

# 立地自治体の視点からの継続的安全性向上

福井県 原子力安全対策課参事（工学博士） 山本 晃弘

## （現在の業務、専門分野）

- メディア対応（広報官）  
（トラブル、定期検査時には、記者会見を実施し、県の立場から説明・・・これまで200回以上）
- 事故故障トラブル情報の分析、評価  
（福井県はこれまで40年以上にわたり、法令対象未満の軽微なトラブルについても情報収集、分析を実施）
- 福井県原子力安全専門委員会の会合開催、運営、報告書まとめ  
（2004年に設置。原子力、材料、機械、地震工学、放射線化学などの分野の有識者12名で構成）
- 安全文化、定期安全レビュー（原子力学会に関連論文を投稿）

## （バックグラウンド）

- 福井県 原子力安全対策課（1998 - 2005）
- 経済産業省 原子力安全・保安院 原子力防災課 事故・故障対策室（2005-2006）
- 経済協力開発機構（OECD/NEA）高経年化対策専門職（2006-2010）

## ○現状認識

- 原子力を取り巻く状況
- ステークホルダーとの関わり
- 福島第一原子力発電所事故後の立地自治体の立ち位置

## ○継続的安全性向上に対する立地自治体の関わり

- 現場目線からの課題の指摘
- 立地自治体独自の取組み

## ○今後の継続的安全性向上に対する期待

## ○原子力を取り巻く状況

- ・ 福島第一原子力発電所事故後、原子力発電所の再稼働に当たっては、事業者、規制当局、政府の対応だけでは、地域住民、国民の理解を得ることが困難
- ・ **国民の信頼を再構築するためには、発電所の良好な運転実績を積み重ねていくことが何よりも重要**であり、福島第一原子力発電所事故の知見、教訓や**国内外の運転経験、最新知見等**を発電所の安全対策に確実に反映していく必要がある。

(山本晃弘,「原子力発電所の安全マネジメントシステムの実効性向上に関する研究」, 東京大学大学院工学系研究科, 博士論文, 2019)

## <田中俊一氏（元原子力規制委員会委員長）の発言>

- ・ 福島第一原子力発電所事故は、事業者を中心に繰り返されてきた「安全神話」の虚構を白日に晒し、安全規制についての**国民・社会の信頼を完膚なきまでに失墜させた**。
- ・ 立地住民の信頼を取り戻すという点では、再稼働した原発が、**司法による理不尽な停止命令を除くと、今日まで計画外停止をすることもなく安定した運転を達成している事実は、事業者に対する信頼を取り戻す上で重要な実績**として特筆されてよい。

(「日本の原発はどこへ行く」, 日本原子力学会 2020年秋の大会予稿集)

## ○現状認識（福井県）

- ・ 福井県では、大飯3, 4、高浜3、4号機の4基が再稼働。**2019年度の設備利用率**は、蒸気発生器伝熱管に損傷が確認された**高浜4号機を除き、約80%**と好調
- ・ 一方、昨年発覚した**関西電力金品問題**により、**事業者に対する信頼は失われた**。また、**2020年は、高浜3、4号機で蒸気発生器伝熱管損傷が再発**。大飯3号機では、一次系配管分岐管に強加工SCC（推定）が発生。**現在、全発電所が停止した状態**。
- ・ そのような中、**大飯3、4号機の行政訴訟の一審判決で国が敗訴**。判決内容はともあれ、**県民に、審査に問題があるのではないかと不安や懸念**をもたらした。

地元は、様々な問題、課題に翻弄されており、原子力の信頼回復には程遠い状況  
⇒ 事業者、規制当局は説明責任を果たしているか？

# これまで10年間の運転実績、今後5年の運転計画

	2011	2016	2021	2026	費用 (上：安全対策工事) (下：特重工事)
	高浜3, 4号機		●高浜3, 4再稼働	▽SG伝熱管損傷(3号) ▽SG伝熱管損傷(4号)	
大飯3, 4号機		●大飯3, 4再稼働	▽1次系配管分岐管 ひび割れ(3号)	▽30年(3号) ▽30年(4号)	1220億円 1507億円
美浜3号機 (44年) 2011年以降停止中	2011.5	2020.9 安全性向上対策工事		2021.10 2023.4 特重停止	▽50年 1651億円 749億円
高浜1号機 (46年) 2011年以降停止中	2011.1	2020.9 安全性向上対策工事		2021.6 2023.12 特重停止	▽50年
高浜2号機 (45年) 2011年以降停止中	2011.11	安全性向上対策工事		2021.6 2023.12 特重停止	▽50年 3240億円 2227億円



現在、40年超プラント3基の再稼働議論の真っ只中（これらプラントは6月以降、特重期限停止となる）

(最近のテレビ番組、新聞記事等)

- 「俺たちは何か間違ったのか？とお前は言ったな。自然を支配したつもりになっていた、**慢心**だ（渡辺謙（吉田所長役））」  
(Fukushima 50 (映画) 劇場公開日 2020年3月6日)
- 「事故は起きないだろうと**過信**していた（東京電力広報部門副所長：木元氏）」  
(福島第一原発の中へ&浜通りのいまSP (3月10日放送))
- 「**想像力を欠いていた**ことが大きい。原子力関係者、メディアも同様。どんな事態になるかを記録映画でも作るように思い描いて、対策を考える姿勢が希薄なのではないか。石橋克彦（神戸大学名誉教授）」  
(3月11日：朝日新聞インタビュー記事)

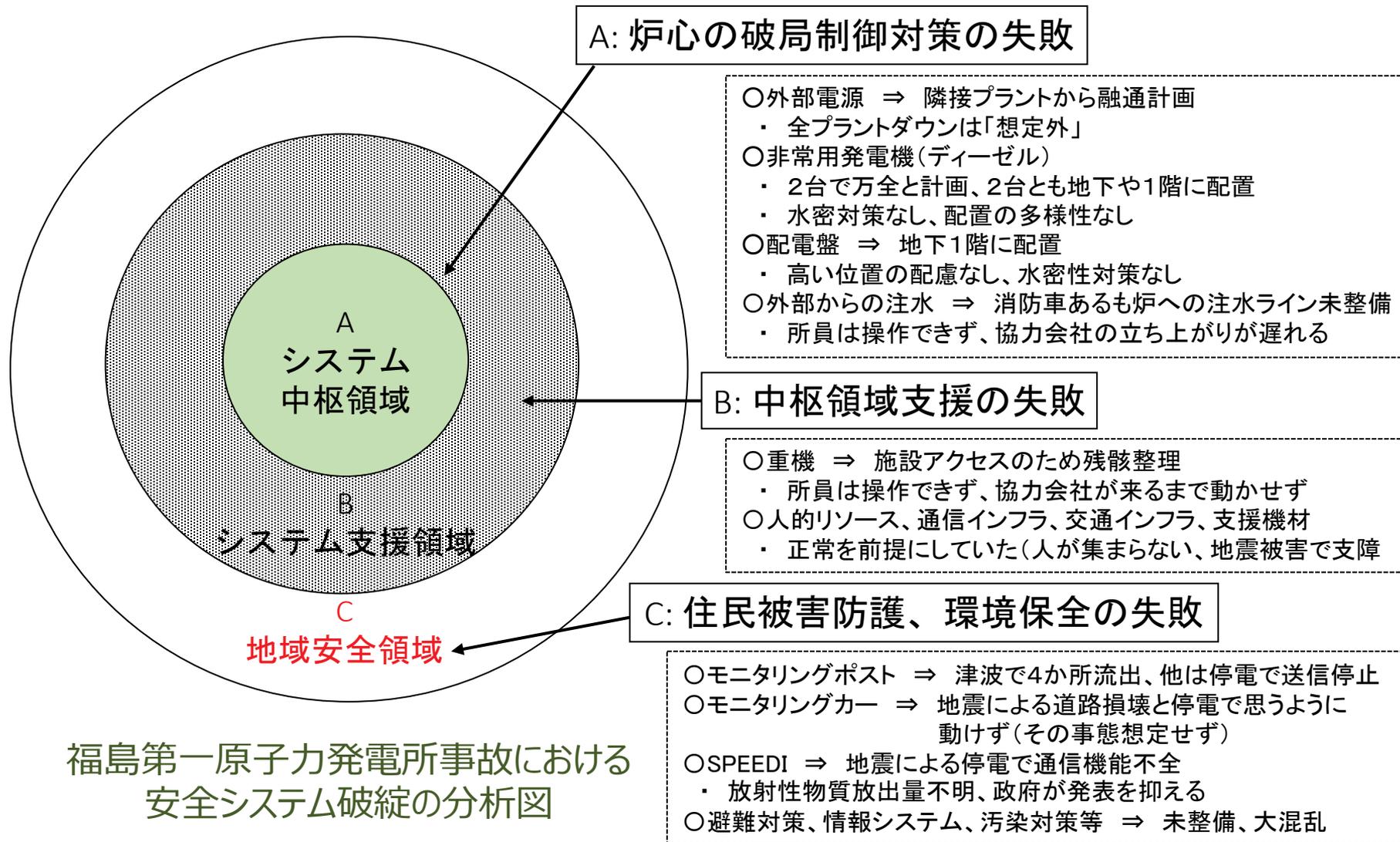
(福井県議会における知事答弁)

○2012年2月議会（一般質問答弁）

- 今回の事故は、安全対策について、国や事業者**大きな油断**があり、また、事故発災直後、初動などの対応にも**不十分さや不注意な点**が多かったのではないかと考えている。
- 安全対策は、形だけにとどまることなく、万一の場合に実効性のあるものとして機能すること、常に研究を重ね、安全を限りなく追及する姿勢がこれから一層大事になる。

○2017年9月議会（予算特別委員会答弁）

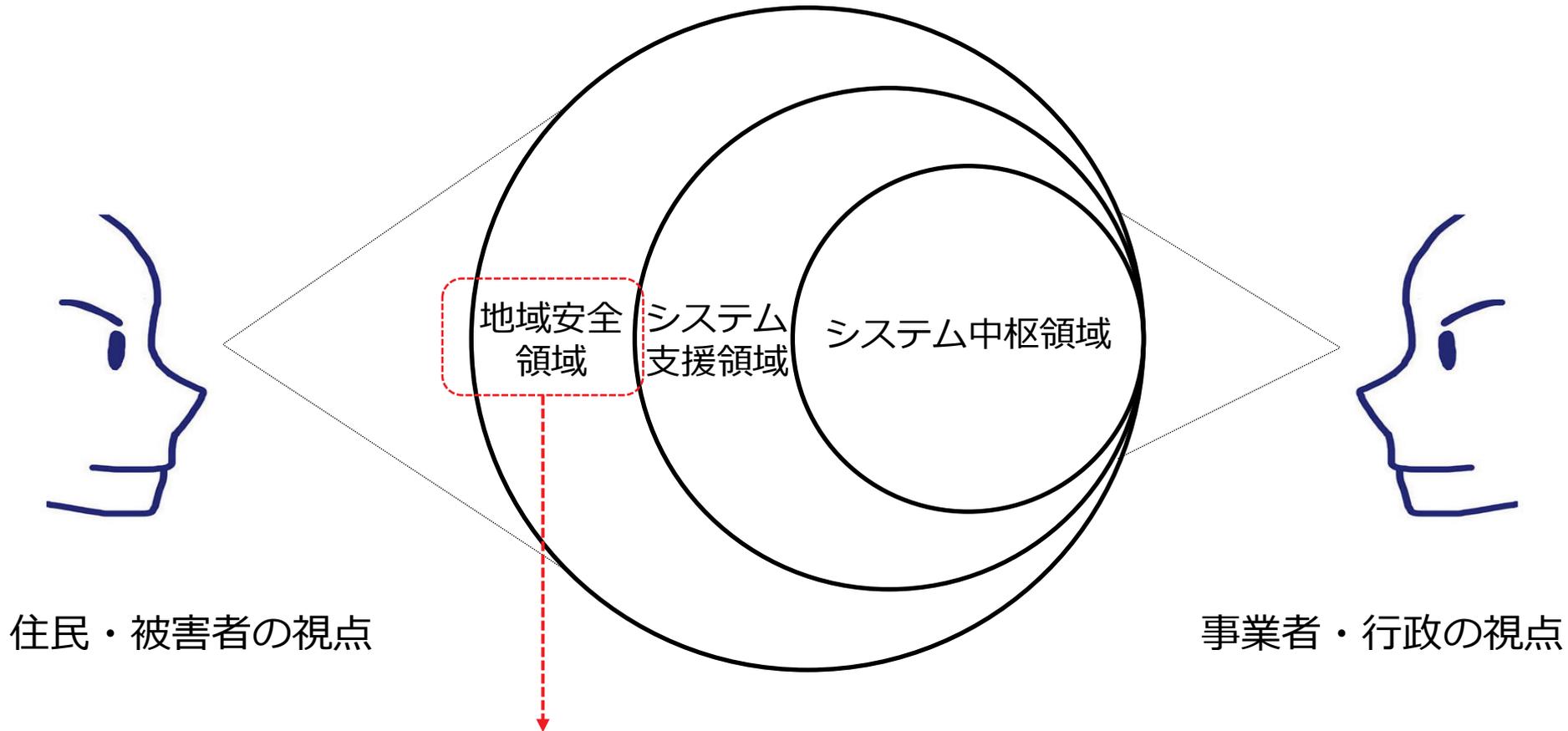
- **福井県ではこれまで県独自の組織、人員体制をつくり**、絶えず厳格に事業者を監視するとともに、福島第一原子力発電所のような事故、つまり**不注意、油断**などに基づく事故は福井県では絶対に起こさせないという覚悟で、国に先駆けて事業者**に安全対策の実施を徹底させ、県民の信頼を得るよう努力してきた。**



今後は、原子力関係者一人一人が、システム全体を俯瞰して議論していくことが重要

### 事故・災害の全体像を見る視点の違い

事故が起きてからの調査・検討の方法だけではなく、事故が起きる前に、システムの安全性を点検する時にこそ求められる視点であり方法



平常時には透明性の確保、タイムリーな情報公開が必要⇒安全協定の基本  
(立地自治体は、地域住民の安全と信頼を確保するための地方行政の礎として安全協定を運用)

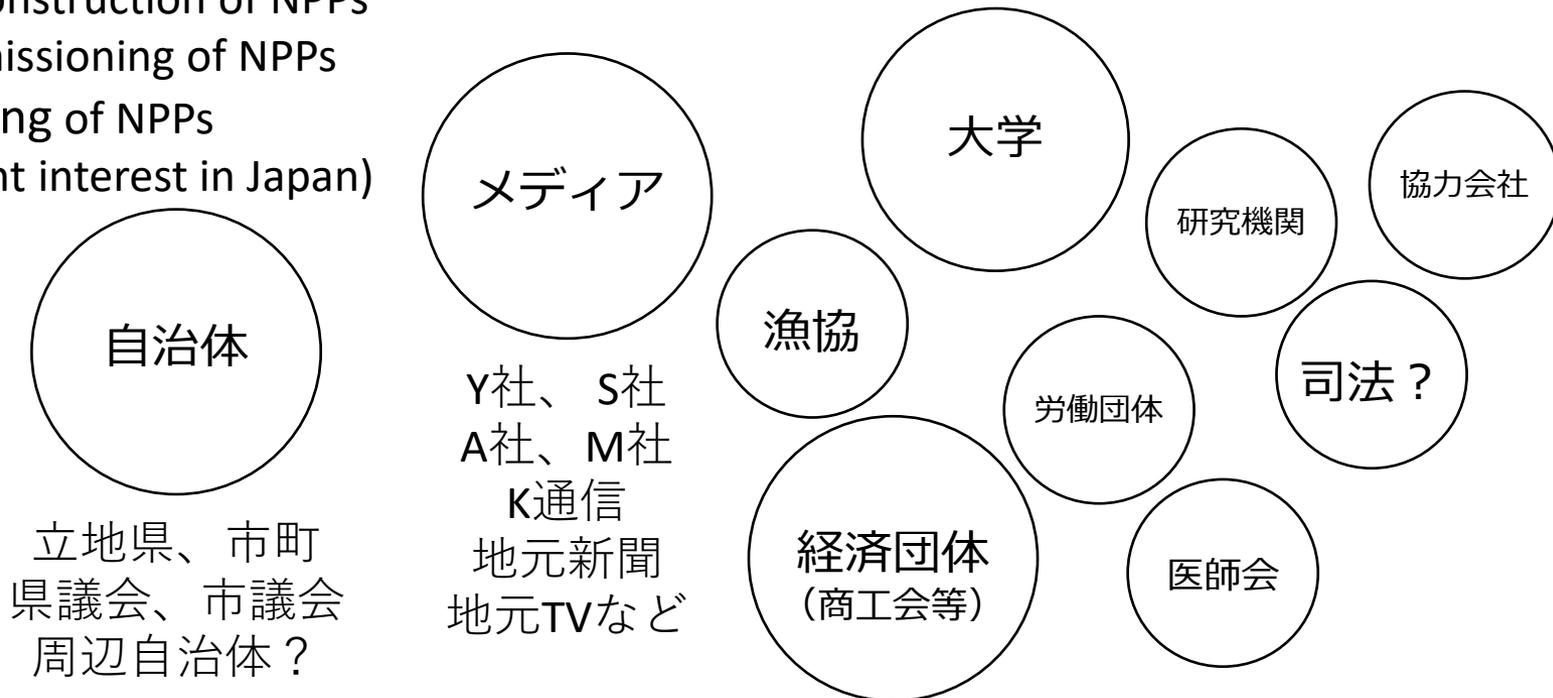
“ステークホルダー”の関心、“ステークホルダー”とのギャップ  
を認識して説明していくことが重要

## ■ Who is a stakeholder

- Stakeholder is generally defined as those who have a **specific interest** in a given issue or decision
- Any actor-institution, group or individual with an interest in or a role to play in the societal **decision making process** – OECD/NEA Forum on Stakeholder Confidence

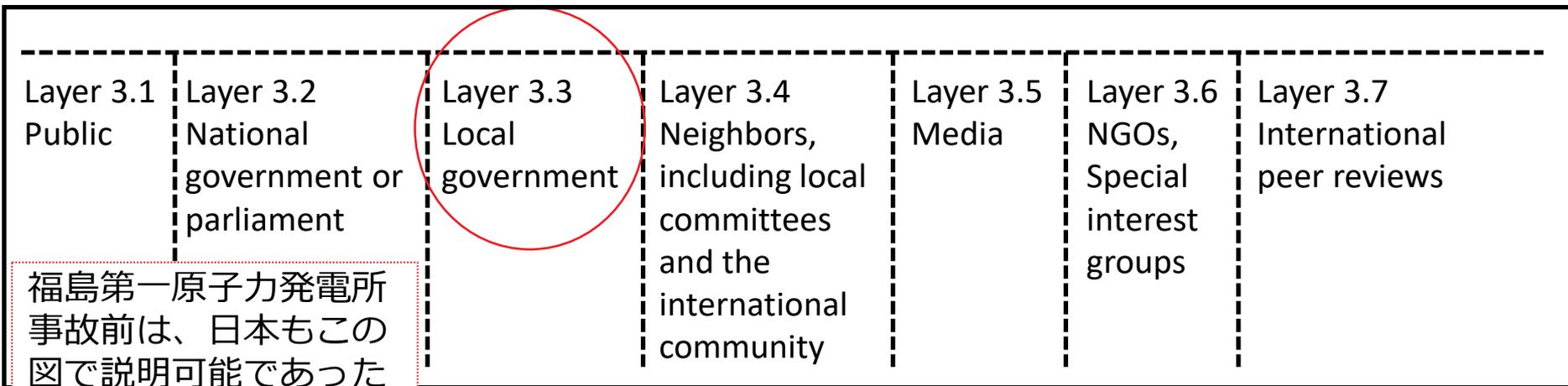
(Specific interest)

- Siting, construction of NPPs
  - Decommissioning of NPPs
  - Restarting of NPPs
- (Current interest in Japan)

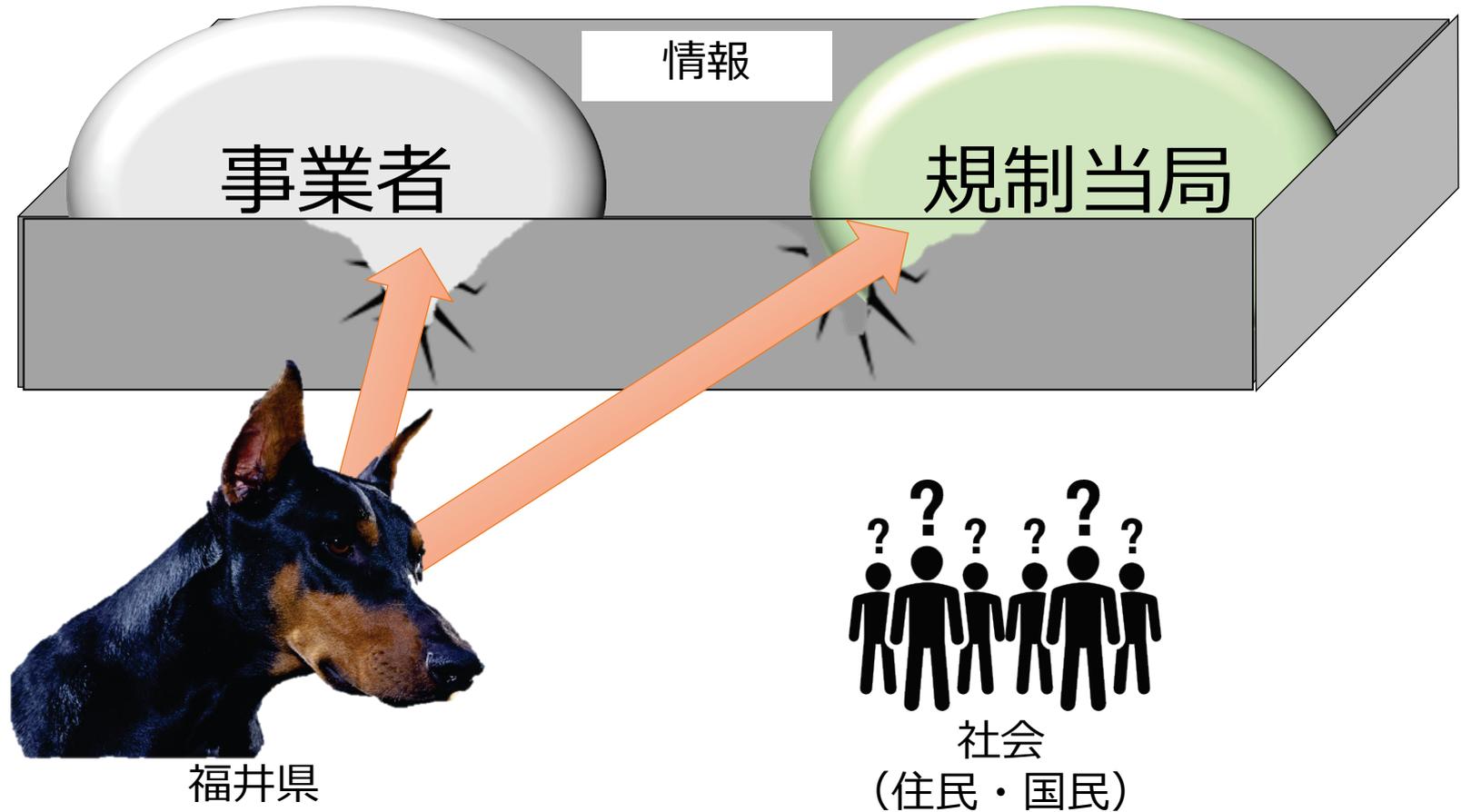


(例) 規制委員会：30km圏内自治体を対象 ⇒ 一方、福井県は、歴史的な経緯からも発電所が立地する県市町が対象と理解

福島第一原子力発電所事故以降、“ステークホルダー”は、より広範、複雑化  
立地自治体もひとつくりににはできない。（各自治体でアプローチが異なる）

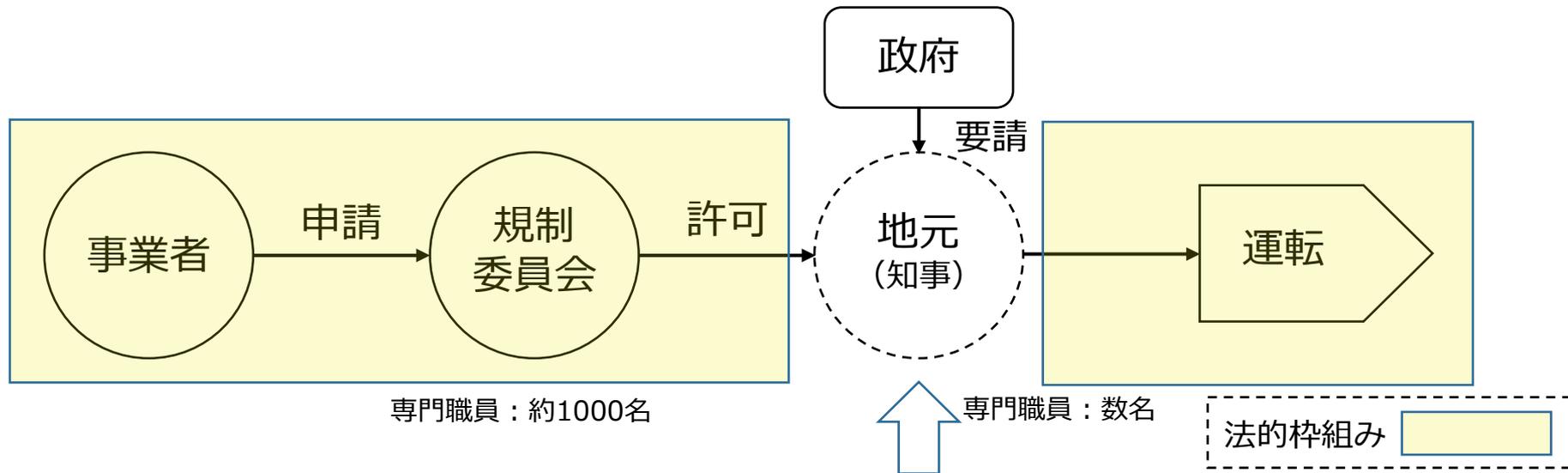


Openness and transparency, accountability, assurance  
 Nuclear industry and regulator leadership, culture and capability



社会の信頼を得るためには透明性とタイムリーな情報提供が必要  
初動対応を誤ると、本質を離れたMedia Circus状態になる。⇒東電ID問題

今後も積極的な情報発信により信頼性を高めていく必要がある。



## どのような意味を持つのか？

- 事業者 : 「規制基準を満たしています。」
- 規制当局 : 「安全とは言いません（安全神話の復活につながる）」
- 政府 : 「世界で最も厳しい水準の規制基準に適合した場合、その規制委員会の判断を尊重し、地元の理解を得ながら再稼働を進める」

### (立地自治体の動機)

- 国策に協力する立場
- 県民の安全、安心を守るため
  - ⇒ 危険の度合いは説明しやすいが、安全の説明は困難
  - ⇒ 安心はさらに難しい課題。説明する側のBehavior、信頼関係に依存
- 事業者に対して安全協定の遵守を求めている。

政府は、知事に対して（再稼働判断の）意思決定を行うよう求めている。しかし、自治体は、限られたリソースで、システムすべての領域をカバーすることは困難

(通報連絡、タイムリーな情報公開)



## (自治体の役割)

- 地元に根付いた日々の対応（住民対応、情報公開等） → 地域安全領域をカバー
- 事業者、規制当局の翻訳者（審査会合等の議論は、内容を理解するのが難しい）
- ファシリテーター？（住民説明会の開催など）
- 自治体独自の有識者組織（専門委員会等）の助言活用 → システム中枢、支援領域をカバー

**Q. この10年間の継続的安全性向上は実効性があったか、十分であったか？**

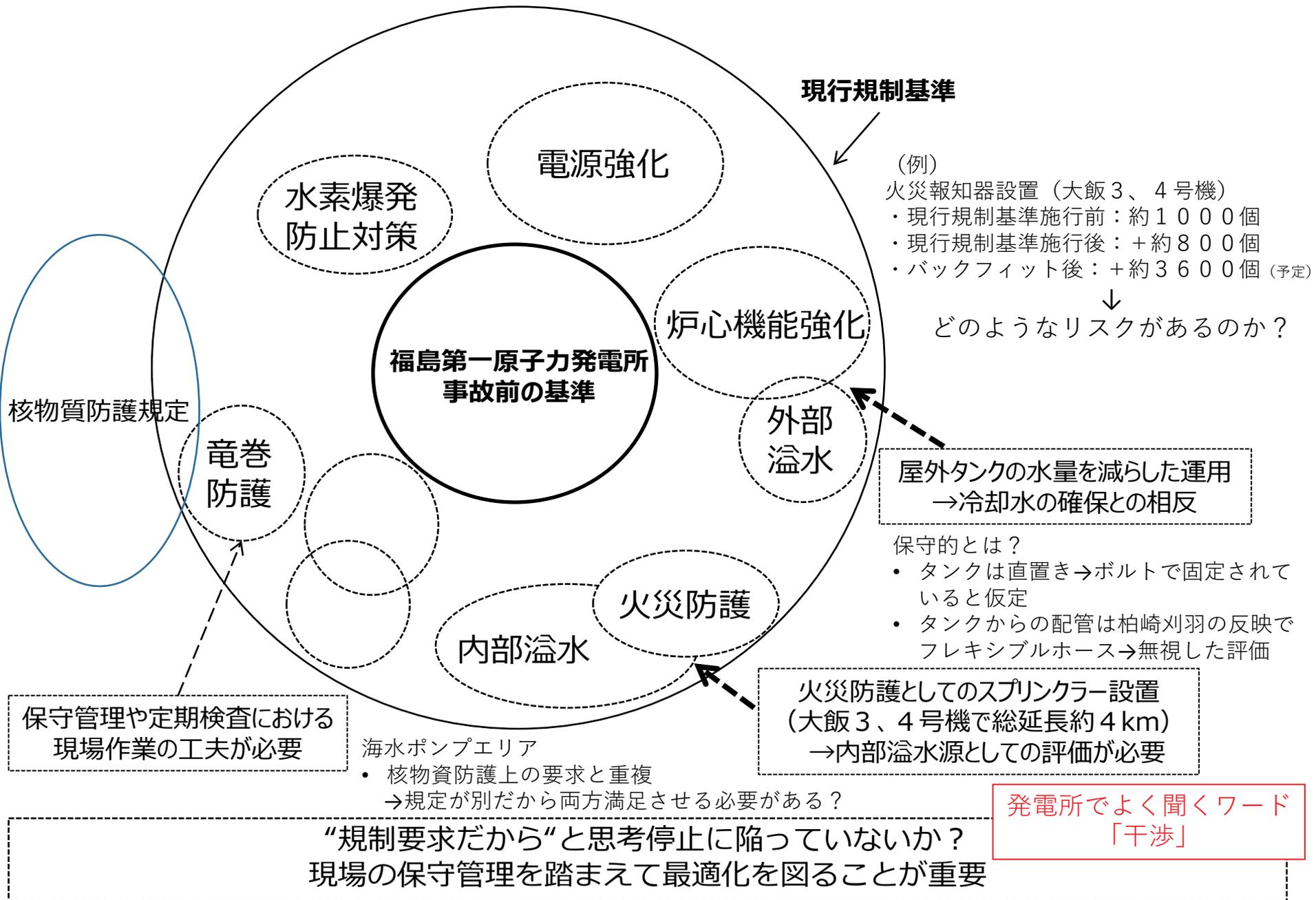
＜事業者、規制当局＞

- 宿題回答型の事業者（規制基準への対応で精いっぱい）
- 保守的評価の重ね合わせを求める規制当局
- 諦めの姿勢が目立つ事業者（審査に時間を要するのであれば丸呑み）

**（現場の印象）**

- 付け足し設備が多く、現場の保守管理、運営へのしわ寄せ  
 （例1）現行規制基準後の県内PWR発電所における定期検査の標準工程：約70日
- 今後も続くバックフィットへ等の対応→リスク評価は？  
 （例1）火災報知器：800→1200→2400個  
 （例2）高浜警報なし津波：津波の水は一滴も敷地に入れない（規制基準）  
 →津波で浸水した場合、どのような影響があるのか説明はない。  
 →1、2号機と3、4号機中央制御室間（200m）の潮位計のデータのやり取りのために衛星通信設備を配備

継続的安全性向上の取組みを（分かりやすく）社会に提示できていない



現行規制基準

福島第一原子力発電所  
事故前の基準

(例)  
火災報知器設置 (大飯3、4号機)  
・ 現行規制基準施行前: 約1000個  
・ 現行規制基準施行後: +約800個  
・ バックフィット後: +約3600個 (予定)

↓  
どのようなリスクがあるのか?

核物質防護規定

竜巻  
防護

保守管理や定期検査における  
現場作業の工夫が必要

海水ポンプエリア  
・ 核物資防護上の要求と重複  
→ 規定が別だから両方満足させる必要がある?

外部  
溢水

屋外タンクの水量を減らした運用  
→ 冷却水の確保との相反

保守的とは?  
・ タンクは直置き → ボルトで固定されていると仮定  
・ タンクからの配管は柏崎刈羽の反映でフレキシブルホース → 無視した評価

火災防護

火災防護としてのスプリンクラー設置  
(大飯3、4号機で総延長約4km)  
→ 内部溢水源としての評価が必要

内部溢水

発電所でよく聞くワード  
「干渉」

“規制要求だから”と思考停止に陥っていないか?  
現場の保守管理を踏まえて最適化を図ることが重要

- 福井県内の原子力発電所に関する**原子力安全行政について、独立的、専門的な立場から、技術的な評価・検討を行い助言**するために2004年8月に設置
- 専門委員会は、原子炉や放射線など原子力を専門とする委員の他に、金属材料、耐震工学などの**原子力発電所の安全性にかかわる各分野の専門家で構成**している。
- 福島第一原子力発電所**事故以降、30回以上の公開会合を開催**、現場確認も実施。
- プラントの安全性について、ハード、ソフト両面から独自に確認を行い、これまで、高浜3、4号機、大飯3、4号機の安全性向上対策に係る**議論を報告書としてまとめている**。
- その中では、委員会独自に、電源や冷却機能の強化などに関する指摘を行っており、**事業者が対策に反映した事例もある**。また、事業者、規制当局に対して継続的に改善を図るよう求めている。

#### ○規制委員会に求めた事項

- 原子力規制庁は、事業者が実施する総合訓練に参加し、事業者の対応等を評価しているが、訓練を通じて**事業者から原子力規制庁の緊急時即応センター等の事故対応の評価を受け、危機管理体制の実効性確保等に努めていくこと**
- 新規制基準を踏まえ事業者が実施した対策について、**プラントシステム全体からみて最適となっているか事業者と十分に議論を行い、相互の理解を深め、安全規制の改善を図ること**

#### ○事業者に求めた事項

- 発電所の設備全般を熟知し、プラントシステム全体を俯瞰できる人材を計画的に育成するとともに、**想定する運転期間中の人的資源等を確保するための方策**を構築すること
- 発電所の安全性を維持・向上させるため、個別事象に対応した**局所的な安全対策を図るのではなく、プラントシステム全体への影響を考慮し継続的改善を行うこと**

福島第一原子力発電所事故後、各自治体も追従して外部有識者による委員会を設置  
(石川県、佐賀県、鹿児島県・・・)

項目	福井県原子力安全委員会の指摘	事業者の対応状況
電源確保	空冷式非常用発電装置の遠隔操作が失敗した場合の対応について検討すること	高圧ケーブルが損傷した場合も想定し、損傷部分を切断し健全部分をつなぎ合わせる手順を整備（2013年）
冷却機能確保	海水ポンプ故障時の復旧手段、方策について改善を図ること	<ul style="list-style-type: none"> <li>予備モータを構内に配備し、竜巻飛来物防護設備設置を踏まえた交換手順を整備するとともに、運搬訓練を年1回実施.</li> <li>主軸やインペラ等の主要部品の予備品の発電所内への配備を検討中</li> </ul>
中央制御盤の取替え	福島第一原子力発電所事故の知見を踏まえ、全交流動力電源喪失時にプラント状態を把握するための可搬型機器およびその運用を整備すること	<ul style="list-style-type: none"> <li>シビアアクシデント監視操作盤等を新たに設置</li> <li>中央制御盤、シビアアクシデント監視操作盤が使用できない場合に備え、可搬型計測器（約40個）を配備し、手順を整備</li> </ul>
津波の知見収集	若狭湾周辺の津波堆積物調査を実施すること	約1万年前以降の地層の調査を実施し、発電所に影響を与える規模の津波はなかったと評価し、調査結果報告書を規制委員会に提出
情報通信網の強化	中央制御室と現場の連絡手段として配備した携行型の通話装置について、常設回線が使用できない場合を想定した対応を検討すること	中央制御室に200m長の通信ケーブルドラムを配備し、現場までケーブルを敷設する手順を整備
シビアアクシデント対応能力の向上	解析ツール等に頼らず、自らプラントパラメータ（温度、圧力等）の情報を基に、状況を把握できるよう、習熟度を向上させるための教育を行うこと	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラント挙動を可視化するツールを活用し、事故収束手段を検討・選択する教育や机上訓練を定期的実施</li> <li>2016年度から指揮者クラス約40名、指揮者を含む対策本部要員約250名を対象に実施</li> </ul>

専門委員会の議論を踏まえ、福井県は、事業者に対する具体的な継続的改善策を要請

- 検査制度、安全性向上評価（FSAR?、新PSR?）を継続的改善につなげていく必要がある。  
（事業者、規制当局は、相当なリソース（人員、時間）を投入している）
- その際、社会的受容性の向上という視点も取り入れていくことが重要
- 原子力学会の検査制度WGからも様々な提案が出されている。
- しかしながら、検査制度、安全性向上評価の実施状況をみると、現状では、課題が散見される。

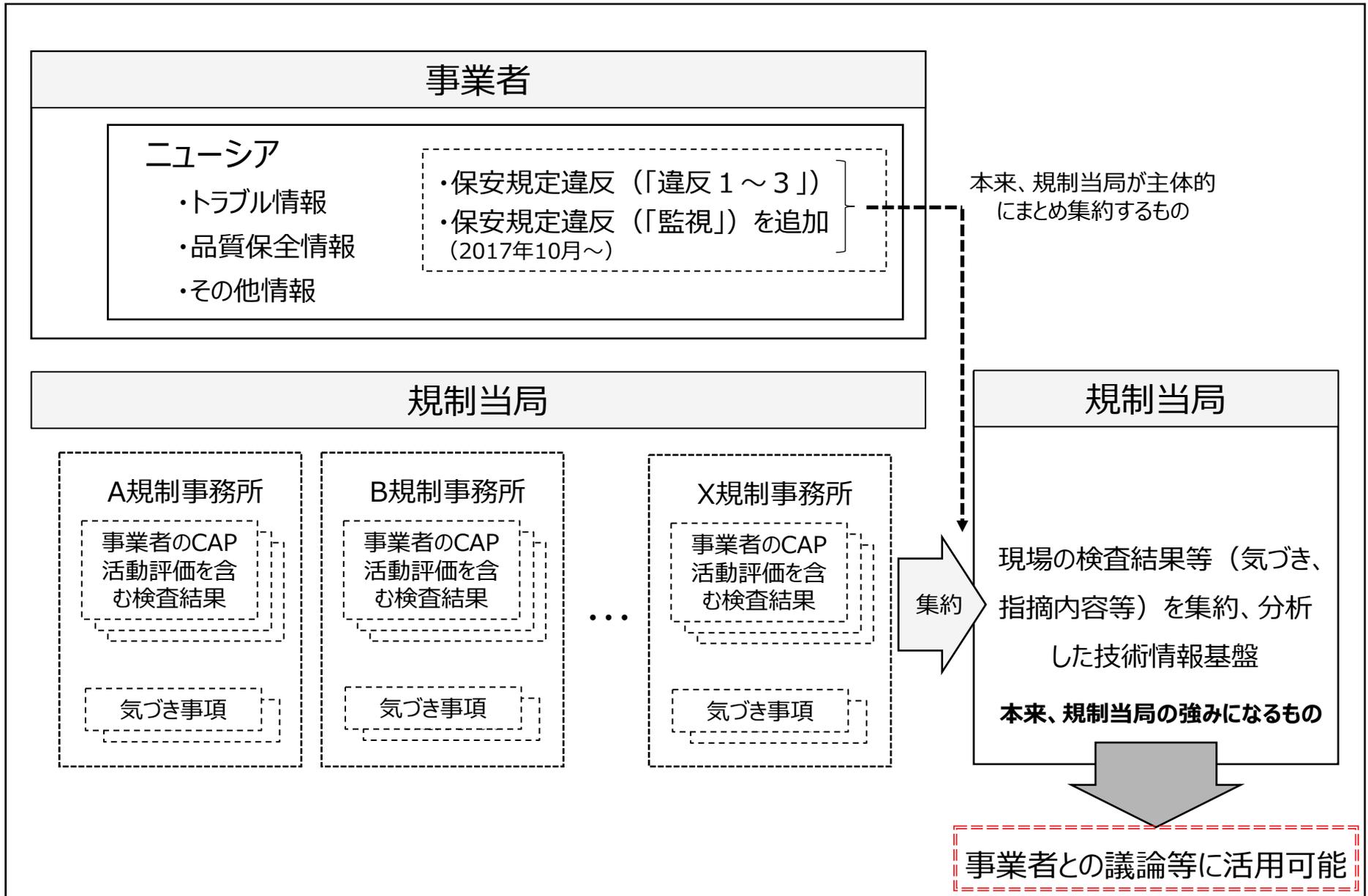
### （参考）学会検査制度WGの提案内容

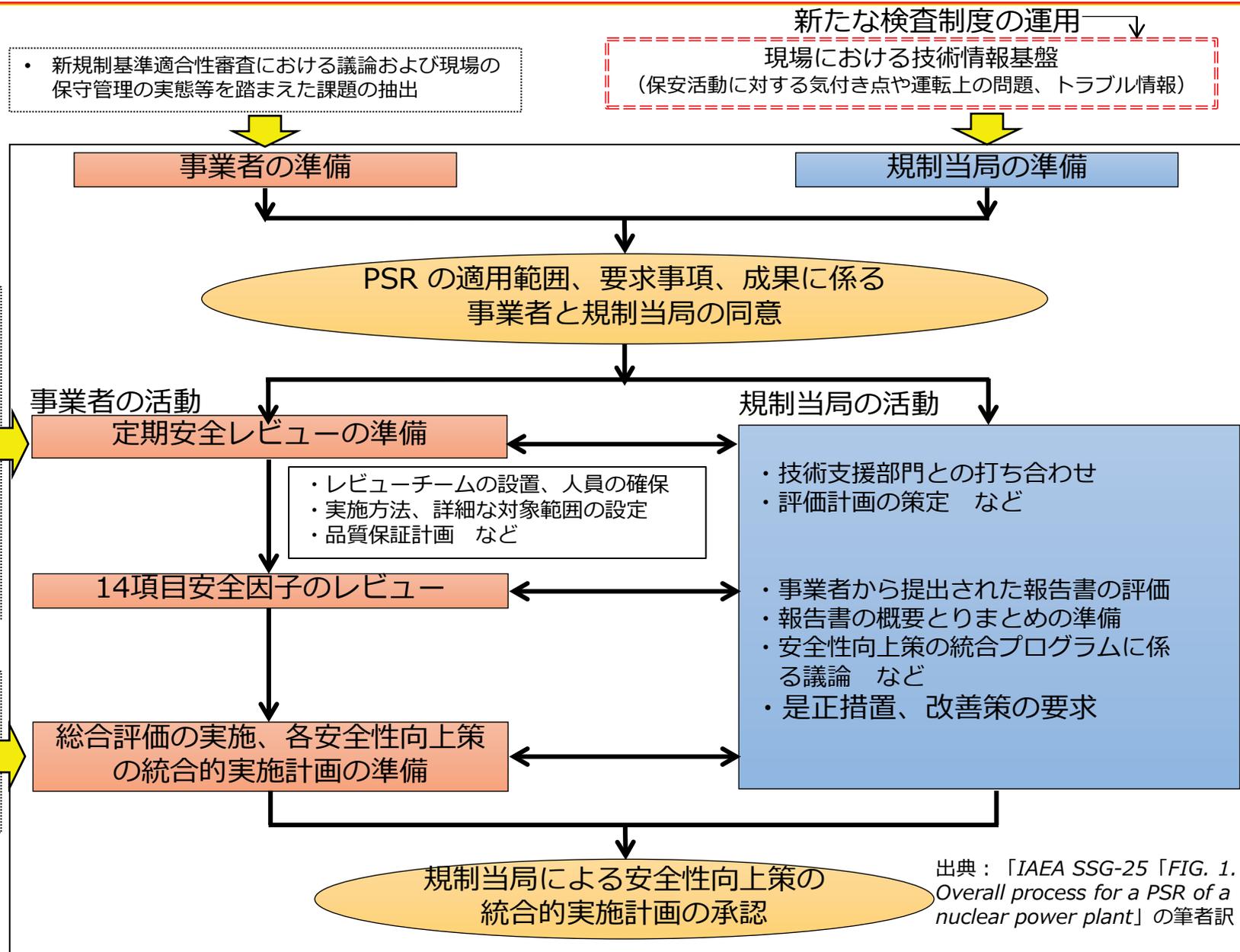
- ・ 社会の信頼獲得において、ステークホルダーとの論点を具体的に検討していくことも重要になる。
- ・ 今後、新検査制度の運用の年月と共に蓄積される運用実績情報について、NRA外からも容易にアクセスできる状態となることが挙げられる。

地元の関心は、目の前で起きていること（トラブル、労災、再稼働）であり、これらに関して、検査官が、どのような視点で事業者の活動を監視、確認しているのかをタイムリーに情報発信していくことが信頼醸成につながるものとする。

地元との信頼関係醸成のためには、地域解決、現場即応型の視点を取り入れていくべきではないか。

## 規制当局における技術情報基盤の構築





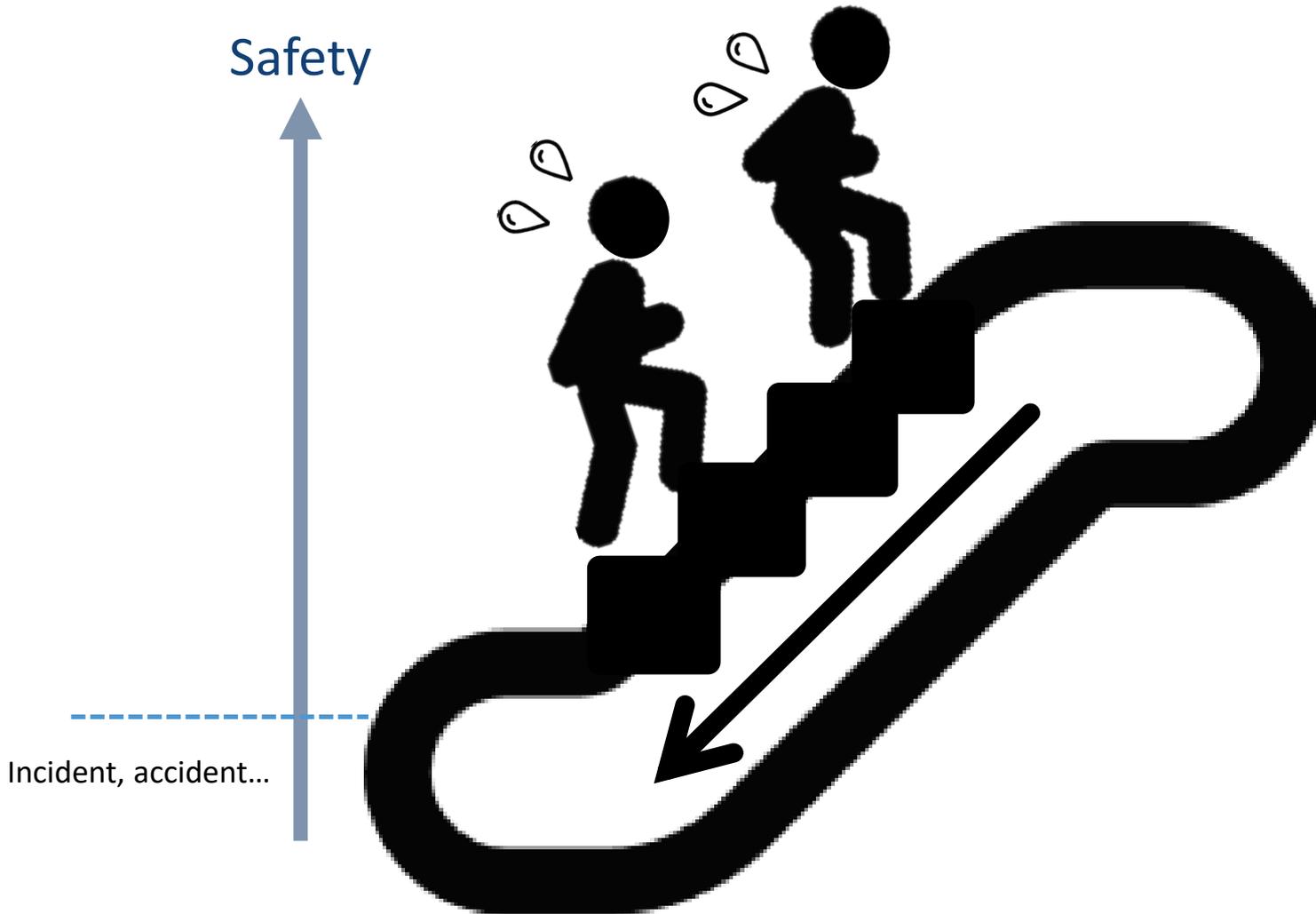
・ 評価の前提条件に係る各種データの更新や研究成果、新知見の収集状況を踏まえた過去レビュー判断プロセスの妥当性検証

・ 立地自治体の原子力安全に係る外部専門組織等の指摘への対応

経年劣化管理プログラムや Configuration Managementプログラムの有効性等の評価

□ は筆者追記

各事業者は、安全性向上評価書をまとめるにあたり、SSG-25に基づく評価を行うとしているが、実施には至っていない。



Nuclear safety is like climbing a descending escalator. If you stop moving (thinking), you (Safety level) will go down.

	福井県記者会見	規制当局の対応
11月20日	蒸気発生器伝熱管に傷を発見	
11月25日	異物ではなく、スケールの要因の可能性がある。 2018年以降、類似例が3件発生しており、原因を異物混入としていたが、誤りだった可能性がある。	どこかの作業で2次系に異物を入れてしまったのだろうとは思われる。ストレーナはつけておらず、作業管理の観点で足りないところを考えてもらいたい（更田委員長会見）
12月15日	回収した付着物は、伝熱管外表面に生成された鉄酸化物（スケール）と推定。今後の調査状況によるが、運転時間や水質管理等の状況が関係することもある。	
12月16日		スラッジが原因でということになると、水質管理の問題になり対処が難しくなるのではと思いますけどね。（更田委員長会見）
1月14日	伝熱管にきずをつけた可能性が高いスケールは、密度の高い酸化鉄の層であることを確認	<div style="border: 2px dashed red; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">                     (2) 規制庁と規制委員会の コミュニケーション                 </div>
1月25日	関西電力は規制庁に原因対策報告書を提出	
2月5日		公開会合（原子力規制庁）
2月10日	<div style="border: 2px dashed red; padding: 5px; background-color: #c8e6c9;">                     (1) 原因対策がまとまるまで受けつけない                 </div>	本当にスケール起因でSG損傷するか詳しく聞かないことには、これが原因だとして次に進んでいいとは思えない（更田委員長：定例会合）
2月16日		公開会合（規制庁）
2月24日	安全の一義的な責任は事業者→突き放すべきというのはこのこと？	最初にスケールとはにわかには信じ難いと思ったが、現にあったからという話なのだろうとは思いますが。
3月3日		規制庁から規制委員会に正式に報告（説明内容：過去に高浜3号機、4号機で起きた原因とは異なりますので、今回、個別に評価を報告するもの） 原子力規制庁の案を了承したい（更田委員長）

(規制委員質問)  
外側減肉事例は、高浜以外でも今までよくあることなのか。

(規制庁説明)  
相当前に玄海で、巻き尺を置き忘れ、それが傷付けたが、国内ではそれぐらいである。国内ではそういう感じです。

(事実関係)  
国内では、2000年に美浜3号で異物による減肉事例があり、2007年には、美浜3号機、敦賀2号機で異物が確認されている。

(3) 過去事例の情報不足

原因究明を阻害していないか？

(4) 事業者とのコミュニケーション

- 伝熱管施栓には、原因調査を妥当と判断する必要がある（規制庁見解）
- 原因対策をまとめるためには、蒸気発生器内の化学洗浄が必要
- 化学洗浄のためには、伝熱管の施栓が必要

## （2020年度第一四半期の規制検査結果）

- 2020年4月に発生した美浜3号機の海水ポンプ自動停止に関して、「不適切な保全」、「保安規定違反」と判断
- 「電磁流量計の電極部は、常時海水内に設置され、使用されていることから、錆等の異物の付着による信号伝送への阻害は容易に予測可能であり、適切に保全を実施することで防止することが可能であったと考えられることから、パフォーマンスの劣化に該当」と評価
  - **美浜単独の話として捉えることはできるか？（原因となった流量計の保全の考え方は、各事業者共通であり、全国プラントで保安規定違反状態が続いていることになるのではないか？フォローアップ状況は？）**
- 「海水ポンプが一時的に全台停止し、原子炉補機冷却海水系が停止した。」
  - **これにより影響を受ける使用済みプールの冷却ポンプは事象発生3日前に計画停止。評価に必要となる重要な情報が抜けている。**

（規制委員会公開会合での規制事務所からの説明「…使用済燃料ピットなどの熱除去が短期間でございますけれどもできなくなったところがございますので、こういった点を我々として評価しまして、重要度としては緑でございます。…」

← 誤った情報

## （2020年度第二四半期の規制検査結果）

- 「高浜3号機2次側配管の異物管理対策不備による蒸気発生器伝熱管の損傷事象（法令報告）」を掲載
- 「異物混入が原因となってSG伝熱管の外面損傷が起こり得ることは、合理的に予測可能であり、異物混入を防止する対策は徹底すべきであったことからパフォーマンス劣化に該当する。」と評価
  - **高浜4号機で2020年11月に同様の事象が発生。原因は、スケールによるものであり、異物混入ではないことが判明。異物とした推定原因は誤りである可能性が高く、再評価が必要だが、原子力規制庁も規制委員会も問題とはしていない。**

（更田委員長訓示：必要ならば前言を翻すことを厭わず、ちゃぶ台返しも恐れずにやりましょう。）

- 三か月ごとに結果を公表。事例を踏まえるとタイムリーな情報提供とは言い難い。今後、東電ID問題で発覚した規制庁の対応のまずさが、他の事例でも再発する可能性がある。
- 安全重要度の評価に関しては、第三者からは情報が不足しており、正確に理解することが困難。過去事例と比較して、知見が不足していたのか、または、陳腐化していたのかなど、時間軸を取り入れた評価が必要。また、フォローアップの情報提供も必要。