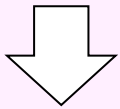


原子力発電の現状について

2016年12月1日
電気事業連合会

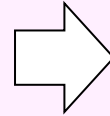
安全性の確保



大前提

【自給率】

現在、わずか6%

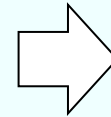


【目標】

震災前（約20%）を更に上回る
概ね25%程度

【電力コスト】

震災後、電気料金は大幅に上昇
（産業用＝約3割、家庭用＝約2割）
再エネ賦課金は、今年度1.3兆円
（既認定分全てが運転開始されると2.7兆円）



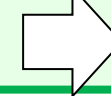
【目標】

現状※よりも引き下げる

※現状の電力コスト9.7兆円＝燃料費9.2兆円＋FIT買取費用0.5兆円

【温室効果ガス排出量】

原発停止・火力発電の焚き増しで
2013年度のCO₂排出量※は過去最悪
※エネルギー起源のみ



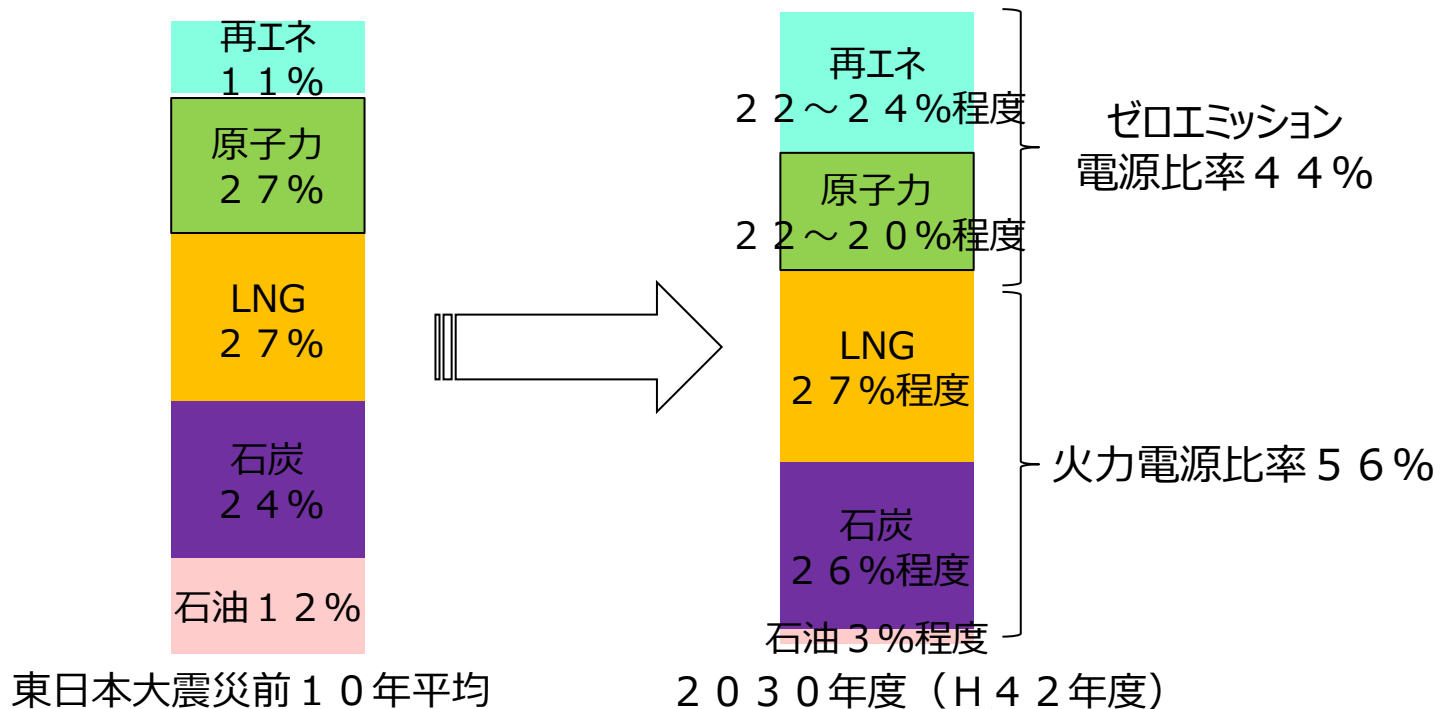
【目標】

欧米に遜色ない削減目標

エネルギーミックスの検討の結果、長期エネルギー需給見通し（2015年7月）において、2030年度のエネルギー需給構造見通しが示された。原子力比率は20～22%。

なお、エネルギー基本計画（2014年4月）における原子力の位置づけは以下のとおり。

- 安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源
- 徹底した省エネルギー・再生可能エネルギーの導入や火力発電の効率化などを進めつつ、原発依存度を可能な限り低減



【自給率】

24.3%程度に改善する見込み
(再エネ13~14%程度、原子力10~11%程度)

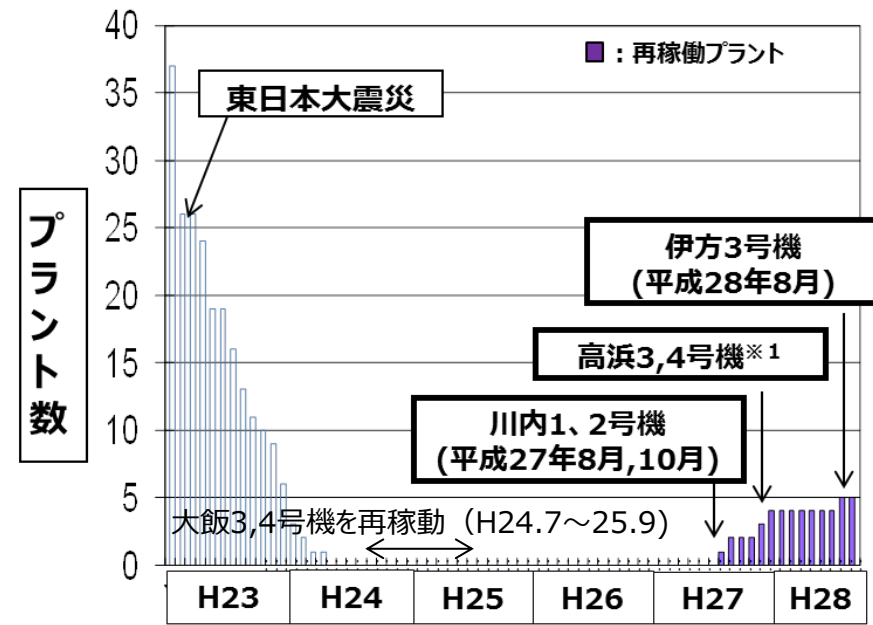
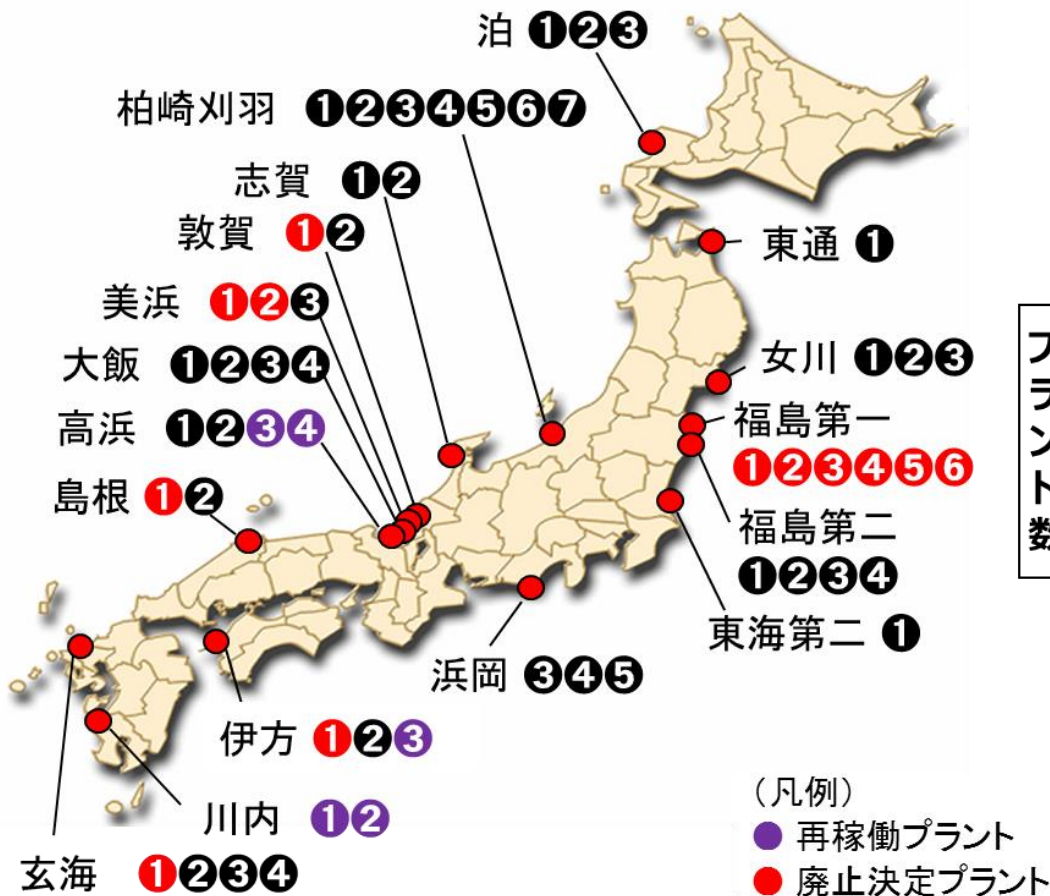
【電力コスト】

2~5%程度低減する見込み
(2013年度：9.7兆円→2030年度：9.2~9.5兆円)

【温室効果ガス排出量】

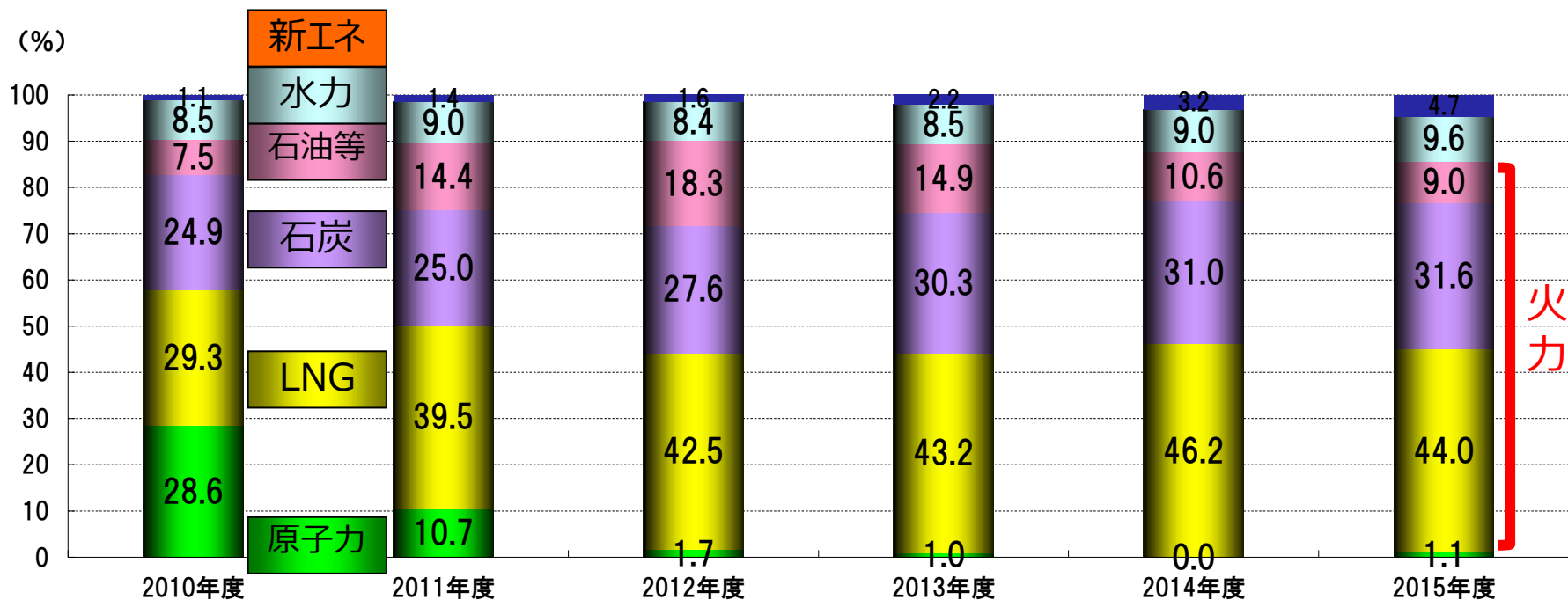
エネルギー起源CO₂排出量は▲25%の見込み
(2013年度：12.35億t-CO₂ →2030年度：9.27億t-CO₂)
※温室効果ガス排出量全体では、2013年度比▲26.0% (2015年度比▲25.4%)

- ・福島第一原子力発電所事故以降、12基が廃炉を決定。
- ・平成28年11月現在の国内既存プラントは42基。このうち5基が再稼働。
 (25基が新規規制基準適合性に係る設置変更許可申請し、8基が許可取得)



※1 : 平成28年3月の運転差し止め仮処分決定に伴い、停止中。

震災以降、原子力発電所が停止し、火力発電を焼き増したことにより、**2014年度**には、発電電力量の約9割を火力に依存する状況となった。



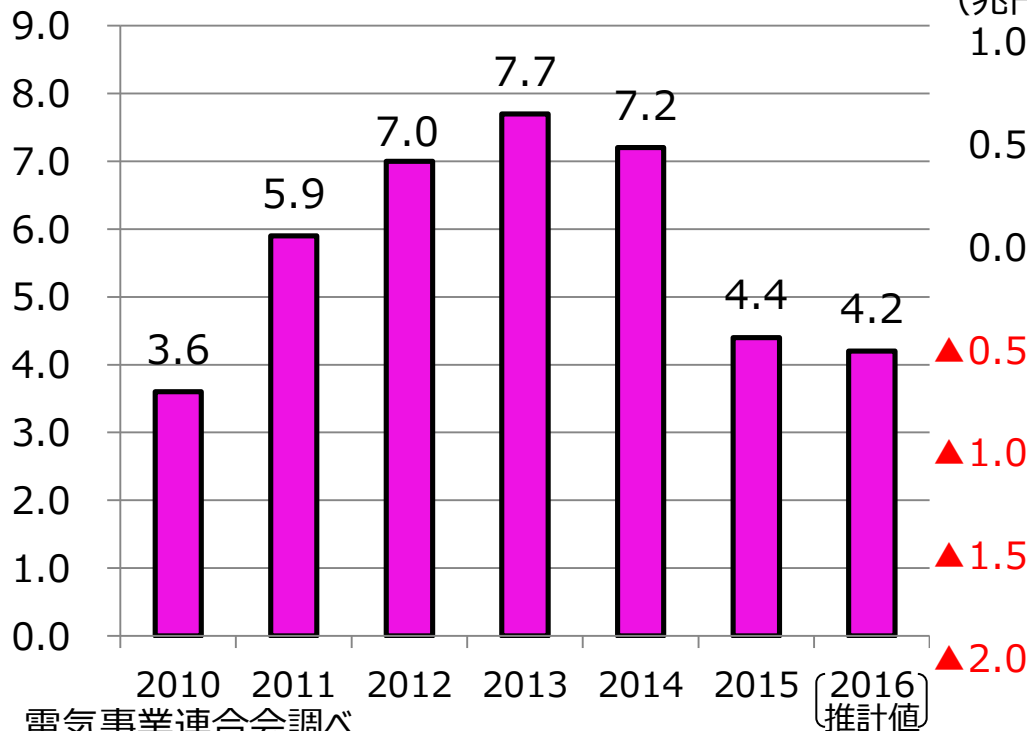
燃料費はピークとなった2013年度までの3年間で4.1兆円増加

2010年度からの燃料費増加額は、累積で2015年度末までに14.2兆円、2016年度推計値を含めると15.5兆円に達すると試算。このうち原子力の停止を主因とする燃料消費量増加の影響額は、累積で約10兆円と試算

東京電力を除く電力8社の総純損益は、2009年度の+0.3兆円から、2012年度には▲0.9兆円に

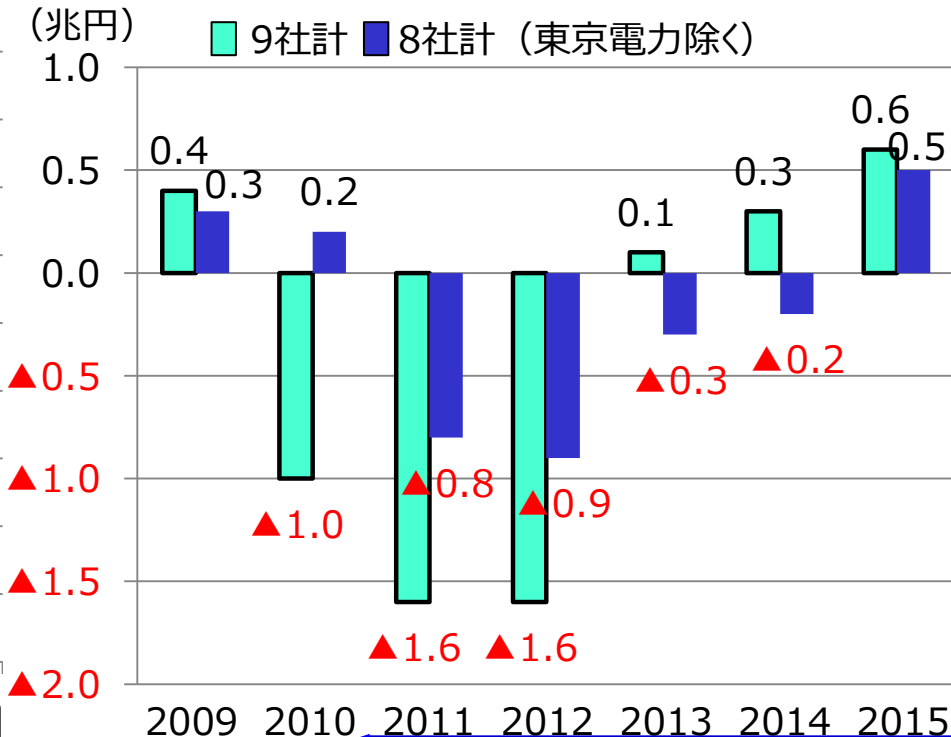
【電力9社の燃料費推移】

(兆円)

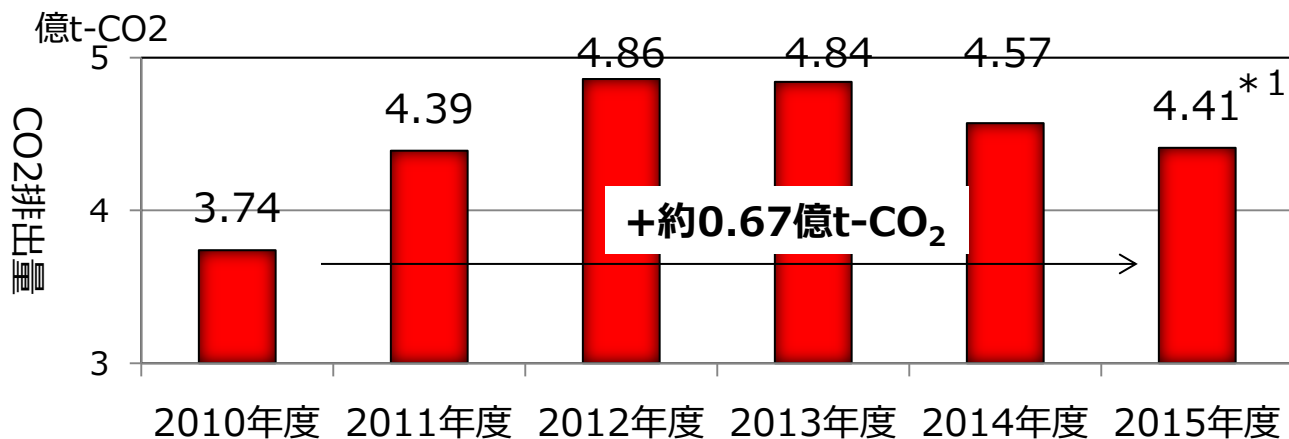


【電力会社の純損益推移】

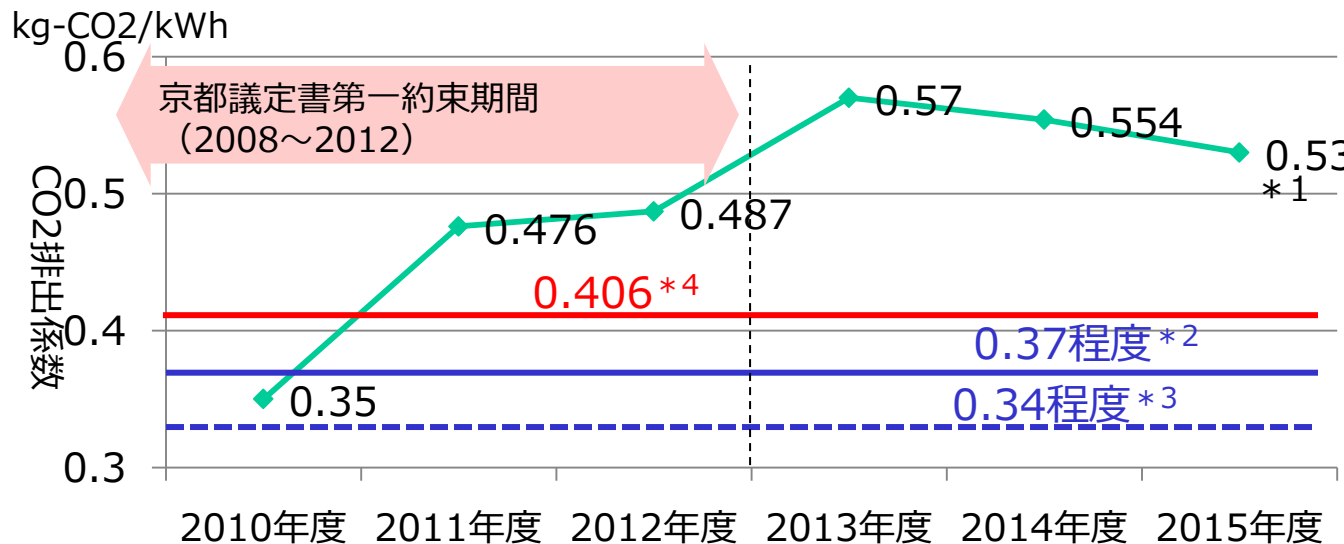
(兆円)



原子力発電の長期停止等の影響により、**2015年度の電力起源のCO₂排出量は、震災前（2010年度）と比べ、+0.67億t-CO₂増加**



■ CO₂排出量 (億t-CO₂)



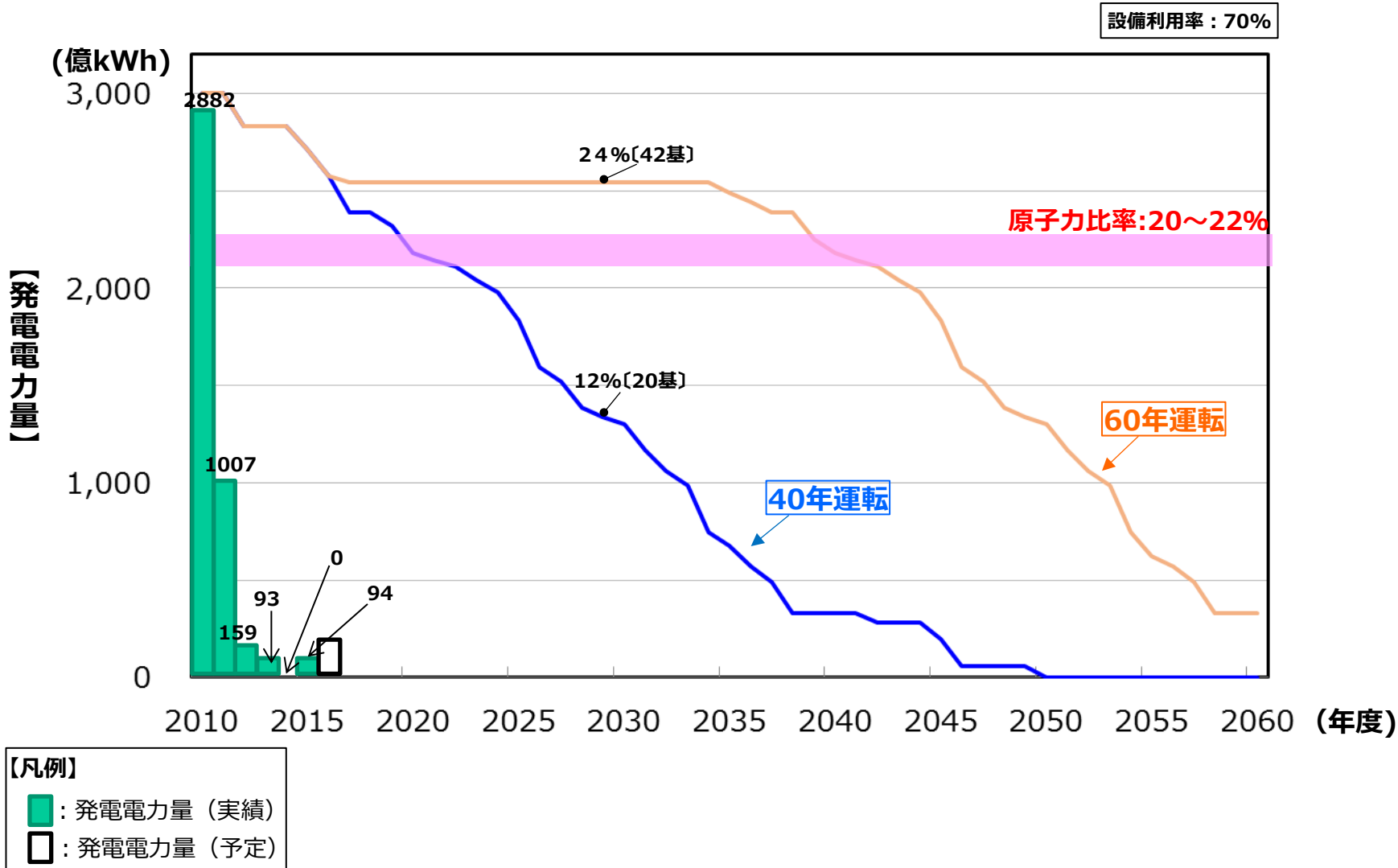
◆ CO₂排出係数 (調整後)

*1：電気事業低炭素社会協議会の速報値（会員事業者42社のうち、2015年度に事業活動を行っていた39社の実績）

*2：長期エネルギー需給見通しで示されたエネルギーミックスから算出される国全体の排出係数

*3：京都議定書に基づく電気事業の2010年度におけるCO₂排出原単位目標

*4：第1約束期間（2008～2012）の5ヶ年平均（実績）



エネルギー基本計画において、重要なベースロード電源として位置づけられた原子力発電については、我が国のエネルギー安全保障、地球温暖化問題への対応、我が国の経済成長・発展に寄与する重要な電源として、引き続き、民間事業者として、取り組んでいく。

とりわけ、既設の原子力発電所は、足元の“3E”の実現に貢献する電源として重要であり、安全が確認されたプラントから再稼働し、利用するとともに、中長期的に一定規模を確保していくために対処すべき諸課題にも取り組む。

原子力発電所の運転にあたっては、福島第一原子力発電所事故の反省に立ち、『自主的・継続的に安全性向上活動を推進していかなければ日本の原子力に明日はない』との危機感のもと、自主的・継続的な安全性向上活動に取り組む。

また、資源に乏しい我が国のエネルギー事情に鑑み、軽水炉の利用にあたっては、プルサーマルによる原子燃料サイクルの推進と両輪で進めていく。

自主的安全性向上に向けた取組み

福島第一原子力発電所事故の反省



原子力災害に至ったときの被害の甚大さ、影響の大きさ。

二度と同様な事故を起こしてはいけない。

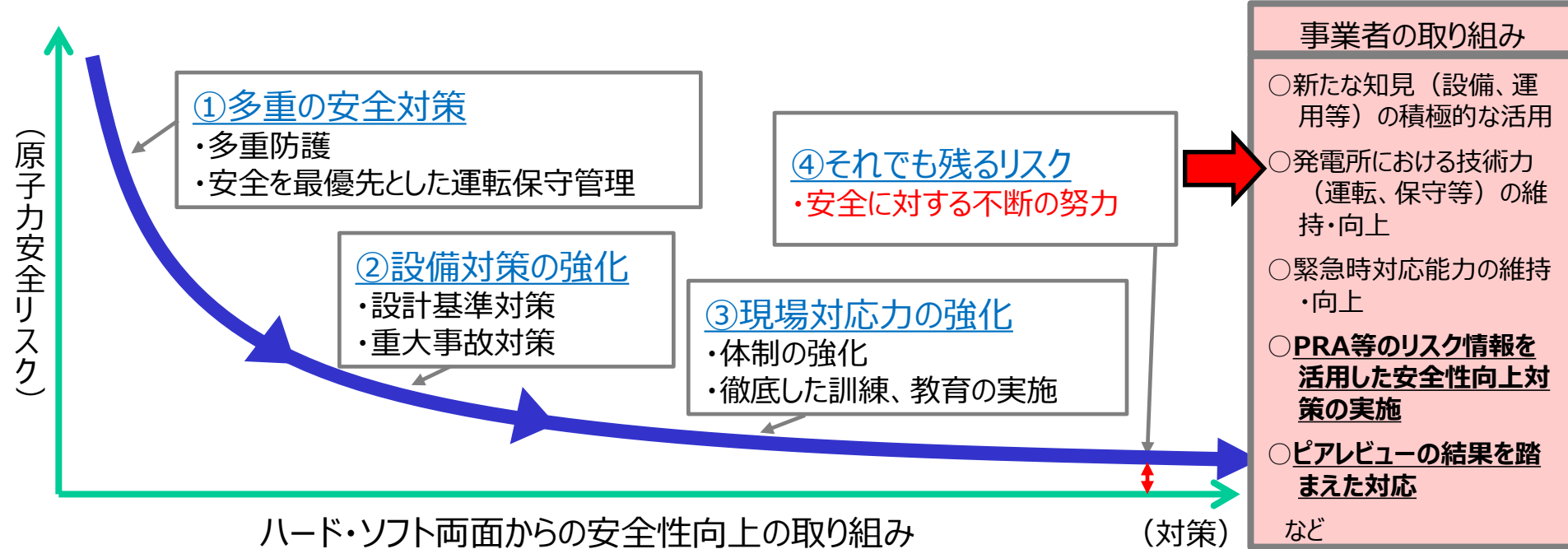
軽水炉の利用にあたっては、福島第一原子力発電所事故の反省に立ち、『自主的・継続的に安全性向上活動を推進していかなければ日本の原子力に明日はない』との危機感のもと、自主的・継続的な安全性向上活動に取り組む。

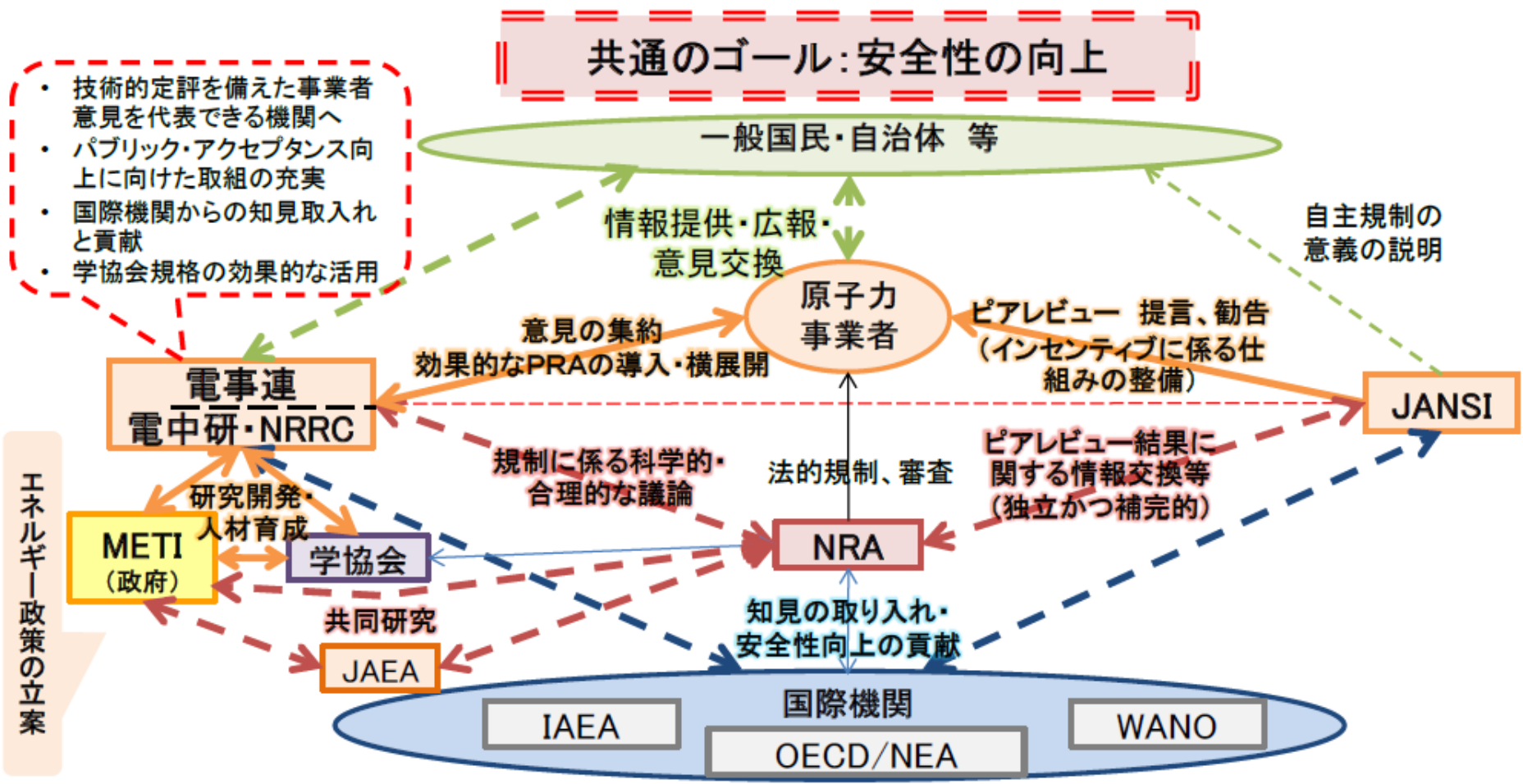
リスク低減に向けた安全性向上の取り組み

(福島第一事故の教訓)

- 地震や津波をはじめとする低頻度外的事象への対応が不十分。
- 原子力のリスクと正面から向き合う仕組みが不足。

⇒ **安全神話に陥ることなく、規制を満足することだけにとどまらず、**
 原子力のリスク（自然外的事象等も含め）への備え、およびリスクの取扱い
 自主規制組織の第三者レビュー等を活用しさらなる改善の種を拾うこと
などを通じ、事業者自らが原子力発電所の安全性向上への取り組みを継続的かつ確実に進めていくことが重要と認識。





出典：平成28年11月11日 電力システム改革貫徹のための政策小委員会（第2回）資料6「原子力の安全性向上に向けた取組」より

1. 世界最先端の科学的知見と国内原子力関係施設の実データを活用し、原子力を利用する事業者が、リスク情報（自然外的事象等も含め）を活用した意思決定（RIDM）に活用可能な評価を 1つ1つ積み上げていく。
2. 東京電力福島第一原子力発電所事故の経験と教訓を最大限活かし、リスク評価手法に反映していく。
 - 実プラントデータに基づく、地震・津波等の外的事象を考慮したレベル2 PRAの実施
 - 多数基立地（マルチユニット）を考慮したPRA手法の確立
 - 人間信頼性解析等のヒューマンファクターに係る研究開発の加速 など
3. いわゆる「安全目標」については、上記の取り組みに立脚した原子力利用側の自主的な管理目標としての検討を進めるとともに、ステークホルダとの議論を通じて、リスクの観点を踏まえたコミュニケーションを実施していく。

事業者が共通的に取り組むべき事項への対応

福島第一原子力発電所事故を踏まえた反省

- ・地震や津波をはじめとする低頻度外的事象への対応が不十分
- ・原子力のリスクと正面から向き合う仕組みが不足

規制にとどまらない安全性向上に向けて顕在化した技術的課題

- ・低頻度外的事象の発生メカニズムの解明
- ・PRAの活用
- ・リスク低減に向けた研究開発

「反省」や「顕在化した技術的課題」を踏まえ、強化すべき機能・仕組みを検討

- ・各事業者は、原子力リスクを経営の最重要課題と位置づけ、リスク低減に向けた対応力強化を図ることが必要

- ・低頻度外的事象によるリスク対応のための技術開発は事業者共通の課題であり、高い専門性が要求されることから、一元化された研究開発体制の確立が効果的

検討から導き出された取り組みの方向性

各事業者が独自に取り組むべき事項

- ・リスクマネジメント強化のための体制整備
- ・リスクマネジメントにおけるPRAの活用
- ・リスクコミュニケーションの充実、リスク情報の活用 等

事業者が共通的に取り組むべき事項

- ・低頻度外的事象の発生メカニズムの研究、解明、技術課題の解決
- ・安全性向上活動へのPRA活用手法の確立
- ・一元的な研究開発体制の構築 等

「原子力リスク研究センター」の設置 2014.10.01

原子力リスク研究センター（NRRC）設立のねらい

「原子力リスク研究センター（NRRC）」の狙い（電力中央研究所内に設立）

○事故の発生確率の更なる低減と万一事故が発生した場合の被害の低減

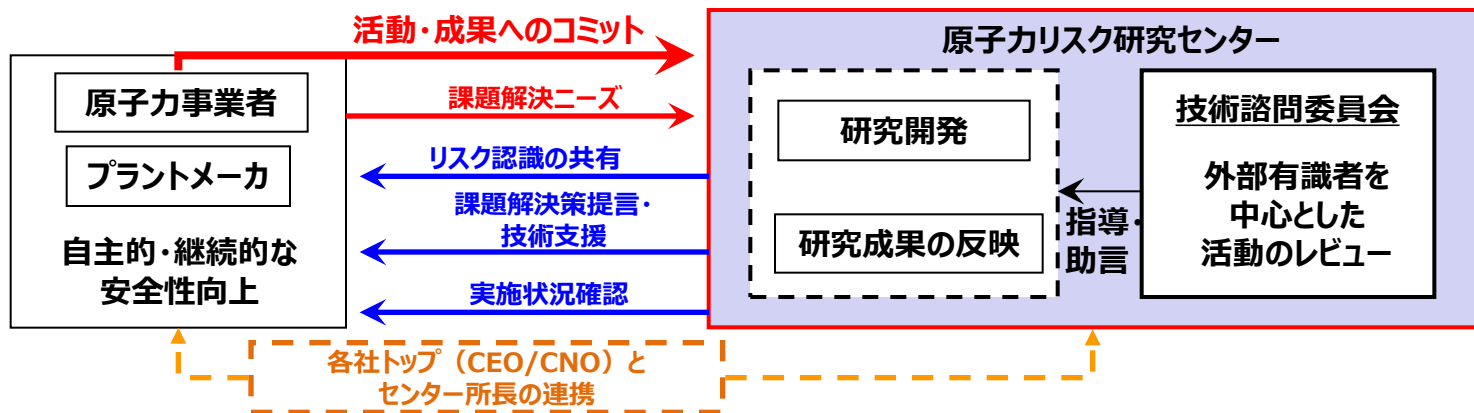
- ・研究開発や技術検討を通じ、低頻度外的事象のメカニズム解明とプラント等への影響評価
- ・研究成果に基づく効果的な安全性向上策の策定と、各プラントへの反映によるリスクの低減

○不確実性の大きい低頻度外的事象へのPRAの活用

- ・低頻度外的事象についてのPRAの開発ならびに安全性向上活動へのPRA活用手法の確立
- ・事業者へのPRA導入、検証結果の展開・共有を通じ、我が国全体の安全性向上活動の合理性を向上

○リスク低減に向けた研究開発・研究成果等を一元管理することで「知の源泉」に

- ・「研究開発ロードマップ」の策定、および研究成果の管理を一元的に行い、効果的な研究開発体制を構築
- ・事業者やプラントメーカーだけでなく、外部の専門家や研究機関との調整、連携を通じて安全研究をコーディネート



事業者は、NRRCの研究成果等を活用し、リスク情報活用のための手段を充実・強化していく。

- リスク情報活用に向けたPRA活用のロードマップを1年程度かけて策定し、PRAの高度化、PRA基礎基盤の整備を推進。また、同ロードマップやその進捗について適宜公表。
- 国際的な先行事例と比較するとともに、日本の状況や発電所の設備や運用等を適切に反映した発電所固有のPRA（Good PRA）を確実に構築。
- そのため、PWR（四国電力伊方発電所3号機）、BWR（東京電力ホールディングス（株）柏崎刈羽6,7号機）1サイトずつをパイロットプラントに選定し、Good PRAを段階的に実施。

パイロットプラント以外の事業者はこれを支援するとともに、パイロットでの知見は他の事業者に水平展開。

- PRA品質確保の観点からPRAピアレビューを実施。
- 技術インフラ（データベース、人材育成、規格基準等）の整備を全ての事業者が協働して推進。

産業界の自主規制組織であるJANSIによる安全性向上に係る提案やピアレビューなどを積極的に活用し、継続的・自主的な安全性向上に取り組む。

●ピアレビュー活動の概要

- ① 事業所のパフォーマンスの観察、事業所員との面談(インタビュー)、議論
- ② 事業所の活動を原子力安全の向上の観点から評価

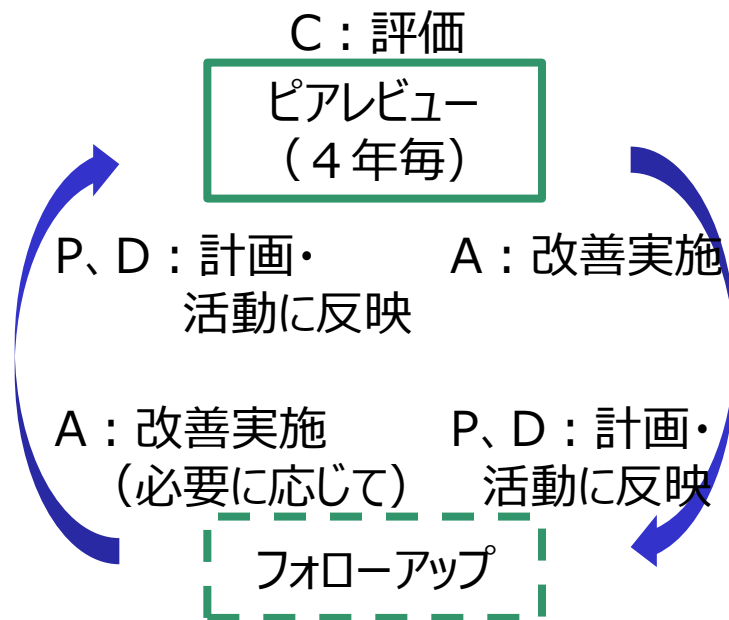
➤ 「要改善事項(Area for Improvement:AFI)」の特定

- ✓ 運転情報(実績)、設備の維持管理状況や職員の行動(現場観察)等をレビューして、要改善事項(AFI)を特定。
- ✓ 事業所の気付いていない「弱み」を見つけたり、あるいは事業所の気付いている「弱み」に対する新たな改善の視点を提供する。

例) 事業所のパフォーマンスに顕著な影響を与えている事業所員の行動・振る舞い、プロセス、あるいは業務上の欠陥 等

➤ 「良好事例(Strength:STR)」の抽出

- ✓ 事業者において、高いレベルのパフォーマンス、あるいは高い品質の結果を得ている活動やプロセスを抽出し、原子力産業界に紹介・共有する。

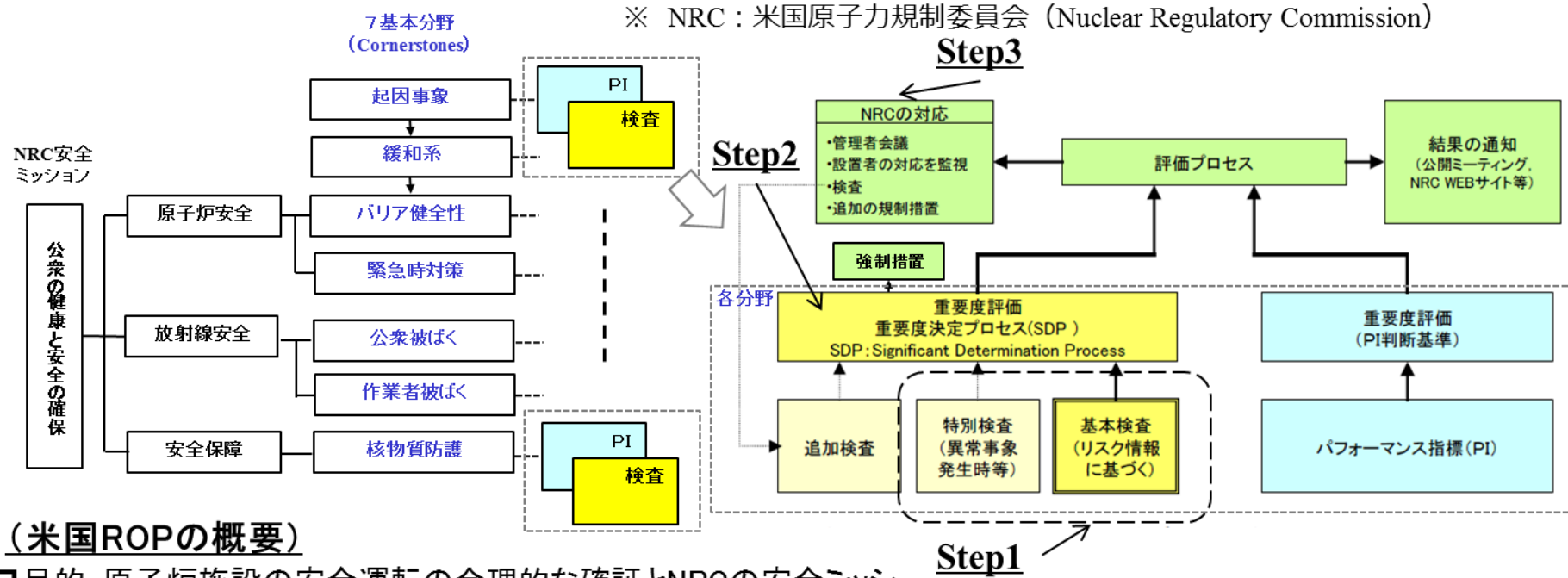


日本の規制当局は、IRRSからの指摘などを踏まえ、米国ROPをベースに検査制度を見直す予定。

- 米国ROPでは、「リスクインフォームド」、「パフォーマンスベース」の基本理念の下、実態的な安全性の重要度に応じて発電所の規制や運営が行われている。
- 日本の事業者にとっても、「リスクインフォームド」の検査制度に対応していくためには、リスク情報を活用し、保安活動へ反映していくことを、通常の運営の中で実現していく必要がある。
- 原子炉施設の安全性向上を図るとの観点から、保安活動におけるリスク情報活用の推進を図っていく中で、検査制度見直しにも事業者の立場から取り組んでいく。

<参考> 米国におけるR O Pの概要

ROPは、原子炉施設の安全性に対するNRC※の検査及び監視を体系的に構築したものであり、リスク情報を活用した概念を取り入れることによって規制の客観性を高め、リソースをより効率的かつ効果的に活用することを目指している。



(米国ROPの概要)

目的: 原子炉施設の安全運転の合理的な確証とNRCの安全ミッション達成

- ✓ 安全上重要な観点を反映する7基本分野(Cornerstones)
- ✓ 7分野の状況をパフォーマンス指標(PI)と検査によって把握
- ✓ 検査の確認事項はSDPによって、PIは予め定めたしきい値に応じ、重要度評価
- ✓ その結果を総合してNRCの対応(追加検査等の規制措置)を決定
- ✓ 重要度決定プロセス(SDP)にて重要度を評価した事項に対して、7分野横断的に傾向分析し、共通要因を把握(安全文化、等)

検査はROPの一部

- ・ Step1 問題を見出す : 検査
- ・ Step2 問題を評価する : SDP
- ・ Step3 規制措置の適用 : 追加検査など

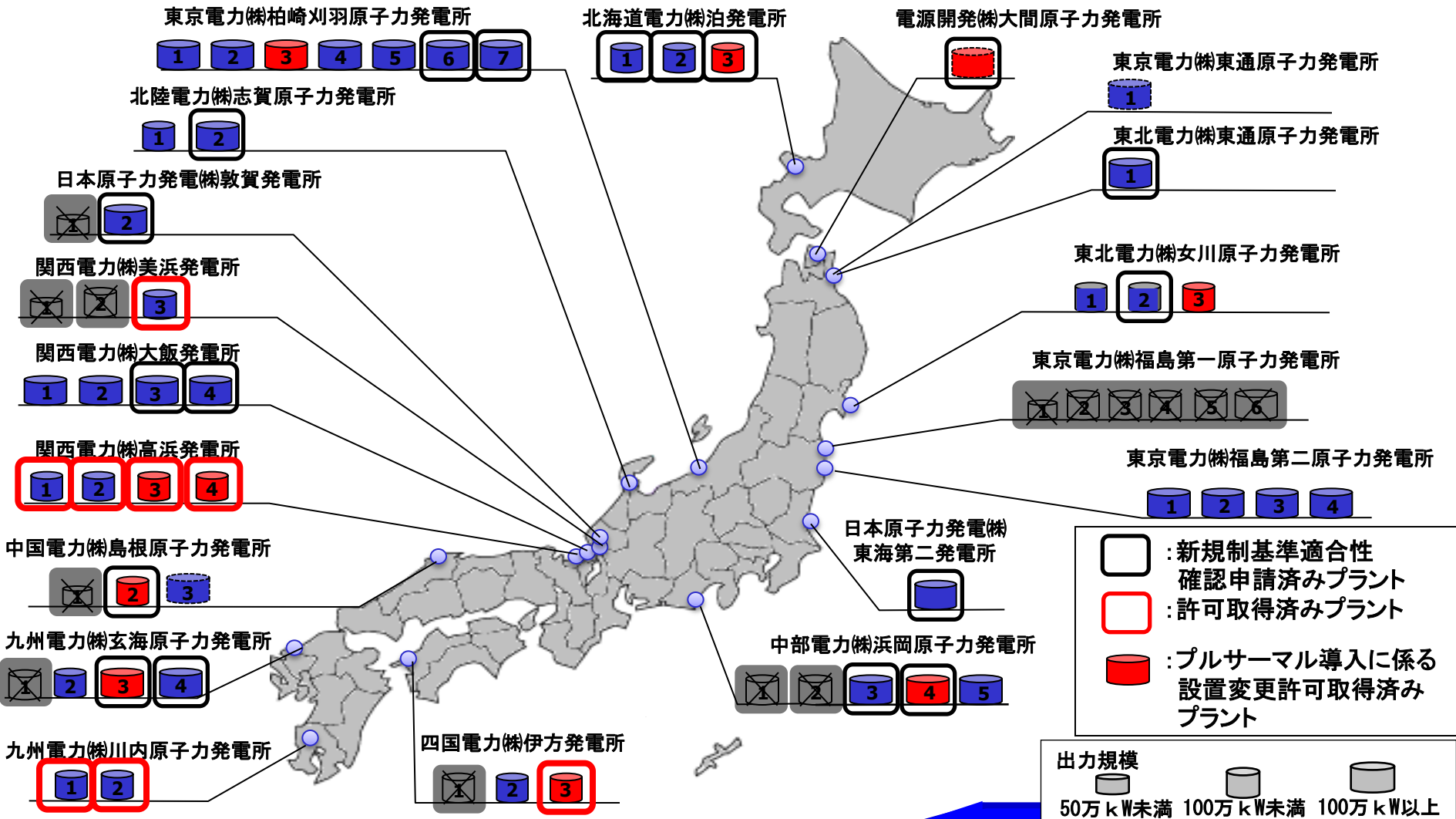
出典：平成28年6月20日 検査制度の見直しに関する検討チーム第2回会合資料

- ✓ リスク・インフォームド、パフォーマンス・ベースの考え方を取り入れ、原子炉施設の安全性を監視・評価する制度を、これまでの検査制度に替わるものとして新設することは、実態的な安全性の重要度に応じて発電所の規制や運営が行われることにつながり、原子炉施設の安全性を高めていくものとする。
- ✓ 米国ROPは多数の要素からなる大きなプロセス。1990年代から続く一貫した規制理念の下で、2000年初頭から10数年をかけて開発・改善してきたものである。従って、今回の制度見直しにあたっては、一貫した規制理念の下で段階的に導入し、継続して改善していくことが肝要。また、今後の具体的な運用の検討に際し、米国ROPの整備・経験から成功要因を学ぶことも重要と考える。
- ✓ 監視・評価にあたっては、米国のROPのように、規制と事業者が安全パフォーマンスに対する影響の程度やリスクといった、体系だった共通の物差しを持つことが、判断の予見性を高め、事業者の主体的な改善行動、さらには事業者のRIDMを促すことになり、原子炉施設の安全性向上に寄与する。

プルサーマルの着実な推進

現在のプルサーマル導入状況

これまでプルサーマルに係る原子炉設置変更許可を取得したプラントについては、8基が新規規制基準適合性に係る審査申請を行っており、3基（高浜3/4号機、伊方3号機）で許可を受領した。



- 一部のプラントで新規規制基準適合性確認に係る許可を取得するなど、一定の進捗は見られるが、現時点の再稼働の状況等を踏まえると、現在のプルサーマル計画における16～18基の導入目標時期である「2015年度」については見直す必要がある。
- 「全国の16～18基の原子炉でプルサーマルの導入を目指す」という方針については、海外に保有するプルトニウムを含め、六ヶ所再処理工場において800トン再処理時に回収されるプルトニウムを各社で確実に利用するために導入することとしている基数であり、この考え方に変わりはない。
- 東日本大震災後においてもプルサーマルを含む原子燃料サイクルの重要性はいささかも変わりはなく、引き続き、プルサーマル導入に向けて最大限取り組んでまいります。
- また、電気事業者としては、引き続き、各社における発電所再稼働の見通し、再処理工場の操業時期等を踏まえながら、遅くとも、六ヶ所再処理工場の竣工までにはプルトニウム利用計画及びプルサーマル計画を策定し公表することで進めてまいります。

參考資料

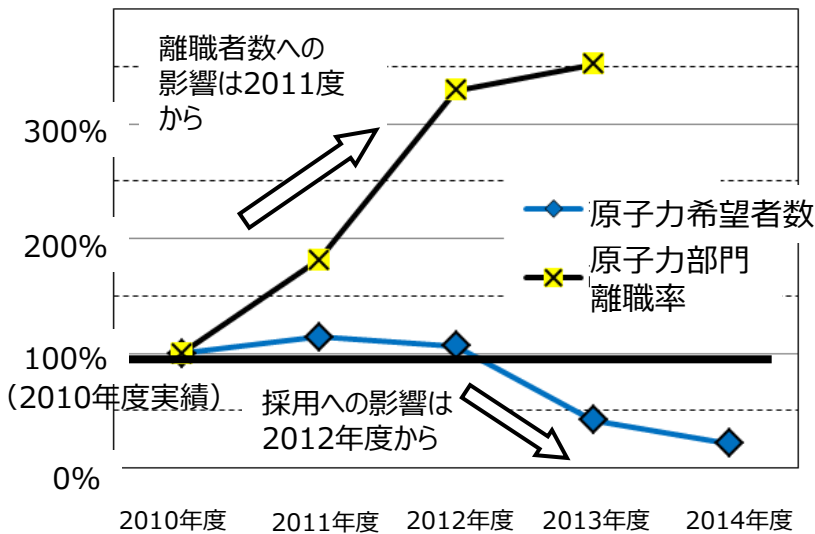
- 直接的影響（3Eにかかわる影響）
 - エネルギー安全保障の弱体化
（火力発電所の計画外停止リスク、化石燃料の地政学的リスク）
 - 地球環境問題の困難化
 - 経済の脆弱化（国富の流出、国内雇用力の弱体化 等）

- 間接的影響
 - 人材の枯渇
 - ・将来の原子力ビジョンが見えなければ、原子力を志望する学生が減るなど、原子力事業者、メーカー、協力会社等において、人材、特に若手の原子力離れが継続
 - ・長期運転による運転・保守経験の不足
 - 原子力関連メーカーにおける事業縮小
 - 世界の原子力産業界における日本の位置づけの低迷

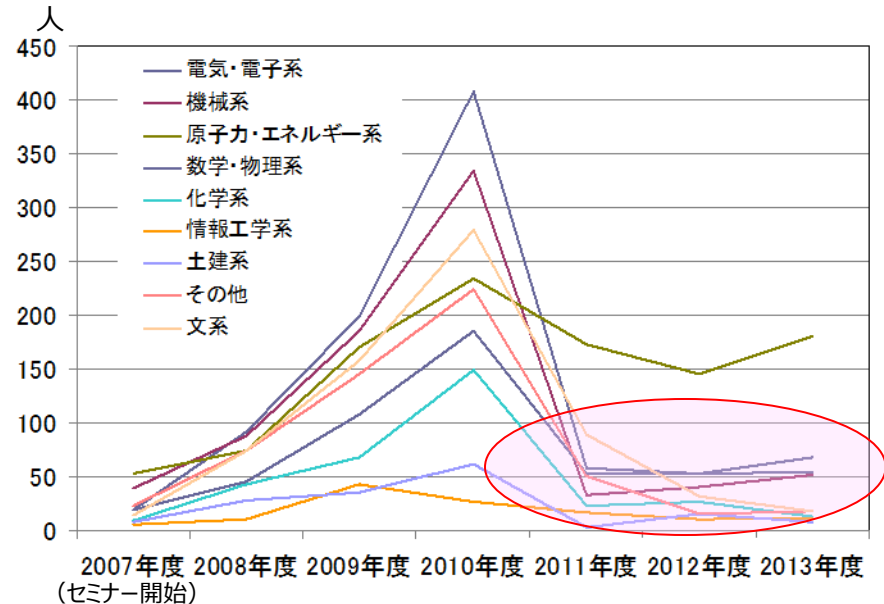
震災以降の長期間にわたる原子力発電所停止による間接的影響 (人材の枯渇)

- 電力会社において原子力部門への希望者が減少し、また原子力部門での離職者数は増加。
- 学生を対象とした原子力関係の会社説明会（原産セミナー）への来場数は、震災以降減少。

原子力希望者数、離職者数（2010年度比）
(電力会社へのアンケート調査結果)



原産セミナー来場者数（学生）の推移

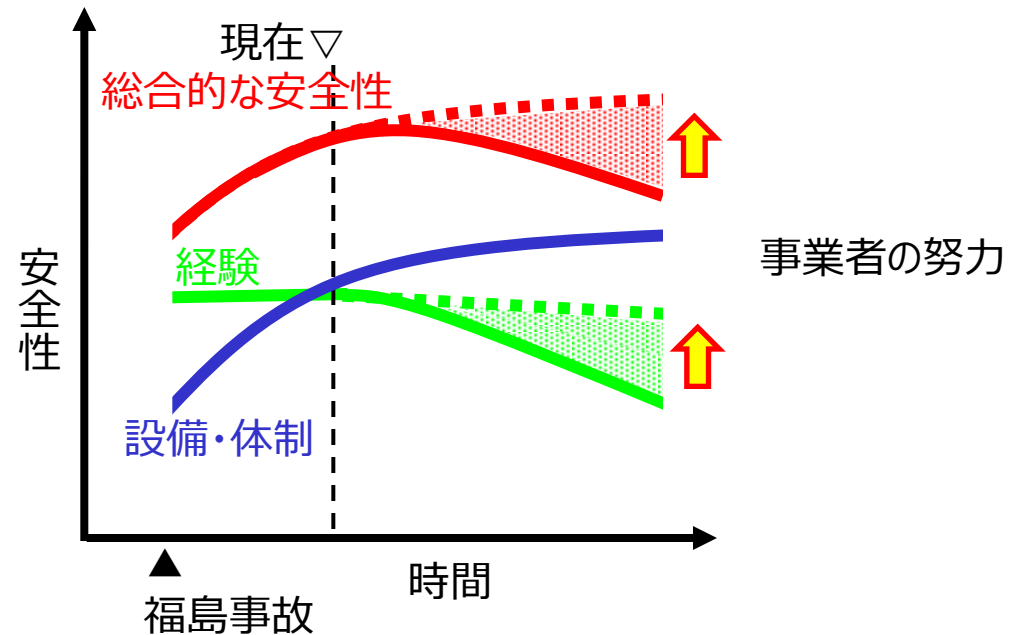
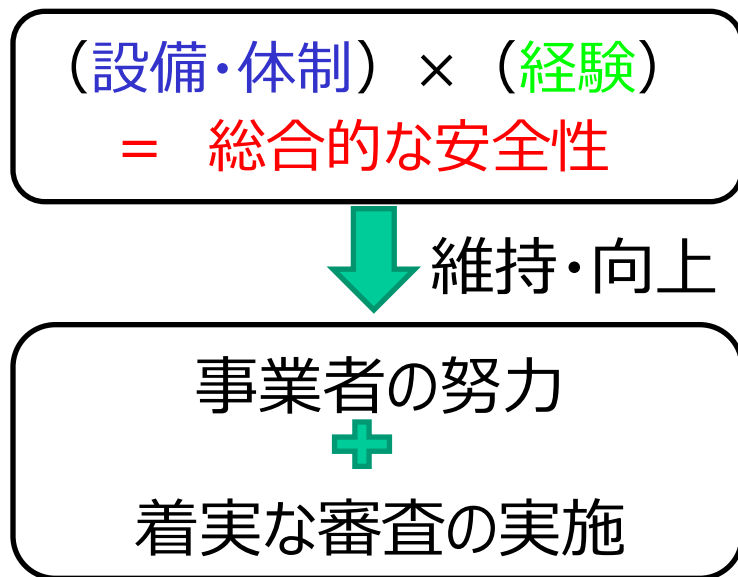


出典：日本原子力産業協会しらべ

(アンケート対象11社：北海道、東北、東京、北陸、中部、関西、中国、四国、九州、日本原電、電源開発) 原子力希望者数、原子力部門離職率ともに、11社のうち、回答のあった社のデータを使用：電気事業連合会まとめ

震災以降の長期間にわたる原子力発電所停止による間接的影響 (長期停止による運転・保守経験の不足)

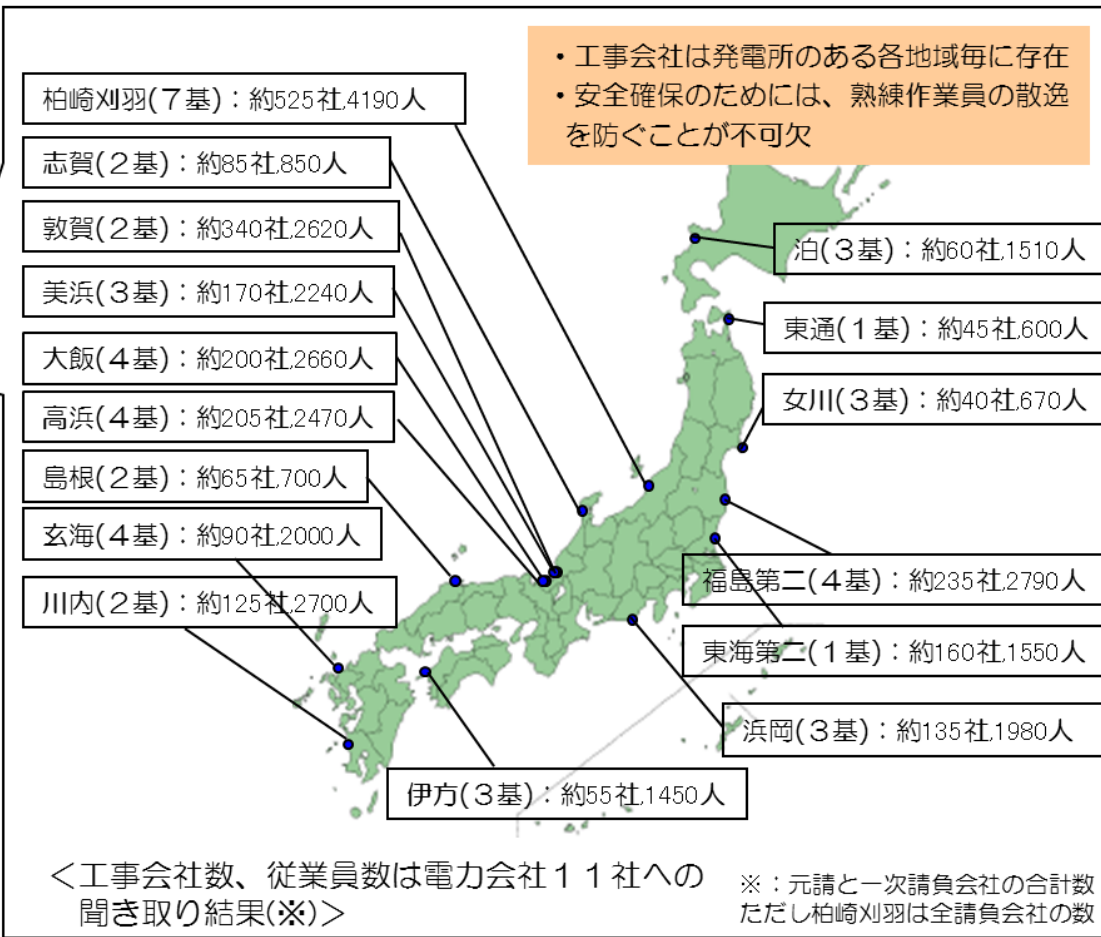
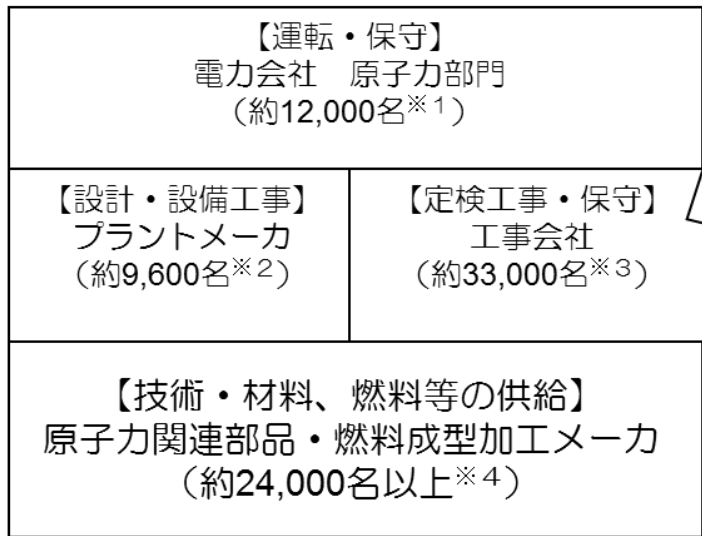
- 総合的な安全性を構築する基盤は、安全性の高い設備・体制と発電所の運転・保守経験にある。長期停止による運転・保守経験が不足すると、安全性が損なわれる虞。
- 着実な事業者の努力と審査の実施が必要。



震災以降の長期間にわたる原子力発電所停止による間接的影響 (我が国の原子力発電に関わる人材の現状)

**我が国の原子力産業界は、80,000名以上が従事している。
工事会社は、発電所のある地域ごとに存在（地元に着）。**

【原子力産業界の全体構造】 (合計約80,000名以上)



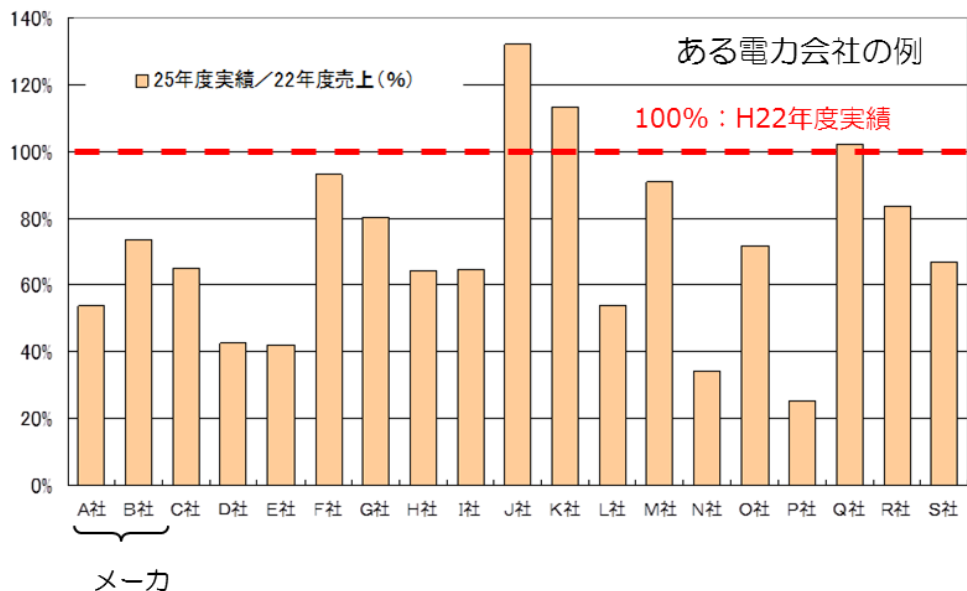
※1 「原子力発電に係る産業動向調査2010報告書」
社団法人日本原子力産業協会による
※2 一般社団法人日本原子力産業協会調べ
※3 電気事業連合会調べ（原子力発電所における通常運転時と定期検査時の平均労働者数を全国の発電所で積算）
（一部、プラントメーカーとの重複あり）
※4 ※1、2より算出

※：元請と一次請負会社の合計数
ただし柏崎刈羽は全請負会社の数

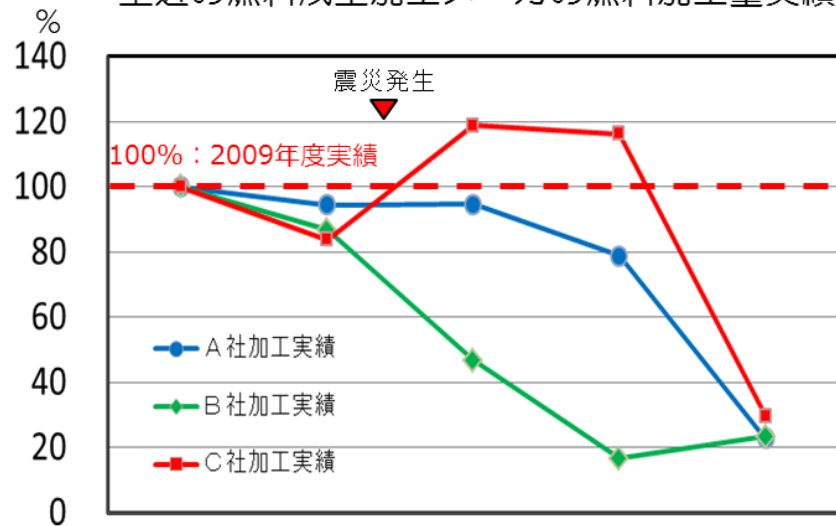
震災以降の長期間にわたる原子力発電所停止による間接的影響 (長期停止による工事量や燃料加工量の減少に伴う原子力事業からの撤退)

- 工事会社およびその協力会社は、震災後の売上げが震災前の 1 / 2 以下となる会社も発生しており、将来の原子力のビジョンが見えなければ経営計画が立てられず撤退する虞あり。
- 燃料成型加工メーカーでは、震災後、加工量が 1 / 4 程度にまで減少し、工場を休止する事態に陥っている。これらメーカーでは燃料が単一の製品であるため、この状況が続けば撤退する虞あり。

至近の工事会社の売上実績



至近の燃料成型加工メーカーの燃料加工量実績

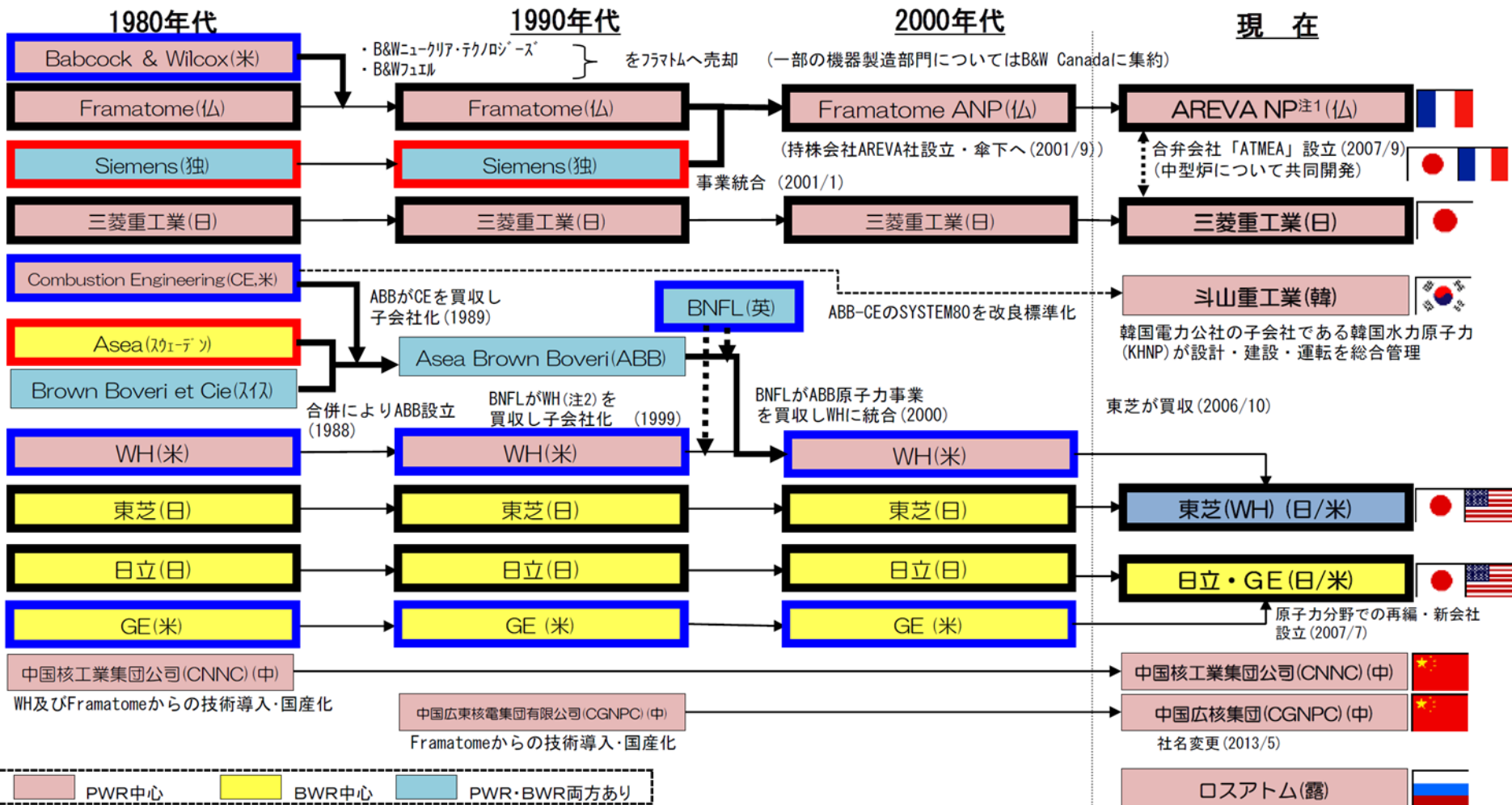


2009年度 2010年度 2011年度 2012年度 2013年度

国内燃料成型加工メーカー3社に聞き取り：電気事業連合会まとめ

震災以降の長期間にわたる原子力発電所停止による間接的影響 (世界の原子力産業界における日本の位置づけの低迷)

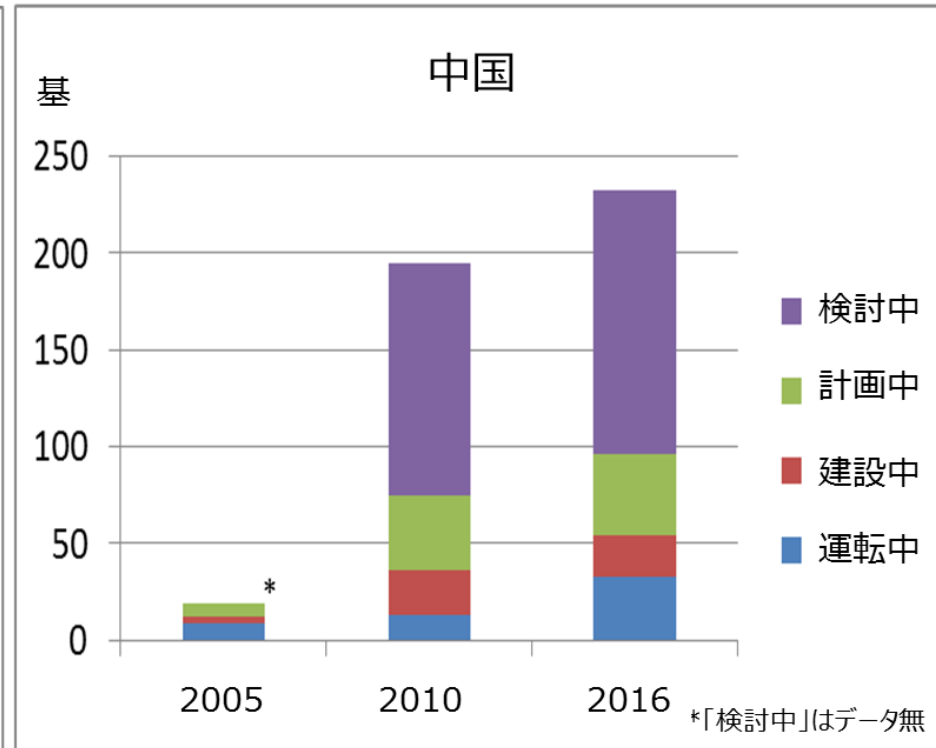
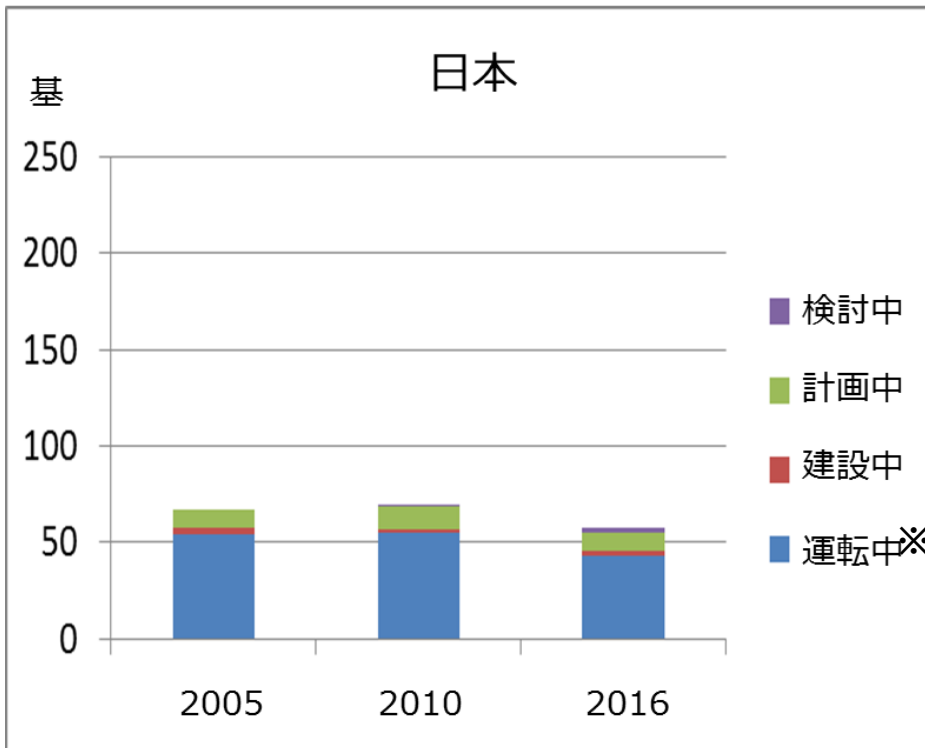
- 世界の主要な原子力プラントメーカーのうち、3社が日本のメーカー。
- 日本の原子力プラントメーカーは、世界の原子力安全をリードしている。



注1 2006年3月1日より、「AREVA NP」に社名変更
 注2 米国防衛・環境関連はWashington Group International(米)が買収

原子炉製造、濃縮、燃料加工、ウラン鉱山開発等の民生原子力部門を統合(2008/3正式発足)
 出典：第3回原子力小委員会 参考資料1

日本および中国における原子力発電開発状況



※：2016については、既存炉（廃炉決定炉以外）の合計を示す

日本は世界をリードする3メーカーを有しているが、国内開発は頓挫している。