

安全目標検討合同WG 活動経過報告書

2025年度 版

WGの検討状況としての論点の紹介 その3

2026年3月31日

東京大学 成川隆文

- 安全目標に関する以下の項目について、海外諸国の動向及びIAEA-TECDOC-1874*を調査
 - 必要性と目的
 - 位置づけと対象範囲
 - 指標の判断基準
 - 活用形態とその効果
 - 社会受容・合意形成及び実装に向けた課題・構造・用途

*IAEA, Hierarchical Structure of Safety Goals for Nuclear Installations, IAEA-TECDOC-1874 (2019).

米国

米国 (1/3)

● 設定主体

- 規制当局 (NRC*) *Nuclear Regulatory Commission

● 必要性と目的

- 規制の**合理性・整合性・予見可能性**の向上
- 規制基準に関する**公衆の理解**
- 原子力発電所の安全性に対する**公衆の信頼**

● 位置づけと対象範囲

- NRCの政策声明 (Policy Statement) **として安全目標を定める。
- Adequate Protectionを超える**追加的規制要求 (バックフィット)**や**許認可ベース変更**における判断において参照

**NRC, Safety Goals for the Operations of Nuclear Power Plants; Policy Statement, Aug. 4, 1986.

● 指標 (安全目標)

定性的目標

- 公衆の個々は、その**生命及び健康に有意なリスク**の増加がないように防護されなければならない。
- **生命及び健康に対する社会的リスク**は、他の現実的な代替発電技術によるリスクと同程度もしくはそれ以下であり、かつ他の社会的リスクに有意な増加をもたらされないものでなければならない。

定量的目標 (QHOS*) *Quantitative Health Objectives

- 原子力発電プラント近傍 (敷地境界から1マイル) の平均的個人の**急性死亡リスク**は他の事故による米国民の急性死亡リスクの総和の0.1%を超えない。
- 原子力発電所プラント近傍 (敷地境界から10マイル) の住民の**がん死亡リスク**は、他の全てのがん死亡リスクの総和の0.1%を超えない。

米国 (3/3)

● 指標 (性能目標)

- 炉心損傷頻度 (CDF*1) < 1×10^{-4} /炉年
- 早期大規模放出頻度 (LERF*2) < 1×10^{-5} /炉年
- 大規模放出頻度 (LRF*3) < 1×10^{-6} /炉年 (設計段階の新型軽水炉)] NUREG-0800

RG 1.174

● 活用形態とその効用

- 許認可ベース変更 (Regulatory Guide 1.174)
- 規制分析指針 (NUREG/BR-0058)
- 新型軽水炉の標準設計認証におけるリスク評価 (10 CFR Part 52)

*1 Core Damage Frequency

*2 Large Early Release Frequency

*3 Large Release Frequency

● 受容・合意形成

- 安全目標に関する説明会、パブリックコメント収集

英国

英国 (1/3)

● 設定主体

- 規制当局 (ONR*1) *1 Office for Nuclear Regulation

● 必要性和目的

- 事業者の法的義務「**合理的に実行可能な限りリスクを低減する (ALARP*2)**」が適切に果たされているかを判断
- リスクやハザードに応じた**規制資源の集中配分**

*2 As Low As Reasonably Practicable

● 位置づけと対象範囲

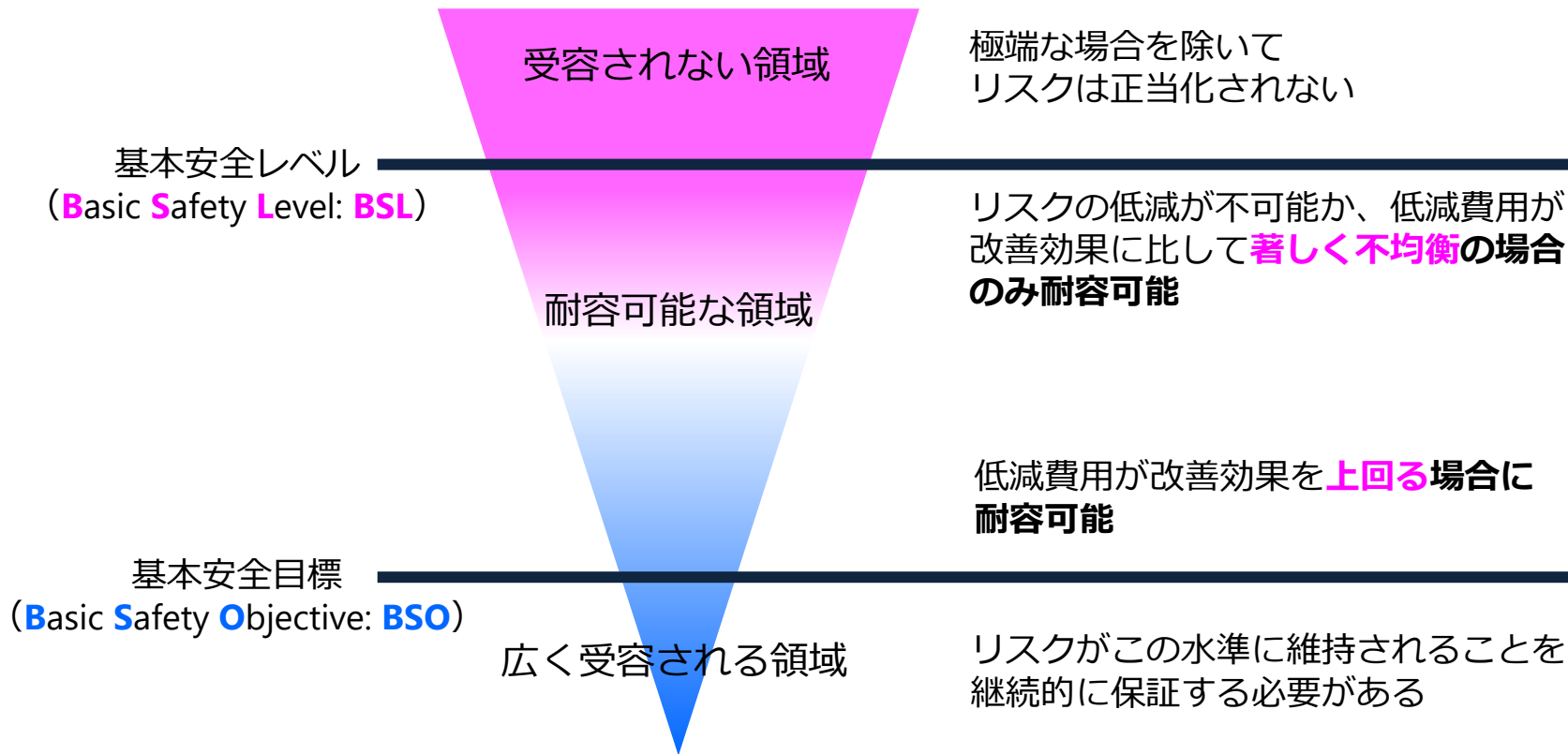
- ONRの安全評価原則 (SAPs*3) に、Basic Safety Level (BSL) と Basic Safety Objective (BSO) を定める (BSLの一部は法的制限値)。
- **リスクの耐容可能性 (TOR*4)** の枠組みに基づく

*3 Safety Assessment Principles

*4 Tolerability of Risk

英国 (2/3) : リスクの耐容可能性 (TOR) *

*HSE, The tolerability of risk from nuclear installations (1992).



事業者には、リスクレベルに関係なく、常にALARPが法的に要求される。

● 指標

ターゲット (事故による電離放射線被ばくリスク関連)	BSO	BSL
サイト内の個人死亡リスク	10 ⁻⁶ /年	10 ⁻⁴ /年
オフサイトの個人死亡リスク	10 ⁻⁶ /年	10 ⁻⁴ /年
即時又は最終的に100人以上の死亡が発生するリスク	10 ⁻⁷ /年	10 ⁻⁵ /年

● 活用形態とその効用

- 設置・変更時：Safety Case*
- 運用時：定期安全レビュー (PSR**)

*許認可取得者が安全性を立証するための文書群

**Periodic Safety Review

● 受容・合意形成

- SAPsに対しパブリックコメント収集

仏国

仏国（1/3）

● 設定主体

- 新設炉：規制当局（ASNR*）
- 既設炉：事業者

*Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection

● 必要性と目的

- 安全目標（確率論的判定基準）は**継続的安全性向上の方針に反するため、定義することに否定的**
 - 安全目標の遵守を証明することは非常に難しい。
 - 低コストで改善が可能な場合であっても、目標が達成された時点で安全確保への努力を制限し得る。
- Orientation valuesとして利用することは可能だが、規制上の制限値としては使用できない。

仏国 (2/3)

● 位置づけと対象範囲

- 新設炉：ASNRのTechnical Guideに定量的目標値を記載
- 既設炉：事業者によるPSAの実施が義務化され、その評価において、目標値をOrientation Valuesとして参照することが可能

● 指標（性能目標）

- 新設炉：炉心損傷頻度（CDF） $< 10^{-5}$ /炉年

仏国（3/3）

● 活用形態とその効用

- 新設炉の許認可
- 定期安全レビュー（PSR）
- 設計拡張状態（DEC*1）の特定
- Tec. Specs.*2の構築物、系統及び機器（SSCs*3）の分類
- AOT*4延長
- 前兆事象分析
- 事故時手順書、過酷事故手順書の最適化

*1 Design Extension Condition

*2 Technical Specifications

*3 Structures, Systems, and Components

*4 Allowed Outage Time

● 受容・合意形成

- 調べた限り、安全目標の受容・合意形成に係る活動はない。

フィンランド

フィンランド (1/3)

● 設定主体

- 規制当局 (STUK*) *Säteilyturvakeskus

● 必要性と目的

- 原子力施設の安全性を分析的に正当化し、設計のバランスと信頼性を確保するとともに、原子力法 (Nuclear Energy Act) に定められた基本原則「**実行可能な限り高い安全レベルの維持と更なる安全性向上**」を実行するため。

フィンランド (2/3)

● 位置づけと対象範囲

- 原子力政令 (Nuclear Energy Decree) により、建設許可申請及び運転許可申請 (許可更新時を含む) におけるPRAの実施が事業者の法的義務。
- 規制指針 (YVL A.7) において性能目標が定められている。
 - 建設中の炉で目標が未達の場合、設計を改善しなければならない。
 - 既設炉に対してはTarget valuesとされ、継続的改善の原則が適用される。

● 指標 (性能目標)

- 炉心損傷頻度 (CDF) : 平均で 1×10^{-5} /炉年未満
- 大規模放出頻度 (LRF) : Cs-137の放出量が100 TBqを超える頻度が 5×10^{-7} /炉年未満
- シビアアクシデントの初期段階で格納容器機能が失敗又は喪失する事故シーケンスが、CDFに及ぼす寄与は僅かであること。

フィンランド (3/3)

● 活用形態とその効用

- 定期安全レビュー (PSR)
- リスク寄与度が大きいSSCs及び人的過誤の特定と改善
- バックフィットのための設計選択
- リスク情報を活用した供用期間中の検査、試験 (ISI*1、IST*2)
- Tech. Specs.の評価
- 保守計画、運転員訓練、運転時手順書改善、停止時の計画
- Graded QA*3、等

*1 In-Service Inspection

*2 In-Service Testing

*3 Quality Assurance

● 受容・合意形成

- 調べた限り、安全目標の受容・合意形成に係る活動はない。

スウェーデン

スウェーデン (1/3)

● 設定主体

- 事業者

● 必要性と目的

- 設計の弱点を特定し、**バランスの取れたリスクプロファイルを達成**するために決定論的手法を支援する。

● 位置づけと対象範囲

- 規制当局 (SSM*) の規則により、包括的な安全評価のために確率論的手法を用いることが事業者に義務付けられている。
- PRAの結果の評価基準は事業者が定義する。 *Swedish Radiation Safety Authority
 - SSMの規則にフィルターベント (FILTRA) の設計基準が定められており、この基準が暗黙の裡にPRA基準として解釈され得る。

スウェーデン (2/3)

● 指標 (性能目標)

SSM規則におけるFILTRA設計基準

- $CDF < 1 \times 10^{-5}$ /炉年
- Cs-137, 100 TBq超放出 $< 1 \times 10^{-7}$ /炉年

Oskarshamn

- 炉心損傷頻度 (CDF) $< 1 \times 10^{-5}$ /炉年
- 大規模放出頻度 (LRF)
 - 希ガスを除いた炉心内蔵量の0.1%を超える放射性物質の放出はCDFの目標値より大幅に低い頻度とすること。

Ringhals, Forsmark

- 炉心損傷頻度 (CDF) $< 1 \times 10^{-5}$ /炉年
- 大規模放出頻度 (LRF)
 - 土地汚染を引き起こす物質 (Cs等) が炉心内蔵量の0.1%を超える放出を 1×10^{-7} /炉年未満にすること。

スウェーデン (3/3)

● 活用形態とその効用

- 定期安全レビュー (PSR)
- リスク寄与度が大きいSSCs及び人的過誤の特定と改善
- バックフィットのための設計選択
- 運転中の事象の分析
- リスク情報を活用した供用期間中の検査、試験 (ISI、IST)
- 決定論的な要求の検証
- Tech. Specs.の評価

● 受容・合意形成

- 安全目標の受容・合意形成に係る活動は実施していない。

韓国

韓国 (1/3)

● 設定主体

- 規制当局 (NSSC*) *Nuclear Safety and Security Commission

● 位置づけと対象範囲

- 2016年の原子力安全法 (Nuclear Safety Act) 改正を受けて、NSSCの告示に**安全目標を事業者の法的義務として明記**
 - 安全目標は厳格に適用される制限値としての位置づけ。

● 指標

- 米国と同じ0.1%ルール (急性死亡リスク、がん死亡リスク)
- **Cs-137の100 TBq超放出 < 1×10^{-6} /炉年**
 - フィンランド及びカナダの目標と類似しているが、**韓国では新設のみならず、既設の原子炉にも適用**される点が他国と異なる。

● 活用形態とその効用

一貫性の問題

- LERFとCs-137放出量に関する目標との整合性
 - LERFを満たしても、Cs-137放出量を満足しないケースが発生し得る。
- Cs-137放出量に関する目標のリスク（確率×影響）の観点での整合性
- Cs-137放出量に関する目標の技術根拠の不在

評価フレームワークの課題

- Cs-137放出量に関する目標を適用するには後期大規模放出（LLRF*）の評価が必要だが、LLRFを評価するためのPRA標準が存在しない。
- LLRFの評価に必要なシビアアクシデント解析の不確かさが大きい。
- Cs-137放出量に関する目標は、短期放出と長期継続放出に同じ目標値が適用される。

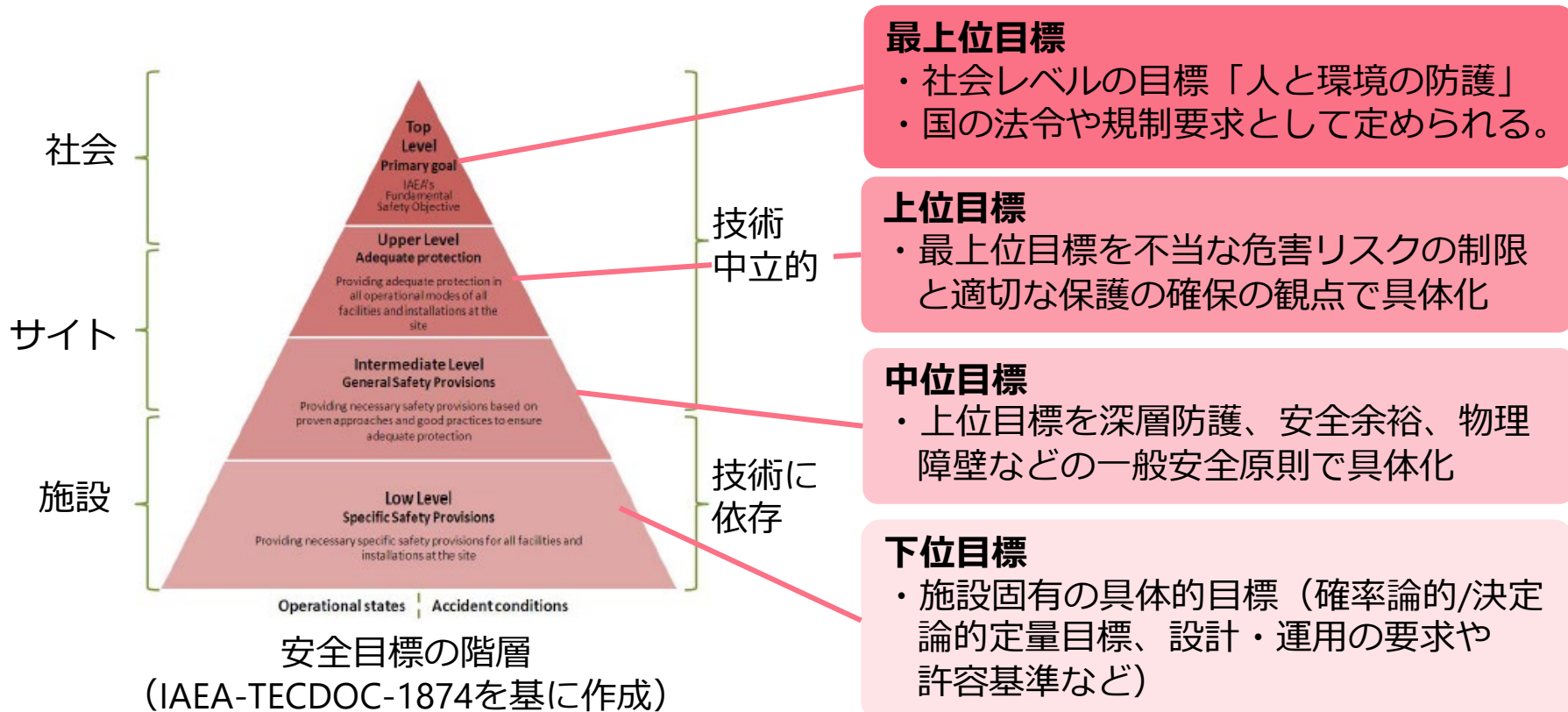
● 活用形態とその効用 (続き)

適用における課題

- 安全目標が法的制限値となっているものの、目標逸脱時の対応方針が明確でない。
- 内的事象PRAと外的事象PRAのリスク集約 (aggregation) の方法が明確に定められていない。
- Cs-137放出量に関する目標を含む安全目標の下でのリスク情報活用の指針が存在しない。

IAEA-TECDOC-1874

安全目標の階層構造



位置づけ・活用方法とその効用

● 活用方法

- **リスク情報**を活用した**統合的意思決定 (IRIDM*)** への活用
- **設計段階**における活用（新規設計、設計変更） *Integrated Risk-Informed Decision Making
- **運転段階**における活用
 - 運転制限値及び制限条件、変更管理、保守計画、複数施設を有するサイトにおける敷地全体の考慮事項、緊急事態への備え、定期安全レビュー（PSR）
- **リスクコミュニケーション**への活用（事業者、規制当局、公衆）

● 活用の課題と留意事項

- 活用方針の明確化、指針・標準類の整備、活用実績の蓄積、評価の不確かさの考慮、評価技術の深化・拡張

安全目標の階層化における考慮事項

- 階層構造の汎用性
 - 全ての施設、運転状態、ライフサイクルステージに対応
- IAEA基本安全原則及び安全標準との整合性
- 深層防護との整合性
- トップダウンの階層構造
 - 抽象⇒具体、技術中立⇒技術固有
- 階層間の整合性とトレーサビリティ
- 定性・定量の安全目標が同時に存在
- 分かりやすさ、使いやすさ、コミュニケーションのしやすさ