

原子力の自主的な安全性の向上について

平成30年2月8日

資源エネルギー庁

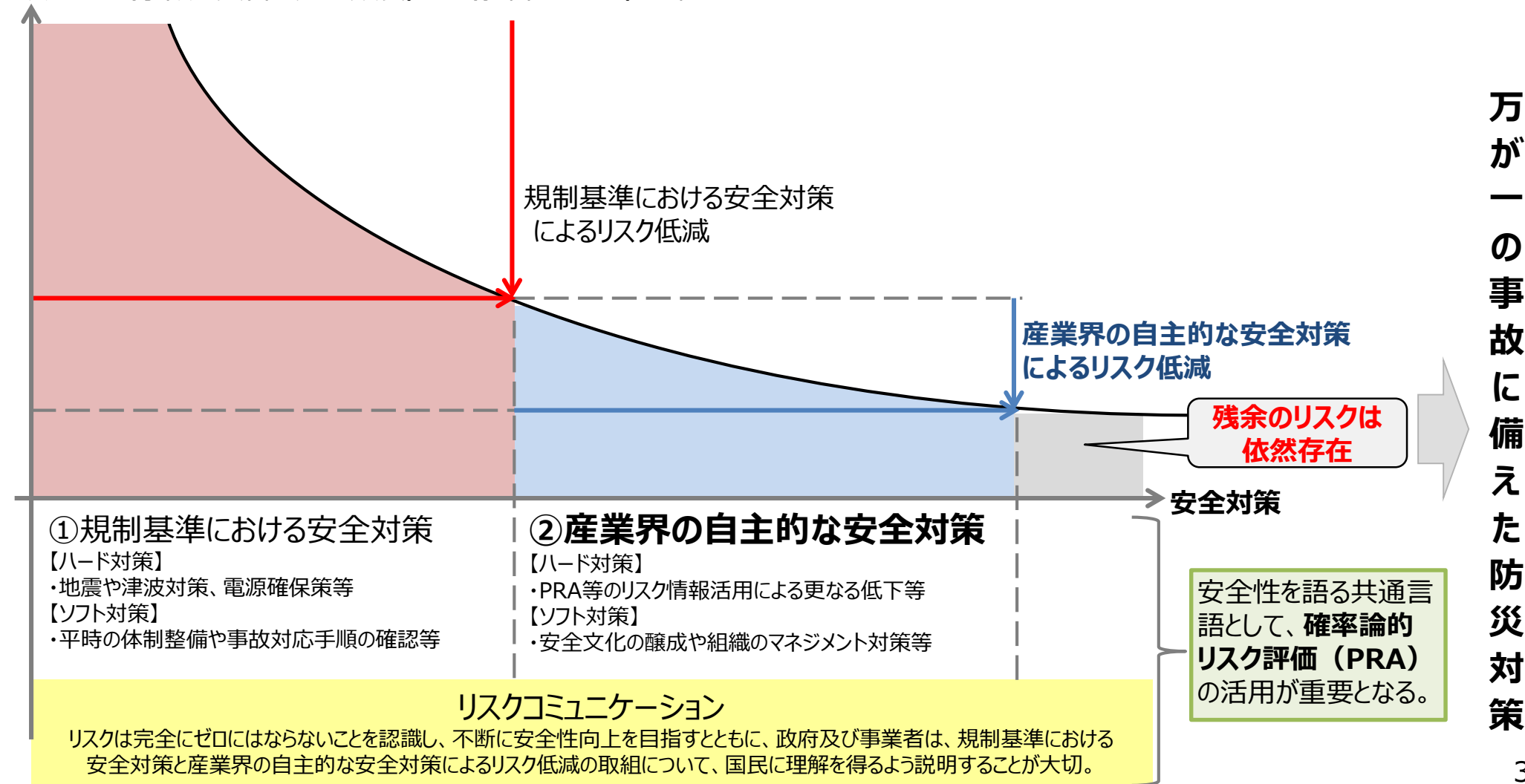
I .	これまで進めてきた取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p2
II .	今後進めるべき取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p12
III .	米国における安全性向上の取組・・・・・・・・	p20
IV .	安全性向上に係る他産業の取組・・・・・・・・	p25

I .	これまで進めてきた取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p2
II .	今後進めるべき取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p12
III .	米国における安全性向上の取組・・・・・・・・	p20
IV .	安全性向上に係る他産業の取組・・・・・・・・	p25

安全性の向上：原子力におけるリスクの考え方

- 原子力の安全確保については、リスクはゼロにならないという考えの下、①規制基準における安全対策に加え、②産業界が自主的に安全対策を追求していくことが重要。

リスク：（事故や災害の発生頻度）と（影響の大きさ）の組み合わせ



規制水準の見直し：新規制基準の策定

- 高い独立性を有する原子力規制委員会の下、世界で最も厳しい水準の新規制基準を策定。
- 新規制基準においては、地震・津波の想定を見直し、安全対策を抜本強化すると共に、重大事故の発生を防止するシビアアクシデント対策やテロ対策を新たに規定。

＜従来の規制基準＞

シビアアクシデントを防止するための基準
(いわゆる設計基準)
(単一の機器の故障を想定しても
炉心損傷に至らないことを確認)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

＜新規制基準＞

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮 (新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

(テロ対策)(シビアアクシデント対策)

新設

新設

強化又は新設

強化

事業者による新規制基準対応（例）

1. 福島事故を踏まえた、事故を防止するための対策の強化

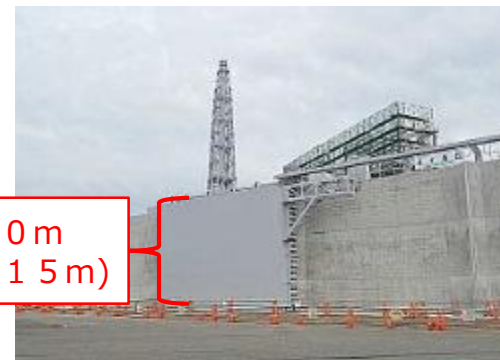
①大規模な自然災害が発生しても設備の故障を防止

- （例）・最大級の津波にも耐える防潮堤の設置
- ・建物内への浸水を防止する水密扉の設置
- ・配管のサポート強化等による各設備の耐震性の向上

②火災、停電などへの対策を強化

- （例）・火災感知器、消火設備の追加設置による火災対策の強化
- ・電源車の設置等による停電対策の強化

【防潮堤（柏崎刈羽原発）】



2. 万一、シビアアクシデントが発生した際に備える対策の導入

①原子炉中の燃料の損傷を防止

- （例）・ポンプ車等により、非常時に外部から炉心に注水を行う設備を構築

②格納容器の破損を防止する対策の導入

- （例）・格納容器内の圧力・温度を下げるための設備（フィルタ・ベント）を設置
- ・溶けた燃料により格納容器が破損することを防止するため、溶けた燃料を冷却する注水設備（ポンプ車、ホースなど）を導入。

③敷地外への放射性物質の拡散抑制対策

- （例）・屋外放水設備（大容量放水システム等）の設置など

④非常時における指揮所の確保

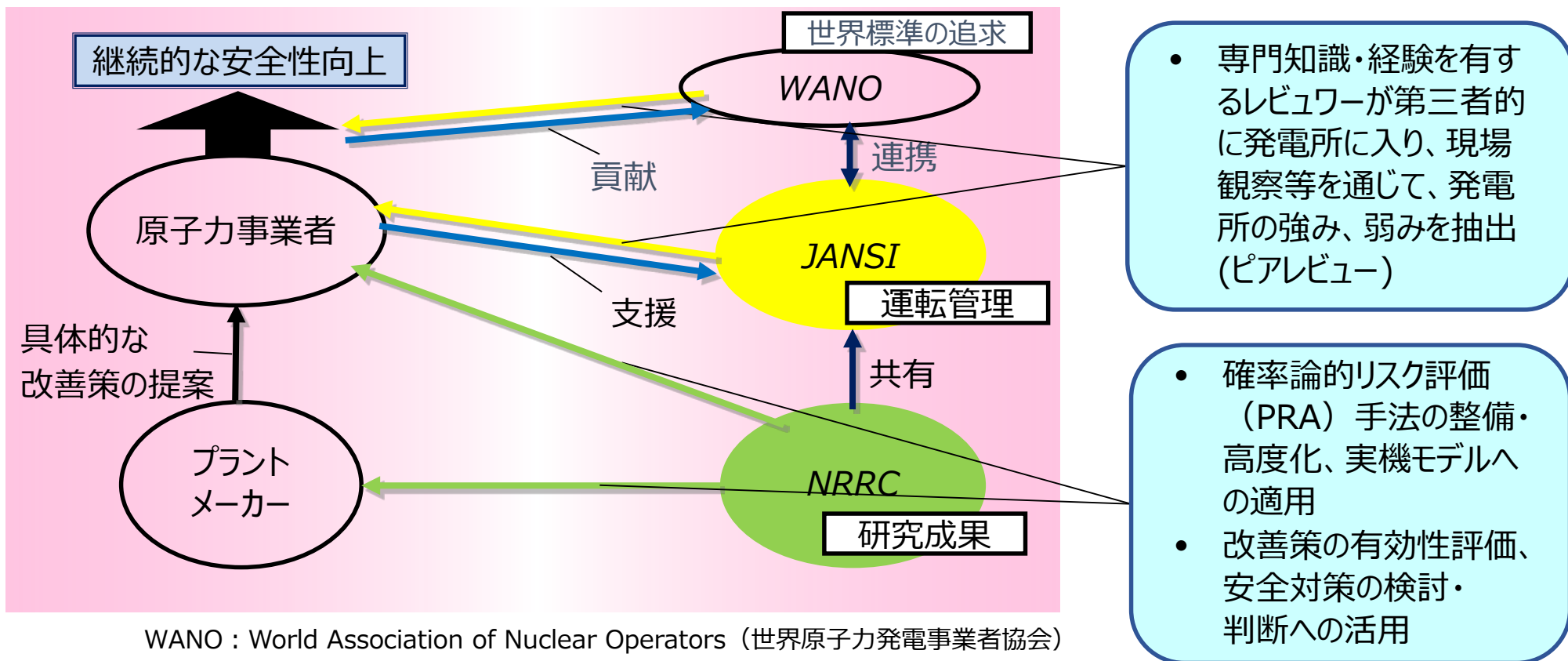
- （例）・耐震、放射性物質対策を施した緊急時対策所の整備

【屋外放水設備】



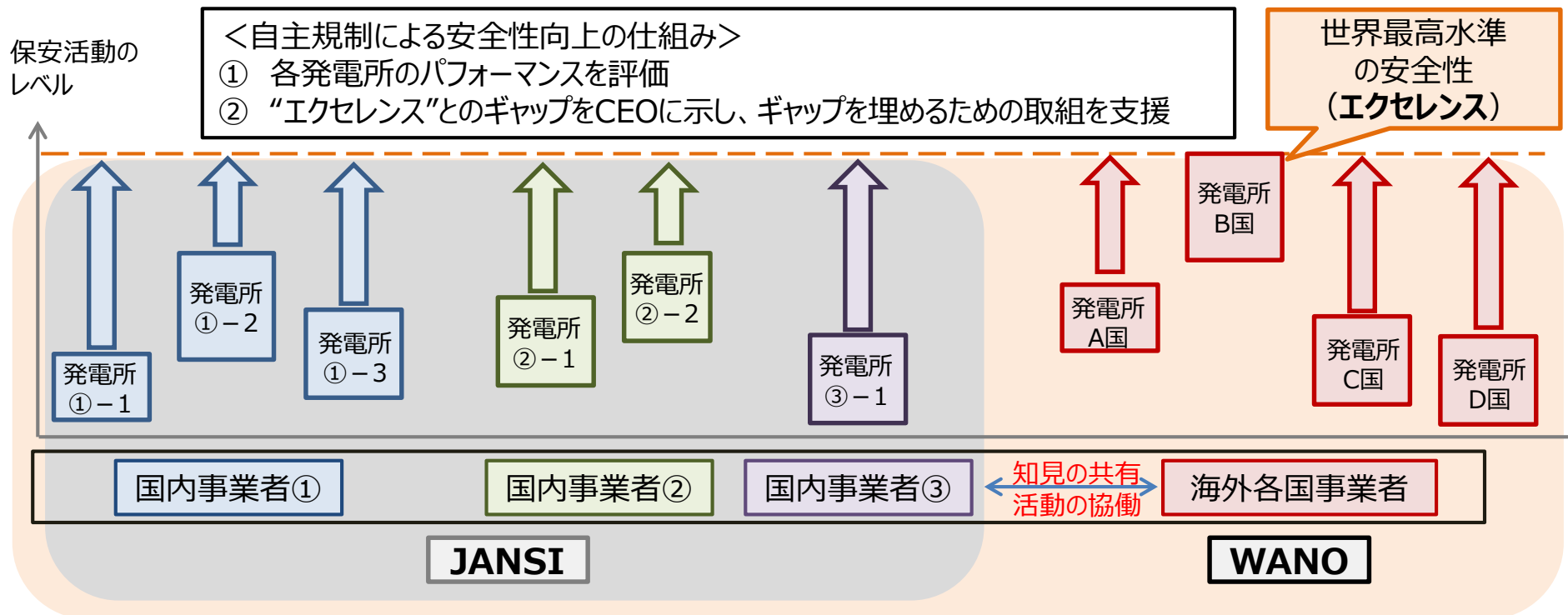
事業者の安全性向上を支援する組織の設立（JANSI、NRRC）

- 原子力の安全性向上には、事業者の自主的な取組を**効果的に支援する機能**が必要。
- 2012年11月15日、事業者から独立して強力に原子力安全を牽引する組織（自主規制機関）として、**原子力安全推進協会**（JANSI：Japan Nuclear Safety Institute）が設立される。
- 2014年10月1日、地震や津波等の外部事象のリスクをはじめとする評価手法の開発を目的として、**原子力リスク研究センター**（NRRC：Nuclear Risk Research Center）が設立される。



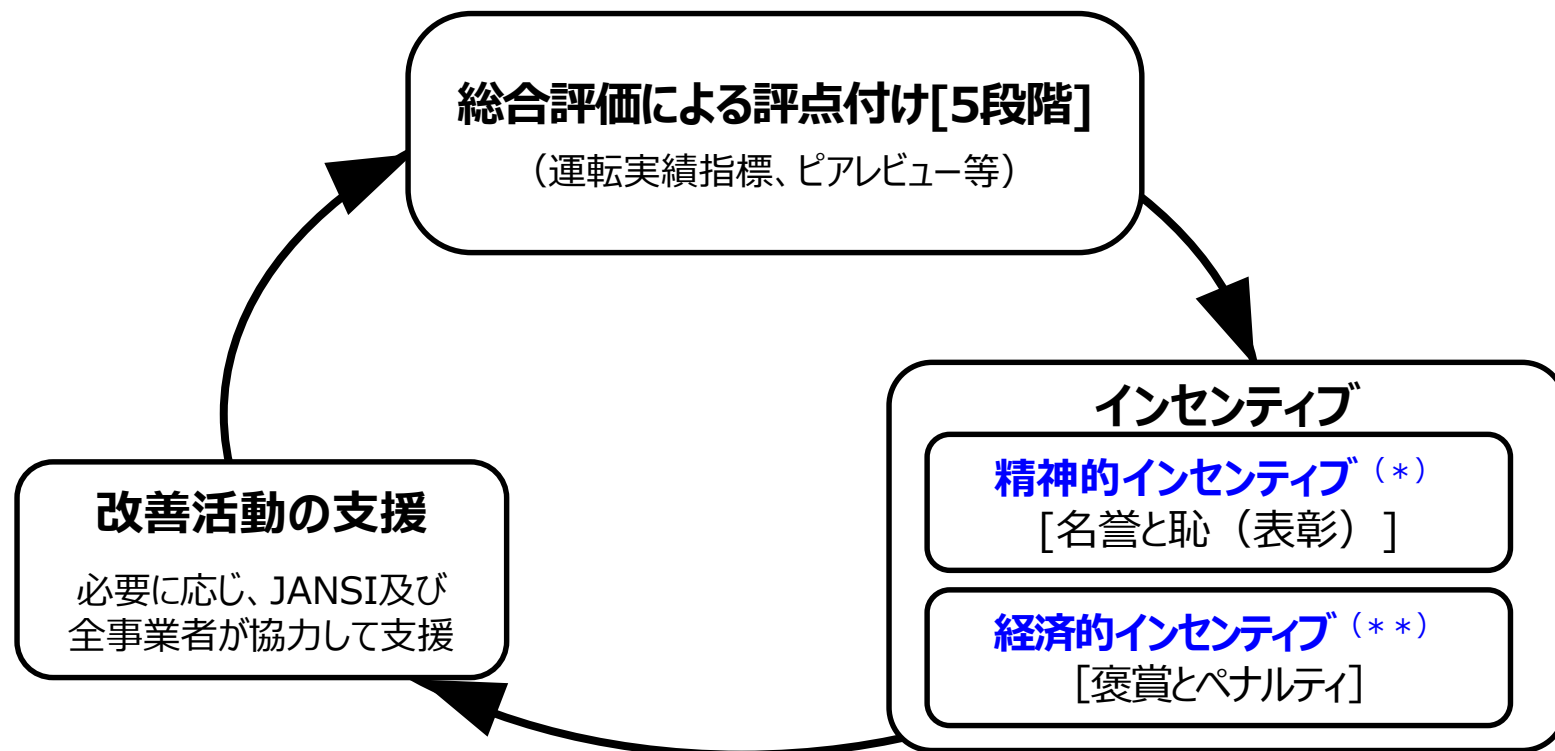
JANSIによる自主規制の取組 ①発電所のピアレビュー

- JANSIは、発電所の安全性・信頼性向上のために、**ピアレビューにて下記の取組を実施**。
 - 施設を訪問し、運営状況や設備状態の観察、事業所員との面談を行い、発電所のパフォーマンスを評価
 - 評価結果から、「要改善事項（安全性における世界最高水準（エクセレンス）とのギャップ）」と「良好事例」を特定し、JANSI内で評価し、JANSIのCEOから事業者CEOに報告
 - 原子力業界内で情報共有
- 2012年の発足以降、これまで**9発電所で延べ11回のピアレビューを実施**。
- 今後、発電所だけでなく、**本店を含めた事業者のリスクマネジメント状況のレビュー**実施も検討。



JANSIによる自主規制の取組 ②発電所総合評価とインセンティブ付け

- 運転実績やピアレビュー等を踏まえ、**発電所が安全に取り組む活動等を総合的に評価・ランク付け**。
- ランク付けに基づき、**事業者に自主的な安全性向上のインセンティブを与え**、取組改善を促進。
- 今後も原発の再稼働が進む中で、**評価指標の拡充**に取り組むなど、活動の実効性を改善。



(*) 全事業者CEOが居並ぶ前で、優秀な発電所を表彰。

(**) 総合評価結果に応じて、当面はJANSI会費の割増引きを実施。
(将来条件が整えば、原子力財産保険料の保険料を減免)

リスク情報の活用に向けた取組 ①確率論的リスク評価（PRA）

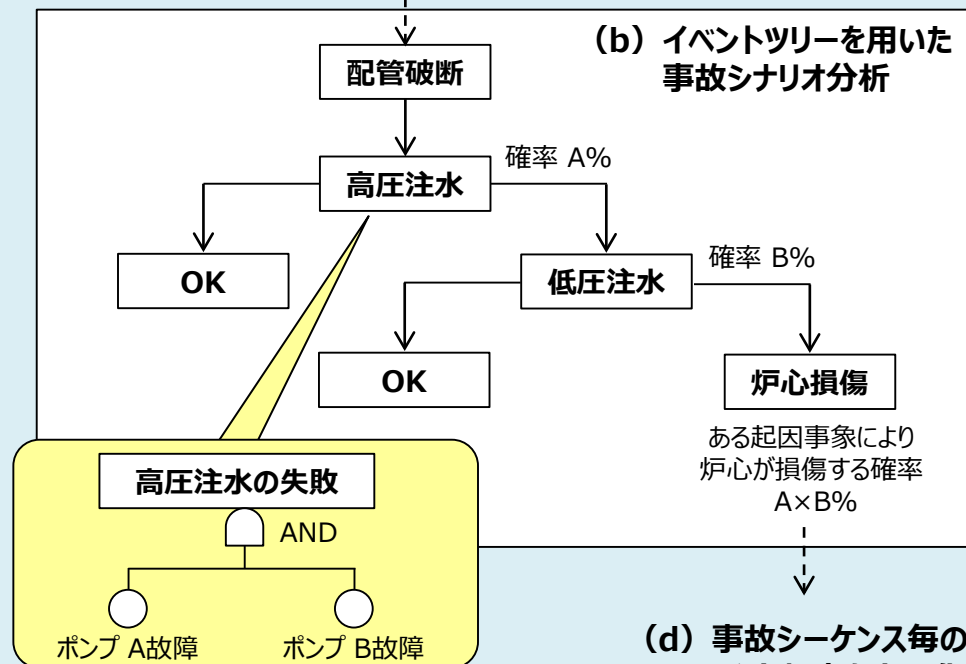
- 原子力施設等で発生するあらゆる事故について、**確率論的リスク評価（PRA）**により**事故の発生頻度と発生時の影響を定量的に評価**し、リスク上重要なシナリオを特定。
- PRAでは、**レベルを3段階に分けて評価**。事故後は新たに、**地震や津波等の自然災害**も含めたリスクを定量的に把握するため、**NRRCにおいて外的事象の評価手法の開発を開始**し、事業者の取組を支援。

PRAの評価手法

(a) 起因事象の選定

- ・ 内的事象（内部火災、重量物落下）
- ・ 外的事象（地震、津波、火災、溢水）

(b) イベントツリーを用いた事故シナリオ分析

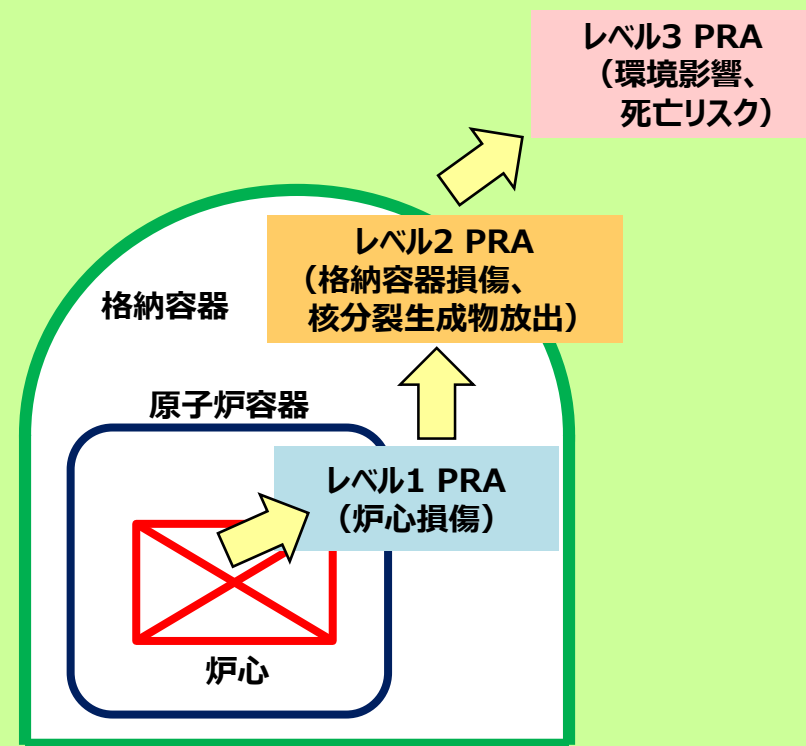


(c) フォールトツリー解析によるシステムの信頼性評価

(d) 事故シーケンス毎の発生頻度を定量化

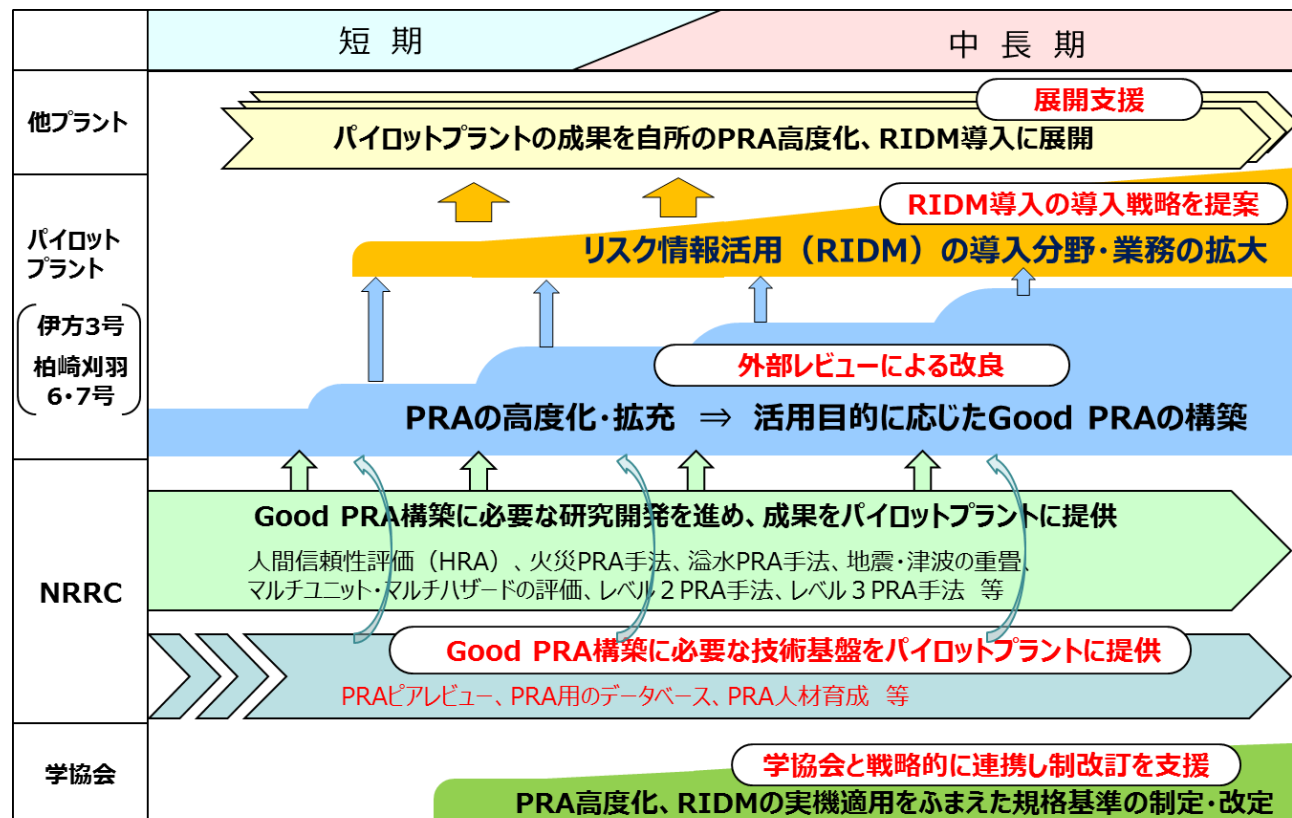
PRAの評価範囲

炉心損傷から環境への影響までを3つのレベルに分けて評価



リスク情報の活用に向けた取組 ②戦略プラン、実機への適用

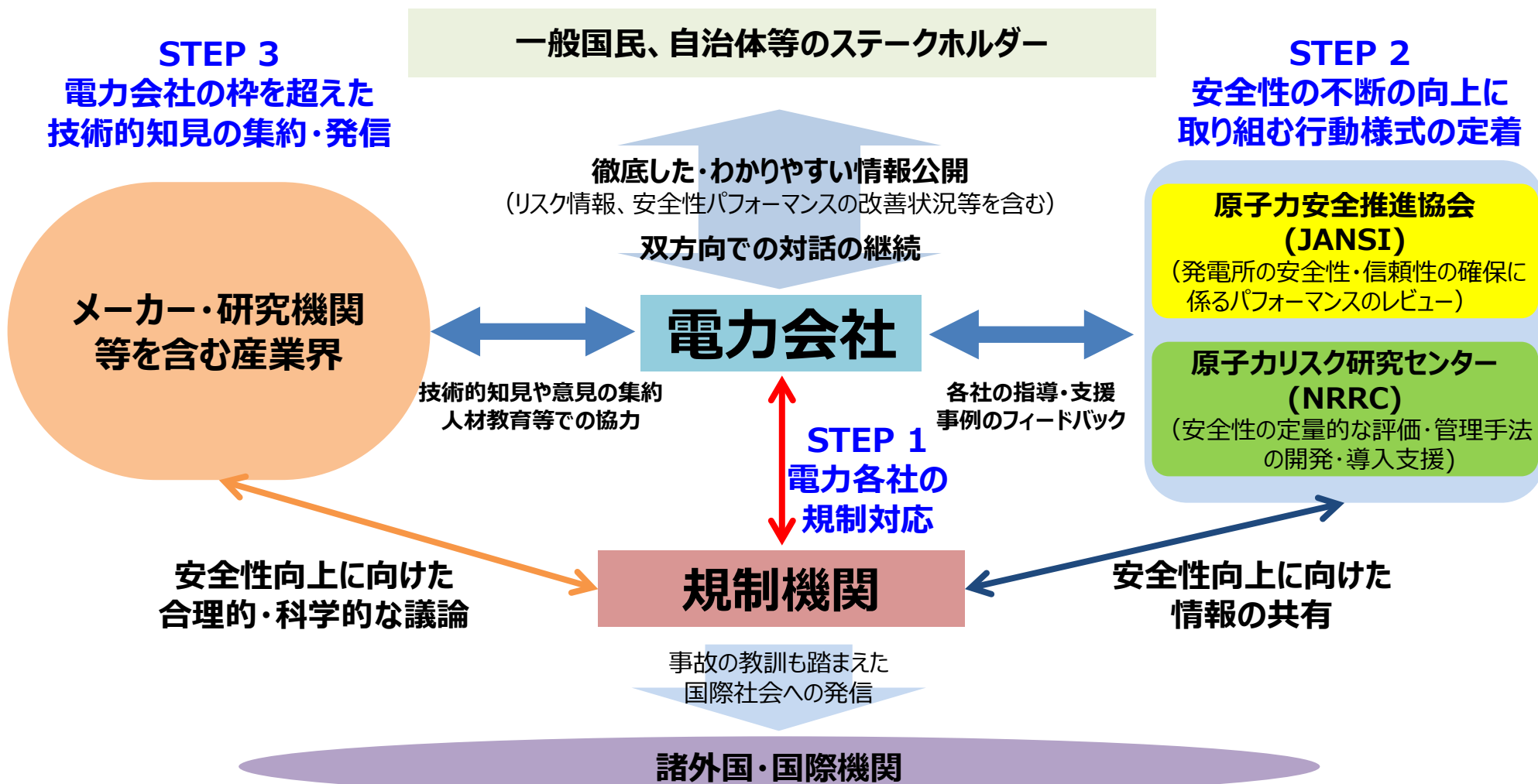
- 発電所の安全性向上に継続的に取り組むため、NRRC協力の下、事業者は「**リスク情報を活用した意思決定プロセス導入のための戦略プラン**」を策定。
- 国際的な先行事例に比肩する品質のPRAを実現するため、NRRCの支援の下、**四国電力伊方発電所3号機、東京電力柏崎刈羽6・7号機をパイロットプラントとしたプロジェクト**において、RIDM（Risk-Informed Decision Making）の導入分野の拡大に向け、**PRAの評価対象範囲を順次拡大**する等、PRAを随時改善。



2017年4月4日
自主的安全性向上・
技術・人材WG
第14回資料

継続的な原子力の安全性向上のための自律的システム（イメージ図）

- 原子力の安全確保では、規制要求を満たすのみならず、リスク情報の活用や事業者間の切磋琢磨により、**自主的な安全性向上の取組を継続し、リスクを適切に管理することが必要。**
- 安全性向上に向けた**産業界と規制機関の議論**や、地域住民等への**わかりやすい情報公開**も重要。



I .	これまで進めてきた取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p2
II .	今後進めるべき取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p12
III .	米国における安全性向上の取組・・・・・・・・	p20
IV .	安全性向上に係る他産業の取組・・・・・・・・	p25

自主的安全性向上WG設置の背景とこれまでの取組

- 2013年7月以降、**原子力小委員会の下にWGを設置**し、原子力の自主的安全性向上について、継続的に議論を実施。2014年5月には、リスクマネジメントやピアプレッシャー等の重要性や、これらの機能を実現していくための**「ロードマップの骨格」を共有**。
- 2014年9月からは、技術・人材もテーマに加え、**ロードマップの進捗フォローと業界大の取組を議論**。

WG設置の背景：

- 福島第一原発事故を経験した我が国は、規制水準を満たすのみならず、産業界の自主的かつ継続的な安全性向上により、世界最高水準の安全性を不断に追求していくことが重要。そのためには、下記の取組が必要。
 - ① 産業界による自主的かつ不断に安全を追求する事業体制の確立や安全文化の醸成
 - ② 軽水炉安全性向上に資する技術等の開発、安全な廃炉に向けた人材の維持・発展等

これまでの取組と成果：

- ① リスク情報の活用へ向けた事業者共通の基盤の構築（NRRC設立とその後の取組成果）
 - － 自然外部事象（竜巻対策・火山対策等）、シビアアクシデントなどの低頻度ではあるが大きな影響をもたらし得る事象の解明や対策の検討
 - － 各事業者の実務におけるRIDMの適用の支援・推進
- ② 安全対策の継続的改善に向けた事業者相互のピアプレッシャー制度の導入（JANSIの設立と取組成果）
 - － 9発電所で延べ11回のピアレビューの実施（各CEO/CEO会議への提言・勧告）
 - － 「発電所総合評価システム」の導入（運転実績指標の運用等） 等

WGにおける議論の中間整理と今後の課題

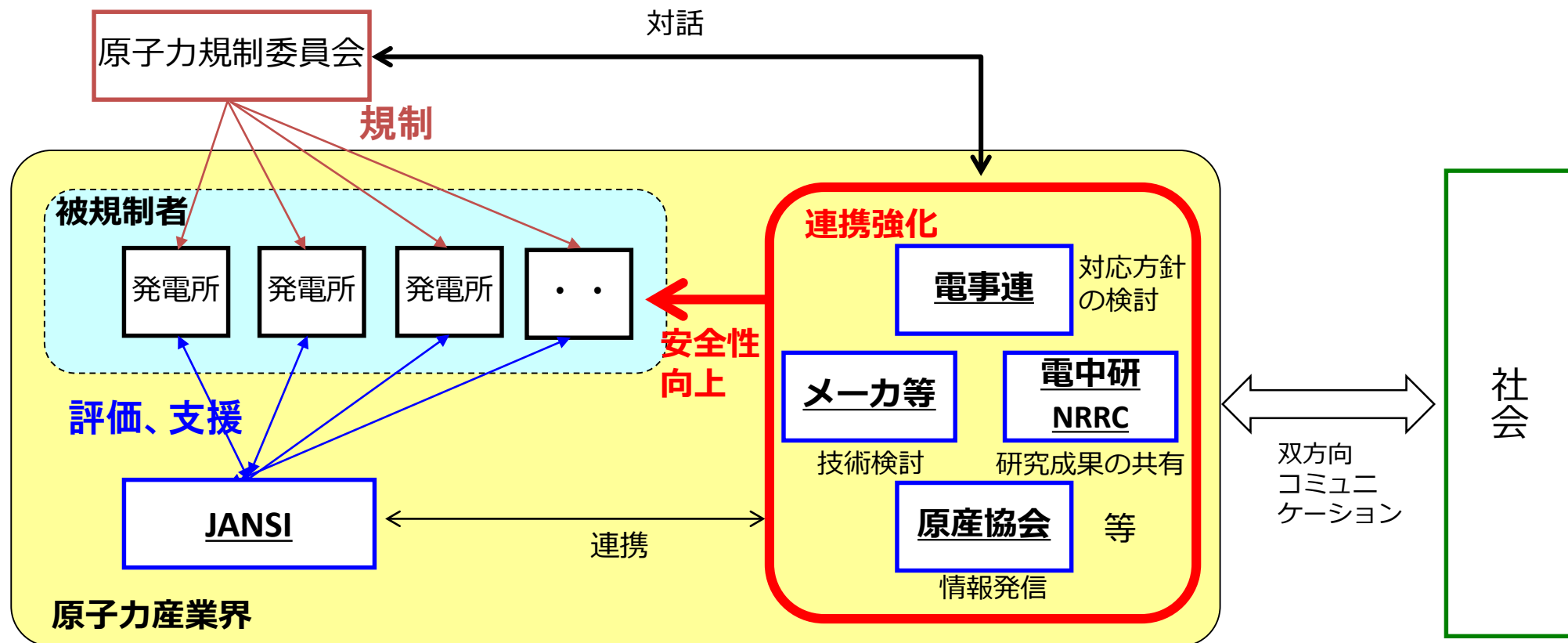
- 2017年6月に**中間整理**を行い、これまでの達成状況を振り返るとともに、今後の課題を整理。
- 米国の事例を参考とした「**日本版NEI**」の**枠組み作り等、産業界における更なる取組強化**を検討中。

残された課題と今後の取組（2017年6月 WGの議論の中間整理）：

- ① 自律的システムを実効的なものとするための「作り込み」
 - 各電気事業者が、リスク情報を活用した意思決定（RIDM）やピアプレッシャーの仕組み等を活用して、安全性を向上させる実績を積み重ねる
 - 産業大で、エクセレンスの達成に向けた個社へのバックアップの仕組みや、適切な動機付けを行う
 - 情報公開や対話について、業界大でのバックアップや標準化等の統一的な対応、過去の経緯や地域的特性を踏まえた事業者各社による創意工夫を通じて、実効的なものにする
- ② 自律的システムによる継続的な原子力の安全性向上の実現
 - 自律的システムに関わる全てのステークホルダーの間での信頼関係を構築する
- ③ 自律的システムの実効性についての検証と改善を行う仕組み
 - 自らの取組、及び自律的システム全体のあり方について、不断の検証と改善を行う

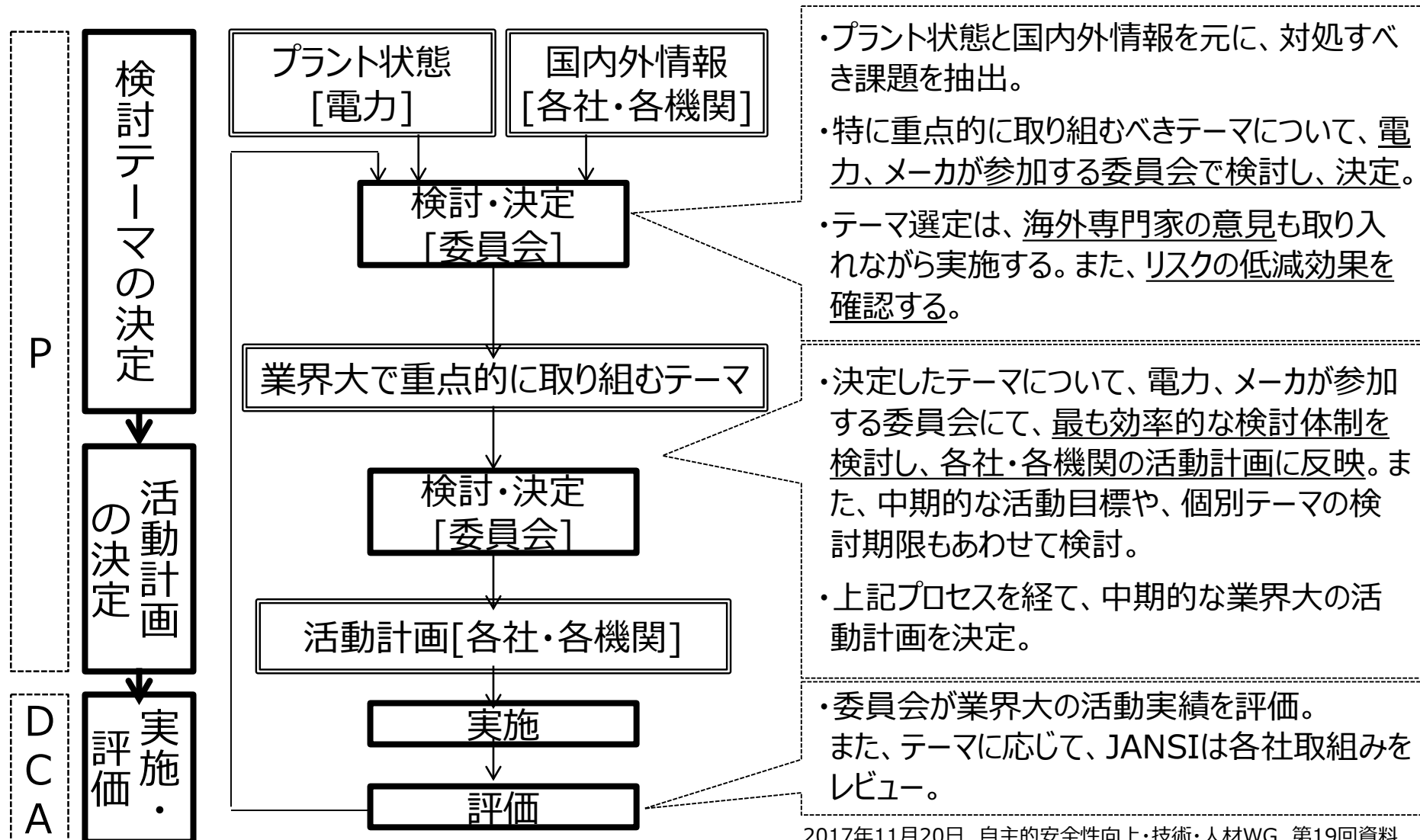
産業界における取組強化のイメージ

- 今後、**業界大での連携を強化し、現場の安全性を更に高い水準に結び付けていく仕組み**を確立。
- 業界大での**検討テーマの決定、活動計画の策定、実施・評価**により、安全性向上の**PDCA**を回す。
- 個別テーマに関する技術検討の結果は、**技術レポートとして公開し、社会からの意見に耳を傾けるとともに、規制当局とも対話**。
- レポート内容は**電力・メーカの委員会でコミット**し、現場の対策を実行。**実施状況は定期的に確認**。



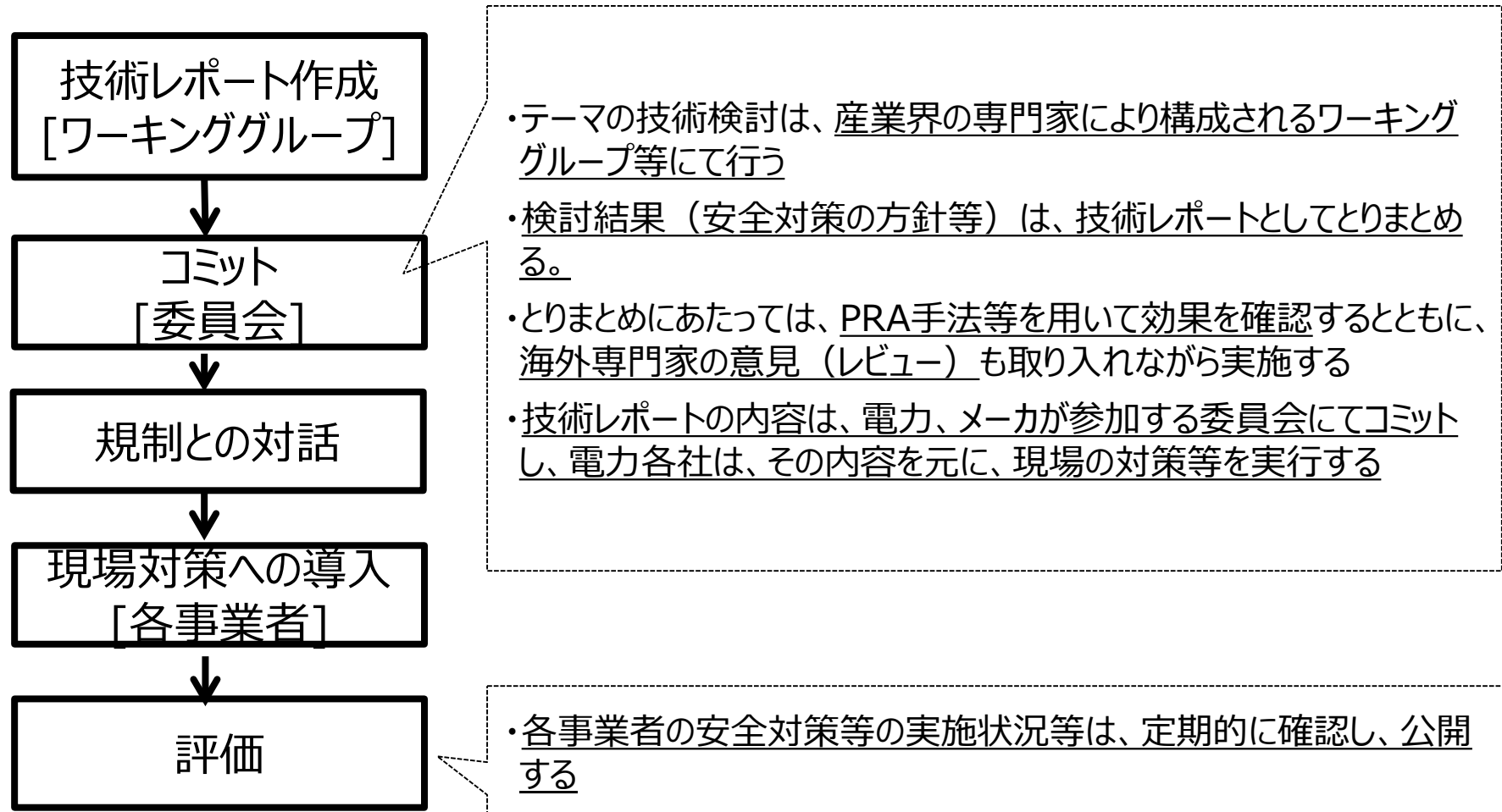
(参考) 安全性向上の取組のPDCAサイクル

- 以下の業務プロセスに従い、**業界大で重点的に取り組む事項を活動計画として定める**とともに、**実施状況を評価することでPDCAを回していく。**



(参考) 技術レポート作成プロセス

- 決定された活動計画に従い、個別のテーマの技術検討を行い、**検討結果は技術レポートとしてとりまとめ、電力・メーカーが参加する委員会でコミットし、現場の対策を実行する。**
- **実施状況は定期的に確認**する。



業界大での検討課題（テーマ）の例

- 国内で認識されている課題（トラブル情報、技術人材RMの個別課題、規制課題等）や、国内外の新知見等を元に、**業界大で取り組む課題を抽出**。
- 定量的・定性的なリスク等の低減効果や緊急性等を勘案しながら、**対応の優先順位を検討**し、業界として取り組んでいく**検討課題（テーマ）を特定**。

項目	検討テーマの例
リスクマネジメントに関する事項	・事業者のリスクマネジメントの実施にあたっての組織・個人に対する期待事項を具体化したガイドライン等 ・取組み実績の指標に関するガイドライン等
新たなリスク低減対策（ハード、ソフト対策）	・最新知見を元にした、リスク低減に資するシビアアクシデント対策設備や手順の検討
新たな知見への対応	・地震・津波等の新知見に対する対応方針
規制制度の制度運用に関する事項	・新検査制度の具体的運用方法 ・規制基準の適合の具体的ルール（仕様規定）や、その内容を具体化したガイドライン等

今後の取組に向けた留意点（自主的安全性向上・技術・人材WGでの主なご指摘事項）

(1)技術的課題

- ・現場で導入済のPRA(確率論的リスク評価)ツールを活用し、実績を積み重ね、結果を示していくべき。
- ・「技術レポート」作成は、独立性を担保すべき。実行に向けて、事業者間の差を埋めるサポートも必要。
- ・目指すべき安全目標の設定と、達成手段の合理性判断（バリュー・インパクト解析）が必要。

(2)社会への発信・コミュニケーション

- ・現場のエンジニアの生の声等、リスク管理に実際に取り組む人々の姿を見せていくことが必要。
- ・RIDM(リスクに基づく意思決定)の内容を国民や自治体にわかりやすく伝えるための手段が必要。
- ・ピア・レビュー、ピア・プレッシャーにより、自律的に安全性を向上させていく仕組みを作るべき。
安全性向上のコミットメントについて、社会に納得される倫理的インセンティブ付与が必要。

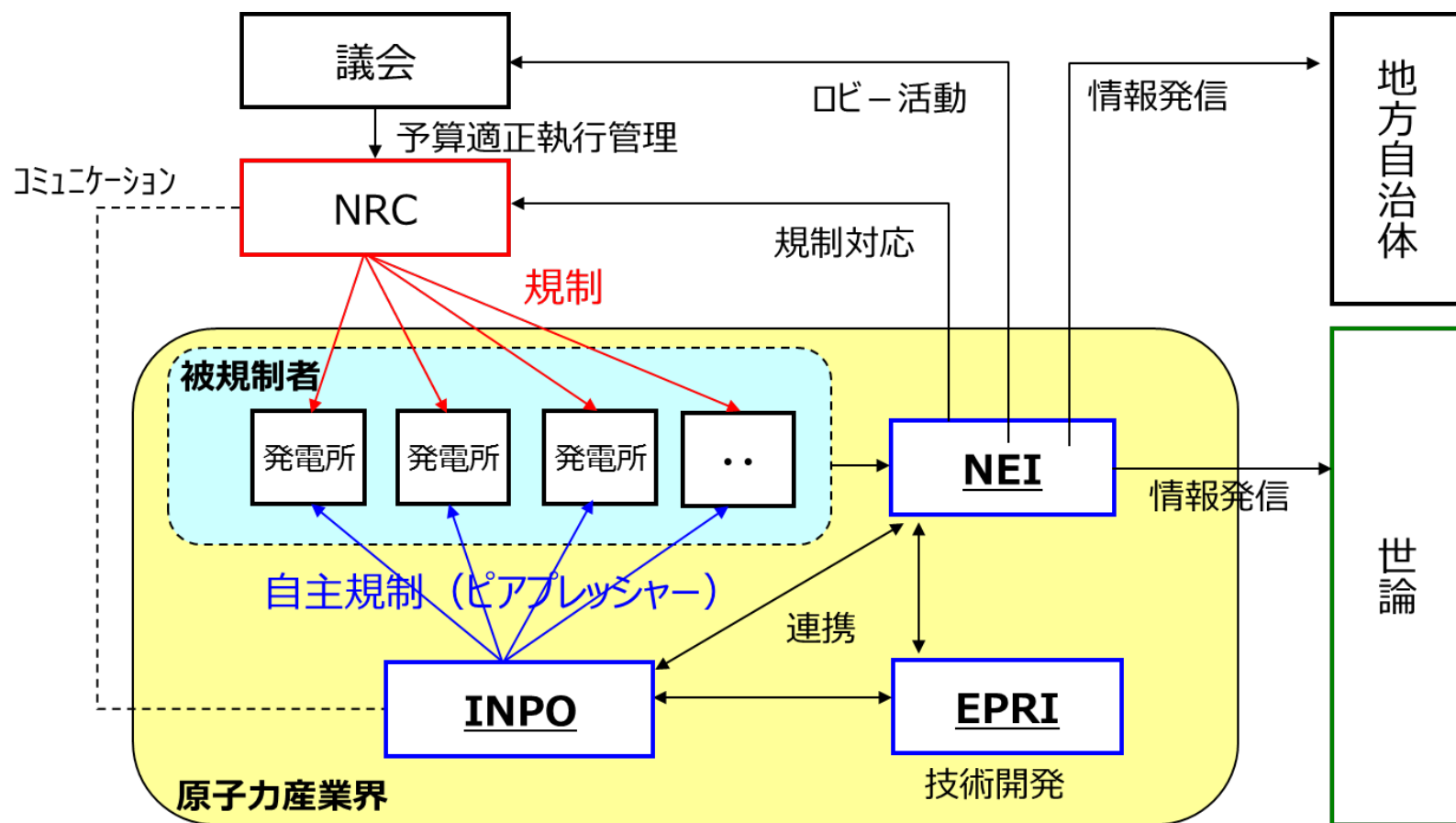
(3)リーダーシップ・政策課題の提言機能

- ・市民として知りたい点は、今後原子力事業がどう変わり、そのうえでどう信用し、託していけるか。
メーカーやゼネコン等の関係者も参画した、新たな関係性の下で取り組んでいく姿勢も示すべき。
- ・関係者間での相互作用など、システム全体を俯瞰すべき。業種の枠を超えた人材育成等も必要。
- ・事業者が、能動的に自らの考え・提案をパブリックドメインに示し、様々な意見を得ていくべき。
技術的課題の解決に向けて、事業者が自ら基準を策定・公開し、認知を得ていくような能動性が必要。

I .	これまで進めてきた取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p2
II .	今後進めるべき取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p12
III .	米国における安全性向上の取組・・・・・・・・	p20
IV .	安全性向上に係る他産業の取組・・・・・・・・	p25

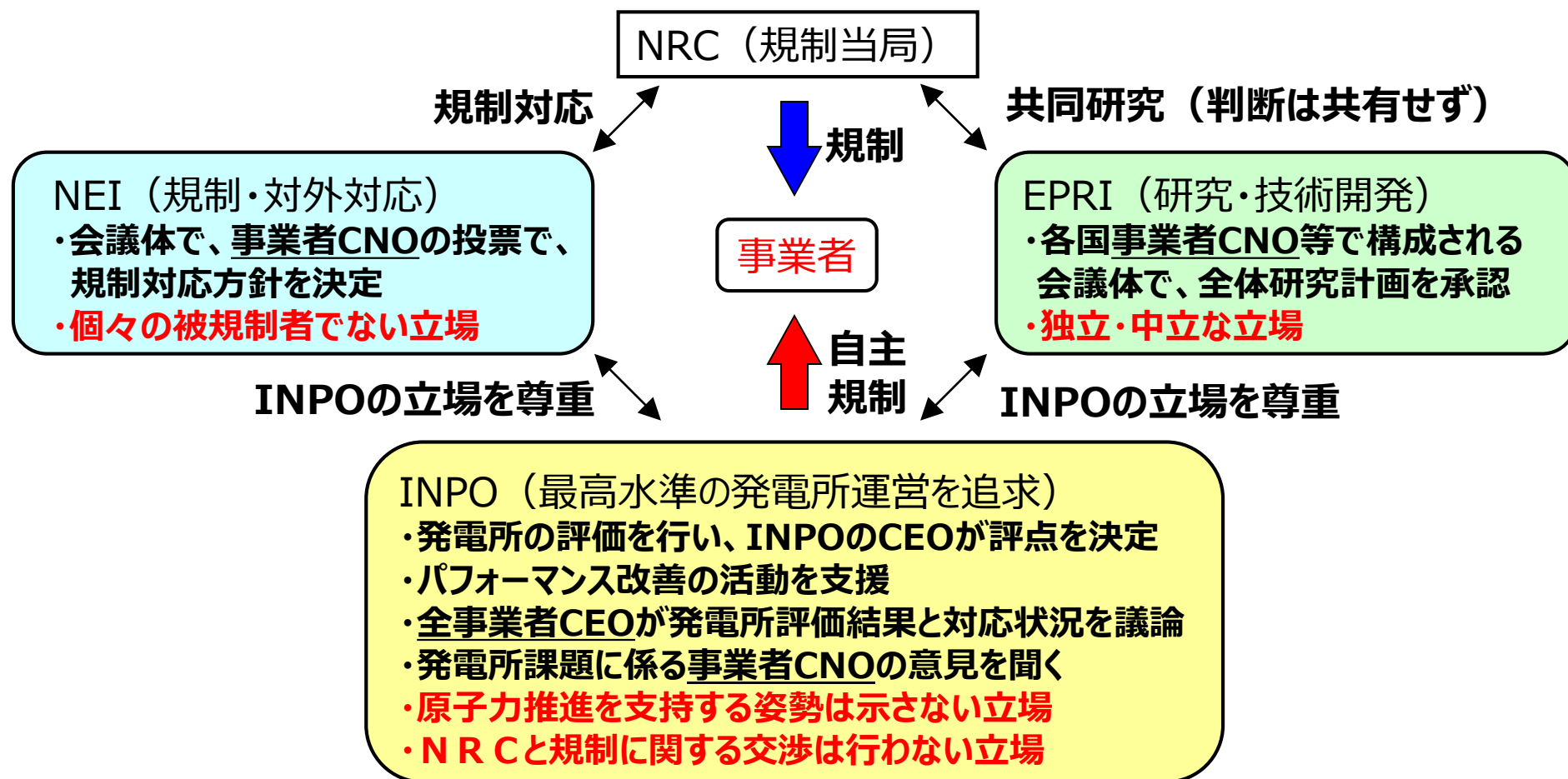
米国における原子力安全の関係機関

- 米国では1979年3月のスリーマイル島（TMI）原発事故後、**原子力安全に係る複数の組織**が設立。
- 米国原子力規制委員会（NRC）が法的な規制を行う一方、①**原子力エネルギー協会（NEI）**による規制機関との折衝・対外的な情報発信、②**米国原子力発電運転協会（INPO）**による自主規制、③**米国電力研究所（EPRI）**による技術開発、という産業界における役割分担の下で、互いにコミュニケーションをとりながら、**産業界全体で安全性向上の取組を推進**。



米国 3 関係機関における役割分担と相互連携

- 3 者がそれぞれ運営する会議体に相互に参加し、**共通認識を醸成**。
- 3 者が互いに連携を図り、**原子力産業界としての統一見解（One Voice）を発信**する体制を確立。
- 福島事故後には、3 者が共同で「The Way Forward」プロジェクトを立ち上げ、**米国原子力産業界として中・長期的に必要となる対策**を検討。



米国原子力エネルギー協会（NEI）の具体的な取組

- NEIでは、**規制対応、ロビー活動、情報発信**の取組を通じて、**米国の原子力産業界をけん引**。

規制対応：

- 被規制者としてではなく、独立組織として規制当局と折衝。
- 規制に対する事業者のポジション・対応方針を、電力CNOの投票により決定。（80%以上の同意が必要）
- 技術的なガイドラインを各電力・メーカ等の協力を経て作成。

ロビー活動：

- 連邦議会や行政府等に対して、NRC規制に関する改善要求や、その他広範な関連課題・政策について働きかけ。

情報発信：

- メンバー、政策立案者、ニュースメディア及び公衆に対し、原子力産業に関する正確でタイムリーな情報を提供。

＜参考＞ NEI（Nuclear Energy Institute）の基礎情報

設立：1994年。規制対応、ロビー活動、情報発信を行う既存の3つの組織を統合。

・規制対応：Nuclear Management and Resources Council

・ロビー活動：American Nuclear Energy Council

・情報発信：US Council of Energy Awareness

人員：125名（うち95%がプロパー、5%が出向者）

規制対応・ロビー活動：1/3、 情報発信：1/3、 サポートスタッフ：1/3

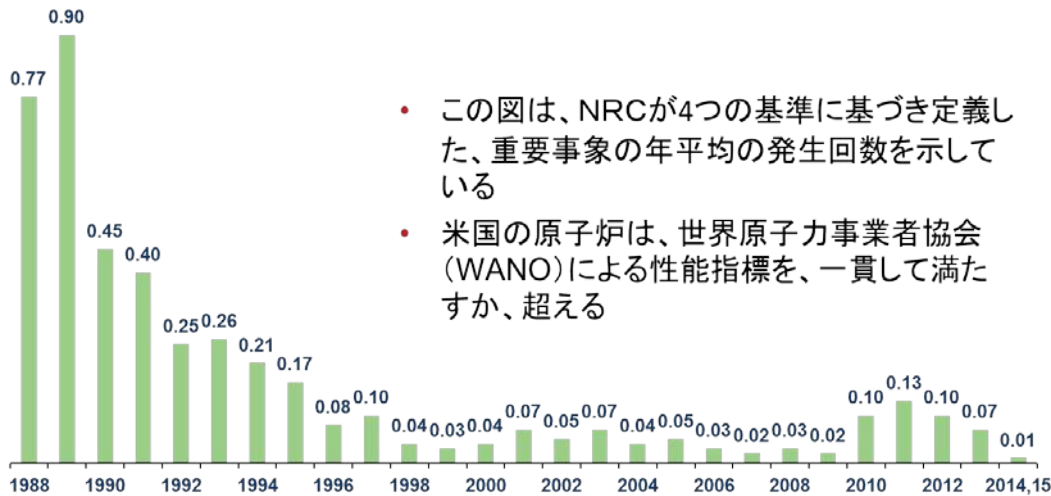
予算：約50億円（2015年）

会員：約350会員（15カ国）（電力会社、メーカー、ゼネコン、保険、研究機関等）

米国の発電所における重大事象の発生件数・稼働率の推移

- 米国は1979年のTMI事故後、**一時は原子力業界の信頼低迷に陥る**ものの、同年に設立されたINPOのピアレビュー（発電所における良好な取組や改善点を相互に指摘）や、1994年に設立されたNEIの活動を長年にわたって実施することで、**安全性の向上と原子力への信頼の回復を実現**。
- 発電所における**重大事象の発生件数**は、1980年代から2000年代にかけて、**10分の1に減少**。
- 発電所の**稼働率**も、1980年代から2000年代にかけて、**55%から90%に増加**。

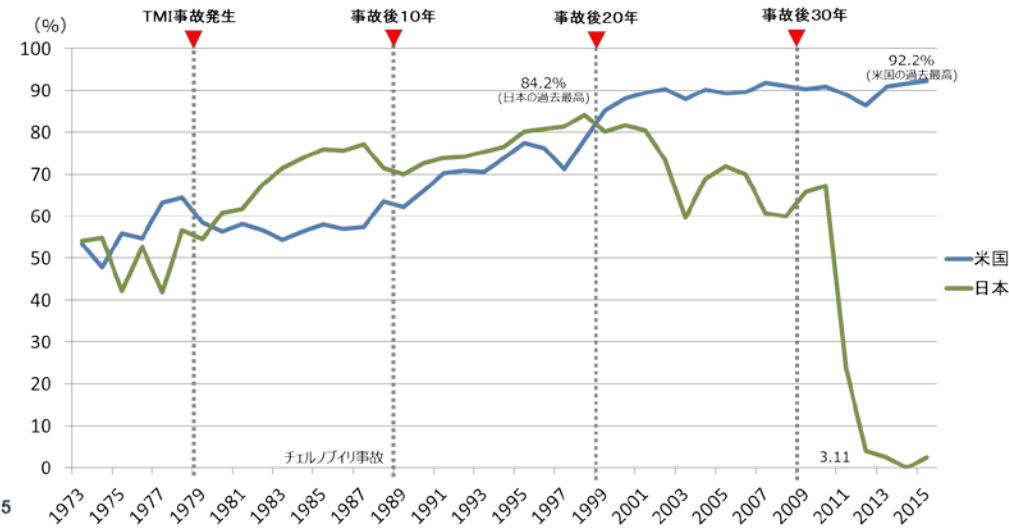
米国における重要事象の発生件数の推移



- この図は、NRCが4つの基準に基づき定義した、重要事象の年平均の発生回数を示している
- 米国の原子炉は、世界原子力事業者協会(WANO)による性能指標を、一貫して満たすか、超える

出典: 第15回自主的安全性向上・技術・人材WG ビエトランジェロ氏講演資料

日米における稼働率の推移



(出典) 旧独立行政法人原子力安全基盤機構「原子力施設運転管理年報」(平成25年版)
米国原子力エネルギー協会ホームページ より資源エネルギー庁作成

I .	これまで進めてきた取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p2
II .	今後進めるべき取組・・・・・・・・・・・・・・・・	p12
III .	米国における安全性向上の取組・・・・・・・・	p20
IV .	安全性向上に係る他産業の取組・・・・・・・・	p25

JALの取組：安全アドバイザーグループ（第三者評価機関）①

- 2005年8月、複数の重大インシデント発生と業務改善命令を機に、JAL独自の取組として、**第三者による安全アドバイザーグループ**を設置。（並行して国土交通省の運輸安全マネジメント制度も導入）
- アドバイザーグループメンバーは**すべて航空工学以外の専門家**であり、ヒューマンファクター、失敗・欠陥分析、組織運営・文化等、機体の安全性以外にも幅広い内容のアドバイスを実施。

JALの自己分析

- 経営の取組が不十分
- 安全と定時性を安易に両立させようとする風潮を現場に生じさせた
- 経営と現場との距離感および部門間の意思疎通の不足
- 現場と経営トップの双方向コミュニケーションが不十分



2005年8月

「安全アドバイザー・グループ」設置



柳田邦男氏（座長）
作家・評論家



畑村洋太郎氏
工学院大学教授
東京大学名誉教授
（専門分野「創造工学」「失敗学」）



鎌田伸一氏
防衛大学校教授
（専門分野「組織論」「経営学」）



芳賀 繁氏
立教大学現代心理学部教授
（専門分野「交通心理学」
「産業心理学」）



小松原明哲氏
早稲田大学理工学術院教授
（専門分野「人間生活工学」）

組織の課題は、組織の内部には発見しにくい、
発見しても指摘が難しい

出典：

JAL安全アドバイザーグループ <https://www.jal.com/ja/flight/advisory.html>

JALグループの安全の取り組み、2013年10月

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/genshiryoku/anzen_wg/pdf/004_04_00.pdf

いずれも2018年1月18日閲覧

JALの取組：安全アドバイザリーグループ（第三者評価機関）②

- 安全アドバイザリーグループは2005年12月、「**社会からの信頼を回復するための提言**」を初公開、その後も継続的に**安全への取組の進捗確認・助言、経営とのフォローアップ会議**を継続。
- 安全文化の醸成、トップのコミットメントに基づく、安全管理サイクルの形成に努力。
- アドバイザリーグループでは、「安全を示すには実績だけでなく説明能力が必要」、「100点を取るために、どんな努力をしているかをきちんと説明する必要がある」等、**説明能力の必要性も強調**。

2005年12月

高い安全水準をもった企業としての再生に向けた提言書

- 組織改革：安全担当中枢組織の設置
- 意識改革：自分や家族が乗客だったらという視点
- 事故の教訓：安全啓発センターの設置
- コミュニケーション：壁を破る言葉を探せ

2009年12月

「守れ、安全の砦」新提言書

「安全の層」という捉え方

「安全の文化」の4本柱

- 自ら意思決定し、挑戦する文化
- コミュニケーションする文化
- マニュアルを磨く文化
- 「2.5人称の視点」の文化

安全アドバイザリーグループのフォローアップ会議



出典：

JAL安全アドバイザリーグループ <https://www.jal.com/ja/flight/advisory.html>

JALグループの安全の取り組み、2013年10月

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/genshiryoku/anzen_wg/pdf/004_04_00.pdf いずれも2018年1月18日閲覧

アドバイザリーグループからの助言については事業者ヒアリングによる

国土交通省の取組①：運輸安全マネジメント制度

- 2005年の事故・トラブル続発を契機として、従来の「法令・規則適合性の確認」と「改善命令」に加え、**経営トップの下での自主的な安全管理体制の構築・運営を支援・助言**する制度を導入。
- 役員以上の**安全統括管理者**の設置、**安全管理規程**の作成・届出、**安全報告書**の作成・開示等を運輸関連の各法律において義務づけ。

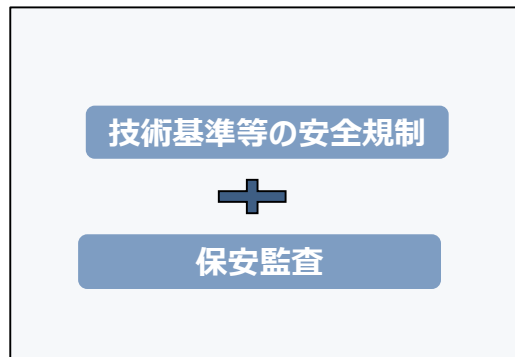
運輸安全マネジメント制度の導入背景

2005年上半期に事故・トラブルが続発。
これらの事故はいずれもヒューマンエラーとの関連が指摘された。
その背景に、安全意識安全風土の低下があったのではないかと考えられた。

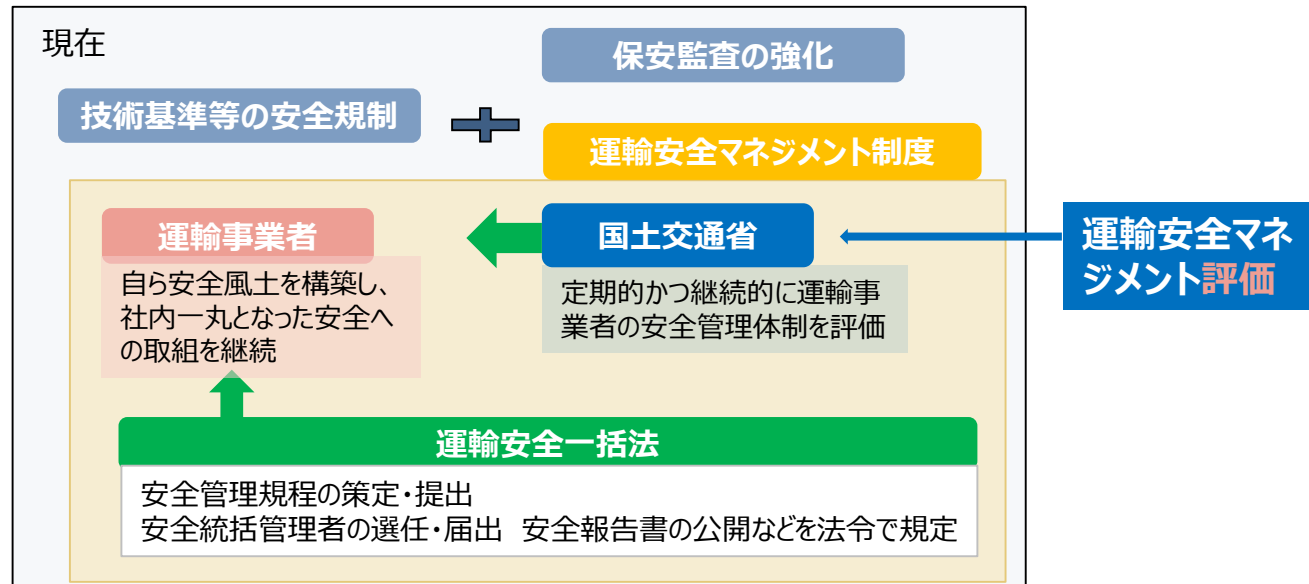
- 経営・現場間及び部門間の意思疎通・情報共有が不十分
- 経営陣の安全確保に対する関与が不十分

従来の取組に加えて
新たな安全確保の取組を
導入することに

従来の行政手法



現在



国土交通省の取組②：運輸安全マネジメント評価／国土交通大臣表彰

- 運輸安全マネジメント評価では、国土交通省の安全調査官らが事業者を訪問し、**経営管理部門へのインタビューと書類確認**を実施し、安全管理体制の構築・改善が適切に行われているかを確認。
- 上記の評価結果等を踏まえ、優秀な取組を行う事業者に対して、**国土交通大臣表彰**等を実施。
- グループ、系列事業者一体となった**自発的な取組等を促進するインセンティブ**を事業者に付与。

国土交通大臣表彰制度（2017年～新設）

目的：運輸事業者における安全文化の構築・定着、継続的な見直し・改善に向けた取組を強力に支援する

対象：運輸安全マネジメントに関する優良な取組において顕著な功績があった事業者、団体、個人

2017年受賞者

- ・国土交通大臣表彰：
運輸安全マネジメント普及・啓発推進協議会
- ・大臣官房危機管理・運輸安全政策審議官表彰：
 1. JAL—G FDM／ANA—G F O Q A情報連絡会
 2. 株式会社クレフィール湖東 交通安全研修所



出典：

運輸安全マネジメント制度の概要 <http://www.mlit.go.jp/common/001135820.pdf>

国土交通省 運輸の安全に関するシンポジウム2017 http://www.mlit.go.jp/unyuanzen/unyuanzen_tk_000064.html

いずれも2018年1月18日閲覧