



安全目標活用に関する歴史的経緯と考察

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

安全部会夏期セミナー（平成28年8月23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」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

ヒアリング対象者

氏名（敬称略）	「中間とりまとめ」前後の原安委での役職	実施日時
尾本彰	安全目標専門部会 専門委員	2015年10月19日
平野光將	安全目標専門部会 専門委員	2015年10月20日
谷口武俊	安全目標専門部会 専門委員	2015年11月5日
小佐古敏荘	安全目標専門部会 専門委員	2015年11月24日
鈴木篤之	安全目標専門部会 専門委員（～2001年4月） 原子力安全委員会 委員（2001年4月～）	2015年11月25日
近藤駿介	安全目標専門部会 部会長	2015年11月27日
松浦祥次郎	原子力安全委員会 委員長	2015年12月2日
本間俊充	安全目標専門部会 性能目標検討分科会 委員	2015年12月22日
阿部清治	安全目標専門部会 専門委員	2015年12月25日

1. 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
- PSR（定期安全レビュー）

耐震バックチェック

◆ 耐震設計審査指針の改訂（2004年9月）

- 基準地震動 S_s の策定においてその策定過程に伴う不確かさを適切に考慮するとともに、超過確率を参照すること
- S_s を超過する地震動による「**残余のリスク**」（「**残存リスク**」）を認識し、それを合理的に実行可能な限り小さくすること
- 従来、限界地震に基づく「**基準地震動 S_2 を超える地震動は起こらないがごとく説明・運用されてきた**」のを改善、「**残余のリスク**」を性能目標に照らしながら将来のリスク情報活用に向けて努力していく

◆ 耐震バックチェック（2006年9月保安院指示）

- 第1段階：不確かさを考慮した S_s の策定と安全性評価等
- 第2段階：地震PRA等を用いた「**残余のリスク**」の定量的評価等
- 2011年3月時点で、第2段階の評価まで終えた事業者はなかった
 - 随伴事象も含めたリスク評価が進んでいれば、リスクの絶対値以外に得られる insightsも多かった？

PSR（定期安全レビュー）

◆ PSRとPRA

- 事業者が行う保安活動を約10年ごとに国に報告させ、規制がレビュー（1992年通産省要請）
- PSRにPRAも含まれ、法的要求ではないが実質的に規制の目に触れる
- PSRを利用して事業者のリスク評価範囲を漸次拡大していく狙い
 - 1巡目は内的事象・Lv1.5PRA→2巡目で外的事象含むPRA→…

◆ PSR法制化

- 「東電問題」を契機に2003年10月実用炉規則改正、PSR法制化
- PRAは「十分な技術的知見が得られていない」ため任意要求事項とされ、規制当局によるレビューから外された
- 事業者によるPRA範囲拡大の遅滞の一因を、ここに求める指摘もある
 - 内的事象・代表プラント・汎用データPRAのみであれば規制要求にする意義は小さいが、外的事象も含むSite-Specific, Plant-Specificなリスク評価を促すような仕組みをつくることができれば…

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。

2. 「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
 - 事業者にとっても規制の合理性・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、安全目標策定に理解と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。
- 規制や事業者の現場にとって、「自ら考えて策定した安全目標」ではなく、「自らの与り知らぬ所から突如降ってきた安全目標」と受け止められていた可能性

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

- PRA手法の持つ不確かさ、データの未整備、検証の困難さ等が、「PRAをやらない理由」として語られてきた
 - 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）

3. 安全目標を策定・活用していく上での 今後の方向性

安全目標の意義の認識共有

- ◆ 「なぜ安全目標を策定するのか？」の認識を再度共有
 - 事業者が効果的で整合性のとれたリスク管理を実現していく上で、安全目標の策定・活用は不可欠
 - 特に外的事象リスクに対する評価・管理の考え方の深化は、事故を経験した我が国の重要な責務
 - 国による決定前に産業界が自ら安全目標を提案した事例も（米国等）
- ◆ 産業界側のメリット
 - 安全目標の活用と合わせ、Value/Impact分析を確立していくことで、より「賢い意思決定」の下での安全最優先実現につながりうる。
 - 質の高いV/I分析を行う上で、レベル3PRAによる社会経済影響評価は重要
 - 事業者が自律的なリスク管理の実践を積み重ねていくことは、将来的に、事業者が規制当局と建設的に対峙していくための基礎固めともなりうる。
 - 規制変更案に対し根拠を示して反論、規制に先駆け自ら効果的な案を示す、等

「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。

社会との関係再構築

◆ 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

◆ 安全目標とリスク管理

- 本来、安全目標は合理的なリスク管理を行う上で重要なめやすとなるもの
 - 容易に未来を見通せない事柄ほど、不確かさについて可能な限りの材料を揃えて参照した上で、しかし「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、その意思決定のめやすとなるべきもの。
 - 「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
- 「安全を説明するモノサシ」として目標を活用するには、安全目標をめぐる社会的意思決定が明示的に為され、且つリスク管理が実効的に機能することが前提
 - Cf. 規制庁：(安全目標は)「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（承前）

- ◆ 「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
 - リスク・コミュニケーションの観点でも、“ 10^{-9} ”を説明する前に、リスク管理で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

参考：安全目標における社会的影響の扱い

「中間取りまとめ・解説6」

大きな事故が発生した際に生ずる影響には、放射性物質の放散による、集団への健康影響のほかに、土地が汚染して人々の生活空間が制限されるなどの影響があり、これを社会的影響という。この社会的影響は、事故による公衆の個人の健康に対する放射線影響という直接的な影響と比べて、定量化が困難である上に、目標とすべきリスクの抑制水準についての議論が進んでいない。そこで、今回の案ではこれを属性とする目標は定めていない。このことは勿論、本専門部会がそうした影響の考察が重要でないと判断した結果ではない。検討過程では、社会的影響の一部を貨幣価値換算した研究例を調査し、健康リスクを抑制することにより社会的リスクが抑制される効果があることが確認されたが、同時に、様々な社会的リスクのうちどの範囲までを評価して規制に関する意思決定に反映するべきかについてはさらなる研究の進展が必要で

健康影響の抑制で、概ね経済的損失を適切なレベルに抑制可能、ただし健康影響と経済的損失の費用・相関のばらつきは大きく、今後の課題とされた。

Cf. 第16回安全目標専門部会・谷口委

研究例	健康影響	経済的影響	合計値
国内研究例	1.8E-07円/kWh	5.5E-08円/kWh	2.3E-07円/kWh
米国ペース大	2.0 ¢ /kWh	0.3 ¢ /kWh	2.3 ¢ /kWh
EU Extern E	54B ECU/事故	29B ECU/事故	83B ECU/事故

補遺. 2013年原子力規制委員会「決定」

「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）原子力規制庁

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。

規制庁による2013年安全目標の説明

◆ 第4回「高浜発電所に係る地域協議会」における規制庁の説明

- 原子力規制委員会は、通常的生活からもたらされるリスクと比較して許容できるレベルまで原子力発電所のリスクを低減させることを念頭において、**以下のような目標を有している。**
 - 事故時のセシウム137の放出量が100テラベクレルを超えるような事故の発生頻度は、100万炉年に1回程度（テロ等によるものを除く）を超えないように抑制されるべき。
 - 炉心損傷頻度 10^{-4} /年程度
 - 格納容器機能喪失頻度 10^{-5} /年程度
- 新規制基準はこの目標も念頭において定めたものであり、**高浜発電所3・4号炉はこの目標を満足しているものと判断している。**
 - ※適合性審査の中で確認した極めて厳しい重大事故において、セシウム137の放出量は約4.2テラベクレル。

- ◆ 目標 = 大規模放出事故発生頻度・CDF・CFFの3指標であると説明……
規制委は明確にそう決めたと言えるのか？ これらは安全目標というより性能目標の指標群ではないか？
- ◆ 新規制基準は安全目標をどのように「念頭に置いて」いるのか？
- ◆ 性能目標の指標の一つを個別炉のリスク（の一部）と直接的に比較して、安全目標を満足しているか否かを判断するような使い方は妥当か？

Before a society could incorporate the concept of risk into its culture, change would have to come, not in views of the present, but in attitudes about the future.

リスクの考え方を社会が文化として取り込むには、現在ではなく、未来に向けた行動様式において、変革が起こらなければならない。

— P. L. Bernstein, *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*

ご清聴ありがとうございました

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