

日本機械学会 第13回動力・エネルギー技術シンポジウム

中越沖地震の柏崎刈羽原子力発電所影響評価研究分科会

重要度分類

平成20年6月20日

独立行政法人 原子力安全基盤機構
水町 渉

はじめに

中越沖地震では、原子力安全に影響はなかったものの、緊急対策室の扉が開かない、消火水が出ない等、想定外の事象が発生



従来の重要度分類、機器設計、耐震設計等とは別の観点から、重要度分類検討の必要性が想定



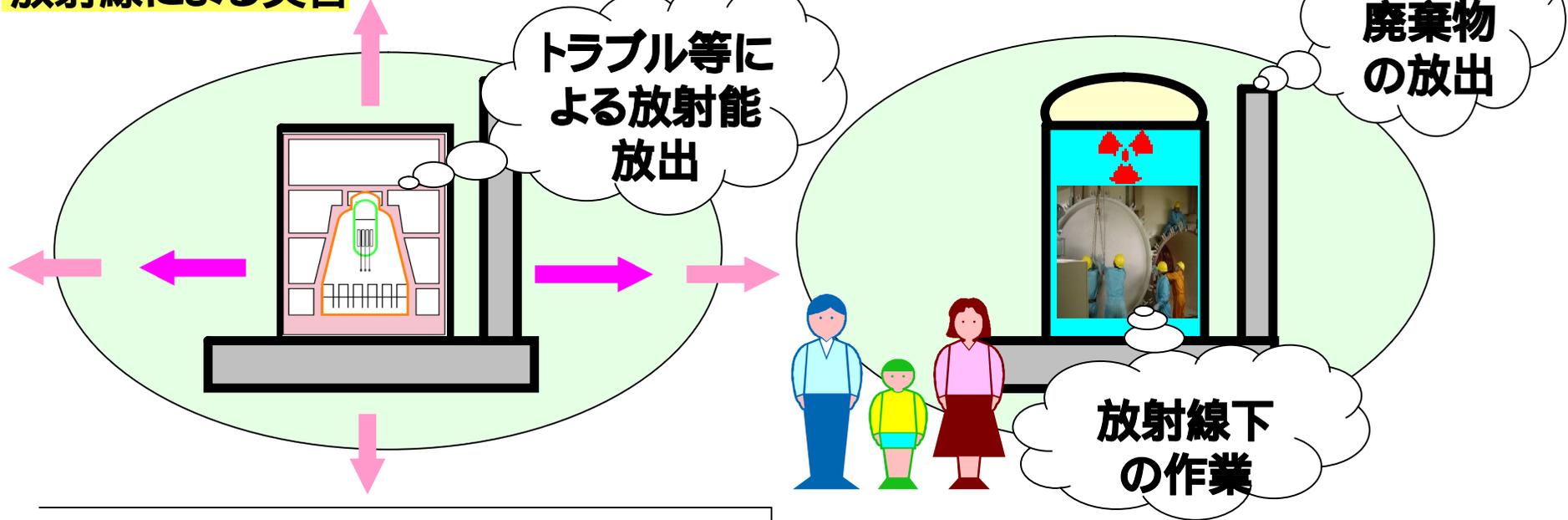
緊急時に必要とされるが、原子炉安全上の耐震設計ではAs / Aでないもの(緊急重要度)

非安全系でも故障するとプラントの安全に影響するもの(リスク上の重要度)

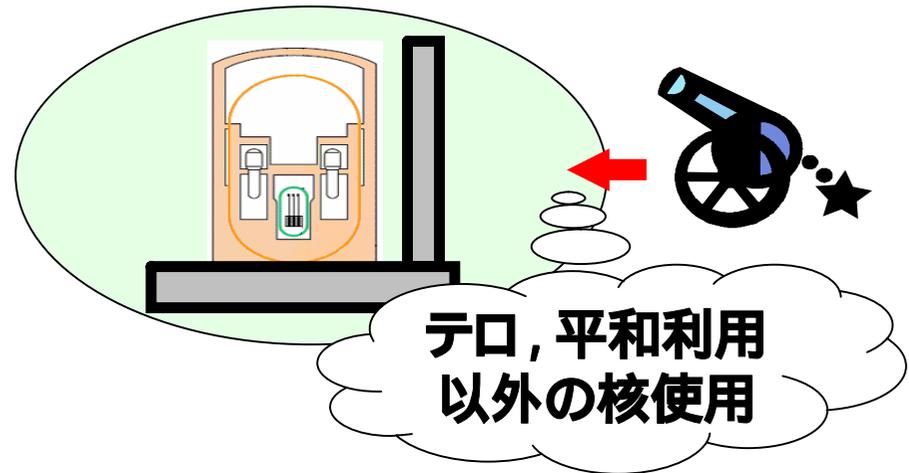
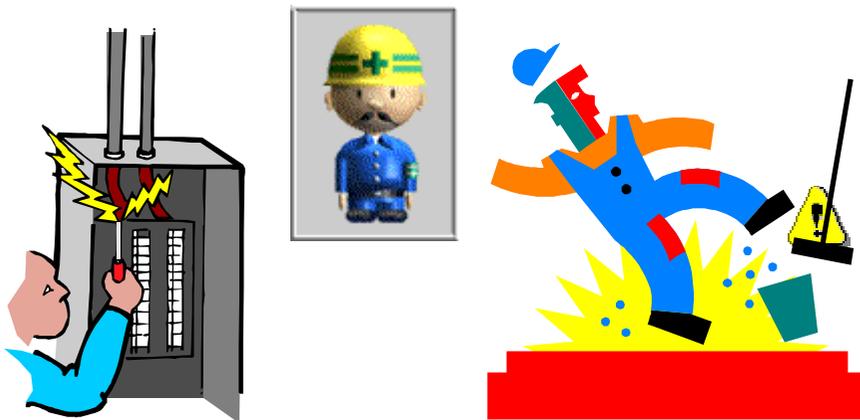
安全に影響はしないが、故障により社会に対する印象が悪くなるもの(印象重要度)

原子力安全・労働安全

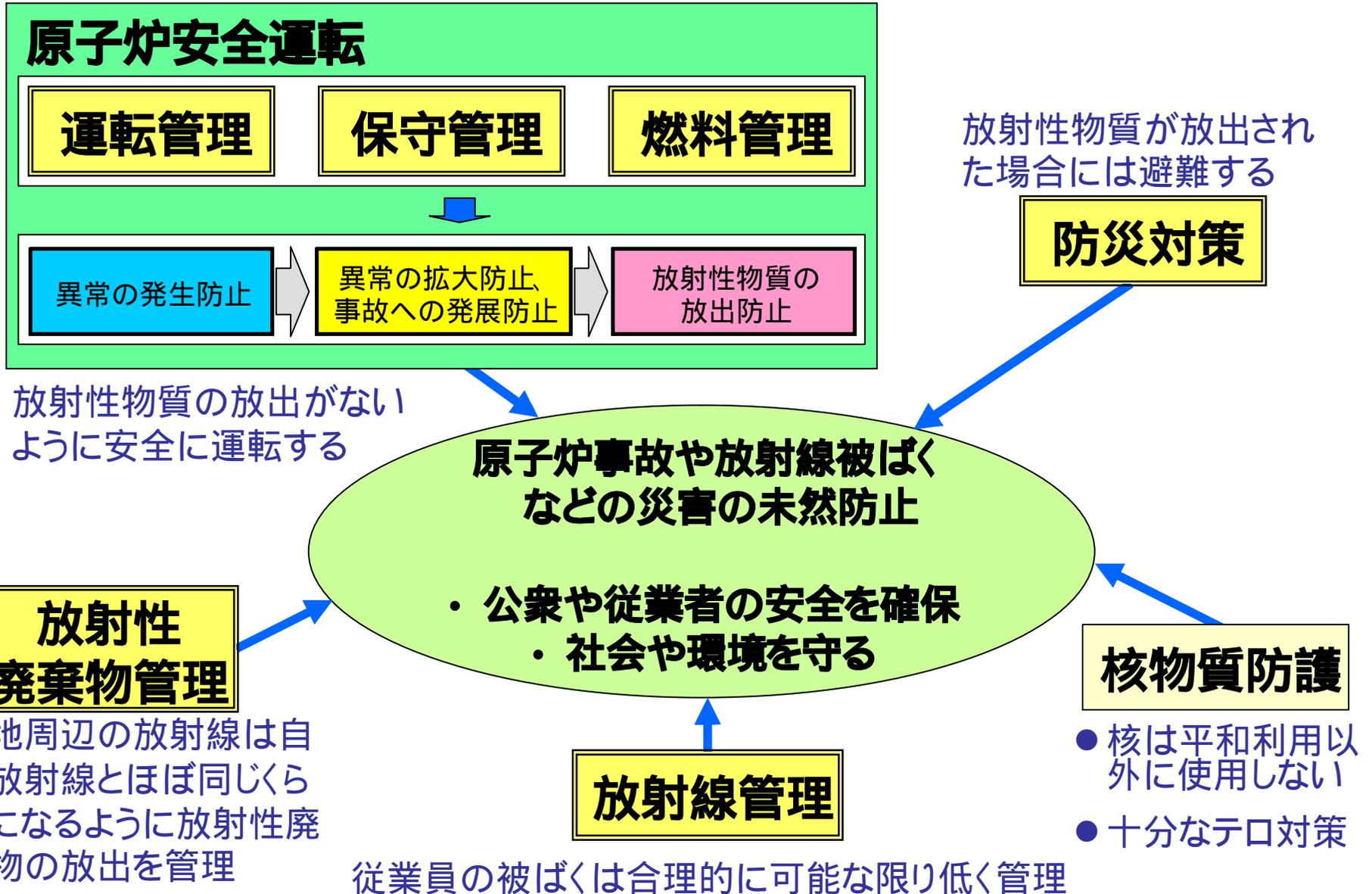
放射線による災害



通常の労働災害



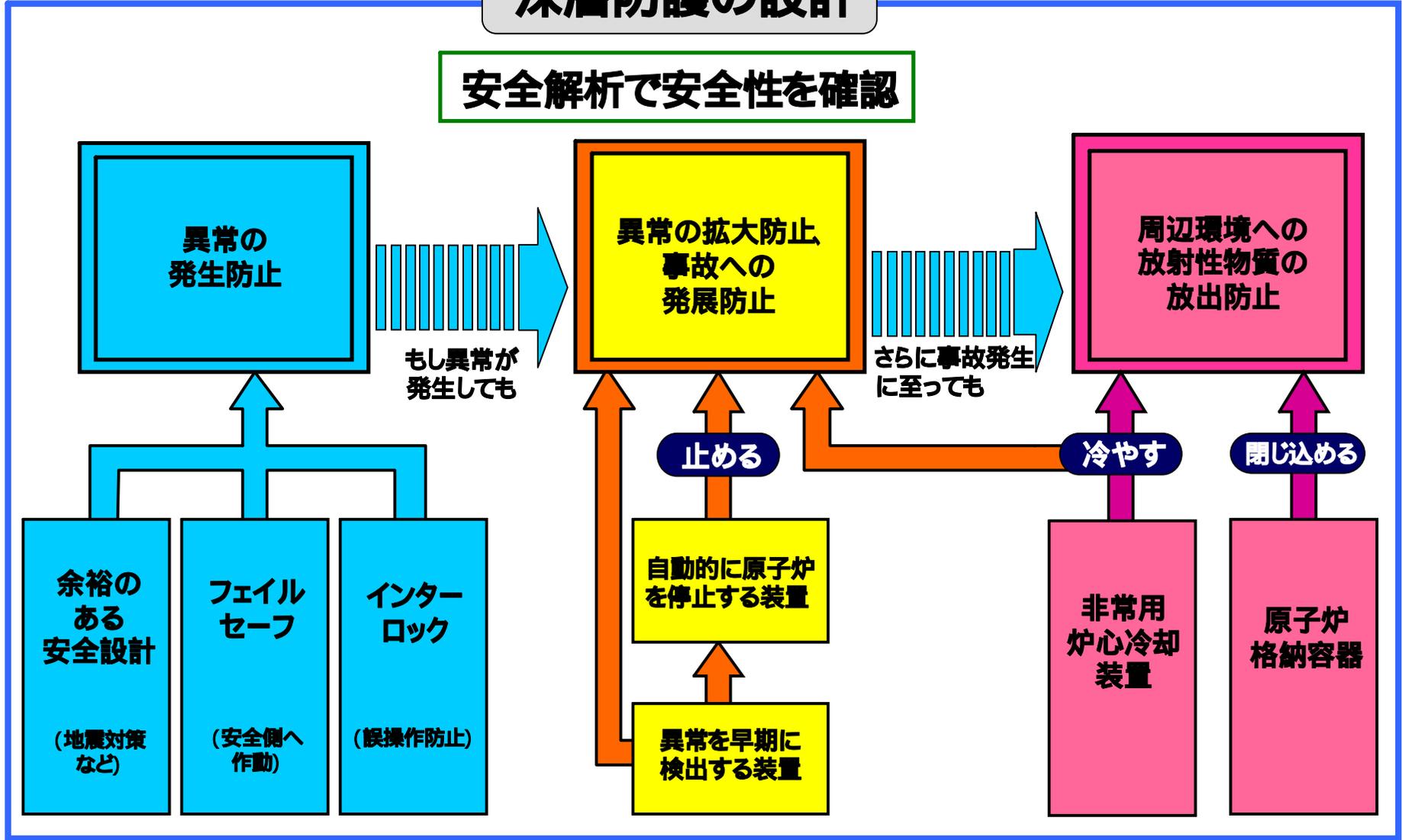
原子力安全の考え方



深層防護による設計

深層防護の設計

安全解析で安全性を確認



従来とは別の観点からの重要度

中越沖地震では、原子力安全に影響はなかったものの、緊急対策室の扉が開かない、消火水が出ない等、想定外の事象が発生



従来の重要度分類、機器設計、耐震設計等とは別の観点から、重要度分類検討の必要性が想定



緊急時に必要とされるが、原子炉安全上の耐震設計ではAs / Aでないもの(緊急重要度)

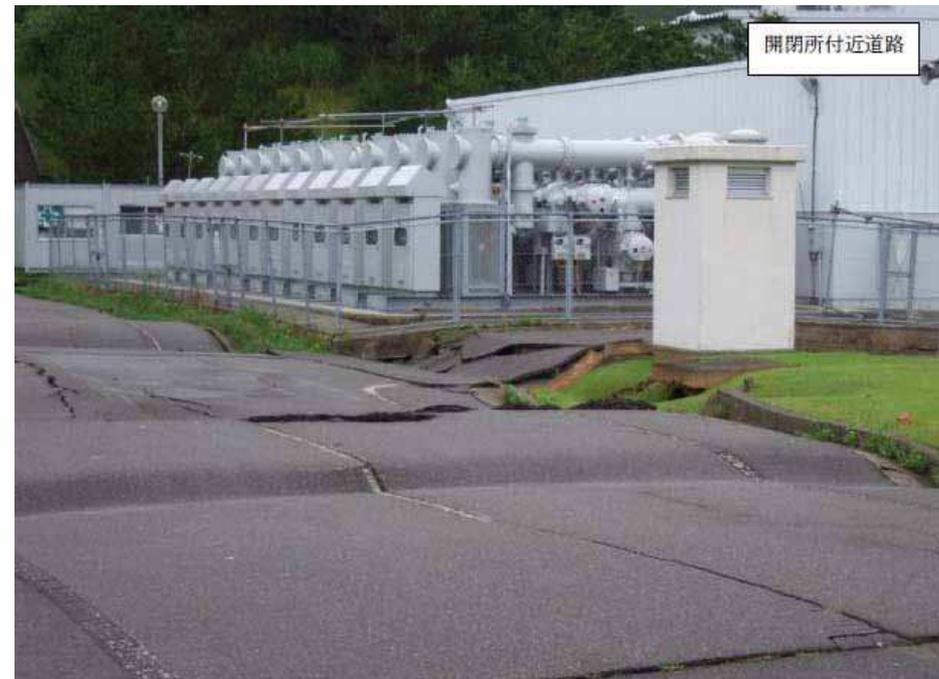
非安全系でも故障するとプラントの安全に影響するもの(リスク上の重要度)

安全に影響はしないが、故障により社会に対する印象が悪くなるもの(印象重要度)

緊急重要度

緊急時に必要とされるが、原子炉安全上の耐震設計ではAs / Aでないもの

- 緊急重要度の高い設備は、地震等の災害時にも機能が維持されるように考慮されるべきもの
- 但し、As / Aクラスの機器のように岩盤に固定をする等の必要はないが、機能維持の観点から設計されるべきもの



緊急重要度の例

- 緊急時対策室(耐震扉等の考慮)
- 緊急用通信回線(分散化等)
- SPDS(非常用電源の採用)
- 消火系(As / A設備との接続部のフレキシブル化、多重化、化学消防車、タンク付き消防車等)
- 緊急時に必要な埋設配管、或いは破損により安全に影響を与える埋設配管(As / A設備との接続部のフレキシブル化、地盤改良等)
- モニタリングポスト等の放射線モニター(多重化等)
- 防災無線(地元との連携、広報車の準備等確実に伝えられる体制の整備)
- 緊急車両用道路(地盤改良等)
- 事務棟(地盤改良、(ロッカー等)転倒防止、照明落下防止、非常用電源)

etc.



リスク上の重要度

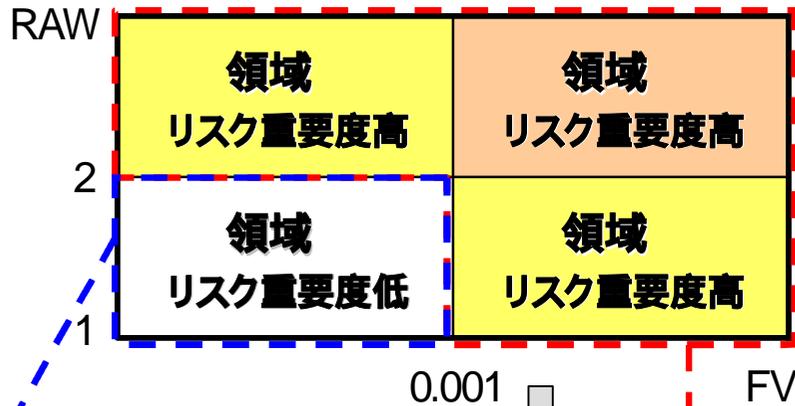
非安全系でも故障するとプラントの安全に影響するもの

- PSAの結果によれば、給水系等非安全設備ではあるが故障した場合炉心損傷頻度が上昇する設備もある
- 安全系、非安全系にかかわらず、故障すると炉心損傷頻度等が大きく増加するものはリスク重要度が高く、それなりの考慮を払う必要がある



安全上重要なSSCの抽出

リスク重要度による分類



【リスク重要度による分類】

- 領域 : 現状リスクに対する寄与・機能喪失時のリスク増分ともに大
- 領域 : 現状リスクに対する寄与大
- 領域 : 機能喪失時のリスク増分大
- 領域 : 現状リスクに対する寄与・機能喪失時のリスク増分ともに小

領域 ~ に分布するSSCをリスク上重要なものとする。

安全重要度分類の考慮



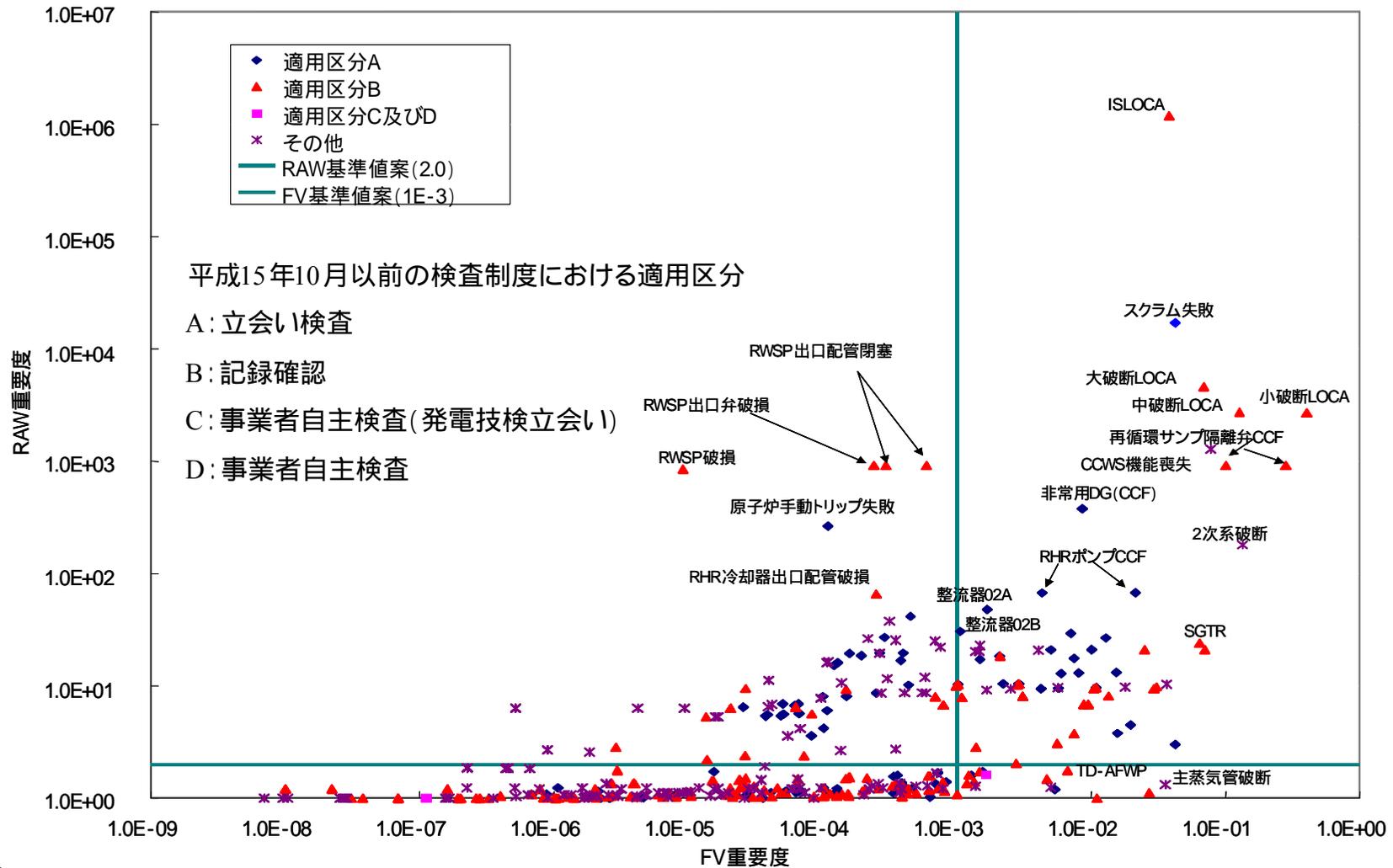
【安全重要度分類の考慮】

- 安全重要度カテゴリA: リスクの観点からも、決定論的観点からも重要度大
- 安全重要度カテゴリB: リスクの観点から重要度大
- 安全重要度カテゴリC: 決定論的観点から重要度大
- 安全重要度カテゴリD: リスクの観点からも、決定論的観点からも重要度小

決定論的観点からの重要度(安全重要度分類)を考慮
安全重要度カテゴリCはリスクの観点からの重要度は低い

リスク重要度による機器/故障モードの分類例

ドライ型4ループPWRの重要度解析結果(出力運転時)



ドライ型4ループPWRの例

リスク重要度

高	<p style="text-align: center;">安全重要度カテゴリ-A</p> <p>リスク重要度高 / 安全重要度高</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内の事象レベル1PSAで考慮している機器の約42% (除く、信号系) <ul style="list-style-type: none"> - 原子炉トリップ遮断器 - 蓄圧注入系 高圧注入系 低圧注入系 共用部 逆止弁 - RWSP 及び RWSP 出口弁 - 高圧注入系 低圧注入系 共用部 機器 - 高圧注入ポンプ - RHR/LPI 構成機器 - 格納容器スプレイポンプ、再循環ライン電動弁 - 補助給水ポンプ、給水隔離弁 - 加圧器逃がし弁 加圧器逃がし弁元弁 加圧器安全弁 - 主蒸気逃がし弁 主蒸気逃がし弁元弁 主蒸気安全弁 - CCWS 及び SWS 構成機器 - 非常用電源系 <p style="text-align: center;">等</p>	<p style="text-align: center;">安全重要度カテゴリ-B</p> <p>リスク重要度高 / 安全重要度低</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内の事象レベル1PSAで考慮している機器の約3% (除く、信号系) <ul style="list-style-type: none"> - RHR/LPI テストライン 手動弁 - タービンバイパス弁 - 電動主給水ポンプ - クラウド蒸気復水器 等
	<p style="text-align: center;">安全重要度カテゴリ-C</p> <p>リスク重要度低 / 安全重要度高</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内の事象レベル1PSAで考慮している機器の約35% (除く、信号系) <ul style="list-style-type: none"> - 本カテゴリに分類される機器は、静的機器及び多重化された機器が多い - 蓄圧注入系 高圧注入系 RHR/LPI 系 補助給水系 等 	<p style="text-align: center;">安全重要度カテゴリ-D</p> <p>リスク重要度低 / 安全重要度低</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内の事象レベル1PSAで考慮している機器の約20% (除く、信号系) <ul style="list-style-type: none"> - 高圧注入系 テストライン 機器 - 格納容器スプレイ系 テストライン 機器 - 補助給水系 二次系 純水タンク 隔離弁 テストライン 機器 - 加圧器 スプレイ系 - 化学体積制御系 封水注入ライン 機器 - 主蒸気 加減弁 - 主給水系 構成機器 (隔離弁以降) <p style="text-align: center;">等</p>

安全重要度クラス1及び2

決定論的リスク

安全重要度クラス3

- ◆ 内の事象PSAで考慮している機器の約77%は安全重要度クラス1及び2に分類される。
- ◆ 停止時リスクを考慮すること等によりRHR系等の重要度が高くなり、安全重要度カテゴリ-Cと-Aは同等数の機器が分類される。
- ◆ リスク重要度は高いが安全重要度クラス3の機器は極めて少ない。

印象重要度

安全に影響はしないが、故障により社会に対する印象が悪くなるもの

- 今回の中越沖地震では、所内変圧器の火災による黒煙や土捨て場の崩落等が社会に対して悪い印象を与えてた
- 直接安全に影響がなくとも、不安感をかき立てる事象があり、これらを引き起こす可能性のあるもの



発電所構内土捨て場北側斜面崩落部分（全景）



印象重要度の例

- 故障・破損により煙を発するもの
 - * 所内変圧器(火災時の早期消火、安全に影響がないことの早期広報等)
- 故障・破損により水蒸気を発するもの
 - * 2次系安全弁等
- 故障・破損により目立った汚れや崩落を引き起こすもの
 - * 主要道路(地盤改良等)
- スロッシングによる溢水等
 - * 使用済み燃料プール
- (故障・破損により大きな音を発するもの)



結 論

1. 中越沖地震で「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」機能は問題なく、原子力安全上の重要度分類は正しく、変更の必要性はない
2. 但し、今回、緊急対策室の扉が当初開かなかつたり、消火水が使用できなかつたりした点など反省する必要がある(その他の事例を下記に示す)
 - 事務棟のロッカー等転倒・照明落下防止、必要箇所への非常用電源等
 - 緊急車両用道路の地盤改良等
 - 消火系等の緊急時に必要な埋設配管等の接続部のフレキシブル化
 - モニタリングポスト等の放射線モニターの多重化 etc.

以上は、耐震設計上のAクラスの必要はないが、新しく設計する際には地震に対して機能を果たすように設計すること
3. 今後リスク情報の活用を安全維持の実効性・効率性の観点から真剣に考えること
4. 安全に関係のない火災・煙等印象重要度の項目については、トラブル時に原子力安全には問題ないことを住民に知らせること