

原子力リスクと科学的的意思決定

2016年11月22日

東京大学大学院

山口 彰

本日の命題 (Proposition)

人類社会の福祉と国民生活の水準向上

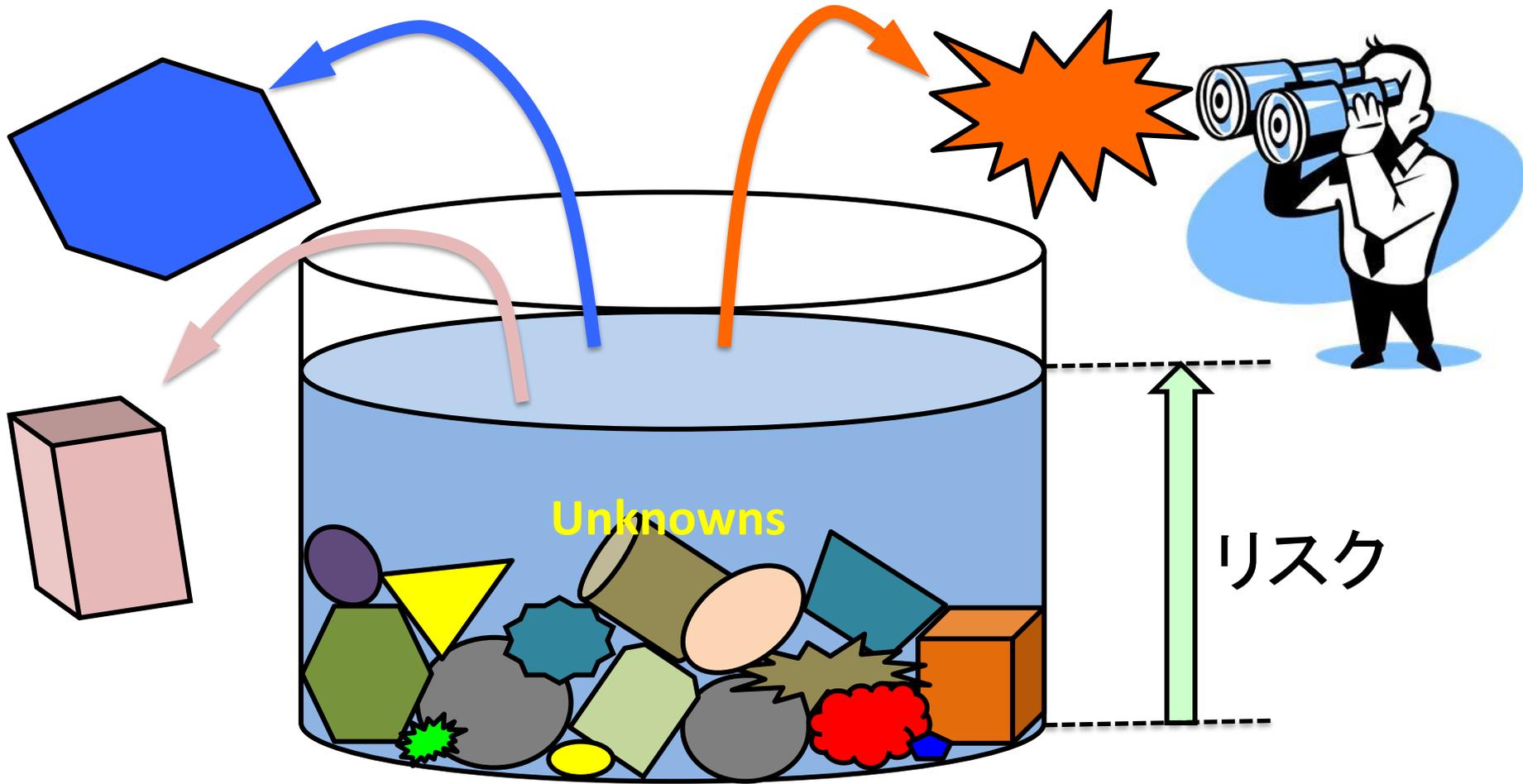
- 原子力基本法
 - 安全の確保については、確立された国際的な基準を踏まえ、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として行う。
- 原子炉等規制法
 - 原子力基本法に則り、原子力施設において重大な事故が生じた場合に放射性物質が異常な水準で当該原子力施設を設置する工場又は事業所の外へ放出されることによる災害を防止

原子力の便益を享受しつつ、安全を確保する活動により災害を防止すること、それを実行できる枠組み

リスク管理活動と安全確保活動

- そもそも社会に便益をもたらすためになされる活動は以下の特性を持つ、Justificationの原則が大切
 - 安全にすべく努力したとしても社会に負の影響を与える可能性をなくすことはできない
 - 安全確保活動(システム・設備の挙動、人の活動、環境条件など)には不確かさがある
 - いかに備えを厚くしたとしても、ゼロリスクにはならず、残留リスクがともなうことを認識する
- このリスクを容認できる水準にまで小さくあるべく、適切に管理することこそ**安全の確保**にほかならない

リスクとは

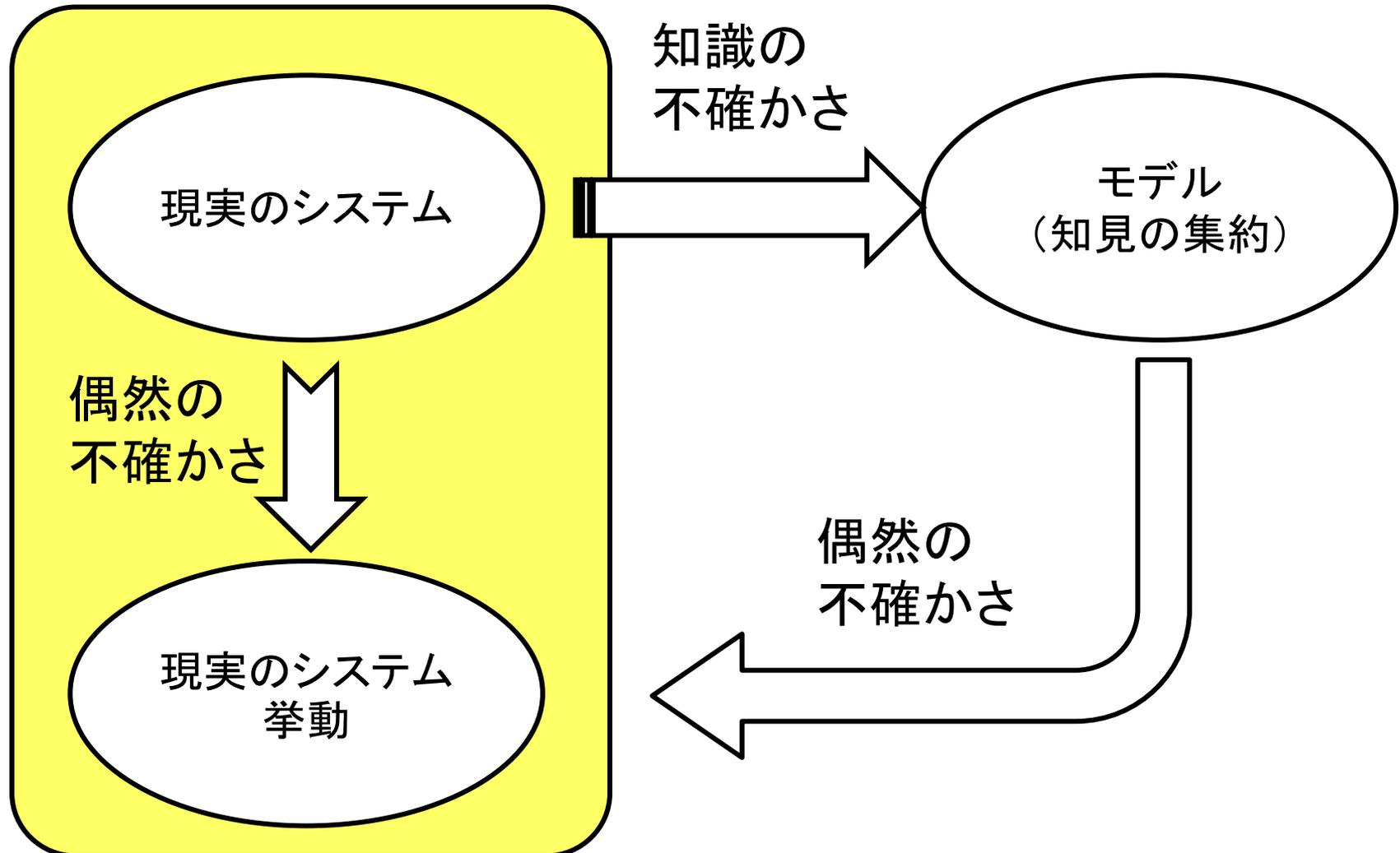


認識論的(epistemic)な不確かさ? 現象論的(aleatory)な不確かさ?

リスクでは「不確かさ」を扱う

- aleatory uncertainty (偶然の不確かさ: 現象論的)
 - ことがらや現象が確率に発生することである。
 - 確率論的リスク評価
- epistemic uncertainty (知識の不確かさ: 認識論的)
 - PRAモデルに関する専門家の確信、すなわち、PRAモデルがどれだけ現実のシステムをモデル化できているか、現在の専門家の知見に関する不確かさである
 - 確率論的 リスク評価
 - パラメータの不確かさ、モデルの不確かさ、完全性の不確かさに分類される

リスク評価に不確かさが存在する理由、また知識の不確かさが大切な理由



安全を確保すること... 数学的なリスクモデル



- リスクを、容認できる水準にまで小さくあるべく抑制する
 - 発生頻度を小さく低減する
 - 影響を小さく抑制する
- 発生頻度がわかっていて、影響をコントロールできるのか
- 発生頻度と影響を独立に扱いがちになる

決定論的方法と確率論的方法

- 決定論的な方法

- 保守的な取り組みと設計ルール、並びに深層防護の思想を通じて不確かの影響を小さくすることは一つの方法であり、きわめて効果的で信頼できる方法である
- 不確かさを扱う必要がなく、万人が納得できるルールが明確である
- 設計基準事象や設計ルールを厳格化・複雑化するにつれて新たな不確かさをもたらす可能性がある

- 確率論的な方法

- 利用可能な知識や情報のあらゆるものを用いてリスクに関する検討・分析を行い、それを用いてリスクの観点から優先度の高い取り組みを優先的に実施して、リスクを小さく、適切に管理する方法である
- リスクが可測でなければならず(定量化と言われる)、意思決定に保守性やルールがない、不確かさをどう扱うかわからない

- 保守性は保守的か？不確かさが見えることは悪いことか

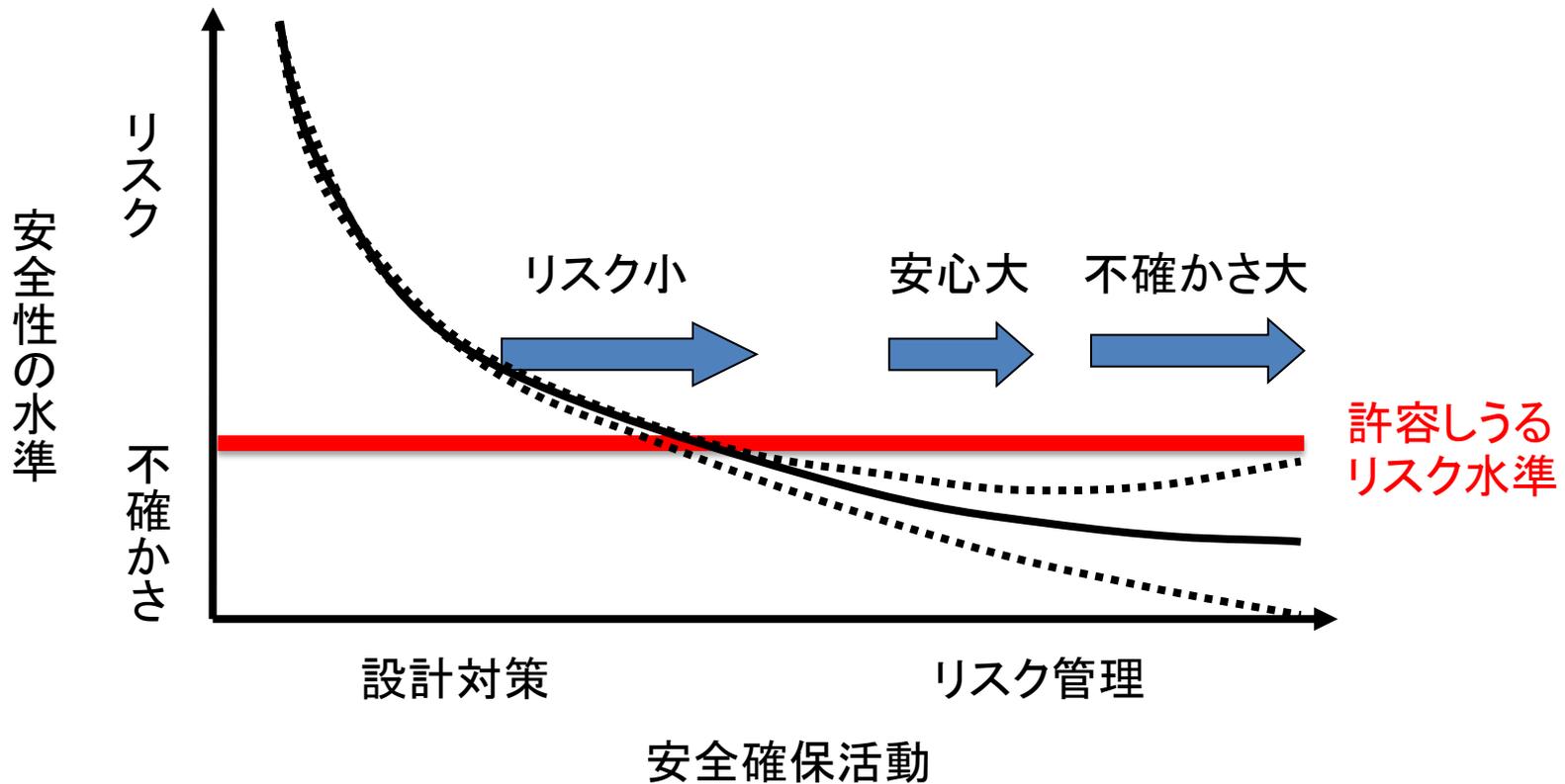
決定論的評価の限界

最悪のシナリオ : Worse than the Worst

- 原子力発電の安全性を向上させるため
 - あらゆる想定を行った
 - すべてのシナリオを評価した
 - すべて影響に対して備えた
- 想定外のシナリオがある (N+1 問題)
- 備えの一つを間違えた (Worse than the worst)
- 保守性に依る決定論的評価では解決できない

安全性向上とはリスク管理

リスク管理とは不確かさの管理



- 設計対策(安全向上)は、あるところからリスク管理
- リスク低減は、あるところから不確かさのコントロール
- 安心とは、あるところから不確かさから目をそらすこと

リスクトリプレット(リスクの3要素)

- 事故はどのように進展するのか?(シナリオ)
 - What can go wrong?
- そのシナリオの起こりやすさは?(発生頻度)
 - How likely is it?
- その被害や影響度はどの程度か?(影響度)
 - What are the consequences?

“安全である”とは、どのように説明され、
何によって認定されるのか

英国健康安全庁の考え方

- 高等裁判所の判断は以下のようなものである
 - ”何れにしても、リスクを除去するための方策に対する判断はそのリスクがいかほどかによるしかない。リスクが大きい場合には、コスト要因をより重視しなくなるのは当然である”
- The Court of Appeal held that -
 - "... in every case, it is the risk that has to be weighed against the measures necessary to eliminate the risk. The greater the risk, no doubt, the less will be the weight to be given to the factor of cost."

英国健康安全庁の考え方

- ‘Reasonably practicable’は、“物理的に可能”よりも狭い意味である。事業者がリスクの量のある尺度で計算し、リスクを回避するための方策の代償（金銭、時間、厄介）を他の尺度で示し、もし両者がgross disproportionである（リスクが代償に比べて重大でない）ことが示されれば、被告はその義務を果たすに及ばないことを含意していると考え

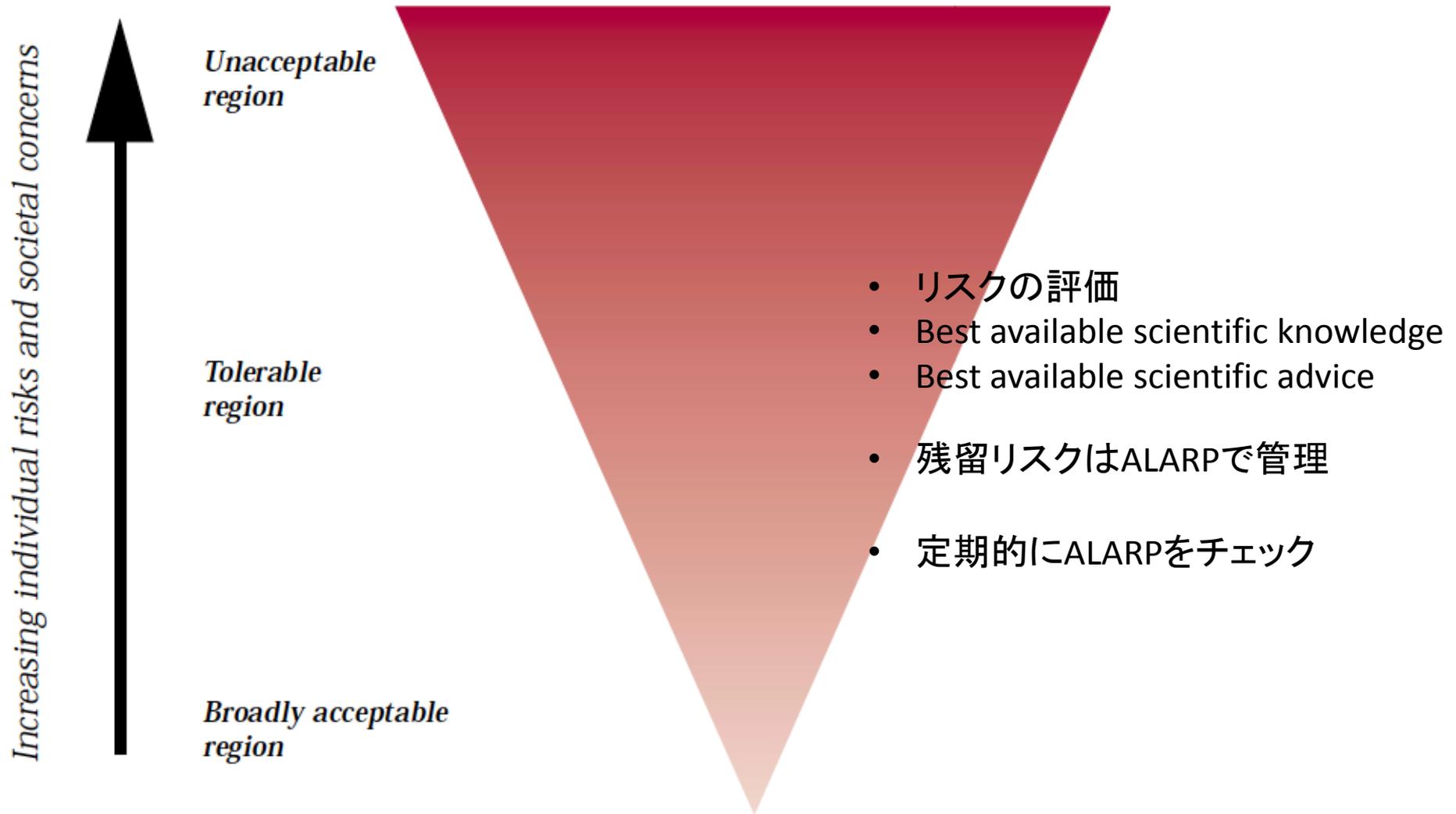
Cost Benefit Analysis (CBA) checklist

- 健康と安全に関する義務保有者のALARPによる意思決定のためのCBA (Cost Benefit Analysis)において、何を考慮すべきで何が考慮されないべきかについての健康安全庁の見解を整理すれば：
 - CBAは、さらなるリスク低減方策が'Reasonably practicable'であるか否かについての義務保有者の判断を支援する
 - コストがベネフィットに対して”**Grossly disproportionate**”でないならば、それは'Reasonably practicable'である

Gross Disproportionとは何か

- Gross Disproportion (割が合わない)とは何か
 - ”gross disproportion”の概念は、責務者に対してリスクを低減する便益に対して提案される管理手段のコストを知ることが求めている。すなわち、提案される管理手段は、代償(コスト)がその管理手段によって得られる便益に対してgrossly disproportionateでないときのみ実施しなければならない
- なぜ、Gross Disproportionを使う必要があるのか？
 - 裁判所は、責務者がリスクを低減させるために十分な活動を行ったかを判断するとき、代償がリスクに比較してgrossly disproportionateであるときのみ、リスクを減じる現実的な方策が説明性がないとして排除することができると決定した

リスクの容認、妥協、我慢の枠組み

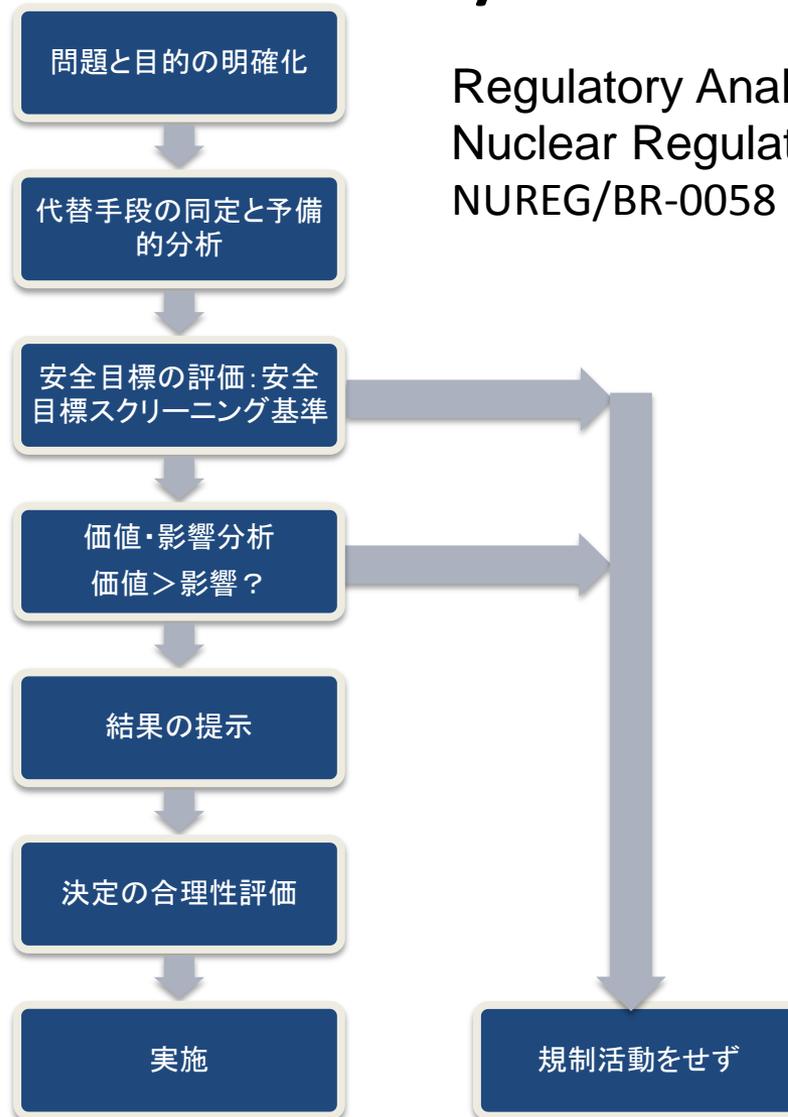


米国のバックフィット規則

effective on October 21, 1985. See 50 Fed.Reg. 38,097

- バックフィットにより総体として公衆の健康と安全 (public health and safety) あるいは社会の防衛と保障 (common defense and security) の相当な向上 (substantial increase in the overall protection) があること、それを施設に適用する直接的・間接的コストが防護の向上に照らし正当であること
 - バックフィットの便益がそのコストを正当化することをさらなる要求とする
- 防護の質が向上する度合いに応じたコストの正当性

Regulatory Analysis for Cost-Justified Substantial Safety Enhancements



Regulatory Analysis Guidelines of the U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/BR-0058 Revision 4 (2004)

UCSの提訴

- 1985年11月、憂慮する科学者連盟(UCS)がバックフィット規則について提訴した
 - 原子力法(AEA)のもとで、原子力規制委員会にはバックフィットに関するあらゆる決定でコストを考慮する権限はない
 - バックフィットの規則は恣意的であり気まぐれと言わざるをえない
 - バックフィットにより防がれるであろう事故のコストと便益を考慮した分析がなされていない
 - バックフィットのコストと便益を評価するに、“PRAという技術”に過度に依拠している
- 1986年4月、UCSは追加提訴
 - バックフィットの決定について公衆の利害関係者にコメントの機会を与えていないため、原子力法と行政手続法に違反している
- 二つの提訴に対して、原子力事業者のバックフィット改革グループが組織され、原子力規制委員会に代わって調停介入した。原子力産業協会が規則を擁護する法廷助言書を提出した

米国のTwo-Tier Safety Structure D.C. Circuit高等裁判所(1987年)

- Adequate Protection

- NRCは受容可能で適切な公衆防護レベルを確保すべきである(不当なリスクがないことを確保すべし)
- NRCは原子力発電所がゼロリスクであることを要求すべきではない

No undue risk

NOT equate “zero risk”

- この階層の対策は従来の設計基準事故といくつかの特別の設計基準超事象(緊急計画や大規模火災・爆発)に対応するものであり、必要なコストがいくらであろうがそれに関わらず実施を求めている

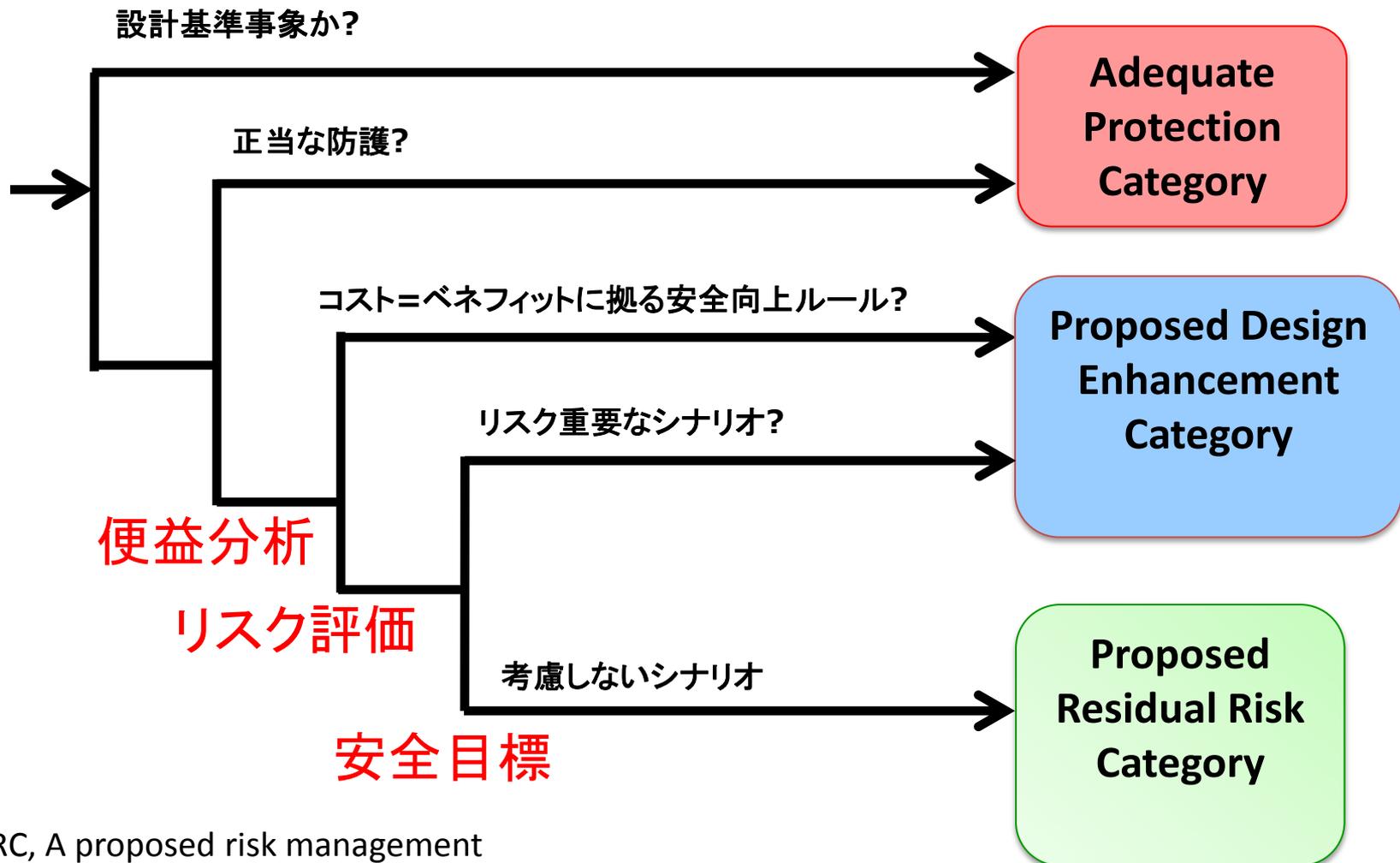
- Additional discretionary protection

- 事業者に対して“adequate”を超える安全対策を求める権限を委員会に付与する(自由裁量の権限)
- 委員会がどこまでこの権限を執行するか否かを決めるに、経済的コストやそのほかの政策的観点を考慮することは適切である

Grant of authority

Economic /policy sense

USNRCのリスク管理規制



川内原発稼働等差止仮処分申立却下決定に 対する即時抗告事件 決定要旨

(福岡高裁宮崎支部 2016年4月6日)

- もっともどのような事象が生じても発電用原子炉施設から放射性物質が周辺環境に放出されることのない安全性を確保することは、少なくとも現在の科学技術水準をもってしては不可能であるから、人格権に基づく妨害予防請求としての発電用原子炉施設の運転等に差止請求においても、当該発電用原子炉施設が確保すべき安全性については、我が国の社会がどの程度の水準であれば容認する、換言すれば、どの程度の危険性であれば容認するかという観点、すなわち社会通念を基準として判断するほかはない。

容認できる危険性に関する社会通念

川内原発稼働等差止仮処分申立却下決定に 対する即時抗告事件 決定要旨

(福岡高裁宮崎支部 2016年4月6日)

- その影響が著しく重大かつ深刻なものではあるが極めて低頻度で少なくとも歴史時代において経験したことがないような規模及び態様の自然災害の危険性(リスク)については、その発生の可能性が相応の根拠をもって示されない限り、建築規制を始めとして安全性確保の上で考慮されていないのが実情であり、このことは、この種の危険性(リスク)については無視しうるものとして容認するという社会通念の反映と見ることができる

無視しうる低頻度高影響のリスクという社会通念

川内原発稼働等差止仮処分申立却下決定に 対する即時抗告事件 決定要旨

(福岡高裁宮崎支部 2016年4月6日)

- 発電用原子炉施設の安全性確保についてのみ別異に考える根拠はないというべきであり、発電用原子炉施設の安全性が確保されない時にもたらされる災害がいかに重大かつ深刻なものであるとしても、そのことから直ちに独り発電用原子炉施設についてもこの種の危険性(リスク)についても安全性確保の上で考慮すべきであるという社会通念が確立しているとまで認めることはできず、このような危険性(リスク)をも発電用原子炉施設の安全性確保の観点から自然災害として想定すべきか否かは、結局のところ政策判断に帰するものというべきところ、少なくとも原子力利用に関する現行法制度の下においては、これを自然災害として想定すべきとの立法政策がとられていると解する根拠は見いだし難い。

原子力に対するアヴァージョンと政策判断

論点のまとめ

- “科学的な意思決定”なるものは幻想に過ぎない。”説明性あるリスク管理”であるべき
- リスク管理は現実的に可能な、安全に関する私たちの願望を実現する唯一の方法ではないか
- その場合に、社会通念という言葉に含意される”許容しうる安全”の質と量について考察を深めるべきではないか
- 許容しうる安全の質と量は社会が育んでいくものではないか、その時に社会の目標が必要か。