

第5回

福島第一廃炉国際フォーラム

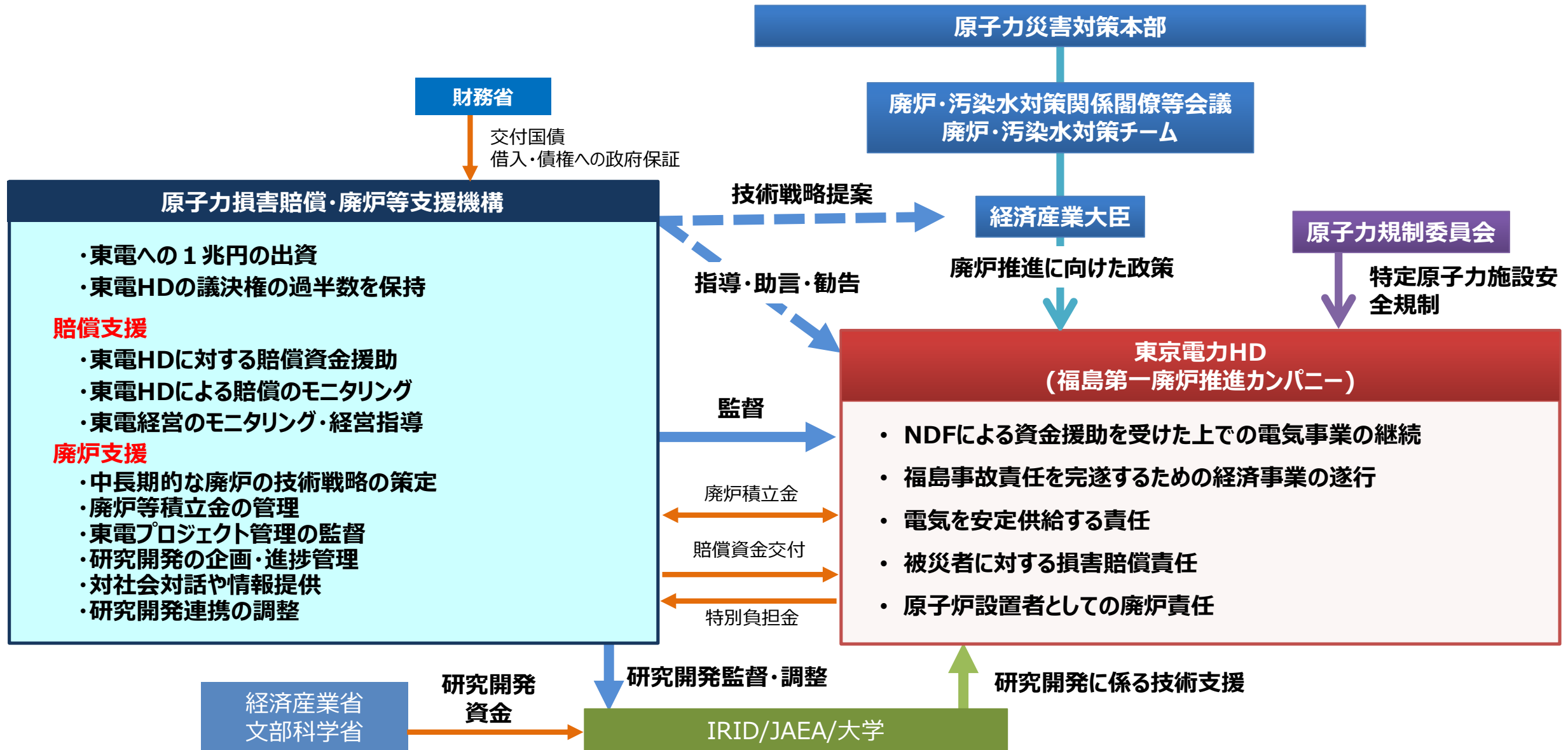
安全とリスク -技術戦略の視点から-

2021年11月1日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構（NDF）

プログラム監督・支援室 大野

廃炉への取り組み体制



NDFの取組み

1 F廃炉を進めるべく、リスク低減の達成を基本とした各種提言を技術戦略プランにまとめるとともに、情報発信、対話による国際社会や地域の理解促進活動を実施

➤ **技術戦略プランの作成**

- ◆ リスク評価
- ◆ 技術検討
- ◆ 海外事例の情報収集、調査
- ◆ 研究開発
- ◆ 各種委員会（燃料デブリ専門委員会、廃棄物対策専門委員会等） 他

➤ **関係個所との対話、意見交換**

(東京電力、エネ庁、規制庁、地元自治体、有識者、海外関係機関他)

(例) 「安全とオペレータ視点」からのエンジニアリングの在り方について」報告書をまとめ、東電、エネ庁、規制庁等に提供、意見交換を実施

技術戦略プラン2021

1章 はじめに

2章 福島第一原子力発電所の廃炉のリスク 低減及び安全確保の考え方

2.1 福島第一原子力発電所廃炉の基本方針

2.2 放射性物質に起因するリスク低減の考え方

2.3 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方

3章 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術戦略 (燃料デブリ取り出し、廃棄物対策、汚染水 ・処理水対策、使用済燃料プールからの燃料取り出し)

4章 廃炉の推進に向けた分析戦略

5章 研究開発への取組

6章 技術戦略を支える取組

NDFのwebサイトで下記より技術戦略プランのPDFを入手できます。

(<https://www.dd.ndf.go.jp/strategic-plan/index2020.html>)

原子力損害賠償・廃炉等支援機構
廃炉支援部門

日本語 English

原子力損害賠償・廃炉等支援機構 TOPページ

検索

機構について 廃炉等技術委員会 専門委員会 戦略プラン 国際関係 活動報告 廃炉研究開発連携会議

TOP > 戦略プラン > 戦略プラン2020

戦略プラン
戦略プラン2020
戦略プラン2019
戦略プラン2018
戦略プラン2017
戦略プラン2016
戦略プラン2015

戦略プラン2020

原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、2020年10月6日、「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2020」を公表しました。

詳しくは、下記の本編、資料をご覧ください。

- 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2020
- 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2020 概要版
- 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2020について
- Technical Strategic Plan 2020 for Decommissioning of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station of Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.
- Technical Strategic Plan 2020 for Decommissioning of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station of Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. (Overview)
- Technical Strategic Plan 2020 for Decommissioning of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station of Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. (Explanatory material)

※引用については、お手数ですが機構までお問い合わせください。

サイトマップ
機構について
・機構の概要
・廃炉支援部門について

廃炉等技術委員会 専門委員会 戦略プラン 国際関係 活動報告
・協定関係
・講演等

廃炉研究開発連携会議
リンク
English

技術戦略プランのPDFを入手できる
NDFのwebページ

リスク低減戦略

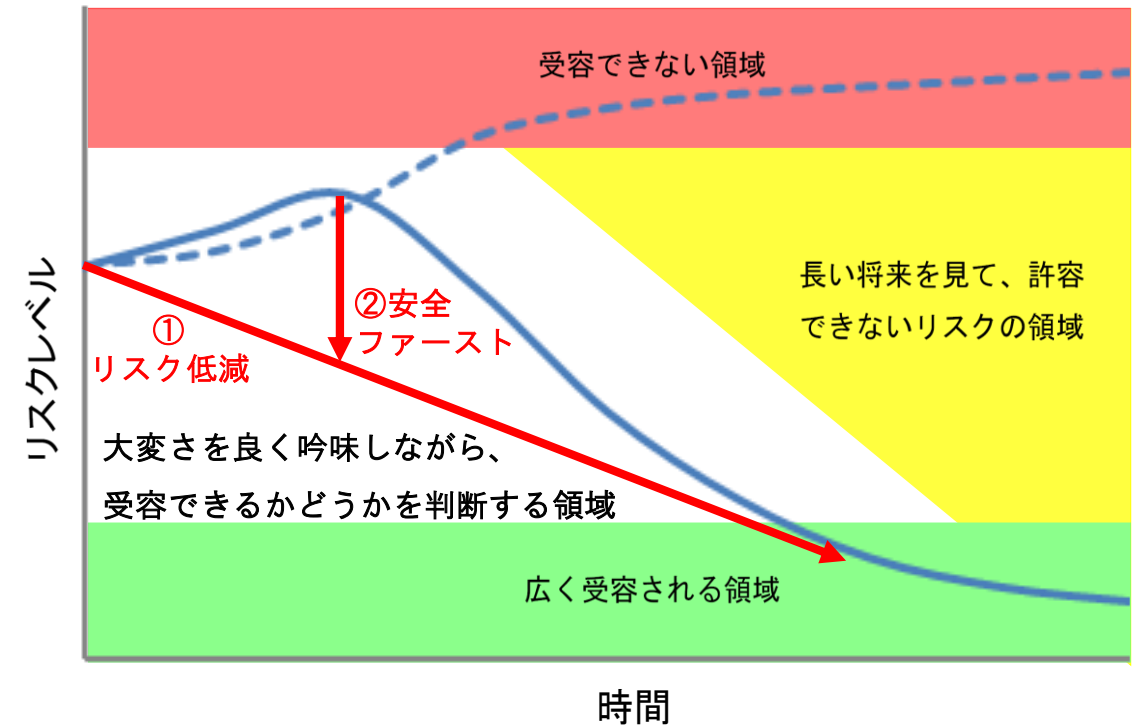
福島第一原子力発電所廃炉の基本方針

事故により発生した通常の原子力発電所にはない放射性物質に起因するリスクを継続的、かつ、速やかに下げること

➤ 技術戦略プランとは中長期の時間軸に沿った「**リスク低減戦略の設計**」

➤ リスク低減に向けての5つの基本的考え方

- ・安全
- ・確実
- ・合理的
- ・迅速
- ・現場志向

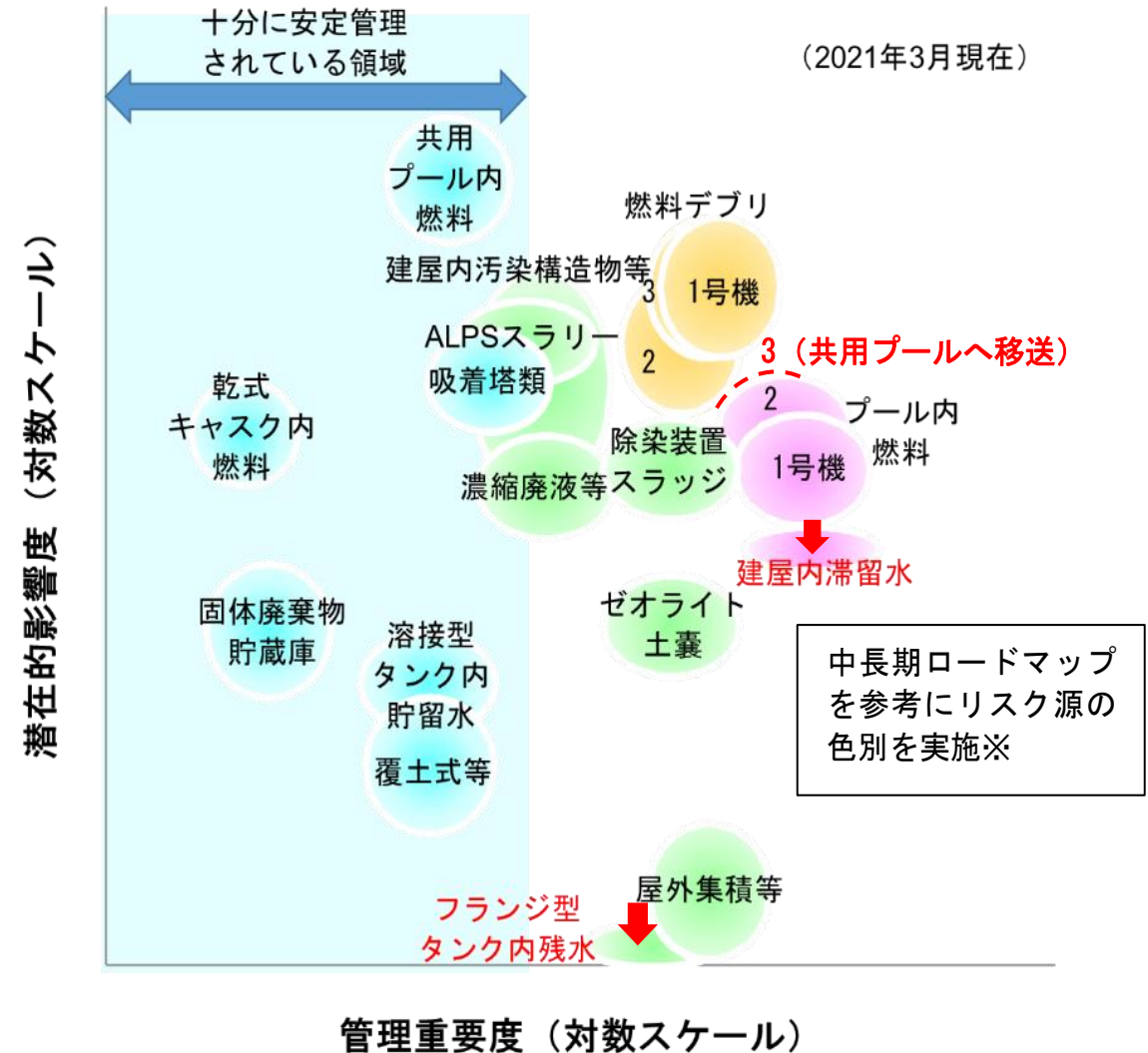


①放射性物質に起因するリスク低減の考え方(1)

SED

(Safety and Environmental Detriment)

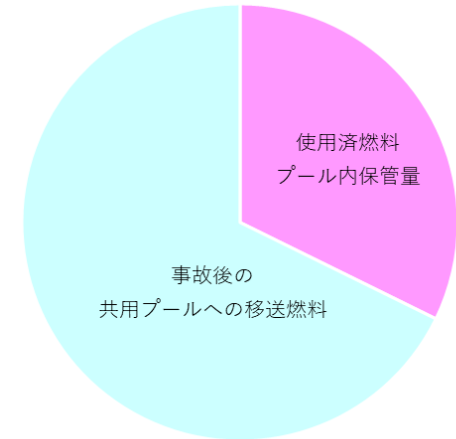
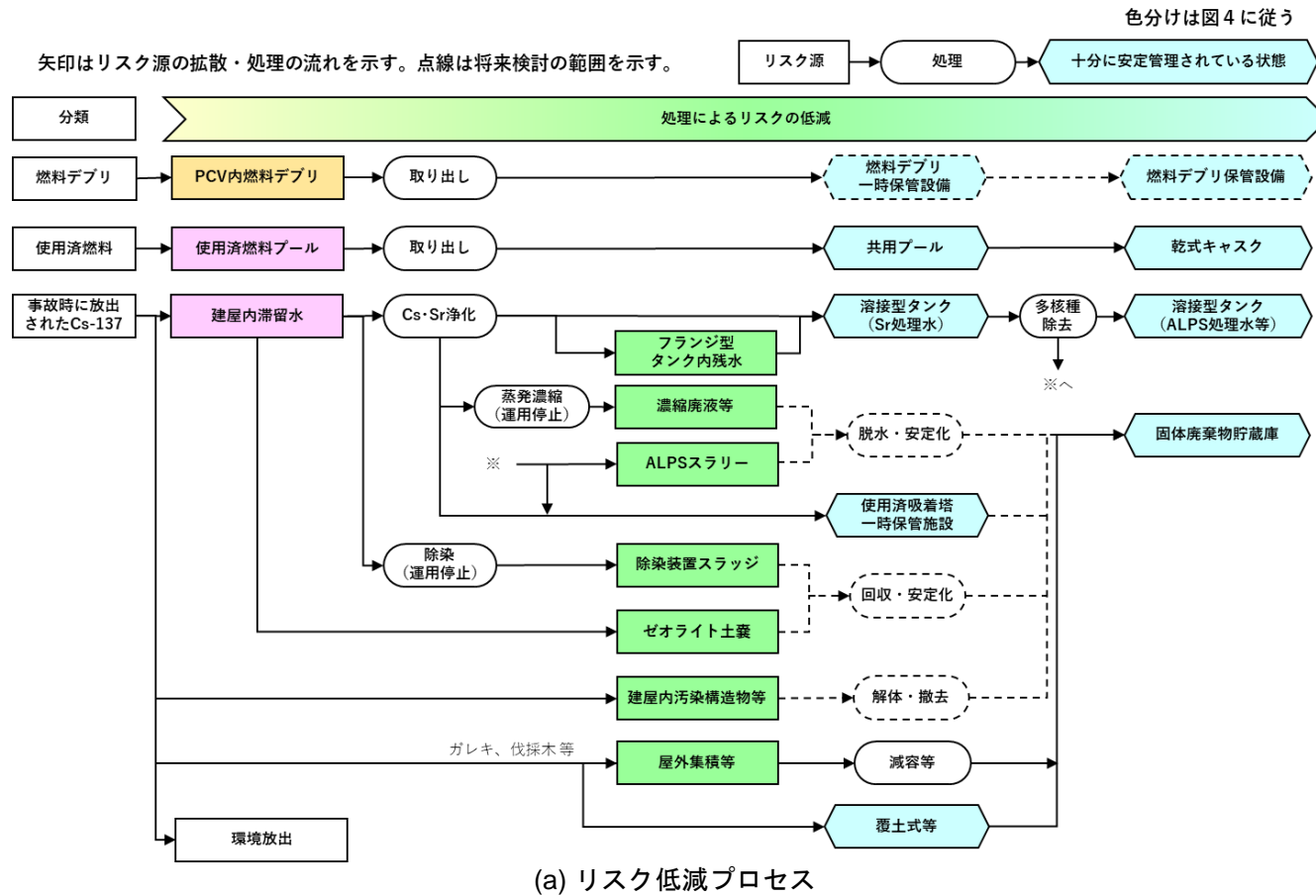
- 放射性物質に起因するリスクの大きさを「影響度」と「起こりやすさ」の積で示したもの
- 英国原子力廃止措置機関（NDA）が開発、NDFが1F用にカスタマイズして使用



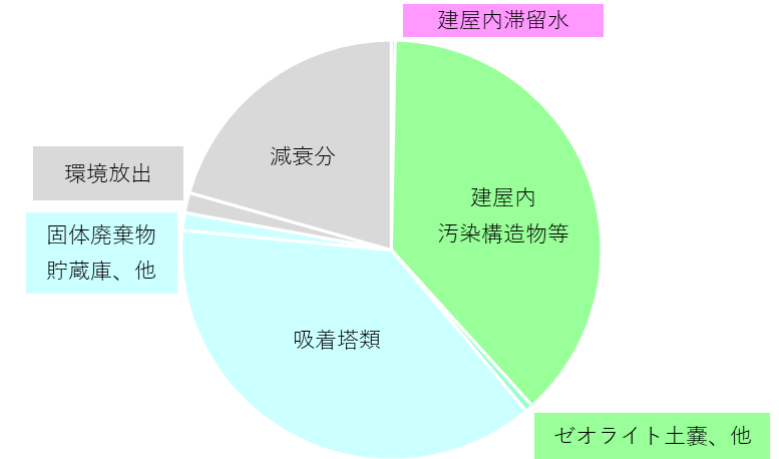
① 放射性物質に起因するリスク低減の考え方(2)

マテリアルフロー

主要なリスク源について当面の目標である「十分に安定管理されている領域」に持ち込むまでのプロセス及びそのプロセスに沿った進捗



(b) 使用済燃料の燃料集合体体数
(1号機～4号機)



(c) 事故時に放出されたCs-137の放射能
(1号機～3号機)

② 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方

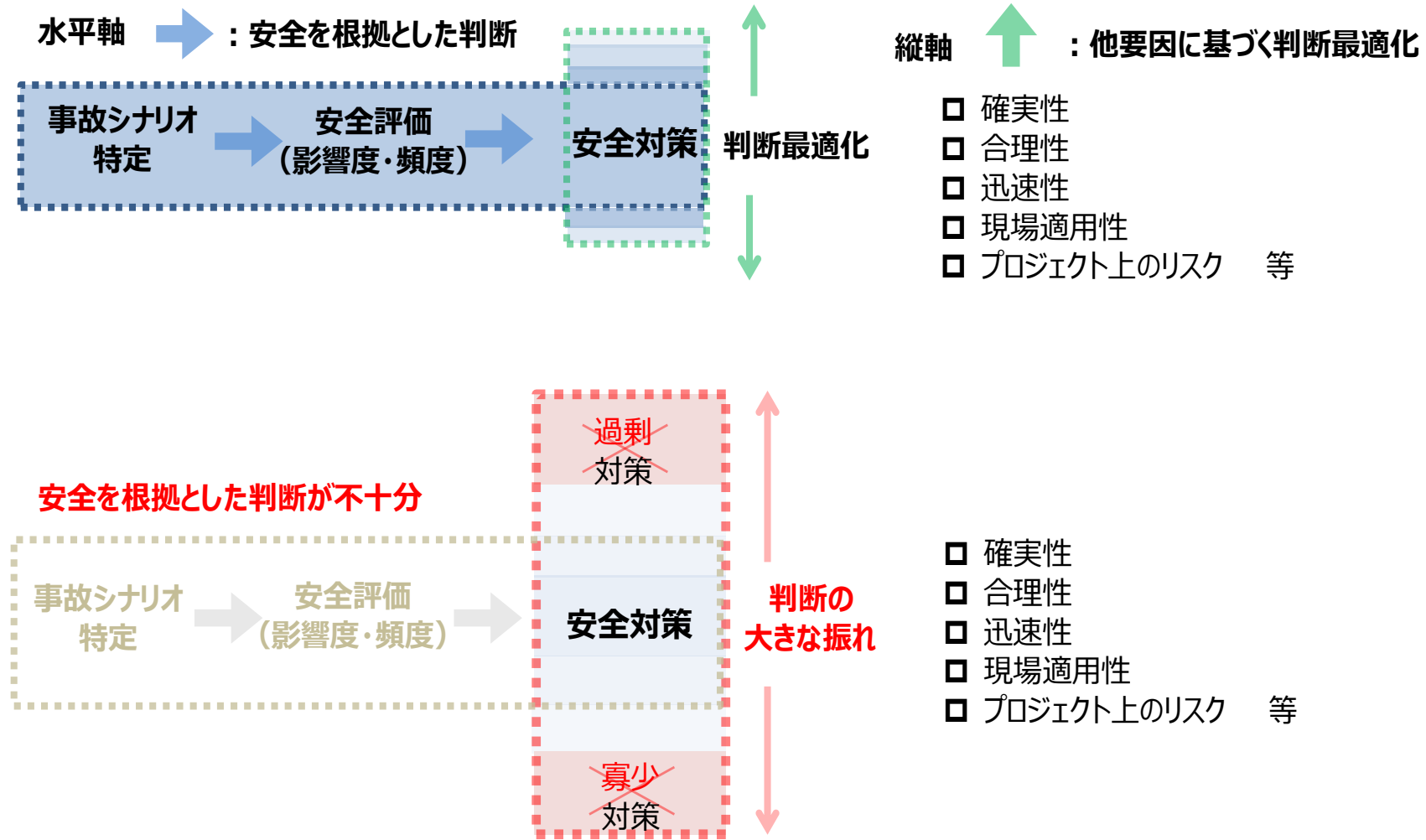
- 燃料デブリ取り出しのように前例がなく技術的難易度の高い課題に対しては、工法や設備などのハードの実現に加え、
 - 核燃料物質等という潜在的危険物を扱う事業執行者としての**“安全の視点”**
 - 事業執行の「現場（運転、保全、放射線管理、計装、分析等）の視点」**（“オペレータの視点”**）が、当該の工法、設備に十分に反映されていることが不可欠。
- そのためには、工法、設備を現場で実現するまでの**過程（プロジェクト）において、これらの視点が十分に反映される**必要がある。この視点がプロジェクトに十分な反映がなされなければ、結果として、現場適用に適さない成果（工法、設備等）がもたらされ、安全かつ安定的な廃炉が妨げられる恐れがある。

② 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方－1Fの特殊性

- 多量の放射性物質（内部被ばくに大きな影響をもつα核種を含む）が通常にならない様々な形態（非定型）で非密封状態にあること
- 原子炉建屋、PCV等の放射性物質を閉じ込める障壁が完全でないこと
- これらの放射性物質や閉じ込め障壁の状況等に大きな不確かさがあること
- 現場の放射線レベルが高い等の制約から現場へのアクセスや現場情報を得るための計装装置の設置が困難であること
- 現状の放射線レベルが高く、また閉じ込め障壁等の更なる劣化が懸念されることから廃炉を長期化させない、時間軸を意識した対応が必要なこと

② 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方—安全視点

前例がなくかつ不確かさが大きい1F廃炉においては、**尽くされた安全評価を安全対策の判断の基本**（“安全ファースト”の思想）にすること。それによって、安全以外の多様な要因によって判断が大きく振れること（過剰対策～寡少対策）を防止することが可能となる。



“安全ファースト”の思想（イメージ）

② 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方—オペレータ視点

1F廃炉は未経験の取組であるため、現場（運転、保全、放射線管理、計装、分析等）を扱う人たちの目線、感覚（“オペレータ視点”）が重要。

▶ 運転操作を含めた運用による設計の補完

設計だけ安全を保証することが難しいため、“lead & learn”のように、設計と運用トータルで安全を保証することが有効な手立てになる。

▶ 監視、分析等によって得られる情報の設計での活用

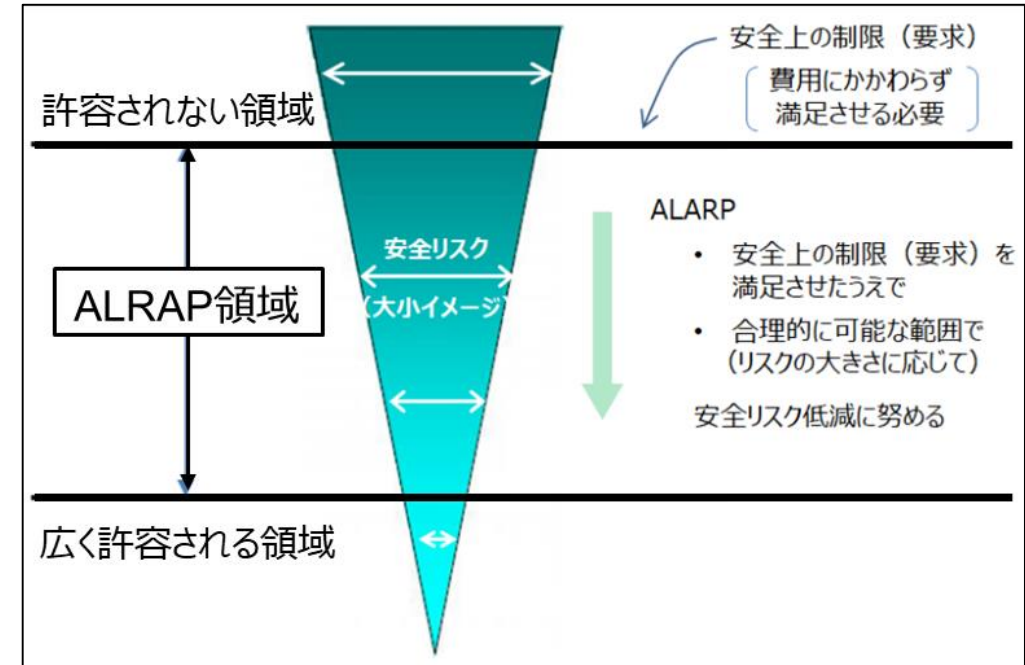
大きな不確かさへの対応として、監視（計装モニタリング・目視観察・シミュレーション等）と分析を連携させ“監視等と分析を併せて総合的な利用を図る”との視点を持つ。

▶ 異常時の対応

1F-3FHM不具合のような設計機能（製品品質）の調達に失敗するケースまでも想定し、現場運用（オペレーション）をバックアップとして、異常時（事前の設計で想定されていないことを含め）の対応に備える。

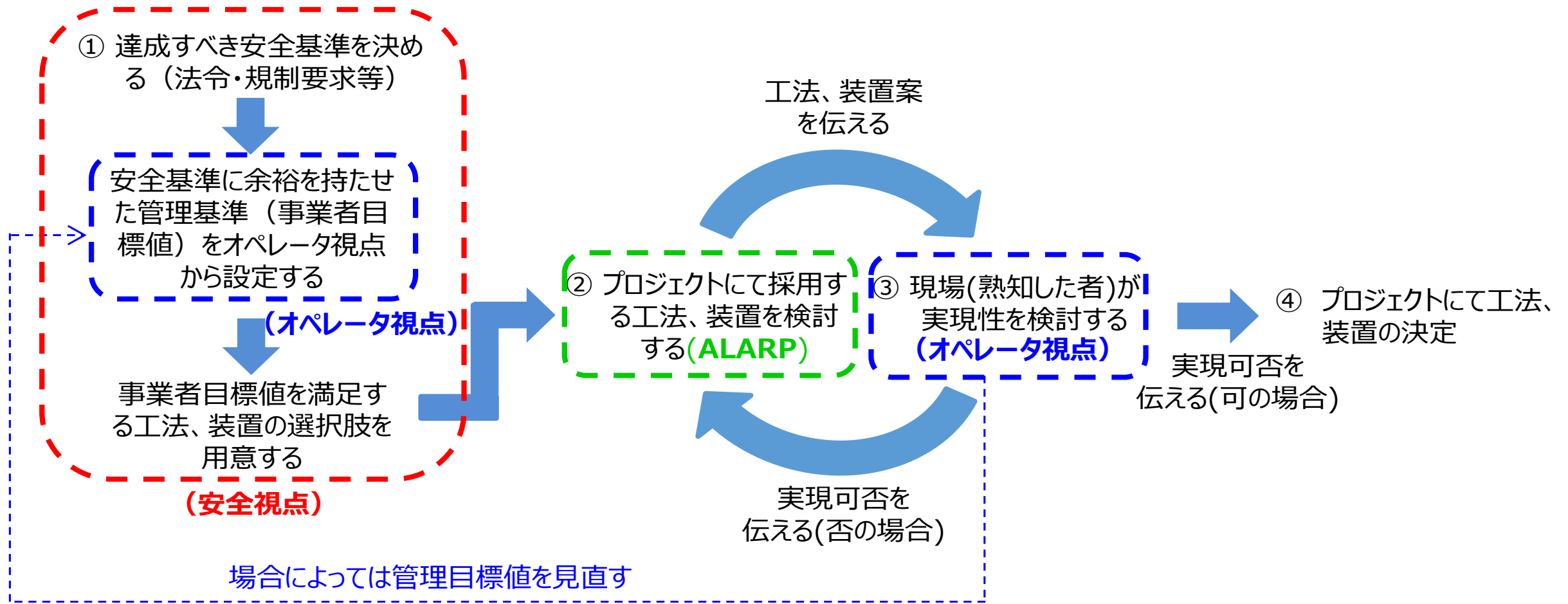
② 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方—ALARP判断

- 安全には、このレベルを達成しなければ当該の工法、装置は使用できないという**最低限のレベル（安全の基準）**がある。
- この安全の基準を満足した上のレベルには選択の幅があり、その幅のなかで、達成される安全レベルとPJのコスト、期間等のトレードオフ、一種の**"ALARP" (As Low As Reasonably Practicable)**に基づき、採用する工法、装置が決定される。また、このような工法、装置が**現場で実現可能 (feasible)**かという問題もある。
- したがって、工法、装置の決める判断には、**「安全の基準をはっきりさせ」、「現場での実現性等について指摘する」、それを「PJで検討、議論」していくという、3つの分野**が必要である。



安全上のリスク受容に関する3領域

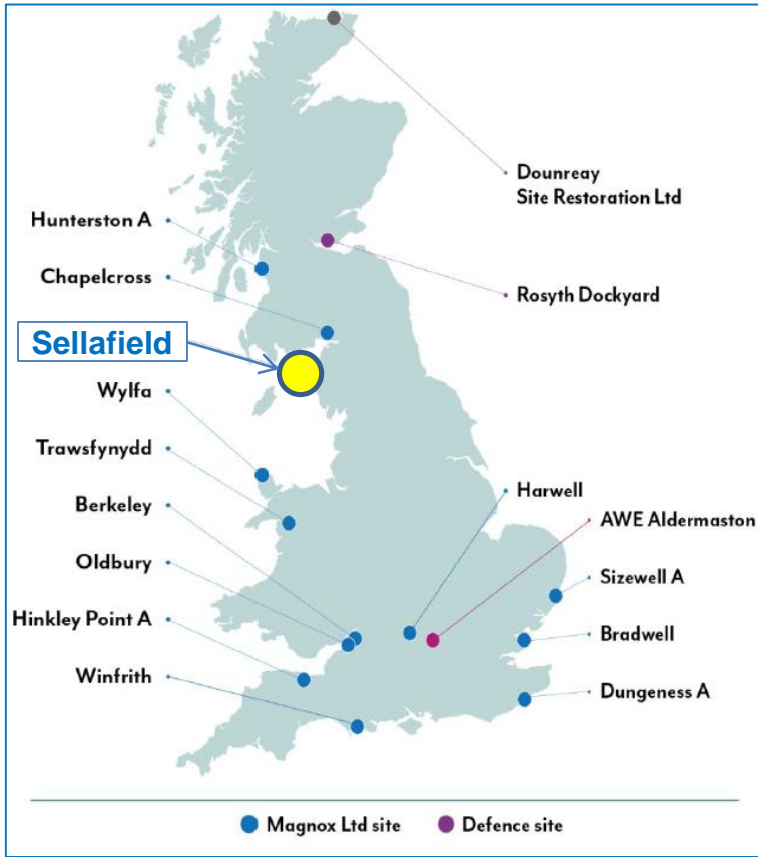
② 廃炉作業を進める上での安全確保の考え方—ALARP判断



安全を基軸としたALARP (イメージ)

ALARP判断については社会的合意が必要！

関係個所との対話、意見交換 英国での取組状況調査



サイト全景写真は、A Revised Strategy for the Regulation of Sellafield Site, Mina Golshan at RIC 2018より

関係個所との対話、意見交換

英国での取組状況調査 ―セラフィールド規制―

● 経緯・背景

- 2000年から2013年の間、巨額の国費が投じられたにもかかわらずセラフィールドのhazard/risk低減が進捗しなかった
- ONRはセラフィールドのハザード低減を2014年度規制の最優先事項とした。最優先事項に対応するために、
 - セラフィールドに対する規制アプローチを根本からレビューし、新たな規制戦略を策定して実施することとした。
 - また、一貫性のある、効果的で効率的な規制に向けて、ONRセラフィールド部門の体制、規制手法をレビューすることとした。

● G6（関係組織との協調）

G6

ONR, SL, NDA, Department of Energy and Climate Change, Shareholder Executive and Environment Agency
… ONRが先導し2014年より開始。

- hazardとリスク低減の加速に向けた**戦略と方向性の決定**
- **戦略と方向性を共有**する一方で、**各々の組織がそれぞれの役割**を果たす（独立した規制者としてのONRの役割は不変）
 - ✓ ONRと事業者については**法令に基づく責務という文脈**で理解されなければならない
 - ✓ **決定を行うことについてのONR独立**は絶対に欠かせない
 - ✓ ONRは適切に**執行手続き**を行使し続ける
 - ✓ 事業者，関係者ととも**優先度の高い安全成果**を効果的に実現するために**建設的なアプローチ**を適用する
 - ✓ **良好な規制プラクティス**の上に立って、最良の安全向上が図れるよう**革新を奨励**する

「如何に事を前に進めるか？ (Enable)」規制者にとって非常に難しいこと －進捗を止めること、遅らせることは簡単！

8 themes / Regulators' Code

- セラフィールド規制戦略：優先順位付け、障害の排除、目的に相応しい解決策（100点満点でない解決策）、リスクのバランス（長期・短期リスク）等
- 規制のあるべき姿

Early Engagements

- 正式申請前の規制関与
- ONRの理解促進と事業者との認識ギャップ解消

Internal Regulator

- 事業者の自主規制プロセス支援，強化
- 事業者自らの責務に対するオーナーシップ
- 事業者・ONR双方にメリット

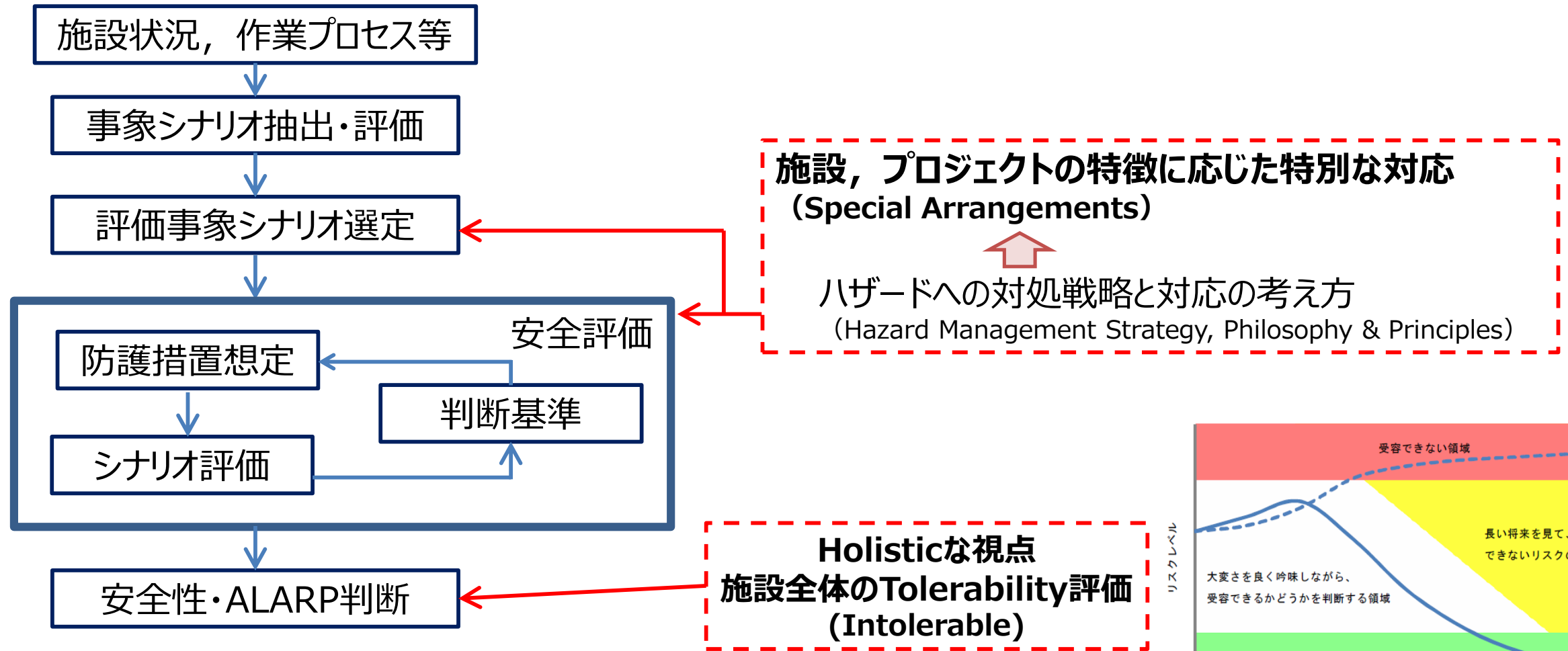
Flexible Permissioning

- 規制のかかわり方を含めた対応（Arrangements）をONR・事業者合意で定める（施設、プロジェクトの特徴に応じた規制）

Enhanced Decision Making Process

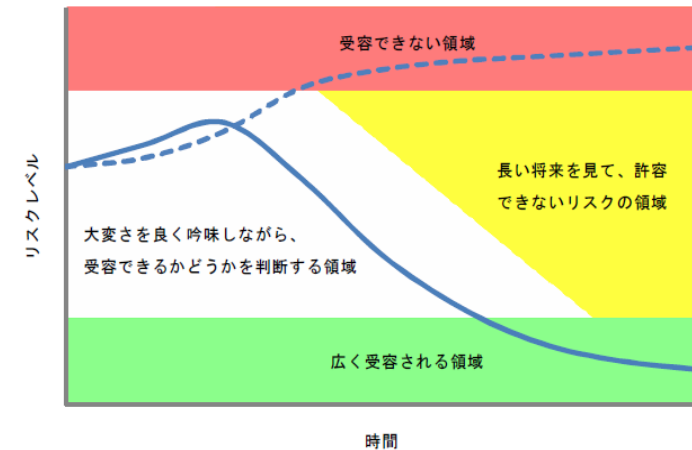
- 長期・短期リスクのバランス等、重要、複雑な規制判断を支援するONR内部プロセス（判断の十分性に関する第三者意見）

関係個所との対話、意見交換 英国での取組状況調査



◆ 安全確保アプローチ Lead & Learn Approach

先行プロジェクト知見を後のプロジェクトに反映：大きな不確かさを計画的・段階的に削減



- 事故炉の廃炉という前例がなく、かつ不確かさが大きい状況に対して安全性の評価、判断を如何に進めるかは、事業者（東京電力）はもとより、全ての廃炉関係者にとって重要でありながら困難な課題でもある。
- NDFは原子力規制庁をはじめとした廃炉関係者と安全性に関わる諸課題を共有し、お互いの考え方を率直・真摯に意見交換することで、1F廃炉を安全・着実・迅速に遂行するうえでの推進役を担う。