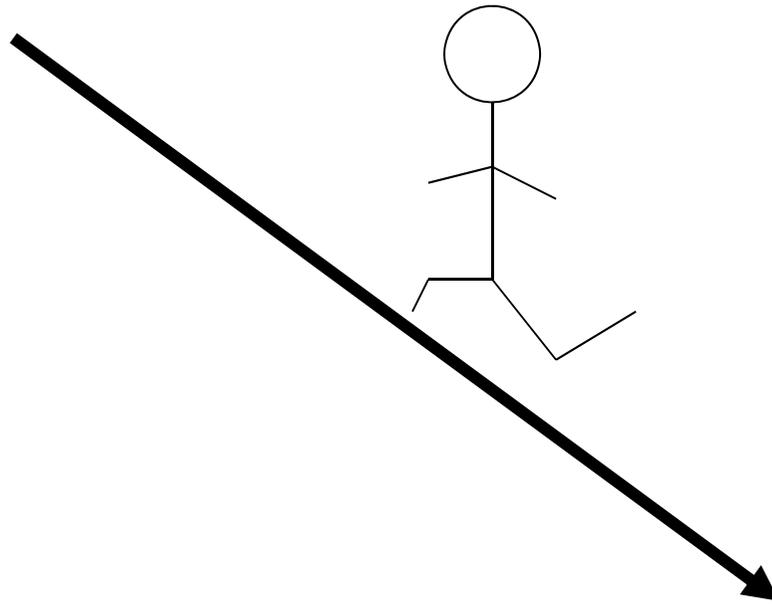


2014年春の大会  
標準委員会セッション2(システム安全専門部会)  
「原子力プラントの長期にわたる安全確保の取り組み」

# 原子力安全の継続的改善

平成26年3月27日  
東京大学 岡本孝司  
okamoto@n.t.u-tokyo.ac.jp



原子力安全は、下りのエスカレータを上るようなもの  
止まると下がっていく。

班目先生のマンガより

# 原子力安全の鍵

- 目的を明確化「**人と環境**を守る」
- **深層防護の徹底 (Defense-in-Depth)**
  - 4層の拡充、環境を守るための深層防護
- **重要度による意思決定 (Graded Approach)**
  - 対策の重要度分類を、リスクを考慮して決定する
  - 重要度分類に応じた、管理、保守を進める
- **継続的改善の仕組み (Continuous Improvement)**
  - 国の規制システムの維持と改善
  - 事業者マネジメントシステムの維持と改善

Safety Culture and **SAHARA**

(Safety as high as reasonably achievable) 3

# 継続的改善

- 原子力発電所の**総合的なリスク**を低減  
(PRAではない！)
- **リスクベースの是正措置**を継続して進める  
(不適合管理ではない！)
- **将来のリスク**をとらえて改善を進める  
(現状追認ではない！)

リスクがカギ

# 様々なツールを駆使して 継続的改善を進めること

- 事業者も規制も、改善の物差しは**リスク**
  - 継続的改善の方向性を決めるのは、PRAやストレステストなどのリスク
  - 改善はリスク低減につながるだけでなく、セーフティーカルチャーにつながる。
- 改善を促す**インセンティブ**を与える規制
  - 改善は自ら行わないと意味がない
  - 改善のハードルを高くする規制は間違い

局所的な安全性向上ではなく、総合的リスク低減

# なぜ総合的リスク低減か

- 一部のシナリオ等にこだわって、局所的に安全性を高めたとしても、総合的に見てリスク低減につながるかどうかのカギ
- 全ての対策（対策しないことも含む）は、大なり小なりリスクを高める事を強く認識する事
  - 例えば、911後に自動車事故による死亡者数増加
- プラスとマイナスを総合的に判断して意思決定を行う事。  
既設プラントは、総合的リスク低減の考え方が特に重要（現状変更は多数の領域に影響）

# 総合的リスク低減のツール

- 発電所の現状のリスクをまとめる  
Safety Analysis Report
- 発電所の管理状況を知る  
CAP / PI&R / PI-SDP / ROP
- 将来のリスクの種を摘む  
Periodic Safety Review
- 発電所のリスクを考え続ける  
Online Maintenance / Living PRA

# 定期的安全レビュー(PSR)

- 継続的改善のためのツール
- 将来のリスクの種を摘む
- 10年(一世代)の情報から将来を予測
  - 今後10年間安全に運転ができる事
  - さらなる安全につながる改善計画を立てる
- 発電所の総合的リスクを俯瞰
  - ハードウェアだけではなく、ソフトウェア(管理、人材、組織など)も含めた全活動を対象

# 日本原子力学会PSR標準の経緯

1992年 品質保証活動として「定期安全レビュー(PSR)」の実施要求  
事業者の自主保安の位置づけ

- ①運転経験の包括的評価、②最新知見の反映の評価、
- ③確率論的安全評価(PSA)、④高経年化対策検討。

1994年 福島第一1号機、美浜1号機、敦賀1号機のPSR報告書提出。

2003年 炉規則で実施義務付け。(③のPSAを除き義務付け)

2006年 原子力学会PSR実施基準発行

2009年 原子力学会PSR実施基準改定

2011年 福島第一原子力発電所事故

2012年 PSRの実効性を高めるため実施基準改定議論再開

過去のPSRの課題。福島事故の反省

IAEA SSG-25(PSR for NPP, 2013) (N-SG-2.10を改定)

2012年 炉規法で安全性向上評価を規程

2013年 炉規則でPSR実施義務削除、安全性向上評価に統一

AESJ-SC- :201\*

## 原子力発電所の安全性向上のための定期的な評価に関する指針:201\*

### 1. 適用範囲

この標準は、発電用軽水型原子炉施設(以下、“プラント”という)において、事業者が実施する安全性向上のための定期的な評価における、目的、実施原則、実施計画の策定、安全因子の適切性・有効性のレビュー、総合評価の方法を規定する。

### 4. 目的

事業者自らが、将来を見越した特別な安全レビューを定期的実施することで、プラントの安全性を継続的に向上する。

具体的には、個々の安全因子に対し、日常の品質保証活動とは一線を画した先見的なレビューを戦略的に行い、安全因子の詳細なレビュー結果に基づく総合評価を実施して、妥当且つ実行可能な安全性向上措置の抽出と実行計画を定める。

# 目的の注記

安全性のレベル。

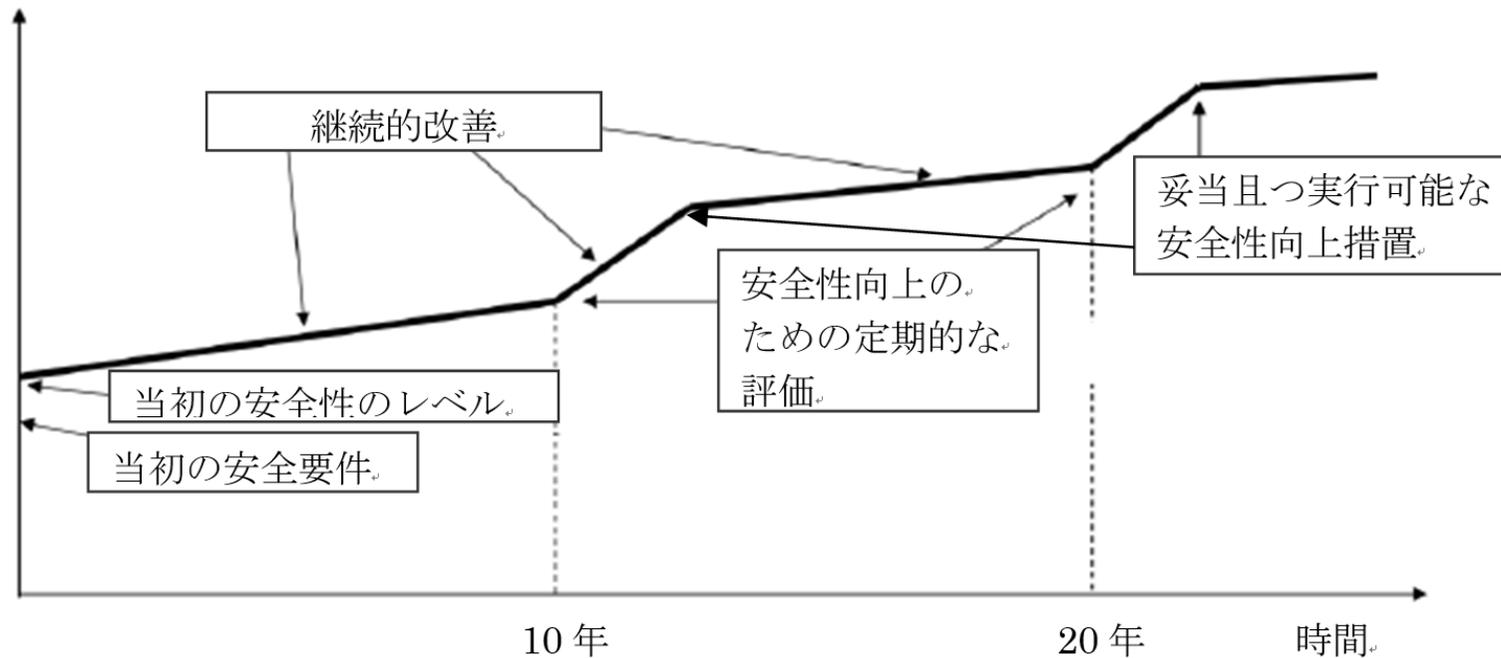


図 4.1—安全性の継続的な向上の概念図<sup>1)</sup>

出典) WENRA RHWG (Western European Nuclear Regulators Association Reactor Harmonisation Working Group), “Position paper on Periodic Safety Reviews (PSRs) taking into account the lessons learnt from the TEPCO Fukushima Dai-ichi NPP accident”, March 2013.

## 5.実施原則

### 5.1 基本的考え方

- a. 過去の活動に問題がなかったかどうか再評価することに重点をおいた評価ではなく、将来の安全性を確保する又は向上するための計画をたて、実行していく契機とする能動的な評価とする。評価にあたっては、全ての安全因子及びそのレビューにおいて網羅性を追及するのではなく、より実効的な安全性向上措置の抽出に重点を置くことに留意する。
- b. 国内の現行規制基準を満足するだけでなく、新規原子炉を含む最新の国際水準を目標として、自プラントに有効な安全性向上措置を抽出する。具体的には、国内の現行規制基準とは異なる要件(例えば、海外の規制基準・グッドプラクティスや国内外他発電所の最新知見)との比較において、自プラントの安全性を向上させる余地を認識し、有効な安全性向上措置を抽出する。

## 5.実施原則

### 5.1 基本的考え方

- c. 発電所の安全性に寄与する設備設計・保守、組織・体制、評価・手順、安全文化といったハードウェア及びソフトウェア、並びにそれらを統合するマネジメントを含む包括的且つ多面的な評価とする。単一の設備，系統に注目するだけでなく，プラントシステム全体への影響を考慮する。

#### 注記

ハードウェアとは，原子力発電所における建物・構築物，機器・配管系，又はそれらによって構成されるもの。

ソフトウェアとは，組織の要員・体制，評価・手順，安全文化といった組織の活動を構成する要素。

マネジメントとは，定めた目的を達成するために，ハードウェアやソフトウェアという要素を統合した効果的な方針や仕組みを作り，組織を動かすこと。

## 5.実施原則

### 5.1 基本的考え方

- d. 評価はプラントの運転が開始されてから定期的に実施し、運転が終了するまで実施する。時間経過に伴い顕在化するプラント及び環境の諸変化について、プラントの安全性へ及ぼす累積的影響の評価を可能とするため、評価の間隔が極端に短期とならないよう留意する。なお、安全上の重要な問題の発見の遅れや、評価の連続性が喪失する可能性を考慮すると10年を超えない期間で評価することが望ましい。
- e. 将来における発電所の安全水準の維持、安全運転の確保のために、将来における安全性向上への効果が見込まれる安全性向上措置を実施時期・期間に関係なく抽出する。安全性向上措置の抽出にあたっては、安全性向上措置から得られる効果と実施に費やす経済資源との関係を考慮し、合理的に実行可能なものとすることに留意する。

## 5.実施原則

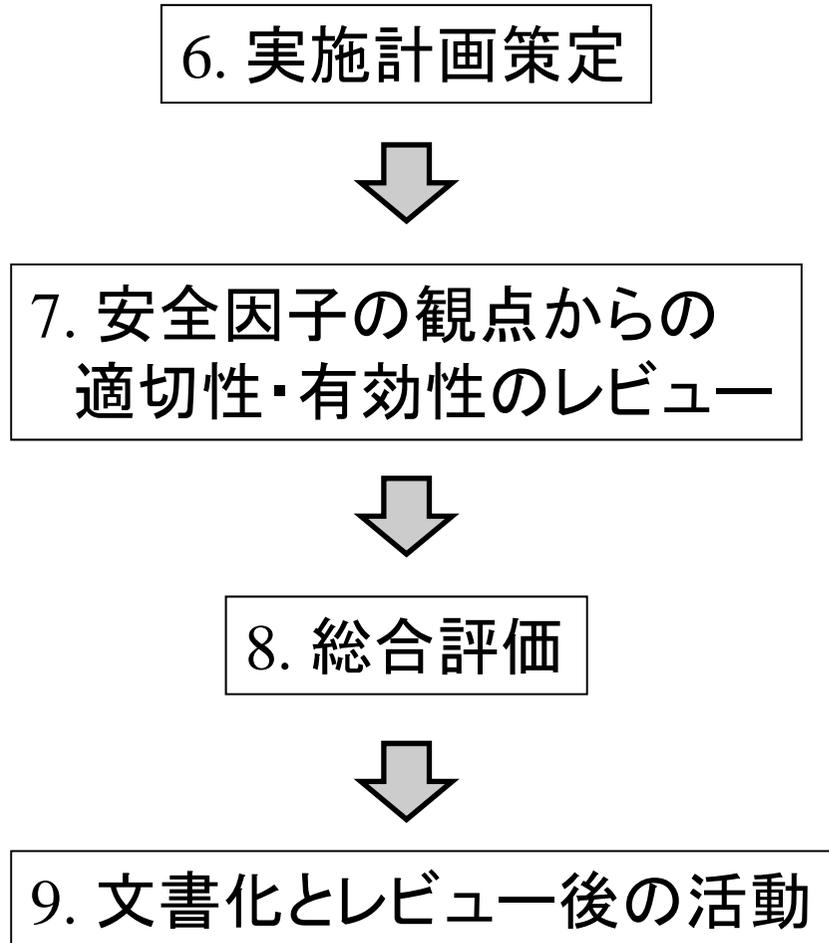
### 5.2 評価プロセス

5.1を踏まえて、図に示すプロセスに従い、次の項目を実施する。

- a. 実施計画 レビューの範囲と時期、レビューのための体制・組織やレビューのプロセス、並びに適用する規格基準、最新知見の範囲などを明確にする。この段階で、実施計画を策定する。
- b. 安全因子に関するレビュー及び総合評価 事業者は、a.で策定した実施計画にもとづきレビューを実施する。安全因子のレビューにおいて、各因子の評価結果を“良い結果”あるいは“良くない結果”に分類し、結果に対しては安全性向上措置候補を考案する。安全因子のレビュー結果に基づく総合評価を実施して、因子毎の安全性向上措置候補からの安全性向上措置の抽出、並びにその実行計画の策定を行う。

## 5.実施原則

### 5.2 評価プロセス



レビューの範囲と時期、レビューのための体制・組織やレビューのプロセス、並びに適用する規格基準、最新知見の範囲などを明確にする。

各安全因子の評価結果を“良い結果”あるいは“良くない結果”に分類し、結果に対しては安全性向上措置候補を考案する。

安全因子のレビュー結果に基づく総合評価を実施して、因子毎の安全性向上措置候補からの安全性向上措置の抽出、並びにその実行計画の策定を行う

実行計画の遂行とフォローアップ

## 6.実施計画

### 6.1 一般事項

### 6.2 調査対象期間

前回評価の調査対象期間後から評価を開始する至近の時点

### 6.3 評価の実施体制

#### 6.3.1 要員の資質

#### 6.3.2 役割と責任

#### 6.3.3 外部組織の活用及び第三者によるピアレビューの実施

## 7.安全因子の観点からの適切性・有効性のレビュー

### 構築物・系統・機器 (SSC) の レビュー

- (1) プラント設計
- (2) 安全上重要なSSCの現状
- (3) 機器の能力評価
- (4) 経年劣化

### 工学的評価のレビュー

- (5) 決定論的安全解析
- (6) 確率論的安全評価
- (7) ハザード解析

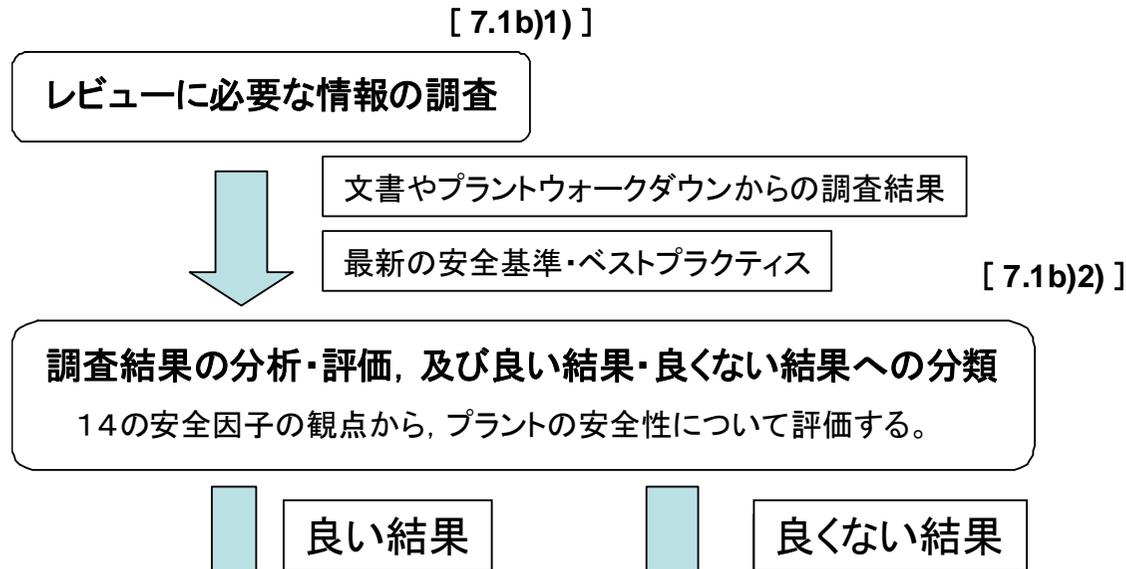
### 最新の技術的知見の反映と 安全性能のレビュー

- (8) 安全実績
- (9) 他のプラントでの経験  
ならびに研究結果の利用

### 安全基盤のレビュー

- (10) 組織、管理システム、  
および安全文化
- (11) 手順
- (12) 人的資源
- (13) 緊急時計画
- (14) 放射性物質が環境に  
与える影響

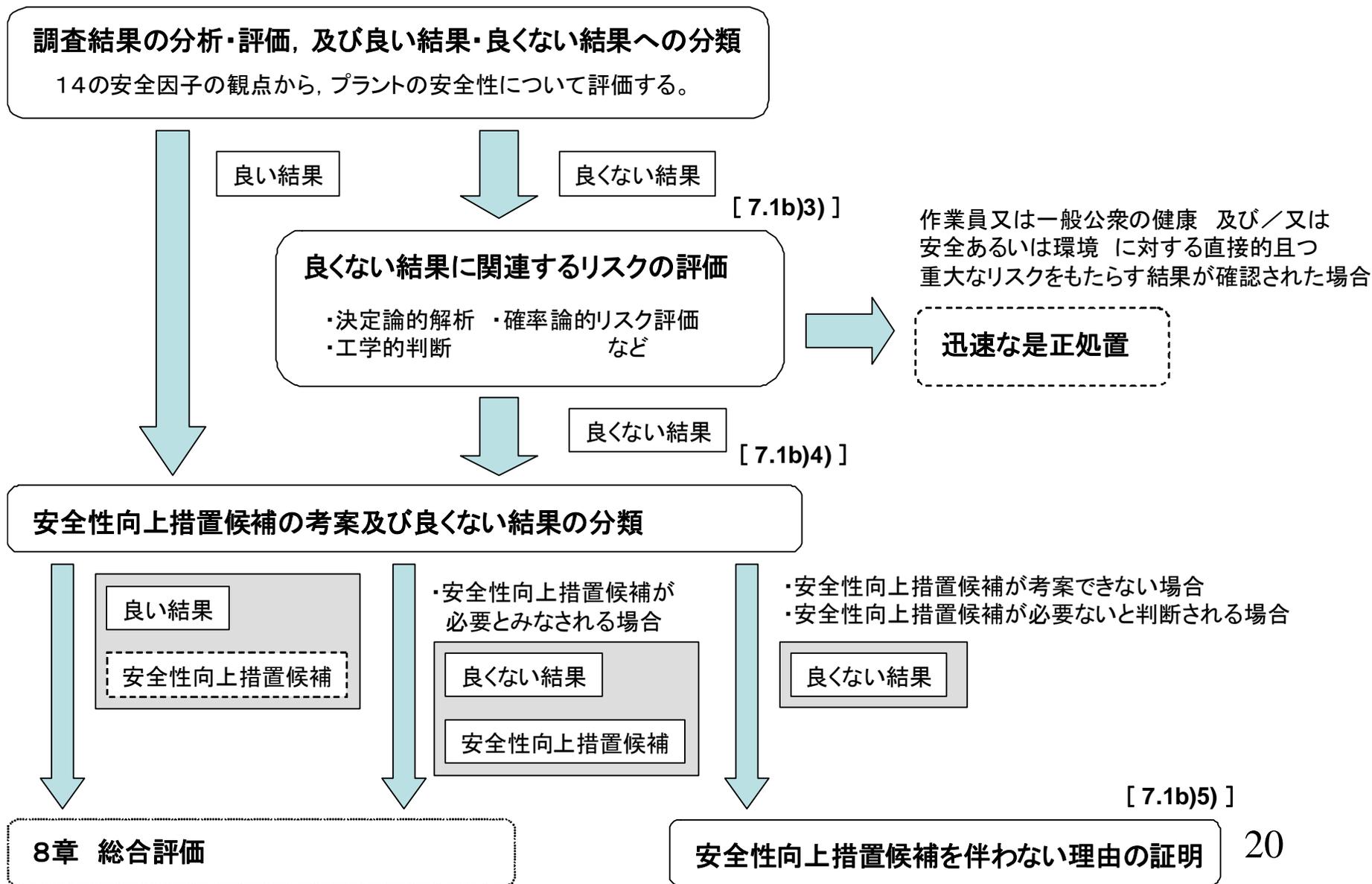
## 7. 安全因子の観点からの適切性・有効性のレビュー



良い結果: 現状のプラクティスが、最新の規格基準において  
確立されているグッドプラクティスと同等以上のもの。

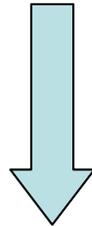
良くない結果: 現状のプラクティスが、最新の規格基準において  
確立されているグッドプラクティスと同等ではないもの。

# 7. 安全因子の観点からの適切性・有効性のレビュー



## 8. 総合評価

### 7. 安全因子の適切性・有効性のレビュー



良い結果

安全性向上措置候補

良くない結果

安全性向上措置候補

#### 8.2.1 妥当且つ実行可能な安全性向上措置の抽出

8.2.1 a) 因子毎の安全性向上措置候補の安全上の重要度の分析

8.2.1 b) 因子毎の安全性向上措置候補の評価、分類、優先順位付け

8.2.1 c) 因子毎の安全性向上措置候補の実施に必要な時間及び費用の調査

8.2.1 d) 妥当且つ実行可能な安全性向上措置の抽出

## 8. 総合評価

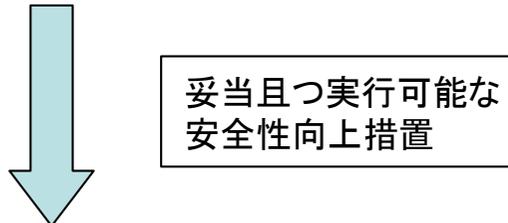
### 8.2.1 妥当且つ実行可能な安全向上措置の抽出



### 8.2.2 将来のプラント運用の安全性の評価

8.2.2 a) プラント全体の安全性の評価

8.2.2 b) 深層防護の評価



### 8.3 安全性向上措置の実行計画の策定

# まとめ

- 継続的改善が原子力発電所の安全を担保する
- リスクを物差しとして、総合的リスクを低減する活動を行い続ける事
- PSRは、将来のリスクの芽を摘むことを目的とする、総合的リスク低減のためのツールの一つである
- 14の安全因子を総合的に評価し、将来のリスク低減活動を洗い出す事
- 現在、最終報告を取りまとめている。今年中の発行を目指す