

# 原子力規制検査に係る事業者の 準備状況について

第5回 日本電気協会原子力規格委員会シンポジウム  
2018年6月5日

関西電力株式会社  
原子力事業本部 発電G  
榎本 晋嗣

## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP（是正処置プログラム）
- CM（コンフィギュレーション管理）
- PRAモデル高度化、開示
- フリーアクセス
- セルフアセスメント
- 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

## 1. 事業者活動の準備状況

### • CAP（是正処置プログラム）

- ①安全に関する気付き（問題）を広く収集
- ②問題の重要性と安全性の潜在的影響を考慮したスクリーニング
- ③問題の重要度に応じた是正処置  
（事業者の自主的な安全性向上活動）

### • CM

### • PRAモデル高度化、開示

### • フリーアクセス

### • セルフアセスメント

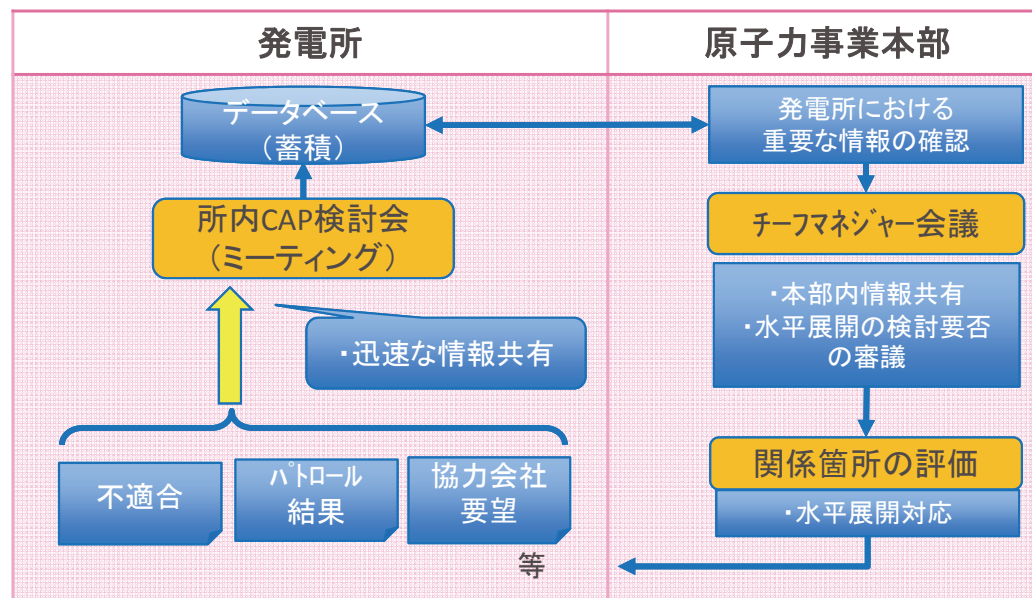
### • 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

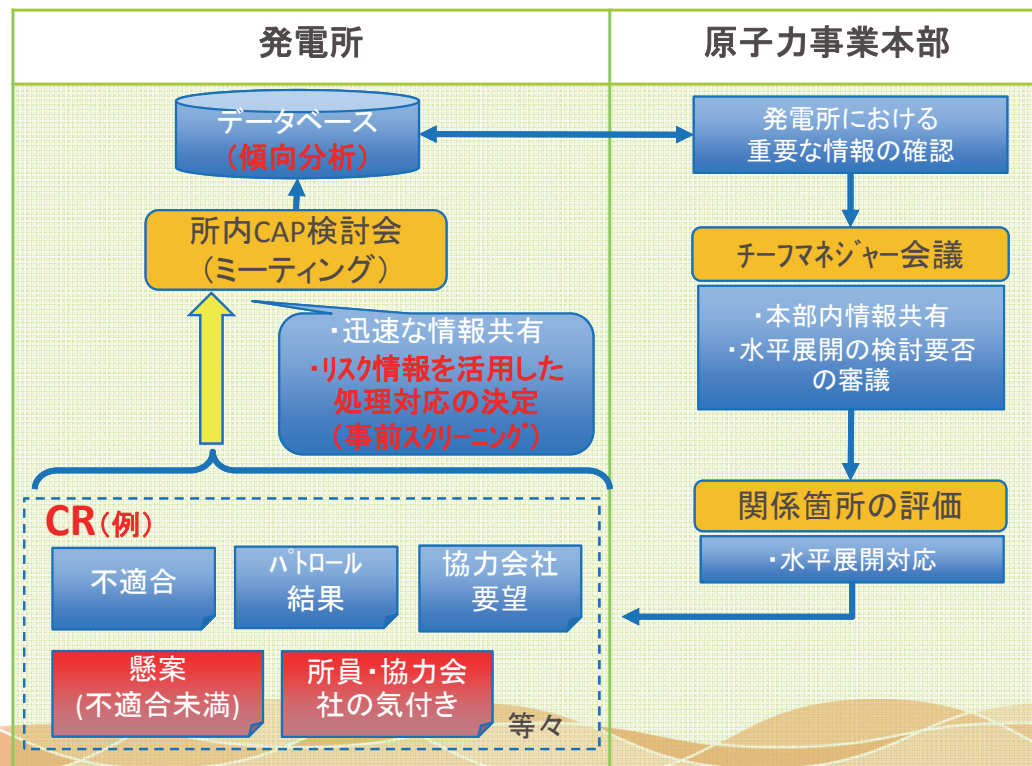
## 【今までのCAP】

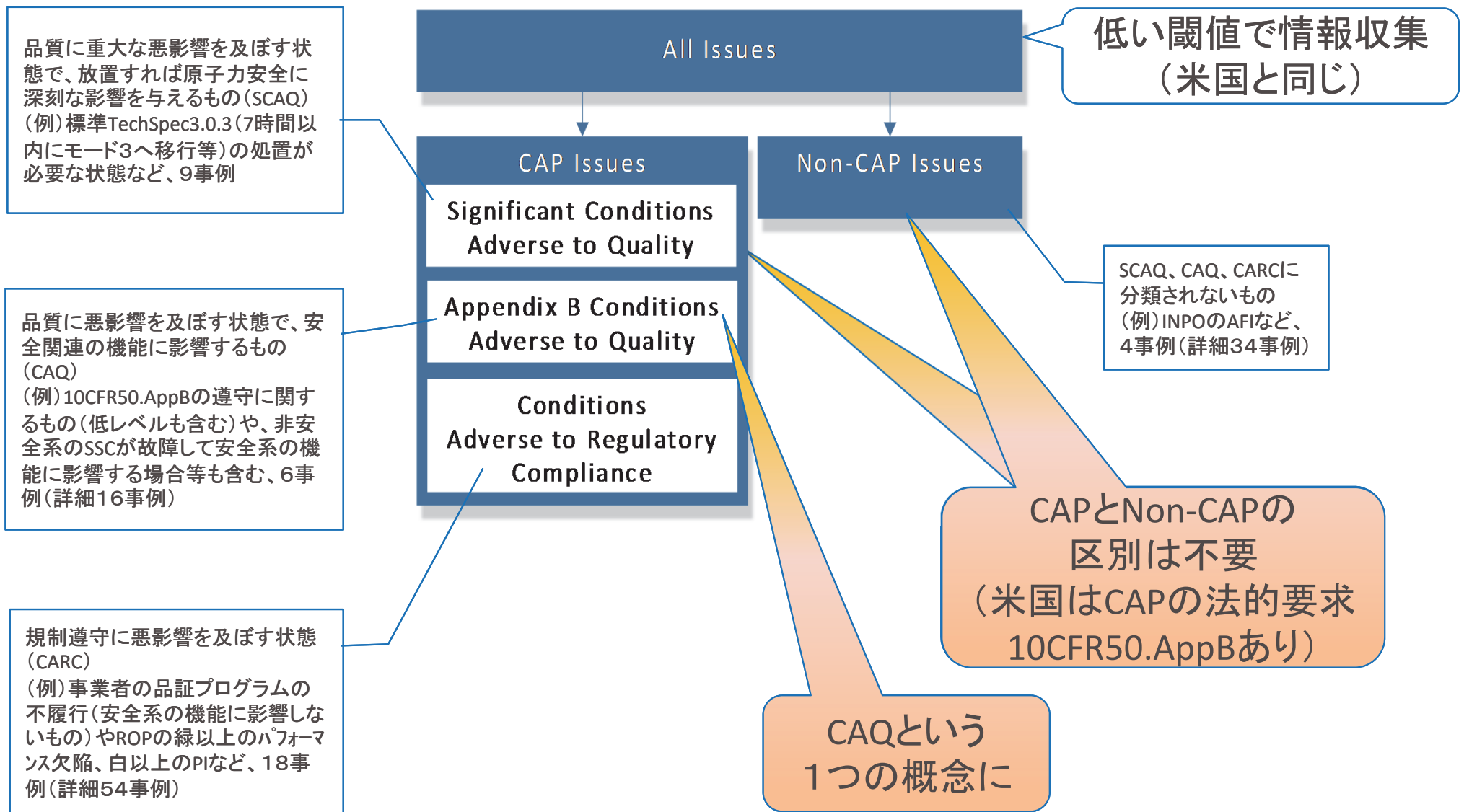
- ・問題（発生した不適合）に対し情報共有を実施。
- ・所長、課長等の様々なレベルで活動し、水平展開や原因分析を検討し、軽微事象でも多くのリソース（労力、時間）を投入。



## 【今後の改善】

- ・発生した問題のみならず、**予兆も含めた安全上重要な事案**にリソースを投入し**リスク低減（未然防止策）**を講じる。
- ・CAPのインプット情報（CR：コンディションレポート）は**安全上重要な事項が漏れないように広く収集**。（協力会社からの気付きも有用）
- ・**事前スクリーニング**の判断区分に**CAQ、Non-CAQ**の概念を導入。（リスク情報を含む）
- ・**安全上の重要度に応じた原因分析、処置**。（米国を参考：INPO14-004、NEI 16-07）



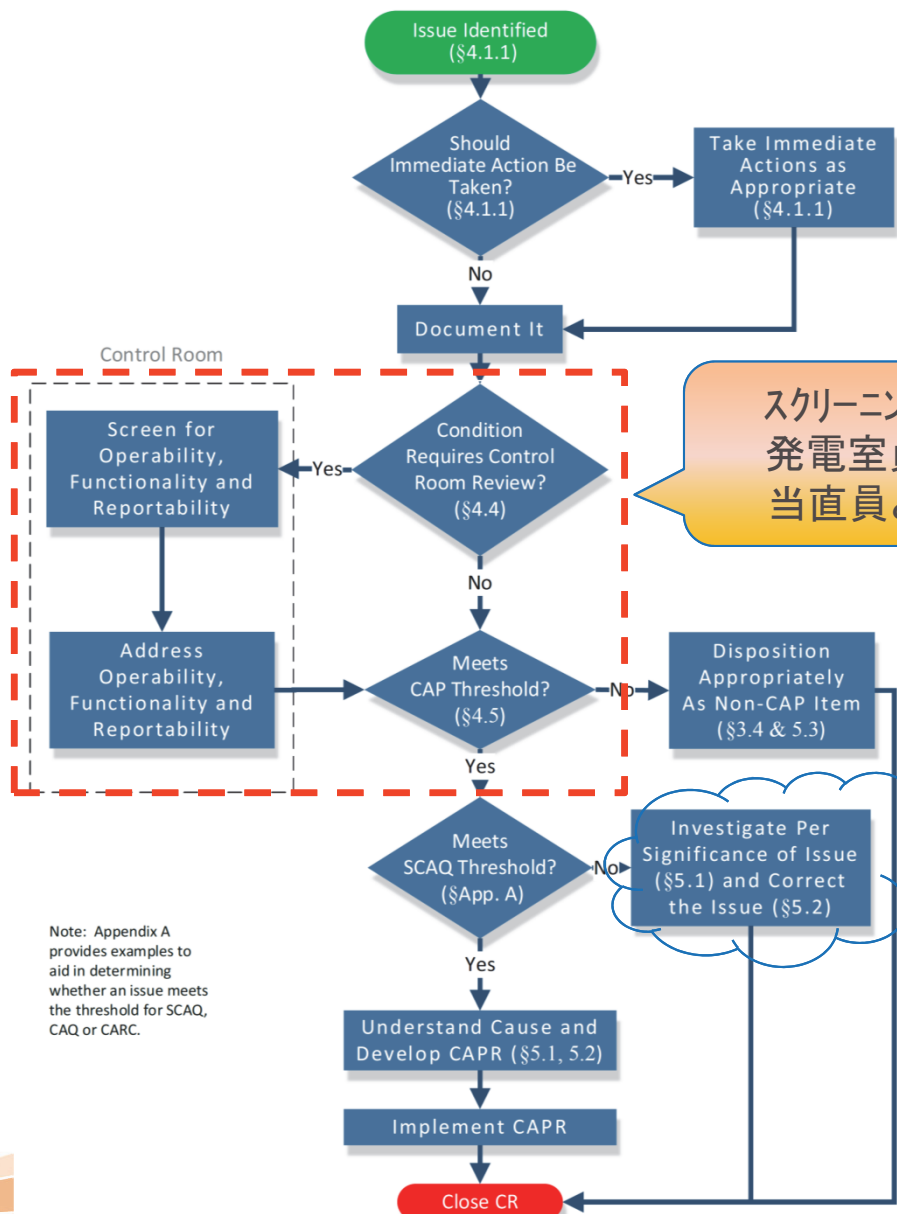


出典: NEI 16-07 [Rev 0] (Figure 1)

“Improving the Effectiveness of Issue Resolution to Enhance Safety and Efficiency” (2018.3)

スクリーニングの全体フローおよび原因分析の程度は、基本的に米国CAPを参考に、日本版CAPシステムを導入予定。

Figure 2  
Issue Resolution Process



Note: Appendix A provides examples to aid in determining whether an issue meets the threshold for SCAQ, CAQ or CARC.

スクリーニングのメンバーに発電室員を含むが、当直員とは限らない

リスク(影響度)と原因の不確かさに応じた原因分析(米国と同じ)

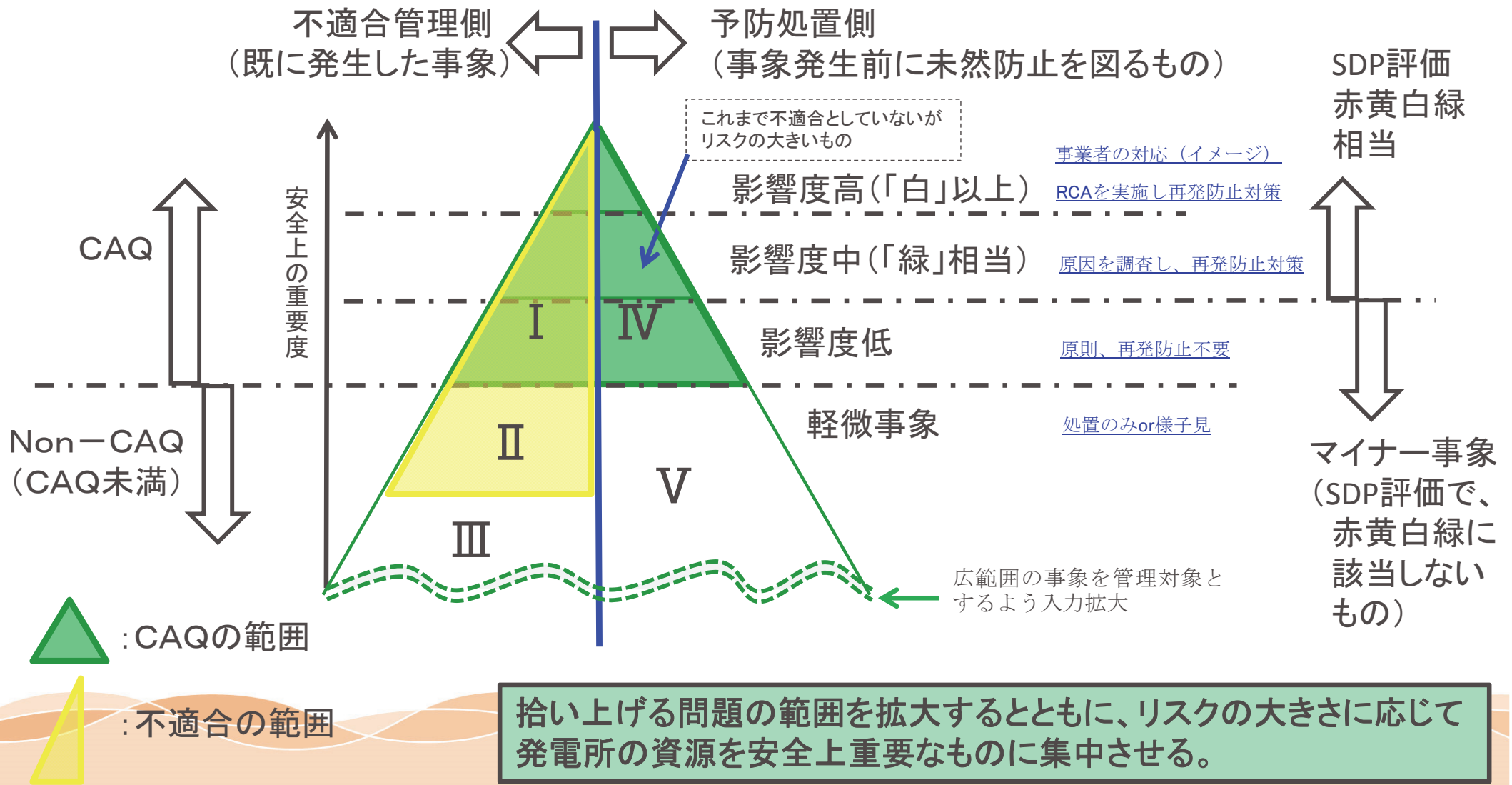
Table 1

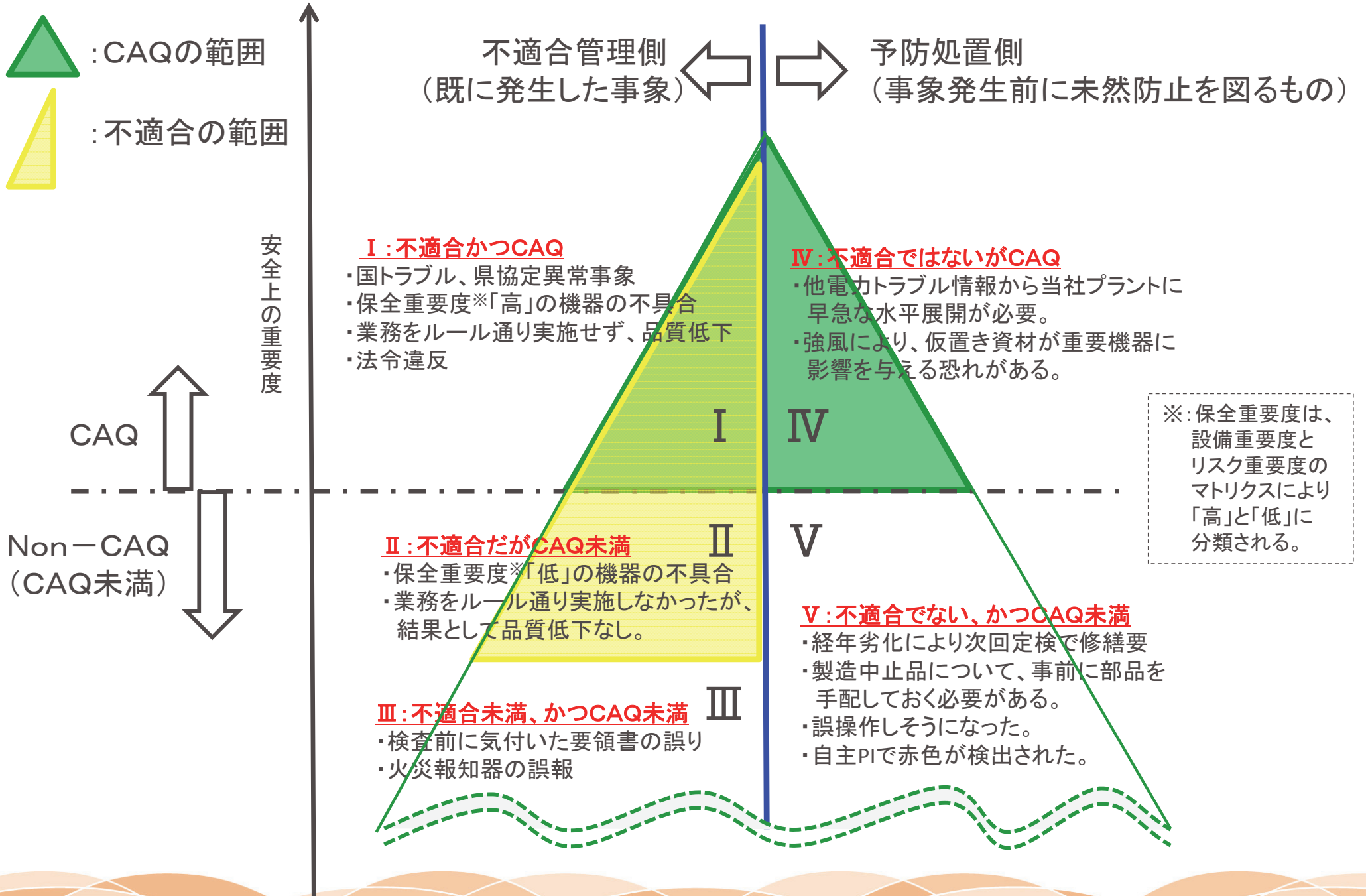
		原因の不確かさ	
		原因が曖昧or複雑	原因が明確
リスク／影響度	高	<ul style="list-style-type: none"> <li>根本原因分析(RCA)</li> <li>状態と原因を是正</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>課題を調査</li> <li>状態と原因を是正</li> </ul>
	中	<ul style="list-style-type: none"> <li>課題を調査</li> <li>状態を是正</li> <li>原因を解決するための行動を検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原因を記録</li> <li>状態を是正</li> </ul>
	低	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査は任意</li> <li>状態を是正</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査は不要</li> <li>状態を是正</li> </ul>

リスク低で、原因が明確なら、状態を是正するのみ。ここで浮いたリソースを安全上重要(リスク高)なものに集中させる。(米国と同じ)【当社意識改革のポイント】

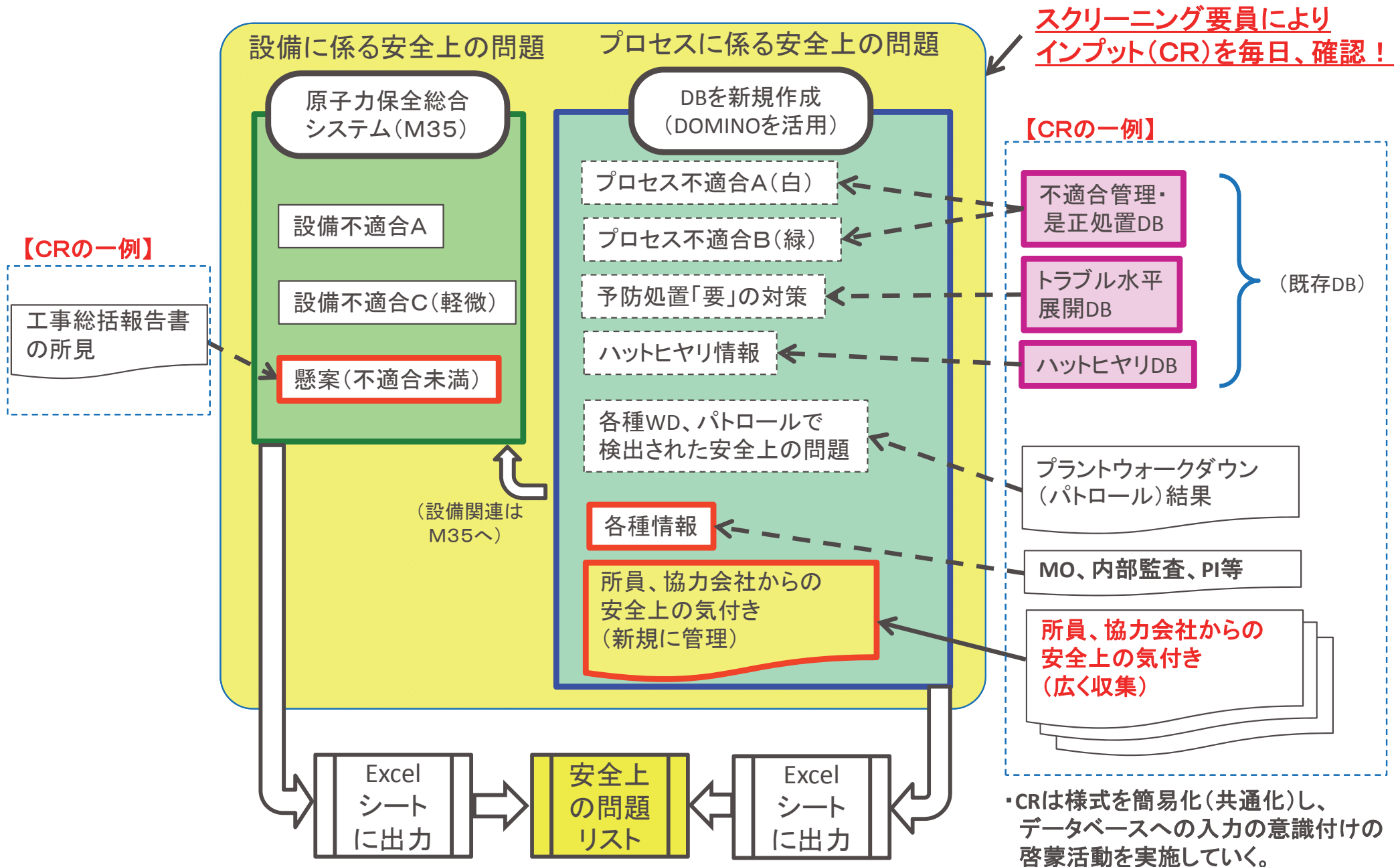
# CAPで扱う対象（不適合とCAQのイメージ）（1 / 2）

- 不適合: 要求事項を満たしていないこと (JIS Q 9000の定義)
- CAQ (Condition Adverse to Quality): 品質に影響を及ぼす状態 (JANSI CAPシステムガイドラインの定義)
  - ・原子力安全に影響する要求事項から逸脱した状態、系統及び機器の故障、機能不全、不備、逸脱、部材や装置の欠陥等の状態
  - ・プラント運転に影響する状態
  - ・法令違反と判断される状態









- 問題の収集範囲、CAQとNon-CAQの基準、想定事例集の充実、スクリーニング要員の検討とともに、CAPシステムデータベースを構築予定。
- 代表プラントの大飯発電所において試運用を行い、美浜、高浜へ順次展開予定。

検討事項	2017年度	2018年度		2019年度	
	下期	上期	下期	上期	下期
全体工程			試運用		
問題の収集範囲の検討	→				
CAQ（品質に影響を与える状態）、Non-CAQの基準の検討	→				
CAQのうち、影響度の区分、再発防止要否の検討 （NEI 16-07を参考）	→				
CAQ、Non-CAQの想定事例集の作成	→	→			
各グループを含めた想定事例集の充実		→			
CAQ、Non-CAQの判断実例の蓄積			→	→	→
プロセス上の問題を登録するシステム（CAPシステムDB）の構築 （DOMINOを活用）（アクセス権の設定）	→	→			
CAPシステムDBへの登録項目の検討（各グループと調整）	→				
状態報告書（CR:Conditon Report）の様式の検討		→			
スクリーニング要員の検討			→	→	
大飯発電所における試運用				→	→
美浜・高浜発電所における試運用					→

△現在

## 1. 事業者活動の準備状況

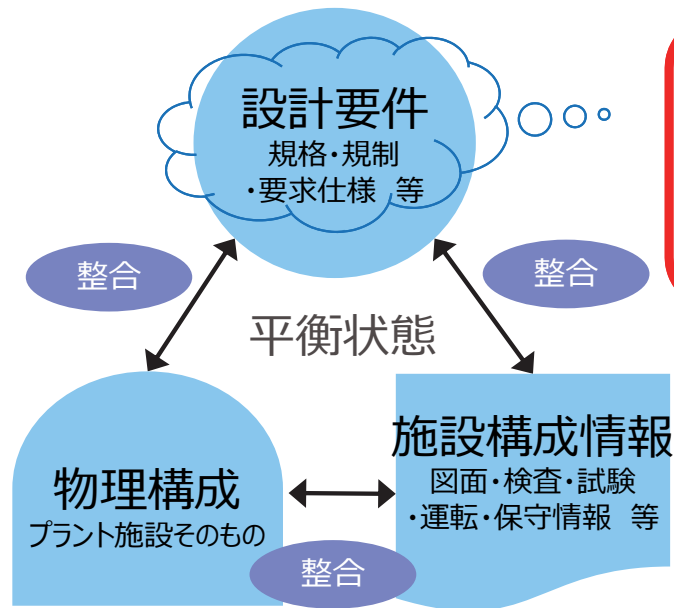
- CAP
- **CM（コンフィギュレーション管理）**  
3要素（設計要件／施設構成情報／物理構成）のうち、  
特に設計要件の明確化が必要。
- PRAモデル高度化、開示
- フリーアクセス
- セルフアセスメント
- 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

- 原子力施設の安全性の維持向上のため、発電所の設備管理者(課長)は、リスク上重要な各系統・機器について、管理すべき内容を把握した上で、維持管理することが求められる。
- 加えて、原子力規制検査導入後の設計適合性確認検査(米国CDBI,DBAI相当)やフリーアクセス等での検出事項に関する検査では、その状況を確認されることから、管理内容を明確に把握する必要がある。
- 具体的には、設計要件・根拠を纏めた設計構成図書の作成(サンプル作成中)と、今後の工事等に伴う変更の管理が必要。

## コンフィギュレーション管理の概念



### 【改善ポイント】

## 設計構成図書が必要！

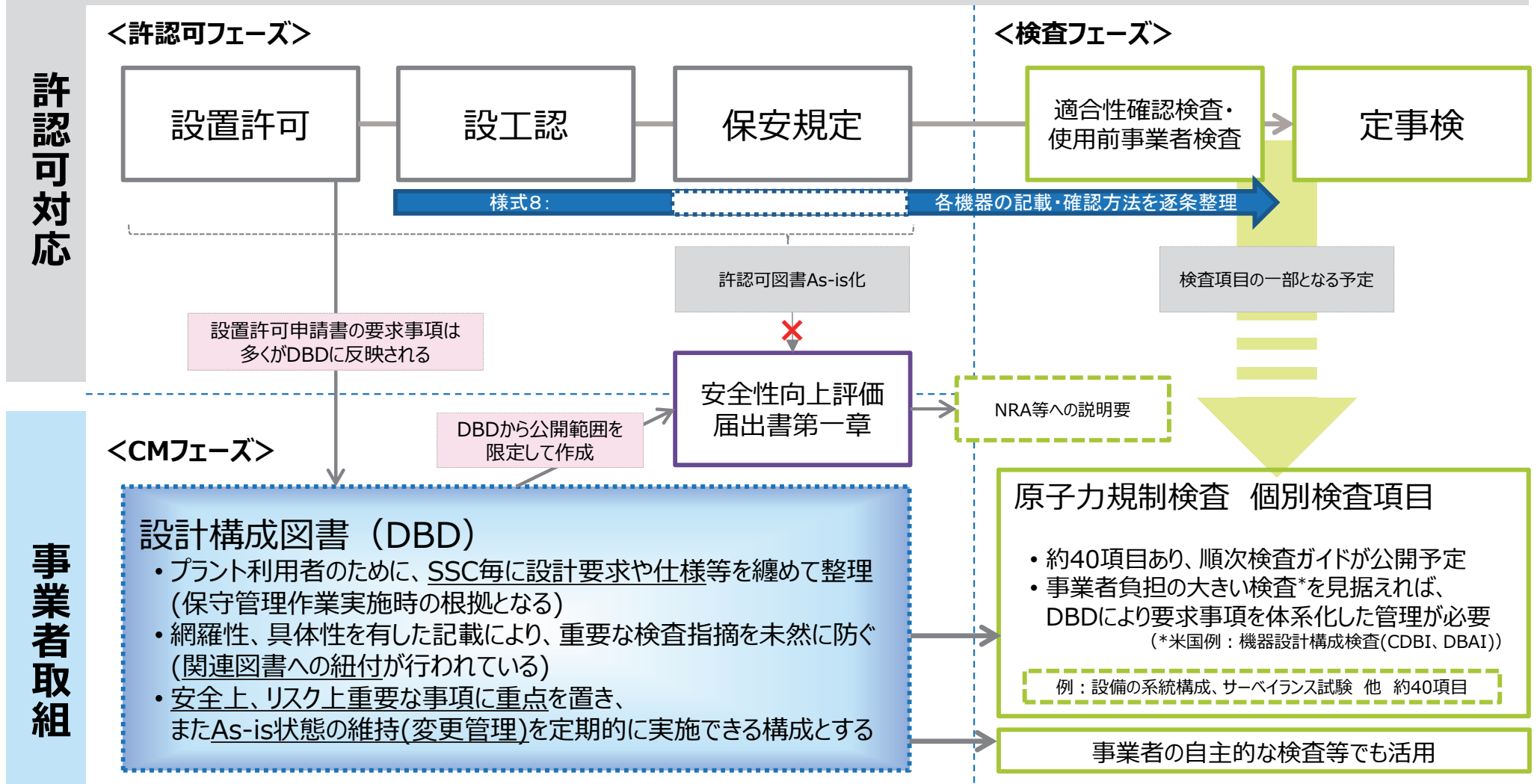
〔 米国でも設計要件の理解不足に起因する  
トラブルが多数発生→図書整理を開始('90～現在) 〕

※整合を図るための「変更管理」は、現場点検や工事等の発生都度、管理システムを用いて従来より管理を実施中。  
⇒これらの変更管理は、今後も継続して実施。

(設計検証DB、設備変更管理DB、原子力保全総合システム(M35)、図書管理システム(M90)など)

■ 現行の許認可対応及び新検査制度の下では、以下それぞれの対応が必要になると考えられる。

● 規制要求に基づき、許認可手続きと検査が必要。事実上ROPとの並行状態が続くと考えられる



● 米ROPをモデルとした制度。検査全てを事業者主体とし、規制はそのパフォーマンスを確認するため事業者のCM管理が前提。  
 なお規制による検査での指摘は安全上、リスク上、より重要な箇所に重みづけされるため、それらを踏まえた設計構成の整理が必要

- プラント利用者（事業者）のために、設計要求、仕様、関連図書等を纏めて整理した図書
- 広くはCM対応として、具体的には新検査制度/安全性向上評価届出(第一章)などへの対応として使用
- PWRでは、代表プラント向けの設計構成図書サンプルを作成中

## 新検査制度下の基本検査

NRAは検査後に重要度の評価を行うため、検査時に事業者内で要求事項を網羅的に判断できる図書が必要

## 安全性向上評価 届出書第一章

プラントのas-is管理が可能な記載とする

これらの課題を  
解決できる図書が必要

## 「設計構成図書」の作成

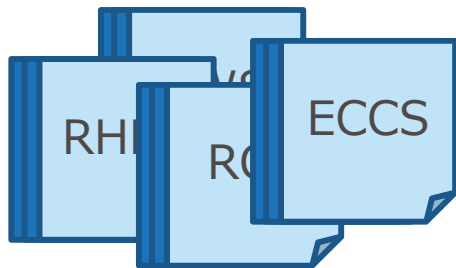
・具体的な運用を見据え、以下をポイントとして作成中

- ① プラント利用者（発電所保守課長クラスを想定）が利用しやすい程度に**具体的**
- ② ROPの検査指摘において、重大な検査指摘\*を未然に防げる**網羅性**
- ③ 要求事項の判断に必要な関連図書（許認可図書、技術図書）との**紐付け**
- ④ 今後の定期的な変更管理を見越した記載（**as-is化**）

\*米ROP基準における「白」以上の指摘を想定

○発電所○号機 設計構成図書

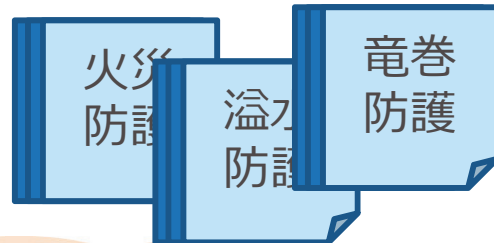
### <系統別 設計構成図書>



### <サンプル>

補助給水  
系統  
(AFWS)

### <事象別 設計構成図書>

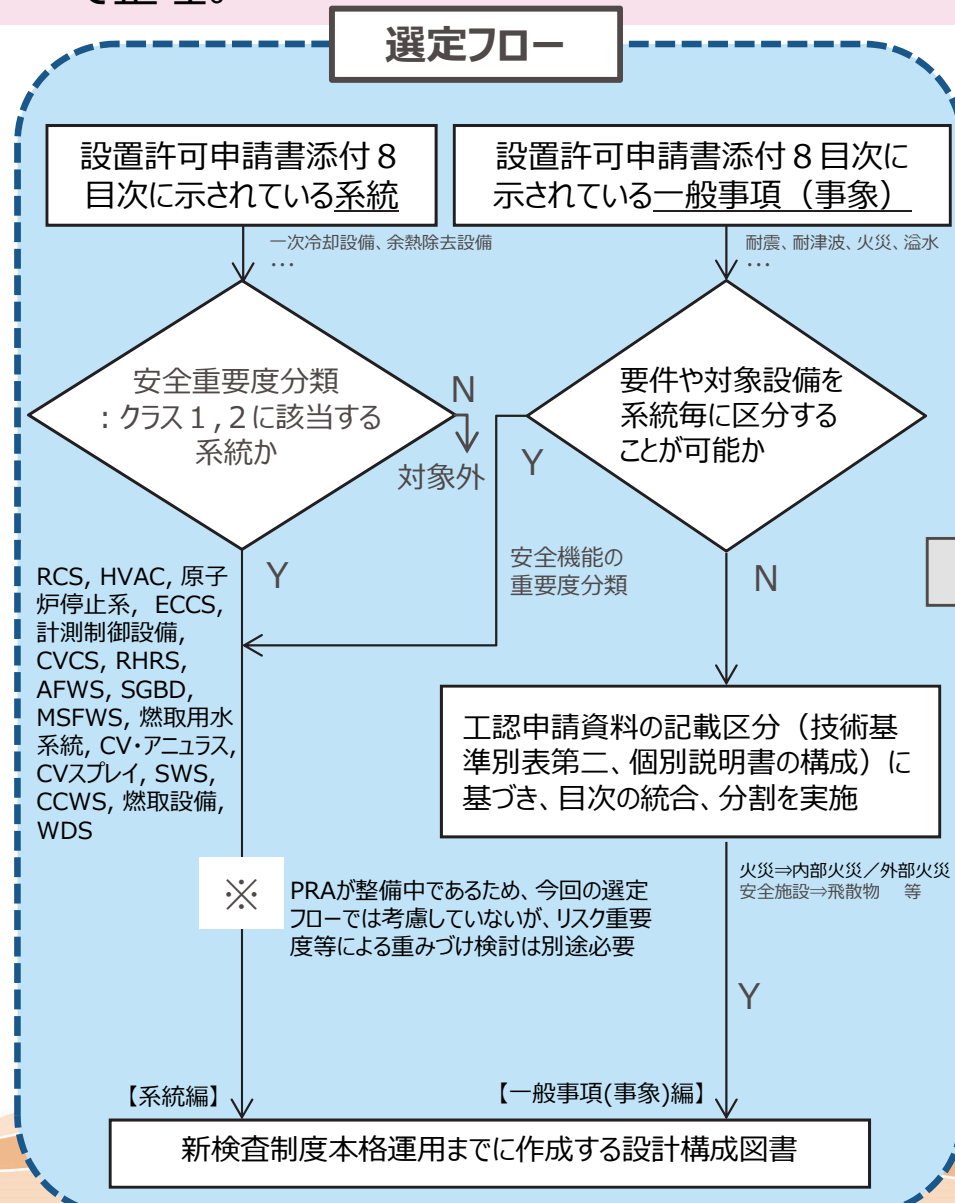


系統毎・事象毎に  
設計構成図書を作成

## 目次（現状）

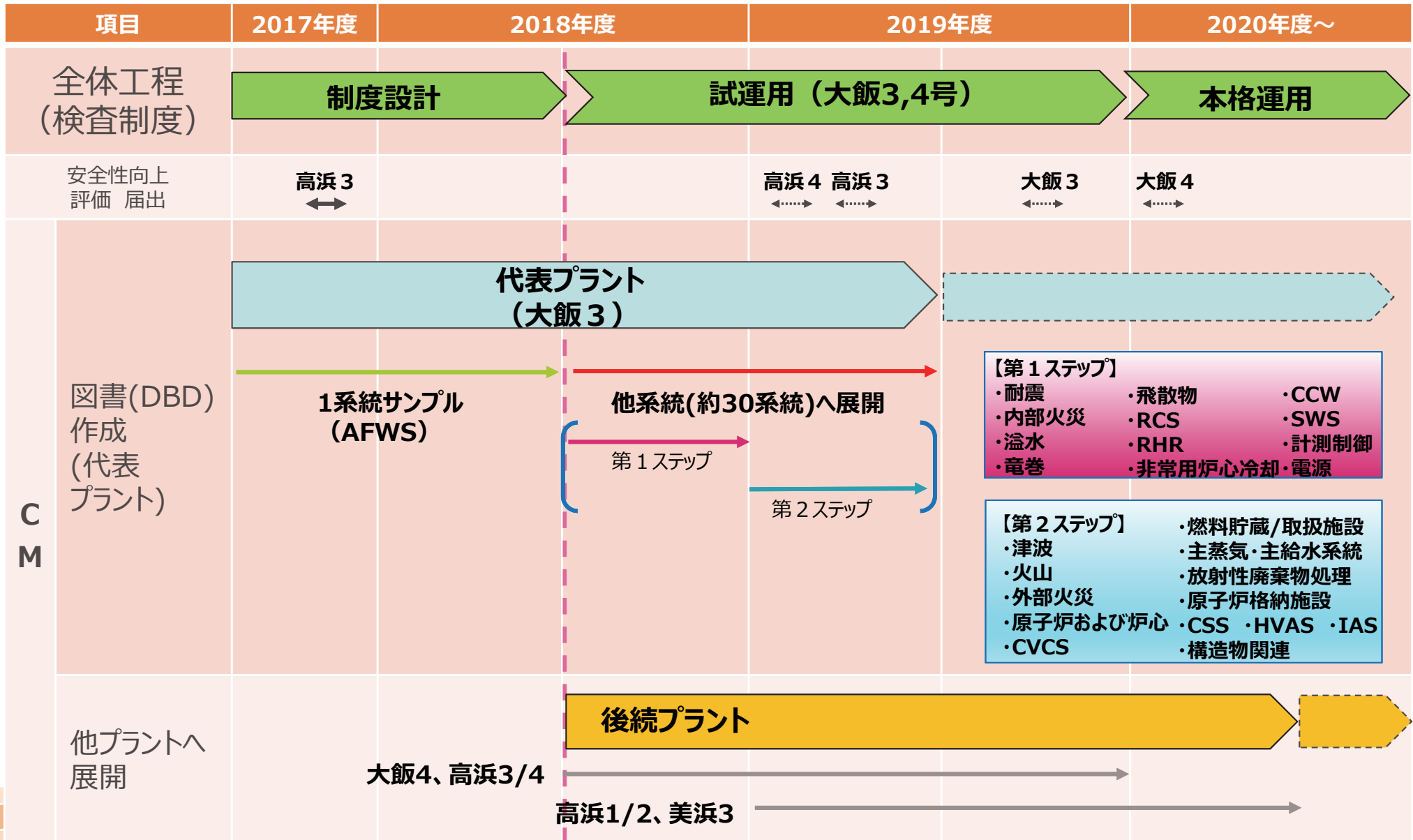
1章	概要（バウンダリとスコープ、系統の概要）
2章	設計基準と判定値
2.1	設置許可基準規則
2.2	系統の設計クライテリア（系統機能、重要度分類、一般設計（耐震、津波、火災、溢水等））
2.3	設備の制限事項（安全要求・確認項目・判定基準の整理）
3章	設備の概略仕様及び確認事項
3.1	機械設備
3.2	計装制御設備
3.3	電源設備
4章	参照文献（設置許可・工認・図面等）

- 設置許可添付八の目次（系統、一般事項）を母集団とし、系統については安全重要度分類クラス1, 2の系統を優先して作成。
- 一般事項については、原則、事象別に作成するが、各系統に配分できるもの(耐環境性(EQ)等)は系統側で整理。



No.	カテゴリ	目次	安全重要度 (クラスの高い方を表示)	備考	作成順序
1	一般事項 (事象)	耐震防護		【2017年度委託 一部実施】	第1ステップ
2		津波防護			第2ステップ
3		内部火災防護		【2017年度委託 一部実施】	第1ステップ
4		外部火災防護		【2017年度委託 一部実施】	第2ステップ
5		溢水防護		【2017年度委託 一部実施】	第1ステップ
6		竜巻防護		【2017年度委託 一部実施】	第1ステップ
7		飛散物防護		【2017年度委託 一部実施】 (ミサイル及び配管破損防護)	第1ステップ
8		火山防護			第2ステップ
9	系統	原子炉及び炉心	PS-1	燃料、炉内構造物、制御設備、核設計等	第2ステップ
10		燃料貯蔵設備及び取扱施設	MS-1		第2ステップ
11		1次冷却設備	MS-1		第1ステップ
12		余熱除去設備	MS-1		第1ステップ
13		非常用炉心冷却設備	MS-1		第1ステップ
14		化学体積制御設備	MS-1		第2ステップ
15		原子炉補機冷却水設備	MS-1		第1ステップ
16		原子炉補機冷却海水設備	MS-1		第1ステップ
17		主蒸気・主給水系統	MS-1		第2ステップ
18		補助給水系統	MS-1	【2017年度委託対象】	第1ステップ
19		計測制御設備	MS-1	【2017年度委託 一部実施】	第1ステップ
20		放射性廃棄物処理設備	PS-2		第2ステップ
21		放射線管理施設			第2ステップ
22		原子炉格納施設	MS-1		第2ステップ
23		格納容器スプレイ系統	MS-1		第2ステップ
24		換気空調設備	PS-1(間接関連系)		第2ステップ
25		非常用電源	MS-1	【2017年度委託 一部実施】	第1ステップ
26	制御用圧縮空気系統	MS-1		第2ステップ	
27	構造物	原子炉格納施設 他		建屋の荷重に対する要求など	第2ステップ
28		...		補助建屋、DG建屋、タービン建屋等	...

- 米国プラントの設計構成図書(DBD)や、2011年度委託成果等を参考に、代表プラント（大飯3号）の補助給水系統(AFWS)に関する設計構成図書サンプルを作成中。今年度、他系統に展開し、来年度半ばまでに代表プラントとしてDBD一式を作成予定。順次、後続プラントへ展開。





## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP
- CM
- **PRAモデル高度化、開示  
規制と事業者との共通言語化**
- フリーアクセス
- セルフアセスメント
- 試運用工程

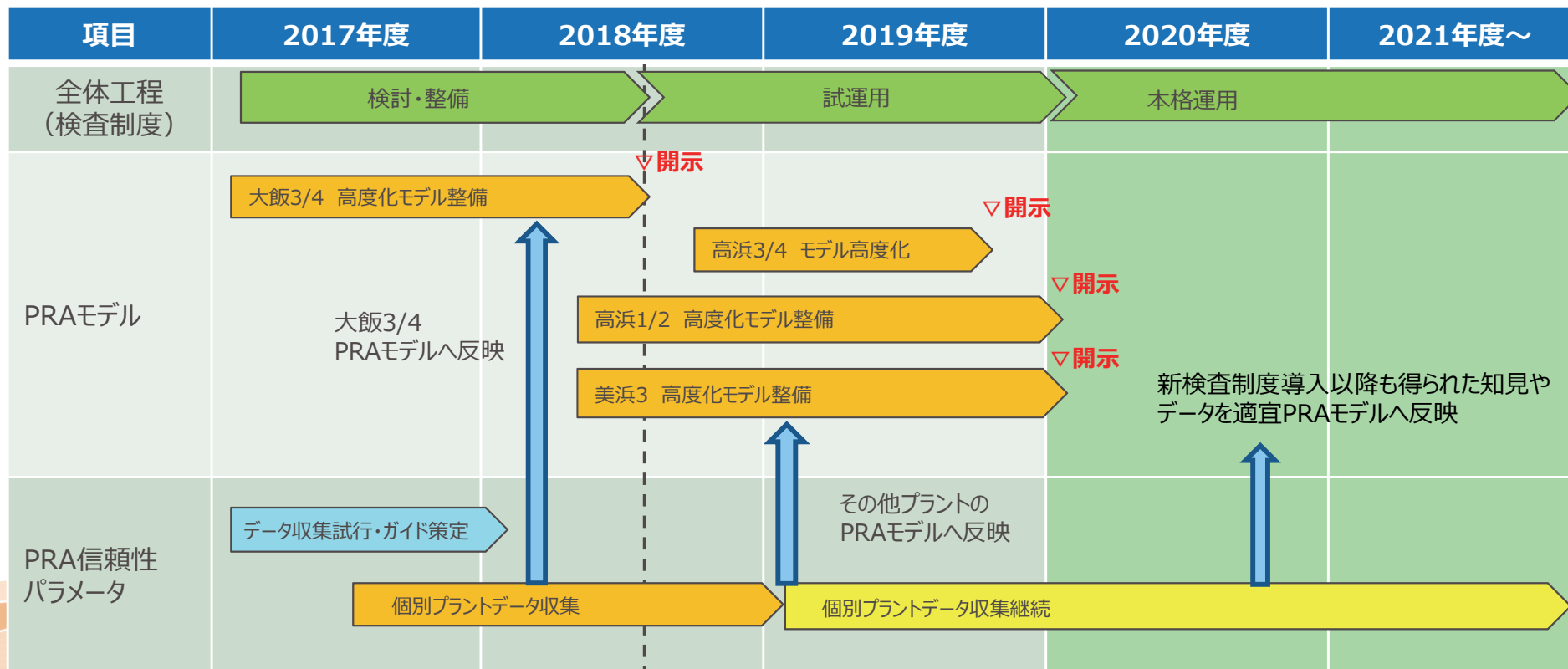
## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

- PRAの評価は、極力実際のプラントに即した評価ができることが望ましい。
- 電力中央研究所 原子力リスク研究センター（NRRC）にて実施している伊方3号パイロットプロジェクトで得られた知見をもとにモデル高度化を図る。
- 米国の状況、産業界全体のリソースの効率的活用の観点から事象者のPRAモデルを原子力規制庁に開示し、原子力規制検査で活用していただく予定（共通言語化）。

PRAの高度化は、以下の3点を計画、実施

- ・ モデルの高度化として、イベントツリー、フォルトツリーを詳細化
- ・ 人間信頼性評価手法の変更として、米国で一般的に使われている手法へ変更
- ・ 信頼性パラメータ（機器故障率）を個別プラントデータを用いて更新



2017年度より発電所におけるPRAの活用を開始（計画中的のものも含む）

○知識付与

◆ リスクに関する教育の充実

PRA評価者、PRAユーザー、管理職のそれぞれの役割に応じた社内教育および社外教育（EPRI等）を実施

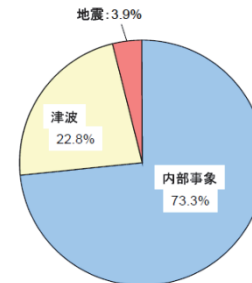
研修内容		対象者					
		事業本部			発電所		
		管理職	評価者	ユーザー	管理職	評価者	ユーザー
社外教育	専門家コース	-	○	-	-	○	-
	リスク情報活用	○	-	-	○	-	-
	PRA概要	-	-	○	-	-	○
社内教育	新検査制度導入に向けた教育	-	-	-	-	○	-
	PRAと運転操作の関連	-	-	○	-	-	○
	機器故障データ収集	-	-	-	-	-	○
	リスク評価の基礎	全員					

◆ 発電所のリスクプロファイルの周知

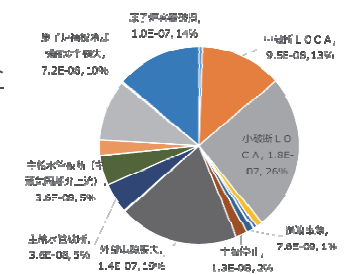
発電所内の人間がプラントに関するリスク上の特性を把握し、リスクを意識して業務に取り組むことができることを目標として、プラントのリスクプロファイルの概要をまとめたポスターを作成し、周知する

ポスターのイメージ 高浜3号機のリスクプロファイル（2018年1月）

リスクへの寄与割合（事象別）



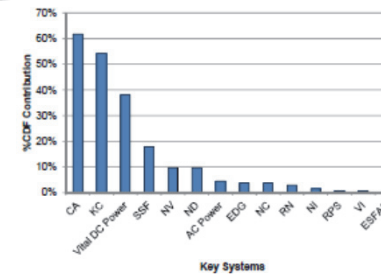
リスクへの寄与割合（起因事象別）



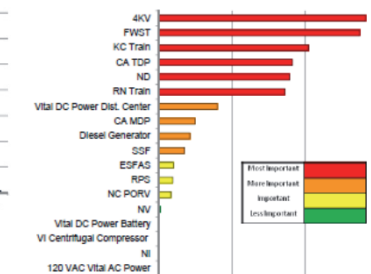
Operator Action Description

Operator Action Description	CDF Reduction for Perfect Performance
Manually throttle the Auxiliary FW flow in control room	20%
Restore main feedwater after plant trip	16%
Trip the RCPs in time to prevent RCP seal failure	12%
Initiate SSF seal injection-non LOOP event	9%
Establish backup cooling from YD	7%
Manually throttle the auxiliary FW flow locally	6%
Establish high pressure recirculation	4%
Establish feed and bleed cooling	3%
Cool down and depressurize to LFR prior to FWST depletion	3%
Restore VI to PORVs or align backup nitrogen	2%

重要な運転員操作



設備のリスクランキング



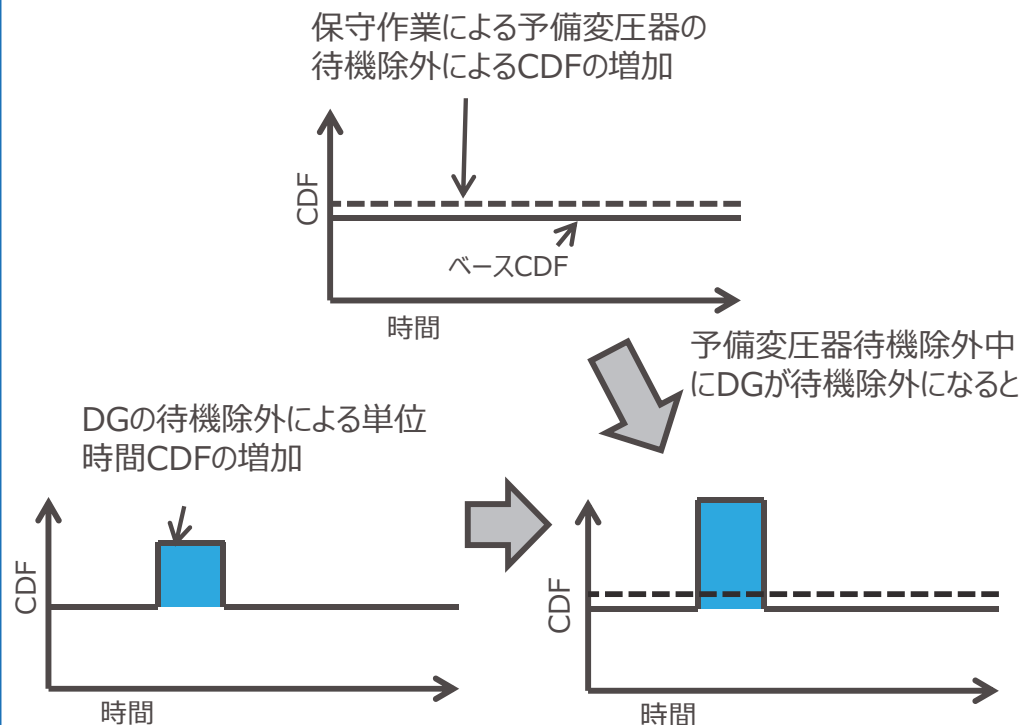
待機除外によるリスク増分

○安全性向上のための活用

- ◆ PRAに基づく発電所におけるリスク検討の実施  
発電所にてリスク評価・分析・対策検討ができることを目標として、リスク検討の試行を行っている。

<例えば>

予備変圧器の待機除外によりどの程度リスクが上昇するか



予備変圧器待機除外中にDGが待機除外となると、DGだけが待機除外の場合と比べてCDFの増加割合が大きくなるのが分かった。

このようにPRAの結果から**リスクの増減を定量的に把握**することができる。

- ◆ 運転員訓練シナリオの選定等へのリスク情報の活用

リスク情報を運転部門に提供し、運転員操作のリスク上の重要度、PRAにおいて操作が必要となるシナリオなどを参考とした訓練シナリオ選定および訓練後の教育での活用などを検討している。

- ◆ 停止時安全管理の強化

PRA結果を「週間リスク情報」として発電所内全体に周知する等の定期検査中のリスク情報の発電所内共有範囲拡大など、停止時安全管理の強化に有効な方策を検討・試行する。

週間リスク情報のイメージ

〇〇発電所3号機 プラント停止中の「週間リスク情報」

		平成〇〇年 2/5 (月) ~ 2/11 (日)							安全・防災室	原子力安全統括
		2/5 (月)	2/6 (火)	2/7 (水)	2/8 (木)	2/9 (金)	2/10 (土)	2/11 (日)		
主要工程		モード5-2(FCS非満水)		モード6-1(RV/ドボット 1本目強め開始)			モード6-2(炉心水位 32.2m以上)			
主要機器の状態		RHR-A系								
		電源系 (B-DG待機除外)								
		SW・CCW系 (C-海水ポンプ待機除外)								
平均炉心損傷頻度 [1/h]	冷却系	〇×10 <sup>-7</sup>	〇×10 <sup>-7</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>		
	燃料系	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>		
	その他	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>	〇×10 <sup>-8</sup>		
	1.0×10 <sup>-6</sup>	1.0×10 <sup>-7</sup>		1.0×10 <sup>-8</sup>						
	1.0×10 <sup>-9</sup>	1.0×10 <sup>-8</sup>		1.0×10 <sup>-9</sup>						

<安全・防災室からのコメント>  
2/5 (月) ~ 2/6 (火) はドレン失敗によるリスクが高いので、〇〇に注意した作業を……

## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP
- CM
- PRA高度化
- **フリーアクセス**  
**環境面の整備、社内システムへのアクセス権の設定**
- セルフアセスメント
- 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

## ■フリーアクセスの環境面の整備状況

- エスコートフリー（現場巡視）
- 職員インタビュー（協力会社含む）
- 会議体への同席
- 書類へのアクセス

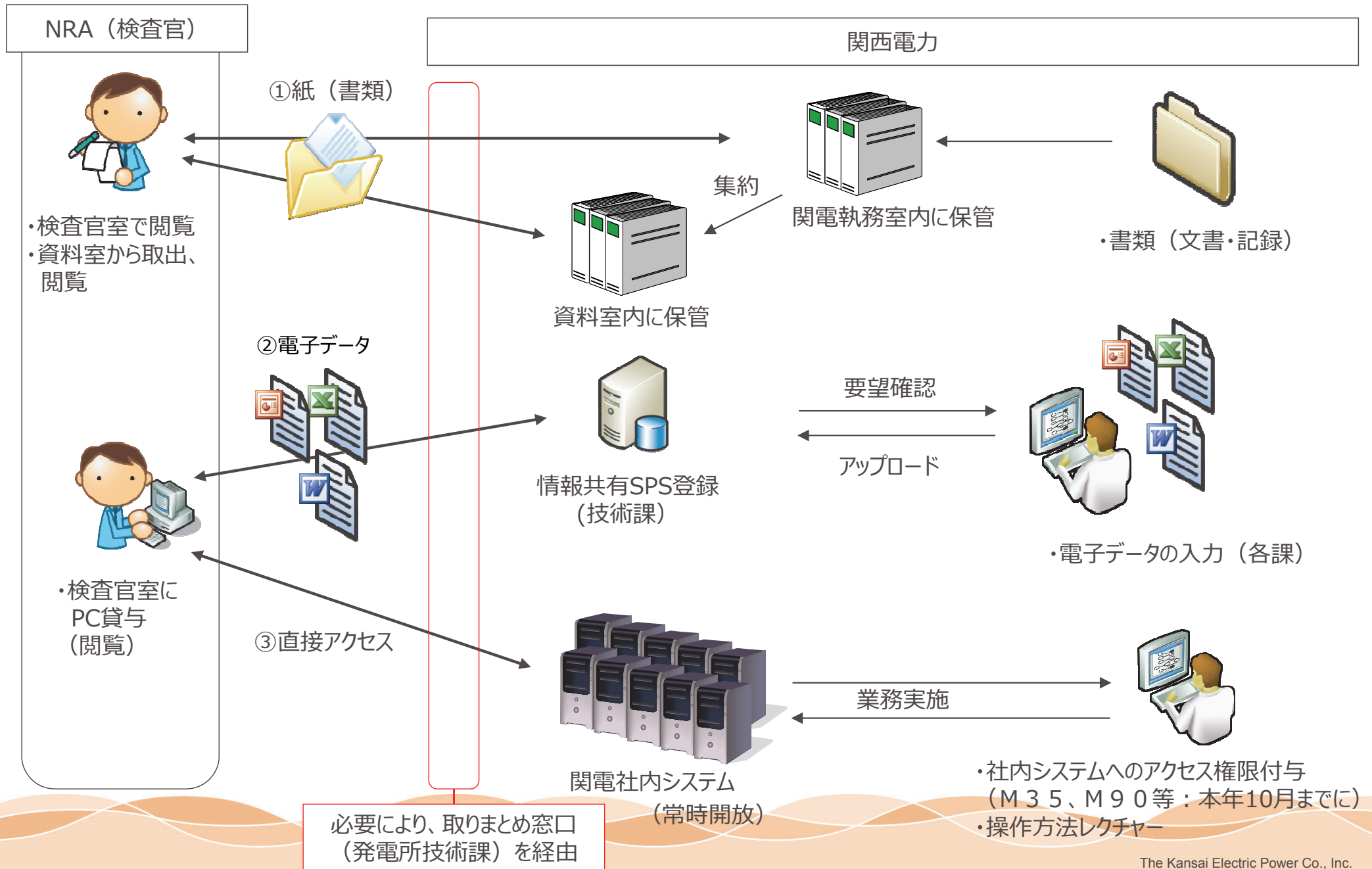
- ・エスコートフリーは平成20年頃から既に運用中。現状ルールを基に明文化の予定。
- ・職員インタビューは、禁止事項（操作や作業中行為を止めない）などを明文化の予定。  
（協力会社に対する協力会社事務所でのインタビュー計画の事前通知の有無等も含む）
- ・会議体についても、自由に参加（同席）していただくため、明文化の予定。
- ・書類（設備図面や不適合情報等）についても、紙または電子情報（社内システム）により自由に閲覧していただくため、明文化の予定。  
検査に必要な社内システムへのアクセス権限も、基本的に社員同様の範囲とする予定。  
（原則として、情報公開請求を念頭に、各種情報（紙、電子）は閲覧のみに限定する方針）

## ■スケジュール

試運用のフェーズ1開始（本年10月）までに社内システム（原子力保全総合システムM35、および、図書管理システムM90等）の検査官アクセス権限を設定予定。

⇒適宜、現場検査官との面談や試運用を踏まえて改善を行っていく。

紙およびシステムによる開示を基本とし、大まかに3つの方法で対応。（原則閲覧のみ）



## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP
- CM
- PRA高度化
- フリーアクセス
- **セルフアセスメント**
- 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ



## ○米国事業者の例（チーム検査、DBAI；IP 71111.21M（3年に1回））

【時期】NRC検査の3～6ヶ月前に完了。

【メンバー】（発電所）エンジニア10名程度（PRA、機械、電気、計装等）、  
運転員1名、規制対応課1名、  
（本社）本社ピアレビュー1名など。

【業務量】テーマにより増減あり、平均すれば2ヶ月、2～4名がフルタイムのイメージ。

【図書】・NRC検査手順書（IP）他、膨大な図書（合計100件以上！）

- ・全米のCDBI, DBAI報告書30件（前回以降3年分。含まれる指摘約70個）
- ・自社プラントの関連セルフアセス結果
- ・社内手順書（保守/運転/サーベイランス）、関連図書
- ・規制関連（UFSAR、Tech.Spec、Reg.Guide）等

【結果】・マイナーも含め、改善が必要な事項（自社AFI等）を抽出し、未処理案件を処置。

- ・結果は発電所幹部に必ず報告。

（至近の例；セルフアセスでは20件程度のAFIを抽出、処置したことから、NRC検査での指摘事項は2件（緑））

### ★セルフアセスメントが有効に機能！

#### ○当社対応の方向性

- ・セルフアセスは安全性を向上させるために、非常に有効な手段および機会と認識。
- ・試運用フェーズ2までにサンプルシステムを選定し、試行予定。（DBDや米国事例を活用）
- ・将来的には潜在的な問題の自己識別と早期把握および評価を行う恒久的な仕組みを構築。

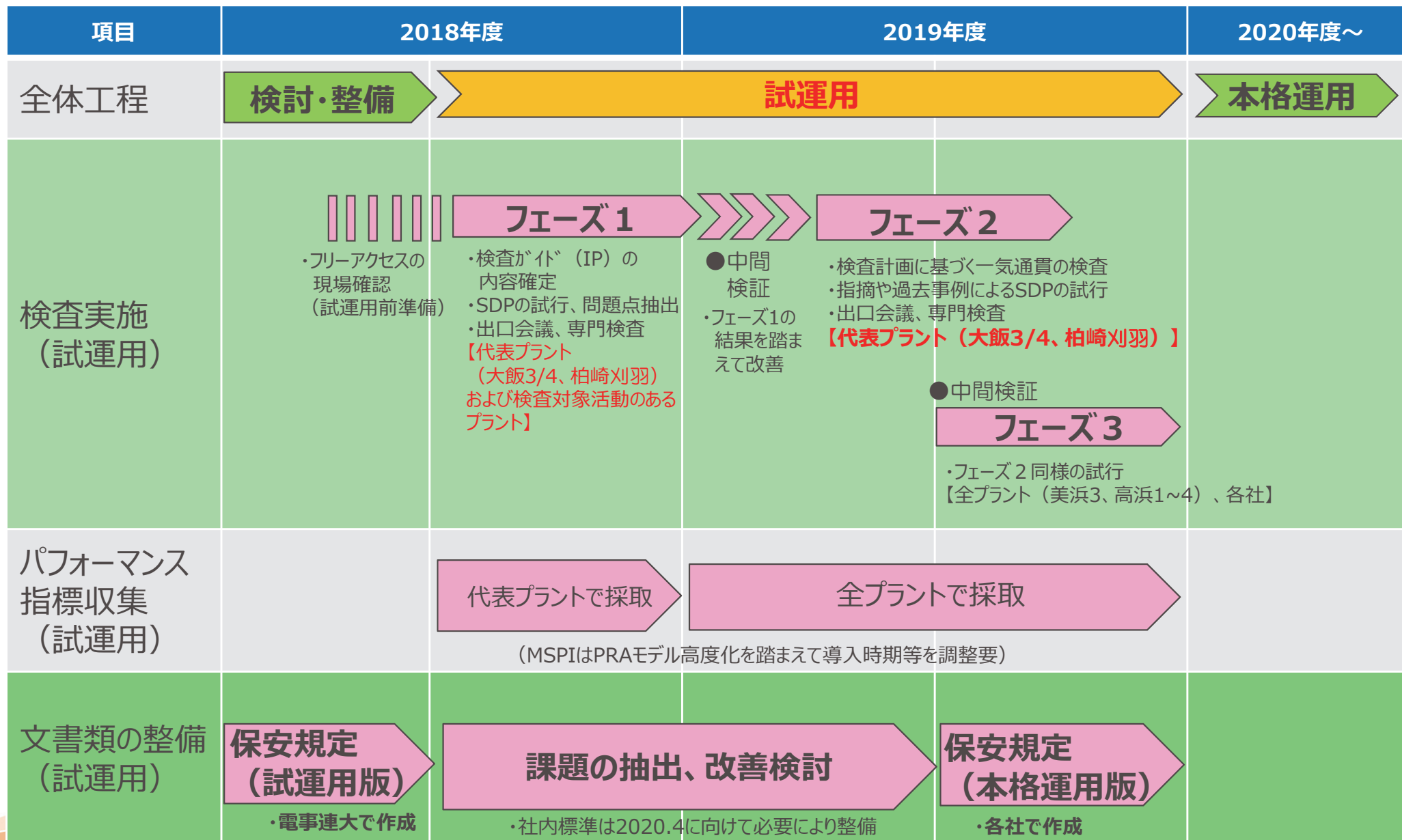
## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP
- CM
- PRA高度化
- フリーアクセス
- セルフアセスメント
- **試運用工程**

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

試運用工程は規制庁との調整により決定されるが、円滑な本格運用の導入に向けて、実効的・効率的な試運用になるよう、最大限、対応していく。



## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP
- CM
- PRA高度化
- フリーアクセス
- セルフアセスメント
- 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

- 当面の事業者活動では、PRAモデルの整備（高度化）を行い、PRAから得られるリスク情報を実務に使えるよう、PRA実務者を育成するとともに、運転・保全などに携わる多くの職員に対してPRA活用に関する知識を付与していく。
- 将来においては、十分なPRA活用を経験したうえで、先行する米国におけるリスク情報の活用事例を参考に、学協会と連携した事業者活動により更に安全性を向上させていきたい。
- このリスク情報を活用した安全性向上活動には、規制側と事業者側の尺度が同じであることが求められることから、学協会には、重大事故等対処設備（SA設備）などの重要度分類指針の制定を含め、第三者的、公正、公平な視点のもとで、客観的な尺度となる規格を制定していただくことで、事業者と規制との橋渡しとなるような役割を期待する。

### 米国におけるリスク情報の活用事例（一例）

- ◆ 安全上の重要度を考慮したSSC分類(10CFR50.69)
  - 安全系だが重要度が低いSSC、非安全系だが重要度が高いSSCの分類を新設
- ◆ リスク情報を活用した供用期間中検査(RI-ISI)
  - Reg.Guide 1.178、WOG WCAP-14572、EPRI TR-106706等
- ◆ リスク情報を活用した運転中の保守活動(オンラインメンテナンス)
  - 保守規則(10CFR50.65)、Reg.Guide 1.160

## 1. 事業者活動の準備状況

- CAP
- CM
- PRA高度化
- フリーアクセス
- セルフアセスメント
- 試運用工程

## 2. 規格側への期待

## 3. まとめ

- 今回の新検査制度の導入により、PRAにより定量化したリスク情報を共通言語とし、何が安全上重要かの尺度を共有することにより、規制と事業者が安全性向上という同じ目標に向かって、互いの役割を効果的に果たすことが可能になる。
- 新検査制度のパイロットプラントである大飯発電所において得られた知見を事業者間で共有の上、最大限に活用して、CAPやCM等の活動の改善・充実を図り、効率的な検査制度の導入に繋げていきたい。
- リスク情報活用に関する力を蓄え、学協会と連携し、事業者活動の継続的な安全性向上に取り組んでいきたい。

---

ご清聴ありがとうございました。