

第5回安全目標に関する検討委員会
2025年2月7日@AP東京丸の内

米国NRCの安全目標政策声明と原子力規制の枠組み

米国原子力規制委員会: United States Nuclear Regulatory Commission

日本原子力研究開発機構 安全研究センター

鄭 嘯宇

以下の方々のご協力のもと作成しました。

更田 豊志(NDF/東京大学) 成川 隆文(東京大学) 平野 雅司(NRA) 本間 俊充(NRA)
荻野 徹(京都大学) 村松 健(JAEA) 高原 省五(JAEA)

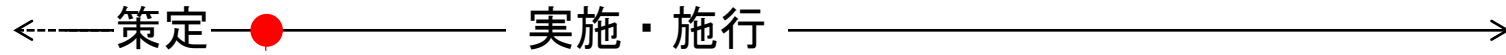
目次

報告内容：米国NRCの1986年安全目標政策声明を紹介し、その法的な根拠を演繹的に示して安全目標の論理構造（定性的&定量的目標）との対応関係を解明する。

- 米国における原子力関係法令の施行、安全目標政策声明とRIPB規制の経緯
- 第1部：米国NRCの安全目標
 - 1986年米国NRC安全目標政策声明（What）
 - 1988年バックフィットルールとRIPB規制（How）
 - 第1部のまとめ
- 第2部：米国における原子力規制（防護の最適化を含む）の枠組み
 - 米国における原子力規制の枠組み
 - 安全目標の必要性についての法的根拠①：規制の合理化・一貫化のための演繹
 - 安全目標の必要性についての法的根拠②：許容リスクを定めるための演繹
 - 第2部のまとめ
- 第3部：考察
- まとめ

米国における原子力関係法令の施行、安全目標政策声明とRIPB規制の経緯

安全目標の政策声明は、米国NRCのRIPB規制の基盤であり、多くの原子力関連法令において参照されている



	規範的な規制 Prescriptive Regulation	PRA実施プラン PRA Implementation Plan 1994-1999	リスク情報を活用した規制の 実施プラン (RIRIP) Risk-Informed Regulation Implementation Plan 2000-2007	リスク情報を活用したパフォーマンス・ ベース規制のプラン (RPP) Risk-informed and Performance-based Plan 2007~
米国 法律、 法令等	The Atomic Energy Act of 1954 The National Environmental Policy Act of 1969 The Energy Reorganization Act of 1974 1981: Reagan, President's Executive Order 12291	1993: The Government Performance and Results Act (GPRA) 1993: Clinton, President's Executive Order 12866		2023 ADVANCE ACT: Accelerating Deployment of Versatile, Advanced Nuclear for Clean Energy Act
NRCの 規制、 政策、 ガイド等	WASH1400 (1975)	1988 The Backfit rule 10 CFR 50.109 1989 SECY-89-102: Implementation of Safety Goal Policy	1995: Use of PRA Final Policy Statement 2000: SECY-00-0049, Reactor Oversight Process 2000: SECY-00-0077 (Disapproved), Modification to the Reactor Safety Goal Policy Statement	2019 NEIMA: Nuclear Energy Innovation and Modernization Act 2024 10 CFR Part 53, Draft
事故	1979.3 TMI事故	1986.4 Chernobyl事故	1999: white paper on risk-informed performance-based (RIPB) regulation	2011.3 福島第一原子力発電所事故
日本動向		2003 安全目標案 (旧原安委)	2006 性能目標案 (旧原安委)	2012: NUREG-2150, A proposed risk management regulatory framework 2007: RG 1.200 Rev.1 Adequacy of PRA

第1部（目次）：米国NRCの安全目標

- 米国NRCの安全目標
 - 政策声明の策定経緯と背景
 - **1986年の安全目標政策声明**
 - I. 目的と範囲
 - II. & III. 定性的安全目標と定量的目標
 - IV. 不確かさの扱い
 - V. 規制の実施に関するガイドライン
- 安全目標政策の実施と緊密に関連するバックフィットルール
- 安全目標とリスク情報を活用したパフォーマンス・ベース規制 (RIPB: Risk-Informed Performance-Based)

51 FR 28044
Published 8/4/86

51 FR 30028
Published 8/21/86
Effective 8/4/86

10 CFR Part 50

**Safety Goals for the Operations of
Nuclear Power Plants; Policy
Statement; Republication**

[Editorial Note.—The following document was originally published at page 28044 in the issue of Monday, August 4, 1986. It is being republished in its entirety, with corrections, at the request of the agency.]

AGENCY: Nuclear Regulatory Commission.

ACTION: Policy statement.

米国NRCにおける安全目標策定に関連した活動の主要な経緯

- WASH-1400（1975年）以前の安全フィロソフィー：
 - 深層防護
 - 規制当局が「How safe is safe enough?」の答えを避けたが、運転経験や安全性レビューに関する経験が蓄積により、安全基準がより厳しく要求され、1970年代初頭には、産業界は「How safe is safe enough?」を知りたいと強く求めた。
 - AEC（WASH-1270, 1973年）は25 rem被ばく線量を超えたシビアアクシデントの発生頻度値（ 10^{-6} /炉年）をリスク許容の限界として推薦。
- TMI事故後（1979年～）の安全フィロソフィー：
 - TMI事故後、ACRS（1979 ACRS Letter, quantitative safety goals）、大統領委勧告（1979年ケメニー報告書）とNRCのロゴビン報告書とNUREG-0660（1980年）において、安全目標の必要性を提示。
 - 大統領委勧告に対し、NRCは「安全フィロソフィー」と安全決定における「安全とコストのトレードオフ」役割に関する明確な政策声明を持って前進する用意がある」と述べた。
 - 安全目標の提案：
 - The ACRS preliminary proposal (NUREG-0739, 1980)
 - The Atomic Industrial Forum (AIF) proposal (1981)
 - The NRC staff proposal (1981 and 1982 workshops, NUREG-0880)
 - The NRC 1983 policy statement on safety goals (NUREG-0880, Rev.1, 1983)
- 安全目標政策声明（1986年, Policy Statement on Safety Goals）

参考資料：

- D. Okrent, The Safety Goals of the U.S. Nuclear Regulatory Commission, Science, Vol.236: 296-300 (1987)

年	安全目標	関連事項
1975		WASH-1400 最終版公表
1979	NRCはACRSに定量的安全目標策定に向けたアプローチ案の開発を要請	TMI事故（3月） 大統領委員会（ケメニー）報告書
1980	NRC 安全目標開発計画公表（NUREG-0735：10月） ACRSのアプローチ案公表（NUREG-0739：10月）*	ロゴビン報告書 TMI アクションプラン（NUREG-0660）
1981	NRC 安全目標討論用資料公表（NUREG-0764：3月）* 安全目標検討のワークショップ開催 ・ Palo Alto（4月）：*をもとに議論 ・ Harpers Ferry（7月）：NRC スタッフの目標試案公表	
1982	安全目標政策声明案官報掲載（2月） （討論用報告書：NUREG-0880） 安全目標政策声明案についての公聴会実施（4～5月） ・ Atlanta, Boston, Los Angeles, Chicago	
1983	安全目標政策声明改定案及び試行評価計画官報掲載（3月） （討論用報告書改訂版：NUREG-0880rev1）	
1984	↑ 2年間の試行実施 ↓	PRAの現状と規制への適用指針（NUREG-1050）
1985	安全目標評価グループ報告書（4月）：目標自体の評価 試行評価報告書（NUREG-1128：6月）：規制活動の評価	
1986	NRC スタッフの意思決定のためのマトリクス提案（2月） ACRSはNRCに、3つのプラント性能（炉心冷却性能・格納容器性能・運転性能）ガイドラインを設けることを提案（4月） NRC 委員による安全目標政策声明の採決（6月） 安全目標政策声明書官報掲載（8月）	



背景 1 : TMI事故に対する大統領委員会（ケメニー）報告書

「安全性とコスト」や「リスクと便益」のトレードオフを確立する必要性を提示

➤ 報告書の結論

- TMIのような深刻な事故を防ぐためには、NRCの組織、手続き、慣行、そして何よりも原子力産業界の姿勢に根本的な変化が必要である。
- 大統領から与えられた任務の性質、時間的制約、エネルギーと比較する“リスク評価”問題の複雑さを考慮すると、どの程度安全であれば“十分安全”なのか、又は原子力と他のエネルギーとの比較という広範な問題を検討することはしていない。

this Commission has not undertaken to examine how safe is "safe enough" or the broader question of nuclear versus other forms of energy.

- 単に、国がより大きな理由から原子力発電に内在するリスクと向き合うことを望むのであれば、**そのリスクを許容範囲**内に抑えるために根本的な変更が必要である、と述べているに過ぎない。

fundamental changes are necessary if those risks are to be kept within tolerable limits.

➤ NRCの再編を提案

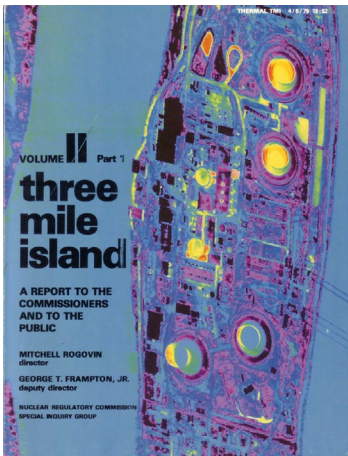
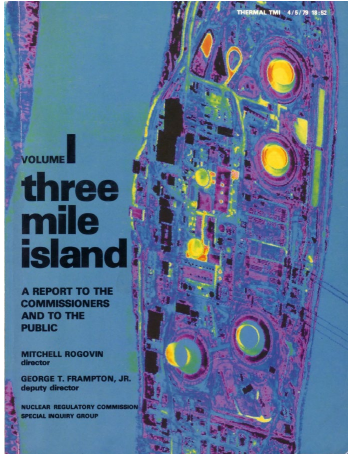
- 委員会は、現在のNRCは**安全目標を効果的に追求する**ために必要な組織と管理能力を有していないと考える。
the NRC does not possess the organizational and management capabilities necessary for the effective pursuit of safety goals
- NRCの一般的な実質的責任には、**安全性とコストのトレードオフ**を設定し、説明することが含まれるべき。追加的な安全性向上がコスト考慮を明らかに上回らない場合は、安全向上を支持する推定がなされるべき。

Included in the agency's general substantive charge should be the requirement to establish and explain safety-cost trade-offs; where additional safety improvements are not clearly outweighed by cost considerations, there should be a presumption in favor of the safety change.

➤ レビュー意見

- A Review of the Kemeny Report by the Engineers Committee on TMI: 当委員会は、Thomas Pigford教授（UC Berkeley）と同様、「十分な長期間にわたれば、確率の低い事故も起こりうる」こと、そして、安全管理に関する全ての意思決定に適用される「**リスクと便益のトレードオフ**」が常に存在することを認識する必要がある。

背景 2 : TMI事故に対するNRCが設置したロゴビン委員会の報告書 (1/2)



- (Page 151, VOLUME I) 原子力正当化の責任者が国であり、安全目標及びリスク・便益の均衡は、国のエネルギー政策の策定に、必要なものである。NRCが「How safe is safe enough」に対して安全目標を策定して明確な指針を確立するよう努めるべき時が来た。

- Page 116: We do not believe the proper function of the Commission or administrator should be to consider and resolve competing public attitudes about nuclear power in every individual safety decision that is made. It is precisely this hidden pressure that has played an important role in paralyzing the Commission in the past few years. Decisions about the ultimate safety objective in the regulatory program, and about the expansion or reduction of our country's reliance on nuclear power—decisions which inevitably **involve a balancing of the risks against the benefits of this technology should ultimately be made by the Executive and Congress, as a part of the Nation's overall strategic energy policy.**
- Page 151-152: Finally, we think **it is time for the NRC to strive to establish a substantive risk objective for nuclear power plants, a clear guideline as to "how safe is safe enough."** In the early years of the commercial nuclear program, we did not have enough experience to estimate risk accurately. There are still large uncertainties involved in applying risk assessment methods. But today, with more evidence from actual operations and from research, and with more sophisticated risk analysis methods, it may be possible to envision establishing quantitative risk standards with at least a reasonable chance of analyzing reactor design and operation against them.

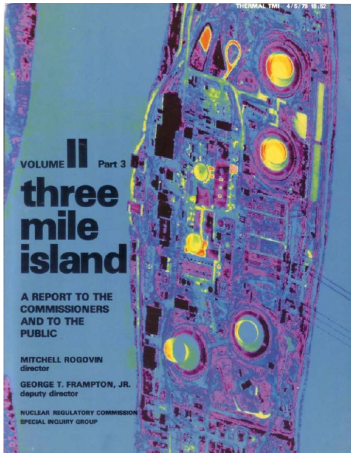
- (Page 23, VOLUME II Part 1) 「安全目標がないこと」がNRCの組織的な問題に起因され、安全目標の必要性及び規制要求へリスク評価の活用が提言された。

- (問題点) Page 23: There is a lack of policy direction and guidance from the NRC to the staff. The system **does not have well defined regulatory objectives**, and **no "Acceptable Risk" goal** has been established as policy.
- (提言) Page 24: A statement of regulatory objectives should be developed including **policy on risk objectives** and methods ... in licensing and regulatory actions. The importance of WASH-1400 techniques should be emphasized ...
- (提言) Page 105:
 1. **Rational risk objectives** should be established and approved by **Congress. NRC must present these objectives** to the regulated industry and the public through a rational policy that will generate acceptance, respect, and cooperation from all parties.
 2. Current requirements should be reevaluated using the best available risk assessment techniques, ... New or modified requirements should be expressed in the Standard Review Plan as the minimum acceptance criteria required for public health and safety at a given time.
 3. An explicit rationale, which is as quantitative and objective as possible, should be established for the evaluation of proposed new safety requirements against the criteria "substantial additional protection required for public health and safety."

背景 2 : TMI事故に対するNRCが設置したロゴビン委員会の報告書 (2/2)

(VOLUME II Part 3) 最上級の安全目標が原子力法により提示された。TMIの前後に、定量的な安全目標の策定と安全評価におけるPRAの利用について、原子力技術者と科学者の間だけではなく、マネージャーの間でも流行した。Lewisレポート (WASH-1400のレビュー) により、正しいリスク情報の利用方法が解明され、安全目標が知識的で均衡した (Informed & Balanced) 意思決定に有効的。

- Page 1216: Accordingly, and without surprise, **the Act of 1954 cited safety objectives** only in terms of "common defense and security [and] adequate protection to the health and safety of the public."
- Page 1228: Safety Management Factors Germane: Finally, considerable discussion had preceded TMI and was resurrected afterwards about establishing **quantitative safety goals** or otherwise using numerical approaches to safety analysis. This has been **in fashion among engineers and scientists and, in recent years, among managers as well** ... Nevertheless, it is a serious question when it comes to requirements and their enforcement.
- Page 1228: The Rasmussen report was a monumental effort to sort these things out. The Lewis Report was even better in that it brought realism to the value of statistical analysis as applied to nuclear power reactors. It properly discouraged looking at absolute risk and attempts to quantify the unquantifiable ... Perhaps the Lewis Report's most important lesson to the TMI postaccident machinations about quantitative approaches to safety is its declaration of the difference between the perceived level of acceptable risk and an objective estimation of risk. That perception in turn hangs heavily on the credibility of the NRC ... **In circumstances ... where there are methods and a growing body of data to quantitatively analyze and measure performance parameters, the quantitative goal is a powerful tool in providing informed, balanced decisions.**



背景 3 : TMI事故に対するNRCのアクションプラン

安全目標は、エネルギー戦略のための原子力正当化や規制の効率化へ資することが明記された。

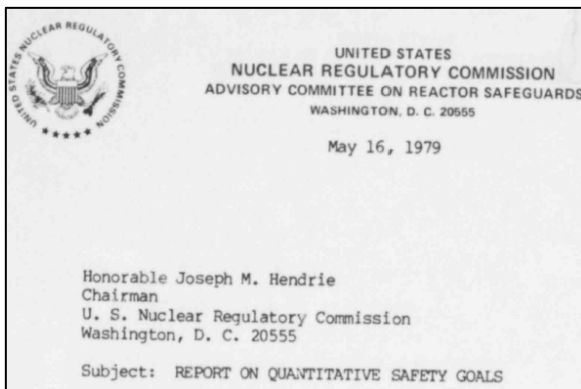
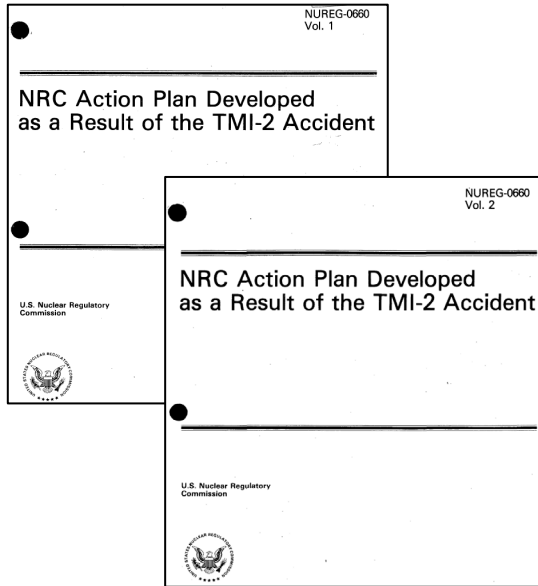
NUREG-0660, NRC Action Plan Developed as a Result of the TMI-2 Accident (1980)

- **NRC Action:** Expand research on quantification of safety decision-making. The purpose of this task is to proceed toward better quantification of safety objectives, including -safety-cost tradeoffs.
- (原子力利用の正当化へ資する) How Safe is Safe Enough? Decisions about **the ultimate safety objective** in the regulated program and about the expansion or reduction of our country's reliance on nuclear power should be made **by the Executive and Congress as part of our national energy strategy**.
- (規制の効率化へ資する) The plan also contains actions to be taken by the Commission to revise present policies, procedures, and organization to **more effectively accomplish the mission of the agency**. These include articulation of a **safety goal or safety policy objective**, evaluation of the licensing process to reduce delays but permit reasonable review and appeal, ...
- (規制要求におけるバックフィットへ資する) **Safety Goal for Reactor Regulation**. The Commission should undertake with the staff the development and articulation of clear criteria to define the basic safety goal for nuclear power plant regulation. Definitive policy guidance should also be developed regarding the threshold for **backfitting of new requirements to existing plants**.

安全目標は、規制判断に資するものである。

ACRS Report on Quantitative Goals (1979):

- This could be helpful, for example, in developing criteria for NRC actions concerning operating plants. The ACRS recognizes the difficulties and uncertainties in the quantification of risk and understands that in many situations engineering judgment will be the only or the primary basis for a decision. Nevertheless, the ACRS believes that the existence of quantitative safety goals and criteria can provide important yardsticks for such judgment.
- The ACRS believes that such NRC goals and criteria should be proposed for comment, not only by the public but by the Congress. Ultimately the Congress should be asked to express its views on the suitability of such goals and criteria in relation to other relevant aspects of our technological society, such as large dams, and manufacturing, storage, or disposal facilities for hazardous chemicals.



I. 米国NRCの1986年安全目標政策声明の目的と範囲

目的

- TMI事故に関する大統領委勧告に対する回答で、NRCは
 - 「安全フィロソフィー」と「NRCの安全決定における安全とコストのトレードオフの役割」に関する明確な政策声明を持って前進する用意がある。

it was prepared to move forward with an explicit policy statement on safety philosophy and the role of safety-cost tradeoffs in the NRC safety decisions.

➤ 規制プロセスの改善

現在の規制慣行は、適切な防護Adequate Protectionという法要件を満たしていると信ずる。しかし、現在の慣行を改善する余地がある。この改善により、下記を達成可能。

- より首尾一貫した整合性のある規制 (a more coherent and consistent regulation)
- より予測可能な規制プロセス (a more predictable regulatory process)
- 規制基準に対する国民の理解 (a public understanding of the regulatory criteria that the NRC applies)
- 原子力発電所の安全に対する国民の信頼 (public confidence in the safety of operating plants)

➤ リスクを受容する側のコンセンサスの形成

この政策声明は、原子力発電所が公衆の健康と安全に及ぼすリスクのレベルについて、産業界が努力すべきとする委員会の見解を表明するものである。

This statement of NRC safety policy expresses the Commission's views on the level of risks to public health and safety that the industry should strive for in its nuclear power plants.

範囲

- 政策声明の目的は、原子力発電所の運転によって公衆に課される可能性のある放射線リスクの許容レベルを広く定義する目標を設定することである。
- 政策声明には、通常運転のリスクだけでなく、事故によるリスクも含まれている。

II. & III. 定性的安全目標と定量的目標

➤ 委員会が議論しているのは「許容可能なリスク」であり、「許容可能な死亡」ではない。

- The Commission wants to make clear that no death attributable to nuclear power plant operation will ever be “acceptable” in the sense that the Commission would regard it as a routine or permissible event. [The Commission is discussing acceptable risks, not acceptable deaths.](#)

➤ 二つの定性的安全目標 Qualitative Safety Goals :

- ① 原子力発電所の運転により個人の生命と健康に有意なリスクの増加をもたらさない。
- ② 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、他の発電技術によるリスクと同等又は以下とし、他の社会的リスクに有意な増加をもたらさない。

- Individual members of the public should be provided a level of protection from the consequences of nuclear power plant operation such that individuals bear no significant additional risk to life and health.
- Societal risks to life and health from nuclear power plant operation should be comparable to or less than the risks of generating electricity by viable competing technologies and should not be a significant addition to other societal risks.

➤ 二つの定量的目標 Quantitative Objectives (一般に、定量的健康目標 QHOs と呼ばれる):

- ① 原子力発電所近傍(敷地境界から1マイルまで)の平均の個人に対する、原子炉の事故により生じるかもしれない急性死亡リスクは、米国民の他の事故による急性死亡リスクの総和(約 5×10^{-4} /年)の0.1%を超えない($< 5 \times 10^{-7}$ /年)。
- ② 原子力発電所近傍(敷地境界から10マイルまで)の住民に対する、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、全ての他の原因によるガン死亡リスクの総和(約 2×10^{-3} /年)の0.1%を超えない($< 2 \times 10^{-6}$ /年)。

- The risk to an average individual in the vicinity of a nuclear power plant of prompt fatalities that might result from reactor accidents should not exceed one-tenth of one percent (0.1 percent) of the sum of prompt fatality risks resulting from other accidents to which members of the U.S. population are generally exposed.
- The risk to the population in the area near a nuclear power plant of cancer fatalities that might result from nuclear power plant operation should not exceed one-tenth of one percent (0.1 percent) of the sum of cancer fatality risks resulting from all other causes.

参考資料 : ①村松健, 確率論的リスク評価と安全目標の概要, 2024年8月1日, 第1回安全目標に関する検討委員会;
 ②NUREG-1860, Feasibility Study for a Risk-Informed and Performance-Based Regulatory Structure for Future Plant Licensing. Appendix D. Derivation of Risk Surrogates for LWRs (2007);
 ③経済産業省, 各国(日本、米国、英国、仏国)における確率論的リスク評価の活用状況, 総合資源エネルギー調査会, 平成27年1月

IV. 不確かさの扱い

- PRA手法とPRAのデータに大きな不確かさが存在するため、定量的安全目標は**ねらい(Aiming points)**またはパフォーマンスの**めやす(Numerical benchmarks of performance)**として見なされるべきであり、既存の規制要件の代替要件ではない。
 - Because of the sizable uncertainties still present in the methods and the gaps in the data base—essential elements need to gauge whether the objectives have been achieved—the quantitative objectives should be viewed as aiming points or numerical benchmarks of performance. ... The quantitative health effects objectives are not a substitute for existing regulations.
- 不確かさは、意思決定の定量的な方法から起因ではなく、定量化の過程によって目立たせられた。そのような定量化の実践により、重要な不確かさがよく知られ、単純な決定論的な意思決定と比べると、一部の不確かさが低減された。
 - The Commission is aware that uncertainties are not caused by use of quantitative methodology in decisionmaking but are merely highlighted through use of the quantification process ... In fact, through use of quantitative techniques, important uncertainties have been and continue to be brought into better focus and may even be reduced compared to those that would remain with sole reliance on deterministic decisionmaking.
- 「リスク評価の平均値を用いて安全目標政策の実施」が採用されたが、**不確かさ評価が不可欠**であり、現象論の評価が必要。
 - The Commission has adopted the use of mean estimates for purposes of implementing the quantitative objectives of this safety goal policy (i.e., the mortality risk objectives). ... Use of mean estimates does not however resolve the need to quantify (to the extent reasonable) and understand those important uncertainties involved in the reactor accident risk predictions.
- 確率論的な結果は、決定論的な評価と通して合理的にバランスしたり、支援を受けたりするべきであり、**深層防護が礎石**。 → リスク情報を活用した総合的な意思決定
 - The probabilistic results should also be reasonably balanced and supported through use of deterministic arguments ... This defense-in-depth approach is expected to continue to ensure the protection of public health and safety.

V. 規制の実施に関するガイドライン

- 委員会は、規制判断にQHOsを用いることを承認。規制及び規制変更に関する規制決定に関し、安全目標は、その適切性を判断するための有用なツールである。
 - The Commission approves use of the qualitative safety goal, including use of the quantitative health effects objectives in the regulatory decisionmaking process. The Commission recognizes that the safety goal can provide a useful tool by which the adequacy of regulations or regulatory decisions regarding changes to the regulations can be judged.
- プラントの安全水準と安全目標政策との一貫性を判断するため、**具体的な性能目標ガイドライン**を開発することが必要。「環境への大規模放出の平均頻度は 10^{-6} /年以下とすべきである」と更なるスタッフの検討を求める。
 - However, in order to do this, the staff will require **specific guidelines** to use as a basis for determining whether a level of safety ascribed to a plant is consistent with the safety goal policy ... It is currently envisioned that this guidance would address matters such as plant **performance guidelines, indicators for operational performance, and guidelines for conduct of cost-benefit analyses** ... Consistent with the traditional defense-in-depth approach and the accident mitigation philosophy requiring reliable performance of containment systems, the overall mean frequency of **a large release of radioactive materials to the environment** from a reactor accident should be less than **1 in 1,000,000 per year** of reactor operation.
- 安全目標とその実施のための性能目標ガイドラインは、NRCの規制の代替品ではなく、許認可に関する意思決定の唯一の根拠でもない。そのガイドラインを実施する際、有用な情報を抽出できれば、**意思決定の1つの参考因子**になるかもしれない。
 - ... not meant as a substitute for NRC's regulations ... from complying with regulations. Nor are the safety goals ... meant to serve as a sole basis for licensing decisions. ... it may be considered as **one factor in the licensing decision**.

安全目標政策声明に添えられたNRC委員の見解

Asselstine委員

70年代から、産業界は「How safe is safe enough?」の回答を要求。

... safety standards were developed or modified with a general trend toward stricter requirements. Thus, in the early 1970's, the industry demanded to know "how safe is safe enough."

ALARAを目標として支持したが、性能目標のガイドラインは、その適切な妥協案となっている。性能目標が原子炉の安全運転と原子力利用の正当化への重要性を言及。

While I have **previously supported an objective of reducing the risks to an as low as reasonably achievable level**, the general performance guideline articulated in this policy is a suitable compromise. ... Achieving such a standard coupled with the containment performance objective given above would go a long way toward ensuring that the operating reactors successfully complete their useful lives and that the nuclear option remains a viable component of the nation's energy mix.

安全性向上に関する意思決定に重要な役割を果たす「費用便益分析」について、政策声明にその記述が欠如。

I believe it is long overdue for the Commission to decide the appropriate way to conduct cost-benefit analyses. The Commission's own regulations require these analyses, which **play a substantial role in the decisionmaking on whether to improve safety**. Yet, the Commission continues to postpone addressing this fundamental issue.

既存炉が既に達成した目標を念頭に置いて策定されたが、将来炉の安全性が改善されるため、その安全目標を別途に定めるべき。

This safety goal policy statement has been developed with a steady eye on the apparent **level of safety already achieved** by most of operating reactors. Given the performance of the current generation of plants, I believe a safety goal for these plants is not good enough for the future. This policy statement should have had a **separate goal that would require substantially better plants for the next generation**.

Bernthal委員

利用の正当化： 10^{-4} との炉心損傷頻度を設定できないと、今世紀中に原子力利用への信用を失うだろう。

The issue today is not so much calculated risk; the issue is public acceptance and, consistent with the intent of Congress, preservation of the nuclear option. For today's population of reactors, that implies a probability for severe core damage of **10^{-4} per reactor year**; ... If the Commission fails to set (and realize) this objective, then **the nuclear option will cease to be credible** before the end of the century. ... it is also the clear intent of Congress that the Commission, if possible, regulate in a way that preserves **rather than jeopardizes the nuclear options**.

0.1%との基準値について：①プラント周囲の人口密度との依存性；②設定が恣意的であり、自然被曝の平均変動と統計的に関連するより合理的な基準を検討すべき。

The absence of such explicit **population density considerations** in the Commission's **0.1 percent goals** for offsite consequences deserves careful thought ... I am further concerned by the arbitrary nature of the 0.1 percent incremental "societal" health risk standard adopted by the Commission, a concept grounded in **a purely subjective assessment** of what the public might accept. The Commission should seriously consider a more rational standard, tied statistically to the average variations in natural exposure to radiation from all other sources.

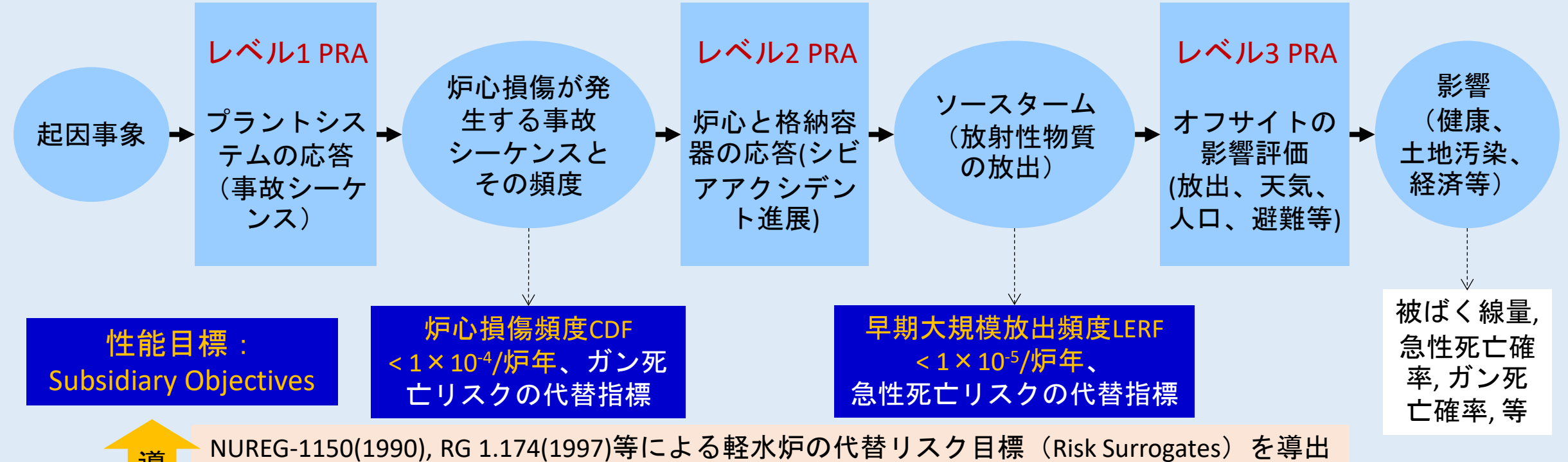
安全とコストのトレードオフについては何も触れていない。たとえば、規制活動のCBAに\$1000/person-remとの標準の適切性の問題が存在。

It contains nothing at all on the subject of "'safety-cost' tradeoffs in NRC safety decisions." For example, **is \$1000 per person-rem an appropriate cost-benefit standard** for NRC regulatory action?

紹介：性能目標（CDFとLERF）と確率論的リスク評価（PRA）

参考資料：<https://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/risk-informed/pr.html>

安全目標の規制上の実施: 性能目標ガイドラインの開発、規制ガイドの整備（リスク情報を活用した許認可ベースの変更 RG1.174、PRAの適合性確認RG1.200、PRAの不確かさ評価NUREG-1855、等）



1986年安全目標政策声明

定量的健康目標 (QHOs) : $\Delta Risk < 0.1\%$ ⇒ ガン死亡リスク $< 2 \times 10^{-6}$ /年と急性死亡リスク $< 5 \times 10^{-7}$ /年

定性的安全目標：原子力発電所の運転により、個人と社会に有意なリスクの増加をもたらさない

米国NRCの安全目標の構造と目的

1986年安全目標政策声明

階層構造

- 定性的安全目標 Qualitative Safety Goals
- 定量的目標 Quantitative Objectives,
Quantitative Health Effects Objectives (QHOs)

技術に依らない
Technology-neutral

- 性能目標 Subsidiary Objectives

規制で使うための目標、QHOsに適合するかを判断するための目安。例えば、炉心損傷発生頻度（CDF）等の指標で表現。

技術に依る
Technology-specific
性能目標：世代により異なる。
安全設計の改良を反映。

総合的な意思決定：PRAの不確実さの取扱いと深層防護

➤ 目的（二面性*）

1. 規制の合理化・一貫化という規制当局に向いている面：規制のプロセスの改善
2. 許容リスクを定めるという公衆に向いている面：リスクを受容する側のコンセンサスの形成

安全目標政策の実施と緊密に関連するバックフィットルール

佐藤一男、米国における「安全目標」の動向とその意義、日本原子力学会誌 Vol25(4):253-257 (1983)

安全研究の急速な進展などに伴って、規制上の各種要求も変化しているが、これを既設のプラントにバックフィットすべきか、どのような代替手段が認められるべきか、などの問題が生じており、これに対して明確な判断を下すための共通の基準ないしめやすの必要性が次第に強く感じられるようになって来た。

(第2部でバックフィットルールの詳細と安全目標の関係を説明する。)

米国NRC : SECY-89-102 and related documents

- Subject: **IMPLEMENTATION OF SAFETY GOAL POLICY**
- Purpose: To propose a general framework and plans for Safety Goal Policy Implementation by the staff. The proposed plans are **intimately associated with implementation of the recently revised Backfit Rule, 10 CFR 50.109**, particularly with respect to determinations of **substantial increases in the overall protection** of public health and safety. Also discussed is the related matter of adequate protection of public health and safety.
- Others: In formulating the “safety goal” policy, the Commission indicated that it believed that current regulatory practice **ensured compliance with the basic statutory standard of adequate protection**; but the Commission also believed that current practices could be improved to provide a better means for testing the adequacy of current requirements and the possible need for additional requirements. In establishing this policy, the Commission adopted two qualitative safety goals that are supported by two quantitative health effects objectives for use in the regulatory decision making process.

用語定義：Backfit（バックフィット）

10 CFR § 50.109 Backfitting.

Backfitting is defined as

(1) the modification of or addition to

- systems, structures, components, or design of a facility; or
- the design approval or manufacturing license for a facility; or
- the procedures or organization required to design, construct or operate a facility;

and

(2) may result from

- a new or amended provision in the Commission's regulations or
- the imposition of a regulatory staff position interpreting the Commission's regulations that is either new or different from a previously applicable staff position

and

(3) effective after specific dates keyed to the effective date of the backfit rule

Source:

(1) USNRC, NUREG-1409 Backfitting Guidelines (1990)

(2) <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part050/part050-0109.html>

[53 FR 20610, June 6, 1988, as amended at 54 FR 15398, Apr. 18, 1989; 72 FR 49504, Aug. 28, 2007; 89 FR 57720, Jul. 16, 2024]

既存不適格制度と対照的なのが、最新の技術的知見を技術基準に取り入れ、許可済みの施設にも新基準への適合を義務づけるバックフィット制度である。

出典：宇賀克也
行政法概説I 行政法総論〔第8版〕，22ページ，2023年

バックフィットは、新たな知見に対応する手段の一つであり、法令及び規制基準の改正等により新たな知見を規制に反映し、その新たな規制を既存の施設にも適用することをいう。その目的は、新たな知見を迅速かつ柔軟に規制に反映し、災害の防止のために施設が最低限達成すべき安全上の水準を向上することで、規制の継続的な改善を行い、もって継続的な安全性向上を実現することにある。

出典：原子力規制委員会 バックフィットに係る基本的な考え方 令和4年11月30日

バックフィットルール（10 CFR 50.109）の策定経緯

年	安全目標	バックフィットルール10 CFR 50.109に関する主要な経緯
1970		NRCが原子炉のバックフィット・安全性向上に関するルールを策定、10 CFR 50.109
1979	NRCはACRSに定量的な安全目標策定に向けたアプローチ案の開発を要請	
1980	NRC安全目標開発計画公表	
1981	NRC安全目標討論用資料公表 安全目標検討のワークショップ開催	NRCがバックフィット制度の改善を開始 当時の背景：The industry maintains that backfitting has contributed to high nuclear power plant costs and, in some cases, little, if any, additional safety benefits. It contends that NRC has allowed its staff to arbitrarily impose backfits without a justifiable basis in improved safety, security, or environmental protection; this, in turn has resulted in uncertainty, confusion, and unnecessary additional costs to utilities. Both the Private Sector Survey and DOE have identified backfitting as the primary area of nuclear regulation in need of reform.
1982	「安全目標政策声明案」官報掲載	
1983	「安全目標政策声明改定案及び試行評価計画」官報掲載	
	⇕ 2年間の試行実施	
1985	安全目標評価グループ報告書、試行評価報告書	「The 1985 Backfit Rule」官報掲載
1986	「安全目標政策声明」官報掲載	訴訟 Union of Concerned Scientists (UCS) v. U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC) United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit
1987		
1988		「The 1988 Backfit Rule」官報掲載

参考資料: (1) GAO Report to the Congress (GAO/RCED-86-27), Process for Backfitting changes in nuclear plants has improved (1985)
(2) USNRC, NUREG-1409, Backfitting guidelines (1990)

米国NRCのバックフィットルールとその実施手順

- 「Adequate Protection」に係る追加規制活動：追加の分析が不要で、コストと関係なく、**直接（強制）**に施行するのが特徴。
- 「Adequate Protection」を超えた追加規制活動：**費用便益分析**を含むバックフィット分析を経由し、その必要性と現実性を示した後、施行や不施行を判断するのが特徴。

§ 50.109 Backfitting.

(a) (1) 定義、対象となる許認可等

(2) (a)(4)の場合を除き、委員会は、課そうとしているバックフィットについて、(c)項に従って**体系的かつ文書化された分析**を必要とする

(3) (a)(4)の場合を除き、その分析に基づき、委員会は、以下のとおり決定する場合に限り、バックフィットする。公衆の健康・安全又は共同防衛・セキュリティの**防護が実質的に向上し、直接又は間接的コストがこの向上した防護の観点から正当化される**

(4) バックフィット分析が不要（安全性上非常に重要な項目に対して3つの例外）で、バックフィットを**直接（強制）**に施行する条件

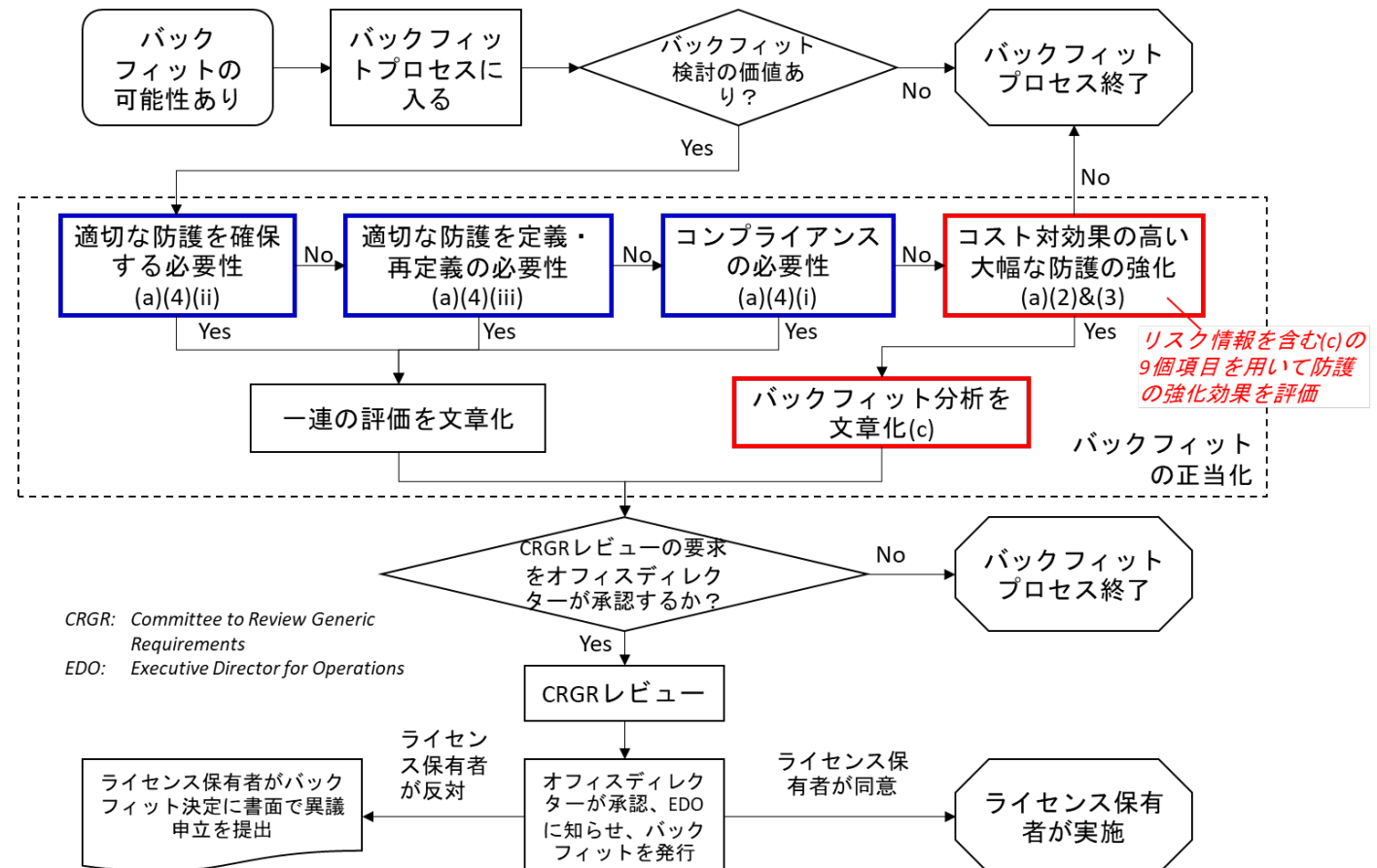
(i) **コンプライアンスに係る項目**：compliance with a license or the rules or orders of the Commission, or into conformance with written commitments

(ii) **Adequate protectionの確保に係る項目**：to ensure that the facility provides adequate protection

(iii) **Adequate protectionの定義と再定義に係る項目**：defining or redefining what level of protection

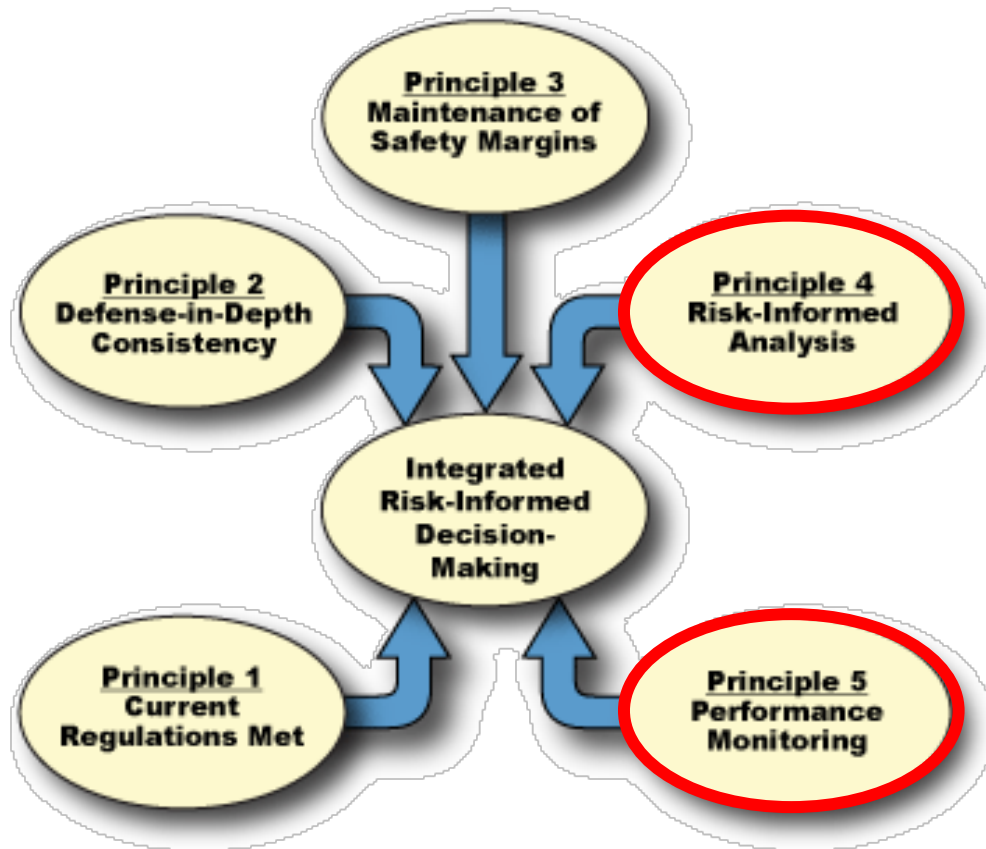
(b) ...

(c) ...



用語定義：RIPB（リスク情報を活用したパフォーマンス・ベース）規制

NRCの五つ原則に基づくRIPB規制⁽¹⁾



RIPB規制の定義⁽²⁾

リスク情報を活用したパフォーマンス・ベース（RIPB）規制とは、リスクに関する洞察、工学的分析と判断（防御の多重性や安全余裕の組み込みを含む）、およびパフォーマンス記録を利用して、下記の5つを目的とした規制のアプローチである。

(1) **最も重要な活動**に焦点を当てること、(2) パフォーマンスを評価するための**客観的な基準**を確立すること、(3) システムおよびライセンシーのパフォーマンスを監視するための測定可能または計算可能なパラメータを開発すること、(4) 確立されたパフォーマンス基準を満たす方法を決定する**柔軟性**を提供し、改善された結果を奨励し、報奨すること (5) **結果**を規制上の意思決定の主要な根拠とすること。

A risk-informed, performance-based (RIPB) regulation is an approach in which risk insights, engineering analysis and judgment (including the principle of defense-in-depth and the incorporation of safety margins), and performance history are used, to (1) focus attention on **the most important activities**, (2) establish objective criteria for evaluating performance, (3) develop measurable or calculable parameters for monitoring system and licensee performance, (4) provide **flexibility** to determine how to meet the established performance criteria in a way that will encourage and reward improved outcomes, and (5) focus on the **results** as the primary basis for regulatory decision-making.

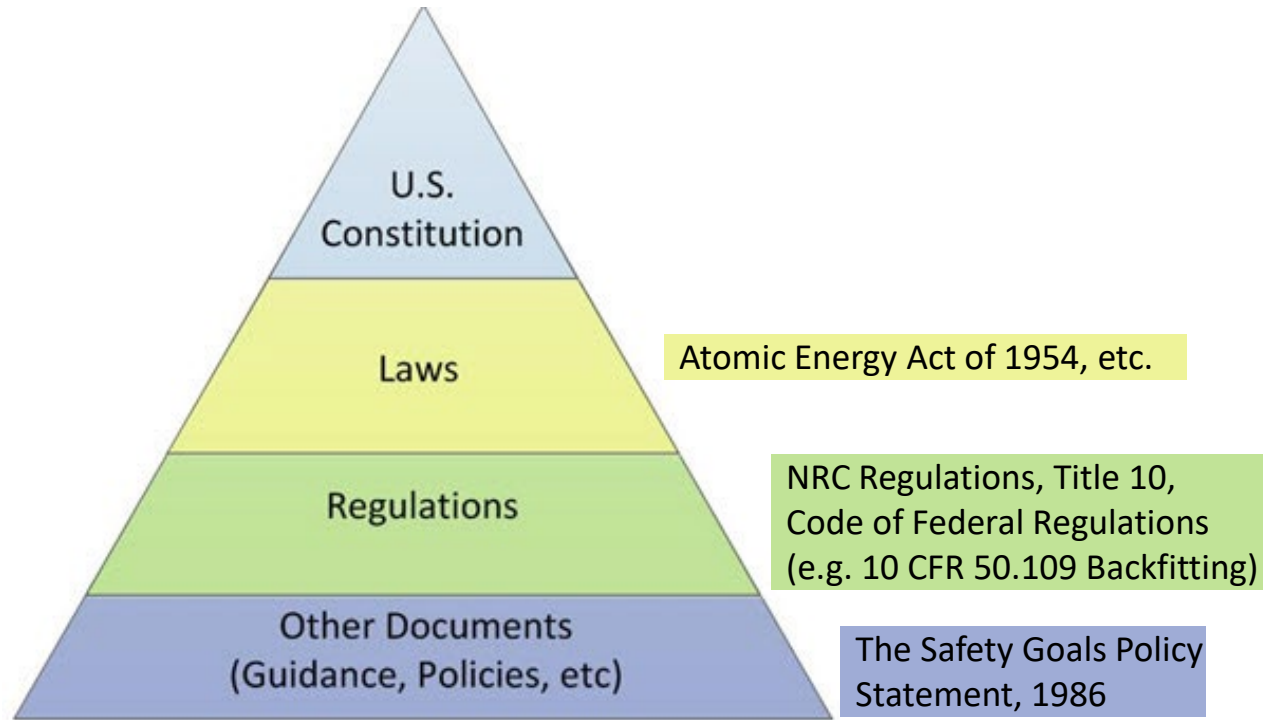
参考資料: (1) Risk and Performance Concepts in the NRC's Approach to Regulation <https://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/risk-informed/concept.html>

(2) SECY-98-144, White Paper on Risk-informed and Performance-based Regulation

安全目標の実施とRisk-Informed Performance-Based (RIPB) Regulation

年	事項	内容
1986	「安全目標政策声明」官報掲載	
1988	「バックフィットのファイナルルール10 CFR 50.109」官報掲載	
1989	SECY-89-102	安全目標の実施 (Implementation of Safety Goal Policy)
1995	「PRA政策声明」官報掲載	原子力規制活動における確率論的リスク評価手法の使用
1998	RG 1.174	プラント固有の許認可ベースの変更に關するリスク情報を活用する意思決定にPRAを用いるアプローチ (安全目標とリスク情報活用により、自主的安全性向上に産業界のインセンティブを維持できる規制枠組み)
	RG 1.175	プラント固有のリスク情報を活用した意思決定：供用期間中試験 (IST: In-Service Testing)
	RG 1.176 (2008年に撤回)	プラント固有のリスク情報を活用した意思決定：グレーデッド品質保証(Graded QA: Quality Assurance)
	RG 1.177	プラント固有のリスク情報を活用した意思決定：技術仕様(Technical Specification)
	RG 1.178	プラント固有のリスク情報を活用した意思決定：パイプの供用期間中検査(ISI: In-Service Inspection)
1999	SECY-98-144	RIPB規制のホワイトペーパー：White Paper on Risk-Informed and Performance-Based Regulation
	10 CFR 50.65	メンテナンスルールを改定 (保守作業の実施前に、作業に伴うリスクの増分を評価し、管理することを追加)
2000	SECY-00-0049	原子炉監視プロセスROP: Reactor Oversight Process (性能指標PI; 重要度評価プロセスSDPIにリスク増分 Δ CDF/ Δ LERFを活用)
2004	10 CFR 50.48	火災防護：NFPA 805を遵守するためリスク情報を活用したパフォーマンス・ベースの方法を活用 (4) Risk-informed or performance-based alternatives to compliance with NFPA 805.
	10 CFR 50.69	リスク情報を活用したSSCの分類 (1997年South Texas Projectのグレーデッド品質保証の実施に、Environmental Qualificationにより要求された多数のSSCsがLow Safety-significant or non-risk-significantに再分類 → 規制の改定)
2007	RG 1.200	リスク情報を活用したアクティビティのためのPRA結果の技術的適切性確保する方法 An Approach for Determining the Technical Adequacy Of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-informed Activities
2012	NUREG-2150	リスク管理の規制枠組みの提案 (A more comprehensive, holistic, risk-informed, performance based regulatory approach)
2019 ~ Present	<ul style="list-style-type: none"> The NEIMA Act 10 CFR Part 53 Draft 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力エネルギー革新・近代化法 (Nuclear Energy Innovation and Modernization Act) 革新炉(非軽水炉)の規制10 CFR Part 53 Risk-Informed, Technology-Inclusive Regulatory Framework for Advanced Reactors

第1部のまとめ



Source: U.S. Government Structure, U.S. Department of Health & Human Services
<https://www.phe.gov/s3/law/Pages/default.aspx>

- 米国NRCにおける1986年安全目標政策声明の策定背景とその概要を調べた。
- 安全目標の目的に、二面性がある。
 - 許容リスクを定めるという公衆に向いている面：リスクを受容する側のコンセンサスの形成
 - 規制の合理化・一貫化という規制当局に向いている面：規制のプロセスの改善
- 米国NRCの安全目標は、バックフィットルール（10 CFR 50.109）の施行に重要な判断基準の1つになっており、NRCのRIPB規制の基盤になっている。
- 安全目標の必要性を、価値、憲法、法律と規制の観点から、第2部で演繹的にその解明を試みる。

第2部（目次）：米国における原子力規制（防護の最適化を含む）の枠組み

- 安全目標の法的な根拠を演繹的に示す

利用の正当化：一般の福祉を増進するための原子力利用

General Welfare（米国憲法）

安全目標の二面性

- ① 規制の合理化・一貫化という規制当局に向いている面：
規制のプロセスの改善
(バックフィットルール、規制影響分析NUREG-0058)

- ② 許容リスクを定めるという公衆に向いている面：
リスクを受容する側のコンセンサスの形成

Adequate Protection

Cost-Benefit Analysis

Performance

Risk

Safety Goals (Qualitative Safety Goals, Quantitative Objectives, ...), PRA

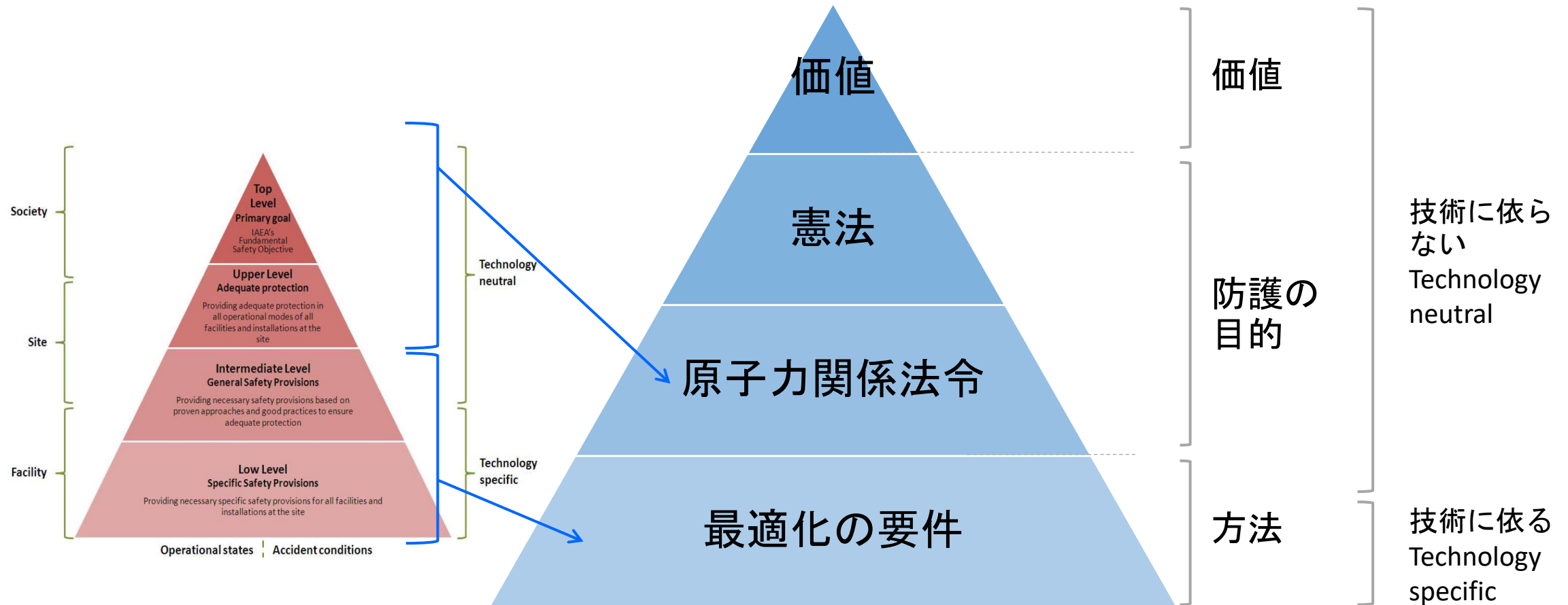
No Zero Risk

How Safe is Safe Enough?

ALARA/ALARP

IAEA-TECDOC-1874の安全目標階層構造と今回の比較との関係

「防護の最適化」と「規制の合理化」の意味を、価値や憲法の理念との関連で、捉え直すことを試みる。



安全目標の階層構造
(IAEA-TECDOC-1874)

防護の階層構造
(本検討)

用語定義：General Welfare（一般の福祉）

一般の福祉：社会全体の幸福と繁栄を指す。これには、公衆衛生、安全、道徳、平和などが含まれる

General welfare refers to the well-being and prosperity of society as a whole. This includes things like public health, safety, morals, and peace.

「What does “promote the general welfare” mean?」, The New Jersey Center for Civic Education, Rutgers University

アメリカ合衆国憲法 [前文]

われら合衆国の国民は、より完全な連邦を形成し、正義を樹立し、国内の平穏を保障し、**共同の防衛（Common Defense）**に備え、**一般の福祉（General Welfare）**を増進し、われらとわれらの子孫のために自由の恵沢を確保する目的をもって、ここにアメリカ合衆国のためにこの憲法を制定し、確定する。

日本国憲法 第十三条

第十三条 すべて国民は、個人として尊重される。**生命、自由及び幸福追求**に対する国民の権利については、**公共の福祉**に反しない限り、立法その他の国政の上で、最大の尊重を必要とする。

用語定義：Adequate Protection（適切な防護）

原子力施設の許認可を申請するにあたっては、公共の健康と安全に適切な防護を提供しなければならない。
「Adequate Protection」の意味の理解が重要である。

ATOMIC ENERGY ACT OF 1954 (1954年原子力法)

SEC. 182. LICENSE APPLICATIONS.

a. Each application for a license hereunder shall be ... the utilization or production of special nuclear material will be in accord with the common defense and security and will provide adequate protection to the health and safety of the public.

- There does not exist a generally applicable definition of "adequate protection" ...
- Congress established "adequate protection" as the standard (that) the Commission is to apply in licensing a plant ...
- What constitutes adequate protection can change over time as operating experience, technological understanding, significant events, and inspection findings are assessed. The NRC updates its requirements to reflect these assessments to satisfy the adequate protection mandate, which in turn enhances nuclear power plant safety.

Source: White Paper U.S. Approach to Enhancing Safety

米国の憲法と原子力関係法令におけるGeneral Welfareの追求

安全目標に関する議論は、General Welfareの追求のための「原子力利用の正当化」に資する

米国の憲法：General Welfareの促進・追及は、国家の目的

- Constitution of the United States:
We the People of the United States, in Order to form a more perfect Union, establish Justice, insure domestic Tranquility, provide for the **common defense**, promote the **general Welfare**, and secure **the Blessings of Liberty to ourselves and our Posterity**, do ordain and establish this Constitution for the United States of America.

原子力法 (AEA)：原子力エネルギーの開発、利用及び管理は、General Welfareに資するよう行うものとする

- The Atomic Energy Act (AEA) of 1954:
It is therefore declared to be the policy of the United States that— a. the development, use, and control of atomic energy shall be directed so as to make the **maximum contribution to the general welfare**, subject at all times to the paramount objective of making the maximum contribution to the common defense and security; and b. the development, use, and control of atomic energy shall be directed so as to promote world peace, **improve the general welfare, increase the standard of living, and strengthen free competition in private enterprise.**

エネルギー再組織法 (ERA)：General Welfareのため、効果的な行動をとることが必要であり、エネルギーにおいて自給自足を達成し、環境保護との目標を前進させ、公衆の健康及び安全を確保するために、それも必要

- The Energy Reorganization Act (ERA) of 1974:
SEC. 2. (a) The Congress hereby declares that the **general welfare** and the common defense and security require effective action to develop, and increase the efficiency and reliability of use of, all energy sources to meet the needs of present and future generations, to increase the productivity of the national economy and strengthen its position in regard to international trade, to make **the Nation self-sufficient in energy**, to **advance the goals of restoring, protecting, and enhancing environmental quality, and to assure public health and safety.**

原子力法と基本の規制原則によるAdequate Protectionの要求

General Welfareの追求及び利用正当化のため、「Adequate Protection」の提供が必須である。しかし、それを定義するのが困難だったため、バックフィットルールの策定においてそれが訴訟の焦点となった。

- 原子力法「The Atomic Energy Act (AEA) of 1954」 :
 Section 182 (a): the utilization or production of special nuclear material will be in accord with the common defense and security and will provide **adequate protection** to the health and safety of the public.
 (注 : Known as the “adequate protection” standard or the “no undue risk” standard)
- 米国NRCのミッション :
 The NRC licenses and regulates the Nation's civilian use of radioactive materials to provide **reasonable assurance of adequate protection*** of public health and safety and to promote the common defense and security and to protect the environment.
*Interpretation affirmed in 1961 Supreme Court decision: Power Reactor Development Co. v. Electricians, 367 U.S. 396 (1961)
- 米国エネルギー省「U.S. Department of Energy (USDOE)」 :
 - ✓ DOE Policy 420.1, Nuclear Safety Policy
 It is the policy of the Department of Energy to design, construct, operate, and decommission its nuclear facilities in a manner that ensures **adequate protection of workers, the public, and the environment.**
 - ✓ 10 CFR Part 830—Nuclear Safety Management
 Nuclear Safety Management (10 CFR Part 830), provisions which are intended to provide **adequate protection** of the public health and safety.

「Adequate Protection : 適切な防護」の意味について

Federal Register 53(108)

1988年バックフィットファイナルルール

- Adequate protectionを言及 : 105回
- Adequate protectionの節 : 3ページ以上(全部9ページ)

<p>NUCLEAR REGULATORY COMMISSION</p> <p>10 CFR Part 50</p> <p>Revision of Backfitting Process for Power Reactors</p>	<p>amended rule which governs the backfitting of nuclear power plants. This action is necessary in order to have a backfit rule which unambiguously conforms with the August 4, 1987 decision of the U.S. Court of Appeals for the District of Columbia in <i>Union of Concerned Scientists, et al., v. U.S. Nuclear Regulatory Commission</i>. This action is intended to clarify when economic costs may be considered in backfitting nuclear power plants.</p>
<p>AGENCY: Nuclear Regulatory Commission.</p> <p>ACTION: Final rule.</p>	<p>EFFECTIVE DATE: July 6, 1988.</p>
<p>SUMMARY: The Nuclear Regulatory Commission is promulgating an</p>	

Adequate protection : 適切な防護

- No undue riskと同義
- 委員会がコンプライアンスに基づく判断 :
 - Presumptively assured by compliance with the regulations and other license requirements
 - ... (don't require objective criteria for determining what level of protection is adequate), the Commission must fashion a series of case-by-case judgments ... can control and guide the Commission's exercise of the discretion granted it by Congress in precisely the way in which common-law precedents control and guide the common law judge's exercise of his or her judgment.

Federal Register / Vol. 53, No. 108 / Monday, June 6, 1988 / Rules and Regulations		20605
<p>"Adequate Protection"</p> <p>The great majority of the commenters raised issues about the rule's use of the phrase "adequate protection". This phrase is used in the rule's exception provisions. See § 50.109(a)(4). Generally, the rule requires, among other things, that it be shown for a given proposed backfit that implementation of the backfit would bring about a "substantial increase" in overall protection to public health and safety, and that the direct and indirect costs of the backfit are justified by that substantial increase. See § 50.109(a)(3). However, § 50.109(a)(4) also requires that these two standards not be applied in three situations:</p> <p>First, where the backfit is required to bring a facility into compliance with NRC requirements or the licensee's own written commitments:</p> <p>Second, where the backfit is necessary to ensure that the facility provides adequate protection to the health and safety of the public and is in accord with the common defense and security; and</p> <p>Third, as noted above, where the backfit involves defining or redefining</p>	<p>adequate protection. These views, differing in emphasis, reflect the two groups' opposite concerns about the possibility that the Commission would use the phrase "adequate protection" arbitrarily. UCS is concerned that the Commission might interpret the phrase "adequate protection" to refer to a level of safety such that every proposed improvement would be subjected to cost-benefit analysis. Conversely, the industry appears concerned that the Commission might interpret the phrase "adequate protection" to refer to a level of safety such that no proposed improvement would be subjected to cost-benefit analysis.</p> <p>The Commission certainly did not intend that this rulemaking should focus on the meaning of the phrase "adequate protection". The main point of this rulemaking was simply to negate the misimpression left by two statements in the preamble to the 1985 version of the backfit rule. UCS puts forward two grounds for its emphasis on the phrase "adequate protection". First, UCS asserts that "(t)he crucial decision as to whether cost benefit analysis will be used in assessing the need for</p>	<p>imprudent, and certainly nothing illegal, about decisions which ultimately turn on the application—by duly constituted authority and after full consideration of all relevant information—of phrases which are not fully defined. Consider, for instance, the "reasonable assurance" determination the Commission must make before issuing an operating license.⁴ Indeed, most of the Commission's rules and regulations are ultimately based on unquantified and, as we note below, presently unquantifiable ideas of what constitutes "adequate protection".</p> <p>Were there something peculiarly critical about the role of "adequate protection" in the backfit rule, the issue of the phrase's meaning could have been raised in the rulemaking for the 1985 rule. Two of the three exception provisions set out above were in the 1985 revision of the rule, where they used the equivalent phrase "undue risk" instead of "adequate protection". Also, as the Court in <i>UCS v. NRC</i> noted, 824 F.2d at 119, the statement of considerations which accompanied the 1985 version of the rule quite explicitly at least twice limited the consideration</p>

「Adequate Protection」が訴訟の焦点になったThe Backfit Rule (10 CFR 50.109)

- 1970年に、NRCが原子炉の“Backfitting”或いは“安全性向上”に関するルール(10CFR50.109)を策定。その後、判断基準の明確化のための規則改定が必要である(TMI: had not forced the NRC to "systematically consider" the "need for improvement of older plants"; the rule allowed the Commission to impose backfits indiscriminately, without regard to their real necessity or cost)との認識が高まった。
- 1985年に、NRCが改定規則を公表し、「...バックフィットに要する**直接及び間接コスト**の増加が、バックフィットを行なうことによるメリットに照らし、正当化されること」(an additional requirement that the benefits of the backfit justify its costs)とした。
- 1986年に、憂慮する科学者同盟(UCS: Union of Concerned Scientists)は、「原子力法の下では、NRCには、コストを考慮して規制上の(バックフィット)決定を行う権限は与えられていない」等と主張して、提訴。
- 1987年に、連邦控訴裁判所は、この訴えを部分的に認め・・・判決では、「**適切な防護**を図る上では**コストを考慮できない**が、それを超えた**「適切な防護を超えた追加の防護レベル」**を達成するために**コストを考慮しても良い**とされた。
- **1988年**に、NRCは、この判決の趣旨に沿って規則を再度改定し、Backfit Final Ruleを公表。UCSは再度訴訟を起こしたが、1989年7月25日に連邦控訴裁判所から改定規則の合法性を支持する判決が下された。

米国原子力法によるNRCの権限の2層構造

- 連邦控訴判例（1987年8月4日）は、原子力法の放射線防護システムを「2層構造」と表現している：
- 第1層（**第182条の義務層**）は、コストを考慮することなく「適切な防護（Adequate Protection）」を保証するもの。
 - 第2層（**第161条の裁量層**）は、コストと社会的便益を考慮した上で、「適切な防護を超えた追加の防護 “Extra-Adequate” Protection」を提供するもの。

考察：2層構造（Two-Tier Structure）のイメージ図

バックフィット

義務層Mandatory Tier

コストを考慮することを禁ずる

- The NRC is Prohibited from considering cost

Adequate Protection (AP)
適切な防護
(Section 182 of the AEA of 1954)

Ensuring Adequate Protection (AP) or
New requirements for re-defining AP

裁量層Discretionary Tier

費用便益分析を用いた判断

“Extra-Adequate” Protection
(Sections 161b, 161i of the AEA of 1954)

Objectives: QHOs, CDFs, LERFs, etc.

POST-FUKUSHIMA SAFETY ENHANCEMENTS RESOURCES

NRC Order on Mitigation Strategies (EA-12-049)
(<https://www.nrc.gov/docs/L1205/ML12054A735.pdf>)

NRC Order on Spent Fuel Pool Instrumentation (EA-12-051)
(<https://www.nrc.gov/docs/ML1205/ML12056A044.pdf>)

NRC Order for Containment Venting Systems (EA-13-109)
(<https://www.nrc.gov/docs/ML1314/ML13143A321.pdf>)

NRC Request for Information letter related to seismic, flooding and emergency preparedness
(<https://www.nrc.gov/docs/ML1205/ML12053A340.pdf>)

Post-Fukushima Safety Enhancements Resources
(<https://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/japan-dashboard.html>)

Recommendations for Enhancing U.S. Reactor Safety in the 21st Century: The Near-Term Task-Force Review of Insights from the Fukushima Dai-ichi Accident
(<https://www.nrc.gov/docs/ML1118/ML111861807.pdf>)

Resolution of Post Fukushima Tier 2, Tier 3, and Non Tiered Activities
(<https://www.nrc.gov/docs/ML1810/ML18101B396.pdf>)

NRC NTF: responding to the experience from 1F and ensuring AP

3つの指令は安全を「適切な防護」を確保するためであること（義務層）から、コストと関係なく、強制的に施行

原子力法第161条と費用便益分析（CBA）

バックフィットルールの策定において、適切な防護を超えた追加の防護に対して、原子力法のSection 161に遡って、ALARAと費用便益分析の考え方の根源を追究することができる。

- 下記の*との表現に、ALARAとの類似性がある：
 - ✓ may deem necessary + minimize danger
 - ✓ minimize danger to life or property + a cost standard

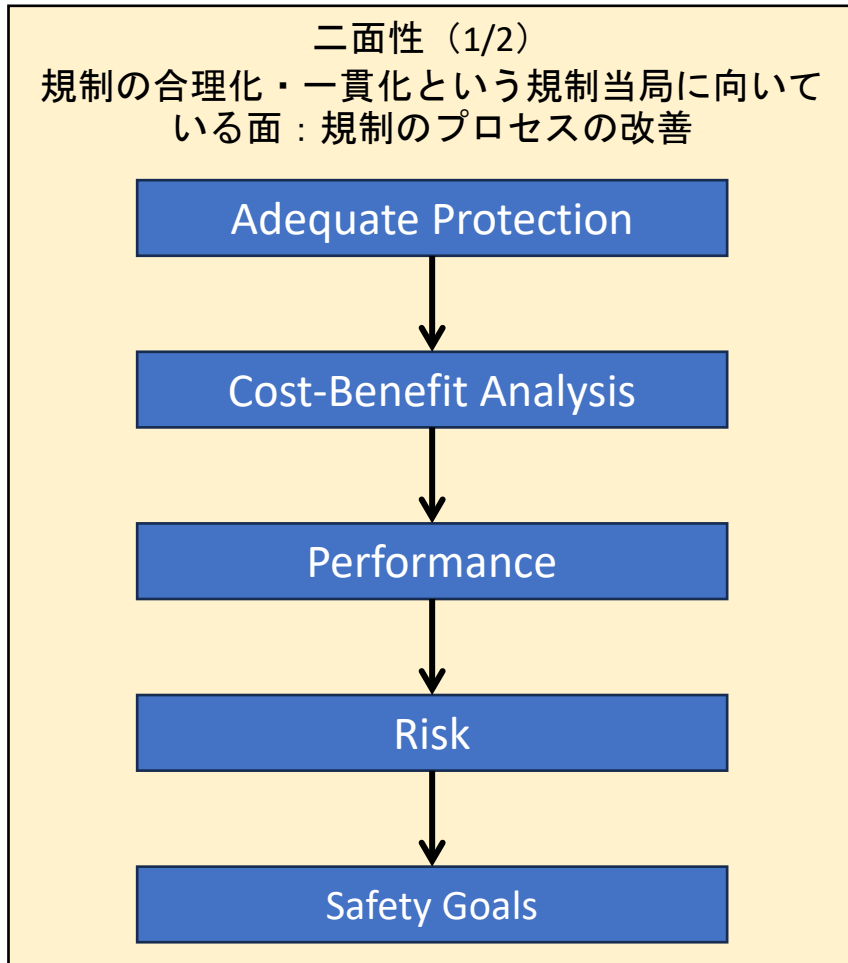
- 原子力法「The Atomic Energy Act (AEA) of 1954」：
 - ✓ 第161条 b. establish by rule, regulation, or order, such standards and instructions to govern the possession and use of special nuclear material, source material, and byproduct material as the Commission **may deem necessary or desirable*** to promote the common defense and security or to protect health or to **minimize danger*** to life or property
 - ✓ 第161条 i. prescribe such regulations or orders as it **may deem necessary*** (3) to govern any activity authorized pursuant to this Act, including standards and restrictions governing the design, location, and operation of facilities used in the conduct of such activity, in order to protect health and to **minimize danger*** to life or property.
- バックフィットルール「The Backfit Rule (Federal Register 53(18):20603-20611, 1988)」：
 - ✓ Page 20606: However, **adequate protection is not absolute protection or zero risk**. Hence safety improvements beyond the minimum needed for adequate protection are possible. The Commission is empowered **under section 161** of the Act to impose additional safety requirements not needed for adequate protection and to **consider economic costs** in doing so.
 - ✓ Page 20609: This follows directly from the Commission's power **under section 161** of the Atomic Energy Act, affirmed by the Court, to issue rules or orders to **"minimize danger to life or property*"**. If a proposed rule requires something more than adequate protection, applying **a cost standard*** to the proposed rule will not be introducing cost considerations into the setting of the adequate protection standard and is therefore permitted.

米国政府法令における規制の効率化のために費用便益分析の要求

規制策定にの費用便益の効果及びエージェンシーのパフォーマンス評価が、法令（1969年国家環境政策法と1993年政府業績成果法*）とレーガン大統領令により、要求された。

*法律名の出典：平成26年度会計検査院委託業務報告書、新日本有限責任監査法人「アメリカの政府業績成果現代化法（GPRAMA）等の運用から見た我が国の政策評価の実施及び会計検査」に関する調査研究

- **国家環境政策法「National Environmental Policy Act (NEPA) of 1969」**：
10 CFR 51.92: Supplement to the final environmental impact statement (EIS), (4) Include an analysis of the economic, technical, and other **benefits and costs of the proposed action**, to the extent that the final environmental impact statement prepared for the early site permit did not include an assessment of these benefits and costs;
- **レーガン大統領令「President's Executive Order 12291, issued by President Reagan on Feb 17, 1981」**：
Sec. 2. General Requirements. In promulgating new regulations, reviewing existing regulations, and developing legislative proposals concerning regulation, all agencies, to the extent permitted by law, shall adhere to the following requirements: (b) Regulatory action shall not be undertaken unless the potential benefits to society for the regulation outweigh the **potential costs** to society;
- **政府業績成果法「Government Performance and Results Act (GPRA) of 1993」**：
To provide for the establishment of strategic planning and **performance measurement** in the Federal Government, and for other purposes.

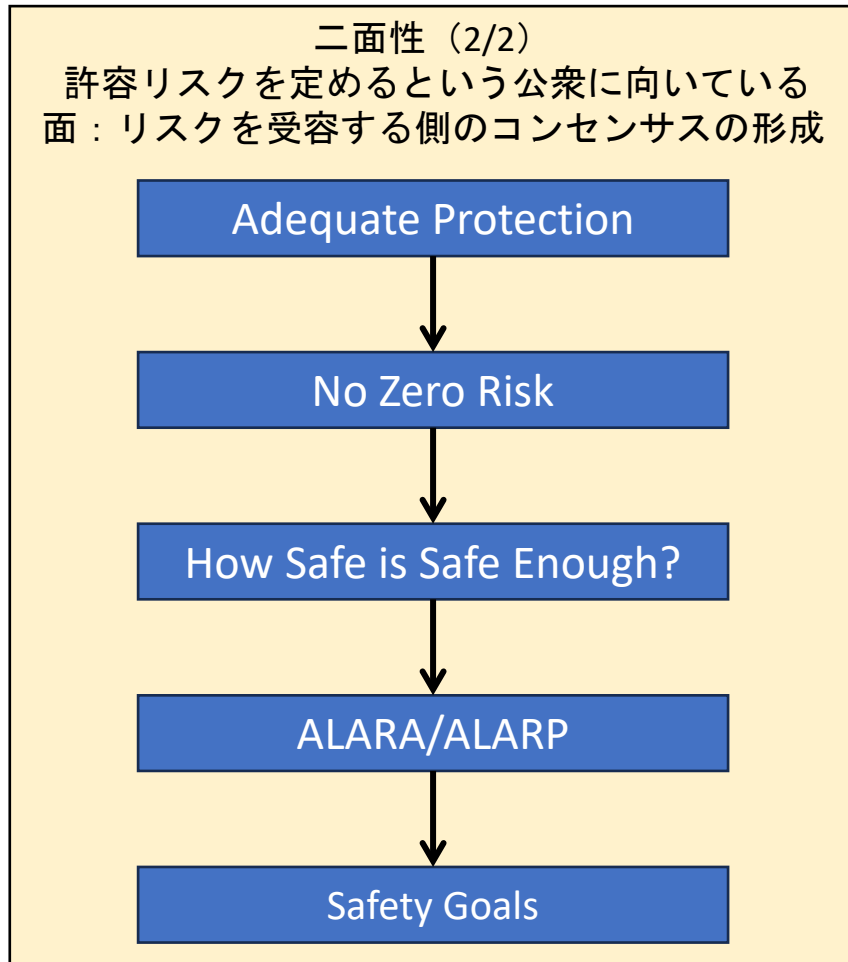


- クリントン大統領令「President's Executive Order 12866, issued by President Clinton on September 30, 1993」

Section 1. Statement of Regulatory Philosophy and Principles. Federal agencies should promulgate only such regulations as are required by law, ... **to protect or improve the health and safety of the public, the environment, or the well-being of the American people.** In deciding whether and how to regulate, agencies should assess all **costs and benefits of available regulatory alternatives**, including the alternative of not regulating. Costs and benefits shall be understood to include both quantifiable measures ... in choosing among alternative regulatory approaches, agencies should select those approaches that maximize net benefits ... (4) **In setting regulatory priorities**, each agency shall consider, to the extent reasonable, the degree and nature of the **risks** posed by various substances or activities within its jurisdiction.
- 米NRCの良い規制の原則「Principles of good regulation (Independence, Openness, Efficiency, Clarity, Reliability)」：

Efficiency: ... NRC must establish means to evaluate and continually upgrade its regulatory capabilities. Regulatory activities should be consistent with the degree of **risk reduction** they achieve. Where several effective alternatives are available, the option which minimizes the use of resources should be adopted ...

- 「クリントン大統領令」と「NRCの良い規制の原則」により、政府全体の規制原則としてリスク評価が要求され、NRCの規制原則（効率性の追求）に規制の改善が明記された。
- 規制のプロセスの改善において、「規制活動の重要度」と「実質的な安全性向上」の判断に、リスク情報が必須であり、そのめやすとして安全目標が必要。



- 米国NRC委員とスタッフ (W.C. Ostendorff and K.A. Sexton) on the “Adequate Protection” and “How Safe is Safe Enough?”

- ✓ The final, and perhaps the most important principle, is **that adequate protection does not mean zero risk**. From a legal perspective, the “no risk” issue is also well settled: the 1987 Union of Concerned Scientists decision, for instance, noted that “[a]dequate protection,’ however, is not absolute protection.” Many, if not all, of the issues that come before the Commission can be distilled to a determination of how much risk we are willing to accept. The risk can be from a safety, security, or even from a legal perspective. In all of these situations, the adequate protection standard puts the responsibility on Commissioners to decide how much risk is acceptable. Another way to look at this is: **how much regulation is enough? Or the never-ending question for regulators: how safe is safe enough?**

参考文献：W.C. Ostendorff and K.A. Sexton, Adequate Protection after the Fukushima Daiichi Accident, a Constant in a World of Change, Article from the Nuclear Law Bulletin, No.91, Vol.2013/1, pp.23-41 (OECD/NEA, 2013)

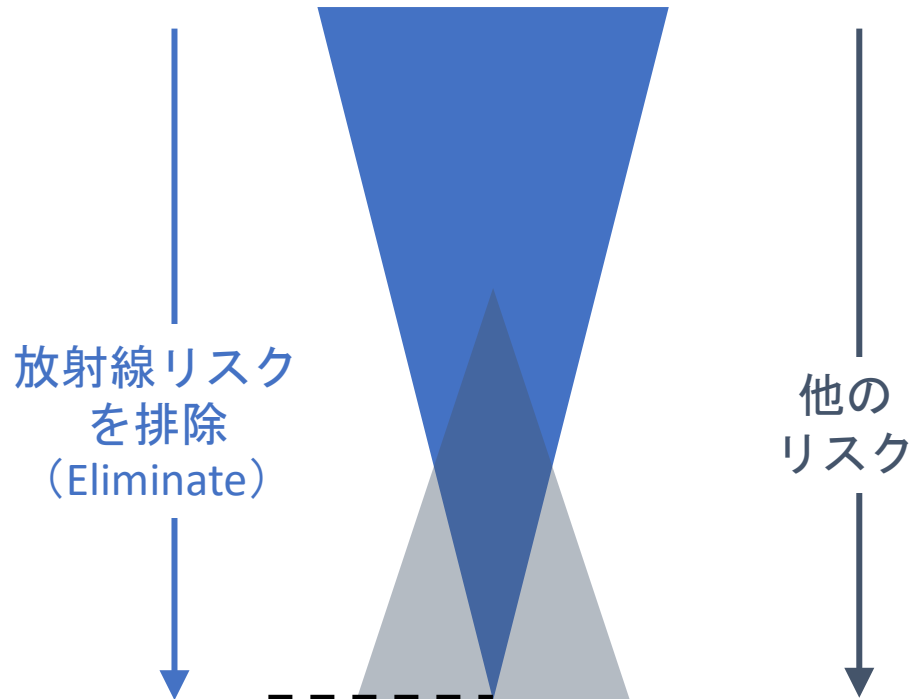
- Adequate Protectionは頂上の安全目標であり、防護の最適化の基本的な要素である。しかし、Adequate Protectionの明確な定義がなく、規制当局のCase-by-caseの判断に依存する。安全目標は、許容できるリスクのレベル(“No undue risk”や“How safe is safe enough?”)を定義することにより、Adequate Protectionの判断に、重要なリスク情報の提供を期待できる。

第3部：（考察）

米国NRCの安全目標と英国のリスク耐容（キャロット）モデルの対応及び提案

ALARA/ALARP原則を適用した安全フィロソフィーと安全目標

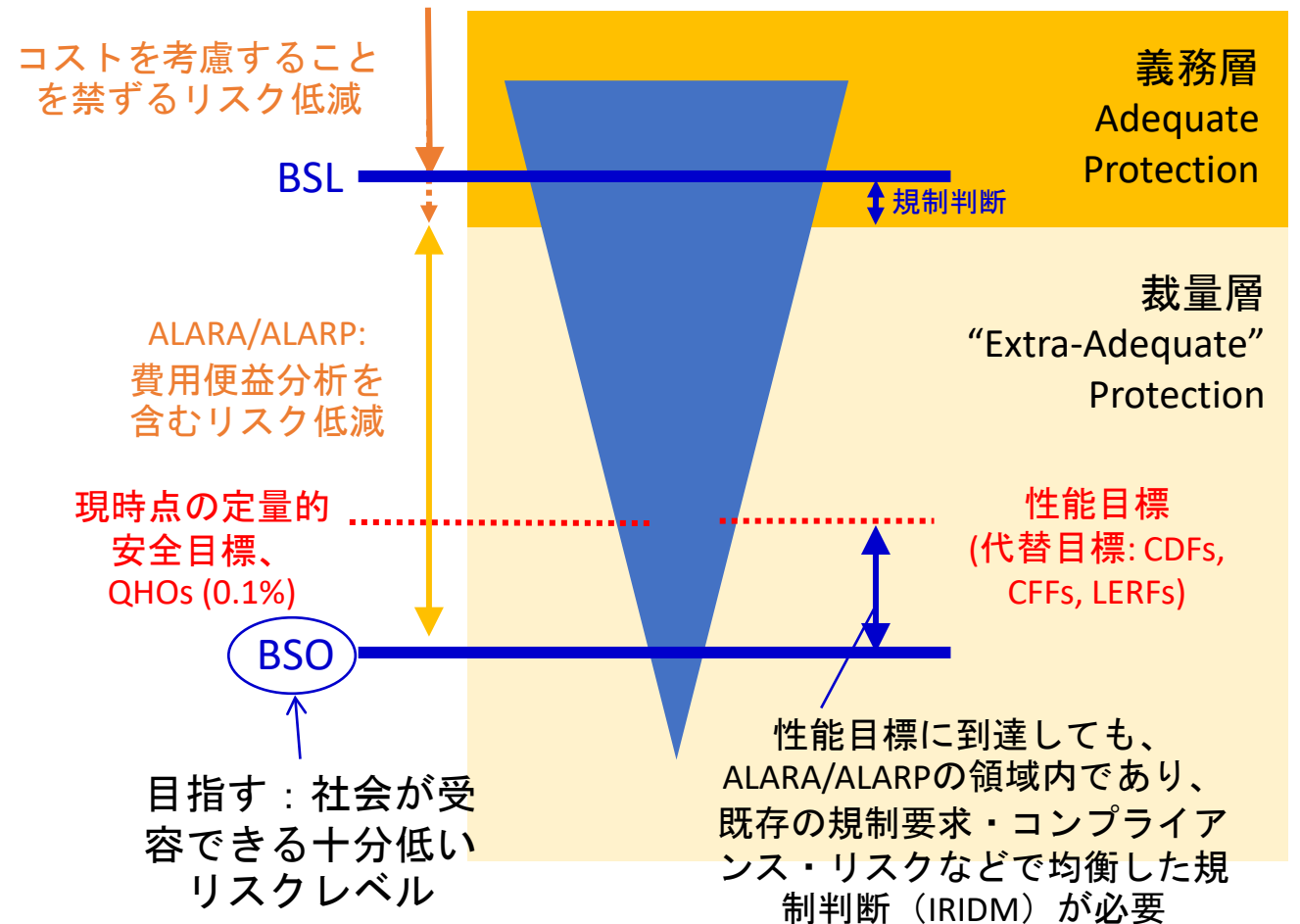
× “As-Low-As-Possible/Zero-Risk”
フィロソフィー



× 原子力エネルギーの利用がなければ、放射線リスクを排除できるが（ゼロリスク）、他の社会的リスクが増大し、一般の福祉を追求する目的と反する。

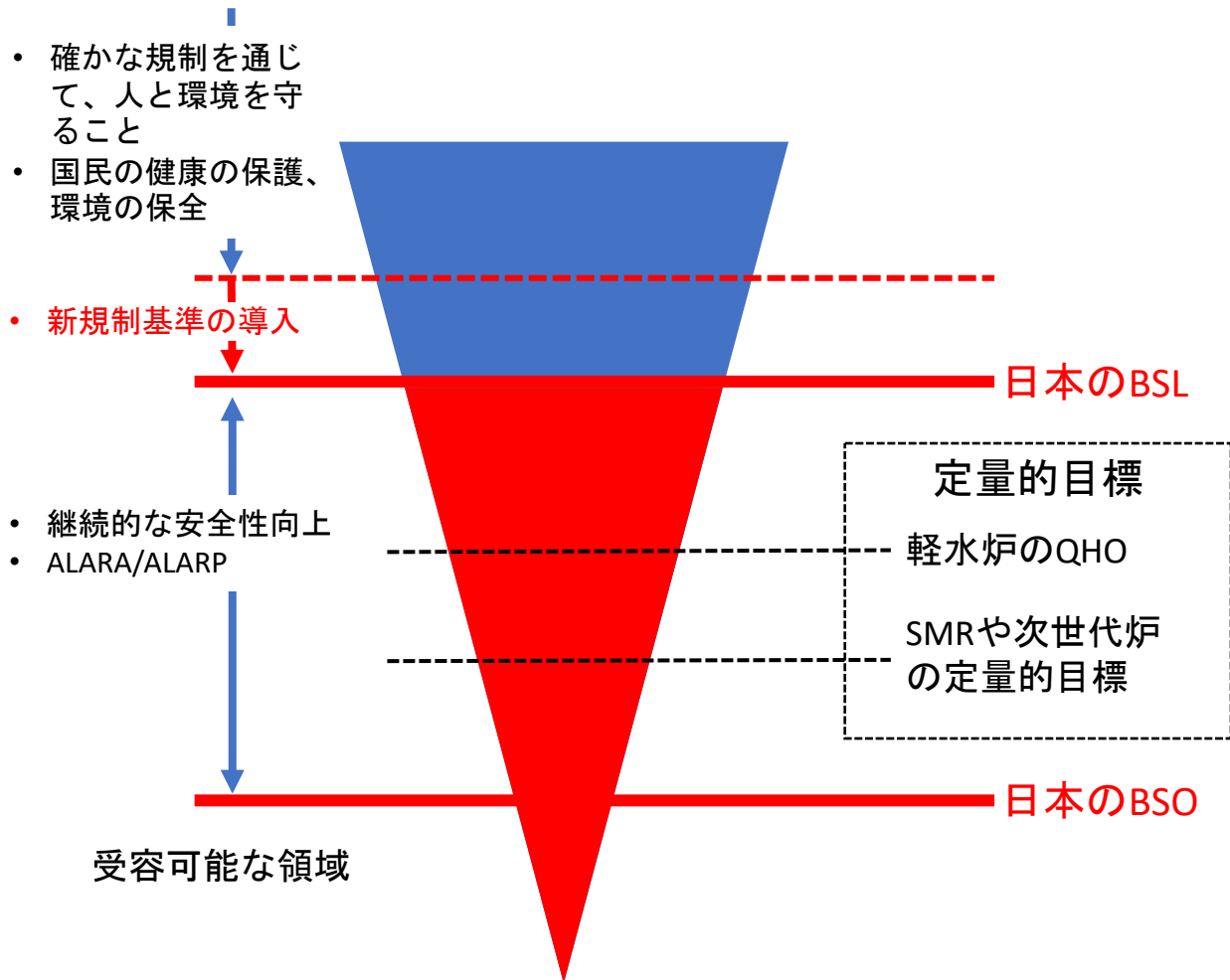
エネルギー不足、環境汚染、経済的・科学的に後退、AI競争力低下、核を持つ国からの核兵器の脅威などのリスクが増加

一般の福祉（General Welfare）を促進するための
“ALARA/ALARP”フィロソフィー
米国の2階層構造と英国のキャロットモデルを統合したイメージ図



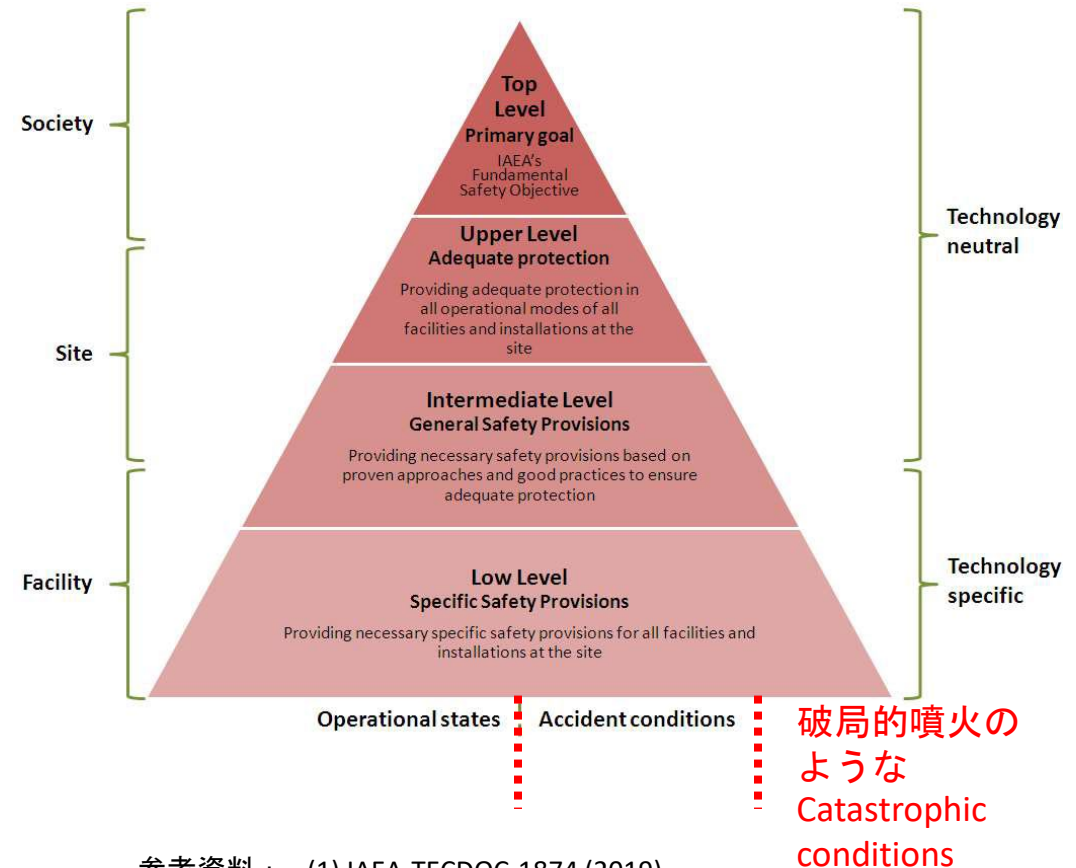
安全目標の論理構造（提案）と階層構造

安全目標の論理構造



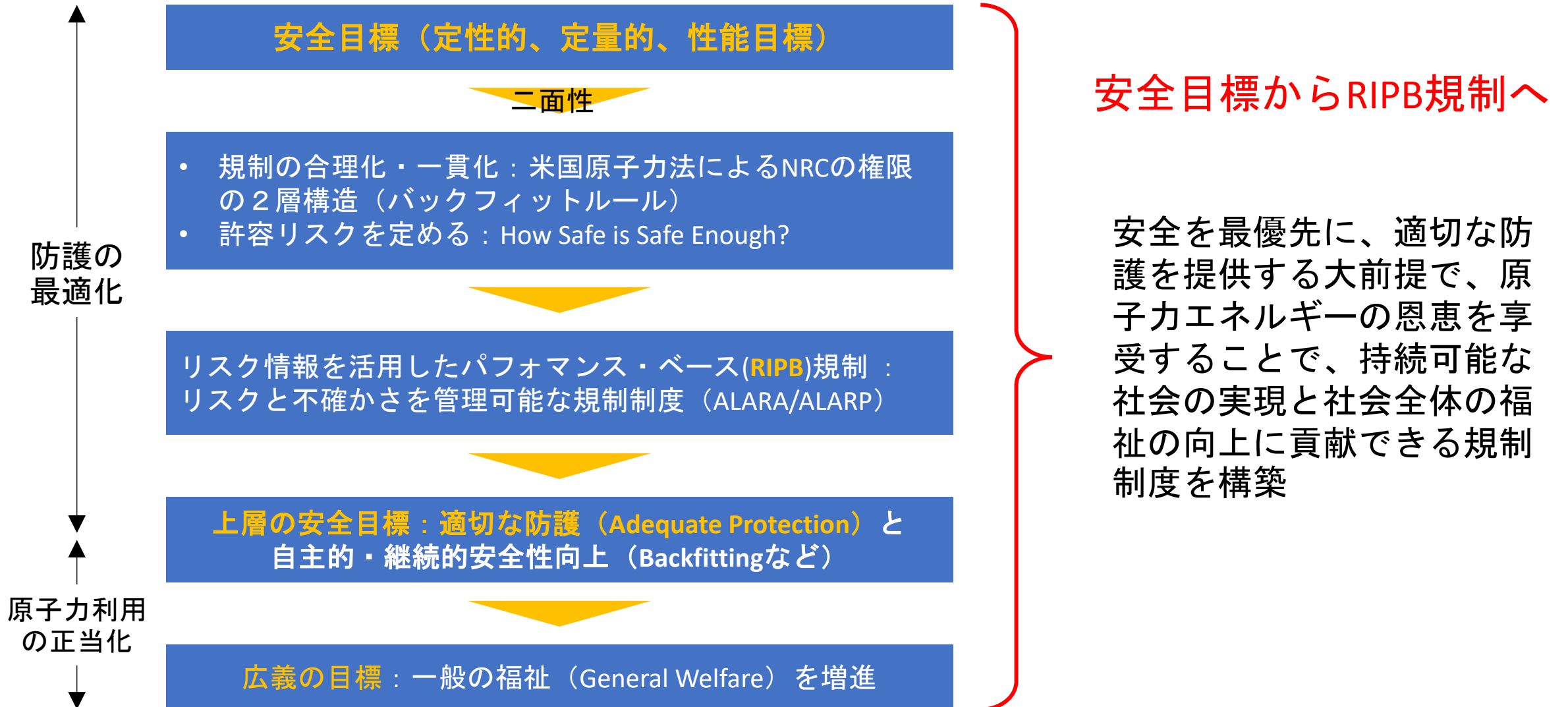
さらに展開：安全目標とRIPB規制の施行に向けて階層化した安全目標

- 下位の目標をもっと詳細に分類したら、設計対応が不可能な破局的なリスクに対する考え方を含むことが可能なフレームワーク



参考資料： (1) IAEA-TECDOC-1874 (2019)
 (2) 山口, 第2回安全目標に関する検討委員会 (2024)

まとめ：適切な防護を目指すリスク管理の枠組



まとめ：実施項目

- 第1部：米国NRCにおける1986年安全目標政策声明の概要、バックフィットルールとRIPB規制の歴史を調査した。原子力法によりNRCの権限が2層構造になっており、適切な防護を超えたバックフィットを行う場合、追加されるコストと実質的な安全性向上を比較した上で意思決定をすることが特徴であり、安全目標は、改善価値判断の参考情報となっている。
- 第2部：米国NRCにおける原子力規制（防護の最適化を含む）の枠組みを調査し、NRCの安全目標の法的な根拠を演繹的に示し、安全目標の論理構造と定性的目標&定量的目標の対応関係の解明を試みた。
- 第3部：米国と英国の安全目標の論理構造を比較し、安全目標の論理構造を提案した。
- 日本の安全目標を策定するために、下記の項目が必要であると考察した。
 - 論理構造の確定：構造の全体設計、現行規制との関係、深層防護との関係、不確かさの扱い
 - 定性的安全目標（Qualitative safety goals）と定量的な安全目標（Quantitative objectives）の策定
 - 安全目標の実施（Implementation）のため
 - 性能目標（Subsidiary objectives）ガイドラインの整備と導出
 - 日本のPRAの政策声明
 - リスク情報活用の規制ガイドの整備等