

NRRCの活動状況、および リスク情報活用に係る今後の展望

一般財団法人 電力中央研究所
原子力リスク研究センター(NRRC) 副所長
示野 哲男

エネルギー問題に発言する会 座談会資料
平成28年12月15日

目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

原子力リスク研究センター(NRRC)設立の経緯

NRRC: Nuclear Risk Research Center

福島第一原子力発電所事故を踏まえた反省

- ・原子力のリスクと正面から向き合う仕組みが不足
- ・特に地震や津波をはじめとする低頻度外的事象への対応が不十分



事業者が共通的に取り組むべき事項

- ・低頻度外的事象の発生メカニズムの研究、解明、技術課題の解決
- ・安全性向上活動へのPRA活用手法の確立
- ・一元的な研究開発体制の構築 等

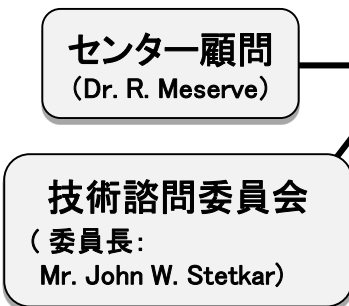


「原子力リスク研究センター」の設置 (2014年10月1日)

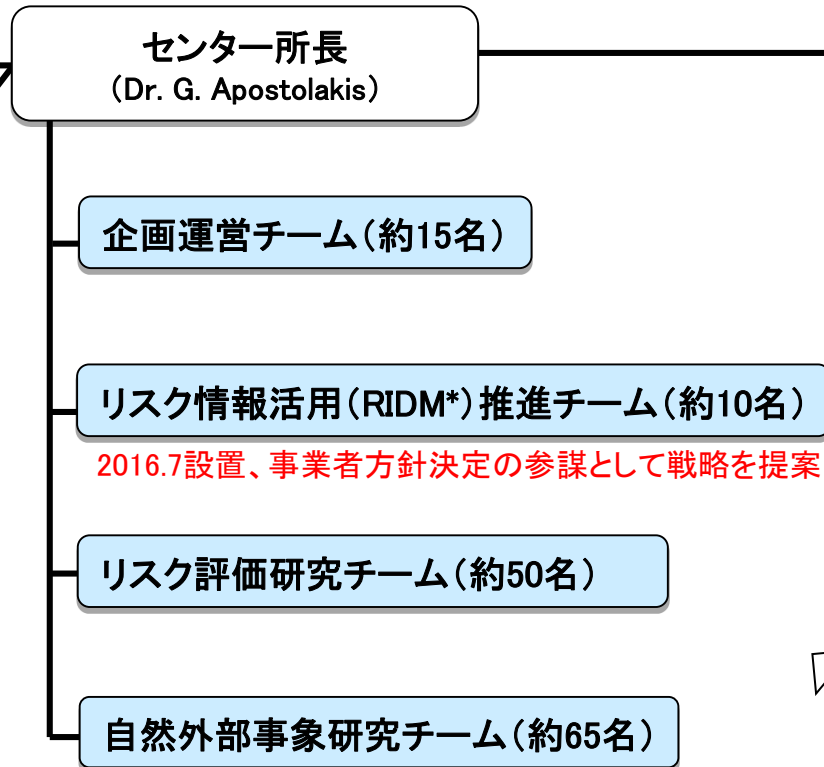
1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

NRRCの体制

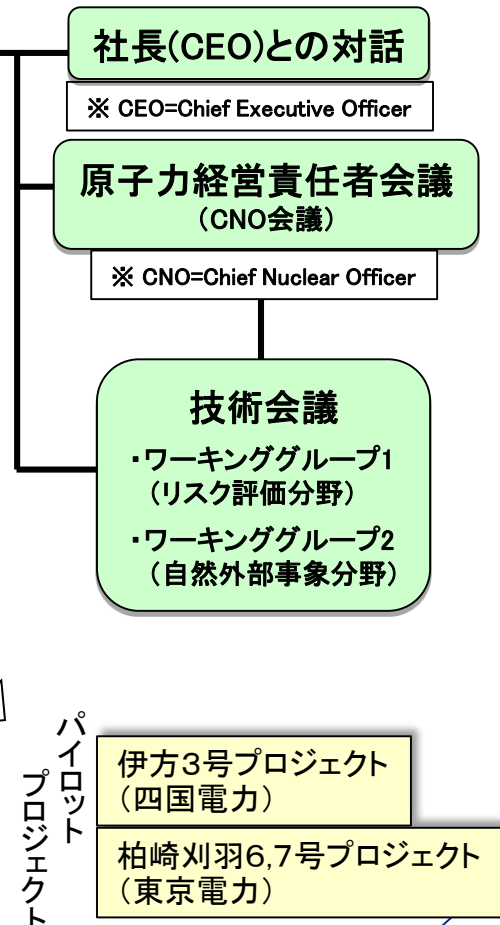
<外部諮問体制>



<内部体制>



<会議体制>
(事業者・産業界含む)



* Risk-Informed Decision Making

1. 原子カリスク研究センター(NRRC)の活動状況

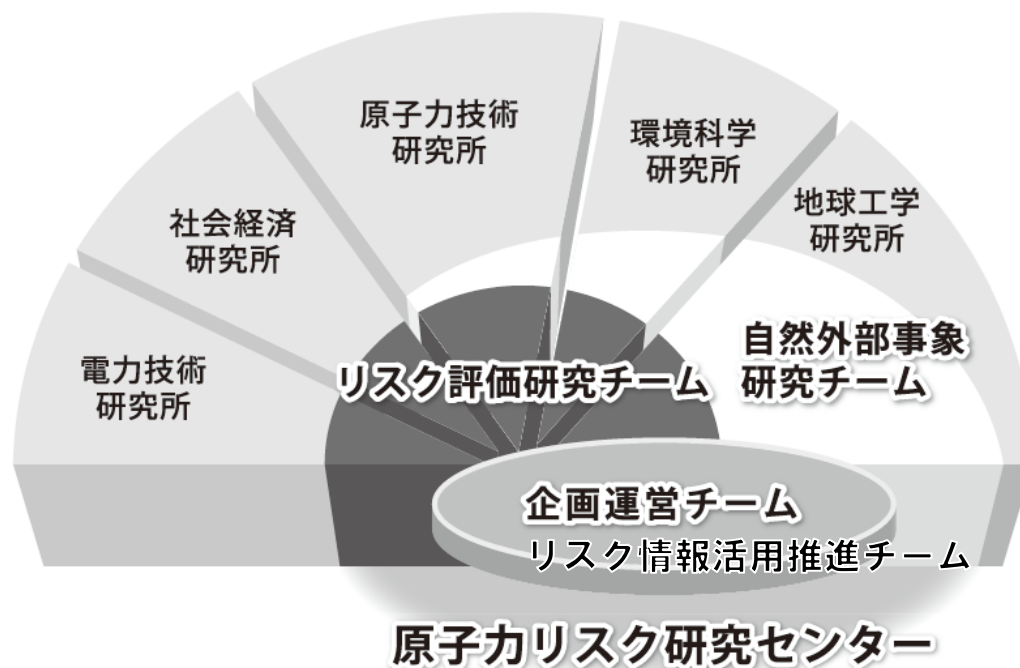
研究チームの編成

リスク評価研究チーム

システム安全、熱流動、PRA、気象、大気拡散などの研究者、および、人文系の人間信頼性、リスクコミュニケーションなどの研究者を結集。

自然外部事象研究チーム

活断層、地震動、地盤、構造物・設備、津波、火山などの研究者を結集。



1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

NRRCの研究拠点



1 電中研本部
社会経済研究所
(リスク評価研究チーム)



2 狛江地区
原子力技術研究所、システム技術研究所
(リスク評価研究チーム、自然外部事象研究チーム)



3 横須賀地区
原子力技術研究所、電力技術研究所、
エネルギー技術研究所、材料科学研究所
(リスク評価研究チーム)



4 我孫子地区
地球工学研究所、環境科学研究所
(リスク評価研究チーム、自然外部事象研究チーム)

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

NRRCの成果がどこに活かされるのか (1)

ミッション

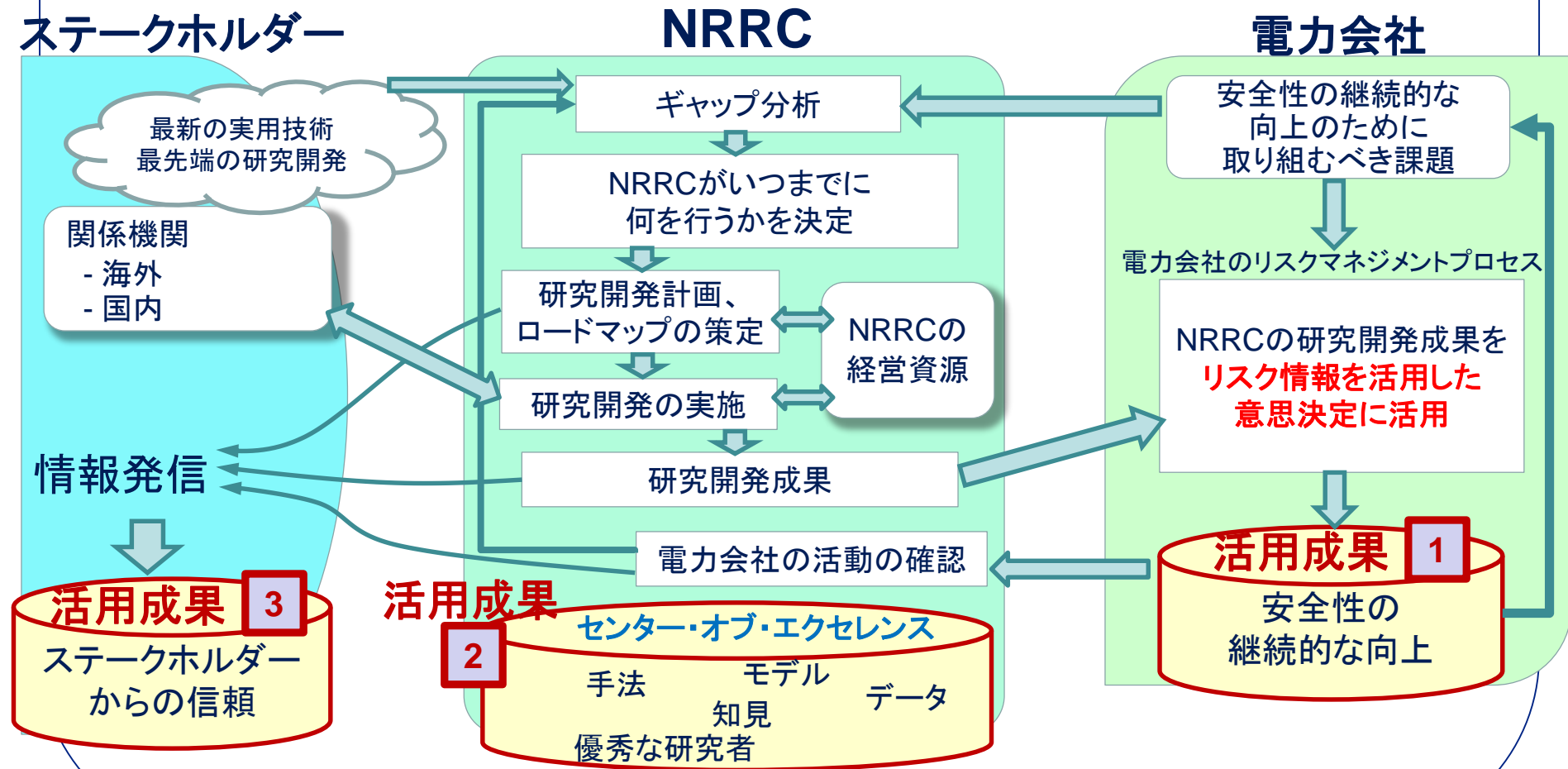
確率論的リスク評価(PRA)、リスク情報を活用した意思決定、リスクコミュニケーションの最新手法を開発し用いることで、**原子力事業者及び原子力産業界を支援し、原子力施設の安全性をたゆまず向上させる。**

ビジョン

PRA手法及びリスクマネジメント手法の**国際的な中核的研究拠点(センター・オブ・エクセレンス)**となり、それによって、あらゆる利害関係者から信頼を得る。

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

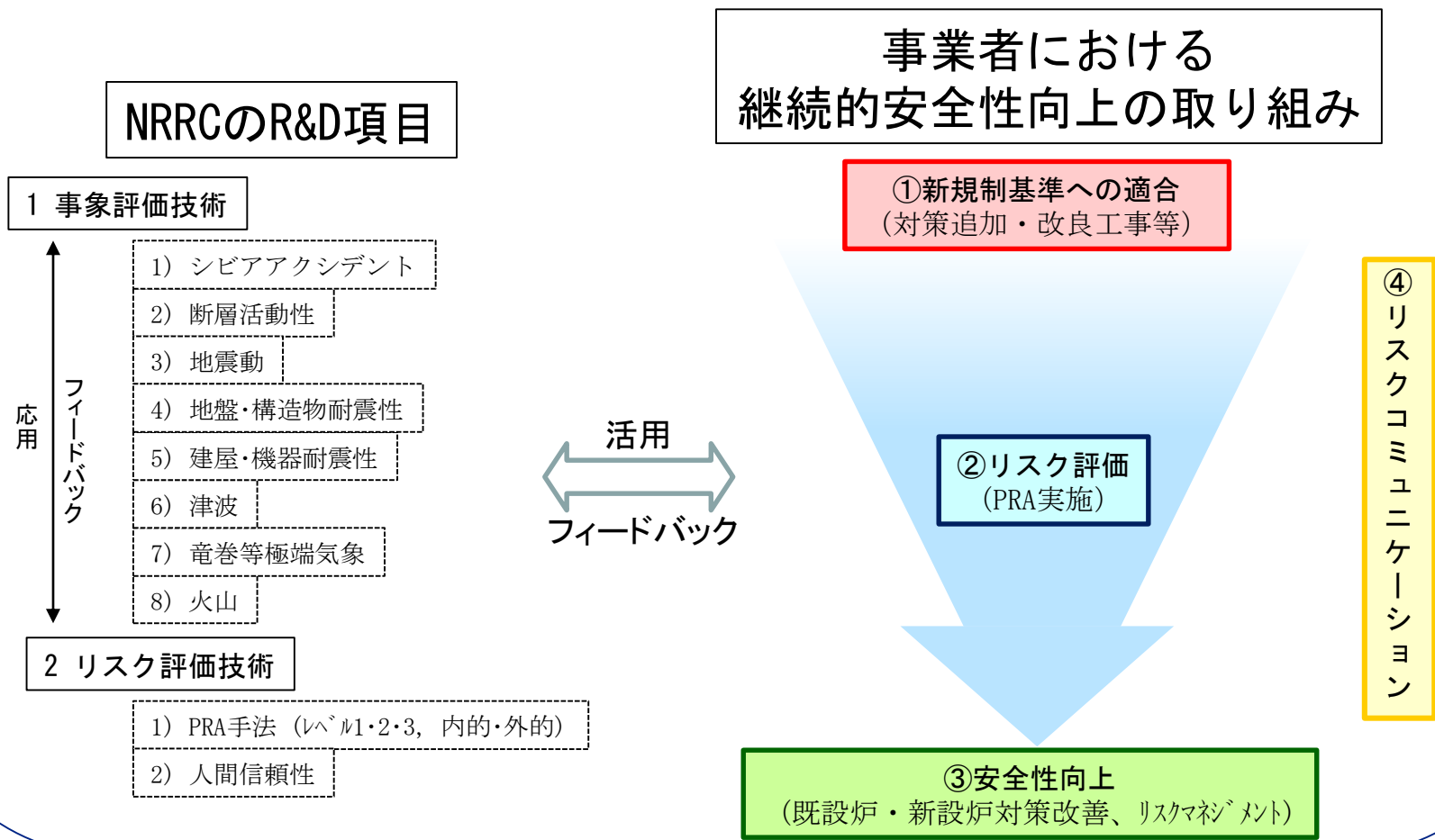
NRRCの成果がどこに活かされるのか (2)



1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

NRRCのR&D項目と事業者の取り組みの関係

- ・ 低頻度だが大きな被害をもたらし得る事象のさらなる解明と対策立案
 - ・ 確率論的なリスク評価手法 (PRA) の改良開発と適用
- 適時に①～④に活用



NRRCのR&D項目

1 事象評価技術

- 1) シビアアクシデント
- 2) 断層活動性
- 3) 地震動
- 4) 地盤・構造物耐震性
- 5) 建屋・機器耐震性
- 6) 津波
- 7) 竜巻等極端気象
- 8) 火山

フィードバック
応用

2 リスク評価技術

- 1) PRA手法 (レベル1・2・3, 内的・外的)
- 2) 人間信頼性

活用
フィードバック

事業者における継続的安全性向上の取り組み

① 新規規制基準への適合
(対策追加・改良工事等)

② リスク評価
(PRA実施)

③ 安全性向上
(既設炉・新設炉対策改善、リスクマネジメント)

④ リスクコミュニケーション

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

地震影響評価のR&D

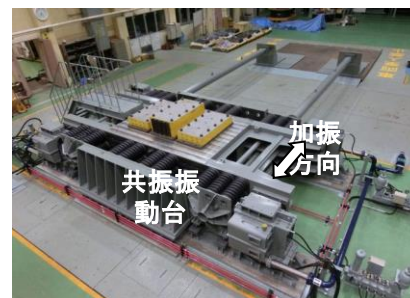
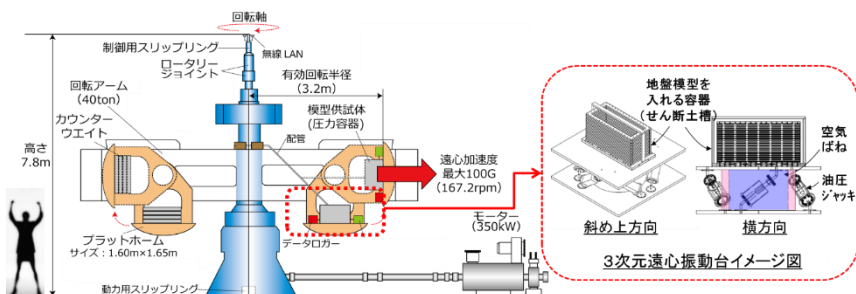
ねらい

ハザード（震源）：震源断層規模評価法改良、確率論的地震ハザード評価法 (SSHAC)

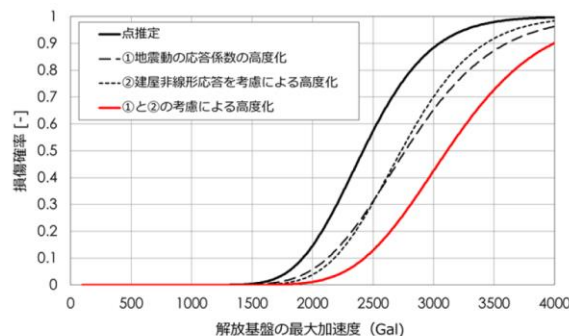
ハザード（地震動）：包括的評価法開発（震源を特定する/しない）、SSHAC

フラジリティ（耐震）：従来より大幅に大きなハザード評価結果を受けた3次元非線形評価

多次元遠心振動台による地盤強度の模型実験(～150tG) 共振振動台による大型機器の機能維持評価試験(～20G)



3次元非線形解析などを活用したフラジリティ評価の改良



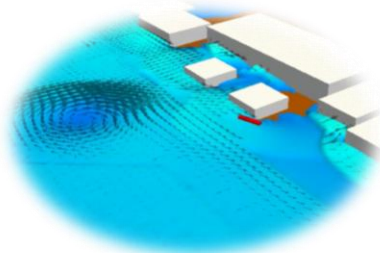
余熱除去冷却器のフラジリティ曲線

1. 原子カリスク研究センター(NRRC)の活動状況

津波影響評価のR&D

ねらい

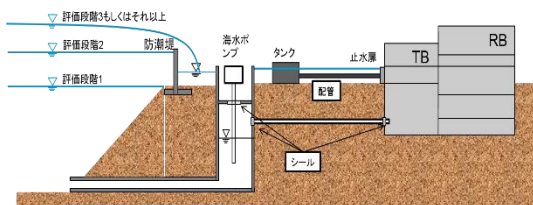
ハザード：歴史記録に加え堆積物等の自然記録を利用した規模評価、シミュレーション
フラジリティ：深さ（従来の指標）に加え波力・漂流物衝突力等に対する機器・構造物応答



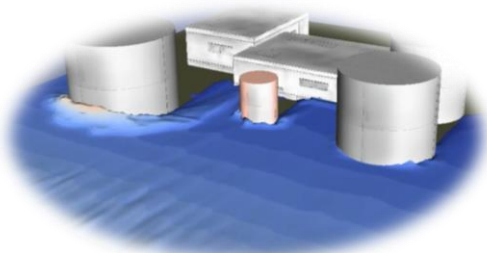
津波ハザード評価



津波波力評価



サイト内津波シミュレーション



津波漂流物衝突力評価

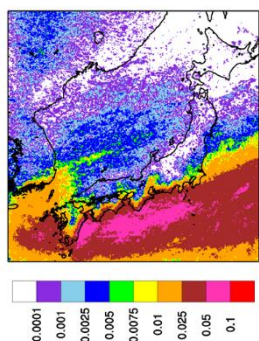
1. 原子カリスク研究センター(NRRC)の活動状況

竜巻影響評価のR&D

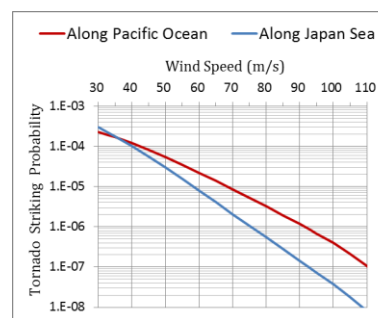
ねらい

ハザード：気象データとシミュレーションに基づく規模評価

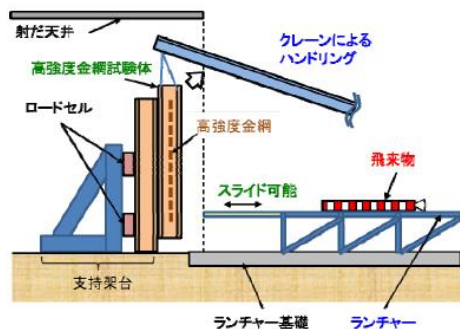
フラジリティ：詳細なモデル化による飛来物衝突力の現実的評価と対策策定



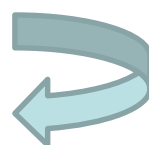
気象安定性・竜巻速度評価



竜巻ハザード算出



竜巻防護策策定・検証



竜巻モデル(ミサイル評価)

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

人間信頼性評価のR&D

ねらい

事故時の運転操作・作業に関わる信頼性評価手法の改良

＜事故時の人的過誤確率評価の流れ＞

事故シナリオと重要なタスクの明確化



運転員からの聞き取り等による情報収集

【認知・診断】

- ・文脈の分岐に関わる行動影響因子
- ・事象の時間進展分析(物理的解析)
- ・認知過程の文脈、背景情報等

【操作実行】

- ・操作実行の際の行動影響因子
- ・ストレス要素
(環境、余裕時間、許容可能診断時間 等)



“Narrative(叙事知)”として記述



Narrative(叙事知)のモデル化による人的過誤確率算出

【認知・診断】

- ・デシジョンツリー手法等

【操作実行】

- ・実施手順、リカバリ

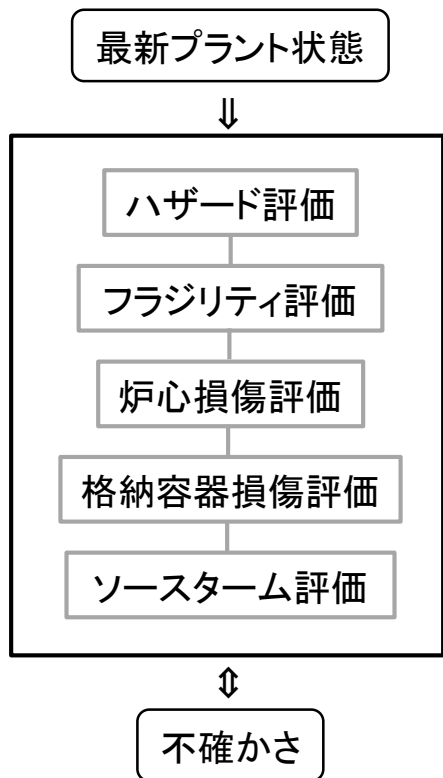
1. 原子カリスク研究センター(NRRC)の活動状況

レベル2, 3PRAのR&D

ねらい

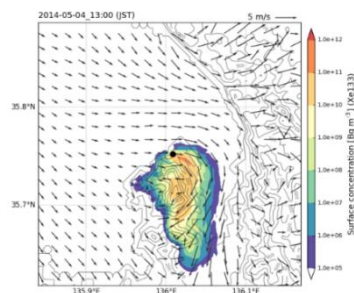
国外でも実施例少 ⇒適切な手法の明確化
 大規模かつ複雑な現象を扱う ⇒不確かさ低減の工夫

実機を対象としたレベル2地震PRAの試行

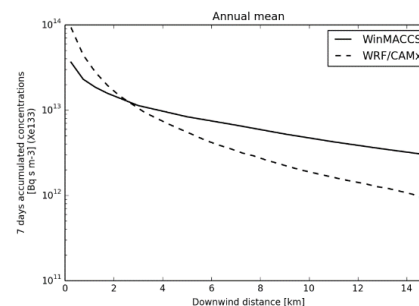


レベル3PRA技術開発

-詳細な気象・拡散モデルによる地形影響の考慮-



放出開始から1時間後の濃度分布

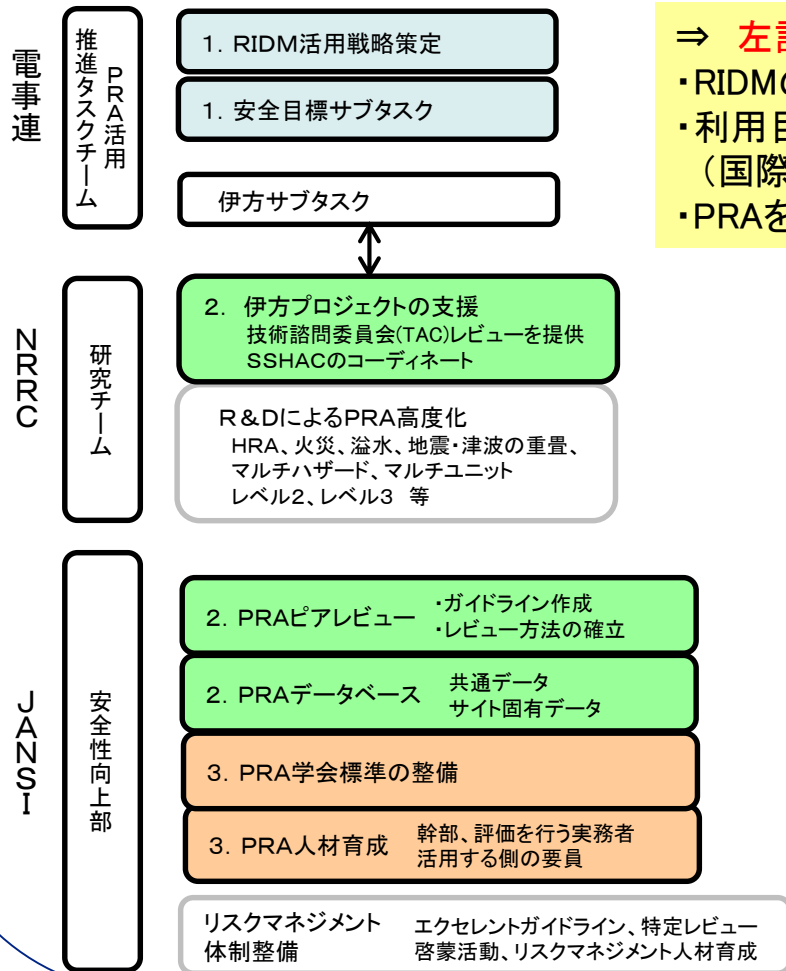


WinMACCSコードと気象/拡散モデルの比較
 (地表濃度-Xe-133の積算値)

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

リスク情報活用(RIDM)推進チームの活動

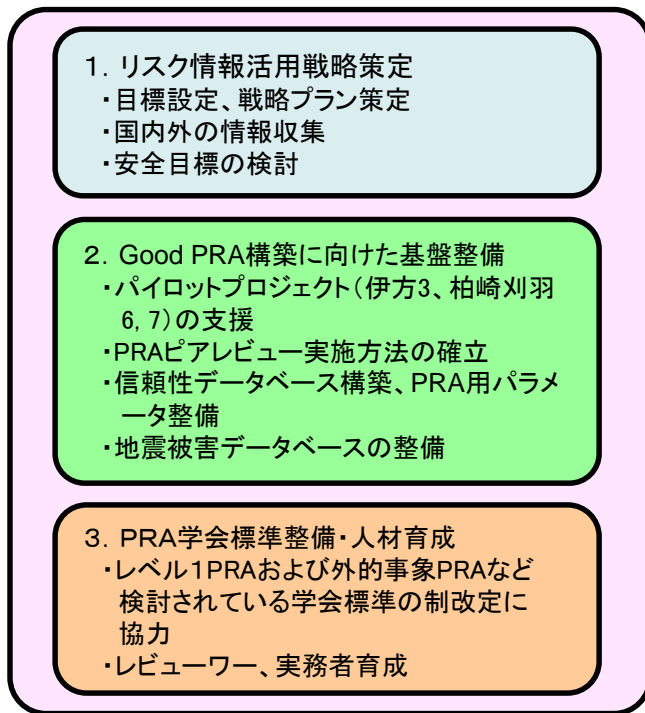
RIDM推進チーム設置前



RIDM推進チーム設置後

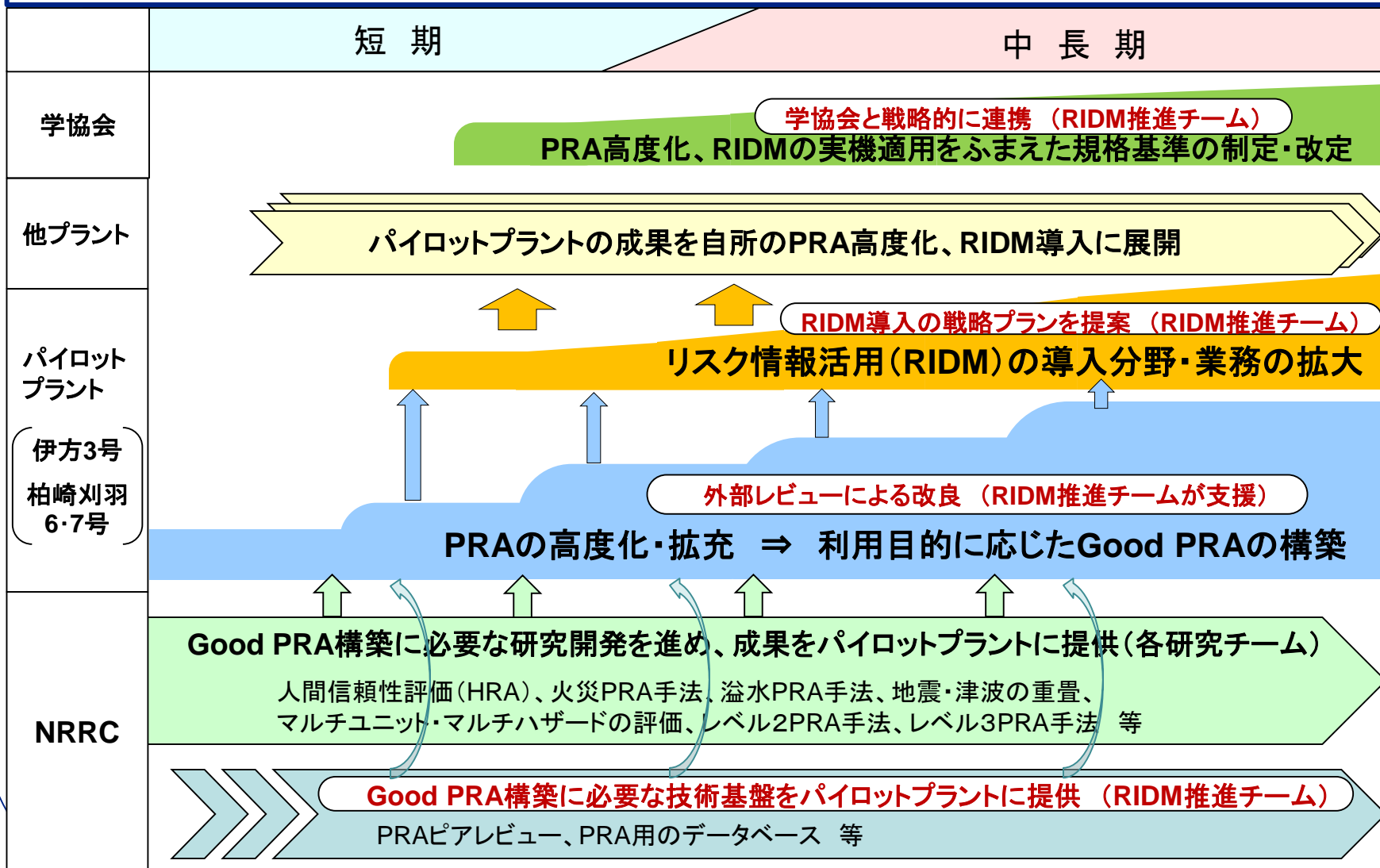
⇒ 左記1,2,3を一元化しRIDMの実務への適用を強力に推進

- ・RIDMの目標を明確化、実務への導入のロードマップを作成
- ・利用目的達成に十分な機能、性能を持つ「Good PRA」の明確化
(国際水準またはそれ以上の「Good PRA」の明確化)
- ・PRAを活用したRIDMを促進(パイロットプロジェクトによる先導)



1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

パイロットプロジェクトを軸にしたRIDM導入プロセスの概念

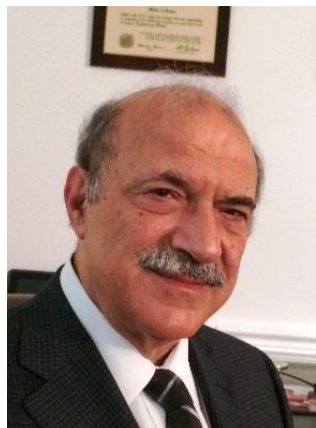


1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

国際的な協力体制

- ・ 広範な国際経験を有する専門家がNRRC幹部に就任
- ・ 技術諮問委員会(TAC)の委員にも多様な国際経験を持つ専門家を選任

技術諮問委員会(TAC)



G. アポストラキス博士
NRRC所長
元 米国原子力規制委員会
(NRC)委員



R. メザーブ博士
NRRC顧問
元 米国原子力規制委員会
(NRC)委員長



TAC委員長
J. W. ステットカー氏
米国NRC原子炉安全諮問
委員会(ACRS)委員



A. アフザリ氏
米国電力会社(サザン・カンパニー)
次世代原子炉許可担当役員



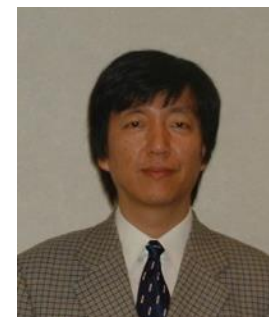
N. チョクシ博士
元 米国NRC規制局
技術部門 副部門長



J-M. ミロクール氏
フランス電力会社 エンジニアリング・
原子力新設プロジェクト部門
技術・産業担当執行役員



高田 毅士 教授
東京大学大学院
工学系研究科建築学専攻

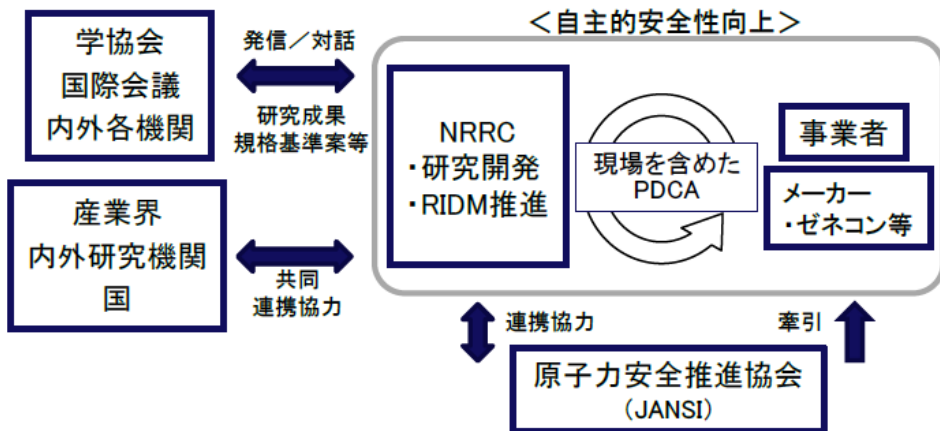


山口 彰 教授
東京大学大学院
工学系研究科原子力専攻

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

オープンで透明性の高い活動

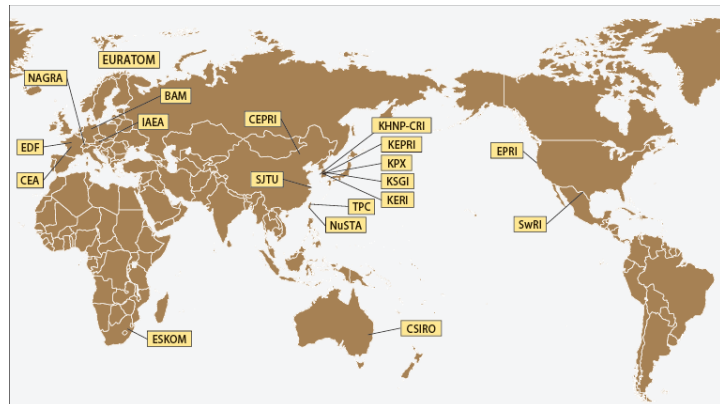
◎積極的な共同・連携協力、情報発信・意見交換



◎ウェブサイトによるタイムリーな情報公開



電中研が包括協定を結んでいる国外研究機関



目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

2-1. リスクとベネフィット

「リスク」の定義（1）

英語の「Risk」を日本語に訳した言葉はない。「Risk」は、日本語ではカタカナで「リスク」と表記されており、日本人にとって、元来の意味をつかみにくい概念である。

（日本語での使用例）

- ・飛行機に乗ると、墜落するリスクがある
- ・株価が暴落するリスクが高い（または低い）
- ・原子力発電所の事故のリスクを低減させる
- ・動物は、常に外敵に襲われるリスクにさらされている

2-1. リスクとベネフィット

「リスク」の定義 (2)

(例1) ISO/IECガイド51に記載されている定義

国際標準化会議 (ISO: International Organization for Standardization)

国際電気標準会議 (IEC: International Electrotechnical Commission)

Risk: **combination** of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm

リスク: 危害の発生する確率および危害のひどさの
組み合わせ

Harm: injury or damage to the health of people, or damage to property or the environment

危害: 人体の受ける物理的障害もしくは健康障害、
または財産もしくは環境の受ける害

「リスク」の定義 (3)

(例2) 米国原子力規制委員会 (U.S.NRC) の定義

The combined answer to three questions that consider

- (1) what can go wrong,
- (2) how likely it is, and
- (3) what its consequences might be.

These three questions allow the NRC to understand likely outcomes, sensitivities, areas of importance, system interactions, and areas of uncertainty, which can be used to identify risk-significant scenarios.

「リスク」の定義（4）

リスクを評価するという観点からは、米国原子力規制委員会（U.S.NRC）の「3つの質問」が分かりやすい

what can go wrong ?

どのような悪いことが起こり得るのか

how likely it is ?

それは、どれくらいの起こりやすさなのか

what its consequences might be ?

その影響はどれくらいなのか

2-1. リスクとベネフィット

リスクと便益(ベネフィット)のトレードオフ (1)

生きている限り、私たちは常にリスクにさらされている。
ではなぜ、人はリスクがあっても平気で暮らせるのか。

⇒ 自分で選択できる場合：

その選択(活動)をすることで、リスクが生じる可能性
があるけれど、それを上回る便益(ベネフィット)が得ら
れる(と思っている)から

⇒ 自分で選択できない場合：

何らかの防護措置(リスク回避の手立て)が取られて
いると思っているから

リスクがゼロではなく、残留リスクがあることは、皆、分かった
上で、ベネフィットと比較衡量するといった意思決定(判断)を
して、その残留リスクを受け入れているように思われる

2-1. リスクとベネフィット

リスクと便益(ベネフィット)のトレードオフ (2)

私たちは、リスクとベネフィットを比較できているのか

○リスクの定量化は、過去のデータを使って比較的容易にできる

- 交通事故による年間の死亡率
- 家が火事になる確率
- 全身麻酔の手術中に死亡する確率

○一方で、ベネフィットの定量化は難しい

個人によって、価値に対する重みづけは様々である
期待値が同じでも、まったく逆の判断をしてしまう
例もある

2-1. リスクとベネフィット

リスクと便益(ベネフィット)のトレードオフ (3)

プロスペクト理論に基づく実験

「新奇な伝染病のため、ある地域で600人の死者が出ると予想されている」

このリスクに対して、次の2つの対策のどちらを選ぶか

「対策A」を選ぶと、200人が確実に救われる

「対策B」を選ぶと、3分の1の確率で600人が救われるが、3分の2の確率で誰も助からない

2-1. リスクとベネフィット

リスクと便益(ベネフィット)のトレードオフ (4)

プロスペクト理論に基づく実験

「新奇な伝染病のため、ある地域で600人の死者が出ると予想されている」

このリスクに対して、次の2つの対策のどちらを選ぶか

「対策C」を選ぶと、600人のうち400人が確実に死ぬ

「対策D」を選ぶと、3分の2の確率で600人全員が死ぬが、3分の1の確率で誰も死なずに済む

リスク対応の一般原則 (1)

リスクに対応する方法としては、4つのカテゴリーがある

◆ 低減(又は最適化)

合理的なレベルまでリスクを下げる

◆ 保有

リスクが許容できると判断して、受け入れる

◆ 共有(又は移転)

リスクを他者と一緒に負担する、または他者に負担させる

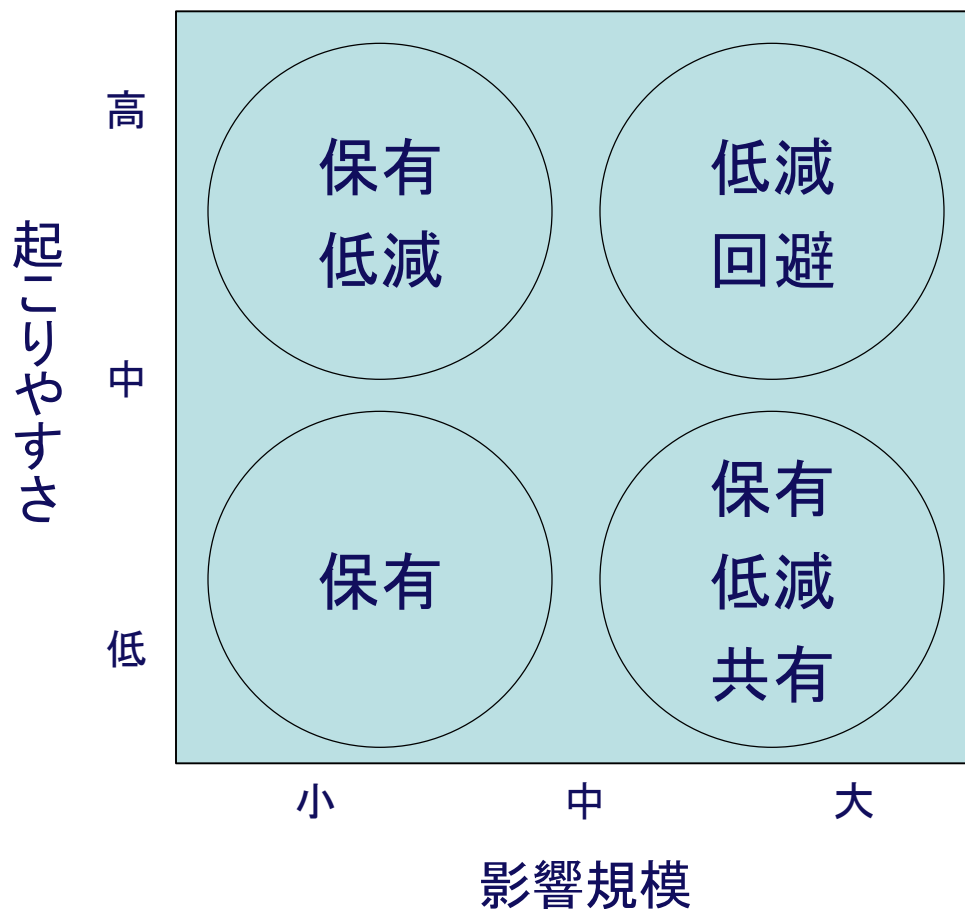
◆ 回避

リスクを負担しきれないと判断し、その行為をとりやめる

2-1. リスクとベネフィット

リスク対応の一般原則 (2)

リスクの性質に応じた、一般的な対応方針



目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

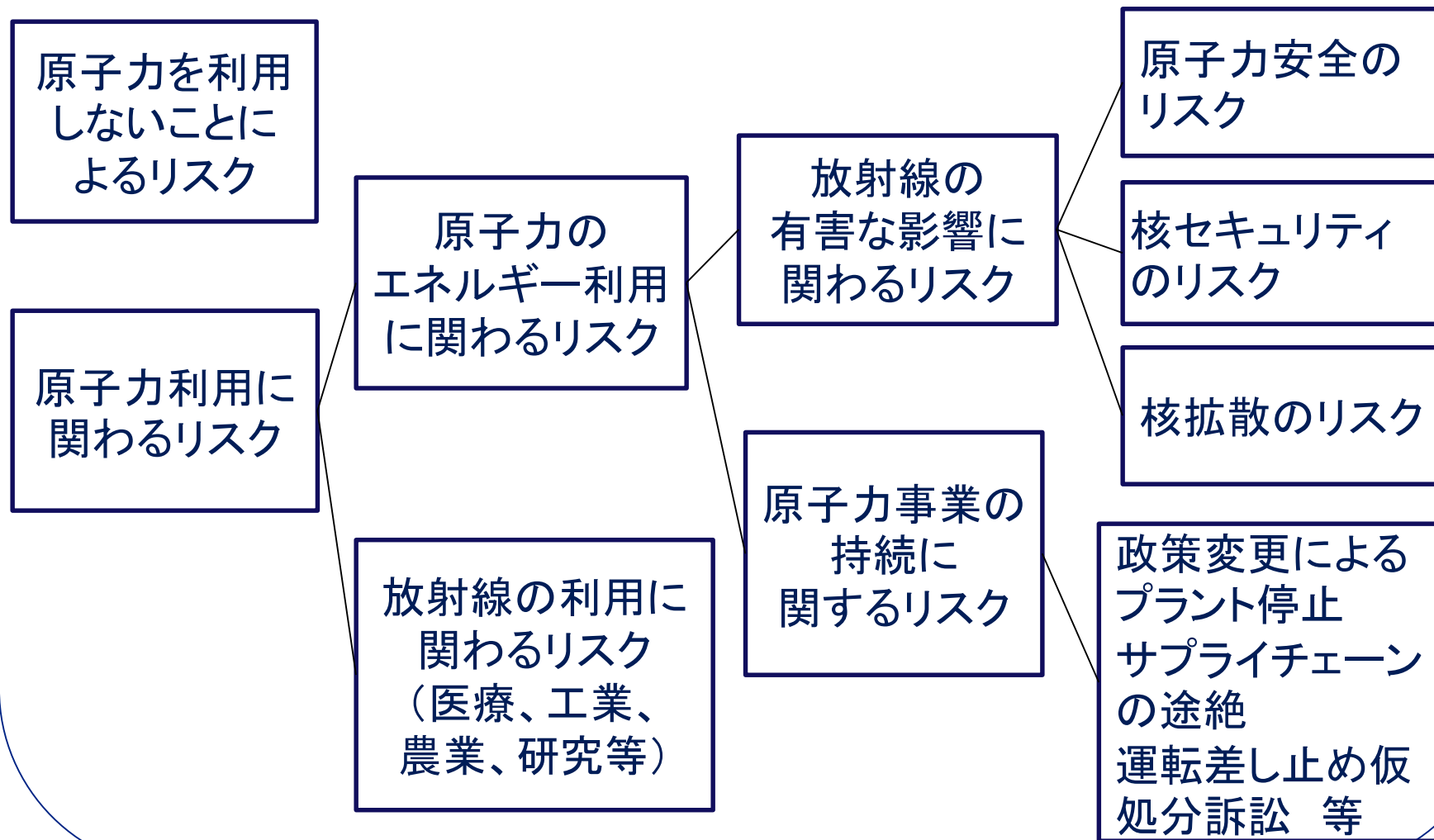
2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

原子力の利用におけるリスクの体系(例)



2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

原子力を利用しないことによるリスクの一例

原子力発電所の停止による燃料費の増加

(政府の電力需給検証報告書 平成28年10月)

2012年度実績	3.1兆円
2013年度実績	3.6兆円
2014年度実績	3.4兆円
2015年度実績	1.8兆円
2016年度推計	1.3兆円

(参考値)消費税の税収 1%あたり 約2.6兆円

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

原子力の発電利用の便益(ベネフィット)

- ◆燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きい
- ◆数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持でき、優れた安定供給性と効率性を有している
- ◆運転コストが低廉で変動も少ない
- ◆運転時には温室効果ガスの排出もない

エネルギー基本計画(2014年4月 閣議決定)より
キーワードを抜粋

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

リスクマネジメントとは

リスクマネジメントの定義 (ISO31000:2009)

2.2 リスクマネジメント

リスクについて、組織を指揮統制するための調整された活動

(中 略)

3. 原 則

a) リスクマネジメントは、**価値を創造し、保護する。**

リスクマネジメントは、安全衛生、保安、法律及び規制の順守、**社会的受容、環境保護、製品品質、統治、世評などの、目的の明確な達成及びパフォーマンスの改善**に寄与する。

b) リスクマネジメントは、組織のすべてのプロセスにおいて不可欠な部分である。

c) リスクマネジメントは、**意思決定の一部**である。

d) リスクマネジメントは、**不確かさに明確に対処**する。

e) リスクマネジメントは、体系的かつ組織的で、時宜を得たものである。

f) リスクマネジメントは、**最も利用可能な情報**に基づくものである。

.....

(後 略)

原子力発電のリスクマネジメント

原子力発電のリスクマネジメントとは、原子力の発電利用に伴うリスクを社会が許容できるレベルに抑えつつ、原子力発電が生み出す価値を最大化する活動

では、「リスクを社会が許容できるレベルに抑えている」ということを、どのように説明するのか？

【解決すべき課題(例)】

- 社会が許容できるリスクレベルは明確になっているか
- リスクについて、どこまで分かり、どれだけの不確実性があり、どれだけのリスクが残っているのかを説明できるか

目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

確率論的リスク評価(PRA)とは (1)

◆ 確率論的リスク評価

(PRA: Probabilistic Risk Assessment)

- 施設を構成する機器・系統等を対象として、
- 発生する可能性がある事象(事故・故障)を網羅的・系統的に分析・評価し、
- 事故シーケンスを網羅的に摘出し、
- それぞれの発生頻度と、万一それらが発生した場合の被害の大きさを定量的に評価する方法をいう。

確率論的リスク評価(PRA)とは (2)

◆ PRAの特徴

- 原子力発電所のリスクにかかわる評価を**現実的な**仮定の基に論理的かつ**包括的**に行うことができる
- リスクに影響を与える要因について**定量的**な考察が可能
- 原子力発電所やその構成設備に関する特性ならびに現象論に関する知識・データの**不確実**さと、それらによりもたらされる評価結果の**不確実**さを明示することができる

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

PRAの分類 (影響の程度によりレベル分け)

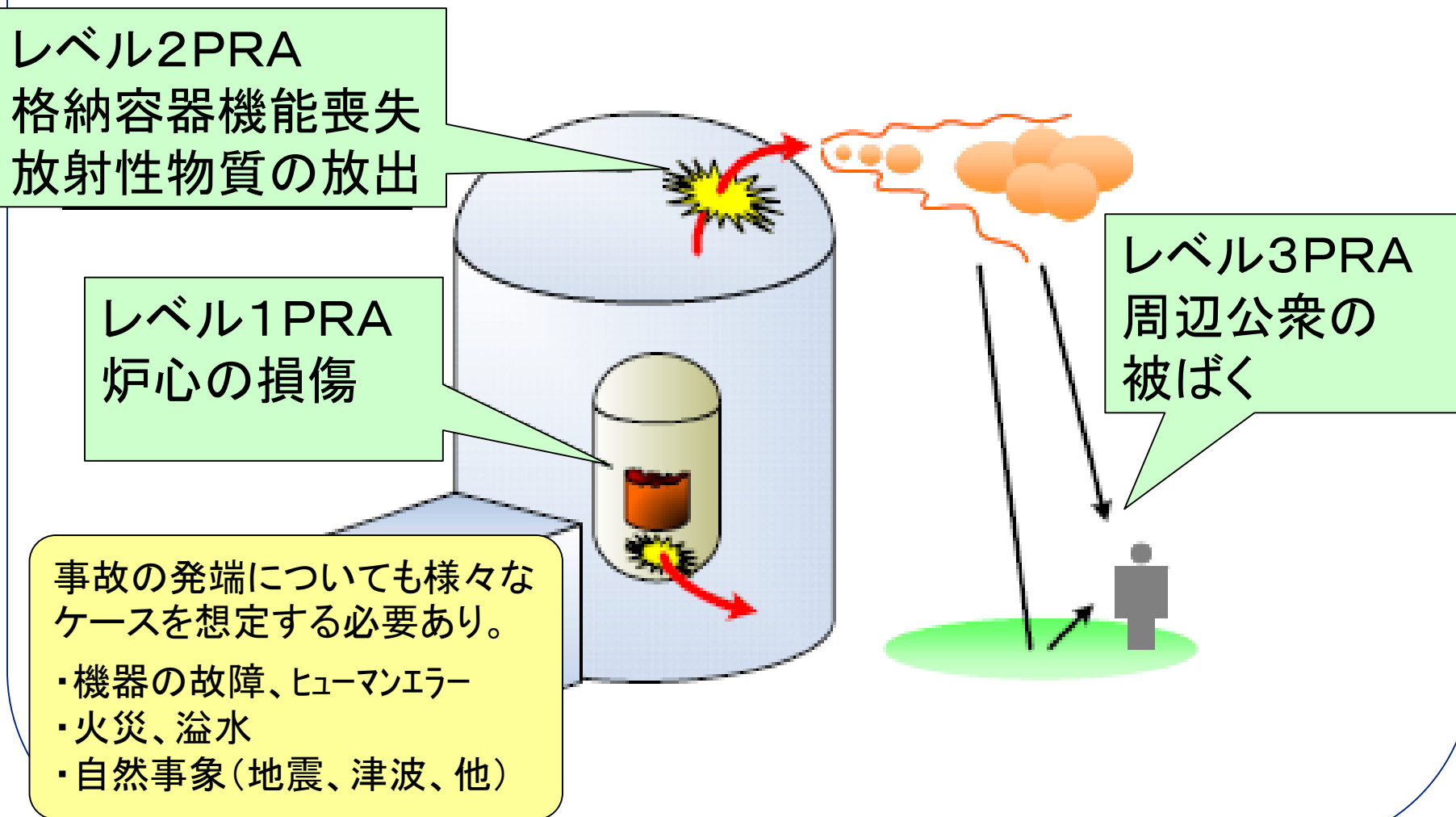
レベル2PRA
格納容器機能喪失
放射性物質の放出

レベル1PRA
炉心の損傷

事故の発端についても様々な
ケースを想定する必要あり。

- ・機器の故障、ヒューマンエラー
- ・火災、溢水
- ・自然事象(地震、津波、他)

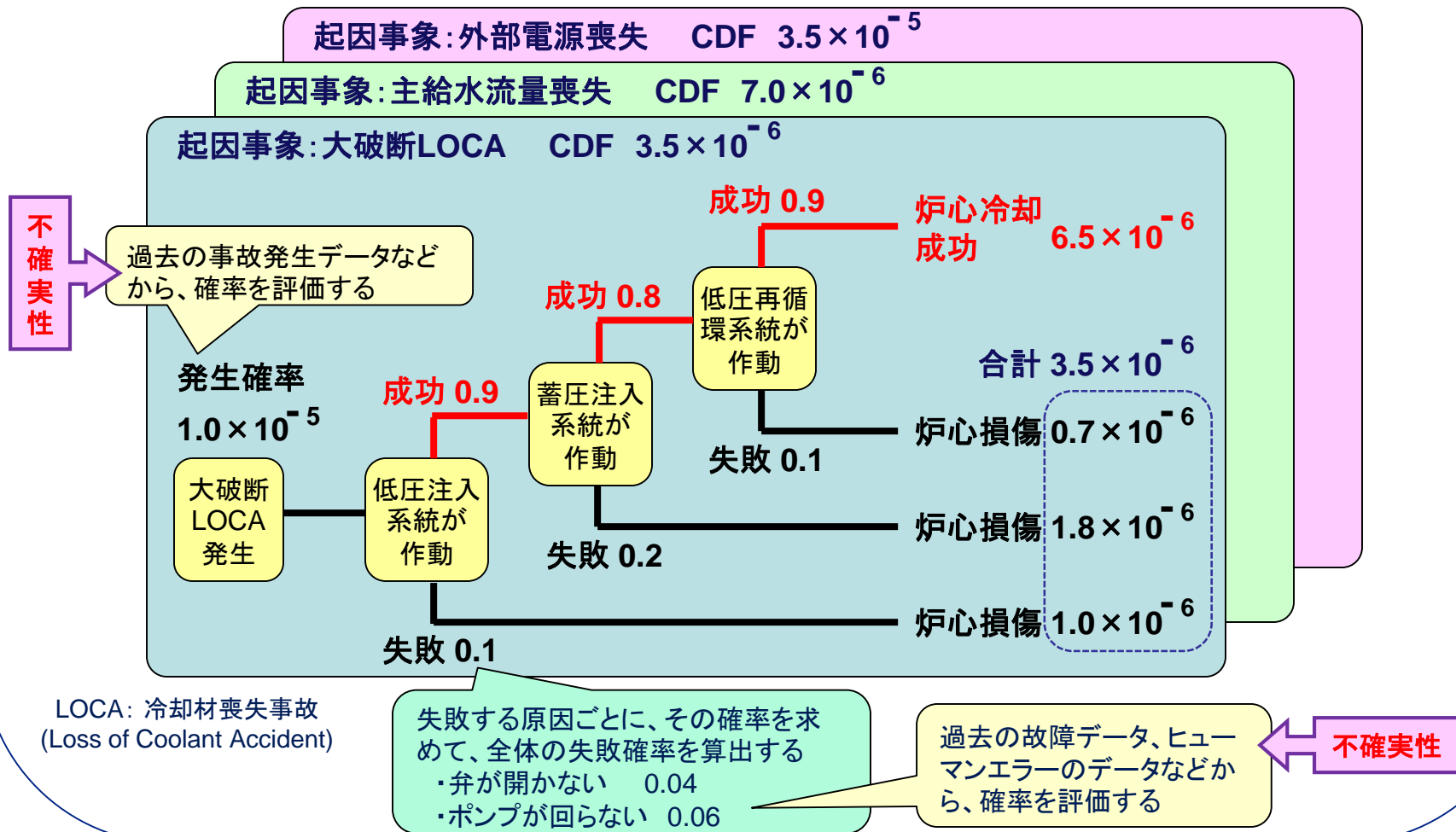
レベル3PRA
周辺公衆の
被ばく



2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

レベル1 PRAによる評価のイメージ (1)

<炉心損傷確率(CDF)の算出のイメージ>

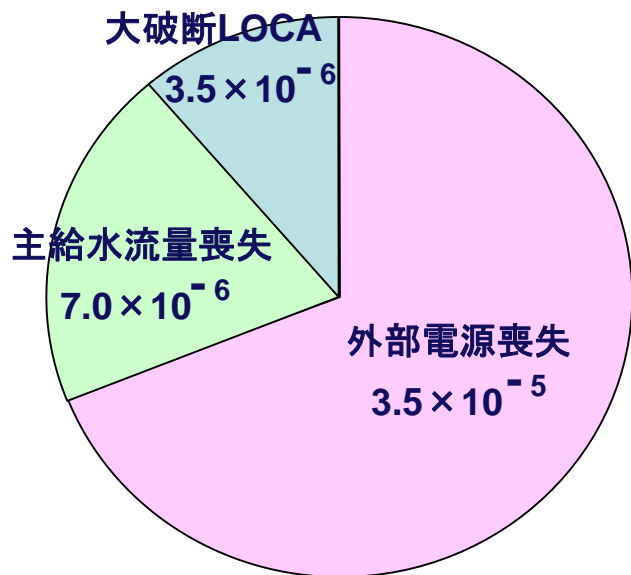


2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

レベル1 PRAによる評価のイメージ (2)

起因事象ごとのCDFへの寄与度を評価

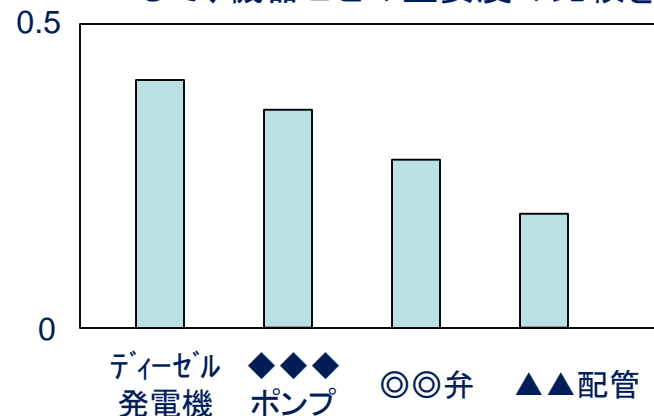
(注)実際には、もっと多くの起因事象があります



機器ごとのCDFへの寄与度を評価

方法①

その機器の故障率を「ゼロ」と仮定した場合に、CDFがどれだけ減るかを計算して、機器ごとの重要度の比較を行う



方法②

その機器の故障率を「1」と仮定した場合に、CDFが何倍になるかを計算して、機器ごとの重要度の比較を行う

PRAの評価結果の活用例

1. 絶対値を用いる

(例) 炉心損傷頻度の評価結果を「安全目標」と比較して
プラント総体の安全レベルを評価する

2. 対策の前後で効果を見る

(例) 対策前の炉心損傷頻度 1×10^{-5} / 炉年
対策後の炉心損傷頻度 5×10^{-6} / 炉年

3. 炉心損傷頻度の構成要因を分析し、重要度を把握する

(例) 起因事象のうち、炉心損傷に大きく寄与するものを見つけて対策を講じる

(例) 機器ごとに炉心損傷頻度への寄与度を把握して
保守管理の重要度を定める

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

PRAの高度化に向けて

1. これまでの取り組み

- ・四国電力・伊方3号機をモデルプラントとして、内的事象レベル1PRAを国際的に遜色ないレベルに改善する取り組みを展開

2. 高度化に向けた取り組み課題(例)

- ・伊方と同様の取り組みをBWRにも展開(電力会社は、東京電力・柏崎刈羽6・7号機をBWRのモデルプラントに選定済み)
- ・シビアアクシデント対策機器を評価モデルに取り入れ
- ・厳しい環境のもとでの人間信頼性の評価
- ・起因事象を評価する上での外部ハザードや機器の応答の定量化
- ・内部火災、内部溢水など、共通要因となりうる起因事象のモデル化
- ・レベル2、レベル3PRAの評価手法の開発
- ・複数号機の相互作用を念頭に置いたモデル化

2-3. 確率論的リスク評価 (PRA) とリスク情報活用

リスク情報を活用した意思決定 (1)



**古典的な
「決定論的」
アプローチ**

- 確率が定量化されていない
 - 設計基準事故
 - 深層防護
- 不要な規制を押し付けてしまう可能性がある
 - 不完全である

**リスク情報を活用
した
アプローチ**

- 討議プロセスを通じて、古典的なアプローチとリスクベースのアプローチを融合

**リスクベースの
アプローチ**

- 定量化された確率
- 数千通りもの事故シーケンス
- 現実的である
- 不完全である

2-3. 確率論的リスク評価 (PRA) とリスク情報活用

リスク情報を活用した意思決定 (2)

リスク情報を活用した意思決定 (Risk-informed Decision Making) においては、PRAの結果はインプットの一つにしか過ぎない

(例1) 米国NRCの規制ガイド-1.174 の記載

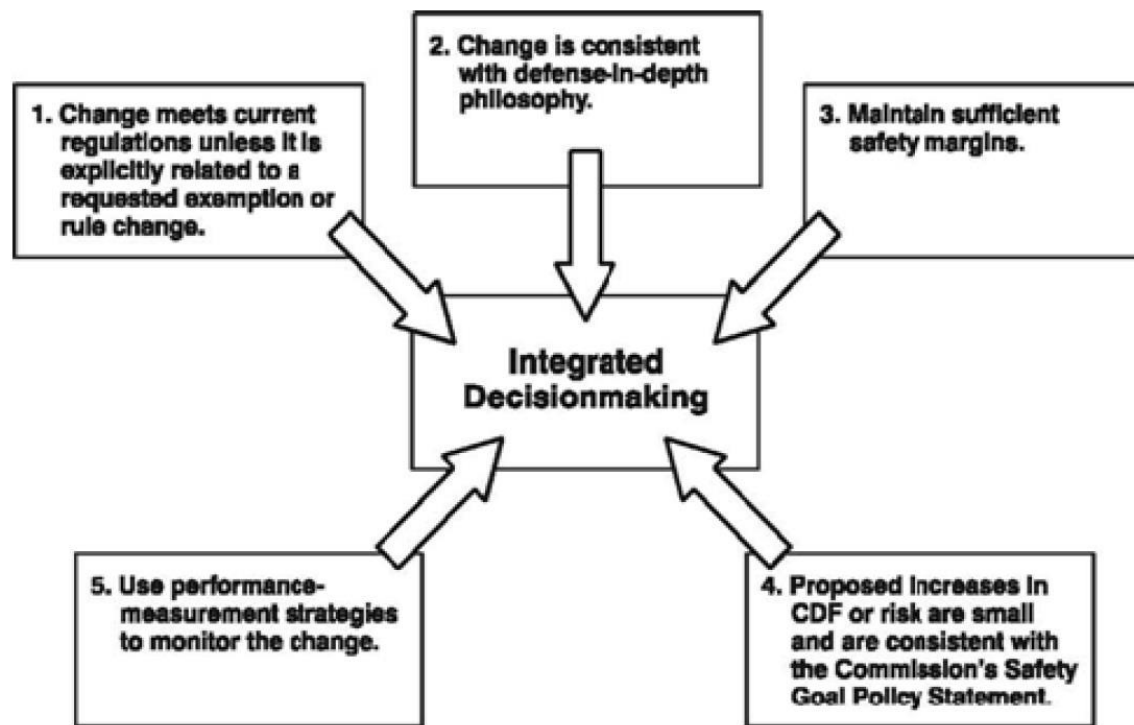


Figure 2 Principles of risk-informed integrated decisionmaking

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

リスク情報を活用した意思決定 (3)

(例2) IAEAのINSAG-25 の記載

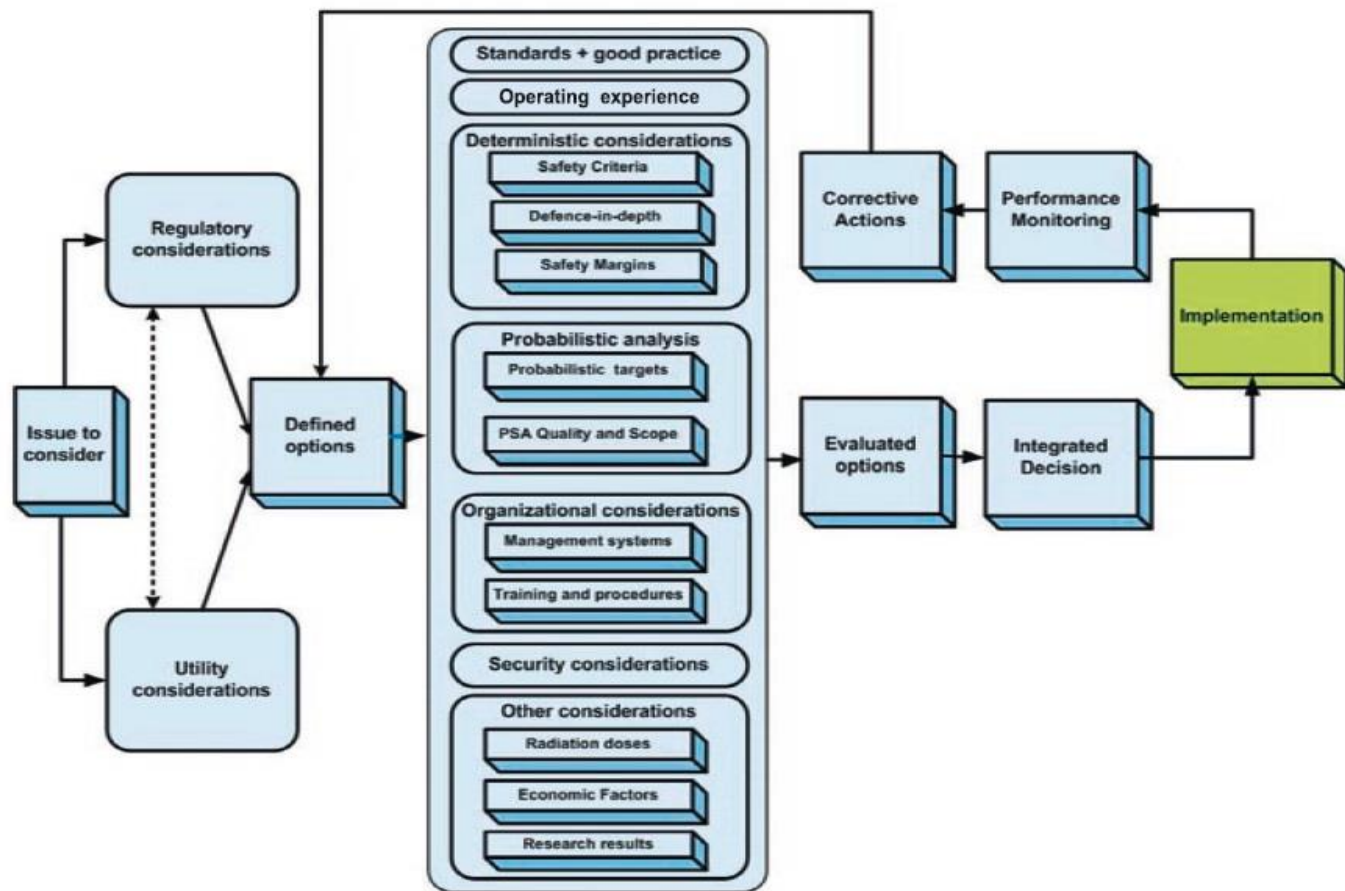


FIG. 1. Key elements of the integrated risk informed decision making process.

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

リスク情報活用に関する国内の検討経緯(1)

- 2003年11月 原子力安全委員会決定
「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針について」
- 2004年12月 原子力安全・保安院が基本的考え方(案)を提示
「原子力安全規制への「リスク情報」活用の基本的考え方(案)」
- 2005年 2月 原子力安全・保安部会に「リスク情報活用検討会」を設置。
学識者、事業者等が委員参加。
- 2005年2月～2006年11月にかけて、11回の検討会を開催
- 2006年11月 原子力安全・保安院が当面の実施計画(改定案)を取りまとめ
- 2010年 9月 「リスク情報活用検討会」の審議再開
- 2010年9月～2011年2月にかけて、4回の検討会を開催
- 2011年 2月 原子力安全・保安院が実施計画(案)を取りまとめ
「原子力安全規制への「リスク情報活用」に関する実施計画(案)」

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

リスク情報活用に関する国内の検討経緯(2)

「原子力安全規制への「リスク情報活用」に関する実施計画(案)」(2011年2月)に記載された「個別施策」

- (1) 発電炉分野
 - a. 設計審査分野
 - (1)-a-1 地震PSAに係る事業者の安全性評価のレビュー
 - b. 検査・運転分野
 - (1)-b-1 保全重要度及び保全活動管理指標の検討
 - (1)-b-2 安全重要度に基づく評価及び安全実績指標に基づく評価に係る検討
 - (1)-b-3 保安規定記載事項の妥当性評価(具体例:AOT(許容待機除外期間))
 - (1)-b-4 運転中保全に係る検討
 - (1)-b-5 「リスク情報」を活用した供用期間中検査
- (2) 核燃料サイクル(加工、再処理施設)分野
(記載略)
- (3) 事故故障対応・防災分野
 - (3)-1 安全情報の分析・評価(全長事象評価の適用)
- (4) 基盤整備、人材育成
 - (4)-1 PSA手法の開発・高度化
 - (4)-2 PSAのためのデータの収集・整備
 - (4)-3 人材育成
- (5) ステークホルダー・コミュニケーション
 - (5)-1 保安院、JNESと産業界との間のコミュニケーション
 - (5)-2 「リスク情報」活用に関する国民とのコミュニケーション

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

リスク情報活用に関する国内の検討経緯 (3)

原子力規制委員会の「新規制基準」のもとでのリスク情報活用の例

(1) 規制基準適合性審査における活用

○PRAを使って炉心損傷防止対策の有効性評価を事業者が行い、原子力規制委員会がその妥当性を確認

○PRAを使って格納容器損傷防止対策の有効性評価を事業者が行い、原子力規制委員会がその妥当性を確認

(2) 「安全性向上評価」における活用

○新規制基準のもとで運転開始したプラントにおいては、PRA評価を含む「安全性向上評価」を行い、初回の定期検査終了後、6ヶ月以内に原子力規制委員会へ届出する必要

(3) 検査制度の見直しにおける活用

○2016年1月に実施されたIAEAのIRRS(総合規制評価サービス)の勧告・提言を受けて、原子力規制委員会は検査制度の見直しに着手

(IRRSの勧告抜粋)

政府は、

- ・効率的で、パフォーマンスベースの、より規範的でない、リスク情報を活用した原子力安全と放射線安全の規制を行えるよう、原子力規制委員会がより柔軟に対応できるように、

(中略)

するために、検査制度を改善、簡素化すべきである。

リスク情報活用に関する国内の検討経緯(4)

総合資源エネルギー調査会傘下のワーキンググループ等における検討例

(1)「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」(2014年5月)

○「原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループ」が取りまとめ

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/genshiryoku/anzen_wg/pdf/report02_01.pdf

(2)「原子力の自主的安全性向上の取組の改善に向けた提言」(2015年5月)

○「自主的安全性・技術・人材ワーキンググループ」が取りまとめ

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denkijigyou/jishutekianzensei/pdf/report01_01_00.pdf

(3)「軽水炉安全技術・人材ロードマップ」(2015年6月)

○「自主的安全性・技術・人材ワーキンググループ」と日本原子力学会の「安全対策高度化技術検討特別専門委員会」が共同で取りまとめ

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denkijigyou/jishutekianzensei/pdf/report02_01_00.pdf

目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

2-4. 安全目標

産業界の安全目標設定に向けた取り組み

安全目標とは

「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」(平成15年12月 原子力安全委員会 安全目標専門部会)より抜粋

本専門部会が提案する「安全目標」は、**国の安全規制活動**が事業者に対してどの程度発生確率の低いリスクまで管理を求めるのかという、原子力利用活動に対して求めるリスクの抑制の程度を定量的に明らかにするものである。

産業界が安全目標の設定に向けて検討することを提案

NRRCアポストラキス所長発表資料(平成27年1月21日 自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ)より抜粋

- 国際原子力機関(IAEA)やCANDU炉オーナーズグループなどによる最新の国際的な取り組みを参考にして、我々自身の目標を設定するための取り組みに着手する
- 複数号機を有する発電所に対する性能指標を設定する
- 複数号機を有する発電所を対象としたPRA手法の課題を明確化し、解決する
- この取り組みにより、一般社会とのコミュニケーションに向けた重要な情報を得ることが可能となる

2-4. 安全目標

(参考1) 日米の原子力規制における安全目標の検討経緯

< 米 国 >

米国原子力規制委員会は、1986年に安全目標声明を
発表

規制当局が原子力発電所に関わる残留リスクの目標を設定している国もある。こういった目標は国の政策として表明され、そこに至るまでには専門家の審議と公開の議論が尽くされている。例えば、米国の原子力規制委員会(NRC)は、原子力事故による急性死亡の残留リスクについて、その他の社会的事故による死亡リスクに比べ大幅に低くするべきだとの考え方をもとに、目標を設定した。この政策はNRCのスタッフ、原子炉安全諮問委員会(ACRS)、外部の利害関係者による6年間の審議を経て策定された。

(NRRRCホームページより、アポストラキス所長の読売新聞英文紙への投稿原稿(和訳版)から抜粋)

< 日 本 >

日本の原子力安全委員会は、2001年から安全目標の議論を開始し、

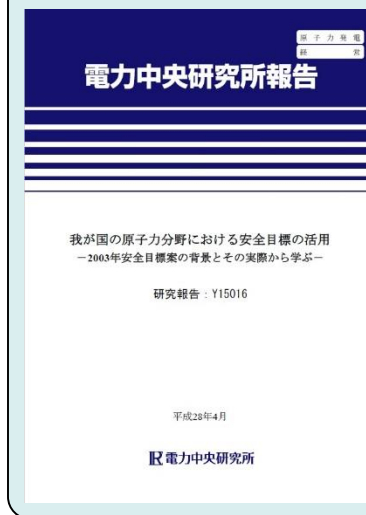
- ・2003年12月に中間とりまとめを公表
- ・2006年3月に性能目標案を公表

したが、最終決定には至っていない。

福島第一の事故をふまえて、日本の原子力規制委員会は2013年4月に議論を行い、環境への汚染の視点で目標を追加すべきと提案しているが、最終決定に至ったかどうかの位置づけが不明確

我が国における検討経緯については電中研による分析結果がある。

(研究報告:Y15016として電中研ホームページより入手可能)



2-4. 安全目標

(参考2) 米国原子力規制委員会(NRC)の安全目標声明(1986年)

＜安全目標＞

- 定性的目標：
 - 公衆の個人は、原子力発電所の運転の影響により、個々人の生命と健康に著しい追加的リスクが生じることがないように防護されること。
 - 原子力発電所の運転による生命と健康に係わる社会的リスクは、他の現実的に競合する発電技術によるリスクと同等以下とし、また他の社会的リスクに対する著しい増加とはならないこと。
- 定量的目標：次の定量的目標が、上記の安全目標を達成するために用いられる。
 - 事故時の原子力発電プラント近傍の個人急性死亡のリスクは、米国民が通常さらされている他の事故による急性死亡リスクの総和の0.1%を超えてはならない。
 - 原子力発電プラント周辺の住民に対する、原子力発電所の運転により生じるかもしれないガン死亡のリスクは、他の全ての原因によるガン死亡のリスクの総和の0.1%を超えてはならない。

(出典)51FR28044, "Safety Goals for the Operations of Nuclear Power Plants :Policy Statement", Aug. 4, 1986

安全目標声明で示された定量的目標における急性死亡リスク及びがん死亡リスクに対応するものとして、以下の性能目標が示されている。

＜性能目標＞

- 炉心損傷頻度 $< 10^{-4}$ /炉年
- 早期大規模放出頻度 $< 10^{-5}$ /炉年

(出典)R. G. 1.174, Rev. 1, "An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis", November, 2002 11

出典：自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ(第5回)資料(平成27年1月21日)

2-4. 安全目標

(参考3) 日本における安全目標の議論(旧原子力安全委員会)

<安全目標案>

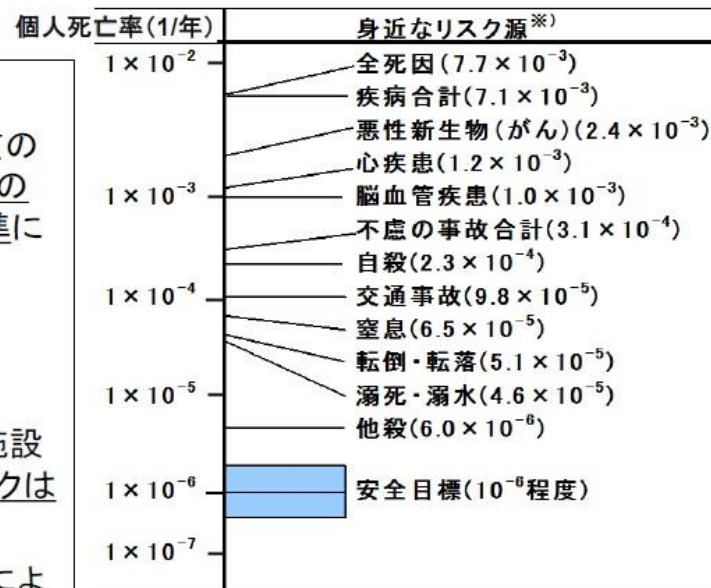
1. 定性的目標案

原子力利用活動に伴って放射線の放射や放射性物質の拡散により公衆の健康被害が発生する可能性は、公衆の日常生活に伴う健康リスクを有意には増加させない水準に抑制されるべきである。

※定性的目標案の補足説明として右図が示されている

2. 定量的目標案

- 原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによる施設の敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスクは100万分の1/年程度を超えない。
- 施設からある範囲の距離にある公衆の個人のがんによる平均死亡リスクは100万分の1/年程度を超えない。



※「人口動態統計」(厚生労働省) 2001年データより
図 安全目標案の位置のイメージ

(出典)「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」平成15年12月 原子力安全委員会 安全目標専門部会

<性能目標案> (施設が安全目標に適合しているかを判断する目安)

- 指標値1: 炉心損傷頻度(CDF) 10^{-4} /年程度
- 指標値2: 格納容器機能喪失頻度(CFF) 10^{-5} /年程度

両方が同時に満足されることを発電炉に関する性能目標の適用の条件とする。

(出典)「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について -安全目標案に対応する性能目標について-」平成18年3月 原子力安全委員会 安全目標専門部会

出典: 自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ(第5回)資料(平成27年1月21日)

2-4. 安全目標

(参考4) 日本における安全目標の議論(原子力規制委員会)

<原子力規制委員会決定(平成25年4月10日)>

- ①平成18年までに旧原子力安全委員会安全目標専門部会において詳細な検討がおこなわれており(※)、この検討結果は原子力規制委員会が安全目標を議論する上で十分に議論の基礎となるものと考えられること。

※安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ(平成15年12月)

発電用軽水型原子炉施設の性能目標について-安全目標案に対応する性能目標について-(平成18年3月28日)

- ②ただし、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、放射性物質による環境への汚染の視点も安全目標の中に取り込み、万一の事故の場合でも環境への影響をできるだけ小さくとどめる必要がある。具体的には、世界各国の例も参考に、発電用原子炉については、

- ・ 事故時のCs¹³⁷の放出量が100TBqを超えるような事故の発生頻度は、100万炉年に1回程度を超えないように抑制されるべきである(テロ等によるものを除く)

ことを、追加するべきであること。

- ③バックフィット規制の導入の趣旨に鑑み、現状では安全目標は全ての発電用原子炉に区別無く適用すべきものであること。
- ④安全目標は、原子力規制委員会が原子力施設の規制を進めていく上で達成を目指す目標であること。
- ⑤平成25年3月6日の原子力規制委員会に提出された論点のうちの残された論点に関する議論を含め、安全目標に関する議論は、継続的な安全性向上を目指す原子力規制委員会として、今後とも引き続き検討を進めていくものとする。

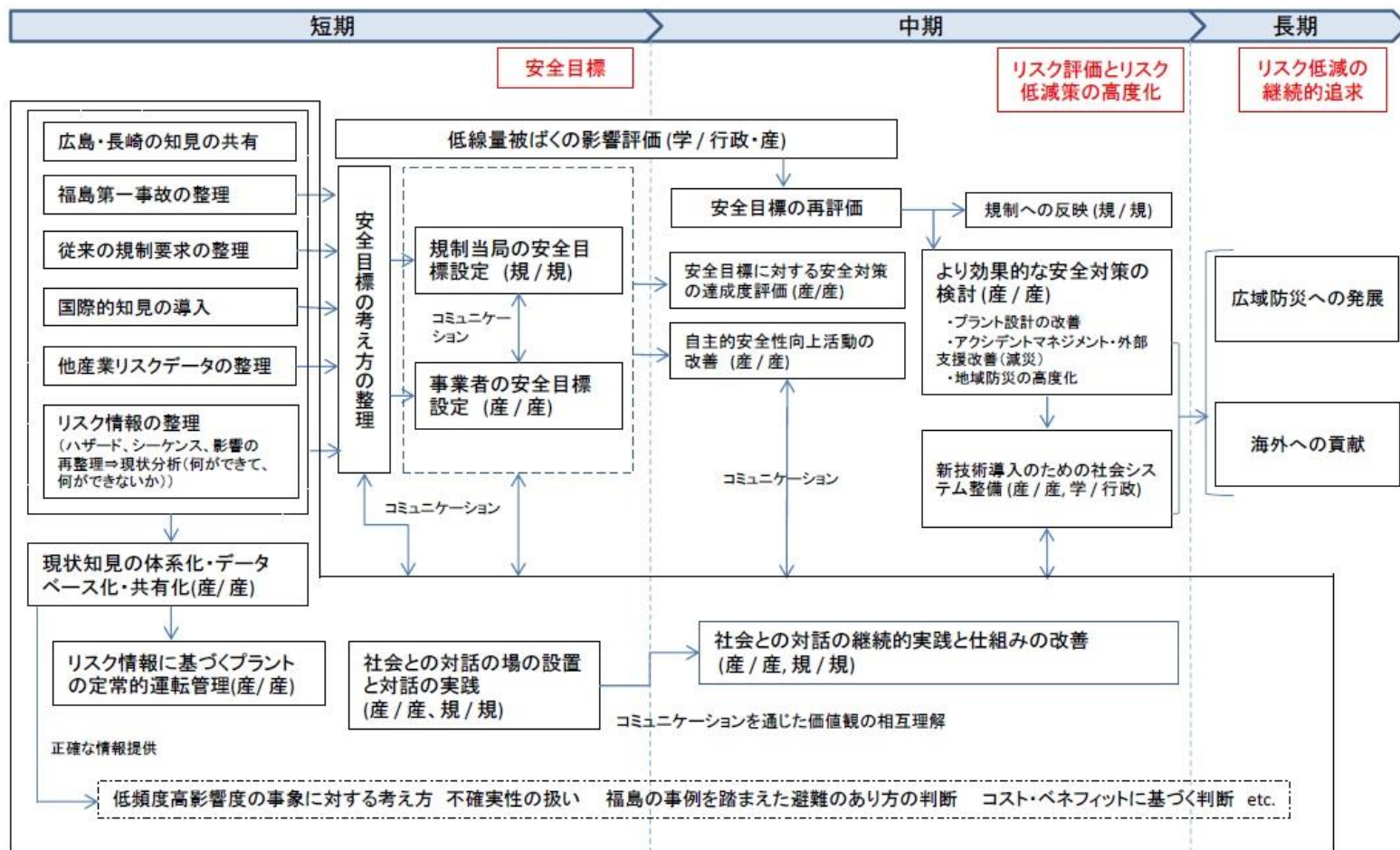
出典: 自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ(第5回)資料(平成27年1月21日)

2-4. 安全目標

(参考5) 安全目標の設定に係るロードマップ

(出典: 日本原子力学会 安全対策高度化技術検討特別専門委員会 活動報告書(平成27年5月))

実施の流れ



目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

2-5. 社会からの信頼

原子力に関する世論調査

NHKテレビ（2016年8月）

原発の運転再開に・・・

賛成 17% 反対 46% どちらとも言えない 30%

朝日新聞（2016年10月）

原子力発電所の運転再開に・・・

賛成 29% 反対 57%

FNN（2014年7月）

原子力規制委員会は、九州電力川内(せんだい)原発の安全対策が新たな規制基準に適合しているとする「審査書案」を了承しました。川内原発は、秋にも再稼働する見通しです。あなたは、原子力規制委員会により安全基準に適合すると認められた原子力発電所の運転を再開することに賛成ですか、反対ですか。

賛成 39.5% 反対 52.8% どちらとも言えない 7.7%

2-5. 社会からの信頼

リスク認知因子 10ヶ条

ハーバード大学 リスク解析センターが発表したリスク認知因子
(人々がリスクを強く感じるようになってしまう10の要因)

1. 恐怖心 Dread
2. 制御できるか Control
3. 自然か人工か Is the risk natural or human-made?
4. 選択できるか Choice
5. 子供がからむ Children
6. 新しいリスク Is the risk new?
7. 関心の高さ Awareness
8. 自分に起こるか Can it happen to me?
9. リスクとベネフィットのトレードオフ The Risk-Benefit tradeoff
10. 信頼 Trust

2-5. 社会からの信頼

社会からの信頼を得るために

1. 事業者の取り組みに対する信頼
2. 規制機関に対する信頼
3. 国民におけるリスク・ベネフィットの議論

2-5. 社会からの信頼

IAEAのINSAG-27で提唱される ISiD (Institutional Strength in Depth) の概念

- ✓ IAEAのINSAGが、2016年内の発行を予定している「INSAG-27」レポートの骨子について、天野事務局長宛のレターで報告。

レポート名 : Ensuring Robust National Safety Systems
– Institutional Strength in Depth

リンク先 <http://www-ns.iaea.org/committees/files/insag/743/INSAGLetterFinal2016.pdf>

- ✓ 原子力の事故を防ぐため、深層防護の考え方を基本に据えるのはもちろんであるが、その考え方が浸透し徹底されるための組織的な保証が不可欠と認識。各国では以下の3つのサブシステムを政府の責任のもとで確立し、それぞれが責任を果たすとともに、お互いのシステムを相互に強め合い、高め合う関係を構築することが必要であると提言。

- 1) 強固な原子力産業界
- 2) 能力があり効果的な規制機関
- 3) ステークホルダーの関与 (国、地方自治体、近隣住民、メディア 他)

目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の活動状況

2. リスク情報活用の理解のために

2-1. リスクとベネフィット

2-2. 原子力の発電利用におけるリスクとベネフィット

2-3. 確率論的リスク評価(PRA)とリスク情報活用

2-4. 安全目標

2-5. 社会からの信頼

3. 結び

5. 結 び

結 び

- NRRCは、電力中央研究所の経営資源を最大限に活用する形で発足した
- NRRCは、発足から2年余り、NRRCのミッションとビジョンをもとに、産業界や国際機関と密接な連携を図りながら、以下の活動を展開してきた
 - 自然外部事象の解明や対策検討において事業者を支援
 - 強力な技術諮問委員会の助言を受けて、実地のPRA手法の改善や研究開発活動にフィードバック
 - オープンで透明性の高い運営を継続
- 今年7月にはリスク情報活用をさらに促進していくために体制を拡充した。電気事業者の自主的安全性向上活動のサポートに一層注力していく