

第10回安全目標に関する検討委員会
2025年11月14日@AP新橋

RG1.174再解説 —リスク情報活用と安全目標—

成川 隆文

東京大学 大学院工学系研究科
原子力国際専攻

以下の方々のご協力のもと作成しました。

更田 豊志 (NDF/東大)、荻野 徹 (京大)、平野 雅司・本間 俊充 (元JAEA)、
村松 健・高原 省五・鄭 嘯宇 (JAEA)

報告内容

- リスク情報活用の定義
- 安全目標と代替目標（性能目標）
- Regulatory Guide 1.174
- まとめ

リスク情報活用*

- リスク情報活用 (risk-informed) アプローチによる規制上の意思決定は、リスクから得られる知見を他の要素と併せて考慮する考え方を表すものである。
- これにより、許認可事業者や規制当局の注意を、健康と安全にとっての重要性に応じて設計や運転上の課題により的確に向けるような要求を定めることができる。

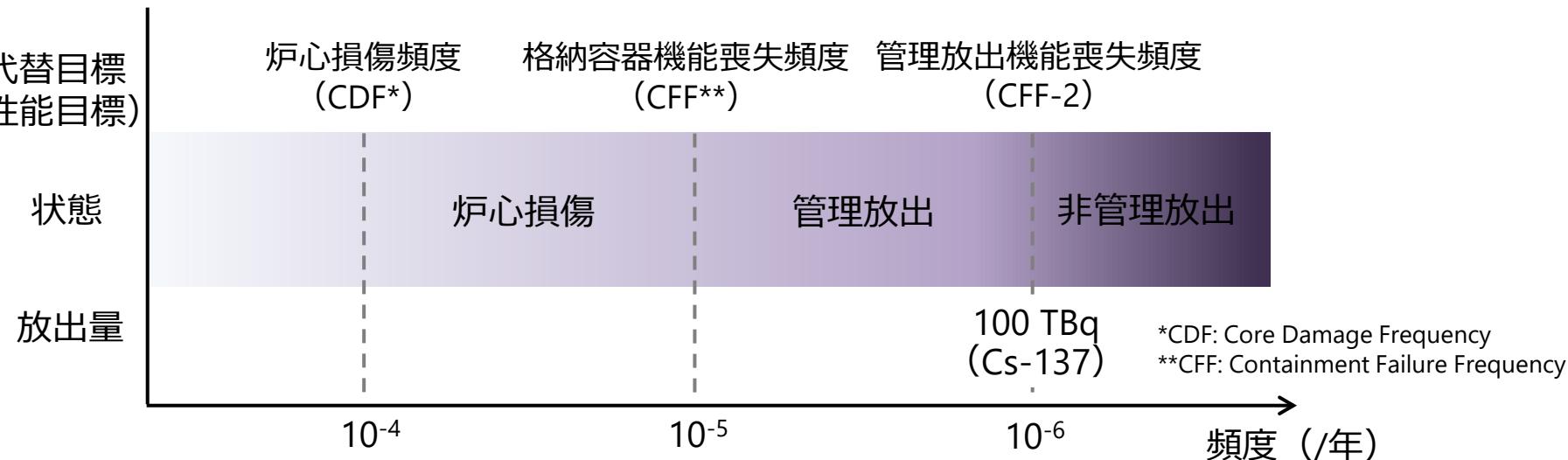
リスク情報活用* (続き)

- リスク情報活用は、従来のアプローチを次のように強化する：
 - a. 安全に対するより広範な潜在的課題を明示的に考慮できるようにする。
 - b. リスク重要度、運転経験、または工学的判断に基づいてこれらの課題を論理的に優先付けできるようにする。
 - c. これらの課題に対抗するためのより幅広い資源の考慮を容易にする
 - d. 解析における不確かさの源を明示的に特定・定量化する。
 - e. 主要な仮定に対する結果の感度を検証する手段を提供することで、より良い意思決定につなげる。

また、適切な場合には、リスク情報活用型の規制アプローチを用いて、決定論的アプローチにおける不要な保守性を低減することも可能であり、逆に保守性が不十分な領域を特定して、追加的な要求や規制措置の根拠を与えることもできる。

安全目標と代替目標（性能目標）*

- 安全目標****
- 敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスク : 10^{-6} (死亡発生/年)
 - 施設からある範囲の距離にある公衆の個人の平均がん死亡リスク : 10^{-6} (死亡発生/年)



代替目標（性能目標）を満たせば、安全目標が満足される関係にある。

⇒ 健康と安全にとっての重要性に応じた意思決定が可能に

*原子力規制委員会、平成25年度第1回原子力規制委員会資料6-2 放射性物質放出量と発生頻度との関係（概念図）、平成25年4月3日を基に作成。

**旧原子力安全委員会、安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ（2003）。

Regulatory Guide 1.174 (RG 1.174) *

*NRC, An Approach for using Probabilistic Risk Assessment in Risk-informed Decisions on Plant-specific Changes to the Licensing Basis, RG 1.174 Rev. 3 (2018).

- 許認可ベースの変更に係るリスク情報を活用した申請に関して、NRC職員が受け入れ可能と認めるアプローチを示すもの（法的拘束力無し）。

RG 1.174

リスク情報を活用した許認可ベース変更 個別のリスク情報活用に関するRGの例

RG 1.175

リスク情報を活用した供用期間中の試験

RG 1.177

リスク情報を活用した技術仕様書 (TS) **

RG 1.201

リスク情報を活用したSSCs***の安全重要度分類

RG 1.205

リスク情報を活用したパフォーマンスベースの火災防護

許認可ベース

NRCが原子力施設の建設や運転などの行為に対して許可を発給する際の根拠となる文書又は技術的基準の集合

(<https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/licensing-basis>)

**Technical Specifications : 原子力の生産または利用施設の運転を認可するNRCの許認可の一部であり、安全限度、安全系の制限設定、制御の制限設定、運転限界条件、監視要件、設計上の特性、管理上の規定といった項目に関する要件を定めるもの。

***Structures, Systems and Components
(構築物、系統及び機器)

RG 1.200

リスク情報を活用した活動に用いる確率論的リスク評価 (PRA) 結果の妥当性

軽水炉に対するリスク情報を活用した規制活動のためのRGsの関係
(RG 1.200を基に作成)

RG 1.174の適用事例

許認可ベース 変更項目	概要
許容待機除外時間 (AOT)	非常用ディーゼル発電機（EDG）の分解点検を原子炉運転中に実施できるように、技術仕様書（TS）上のAOTを24か月ごとに1度、従来の3日から14日に延長（1998年, North Anna (PWR)*）
供用期間中試験 (IST)	リスク重要度に基づき機器の安全重要度を分類し、ASME（米国機械学会）規格で3か月ごと（ポンプや多くの弁など）とされていたISTの間隔を、安全重要度が低いものについては最大6年に延長（1998年, Comanche Peak (PWR)**）
供用期間中検査 (ISI)	リスク情報を活用して配管溶接部の非破壊検査箇所を選定し直すことで、ASME規格に基づき要求されていた385箇所の非破壊検査箇所を136箇所に低減（1998年, Surry (PWR)***）
等級別品質保証 (GQA)	PRA等に基づきSSCsの安全重要度を分類し、重要度に応じて3段階の品質保証レベルを適用するGQAプログラムに移行（1997年、South Texas Project (PWR)****）

*NRC Letter to Mr. J. P. O'Hanlon, Virginia Electric and Power Company, North Anna Power Station, Units 1 and 2 - Issuance of Amendments Regarding a Proposed Technical Specification Change on Emergency Diesel Generator Allowed Outage Time (Tac Nos. M93415 and M93416), August 26, 1998 (ADAMS Accession No. ML013510576).

**Safety Evaluation by the Office of Nuclear Reactor Regulation, Related to the TU Electric Request to Implement a Risk-Informed Inservice Testing Program at Comanche Peak Steam Electric Station (CPSES), Units 1 and 2 (Docket Nos. 50-445 and 50-446), August 14, 1998 (ADAMS Accession No. ML20237C406).

***Safety Evaluation by the Office of Nuclear Reactor Regulation Related to the Risk-Informed Inservice Inspection Program Proposed by Virginia Electric and Power Company for Surry Power Station, Unit 1 (Docket No. 50-280), December 16, 1998 (ADAMS Accession No. ML18152B590).

****Safety Evaluation by the Office of Nuclear Reactor Regulation Related to the Graded Quality Assurance Program – Houston Lighting and Power Company, South Texas Project, Units 1 and 2 (Docket Nos. 50-498 and 50-499), November 6, 1997 (ADAMS Accession No. ML20199B275).

RG 1.174の特徴

- NRCにおけるリスク情報を活用した規制の噶矢
- 既設軽水炉に対する性能目標（CDF及びLERF*）をNRCで初めて定義
- 確率論的リスク評価（PRA）手法の活用に関するNRCの政策声明**に基づき、許認可ベースの変更に関する以下の規制プロセスの改善を意図
 - PRAの知見（Insights）の活用により、安全に係る意思決定を強化
 - NRCの資源のより効率的な利用
 - 許認可事業者に対する不要な負担の軽減
- 制限的なリスク情報活用

*Large Early Release Frequency（早期大規模放出頻度）

**NRC, Use of Probabilistic Risk Assessment Methods in Nuclear Regulatory Activities; Final Policy Statement (1995).

制限的なリスク情報活用 (RG 1.174) *

*NRC, An Approach for using Probabilistic Risk Assessment in Risk-informed Decisions on Plant-specific Changes to the Licensing Basis, RG 1.174 Rev. 3 (2018).

- 理論上、リスクを増大させ得るリスク情報活用型の変更を検討するために、より寛容な規制枠組みを構築することも可能。
 - 全体リスクを実質的に低減しない、又は安全上の利益によって正当化されない継続的費用を生む、適切な防護に必要な全ての措置の廃止を認めることも考え得る。
- これに対しRG1.174が採ったリスク情報活用方針は、僅かなリスク増に限り、かつ、とりわけ深層防護と安全余裕の維持が合理的に確保される場合のみそれを認める、より制限的なもの。
- これは、不確かさの存在に加え、原子力産業の成熟にも拘わらず、設計、建設、運用に関連する安全上の課題が顕在化し続けていることを考慮したためである。
- これらの要因は、原子炉は日常的に、適切な防護を上回る慎重な余裕をもって運転すべきであり、それによって適切な防護が維持されるとの合理的確信を与えるべきであることを示唆。
- 安全目標の代替目標は、そのような慎重な余裕の一例である。

リスク情報を活用した統合的意志決定の原則（RG 1.174）

変更は事業者から要求された免除ないし規則変更に関係しない限り、現行規制を満たすこと。

変更は深層防護の考え方と整合すること。

十分な安全裕度を維持すること。

現行規制

深層防護

安全裕度

パフォーマンス測定戦略に従い、変更を監視すること。

統合的意志決定

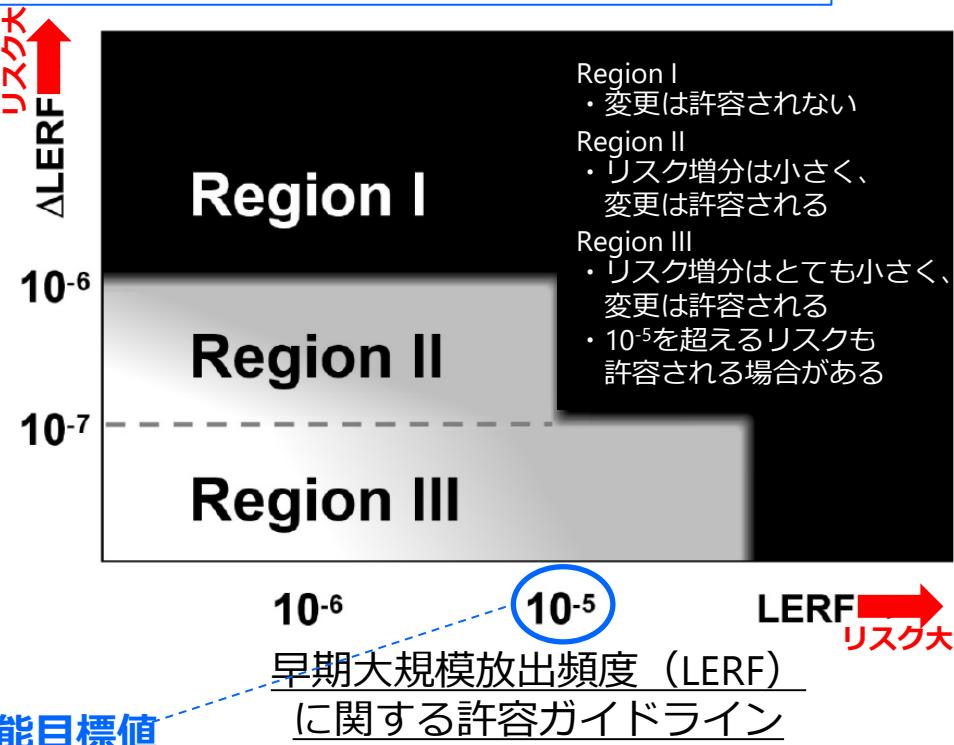
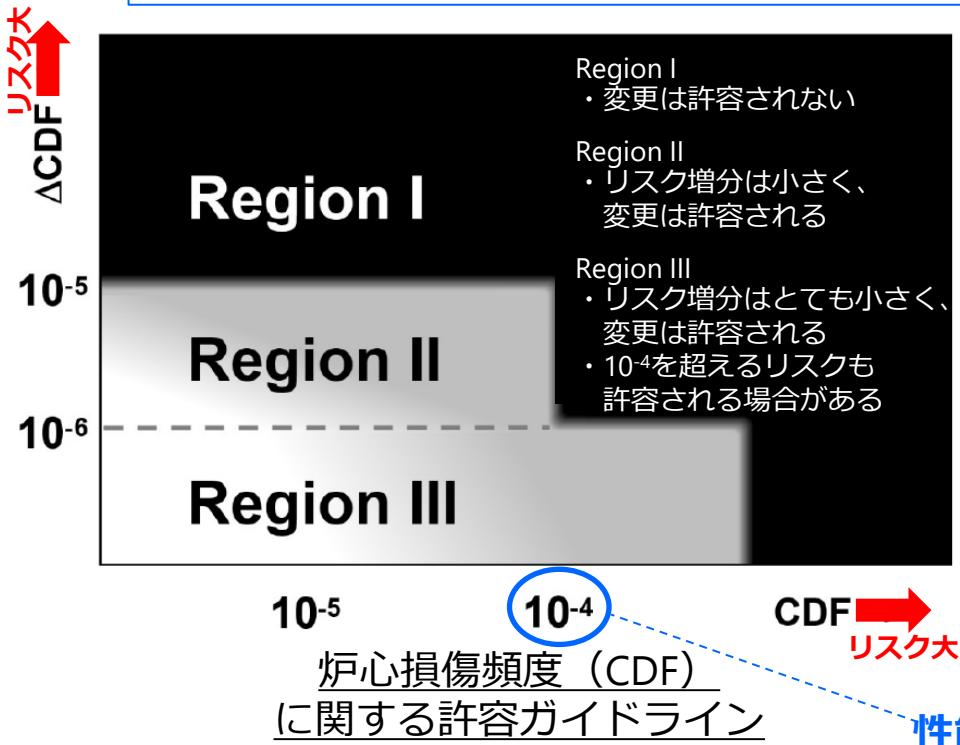
モニタリング

提案されたリスクの変化は小さく、かつNRCの安全目標政策声明と整合すること。

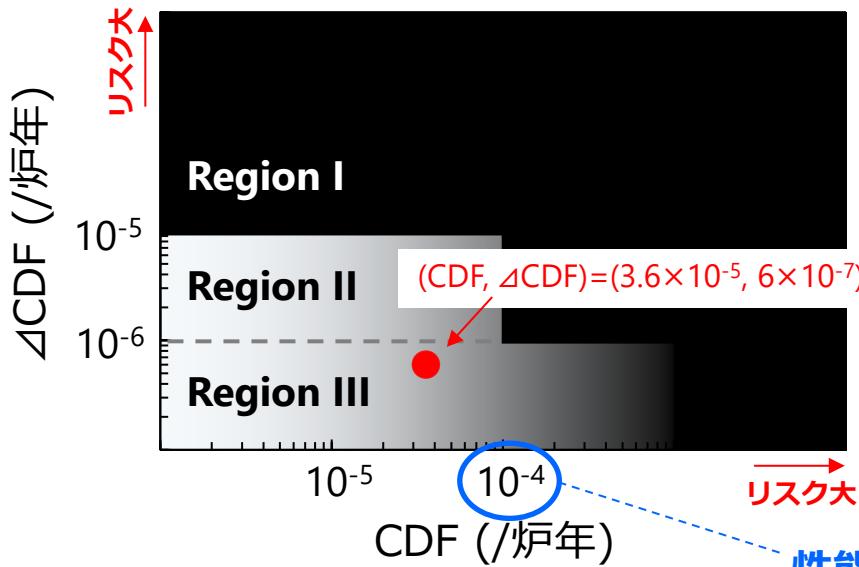
リスク

リスク許容ガイドライン (RG 1.174)

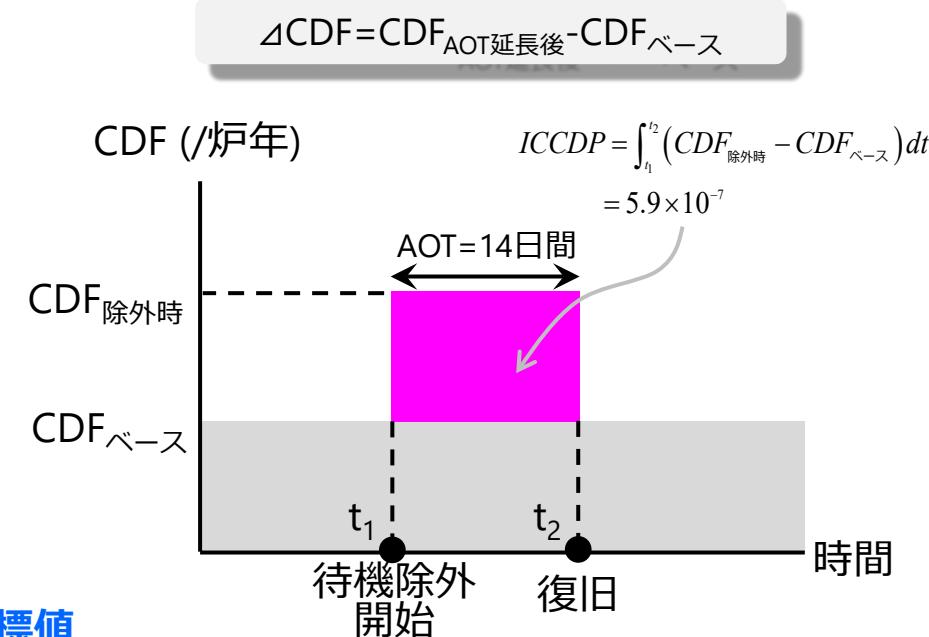
リスク増分 (ΔCDF , $\Delta LERF$) の大小の判断は、絶対値である性能目標 (CDF, LERF) があって初めて可能となる。



EDGの許容待機除外時間（AOT）延長 (1998年, North Anna (PWR)*)



CDFに関する許容ガイドラインと
リスク推定値との比較



リスク指標の概念図
(AOT延長申請の例)

*NRC Letter to Mr. J. P. O'Hanlon, Virginia Electric and Power Company, North Anna Power Station, Units 1 and 2 - Issuance of Amendments Regarding a Proposed Technical Specification Change on Emergency Diesel Generator Allowed Outage Time (Tac Nos. M93415 and M93416), August 26, 1998 (ADAMS Accession No. ML013510576).

まとめ

- 米国NRCにおけるリスク情報活用の代表例であるRG1.174は、適切な防護を上回る慎重な余裕があることを前提に、僅かなリスク増の許容による施設運用の合理化を通して、規制プロセスの改善を図るものである。
- このリスク情報活用における安全目標の役割は、リスク許容ガイドラインに根拠を与え、健康と安全に対する重要性に応じた意思決定を可能にすることである。
- このような規制プロセスの改善は、安全目標を単なるリスク許容水準として定めるだけでは実現し得ない。米国は、規制当局と事業者の双方が資源の有限性を認識し、安全目標を指針に、制限的なアプローチでリスク情報を活用することで、改善を実現してきた。安全目標の策定は、このようなリスク情報の活用方針と一体的に示されて初めて実効性を持つ。