



安全目標の設定と活用に関する これまでの経緯

電力中央研究所 社会経済研究所

兼 原子力リスク研究センター(NRRC)

主任研究員 菅原 慎悦

日本原子力学会2016年秋の大会
安全部会セッション（平成28年9月8日）

 電力中央研究所

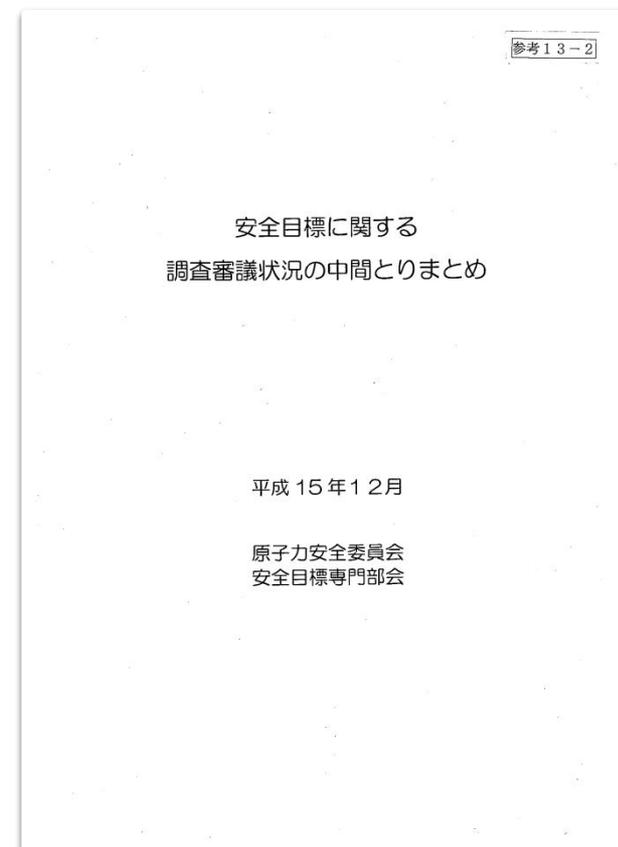
問題意識

◆ 我が国ではなぜ安全目標が根付いてこなかったのか？

- 2003年安全目標案（原安委）：「中間とりまとめ」のまま
- 2013年安全目標（規制委）：「決定」したとされるも、目標内容・活用方法等は不明確
- 現在、産業界の「自主的安全目標」策定の機運も
- →過去の安全目標が十分に活用されてこなかった背景を探り、今後の目標策定・活用に向けた示唆を得る
- 2003年安全目標案の策定時の「意図」と現実の活用実態とを明らかにし、両者が乖離した背景を分析
- 当時の目標案検討に携わった専門部会関係者へのヒアリング
 - 近藤駿介氏（専門部会長）はじめ、計9名にヒアリング

1. 2003年安全目標案の主な内容

原子力安全委員会安全目標専門部会
「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8月



2003安全目標案の具体的内容

◆ 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放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、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。

また、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによって生じ得るがんによる、施設からある範囲の距離にある公衆の個人の平均死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。

「年あたり百万分の一程度」を提案した背景

時間的ばらつきと比べ十分小さい

我が国に

公衆の個人の死亡リスク (全死因)の8000分の1程度

地域的ばらつきと比べ十分小さい

死 因	個人年間死亡率 (1/年) (1991年)	年間死亡率 (1/年) (2001年)	地域格差 (注) (2001年)
全死因	6.7×10^{-3}	7.7×10^{-3}	$6.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
疾病合計	6.3×10^{-3}	7.1×10^{-3}	$5.5 \times 10^{-3} \sim 9.4 \times 10^{-3}$
悪性新生物 (がん)	1.8×10^{-3}	2.4×10^{-3}	
心疾患	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}	
交通事故	1.3×10^{-4}	1.0×10^{-4}	
転倒・転落	3.7×10^{-5}	3.1×10^{-4}	$2.1 \times 10^{-4} \sim 5.4 \times 10^{-4}$
溺死・溺水	2.0×10^{-5}	9.8×10^{-5}	$5.0 \times 10^{-5} \sim 1.9 \times 10^{-4}$
窒息	3.2×10^{-5}	5.1×10^{-5}	$3.5 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-4}$
自殺	1.6×10^{-4}	4.6×10^{-5}	$1.7 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-4}$
他		6.5×10^{-5}	$3.9 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-4}$

がん死亡リスクはがんによる死亡率の2000分の1程度

急性死亡リスクは不慮の事故による死亡率の300分の1程度

Cf. 米国の定量的安全目標:

原子炉事故による急性死亡リスクは他の事故による急性死亡リスクの0.1%を超えない
 原発の運転によるガン死亡リスクは他の全原因によるガン死亡リスクの0.1%を超えない
 ※0.1%の根拠: 統計的・地理的な変動の幅の中に十分入ってしまう

ここで定めようとする「安全目標」とは何か？

「1. はじめに」より

.....原子力安全委員会は、これらの行政処分
 いる。これら指針等は、対象施設の公衆に
 必要な設計・建設・運転のあり方の基本を示しているが、
 における線量目標値に関する指針以外は、公衆に対するリスクの抑制水準を定量的には
 明示していない。

原子力発電所の通常運転時の周辺公衆に対
 する線量目標値：事業所当り0.05mSv/y
 (ALARA+実現可能性評価に基づく努力目標)

.....このような状況を踏まえて、原子力安全委員会は、我が国の原子力安全規制活動に
 よって達成し得るリスクの抑制水準として、確率論的なリスクの考え方を用いて示す
安全目標を定め、安全規制活動等に関する判断に活用することが、一層効果的な安全
 確保活動を可能とするとの判断に至った。

.....本専門部会が定めようとする「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危険性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
 る危険性の抑制の程度を定量的に明らかにするものである。そして、この「安全目標」に
 よって示すリスクの抑制水準は、現在の規制
かけ離れた高い努力目標ではない。

満たすべき最低限度の目標or あくまで努力目
 標か、学術会議の基準値A・Bのような議論も

安全目標をどう使うのか？

「解説14」より

安全目標は、まずは規制活動の合理性、整合性といった各種規制活動の全体にわたる判断の参考として適用し、個別の施設に対する規制等、より踏み込んだ適用は、安全目標適用の経験を積んだ段階で着手するのが適切としている。

これは、米国における初期の安全目標適用の考え方と同様であり、リスク評価に不確実さが伴うことへの対処である。

ある施設は安全目標を満足しており、他の施設は満足していないといった結果が出てきた時、満足していない施設は不安全と断定し結論付けることはせず、なぜそのような違いが生じたか、規制の何処に不足があったかという見直しが行われることになる。個別の施設が安全目標を満足しているかどうかの判断は、こうして見直された規制体系に基づいてなされることになる。

将来、安全目標の適用経験が一層高まれば、個別施設の安全目標の適用だけでなく、さらには、原子力施設の設計と考えられる。

米国では2000年前後を境に目標の活用方法が変化；

- ・策定当初は、安全目標は、現行規制の改良・必要性や妥当性の吟味等、一般的な規制上の意思決定に用いられ、そのためのガイドラインも整備された。
- ・その後、個別施設の許認可に際しても安全目標を参照して妥当性を判断するような使い方も。

2006年性能目標案

発電炉の性能目標の定量的な指標値として、

指標値1. CDF: 10^{-4} /年程度

指標値2. CFF: 10^{-5} /年程度

を定義し、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。

◆ 性能目標

- 安全目標への適合性を判断するための補助的な目標
- レベル1PRA：炉心の健全性
- レベル2PRA：PCV閉じ込め機能の健全性、ソースターム
- レベル3PRA：（防護対策を含むサイト条件を踏まえた）公衆のリスク
⇒個人の平均死亡リスク、安全目標と直接比較可能だが…

原子力規制委員会による安全目標（案？）

※原子力規制庁「安全目標に関し前回委員会（平成25年4月3日）までに議論された主な事項」（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（「中間とりまとめ」）、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。

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る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。

2. 2003年安全目標案の「意図」と「実際」

決定論的な規制に対する改善の促進

◆ 本来の意図

- ▶ プラントのリスク評価を進めて安全目標・性能目標と見比べる
→ 現行の決定論的な規制の問題点を探り、**規制の改善へ**
- ▶ 「**リスク・インフォームド規制**」に向けて安全目標を具体的に活用
 - リスク情報活用、指針体系化、性能規定化・民間規格、…
 - 決定論を確率論で代替する（Risk-Based Regulation）のではなく、両者を適切に組み合わせたRisk-Informed Regulationを目指す

◆ 実際

- ▶ 安全目標案は、**原安委による正式な「決定」とされることなく、位置づけが不明確な状態のまま等閑視された**
 - 2010年末の原安委決定：「安全目標の位置づけをより明確化するとともに、施設の設計から運転に至る各段階におけるリスク情報の活用のあり方について、原子力安全の基本原則と関係付けた方針を示す」
- ▶ 耐震指針改訂を除き、「規制の改善」という形での安全目標の適用は、明示的には実現せず

リスク評価・リスク管理の経験蓄積

◆ 本来の意図

- 将来「安全目標適用の経験を積んだ段階」で、「個別の施設に対する規制等、より踏み込んだ適用」を目指す
→そのために、まずはリスク評価を進め、目標適用の試行を重ねる
- 事業者も、「自らが行うリスク管理活動を安全目標を参照して計画・評価することにより、規制当局の期待に応える活動をより効果的かつ効率的に実施することができる」（「中間とりまとめ」）

◆ 実際

- 事業者・規制当局双方でリスク評価を行う努力はなされたが、安全目標を参照して規制や安全設計・運転管理の見直しに役立てるには至らず
- **耐震バックチェック**：第2段階で、「残余のリスク」（残存リスク）の定量的評価と性能目標の参照予定であったが…
- **PSR（定期安全レビュー）**：事業者のリスク評価範囲を漸次拡大させていく狙いであったが…

リスク評価・管理に必要な研究の進展

◆ 本来の意図

- 「リスク評価手法やデータ整備が不十分なことは承知していたが、不確実さがあっても実際に評価を試行していくことにより、データベースの整備やモデルの開発が進み、議論が深まっていくことを期待」（ヒアリングより）
- 「中間とりまとめ」に挙げられた「課題」
 - リスク評価：PRA手法の高度化、発電炉以外の原子力施設の評価、放射線健康影響以外の社会的影響、意図的人為事象等
 - リスク管理：「不確実性の示された結果を効果的に活用して適切な意思決定を行う方法論」

◆ 実際

- 2000年代後半に原子力学会でPRA標準がつくられるなど進展も見られたが、地震PRAを除き、PRAの範囲拡大に向けた研究は停滞気味
 - 既存の評価手法の精緻化・高度化研究のほうが論文を書きやすい、という研究側の事情も？
- 原安委の重点安全研究計画でも、社会的影響評価等の研究は明示されず
- 福島事故以前は、安全研究自体が規制当局・学术界から等閑視

安全目標をめぐる社会との対話

◆ 本来の意図

- 「策定される安全目標が、社会に広く受け入れられ関係者に尊重されるためにも、安全目標案の提示、実際の適用に先立っての試行を経て、安全目標の策定及び適用に至る各段階で、安全目標の目的や内容、適用法等について、**広く社会と対話を続けていくこと**」（「中間とりまとめ」）

◆ 実際

- 専門部会の委員構成、議論内容
- 公開パネル討論会（東京・京都）・パブコメ（10人・17件）
- 「中間とりまとめ」公表後、具体的な対話活動は行われず
- 他方、「**原子力発電所が十分に安全である**」という社会への説明のなかで、**安全目標が言及される例も**。
 - CDF・CFFについて「地震等の外的要因が含まれていないが、**外的要因を考慮しても2桁程度以上の余裕の中に含まれると考えられる**」（2009学術会議での議論）

小括：「意図」と「実際」の乖離

- ◆ 策定時の意図：立ち止まることなくリスク管理を実践し、具体的なリスク低減につなげていくための、**今後の改善のための目標**
- ◆ 現実：リスク情報を活用しリスク管理の改善を促す方向では十分に活用されず、**「現状で既に安全である」ことを示すための道具**として使われた例も

	目標案策定時の意図	現実の活用方法
決定論的な規制の改善の促進	安全目標を参照し、決定論的な規制を改善していくことが期待されていた。	安全目標の位置づけ自体が不明確なまま等閑視される状態が続いた。
事業者・規制当局双方によるリスク評価・リスク管理の経験蓄積	PRA を通じてリスク評価・リスク管理の経験を蓄積し、安全目標を参照しながら規制や安全設計・運転管理の見直しに役立てることが期待されていた。	耐震バックチェックや PSR を通じて「残余のリスク」の評価や PRA の範囲拡大等が目指されていたが、安全目標を参照して設計や管理の改善を図る段階にまでは至らず。
リスク評価・リスク管理の改善に必要な研究の進展	PRA 手法の高度化、放射線の健康影響以外の社会的影響、意図的人為事象、リスク管理の意思決定改善等、安全目標を参照しつつ必要な研究開発の促進が期待された。	地震 PRA を除き、PRA の範囲拡大に向けた研究開発は停滞気味であった。また、必要性が指摘されていた社会的影響評価等が、明確な研究対象とは位置付けられず。
安全目標についての社会との対話	安全目標の策定及び適用に至る各段階で、安全目標の目的や内容、適用法等について、広く社会と対話を続けていくことの必要性が強調されていた。	目標案策定時のシンポジウム等を除き、社会との対話は行われず。他方、「原子力発電所が十分に安全である」という社会への説明の中で安全目標が言及される例も。

3. 「意図」と「実際」が乖離した背景

原子力関係者間の認識共有の欠如

◆ 規制側

- 規制の現場では、「現状で問題がないのになぜ新しい考え方を導入するのか」という抵抗感、「リスク」の考え方を嫌う人も
- 規制行政の実務とリスク評価の双方に理解のある人材が不足

◆ 産業界側

- 安全目標の適用やリスク情報活用によるインセンティブの実感が乏しく、そのことが目標の積極的な活用を妨げていた可能性
 - 事業者側にも規制の合理性・予見性向上というインセンティブが生じ得たはずが…
 - メリットもないまま、手間だけが増えることを懸念？
- 事業者のリスク評価部署ではリスク情報活用に積極的であったが、発電所や立地地域の実務現場ではその認識が必ずしも共有されず

◆ 安全目標に関する知見が、一部関係者の属人的レベルにとどまる？

- 近藤駿介氏の原子力委員長就任など、安全目標に熱意をもって関わってきた関係者が相次いでその任を離れたことが、目標策定・適用の機運低下に。

リスク論の適用における誤り

◆ 内的事象のみのリスク評価で「満足」

- 事故以前に公表されていたCDF・CFFは、外的事象リスクを含まず
- 地震PRA等の結果を加味すれば性能目標を満足しない可能性がある、と考える関係者もいたが、そうした可能性について公の場では言及されず
- 評価方法や基盤となるデータが比較的確立されている領域のみのリスク評価を行って、安全目標・性能目標と照らして十分に低いことで満足
- 評価方法やデータが未成熟な外的事象の領域については、リスク寄与度が大きい可能性をある程度認識しつつも、そこに踏み込む努力が不十分
- 内々で評価は行うが、リスク管理の意思決定に明示的に結び付かない
 - リスク論アプローチの典型的な誤り：「分析によって許容できないリスクを発見できなくても、対象が安全であるという前提があると、重大なリスクがないことが当然として受け止められ、さらなる検討を実施しない場合も出てくる」（野口、2012）

◆ 「不確かさ」への向き合い方

- 手法の不確かさ、データの未整備、検証の困難さ…PRAをやらない理由に
 - 外的事象PRAは90年代に原研が研究を進めていたが、事業者での活用につながらず
- 「完全なシステムができると確信しないと行動しない」という行動様式

「対策主義」の弊害

- 規制や立地地域から様々な要請が出されるなか、「外から要求されたことにのみ対応して善しとする」という事業者の組織文化が生じてきた恐れ
 - 寿楽（2015）：汚染水問題等について、原子力事業のリスク・マネジメントが「課された条件をクリアする」という対策主義に陥り、「自ら未知のリスクを想像し、特定し、見積もりを行い、対処を考案し、その結果を確認するというリスク・マネジメントのサイクルが部分的にしか作動していない」
- 要求された事項については対応する一方、安全目標を活用してリスク管理を改善していくという大きな目的が後回しに…
- 失敗学知見：人間の注意力は有限で、事故後に問題点を指摘されるとその範囲には注意が向くが、それ以外の領域には注意が振り向けられなくなる
 - PSR法制化以後のPRA範囲拡大の遅滞
 - 地震PRAは、耐震指針改訂や中越沖地震等の影響もあって進んだが、その他の自然外部事象は進まず
 - 福島第一3号機の耐震バックチェックは、立地県知事の要請で優先実施
 - 柏崎刈羽ともんじゅは運転再開を目指していたためバックチェック進捗が早かったが、運転中プラントではなかなか進まず

社会や立地地域からの反応に対する懸念

- ◆ 規制も事業者も社会からの反応を懸念し、リスク評価の実施・公表を躊躇
 - 安全目標やPRAについて説明しても社会的理解は得られないという認識
 - 「（安全規制に確率論を入れるという）リスクと言うコンセプトを社会で共有していくことは、最大の困難な問題であった。だから、リスク論が安全委の中で議論されることに保安院は後ろ向きであった。」（政府事故調聴取録）
 - 安全評価の指標に人の死亡リスクを用いることについての議論
 - 原安委が目標案を正式な「決定」としなかったことの主因（ヒアリングより）
 - 「社会の理解」が進んだらもう一度考え直すとされたが…
 - レベル3PRAの実施・結果公表については、原子力界全体として後向き
- ◆ 他の要因とも関係
 - 社会や立地地域の反応に対する懸念が「従来のやり方を変えたくない」という姿勢を生み、関係主体が安全目標の意味を認識する妨げに（要因①）
 - リスク評価の範囲拡大によってリスクの絶対値が大きくなり、マスコミや立地地域等に対する説明性が損なわれることを事業者が懸念した可能性（要因②）
 - 立地自治体等からの要請対応には注力するが、広い視野を持ち続けられない「対策主義」を生む（要因③）

4. 今後の課題・方向性

「常に問いかける姿勢」を持つために

◆ いかにして「満足してしまわない」か

- プラントのリスク評価結果を定量的安全目標と比較し、常に数値の大小を見ながらリスク管理を進めていくことは重要
- しかし、性急に○×をつけるような使い方は避ける
 - 評価可能な領域のみのリスク評価結果を目標値と単純に比較することで、評価の幅を広げたり、さらに掘り下げたりする動機が鈍る恐れも
- 明確な数値目標 + 動的な目標の並立
 - 例：定量的な数値目標とともに、「そのリスクレベルへ抑制することを目指し、直近の数年間にはプラントのリスクを可能な限りトータルに把握し、社会に対して明確に示す」ことを自主的目標として掲げるのも一案
- 「安全を説明するモノサシ」として目標を使うのではなく、不確かさやわからなさの存在を直視し、可能な限りリスクの把握に努めること
 - 何が足りないかが明らかになり、次にとるべきアクションも明確に。
 - Cf. 順応的管理 (Adaptive Management)：生態系管理等で適用されている考え方。未知の部分の存在を受け容れた上で、常にモニタリングをしつつリスク評価・管理の前提を見直し、組織的学習を積み重ね、リスク管理の失敗を防いでいくこと。

安全目標とリスク管理

◆ 適切なリスク管理の実現に向けて

- 順応的なリスク管理では、「不確かさの程度・特性」「現時点でわからないこと」等を率直に表現することが不可欠
 - それにより自治体等から運転停止や再稼働延期を要請されるかもしれないという懸念が解消されなければ、リスク管理を有効に機能させることは困難
 - モニタリング・評価改善サイクルに地域関係者が関与する仕組みも一案
- 安全目標は合理的なリスク管理を行う上で重要な目安となるもの
 - 容易に未来を見通せない事柄ほど、不確かさについて材料を可能な限り揃えた上で、意思決定の比重が大きくなる（Risk-Informed Decision Making）
 - 安全目標や事業者のリスク管理目標は、その意思決定の目安となるべきもの
 - 「その結果や意味を社会に説明することが難しいから」という理由で、リスク評価・リスク管理自体を差し控えるのは、本末転倒と考える
- 安全目標をめぐる社会的意思決定とリスク・コミュニケーション
 - 規制庁：「国民の受容できるものであるべきかというような議論に基づいて行っているものではありません」（20150812愛媛県環境安全管理委員会）

社会との関係再構築

- ◆ 「リスクをどの程度に抑制するか」と同様に、「**何を守るのか**」についての社会的議論も重要
 - “安全目標ヒエラルキー” (IAEA) の最上位部分
 - 被害のエンドポイントを決める際、専門家が問題だと見なす事象のみならず、ステークホルダーを巻き込んだ幅広い検討が必要
 - 規制委の100TBq (性能) 目標案は第一歩だが、より上位の目標において、**従来の放射線影響による死亡リスクから視野を広げたこと**を明示する
 - “ 10^{-6} ”を説明する前に、リスク管理において何を重視するのかを明確に示し、その妥当性を社会に問うことが重要
 - 安全目標は、まずは規制・事業者のリスク管理に役立つものであるべきだが、防災も含めた原子力のリスク管理には周辺自治体・住民等の活動も関わる
 - 将来的に、「**社会安全目標**」や「**地域リスク管理**」の議論への接続も視野に
 - リスク評価側の技術的制約からのみならず、社会が原子力のリスク管理に何を求めているのか、から議論することも重要
 - それにより、新たなリスク評価技術が求められ、進展していく可能性も

ご清聴ありがとうございました

報告者 email : sugawara@criepi.denken.or.jp