-making. Similarly, if the trend of the status quo is strong, it is necessary to establish a climate within the organisation of continuous change to be able to foster the continuous improvement of activities.

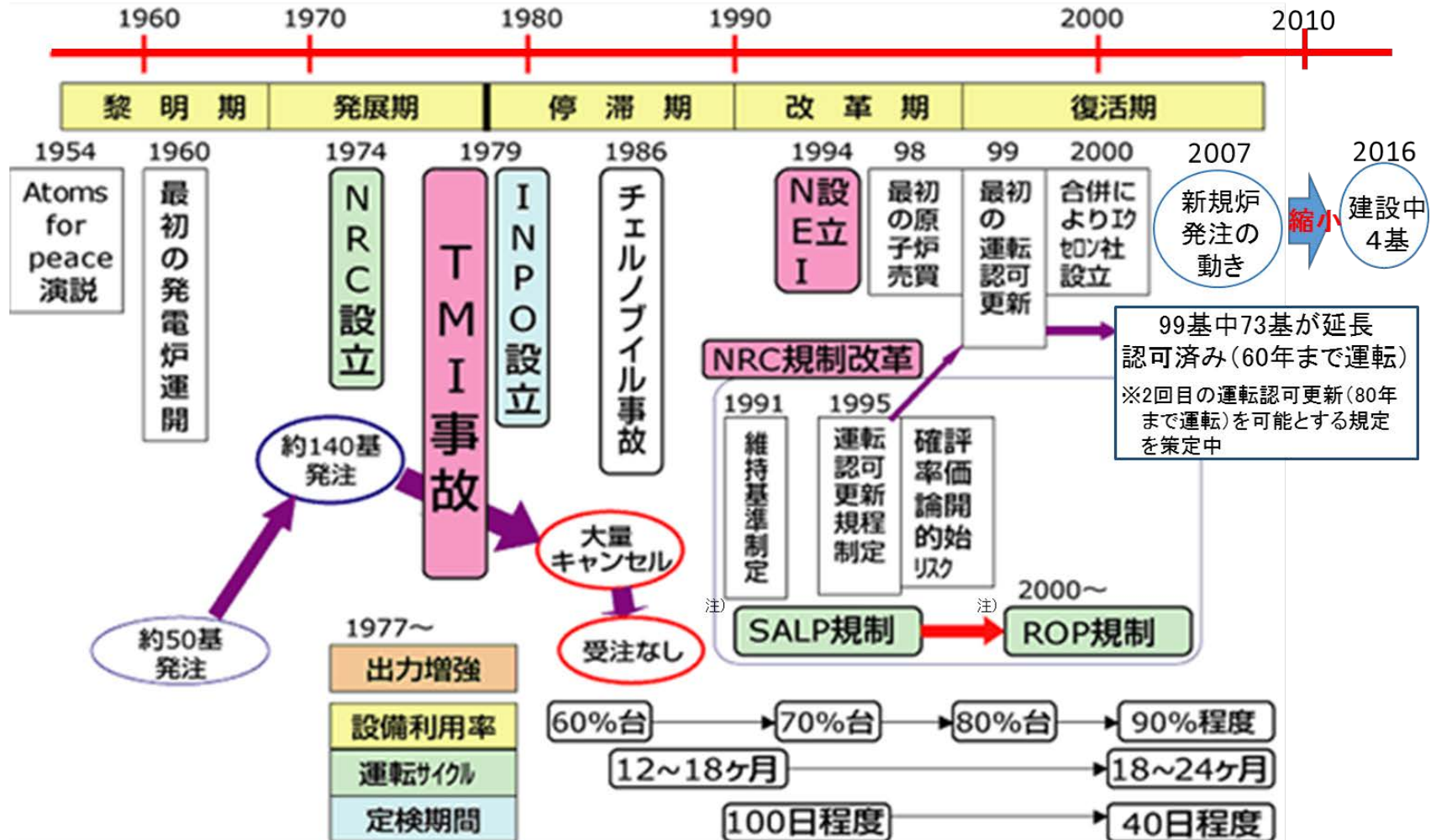
It is important that characteristics of national culture should not be viewed as an impediment to safety culture but rather as characteristics and cultural strengths to be aware of and to be used and fostered in developing safety culture. It is therefore useful for organisations, where possible, to compare experiences and benchmark with similar organisations from their own country as well as internationally.

下線部分の仮訳

- 国民性は個人の価値観や社会構造の中に組み込まれている。それが仕事の仕方に影響する。
- 国民の集団主義・集団意識が強い場合は、意思決定に際して、個人の責任を明らかにするのが重要である。現状維持意識が強い場合は、継続的改善活動の推進によって、変革を強化する文化を組織に確立することが必要である。
- 国民性は安全文化確立の障害として考えるのではなく、その特徴を生かす必要がある。国内外の組織と経験を相互比較したり、ベンチマークを実施したりするのも有用だろう。

米国における軽水炉利用の経緯①

- 米国では、スリー・マイルアイランド原子力発電所事故以降、原子力発電運転協会(INPO)・原子力エネルギー協会(NEI)等を中心とした自主的な安全性向上やリスクマネジメントの実践とともに、稼働実績及びリスク情報に基づいた規制の導入による客観性の向上に取り組んできた。
- その結果として、重要事象の発生頻度の減少や、稼働率向上、出力向上を達成し、発電電力量の増加にもつながり、安全性と経済性を両立。



注) SALP: Systematic Assessment of Licensee Performance (設置者パフォーマンスの体系的評価)、ROP: Reactor Oversight Process (パフォーマンス指標や検査等一連の活動を再構築したもの)
 出典: エネルギー総合工学研究所 季報 エネルギー総合工学Vol29 No.2(2006. 7)を基に一部編集

米国における軽水炉利用の経緯②～原子力安全向上の取組～

産業界

- 商業用原子力発電所の安全性と信頼性の向上を目的とした自主規制機関である原子力発電運転協会 (INPO) が、以下の取組等を実施。
 - 現場調査等により、運転員の知識と業務遂行能力、施設・装置の状態、運転プログラムと手順、施設管理の効率等の発電所の運転状況を調査。その結果を5段階で評価し、情報の共有のため「CEO会議」でINPO代表から直接報告。評価結果がよい場合、原子力財産保険の保険料が減免されるインセンティブがある。
 - 原子力発電所で起きた事故・事象の評価を支援するとともに、事故原因と対応策等の情報について事業者間で共有を進め、各事業者が最高の業務状況となる様に図っている。
 - 原子炉運転の専門家や運転員の訓練や、運転・営繕などに関する技術や管理方法の具体的な支援を実施。
- 事業者では、日常の運転保守活動においてリスクマネジメントを実践。さらに、INPOではエクセレンス (エクセレンス) を取りまとめ、事業者間で共有している。
 - 経営陣を含めたミーティングを毎日実施し、日々のリスク情報を共有 (日本の場合発電所内での共有の場合が多い)。
 - 設備の変更時やマニュアル変更時に、常にリスク評価を行いレビューを心掛けている。

規制

- 稼働実績とリスク情報に基づいた原子炉監視プロセス (ROP) を実施。
- ROP制度では、検査結果とパフォーマンス指標を用いて、プラント毎にパフォーマンスを評価し、その結果を総合に判断して追加検査等の規制措置を実施。

【TMI以降の産業界とNRCの大まかな動き】

80年代初期

- ◆ 1980年から約20年間 系統的な運転実績評価 (SALP: Systematic Assessment of Licensee Performance) を導入
- ◆ TMI事故以降、NRCの規制は厳格化

80年後半～2000年

- ◆ NRCの活動の中心は、新規建設の許認可から運転プラントの安全監視へ徐々に移行
- ◆ **規制への科学的合理性の導入・効率化**を順次、実施

2000年 4月全発電所に対するROPを施行

- ◆ SLAPを見直して原子炉監視プロセス (ROP: Reactor Oversight Process) を導入
- ◆ **稼働実績、リスク情報**に基づいた規制で、客観性を向上

産業界からNRC規制への懸念等

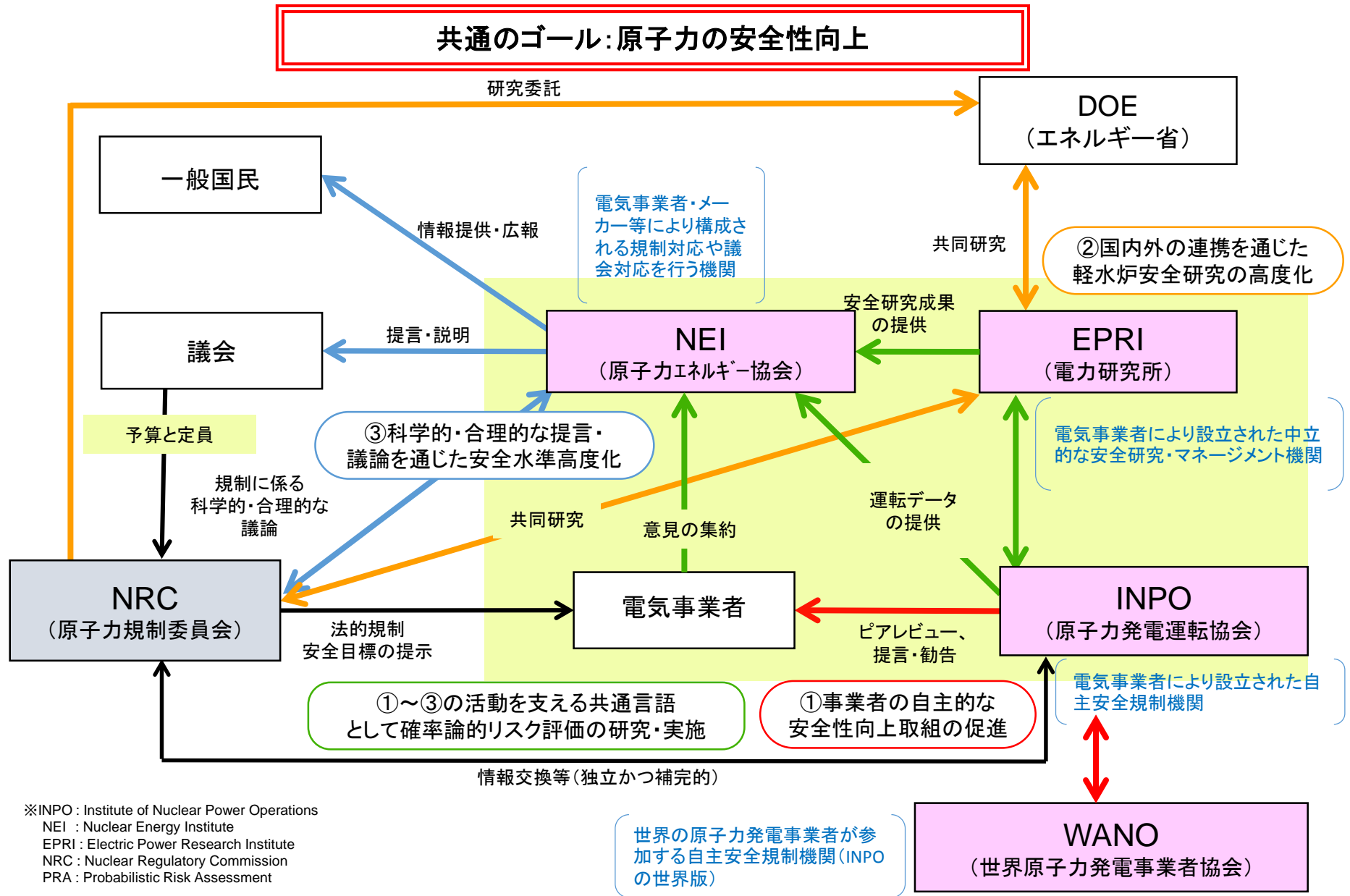
- 1986年 産業界とNRCの協調・コミュニケーションの重要性を指摘した「Sillinレポート」策定
- 1994年 NRCの規制プロセスに対する「Towers Perrinレポート」策定

等

- 1991年 NRCが24か月運転の技術仕様書変更のガイドライン (Generic Letter 91-04) 発行
- 1995年 NRCがPRA政策声明 リスク情報を活用した規制ガイドライン (RG1. 171) 発行
- 1997年 NRCがパフォーマンスベース検査ガイダンス (SECY-97-231) 発行

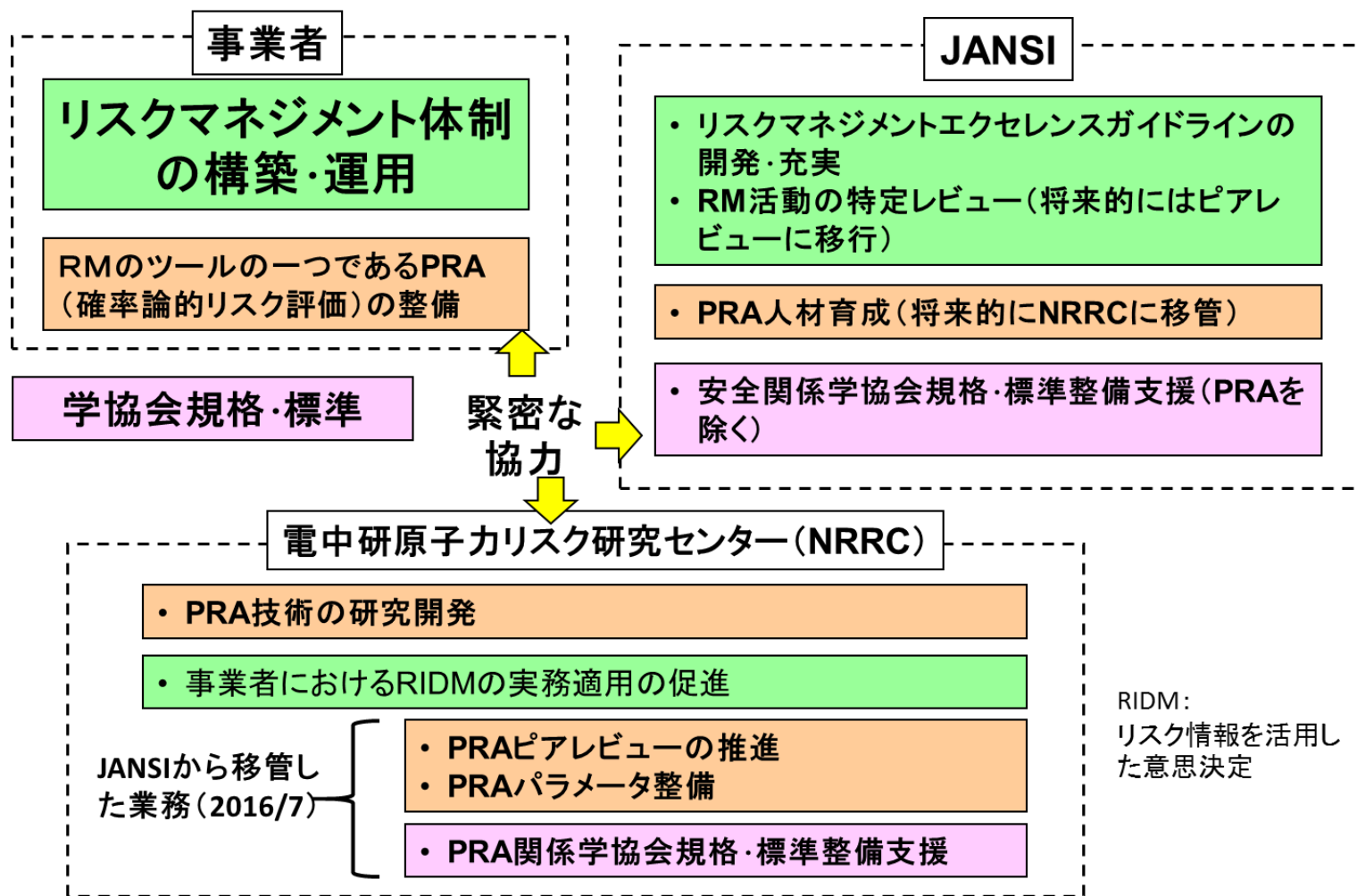
等

米国における軽水炉利用の経緯③～自主的安全向上に向けた体制～



自主的安全向上に関する我が国の取組①

- 東電福島原発事故以前、規制基準を満たせば安全であるという認識が原子力関係者に共有され、事業者による継続的かつ自主的な安全性向上に向けた取組が定着してこなかった。
- これを反省し、現在、事業者が中心となって、自主的安全性向上のための活動に取り組んでいる。



自主的安全向上に関する我が国の取組②～JANSI及びNRRCの取組～

➤ 原子力安全推進協会(JANSI)→事業者の自主的継続的安全性向上活動を評価・牽引

活動

- 自主的規制組織としての「原子力安全に焦点を当てる」自覚を職員一人一人に浸透させるとともに、技術能力を高める
- 以下の活動を行うとともに、基盤活動(情報分析活動や人材育成)を実施
 - **安全性向上策の評価と提言・勧告及び支援**
→リスクマネジメント体制の構築(一例)
 - ①全事業者CEOへの提言(経営者のコミットメント)
 - ・経営者のコミットメント
 - ・リスク管理の専門部署またはグループ等を設置する 等
 - ②JANSIによる事業者のリスクマネジメント特定レビューの実施
 - ③エクセレンスガイドライン(特定レビューの基準)の作成・整備、支援
 - **原子力施設の評価(ピアレビュー)と提言・勧告及び支援**
→①ピアレビューとエクセレンスの追及(上を目指す) ②「名誉と恥」によるピアプレッシャー(横への展開)
③再稼働、改善活動を牽引・支援(レベルアップ) ④規制機関との補完関係の確立

将来の姿(問題意識)

- ◆ **事業者CEOのコミットメント**のもと、自主規制組織として、職員ひとりひとりが高いモチベーションと技術力を有し、国内外から高い信頼を得る。これらを基礎として、**世界のエクセレンスを追求**し、事業者に提供するとともに、事業者の活動を評価・支援する。

➤ 原子力リスク研究センター(NRRC)→事業者の自主的安全性向上に必要な研究開発の中核に

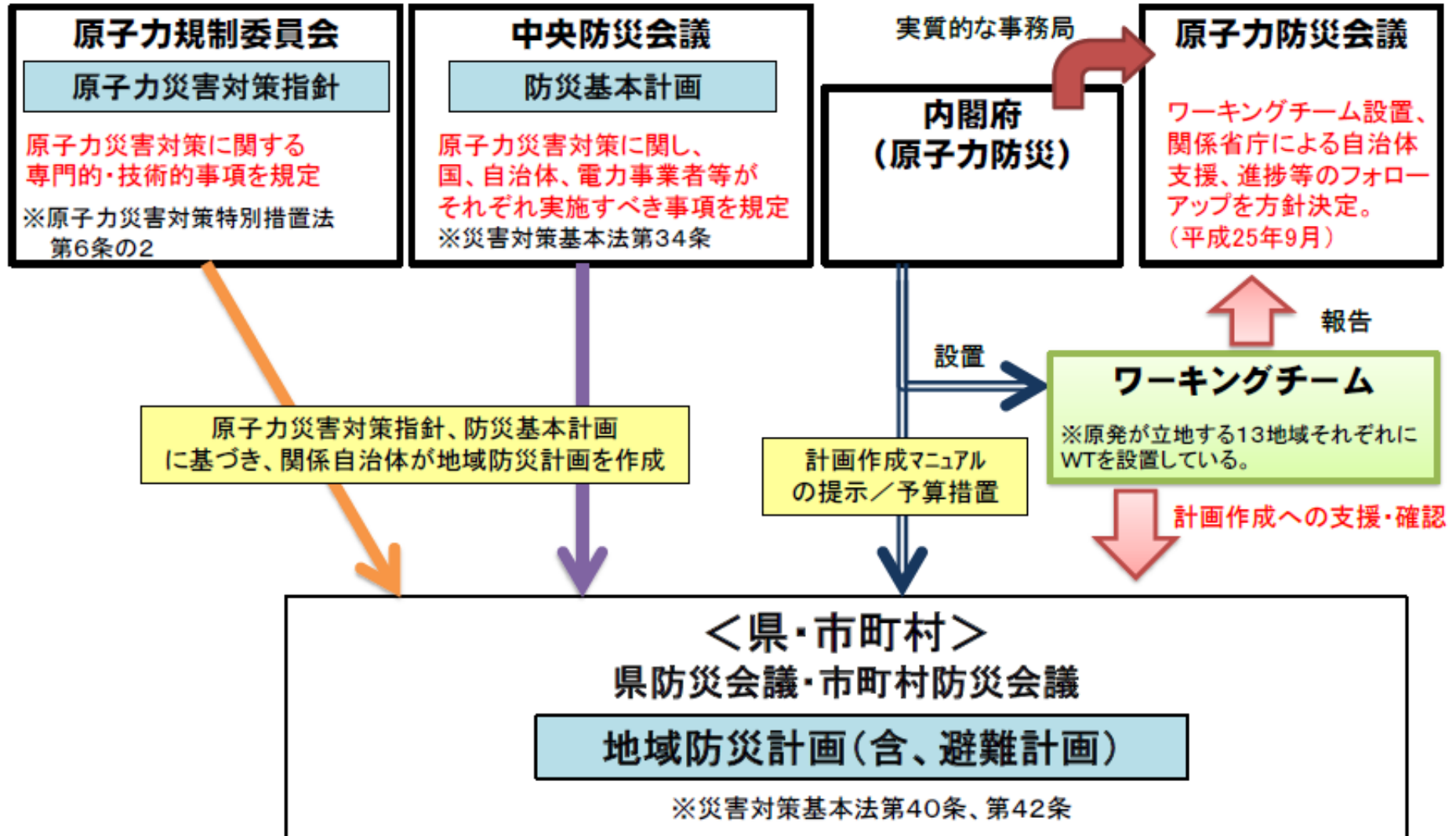
活動

- 各事業者の自主的なリスクマネジメントの強化に加え、低頻度事象に伴うリスクの低減が必要との認識
- このため、事業者の自主的安全性向上の取組に必要な研究開発を実施。
 - ①技術課題解決(発生メカニズム、応答、対策)
 - ②決定論的手法と確率論的手法(確率論的リスク評価:PRAの活用)の効果的な組み合わせ
 - ③一元的研究開発体制構築→現場適用とフィードバックを促進

- ◆ **リスク情報が事業者の方針決定等に反映(Risk-informed Decision Making: RIDM)**されるよう**特別チーム(RIDM推進チーム)**を平成28年7月に新たに設置。RIDM目標の明確化や実務への導入ロードマップ作成、PRAを活用したRIDM促進(パイロットプロジェクト)等を実施。

原子力災害対策に関する枠組みの見直し

- 東電福島原発事故後、原子力災害対策に関する枠組みが抜本的に見直され、「原子力災害対策特別措置法」等の関連法令・指針・計画等が改正された。

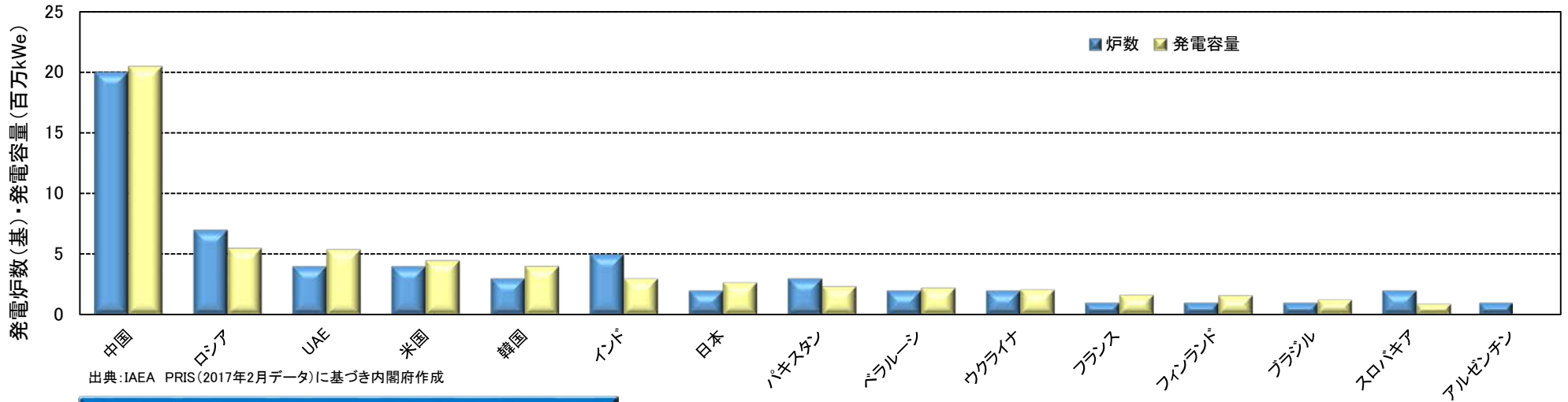


補足説明資料
～グローバル化を踏まえた国内外での取組～

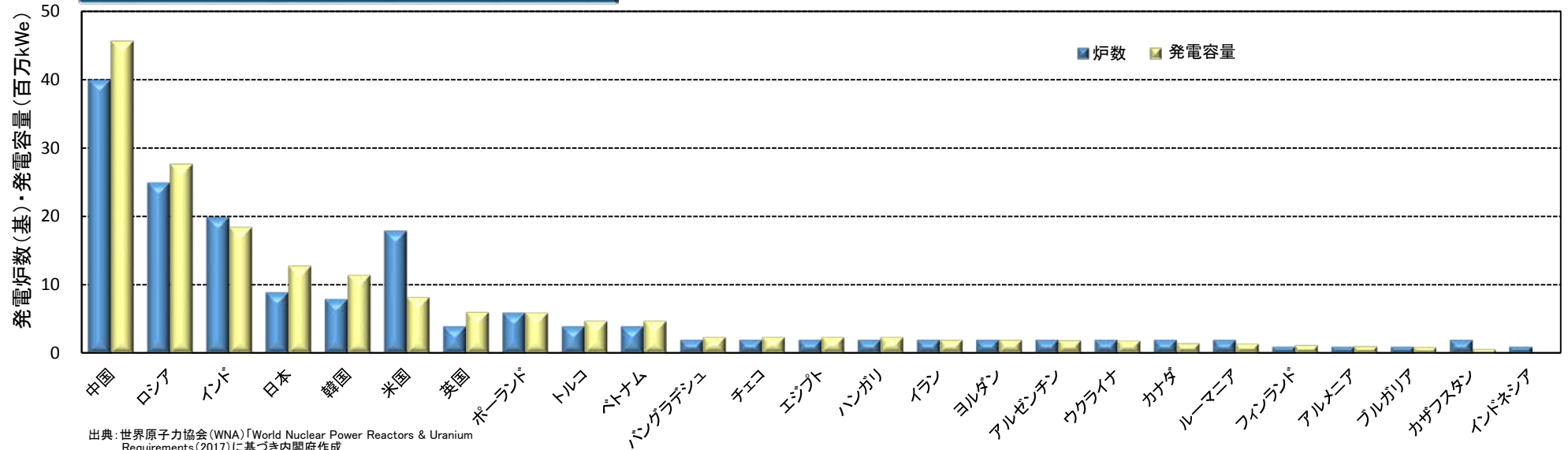
世界の原子力発電所建設計画

- IAEAは、2030年までに、世界の原子力発電所の設備容量は約10～90%増加すると予測している。
- 東アジア、南アジア、東欧等において、現在、原子力発電所の建設が計画されている。

建設中の原子力発電所(2017年2月現在) ※合計60基、約60百万kWeの原子力発電所が建設中である



計画中の原子力発電所(2017年1月現在) ※合計計164基、約170百万kWeの原子力発電所の建設が計画されている



核軍縮・核不拡散と平和利用

- 唯一の被爆国として、核軍縮・核不拡散と原子力の平和利用の推進に貢献する役割を担っている。
- 我が国としては、国際原子力機関(IAEA)に参画し、核兵器不拡散条約(NPT)等を通じ、原子力の平和利用に対する透明性の向上を図ることにより、国内外の理解を得る努力を継続している。

国際原子力機関 (IAEA: International Atomic Energy Agency)

- 1957年に発足。167か国が加盟(2016年5月現在)。
- 「原子力の平和的利用の促進」及び「軍事的利用への転用の防止(保障措置)」を目的とした機関。

核兵器不拡散条約 (NPT: Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons)

- 1970年に発効。我が国は1970年2月署名、1976年6月批准。
- 締約国は191か国・地域(2015年2月現在)。非締約国はインド、パキスタン、イスラエル、南スーダン。
- 条約には以下の事項等が盛り込まれている。
 - ・米、露、英、仏、中の5か国を「核兵器国」と定め、「核兵器国」以外への核兵器の拡散を防止
 - ・各締約国による誠実に核軍縮交渉を行う義務を規定
 - ・原子力の平和的利用は締約国の「奪い得ない権利」と規定するとともに、原子力の平和的利用の軍事技術への転用を防止するため、非核兵器国がIAEAの保障措置を受諾する義務を規定

原子力供給国グループ (NSG : nuclear suppliers group)

- 1978年にNSGガイドラインを制定。
- 48か国が参加(2016年6月現在)。
- NSGでは、「NSGガイドライン」と呼ばれる原子力関連資機材・技術の輸出国(Suppliers)が守るべき指針(法的拘束力のないいわゆる「紳士協定」:IAEA公開文書)に基づいて輸出管理が実施される。

我が国におけるプルトニウムの平和利用

- 我が国は、核不拡散条約(NPT)の下、全ての原子力物質・活動を国際原子力機関(IAEA)保障措置の下に置いており、特にプルトニウムに関しては、平和利用を大前提に、利用目的のないプルトニウムは持たない原則を堅持。
- プルトニウム利用の透明性向上を図ることにより、国内外の理解を得ることが重要であるとの認識から、内閣府は我が国のプルトニウム保有量を毎年公表するとともに、電気事業者に対してプルトニウム利用計画を策定・公表することを求めている。
(「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方について」(平成15年8月5日、原子力委員会決定))

分離プルトニウムの管理状況

| | | 平成26年末時点 | | 平成27年末時点 | |
|------------|----|----------|---------|----------|---------|
| 総量 (国内+海外) | | 約47.8トン | | 約47.9トン | |
| 内 訳 | 国内 | 約10.8トン | | 約10.8トン | |
| | | (総量) | 約37.0トン | 約37.1トン | |
| | 海外 | 内訳 | 英国 | 約20.7トン | 約20.9トン |
| | | 内訳 | 仏国 | 約16.3トン | 約16.2トン |

出典:第24回原子力委員会資料第1号

- 平成28年9月に開催された第60回国際原子力機関(IAEA)総会に、石原内閣府副大臣が出席し、政府代表として演説。この中で、『「利用目的のないプルトニウムは持たない」との原則を堅持し、プルスーマルの推進によりプルトニウムを着実に利用する考え』について言及。
- 近年、核不拡散に対する世界的な潮流が強まり、プルトニウム管理とその削減の必要性に対する関心が高まっている中、プルトニウムの回収と利用のバランスを十分考慮し、適切な管理と利用を進めるとともに、従前にも増して透明性の向上を図るための取組が必要。