

「安全目標」再考

- なぜ安全目標を必要とするのか? -

2018 年 3 月

弥生研究会 安全目標に関する研究会

要 旨

わが国の安全目標に関する公的な検討は、2001年、原子力安全委員会に安全目標専門部会が設置されたことに端を発する。その検討内容は2003年に「中間とりまとめ」として公表されたが、原子力安全委員会決定とはされず、リスク管理の意思決定で具体的に活用されるには至らなかった。「中間とりまとめ」に向けた深い議論は、多くの原子力関係者にも、また社会にも十分に伝わらないまま、2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故に至った。2014年には原子力規制委員会が「安全目標を定めた」とされ、上記「中間とりまとめ」を実質的に追認するとともに、同委員会が今後も継続的に議論することが謳われた。しかし、事故を経てもなお、「なぜ安全目標が重要なのか」が広く共有されているとは言いがたく、原子力安全における最も重要且つ根源的な問いである“*How safe is safe enough?*”についての考察を深めるための議論が巻き起こる状況にもなっていない。

こうした現状に一石を投じることを目的として、本論文では、そもそも安全目標とは何かについての検討に始まり(第2章)、安全目標の姿はどうあるべきか(第3章)、誰がどのように活用すべきか(第4章)、さらに社会との関係のあり方も含め(第5章)、安全目標についての包括的な考察と議論を展開する。

本論文で導いた結論を端的に表現すれば、「不足でも過剰でもなく『適切な安全の姿』を保ち続けることが、『*How safe is safe enough?*』への回答である」、と言える。安全確保の努力が不足している「不適切な安全の姿」が許されない一方で、「安全対策をやればやるほど良い」という立場を深慮なくとることもまた、「滑稽な安全の姿」に陥る可能性がある。安全性向上を目指して様々な対策を実施しても、あるところからは不確かさが大きくなりすぎたり、却って逆効果になったりすることが懸念されるが、こうした領域において無闇に多くの資源を投じることを、本論文では「滑稽な安全の姿」として批判的に論じた。最低限満たすべきリスクの水準を確実に満足した上で、「滑稽な安全の姿」に陥らないように、ALARP(As Low As Reasonably Practicable)の原則に従って適切なリスク管理がなされている状態こそ「適切な安全の姿」であり、この構造そのものが、本論文の提唱する安全目標である。

上記の考え方を踏まえて安全目標を実践に活用していくためには、IAEAも示すように安全目標を階層構造として捉え、「適切な安全の姿」を最上位の定性的目標と位置付けた上で、具体的なリスク管理活動において参照するための“*Surrogate*”(代替目標)を適切に設定することが求められる。安全目標と言えばCDF(炉心損傷頻度)やCFF(格納容器機能喪失頻度)がすぐ念頭に置かれがちであるが、それらは上位目標から導かれる*Surrogate*に過ぎず、望ましい安全の姿についての本質的な思考によって基礎づけられていなければならない。本論文で提示した「適切な安全の姿」を上位目標として念頭に置くならば、安全目標がリスク評価値によってプラントの合否を判定する基準ではなく、また将来に向けた安全性向上活動を不要とする閾値でもないことは、自ずと導かれるはずである。

原子力安全に一義的責任を負うのは原子力事業者であり、その活動が十分かを違う立場から確認する営みが安全規制であると捉えれば、事業者は「当該事業のリスク管理者」であり、規制者は「社会のリスク管理者」であると言える。適切なリスク管理の実施には、これらリスク管理者の組織内で、またリスク管理者間において、リスク情報とリスク認識とを共有することが不可欠であり、安全目標はそのコミュニケーションにおける共通言語として活用されることが期待される。その際、リスク管理者が安全目標及びリスク評価の活用方針を明示し、指針・標準類を整備するとともに、リスク評価の不完全さを前にして逡巡せず、活用の実績を積み重ねながら、リスク評価に伴う不確かさの扱い方などを深化させていくことが求められる。

原子力のリスク管理は、一見すると科学的・技術的基盤のみに立脚して実施すべきと考えられるかもしれない

が、本論文では、安全目標は原子力のリスク管理に係る「社会との約束事」であり、その設定・活用においては社会との相互作用が不可欠と主張する。“No undue risk” (USNRC) や “freedom from risk which is not tolerable” (ISO/IEC) の定義に見られるように、そもそも「安全」という概念自体にある種の価値判断が含まれており、安全目標とはその価値判断をめぐって関係主体が議論を尽くした上で、「我々にとっての『安全』とは何か」を定義することに他ならないからである。リスク管理者には、「科学」が提供する示唆と、社会が示す様々な「価値」との間でもがき苦しみながら、公衆の関心事を目標策定過程に取り入れる努力が欠かせない。また、安全目標（及びそれに類する枠組み）の活用が先行している米英の事例を見ると、両国とも、莫大なハザードを内包する原子力のリスクを管理していく上での様々な不確かさや人知の限界に対応するための「知恵」として、安全目標とリスク管理の枠組みを案出してきたものと解される。本論文で示す「適切な安全の姿」としての安全目標が、福島原子力事故を踏まえた、我が国なりの「知恵」の創出につながることを望みたい。

福島原子力事故を経験した我々の社会が「引き受けてもよいであろう」と考えるリスクの様態・程度について改めて問い直すことは、今後の原子力利用に当たり不可欠である。リスクの様態・程度を正面から議論しようとするならば、安全目標に関して考察を深める努力は避けて通れないはずである。

山口 彰(東京大学)

竹内 純子(国際環境経済研究所)

菅原 慎悦(電力中央研究所)

目次

要 旨	1
目次	iii
1 はじめに	1
2 安全目標とは何か	3
2.1 安全の目的と安全目標	3
2.2 安全目標の生い立ち	3
2.3 安全目標の定義	4
2.4 安全目標とリスク水準	5
2.5 “How safe is safe enough?”再考	7
2.6 上位概念としての定性的安全目標	8
3 安全目標はどうあるべきか	10
3.1 安全目標の階層化	10
3.2 安全目標に求められるもの	11
3.3 日本の規制基準と安全目標	12
3.4 安全目標は“誰のため”のものか	14
3.5 安全目標を活用するのは誰か	15
4 安全目標をどのように活用するか	17
4.1 リスク管理者が安全目標を活用する目的	17
4.2 リスク管理における安全目標の活用方法	18
4.3 安全目標を活用するための課題と留意事項	20
5 安全目標と社会とのかかわり	27
5.1 安全目標は、なぜ社会との関係でとらえるべきか？	27
5.2 安全目標やリスク情報は、社会との関係においてどう活用されるべきか？	29
5.3 安全目標策定に向けたプロセス	32
6 おわりに	34
参考資料	35

1 はじめに

福島第一原子力発電所事故(以下、福島原子力事故)の原因は、関係者が「安全神話」を作り上げ、安全性を高める努力を怠っていたからだと言われている。事故によりその神話が崩壊したとされ、規制組織の在り方から一新し、規制基準も大幅な見直しが行われた。シビアアクシデントの発生を前提とした規制要求が新規に追加され、国民の防護と環境の保全がいかにも実現されるかが原子力規制のメルクマールとなった。

「安全神話」とは何か？本当に関係者の意識の中にそのようなものが蔓延していたのだろうか？原子力安全が「神話」というような捉えどころのないものによっていたことが福島原子力事故により露呈したのであれば、これからの原子力安全の在り方を語る前になぜそのようであったのかが問われなければならない。そして、”How safe is safe enough?”の問いかけが関係者から沸き起こるはずではないだろうか。福島原子力事故を経験した我々の社会が「引き受けてもよいであろう」と考えるリスクの様態・程度についての問いは必須である。そのリスクの姿と原子力発電の利用がもたらすメリットとを比較衡量すれば、社会は原子力技術の利用について議論を深め、原子力と共存するのかを判断することができるであろう。リスクの様態・程度を正面から議論するならば、安全目標について議論は避けて通れない。

わが国における安全目標に関する公式な議論は、2001年に原子力安全委員会が安全目標専門部会を設置したことに始まる。そこで検討された結果は2003年に「中間とりまとめ」として公表されたが、原子力安全委員会決定には至らず、「中間とりまとめ」に至るまでに行われた深い議論は残念ながら広く社会に伝わるには至らなかった。福島原子力事故の後、2014年に原子力規制委員会が「安全目標を定めた」とした。これは、実質的には2003年の「中間とりまとめ」を追認するものであり、原子力規制委員会は今後も継続的に議論するとした。しかし、現在に至るまで安全目標の必要性(より正確さを期すならば、安全目標についての理解と考察を深めることの必然性)が関係者で共有されるには至らず、当時も現在も安全目標がなければならないと考える大きな流れにはつながっていない。安全目標といった厄介な問題に関わりたくない、その議論に入りこまなくても原子力の利用はいずれ立ち直るはずだ、と考える向きが多いことによるのだろうか。

安全目標に関する議論は確かに難物だ。しかし安全目標に向き合わなければ、原子力の自主的安全向上など糸のきれた凧のようなものだと言わざるを得ない。果たして、事故後に行われた規制組織の刷新や規制基準の大幅な強化は、原子力のリスク管理を真に望ましいあり方に統御していると言えるだろうか。安全目標を明示せずとも、専門家が安全確保(規制)のための決定論的技術基準を定め、社会もそれを積極的ではないにせよ容認し、少なくとも形式上はうまく運用されてきた過去の経験に未だ儂い期待を抱いているとすれば、認識を改めなければならない。技術的な基準とは本来、国民や社会にとって適切な「安全」の姿とは何かという議論がまずあった上で、その「安全」を的確に実現するために、法的権限と専門的知識を有する人や組織が定め運用するものである。しかし、その専門家も徹底的に信頼を失っているし、何より、どのような「安全」の姿が望ましいのかという社会的議論が十分に行われてきたとは言い難い。国民・社会に対して、私たちの目指すところはリスクゼロの社会ではなく、リスクをうまく管理しながらその価値を便益として享受することの必要性を伝えるのであれば、まず関係者が真摯に安全目標の議論に取り組むことが求められる。この議論から逃げることは許されない。

新しい規制の下、少数ではあるが、すでに複数の原子力発電所が運転を開始している。しかし、再稼働に対しては多くの訴訟が提起されており、一部の判決・決定においては、行政が定める規制基準自体に安全性確保の点で問題があるとされたり、原告の人格権の保護という理由で原子力発電所の運転を差し止めたりする状況も発生している。これらは、一部の裁判官の特別な判断と見るべきではなく、原子力の安全確保のあり方に対する、社会からの厳しい問題提起と捉えるべきである。本質的な課題である安全目標に関係者が正面から取り組み、国民・社会と「許容できるリスクの姿・程度」についての議論に臨まない限り、その問題提起に真摯に応えたことにはならないだろう。“How safe is safe enough?”の問いが持つ意味を理解し、考察を深めようとする努力なしには、原子力の適切なリスク管理は実現し得ないし、まして社会からの納得・信頼など望むべくもない。

原子力基本法は震災後の改定においても一貫して、「社会の福祉と国民生活の水準向上のための原子力の開発・利用を行う」ことを掲げている。震災後に策定されたエネルギー基本計画(2014年)でも、原子力利用を、その適正な規模を見極めつつ継続することが明らかにされた。国民経済や温暖化対策などを総合的に勘案して政府が決定した方針である。そのためには原子力技術の利用に関する総合的なリスク管理が必要だ。総合的なリスク管理とは、安全確保活動の仕上がり具合と、リスクが抑制されている程度、社会に存在する多様で複合的なリスクを踏まえ、リスクをいつも注視し続けることである。

筆者らは、今後の原子力技術の利用にあたって必須となる安全目標の議論に一石を投じたいと願っている。この目的を達するため、本報告では、そもそも安全目標とは何かについての検討に始まり(第2章)、安全目標の姿はどうあるべきか(第3章)、誰がどのように活用すべきか(第4章)、さらに社会との関係のあり方も含め(第5章)、安全目標についての包括的な考察と議論を展開する。

安全目標がすべての方々から尊重され、いつでも参照されつつ安全にかかる活動がなされるという姿を実現することは、福島原子力事故の教訓を完結する最後のピースである。これなくしては原子力の継続的利用への道が断たれるであろうことを、関係者と共有し、議論のきっかけを提供することができれば望外の喜びである。

2 安全目標とは何か

原子力の安全確保を目指す上で、「どれくらい安全なら十分安全といえるのか？」(“How safe is safe enough?”¹⁾)という問いかけに対して技術と社会の両面から答えるためのよりどころ、それが安全目標の広く受け入れられる定義であろう。この章では、現在まで国内外で検討されてきた安全目標の定義や社会が受容するリスク水準との関係等を概観しつつ、「安全目標とは何か」について考察する。

2.1 安全の目的と安全目標

IAEA の基本安全原則²⁾は「人と環境を放射線の害悪から守る」を原子力安全の目的とする。社会と共存してこそその原子力利用であり、原子力安全の目的がこのようであることは至極自然である。それ自体を広い意味での安全目標と捉えることもできるが、冒頭に述べた通り、安全目標が、「どれくらい安全なら…」という問いかけを含んでいるとする以上、単に「安全を確保する」というだけでなく、どの程度に、どのように、安全が確保されているのか、言い換えると、どの程度のどのようなリスクが残っているのか、という問いに対する答えが求められると考えることが自然である。つまり、安全目標を考えるうえではリスクを測る物差し³⁾が必要となる。また、その物差しで測ったリスクの程度が「十分安全である」と考えるに足るほど小さいかどうかは、多分に社会の「価値判断」を含むであろう。なぜなら、原子力を利用する限り、放射線被ばくのリスクをゼロにすることは不可能であり、「十分安全」の程度は、原子力利用の便益に照らしてどの程度のリスクなら受容してもよいのかで決まるものと考えざるを得ないからである⁴⁾。上述の IAEA 基本安全原則の「安全の目的」においては、「放射線被ばくのリスクをもたらす(=原子力利用に関わる)施設の運転や活動を不当に制限することなく」との但し書きがついている。便益をもたらす利用を正当な理由なくして阻害することは社会の損失になるという考え方が、国際的に確立されているからである。原子力を利用するからこそ、適切な安全確保を求めるという考え方は当然である。安全目標は、そのことをより明確にして、安全確保のために行うべき活動の深さと広さを定めることに活用されるものであると考える。

2.2 安全目標の生い立ち

上述のような安全目標(Safety Goals)という概念が意識され、原子力安全と関連づけて理解されたのはいつごろであろうか。

歴史的には、まず目標以前にリスクの実態把握を目的として、「何が起こり得るのか？」という問題が考えられた。損害賠償に関わる問題として、公衆に被害をもたらす大事故がどのように起こり得るのかについて評価を試みた WASH-740(1957)は、その先駆的研究と言えるだろう。しかし、この研究は、それがどれくらいの確率で起こ

¹ いつ頃から使われ出した言葉か定かではないが、古くは以下の文献にその言葉を見つることができる。

C. Starr, “Social Benefit versus Technological Risk – What is our society willing to pay for safety? –,” *Science*, **165**, 1232 (1969).

² “The fundamental safety objective is to protect people and the environment from harmful effects of ionizing radiation.” (IAEA Safety Standard, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals No.SF-1). 日本原子力学会も「原子力安全の基本的考え方について、第 I 編 原子力安全の目的と基本原則」の中で、同様の内容を「原子力安全の目的」として定義している。

³ いわゆる Risk Triplet(Kaplan and Garrick, 1981)、すなわち、“What can go wrong?”, “How likely is it?”, “What are the consequences?”がその役割を果たすと考えられる。

⁴ 脚注1で示した Starr の論文(1969)参照。なお、本論文においては興味深い試算が提示されている。社会が受容する原子力発電所のリスクレベルを石炭火力発電所並み(原子力に置き換えることにより公衆への有意なリスク増加がない)とすると、そのレベルは個人の死亡リスクで年あたり 100 万分の 4 程度となるが、電力会社にとっては破局的事故による経済的損失リスクの方がはるかに受容レベルが低く、その値を個人の生命リスクに換算すると年あたり 1000 万分の 1 になるというのである。今から思えば非常に示唆に富んだ試算である。

るのかということについては解を与えていない。

Okrent⁵によれば、1960年代後半から70年代前半にかけて大事故の発生確率の評価や受容限度についての研究がみられるようになり⁶、確率論的リスク評価(PRA)手法を提案した報告書として名高い WASH-1400 の登場(1975)や、結果的に PRA の有用性に関する認知度を高めることとなったスリーマイルアイランド事故(1979)を経て、「定量的安全目標」の制定に向けた検討が開始されている。すなわち、定量的リスク評価手法の進展を背景に、従来の深層防護を基本とした安全確保活動の結果として、どれくらいのリスクが残っているのかを定量的に把握し、それはどれくらいなら受容可能とするのかという、前節で示した安全目標の概念の具体化がこの頃から始まったものと考えられる。

2.3 安全目標の定義

IAEA は、これから安全目標を制定しようとする加盟国を念頭に、安全目標の枠組みを提案している⁷。この中には従来の深層防護や設計基準事象に対する決定論的要求等も含めており、これが現在知られているもっとも新しい、安全目標体系の広義の定義と考えられる。図 2.1 にその枠組みの階層概念図を示す。その特徴は安全目標を階層構造として示したこと、階層には社会のレベルから施設のレベル、技術に依らないレベルから技術に

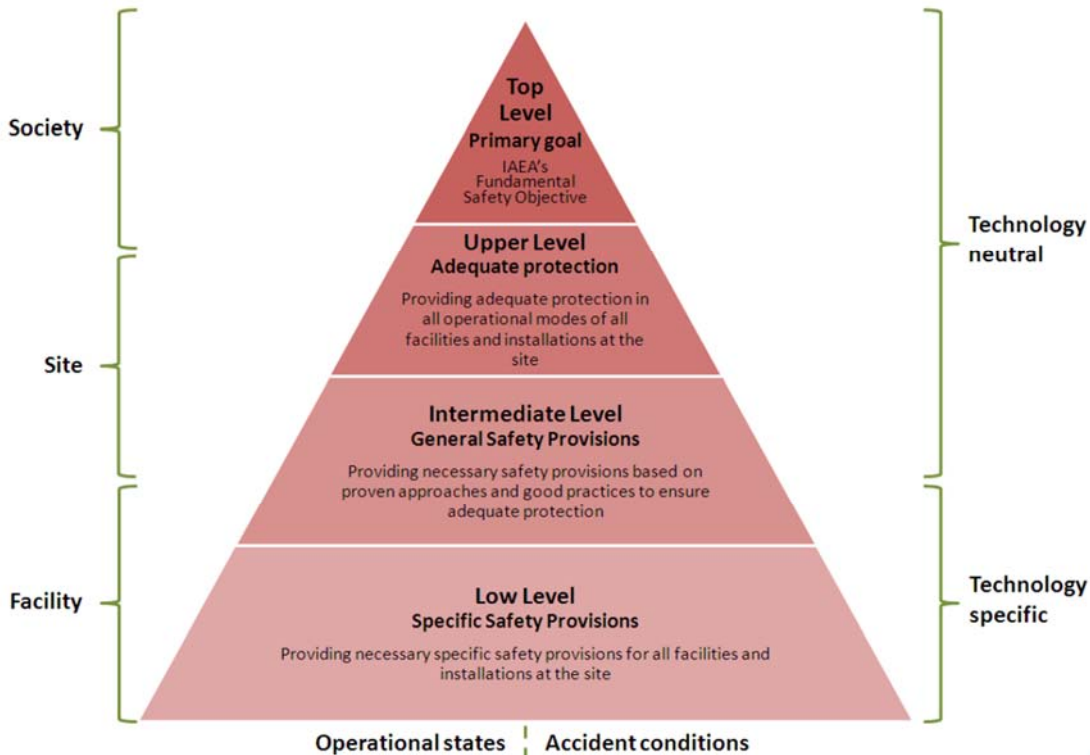


図 2.1 IAEAが提案する安全目標階層構造概念

固有のレベル、基本的安全目標のレベルから個別安全対応のレベルと複数種類の階層を関連づけたことである。一方、米国原子力規制委員会の安全目標(参考資料 1)は、図 2.1 の Top Level(脚注 2 参照)を安全目標の

⁵ David Okrent, “The Safety Goals of the U.S. Nuclear Regulatory Commission,” *Science*, **236**, 296 (1987).

⁶ たとえば、F. R. Farmer, “Siting Criteria – A New Approach,” *Proc. IAEA Symposium on Containment and Siting of Nuclear Power Plants*, Vienna, Austria, April 3–7, 1967, 303 (1967). 脚注1で示した Starr の論文も原子力に限定していないがその一例。脚注4に記した後者(Starr 論文)の試算において前者(Farmer 論文)が引用されている。

⁷ https://www-ns.iaea.org/committees/files/NUSSC/1661/Item6.1_41NUSSCsafetygoalsMrYlleria.pdf

一部と陽には位置付けておらず⁸、また定量的目標は確率論的目標のみで構成されている。これは、日本の旧原子力安全委員会が提示した安全目標(案)も同様である(参考資料2)。すなわち、米国や日本では、図 2.1 のサイトや施設のレベルを明示的に対象とし、2.1 節や 2.2 節で述べた安全目標の姿にストレートにアプローチし、従来の安全確保体系を補強しようとする目的が明確である。一方、IAEA の定義は、それらを超える広義な枠組みを提示している。たとえばこれから原子力を利用しようとする国において、安全確保のための規制体系を構築していく際、システムティックで整合性のある制度設計を行う上では、この枠組みは有用であると考えられる。このように従来、安全目標の定義は、その目的や時代背景、ニーズ等に応じた柔軟な形が示されてきたと考えるべきであろう。言い換えれば、安全目標を何のためにどのように使おうとしているのかが肝要なのであって、そのためには階層的構造の概念がふさわしいと言えよう。ここで私たちの描くのは、リスクが適切に管理されると同時に、そのことが社会から信頼されるという原子力安全の形である。次節では、安全目標と不可分であるリスクとの関係について掘り下げて考察する。

2.4 安全目標とリスク水準

ここでは、2.1 節で述べた安全目標で示される安全確保活動の充足性、あるいは残留するリスクの水準とは、いかなる性格を有していると考えられるかについて考察する。たとえば、前節の IAEA の定義における Top Level は、ISO/IEC の安全の定義である「許容できないリスクがないこと」と言い換えても良いように思われるが、そもそも「許容できない」とはどのようなリスク水準であるのか。この問題に関しては、英国 Health and Safety Executive (HSE)が提示する枠組み⁹が考察の起点として参考とすべきところがあるので、以下、その概要を解説する¹⁰。

図 2.2 にその枠組みの概念図を示すが、社会との関係におけるリスク¹¹の受容性について Unacceptable region(①), Tolerable region(②), Broadly acceptable region(③)の3つの領域が存在するとしている。

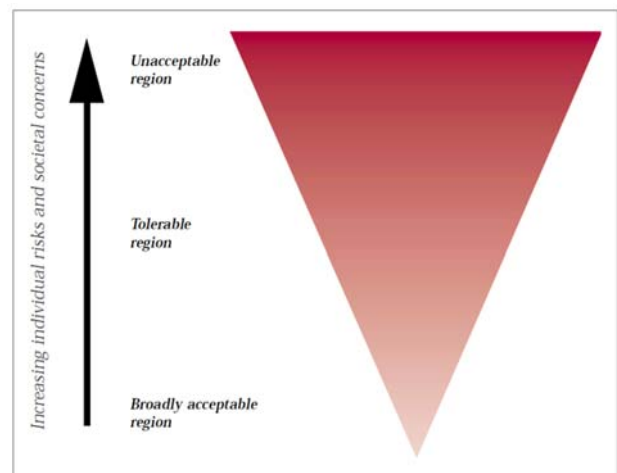


図 2.2 リスク受容性に関する枠組み(英国HS

この考え方は原子力施設においても適用され、リスクの受容限度として、いかなる事情があってもそれ以上のリスクは受容できないとする上限(①と②の境界)と、それ以下のレベルであれば広く受容される下限(②と③の境界)の二種類を規定し、その間は”As low as reasonably practicable (ALARP)” の考え方によって受容レベルが決まる。ALARP によるとは、リスクを受容することに正当性があると合理的な説明ができることであり、その判断は、多様な形態である便益とリスクの比較衡量によるとしている。そして、上限/下限それぞれの境界に対し、公衆の個人死亡リスクとして年あたり 10^{-4} 、 10^{-6} という確率

⁸ NUREG-2150(“A Proposed Risk Management Regulatory Framework,” 2012)の記述によれば、U.S. Department of Homeland Security が掲げる National Risk Management を最上位とし、その下位構造として NRC の安全目標を位置付けるという解釈が可能かもしれない。

⁹ “Reducing risks, protecting people, HSE’s decision-making process,” Health & Safety Executive, UK (2001).

¹⁰ 本節では「許容」と「受容」が用語として混在するが、この点については5. 1節の脚注 32を参照のこと。

¹¹ 図2の縦軸は”Increasing individual risks and societal concerns”となっており、本稿で用いる「リスク」も societal concerns を含むような広義の意味合いを有することとする。

論的数値を提示している¹²。英国原子力規制当局(The Office for Nuclear Regulation: ONR)は前者を Basic Safety Level (BSL)、後者を Basic Safety Objective (BSO)と称して上記死亡リスクを踏襲するとともに、それぞれに対応する目標被ばく線量を定めている¹³。英国は、上位概念である目的と具体的な目標とを使い分けており、確率論的数値を安全目標(Safety Goal)という用語ではなく、リスク抑制の目安(targets)とする。ここでいうtargetは本書における安全目標と同様の性格を有していると考えられるため、ここで参考として挙げた。なお、日本学術会議が、「工学システムに対する社会の安全目標」として同様の構造を提唱している(参考資料3)ことを付記しておきたい。

米国原子力規制委員会(NRC)は、過去に英国流の枠組みの必要性を検討している¹⁴が、BSLに相当するレベル¹⁵については決定論的規制基準で担保するとして安全目標には含めないと結論した¹⁶。その際、現存する安全目標はBSOに対応するとの認識を示している。また、決定論的規制基準を満足したうえで、安全目標を上回る領域については、Value/Impact 評価と称して、規制をかけるか否かの正当性をリスクの低減効果とそれにかかるコストの面から判断することとしている¹⁷。一方、IAEAは、前述の通り、決定論的規制基準そのものを安全目標体系の構成要素の一部として定義しており、義務的な基準か文字通りの目標かという安全目標の性格付けについては、両方を包含し明確な区別を与えていない。

我が国の旧原子力安全委員会は安全目標を「我が国の安全規制活動によって達成し得るリスクの抑制水準」、「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リスク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リスクの抑制の程度を定量的に明らかにするもの」といった表現で位置付けており¹⁸、英国流のBSLかBSOかという点ではやや曖昧な表現ながらBSL寄りのようにも見える。但し、定量的目標案として掲げている値は米国の定量的安全目標や英国のBSOと同程度であり(米国との対比については参考資料2参照)、その事実を踏まえると、日本の原子力安全委員会が提示した安全目標案も、実態としてはBSO相当の性格を有していると解することができる。

さて、以上述べてきたことから、安全目標と関係付けられるリスク(安全)の水準として、それ以上は如何なる事情があっても受容できないとする水準と、それ以下ならほとんど気にならないとする水準が、境界は不明瞭ながら存在すること、またそのふたつは重なるのではなく、その間にはリスクをとることにそれを上回る便益があるという条件付きで受容できる領域が存在すること、そうしたリスクの受容に関する3領域構造を念頭に置くべきと考える。このような構造を我が国の社会がどのように受けとめるかについては、検証が必要であろう。ただ、普通の人々が普段の生活の中で無意識に行っているリスク管理においては、同様の構造を直感的に受け入れていると考えても概ねさしつかえないものと言えよう。ここでは英国流に従って、中間領域の上限をBSL、同じく下限をBSOと呼ぶことにする。この構造を踏まえつつ、安全目標とは何かについて次節以降で考察を深めることとする。

¹² “The tolerability of risk from nuclear power stations,” Health & Safety Executive, UK (1992).

¹³ “Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities, 2014 Edition, Revision 0,” Office for Nuclear Regulation, UK. なお、BSLについては、それを超える場合に何らかの規制行為を考えるべきだが一部の例外を除き mandatory ではない、としている。一部の例外とは、通常運転時の施設内従業員被ばく線量限度: 20mSv/年及び同施設外公衆の個人の被ばく線量限度: 1mSv/年のことであり、これらは遵守が義務付けられた Legal Limits として定められている。

¹⁴ SECY-00-0077 “Modifications to the Reactor Safety Goal Policy Statement”

¹⁵ NRCはBSLに相当するレベルを“Adequate Protection”と称している。

¹⁶ Commission Voting Record to SECY-00-0077

¹⁷ “Regulatory Analysis Guidelines of the U.S. Nuclear Regulatory Commission,” NUREG/BR-0058, Revision 4 (2004).

¹⁸ 参考資料2に示す報告書の「1. はじめに」より引用

2.5 “How safe is safe enough?”再考

安全目標がその回答であるとした”How safe is safe enough?”(HSISE)には、二つの含意があると考えられる。ひとつは、最低限実現すべき「適切な安全の姿」¹⁹とはどのようなものか、という問いかけである。もうひとつは、社会通念として過剰な要求と考えて良いような、いわば「滑稽な安全の姿」である。言い換えれば、安全性の向上を目指して様々な対策をしても、あるところからは不確かさが大きくなりすぎたり、かえって逆効果になったりすることが懸念されるような領域が後者である。こうした領域で無闇に多くの資源を投じることを、本論文では批判的に「滑稽な」と表現した。このふたつの姿を念頭に HSISE を翻訳すると、前者は「どれだけの安全を求めるのが適切か?」、後者は「これ以上の安全を求めるにはその代償(不確かな悪影響)が大きすぎるような安全の程度はどのようなものか?」といった表現となる。

上記のような HSISE の解釈と、前節で述べたリスク受容に関する3領域構造とを対比させて考えると、以下のような論考が導かれ得る。「適切な安全の姿」とは、BSL が着実に達成された上で、ALARP に従ってリスクの適切な管理がなされている状態である。仮に、BSL が達成されていない状態があるとすれば、それは「不適切な安全の姿」であり、安全確保の努力が明らかに不足していることを意味するため、そのような状態のままの運転継続は原則として認められない。これに対し、「滑稽な安全の姿」とは、BSO を下回っていると知りつつなお、むやみに過剰投資を続けるゼロリスク追求の呪縛から抜けられない状態と、ここでは定義する。つまり HSISE への回答とは、BSL と BSO のどちらかを safe enough のレベルであると決めることではない。安全確保の努力が不足して「不適切な安全の姿」であることが許されないのは当然だが、同様に、「安全対策をやればやるほど良い」という立場を深慮なくとることもまた、「滑稽な安全の姿」に陥ってしまう可能性がある。そのどちらにも陥らず、BSL と BSO で挟まれた領域を常に意識してリスク管理の努力を行い続けることが、本論文でいうところの「適切な安全の姿」であり、HSISE に対する著者らの回答である。この結果が社会から見て妥当なものとなっているのかを、社会との対話を通じて見極め、社会の求めに応じて見直していくことを通じて、上記のようなリスク管理の考え方が社会に定着していくこととなる。HSISE の問いは、このように理解することで初めて、原子力技術にとっても、また社会にとっても意味ある問いかけとなり、真の安全確保に役立つものとなる。

一方、現実の安全確保活動を行うにあたっては、活動の充足性の判断基準が必要であるとされ、リスク管理者はそれが定量的な形で与えられることを望みがちである。BSL と BSO に相当する境界は、本来は社会の価値を反映した重要な、しかしぼやけたものであるところ、技術専門家はそれを定量的に明確な形で確定させることを求めがちである。しかし、そこに安全目標の弊害が生じることを懸念する。境界を明確にすれば、それが原子力安全の閾値と見られ、あたかもリスクの定量値という一次元的な物差しで安全と不安全の境界を測ることができるのではないかと、また、単純にその数値の大小で安全の程度を判断できるのではないかと²⁰、という誤解を生じかねない。原子力安全(あるいはリスク)とは、本来、多次元的な姿を有しているものであり、高度な専門知を総動員することで不断に追及されなければならない。定量的リスク評価値²¹は有益な情報ではあるが、それだけですべてを表すことはできず、また不確かさ、不完全さを内包していることに注意を払う必要がある。2.2 節で述べた通り、定量的リスク評価技術の進展とともに安全目標の検討が深まったことは事実である。しかし、リスク評価の活用は、統合的で包括的でなければならない。リスクの一部のみに囚われ、本来の原子力安全確保の

¹⁹ 憲法第 25 条に言う生存権(健康で文化的な最低限度の生活を営む権利)に相当する。NRC はこれを No undue risk と表現している。

²⁰ 知見の進歩や評価範囲の拡大等によって、定量的リスク評価値が上昇しても、実際のリスクへの理解度、漸近度は増していることがある。

²¹ リスク評価値は、リスクを表す定量的な数値の一つに過ぎず、米国原子力規制委員会(NRC)は surrogates と呼んでいる。リスク情報の活用、リスク管理で重要なものは risk insight(リスク知見)と言われる。

あるべき姿を見失うようなことがあってはならない。特に、BSLについて一元的な見方で合否を判断するような基準の提示は、規制行政や司法判断に大きな影響を及ぼすと考えられるため、慎重さが求められる。こうした認識に基づけば、上位概念としての定性的安全目標の姿が自ずと見えてくるのではないだろうか。

2.6 上位概念としての定性的安全目標

繰り返しになるが、本論文では HSISE に対する回答を、「不適切な安全の姿」でもなく「滑稽な安全の姿」でもない、その両者に挟まれた幅のある領域を目指してリスク管理を行うこと、として捉えたい。安全目標を定量的リスク水準として決めてしまいたいとの求めに応える前に、まずはどのような安全の姿を目指すべきかについて、しっかりと議論を深める必要があると考える。また、リスクという言葉そのものの意味合いも、事故の発生確率や個人が受ける定量化された健康リスクのみにとどまらず、社会全体の関心、懸念といった概念も含め広義に捉えるべきである(2.4 節脚注 11 参照)。そのうえで、最低限の安全(BSL)は、確立された専門知(科学技術的な事実、当該施設の正しい理解、運転経験と得られた知見、国際的なコンセンサス等)に依拠して実現する必要がある。その結果を総合的、普遍的に評価する指標として定量的リスク水準を提示することは、一見魅力的な試みではあるが、閾値をはさんで原子力安全を機械的、二値的に判断できるとする誤解を与え、科学技術の限界²²や我が国の法文化に照らして未だ弊害の方が大きい(かえって安全確保の本質的努力を阻害する)と考える。そもそも、普遍的に安全を判断できる定量的リスク水準を求めることは、「その閾値を満足しさえすれば良い」という思考の枠組みをつくることと等しく、ゼロリスクを望む姿とも重なって見える。

上記のように、確立された専門知に依拠して最低限の安全を確保するための取組みを行っても、なお不確かさや知識の欠如に起因するリスクは残る。そのことへの備えとして、これを超えたリスクは許容できないレベルである BSL と、そこから下は滑稽な安全と考えられる BSO との間にある幅の中で、利用可能な知見や意見を総動員して、安全性向上へさらなる努力を払うべき領域が存在するべきである²³。この領域では専門知そのものも不確かなのであるから、可能な限り高度な安全を追求すると同時に、求める安全が合理的に達成できるのかをも問い続けなければならない。また、専門知そのものの確度を高める努力も必要である。本論文では、このような営みが ALARP であると解する。ALARP は、可能な限り安全を高める取組み(Low)と、不確かさに適切且つ実際的に対処することと(Practicable)、不確かさを減ずる努力の十分性を問い続けること(Reasonable)とを求めている。BSL から BSO に至るこの領域、つまり「適切な安全の姿」から逸脱しないようにマネジメントを行っていくことが適切な安全確保の要諦であり、言い換えれば、この幅をもった構造そのものを念頭にリスク管理活動を行うこと、そのこと自体が上位概念としての定性的安全目標であると提案したい(図 2.3)²⁴。

実際のリスク管理活動に際しては、こうした上位概念を具体化あるいは可測化する必要がある。そのための目安として、安全確保活動に応じた代替目標²⁵(surrogate と呼ばれる、多くの場合は定量的な指標)が定められ

²² 特に、わが国で支配的な外的事象起因の定量的リスク評価結果を考慮して意思決定する際には、多分に Trans-Science な領域に踏み込まざるを得ず、再現性や普遍性などの特徴を具えた伝統的な「科学」の領域を超えている。なお、Trans-Science については、A. M. Weinberg, "Science and Trans-Science," *Minerva*, 10, 209 (1972) を参照のこと。

²³ 米国では、Adequate protection を確保したうえで、それでもカバーしきれない不確かさ、不安全性を補うための Prudent margin を確保すべきとしており(Regulatory Guide 1.174, USNRC)、その Margin がどの程度であるべきかの目安こそが安全目標であると解することができる。

²⁴ これは結果として米国の Adequate Protection (脚注 15 参照) を安全目標に含める提案であり、(安全目標に含めないとする)米国とは異なるが、図 2. 1 にみられる(米国と同義とは明言していないものの、Adequate Protection を Upper Level に位置づけ決定論的規制要求を含めている)ように IAEA の定義とは整合することとなる。

²⁵ Surrogate と呼ばれる。米国では炉心損傷を長期健康影響の代替目標、FP の大規模放出を短期健康影響の代替目標としている。安全確保活動の程度を定めるために用いるためには定量的であること(具体化、可測化)が必要であると考えられる。

ることとなる。たとえば、原子炉炉心の冷却形状や冷却性状を維持することは、放射性物質を炉心に閉じ込めるという目標を踏まえた安全確保活動の本質であり、炉心の重大損傷発生頻度を代替目標とすることは合理的であると考えられる。もっとも、代替目標を定量値として定めたとき、前述の弊害が顕在化することを懸念せねばならない。ゆえに、上記の上位概念としての定性的目標の趣旨を十分に理解したうえで、その定め方や活用を誤らないようにすることが大変重要であると考えられる。その意味でも上位概念としての定性的目標は、十分かつ継続的な議論を重ね、技術専門家と社会の双方から尊重されるものとしていかなければならないし、その努力を惜しんではならない。

以上のことをふまえ、以降、安全目標のあり方(代替目標の定め方)やその活用の仕方、また社会との関わりについて各々、3章、4章、5章にて考察することとする。

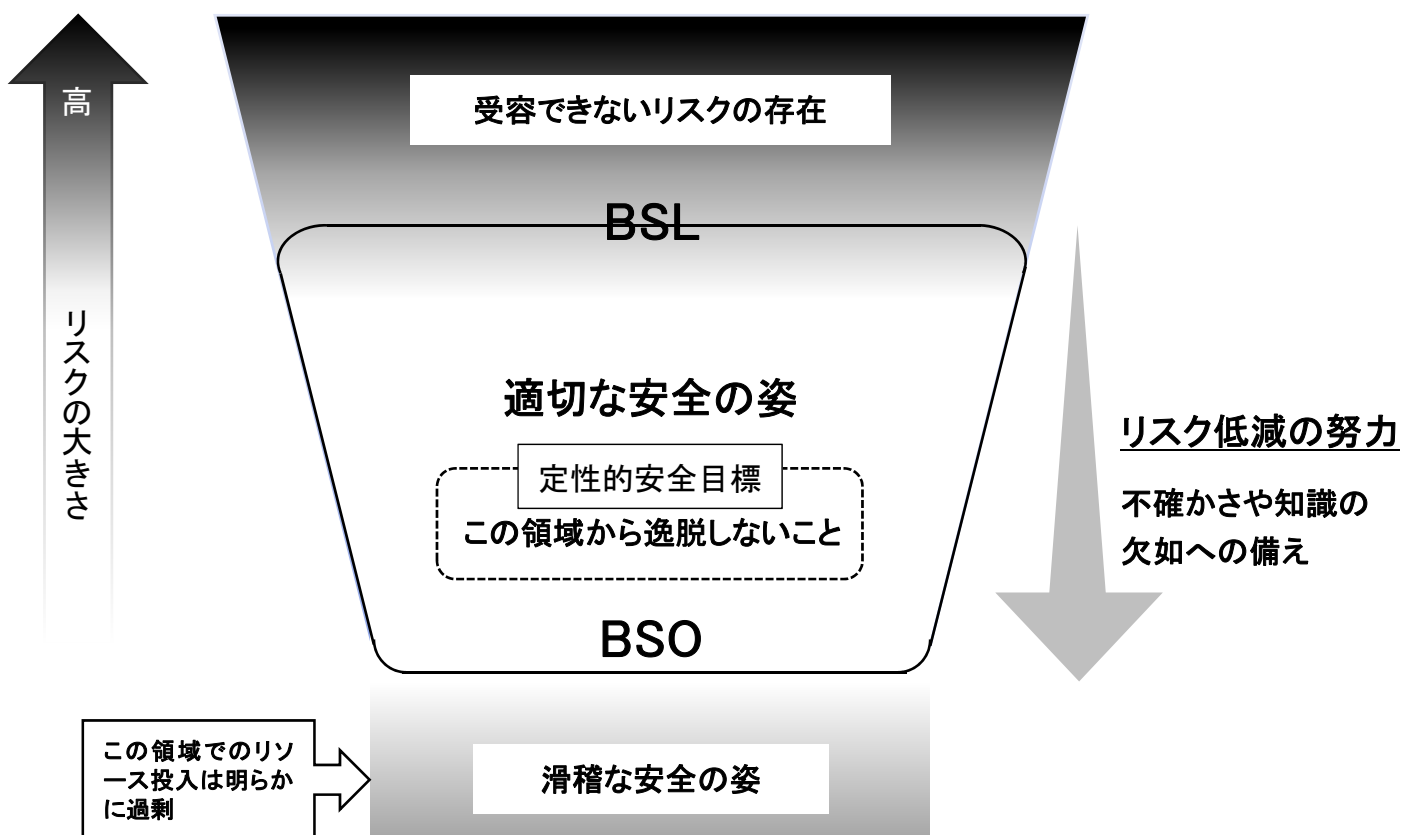


図 2.3 定性的安全目標概念図

3 安全目標はどうあるべきか

安全目標は、安全の程度を総合的かつ直観的に社会に対して示す指標であり、リスク・コミュニケーションのツールとしても期待されている。しかし、実際には一次元的な物差しで安全の度合いを単純に測定するようなものではない。時に、安全目標を閾値のように使いたくなるが、多面的な要素を包含した安全目標は、単純な数値として理解されるものではないことは2章に述べたとおりである。そして、原子力施設を設計・建設・運転する為には、2.6 節で述べた定性的安全目標の概念の具現化、即ち具体的活動の指標に展開するプロセスが不可欠である。

IAEA の提案にもあるように、安全目標は、最上階層に広く社会に理解・受容される一般的な高位目標を据えたいうえで、多面的な観点でそれらを下階層の具体的な活動に係る目標に展開していく必要がある。即ち最上階層の目標は、個々の技術に依らず、工学システム全体を見据えて社会全体として目指すべく設定される。そして、最上階層目標から下層目標へ展開するプロセスは多様であるが、それぞれが最終的には具体的かつ実行可能な行動に落とし込まれ、目標を具現化するものとならねばならない。このプロセスは、定性的表現から定量的目標へ、また施設の設計や運転管理を念頭においた、達成可能な具体的な行動や機器の性能・設計目標等の中間的な代替目標へと展開されるものであり、このことから安全目標が、多様な価値を含んだ階層構造となる必然性が理解できる。よってこの章では、安全目標の階層構造を取り上げ、下層への展開という観点から、代替目標である各階層の要素を概観したうえで、日本における安全目標のあり方について検討する。

3.1 安全目標の階層化

米国では、米国民が晒されているあらゆる事故による急性死亡のリスクを基準とし、「原子力施設の事故によって生じる可能性のあるリスクの増加はその0.1%を超えてはならない」との目標を定めた(参考資料1)。これを具体的な設計目標に展開するために、米国の死亡統計データに基づき、基準となる急性死亡のリスクを算出し、原子力施設が目標とする急性死亡リスク($<5 \times 10^{-7}$ /年)、晩発性ガン死亡リスク($<2 \times 10^{-6}$ /年)を求めた。それらを達成するための、事故時の放射性物質の放出量制限を定めたうえで、各施設における設備の設計目標を、安全目標の中間的な代替数値目標(炉心損傷頻度(CDF) $<10^{-4}$ /年、大規模早期放出頻度(LERF) $<10^{-5}$ /年)として設定している。各階層への展開は、数値根拠とともに論理的説明がなされている²⁶。

IAEA の提案においても、Top Level(頂上目標)を「放射線による災害から人や環境を保護する」とし、そこから展開される Upper Level(上層目標)を、「原子力を利用する際に生じうるリスクを、他産業と比較し、より低いものとする」としている。この上層目標においては、原子力施設特有の性質、主に放射線による影響を十分に考慮した目標が設定される。最上層から最下層まで、各レベルにおいては、定量的項目と定性的項目のいずれを含めることも可能であり、上層目標を適切に下層に展開していく中で、決定論的な目標と確率論的な目標を含めて、原子力プラントのライフサイクル全体を見据えた、安全確保の体系を構築することが求められている。また、定量的目標値の設定では、一般の人々に浸透し定着するように、多くの人々が関心をもつ、放射性物質による周辺の土地汚染のリスクやガン発症のリスクを含めることが提案されている。リスクをその目標値以下にするためには、通常運転時、及び事故発生時に原子力施設から放出される放射性物質の目安値等を定める必要があり、この数値が Intermediate Level(中間目標)となる。中間目標に、各サイトレベルの様々な目標、たとえば深層防護の有効性、多重性や多様性をもった設計、安全裕度、事故対策設備の性能等が含まれることは、高

²⁶ NUREG-0880 R1 for Comment, "Safety Goals for Nuclear Power Plant Operation"

い水準の安全設計を持って安全の目的が達成されることを考えれば当然と言える。

さらにその下にある Low Level(下層の目標)の段階で、初めて各施設の個々の設計や技術、プラントの構造物やシステム、個別の機器に対する具体的な目標値が設定される。これらの概念の一例を図 3.1 に示す。

スウェーデンのように、上位レベルの各層を法律・規則として定め、それら定性的な目標を満足するために位置づけた最下層の定量的な目標値は、原子力プラントを運転する事業者によって個々に定めさせる場合もある²⁷。

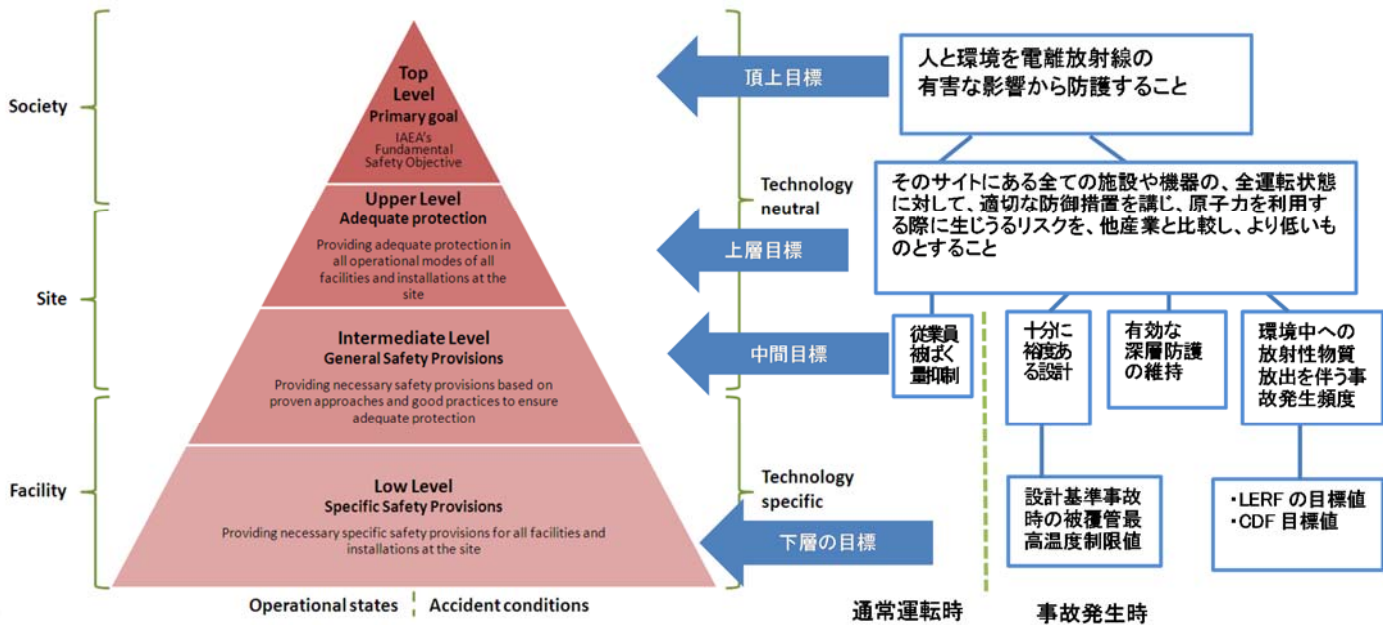


図 3.1 安全目標の階層化例

安全目標として何層を含めるかの考え方は多様であるものの、この広義の安全目標体系の中には、定性的な目標、法令で定められる定量的な規制(制限値)、推奨項目、事業者の自主的な目標値などが含まれ、体系的で整合性のある階層構造が構築されなければならない。

3.2 安全目標に求められるもの

階層構造の最上階層については、普遍的かつ一般的な目標設定がなされるが、下層レベルにおいては、個々の技術の特徴や進歩を反映する要素が含まれており、それらは最新知見を的確に反映して見直しが行われる。このことは、最上階層の安全目標に何らかの普遍性が求められることと、それより下層において継続的な安全性向上や社会通念の変遷が反映されることと整合する。図 3.1 に示したように、最上階層の安全目標に対して、それを補完するための中間目標には種々の組み合わせがあり、それらによって多面的にカバーできるように、バランス良く選定する必要がある。技術の進歩を反映した、より高い「技術目標」を設定することも可能である。また、これまでの運転経験や評価手法の成熟によって不確かさ幅の減少が期待される領域においては、より精緻な目標値に置き換えていくことは合理的である。

安全目標は、新規技術の導入を排除せず、技術の進歩や安全に関する最新知見の取り込み、およびリスク

²⁷ NEA/CSNI/R(2012)11, “Use and Development of Probabilistic Safety Assessment An Overview of the situation at the end of 2010”

管理技術の向上を促すこと、これらにより総体として安全の確保がなされること、合わせて活動の特徴を踏まえたものであることが求められる。したがって、それが具備すべき要件は以下のように整理できる。

- ・安全の目的達成に有用であること
- ・多様な価値を反映する多面的な尺度を有すること
- ・Risk Aversion の考え方に適切な配慮をすること
- ・事業者²⁸の活動を不当に妨げないこと
- ・事業者の自主的リスク管理活動を促すものであること
- ・安全を不断に追及させるものであること

日常生活においてリスクをゼロにすることは不可能である。前述のように、工学システムによる恩恵を享受する社会として、いかなる事情があってもそれ以上のリスクは受容できないとする上限(BSL)や、それ以下のレベルであれば広く受容される下限(BSO)を定める必要がある、との考え方が示されている。では、どのようにそれらの目標値を設定するのだろうか。安全目標の概念及び目標値は、社会の構成員の総意を踏まえて、行政機関・規制機関がこれを定めることに重要な意義がある。英国における BSL/BSO も、また米国における安全目標も、透明性のあるプロセスを経て決定しようという努力が一定程度なされてきたと言ってよい。安全目標が社会に尊重されるためには、これを定めようとする行政機関・規制機関が社会から信頼されていなければならない。その信頼は、リスク受容や安全目標について社会全体に問題提起する際の基盤となる。例えば、NRC は、「Independence、Openness、Efficiency、Clarity、Reliability」を良い規制の5つの基本原則として掲げ、日本の原子力規制委員会も活動原則として(1)独立した意思決定、(2)実効ある行動、(3)透明で開かれた組織、(4)向上心と責任感、(5)緊急時即応を表明している。これらの原則に整合する一貫性ある活動の体系を構築することは、社会からの信頼を得るための大切なプロセスである。

安全目標とは、階層構造をもつ体系の中でリスク管理活動をより具現化した形で示し、社会全体としてのリスク受容レベルを多面的かつ多様に示すものである。すなわち重大事故への対応のみでなく、通常運転時も含めたあらゆる状況を念頭に、ALARP の思想に基づいた合理的なリスク管理活動を促すものでもある。

これを念頭に次節では、現在の日本における安全目標について考察を加える。

3.3 日本の規制基準と安全目標

日本では、参考資料2に示すように、旧原子力安全委員会(以下、旧原安委)が安全目標を検討し、中間とりまとめを報告した。原子力規制委員会が決定した安全目標に関する文書²⁹によれば、旧原安委の案に加えて、福島第一原子力発電所での事故を踏まえ、放射性物質による環境への汚染の視点も踏まえた追加が必要であると書かれている。

設計基準を決定論的に定める日本の原子力規制体系においては、いわゆるリスクインフォームド規制(RIR)を明確には打ち出していないが、社会通念としてどこまでのリスクなら許容できるか、どれくらいの事象まで想定し、対策を講じておけばリスクを十分に低く抑えることができるかというリスク管理の考え方が、規制の根底にある。即ち、発生頻度の高い事象が設計基準事象として選定されており、信頼性の高いリスク抑制対策の導入

²⁸ 我が国の原賠法では、原子炉の設置許可を受けた者、核燃料物質の加工の事業の許可を受けた者、核燃料物質の使用の許可を受けた者等が原子力事業者と定義されている。2.1章で述べた IAEA 基本安全原則では、放射線リスクを生じる施設の運転または活動を実施するための許認可を受けた人または組織を、許認可取得者(Licensee)と表現している。

²⁹ 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

が義務付けられている。

原子力規制委員会が2013年7月に施行したシビアアクシデント規制を含む規制基準は、従来の規制体系の延長上にシビアアクシデントへの対応を求めており、設計基準事象を拡張した体系となっている。この規制基準では、従来よりもさらに高い安全レベルを目指して、深層防護の観点からシビアアクシデント事象についても決定論的な基準値が設定された。選定された事故シーケンスの中には、複数の故障の重ね合わせや共通原因故障等の低頻度であるが影響の大きい事象が含まれるが、事故進展を防止する対策設備の有効性を確認する際には、設計基準事象と同程度の保守性や安全裕度を求めている。前章で述べたように、BSLを確実に満足するための要件と、BSLとBSOの間の領域で行うリスク管理の努力との間では、その背景となる安全確保の考え方が異なってもよい。我が国の規制基準では、設計基準事象の考え方をそのままシビアアクシデント事象に拡大して適用しており、規制基準のあり方と安全目標との関係において進化の余地がある。

図3.1のIAEAが提案する階層構造の中では、中間目標において、「深層防護の維持」と「環境中への放射性物質放出を伴う事故発生頻度」を、「決定論による定性的目標」と「確率論による定量的目標」とに区別している。また、確率論による定量的代替目標として、事故発生頻度を下層の目標に展開している。これは、多様な指標からなる安全目標という体系を表しているものである。日本の規制基準において、重大事故時に炉心損傷を防止するための対策、格納容器破損防止対策を求めているが、これらは「深層防護の維持」における活動と位置づけられる。

このように、シビアアクシデント規制の基準で考えるべき対策は、炉心損傷の発生可能性を小さくするのみでなく、深層防護の観点で多重障壁の厚みを増すものなど、様々な評価の価値基準がある。決定論的アプローチと確率論的アプローチを融合させ、バランスよく対策を配置する必要がある。安全目標とは、確率論的リスク評価で得られるCDFの数値のみをいうものではない。

決定論をベースとした規制基準に適合しているプラントにおいても、確率論をベースに設定された定量的な安全目標や、その代替目標である下位の定量目標値を一時的に超過する可能性もある。即ち、設計基準として決定論的に規制要求される個々の規制基準は満足しているものの、共通要因故障等による多重故障、設計想定を超える外的事象などの影響も含めた確率論的リスク評価においては、一定の裕度をもって定められているリスク管理目標である数値目標のいずれかを上回る場合もあり得るが、それをもってプラントの安全性が損なわれていると断ずることは短絡的である。

リスク情報を活用して安全目標の達成度を参照しつつ、深層防護に基づく決定論的なクライテリアの適切性と十分性を評価し、総体として安全の目的を達成することを目指して、限られた資源を効率的に投資する姿こそが、安全確保活動の望ましい姿であると考えられる。

原子力にとっての安全目標とは、上記の「望ましい姿」を目安に、リスク情報を活用した安全性向上策を継続的に検討していくときに、プラントをリスク管理領域に留めるいわばアンカー（錨）のような役目を果たすものであり、これなくしては「適切な安全の姿」は得られない。

即ち、他の工学システムのリスクとのバランスも考慮し、滑稽な安全のレベルに陥ることなくプラントのリスクを管理するもの、また、安全上の効果の少ない過剰な対策への投資を防止し、リスク管理（リスクレベルの維持・低減）の努力を誘起し、安全文化を醸成させるもの、との解釈が妥当である。

旧原安委が検討した日本の安全目標では、参考資料2に示す定性的目標や定量的目標に適合しているかどうかを判断する目安となる水準として、性能目標案が提示されている。

・炉心損傷頻度(CDF) 10^{-4} /年程度

・格納容器機能喪失頻度(CFF) 10^{-5} /年程度

規制委員会は、これに加えて、放射性物質による環境への汚染の視点を安全目標に取りこむ必要があるとして、事故時のセシウム 137 の放出量が 100TBq を超える事故の発生頻度を 100 万年に 1 回を超えないように抑制する、という案を提示した。100TBq は、福島事故のセシウム 137 の放出量の推定値をベースに算出された値とのことであるが、現時点では、旧原安委の中間とりまとめで示された内容と、今回追加された福島事故を踏まえた環境汚染防止という目標との関係は、明確に定められていない。米国の場合は、参考資料1に示す2つの定量的安全目標である急性死亡リスク、施設の運転により生じるかもしれないガン死亡のリスクに対して、代替目標としてそれぞれ LERF、CDF が定められている。

安全目標は、プラントの可否を判定するクライテリアではなく、また将来に向けた安全性向上活動を不要とする閾値でもない。その背景となる思想、多層・多面からなる階層構造、諸外国での検討も含め、原子力に携わる全ての人に浸透させること、そして広く情報を発信し、安全目標を定めるべく実施する活動が社会から尊重されること、それがリスク・コミュニケーションの第一歩であり、安全目標を正しく認識することの端緒となる。さらに、市民を含めた全ての関係者からのフィードバックも踏まえつつ、より洗練されたリスク管理を実現していくことが大切である。

3.4 安全目標は“誰のため”のものか

安全目標は“誰のため”に存在するのか。原子力安全に係るリスクを適切な水準に抑制する、または抑制されていると判断するためのツールであるという観点からは、安全目標とは、原子力の利用による便益ならびに放射線の有害な影響を受ける可能性のある全ての者のためにあるといえよう。我が国における原子力の利用に関する状況を鑑みた場合、全ての国民がそれにあたるとも言える。このように考えれば、安全目標は「全ての国民のためのもの」ということであり、「全ての国民が安全目標のステークホルダー」といえる。

一方で、全ての国民が原子力の利用または抑制すべきリスク水準に対して、全く同じ認識ではない。個人または組織としての関与の仕方、役割、または果たすべき機能の違いなどにより、リスク認識やリスクとして抑制すべき水準に対する考え方は異なるであろう。

安全目標の活用についても、ステークホルダーの全員が同じようにこれを活用するのではなく、原子力利用や安全確保に関する役割や機能等により、活用方法は異なるものである。大まかに分類すれば、リスクを適切な水準に管理する責任を主体的に負う者(以下、リスク管理者)と、そうでない者(リスク管理者も社会の一部ではあるが、本稿では、これを社会と表現する)とに分けることができるであろう。

例えば、リスク管理者は、自らの取組みを通じて適切にリスク管理をするために、もしくは、自らの施設がどの程度のリスク水準にあり更なるリスクの低減に確実に努力していることを社会に対して明示し、信頼を得るために安全目標を活用することができるであろう。他方、社会にとっては、リスク管理者がある水準に抑制したとするリスクを許容するか否かを判断する際に、その判断目安(物差し)の一つとして安全目標を活用することができる。このように安全目標は、異なるリスク認識や考え方に相違のある個人又は組織が、共通の目的の達成を目指すにあたっての共通の物差し又は共通言語として重要なツールである。

なお、そもそも安全目標とは何か、どうあるべきか、これをどのように活用するか、そして社会との関わりについてどうあるべきかを考えるということは、原子力の利用に伴うリスクに真摯に向き合う姿勢から必然的に生じるものである。リスクに向き合うということは、不確実な未来においてより良く生きたいという目的や希望と、その不確実さとしてのリスクに対して議論・思考・検討・対処する意思を持った者により、これらの一連の取組みを確実

に行うことである。したがって、安全目標は、そのような意思を持った者同士がリスクに真摯に向き合うためのリテラシーを向上させるためにあり、かつ安全目標を活用する者はそうあるべきものと思料する。

3.5 安全目標を活用するのは誰か

3.4 節では安全目標のステークホルダーについて述べたが、ここでは目標活用の主体者について、より具体的に述べることにしたい。

IAEA の基本安全原則等で謳われているように、原子力施設の安全確保に関する一義的な責任は原子力事業者にある。原子力安全の目的を達成するためには、原子力事業者は深層防護の各レベル(例:異常事象の発生や事故への拡大)に対応した実装を確実にし、継続的にこれを改善することが重要である。また、自らの事業活動に伴うリスクをどのような考え方で抑制し、実際の施設においてそれをどう具現化するのかを、社会に対して明確に示す責任がある。すなわち、原子力事業者は、「当該原子力事業のリスク管理に責任を持つ者」である。

また、原子力事業者のリスク管理活動が公衆、環境、社会活動等を保護するという観点から適切に行われているのかを、原子力事業者とは異なる立場から確認する必要がある。本来であれば、保護されるべき対象である公衆が自らその役割を果たしたいところであるが、情報の非対称性をはじめとした様々な制約から、継続的にそれを実施することは困難である。そのため多くの国において、公衆自らが選んだ代表者の集う議会で然るべく立法を行い、その定めるところにより規制機関を設置し、必要な資源を割り当て、上述の役割の遂行を負託している。即ち、規制機関の役割とは、社会からの負託に基づいて安全確保の考え方や枠組み、基準を策定し、それに基づいて事業活動の安全確保の状況を精査し、公衆、環境、社会活動等の保護が十分に実現されていることを確認することにある。これを一言で表現するならば、規制当局とは「社会のリスク管理者」である、と言えよう。

これらを踏まえると、安全目標のステークホルダーは全ての国民ではあるものの、活用の主体という点で、この2者が持つべき「重み」は、他のステークホルダーと比して相対的に大きなものと考えるのが適切である。ただしこのことは、原子力事業者および規制当局以外のステークホルダーが、原子力安全の目的を達成する上での責任を持たないということを意味しない。

全てのステークホルダーが各々の役割や機能を適切に果たさなければ原子力安全の目的は達成されないことと同様に、原子力のリスク管理はリスク管理者の取り組みだけでは完結しない。最も重要な責任を持つ原子力事業者に加え、それを監督する規制機関、機器を製造するメーカーもまた、リスク管理上の重要な役割を担っている。さらに、ある組織が行うリスク管理のありようは、組織内部の体制や文化に加え、組織をとりまく規制環境、政治的・社会的土壌等からも大きな影響を受ける。つまり、自らの組織や技術だけを対象としていては、リスク管理はうまくいかない。福島第一原子力発電所事故の背景分析においては、原子力事業者が社会やマスメディアの反応を恐れるあまり、リスクへの機動的な対応に失敗してきた点が指摘されている。施設周辺の公衆や、生産物である電気の利用者、リスクに係る社会的議論の議題構築に寄与するジャーナリズムなど、リスク管理において考慮すべきステークホルダーは多岐にわたる。このように、リスク管理に関係するあらゆる主体が安全への思いを共有し、必要な部分で協働しつつその相乗効果を発揮することで、「より良い」リスク管理が可能になる。

原子力施設が立地する地方自治体も、災害リスク管理という観点でリスク管理の重要な一端を担っている。我が国では、原子炉等規制法の体系においては関係自治体が許認可等に関する法的権限は持たないが、原子力災害対策特別措置法に基づき、万が一に備えて平時から地域防災計画を策定するのに加え、実際に事故

が起きた場合には住民の避難等について非常に重要な役割を担っている。また、通常運転時においても、法的権限はないものの、原子力安全協定をはじめとする種々の枠組みを通じて、恒常的な環境モニタリングの実施やトラブル事象の情報伝達、事前了解における立地地域としての意思表示等、原子力のリスク管理に実質的に深くかかわっている。災害リスク管理は立地地域の住民や地域社会の保護にとって特に重要な点であり、その役割の一部を担う自治体とも対話・議論を重ねつつ、検討を深めていくことが重要である。残念ながら、これまでの安全目標の議論は、国内外を問わず、防災との関わりが十分に検討されているとは言い難い。

これらのリスク管理者同士、またリスク管理者と社会のステークホルダーとの間で、安全確保に対して果たすべき役割や機能は違えども、それに対する思いを共有していくための努力が一層重要になる。このように、組織内外の様々な主体との相互作用を通じてリスク管理を適切に実践していくための環境形成もまた、リスク管理者が行うべきリスク管理の重要な一部であり、こうした活動こそリスク管理と不可分なリスク・コミュニケーションの実践であると考えられる。

4 安全目標をどのように活用するか

本章では、原子力安全の目的を達成するために、リスク管理者である原子力事業者と規制当局が安全目標をどのように活用すべきかについて、リスク管理者は「何のために安全目標を活用するのか」をまず明確にした上で、具体的な活用方法とその際の課題について述べる。

4.1 リスク管理者が安全目標を活用する目的

これまでも述べてきたとおり、共通の目的である“原子力安全の目的”を、より効果的に達成できるよう適切にリスク管理を行っていくには、「共通の目標」を設定し、その目標を達成するためのツールとして、「共通の物差し、共通の言語」を用いる必要がある。その役割・機能を担うのが安全目標である。これこそが、3.5 章で述べた、リスク管理者としての原子力事業者および規制当局が安全目標を活用する目的である。安全目標の活用のあり方を分類すると、以下の3つに大別できる。

- ① リスク管理者が果たすべきリスク管理抑制水準の設定のために活用
- ② リスク管理者同士のリスク・コミュニケーションの際の共通言語として活用
- ③ リスク管理者と社会とのリスク・コミュニケーションの際の共通言語として活用

本章では、このうち、上記の①と②に関して論ずることとし、③については5章「安全目標と社会との関わり」に詳述することとしたい。

リスク管理者としての原子力事業者または規制当局は、原子力安全の目的を達成することについては、共通した目的を有しているものの、各々組織としての役割・機能が異なる。また、それぞれの組織においても、原子力分野以外の一般の組織の構成と同様に、役割や機能が異なる個人もしくは更に小単位の組織の集合により構成されている。このような特質を持つ組織が同じ目的を達成しようとする場合、そのための目標を同一とすることは勿論のこと、目的を達成するためのツールや、その過程で実施するコミュニケーションにおける言語を共通のものとすることの重要性は論を俟たない。

つまり、原子力事業者および規制当局において安全目標を共通目標として設定し、かつ、リスク管理者の組織内部及びリスク管理者同士のコミュニケーションにおいて安全目標を共通言語として活用することで、その共通の目的を効果的に達成できると言える。

より具体的には、原子力事業者は、例えば電力供給など、市場への各種サービスを提供

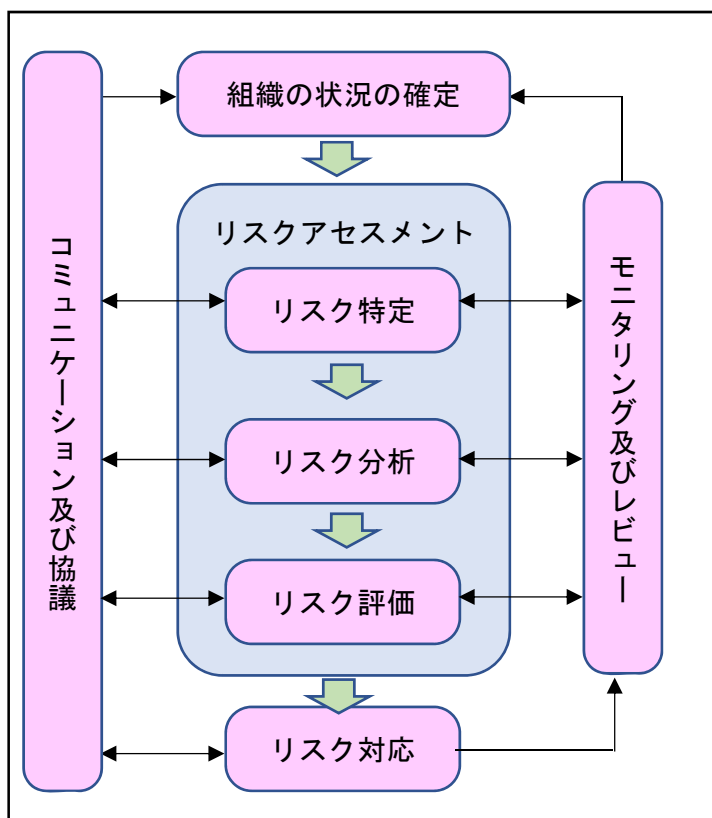


図 4.1 リスクマネジメントプロセス (JIS Q 31000:2010)
リスクマネジメント 原則および指針より抜粋、
一部編集)

するための事業運営と、健康や環境に係るリスクをある水準内に管理するという社会的責務の両方を果たすため、また、規制当局においては国民の負託を受けて原子力施設の安全が確保されていることを確認するために、安全目標を活用するものである。また、原子力事業者および規制当局は、各々の役割に応じて責務を果たし、共に「適切な安全の姿」の達成に向けて努めることが求められる。その際、リスクを許容されない水準以下に抑制するのは当然のこと、過剰な取組みや別のリスクを発生させるような取組みをも防止することで「滑稽な安全の姿」に陥ることを防ぎ、「適切な安全の姿」を維持していくために、安全目標を用いるのである。

なお、ここで述べたことは、原子力事業者や規制当局のリスク管理者内またはリスク管理者間のみならず、リスク管理者と社会との関係においても同様の考え方が当てはまるものとする。

4.2 リスク管理における安全目標の活用方法

本章では、組織内のリスク・コミュニケーションを含めたリスク管理の適切な実施、またはリスク管理者同士でのリスク・コミュニケーションに必要な安全目標の活用方法について述べる。

まず、リスクを適切に管理するに当たっては、2章(2.1 節脚注3)においても言及したリスクトリプレットの概念(図 4.2 参照)で示される3要素、

- ・ その事象が起きる確からしさはどれほどか(How likely is it?)
- ・ それがどのような展開になるのか(What can go wrong?)
- ・ それが起きることの影響度合いはどれくらい深刻か(What are the consequences?)

を考えることが肝要である。

リスク管理の実施にあたり、複数の関係者が関与する場合には、その活動のために必要な情報(リスク情報)を適切に捉え、評価することはもちろんのこと、その関係者間でのリスク情報とリスク認識の共有が重要であり、これが適切なリスク管理をするための必要条件である。関係者間でのリスクに対する認識の共通化のためには、対象とするリスクそのもの、またはリスクを構成するリスクトリプレットの要素が定量化されていることが、客観的に捉えられるという観点から望ましい。つまり、組織としてのリスク管理を実施する上で重要となるのは、定量性を持つパラメータである。

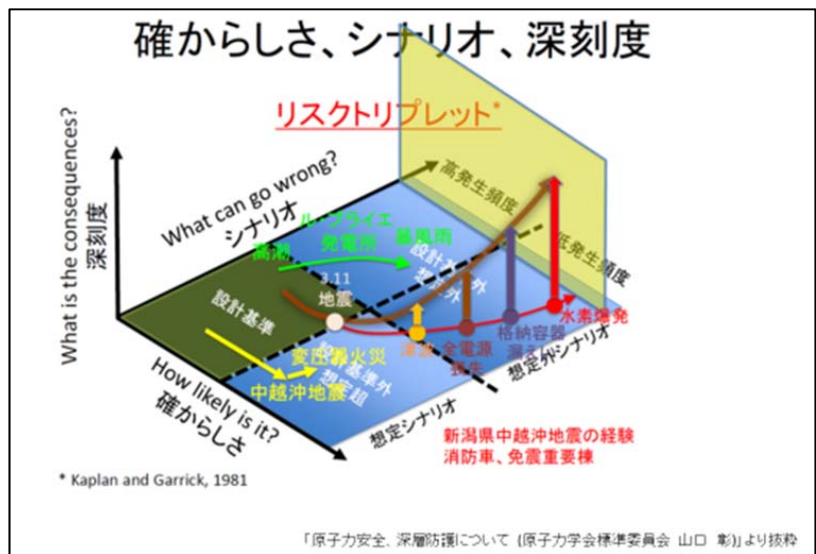


図 4.2 リスクトリプレットの概念図

原子力施設のリスクという観点では、確率論的リスク評価(PRA: Probabilistic Risk Assessment)などによって得られる知見の1つに、安全目標の代替目標(Surrogate)である炉心損傷頻度(CDF: Core Damage Frequency)や格納容器機能喪失頻度(CFF: Containment Failure Frequency)などの定量的な評価結果がある。これらの評価結果は、リスク管理を行うにあたり、定量的なパラメータとして非常に有効なリスク情報として活用できるであろう。これらの定量性をもつパラメータをリスク管理に活用することにより、原子力事業者は安全性を合理的に高

め、設備の運用に対する改善等のフィードバックを客観的に行うことが可能となる。また、第三者による客観的な評価結果に基づいて、一次的なリスク評価者とは別の立場からもその妥当性を評価することが可能になる。これらの意思決定や妥当性の評価においては、確率論による定量的代替目標(以後、単に定量的安全目標と呼ぶ)をその判断目安として活用することができる。

具体的な活用事例として、この分野で世界的にも先行している米国の事例を挙げると、例えば NRC は、バックフィットの適用採否の判断ルールにおいて、その判断要素として安全目標スクリーニング基準を用いている。また、規制当局による原子力施設に対する検査及び監視のための仕組みとして原子炉監視プロセス(ROP: Reactor Oversight Process)が導入されているが、その中の重要度決定プロセス(SDP: Significance Determination Process)においても、検査官からの指摘事項の重要度を決定するにあたり、CDF や LERF(大規模早期放出頻度)の増分としての Δ CDF や Δ LERFを判断の目安として活用している。また、原子力事業者においても、リスク情報を活用した配管の供用期間中検査(RI-ISI: Risk-Informed In-Service Inspection)、機器の供用期間中試験(RI-IST: Risk-Informed In-Service Testing)やプラント設備の重要度の設定などに、PRAの結果から得られるリスク情報を活用し、プラントの運転管理や保守管理等に展開している。その意思決定の際には、米国の安全目標から導き出された許容されるリスク増分の目安を用いている。

これらの米国における原子力安全規制へのリスク情報活用導入の歴史や具体的な活用事例等については、一般財団法人 電力中央研究所原子力リスク研究センター(NRRC)が作成した報告書³⁰をはじめとした種々の報告がこれまでに取りまとめられ、公開されている。これらの活用事例の詳細はそれらの報告に委ねるものとし、ここでは、その具体的活用事例の一つとして、米国でのバックフィットの採否に関するルールに関して紹介したい。

1970年に作成された当初の10CFR50.109(原子炉用の規則)では、バックフィットの適否判断基準が曖昧でNRCスタッフ個人の主観に影響を受けやすいという問題があった。それに対し、NRCは1988年、バックフィットに伴う便益とコストを比較して便益が大きければ実施する旨を明記するよう、規則を改定した³¹。NUREG/BR-0058 Rev.4に示される規制分析のプロセスを図4.3に示す。このように米国では、バックフィットをめぐる問題について、リスクをPRAで試算し、安全目標スクリーニング基準に照らし合わせてその適否を決定するなど、リスク情報を活用した規制の枠組みを構築していると言える。

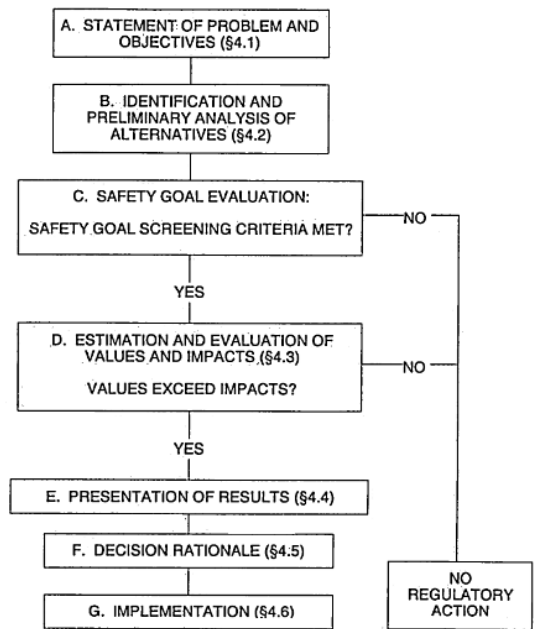


Figure 3.1 Regulatory Analysis for Nuclear Power Plant Cost-Justified Substantial Safety Enhancements

図 4.3 NUREG/BR-0058 Rev. 4

(Regulatory Analysis Guidelines of U.S. Nuclear Regulatory Commission)

³⁰ リスク情報を活用した意思決定: 米国の経験に関する調査 (http://www.denken.or.jp/jp/nrrc/pdf/ridm_report_jp.pdf?v2)

³¹ 英国においても、ALARPの領域で、提案されたオプションが本当にALARPかどうかを判断していく際に、費用便益(価値影響)分析は(それのみで判断されるわけではないが)1つの有力なツールとして活用されている。

つまり、最低限の適切な防護(adequate protection)は厳格に遵守され、その上で対策の優先順位、対策の要否の意思決定の過程には費用対効果が考慮される仕組みとなっている。

米国のバックフィットルールについて、更に述べると、当該ルールに関する官報で「公衆の健康と安全のための適切な防護を確保することが任務であり、適切な防護の定義、再定義、強化するにあたって経済コストを考慮してはならない」としながらも、「適切な防護は絶対的なものでなく、すなわち適切な防護だけを守っていてもゼロリスクとはならないので、最低限の適切な防護に対してより安全に改善することは可能である。委員会は付加的な安全要求を課すことと、それにあたって経済コストを考慮する権限を与えられている。」と、コストを考慮することを明言している(参考資料4参照)。すなわち、米国では規制当局がコストの考慮に関するスタンスを明確にすることで、規制当局と原子力事業者も含めた安全性向上活動を促進していると言える。

一方、日本においては安全対策に関してコストのことに触れるのは半ばタブー視されている可能性があるが、これは米国でいう最低限の「適切な防護」という概念が薄く、無意識のうちにゼロリスクを求める姿勢、あるいは安全側の対応は必ず安全性を高めるという考えから生じるものかもしれない。しかしながら、2章で論じたように、安全側のみを追求することは、「適切な安全の姿」から逸脱し「滑稽な安全の姿」に陥る可能性がある。米国において、科学的・合理的な議論により多様な安全対策が提案され、その中から効率的な安全確保対策に優先的に資源配分していくことこそが、原子力プラントの安全性を真に向上させることに寄与していることに鑑みれば、このような考え方や活用が、我が国においても定着し、実践されるべきであると考えられる。

さて、このような安全規制の枠組みとしての活用事例をはじめとして、上述したように安全目標の具体的な活用方法は既に種々の事例が存在し、また今後の評価技術の進展によっては更なる領域への拡大等も可能とも考えられる。ただし、その活用の際には種々の課題も伴うことから、定量的安全目標を対象とした活用における留意点等を以下にまとめる。

4.3 安全目標を活用するための課題と留意事項

本章においては、安全目標を活用する目的に照らして、我が国において取り組むべき課題と活用における留意事項について、先行する米国の事例を踏まえ、以下の5点を挙げる。

1. 活用の方針を明確に示すこと
2. 指針・標準類を整備すること
3. 活用の実績を積み重ねること
4. 評価の不確かさを踏まえること
5. 評価技術を深化・拡張すること

4.3.1 安全目標の活用方針の明確化

4.1節において、安全目標を活用する目的は、リスク管理者がリスク管理を効果的に実施する上で、その目標とリスクに対する認識をステークホルダー間で共通のものとするためであると述べた。この目的を適切に達成するためにも、関係するステークホルダーが、安全目標とは何か、またそれをどのように活用していくのか、という認識を共有することが必要であり、リスク管理者はそのための取組みを進めていくことが求められる。

この点で米国の取組みを振り返ると、例えば NRC は 1986 年に、「原子力発電所の運転に関する安全目標政策声明書」(Safety Goals for the Operation of Nuclear Power Plant; Policy Statement 1986)を制定し

たが、その発行に当たって米国内の4箇所において公聴会を実施し、安全目標に関して広く意見を求めている。さらに 1995 年には、「PRA 活用政策声明書」(Use of Probabilistic Risk Assessment Methods in Nuclear Regulatory Activities; Final Policy Statement)を発表し、

- (a) PRA の知見の活用により改善された安全に関する決定、
- (b) 資源の更なる効率的な活用、
- (c) 許認可申請者の不必要な負担の軽減

の3分野における規制プロセスを改善していくことを明文化した。これにより規制者、事業者の双方が、PRA や安全目標もひとつの指標として原子力発電所における検査等に具体的に展開し、安全性向上や発電所運営の効率向上に実務として活用してきた。

他方、我が国では平成 15 年(2003 年)に、旧原子力安全委員会の中間とりまとめにおいて、安全目標の定性的目標と定量的目標が示された。また、平成 18 年(2006 年)には、性能目標として CDF、CFF に対する定量的指標値が示された。一方で、中間とりまとめにおいては社会との対話の重要性が指摘されたものの、必ずしも継続的な取り組みはなされなかった。

また 3.3 節にも述べたが、平成 25 年(2013)年には原子力規制委員会が、安全目標に関して、旧原子力安全委員会の検討をもとに数回の議論を行っている。この議論の結果として、原子力規制委員会は、東京電力福島第一原子力発電所事故の格納容器の閉じ込め機能(放射性物質の大量放出防止機能)の喪失により、発電所近辺はおろか広域の土地汚染と住民の長期の避難を余儀なくされたことから、環境への放射性物質放出に対する最終障壁としての格納容器の機能の重要性を踏まえ、管理放出により特定核種(Cs-137)の放出頻度を 10^{-6} / 炉年以下に抑制するという管理目標下限(非管理目標上限)という案を示した。これは、「環境を守る」、すなわち避難困難な土地汚染を回避するという観点から、フィルターベントによる格納容器のカタストロフィックな破損回避を意図したものとされる。しかし、他の性能目標と同列の頻度という指標で示すことの妥当性、 10^{-6} という数値そのものの妥当性、管理放出時の希ガス放出などのリスク、環境への最終障壁である封じ込め機能に関する深層防護思想、ALARP の精神との整合性についても、より深い議論が必要と史料する。

これらを含め、今後、我が国において安全目標が実効的に活用され、安全性を向上させていくためには、規制当局自身がリスク情報の規制への活用方針を文書化して定め、規制に活用していくことを明確に公知化するとともに、原子力事業者も積極的に安全目標の活用を宣言していくことで、社会的な合意を得ていくための基礎としていくことが重要と考えられる。

4.3.2 安全目標の活用のための指針等の整備

安全目標を具体的に活用するにあたっては、リスク管理者である原子力事業者および規制当局が、それぞれの組織内および組織間において共通の判断目安や評価手法等を用いなければ、共通の目標として設定した安全目標の意義が失われることとなる。したがって、これらの指針類の整備は、安全目標を活用するにあたり重要な課題の一つとなる。より具体的には、対象とするリスクに関する定量的なパラメータ(例えば、CDF、CFF、LERF など)を評価する手法ならびに、そのリスクの絶対値としての目安やリスク変動の増減に対する相対値としての目安などについても共通のものとしておかなければならない。つまり、リスク評価手法の標準化や、リスク情報の活用のための指針等の整備が必要である。

これらの指針の整備の必要性については、旧原子力安全委員会の中間とりまとめ(参考資料2)におい

でも、リスク評価結果の知見を活用するための仕組みやマニュアル、ガイド等の整備が課題として指摘されている。

これらの指針・標準類の整備等に関する日米の取組み状況を、以下に概観したい。まず、評価手法としての標準類に関しては、米国では NRC や ANS(米国原子力学会: American Nuclear Society)、ASME(米国機械学会: The American Society of Mechanical Engineers)、NEI(原子力エネルギー協会: Nuclear Energy Institute)などが各種の検討をもとにガイドなどの標準化を実施しており、規制側がガイドラインを策定するのみならず、数多くの民間規格を規制活動にも活用すること(いわゆる、エンドース)が行われている。他方、我が国においては、日本原子力学会や日本機械学会、電気協会などにより、米国と同様に民間での取組みが行われているものの、これらの民間規格類の規制活動への活用という観点では更なる改善の余地があり、今後積極的に取り組むべき課題と考える。

次に、リスク情報の活用に関する指針の整備状況に関しては、NRC が Reg.Guide-1.174 (REGULATORY GUIDE 1.174 "AN APPROACH FOR USING PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT IN RISK-INFORMED DECISIONS ON PLANT SPECIFIC CHANGES TO THE LICENSING BASIS")をガイドラインとして公刊している(図 4.4 参照)。このガイドラインは、個別プラントにおける許認可ベースの設備変更の意思決定に関してリスク情報の活用を意図したものであり、ある設備(運用)変更に際して受容しうるリスク増分が、炉心損傷頻度、早期大量放出頻度(格納容器破損頻度)のそれぞれについて示されている。

Reg.Guide-1.174 においては、C 章「REGULATORY POSITION」の Principle 4 に、許可案件の設備変更や運用変更により炉心損傷頻度やリスクが増える場合には、その増分は小さいこと、及び安全目標の政策声明の主旨に合致していることが明記されている。また規制側としても、Reg.Guide-1.174 で定められている各 Region の境界線までの裕度が小さくなるに連れて、規制の関与の度合いを強めることが明記されている。ガイドラインでは性能目標である 10^{-4} 、 10^{-5} を超えるところまで領域Ⅲが定義されていることから、ベースライン CDF や CFF が 10^{-4} 、 10^{-5} を超えるところに存在すること自体は禁止されていないものの、総合的に厳しい管理が要求される。

他方、我が国では平成 17 年(2005 年)5 月に旧 NISA(原子力安全・保安院)により示された「原子力安全規制への「リスク情報」活用の基本的考え方」に基づき、平成 18 年 5 月には旧 NISA ならびに旧 JNES

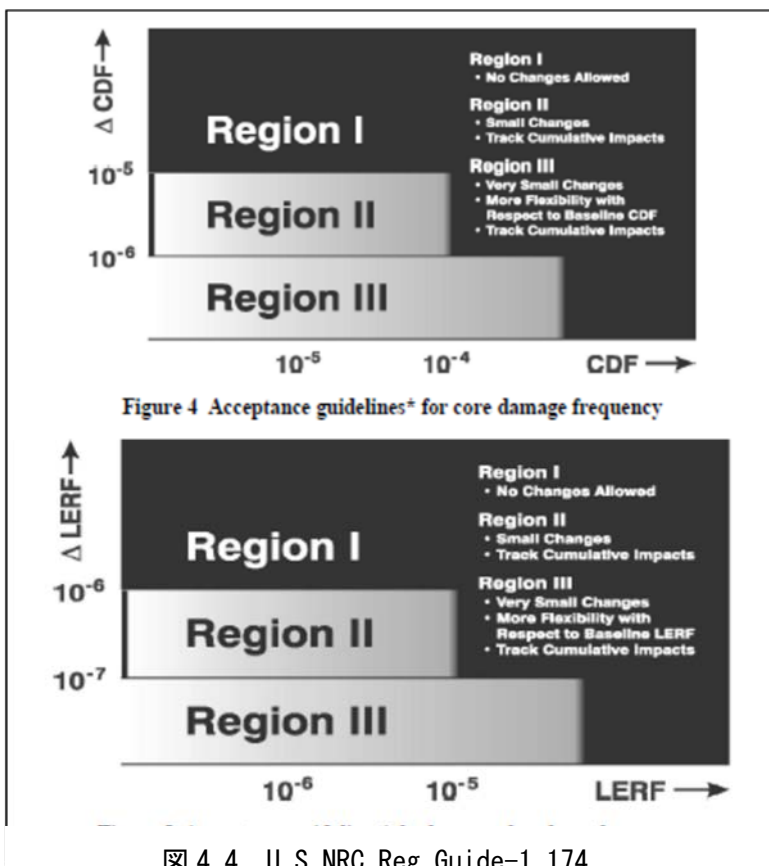


図 4.4 U. S. NRC Reg. Guide-1.174 (CDF および CFF に対する許容ガイドライン)

(原子力安全基盤機構)により、「原子力発電所の安全規制における「リスク情報」活用の基本ガイドライン(試行版)」および「原子力発電所における確率論的安全評価(PSA)の品質ガイドライン(試行版)」が発行されるなど、試運用に向けたインフラ整備に対する取組み等が行われた。しかし、2017年の現在に至るまで、両ガイドラインは「試行版」に留まった状態にある。

また、日本においても上述した Reg.Guide-1.174 と同様のガイドラインとして、日本原子力学会が「原子力発電所の安全確保活動の変更へのリスク情報活用に関する実施基準」を刊行しているが、上述のとおり、規制側からのエドースはされておらず、リスク情報活用に向けた認識共有には至っていない。今後、安全目標やリスク情報を活用していくにあたっては、原子力事業者、規制当局ともに上記のような規制指針や民間規格を整備し、安全目標やリスク情報の活用に対する認識の共通化を含めたインフラ整備に取り組む必要がある。このような取組みにより、中間的な補助目標の具体的な活用と、それに基づいて ALARP の原則による効果的な安全向上が促進されるものと期待される。

4.3.3 安全目標の活用に関する実績の積み重ね

4.3.2 節においては、安全目標の活用における課題のうち、いわば「活用のためのインフラの整備」としての課題について述べたが、これらの指針類は、活用を実際に実践し、その経験を積み重ねることで整備されていく側面もある。また、4.3.4 で後述するように、リスクを取り扱うにあたっては、その不確かさを適切に踏まえることが必要不可欠であるが、そのためには深い思索とともに、試行錯誤を伴う実践が重要となる。そのためにも、まずは安全目標を試行錯誤しつつ活用し、その中で得られた教訓や知見等を確実に蓄積し、仕組みに反映するなどのフィードバックを行うことで、安全目標の活用に関する全体的な仕組みを改善していく、いわゆる PDCA(Plan-Do-Check-Action)の実施が欠かせない。しかしながら、旧原子力安全委員会において安全目標が議論された2003年以降の、我が国の原子力事業者ならびに規制当局におけるリスク情報活用に対する取組みは、共に乏しかったと言わざるを得ない。これは、安全目標をあたかも「下回らなければならない基準」と無意識のうちに認識していたためかもしれないし、PRA が有する不確かさをどのように取り扱うのか、逡巡していたためかもしれない。

ただし、原子力規制委員会においても議論されているように、(BSO に対応する)安全目標はあくまでも「目標」であり、「判断の基準」ではない。つまり、PRA によるリスク評価結果が安全目標と比較してそれを上回っているからといって安全の毀損状態になっているわけでもないし、下回っているからといってそれ以上の安全確保活動を無条件に不要とするものでもない。また、規制当局もそのような判断を下すことを目的として検討したものではない。加えて、リスク管理において PRA の結果に伴う不確かさを踏まえることは、一律的もしくはマニュアル的な取扱いができず、確かに困難な一面は有するものの、これこそ関係者が知恵を絞って考え抜くことが要請される場面であり、リスク情報活用の真骨頂と言える。そのため、不確かさの存在を理由に安全目標やリスク評価結果の活用に慎重すぎる姿勢をとることは、リスクから目を背けていることに他ならない。

平成25年(2013年)3月6日の原子力規制委員会では、今後の我が国での安全目標の活用の方向性について議論がなされた。そこでは、まずは規制当局が規制としての要求を定め、原子力事業者は安全性向上のための評価を行い、また、それを受けて規制側も規制要求を見直すというプロセスが明らかにされた。加えて、安全目標は、規制当局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とともに、事業者による取組を進めるための重要なツールであることが示された。これは、原子力事業者がリスク

評価やリスク管理を実施し規制当局に提供する情報の中で、個別プラントの安全問題に留まらず、一般性をもった安全問題であると判断される事案が生じた場合は、安全規制に適切にフィードバック(決定論的な規制基準の見直し)されていくこともあり得るということの意味する。さらには、「原子力安全の目的」の達成のために、原子力事業者および規制当局が互いにスパイラルアップをしていくためにも、互いに実績を積み重ねていくことが必要不可欠であるという意味も含んでいるものと解される。

そのため、原子力事業者と規制当局は、これまでの安全目標やリスク情報の活用に関する取組みについて適切にレビューを行い、米国の例などを参考とした上で、これまで何故リスク情報の活用を推進することができなかったのか、それは外部要因によるものなのか、内部要因はよるものはなかったか、規制当局はなぜリスク情報の活用に関して試運用に留まっているのかなど、まずは真摯にこれまでの取組みを振り返る必要がある。そこから得られる教訓に基づいて、少なくとも自主的に活用できる範囲やリスク情報活用のために必要な基盤整備を着実にを行うことで、リスク情報の活用を推進し、それらの実績を積み重ねながら、原子力事業者と規制当局が共に必要なコミュニケーションを行い、原子力施設の真の安全性を高めるために相互にリスクリテラシーを高めることが肝要である。

4.3.4 不確かさに対する適切な認識

(1) 安全目標やPRAが有する不確かさ

定量的安全目標は、4.2節でも述べたとおり、CDFやCFFなど、確率論的リスク評価(PRA)の結果として得られる指標に対する目標であり、定量的安全目標を活用するということは、PRAなどによるリスクに関する知見を活用することを前提としている。もちろん、PRAは最も有用なツールの1つであることは言うまでもない。PRAには、どのような頻度でどのようなシナリオがどのような結果をもたらすかを現実的に評価するという特長があり、保守的に(安全側に)評価することによって安全裕度を確保するという決定論的な安全評価とは対照的である。全ての事象を安全側に考慮した評価とすると、その評価結果は真のリスクから、より遠い評価結果となるであろうし、リスク管理のための対策の優先度を決定しようとする場合においても、誤った判断へと導くおそれがある。つまり、PRAを実施するにあたっては、過度に安全側に設定した評価をしてはならないし、得られた結果にも不確かさの幅を伴うが、それを意思決定に活用する際に安全側の数値を用いればよいというものではない。

ただし、リスクを評価するにあたっては、人間信頼性の不確かさや原子炉格納容器内での物理現象(溶融炉心の挙動や水素爆発等)のように、事象として本来バラツキがあるものや十分な知見が得られていないものについては、包絡的に評価するために保守的な想定を導入する場合もある。また、特に自然災害の発生が多い我が国においては、地震・津波などをリスクとして評価する必要性が高いが、その発生規模と発生頻度の関係性など現状の技術水準では不明確な部分も多く、いわゆる「完全性としての不確かさ」という課題があり、リスク情報の活用においてはこれらの不確かさを適切に踏まえることがリスク管理において重要となる。CDFやCFFなどのPRAの結果や定量的安全目標を活用した意思決定というフェーズにおいては、最確値(平均値)を用いつつ、得られる不確かさの幅に関する情報も勘案しながら活用するという考え方が重要である。

そもそもリスクを評価するということは、我々の認識の限界や評価技術の限界などによる制約条件の中で、将来において晒されるかもしれない不確かさを評価しようとするものであり、そのことを踏まえた上で活用することが大切である。この不確かさの扱い方については一般的で一義的な方法は存在しないため、実

践の蓄積がより重要さを増す。例えば、リスク情報を活用してプラントの運用の変更を行った場合は、その後のプラント性能等のパフォーマンスを実績として確認し、必要に応じて見直しを行うという枠組みを用意することは有用である。

リスク管理者である原子力事業者および規制当局が、各々の役割や機能を果たすために、まずは可能な範囲から安全目標またはリスク情報の活用を進め、活用の実績を積み重ねていくことこそが、不確実さとしてのリスクと適切に付き合うことができ、そのプロセスこそが真の安全性向上につながるものとする。

(2) 不確かさ故の「リスクインフォームド」

(1)でも述べたとおり、PRA はその評価結果が定量的な数値として得られることから、何かしらの数値（例えば、定量的安全目標や他サイトの評価結果など）と比較をすることができる。この利点から、「何かしらの対策を実施すれば、必ずPRAの結果は下がる」とか、「PRAの結果が上がれば、それはプラントの安全性が損なわれたということである」といった曲解を招くことがある（もちろん、そのような結果となる場合もある）。PRAには、(1)にも述べたとおり、評価技術の限界や人間としての認識や知識の限界により、評価できないリスクがあることなどを認識しなければならず、PRAの結果のみに依存した意思決定は非常に危うい要素を孕んでいる。

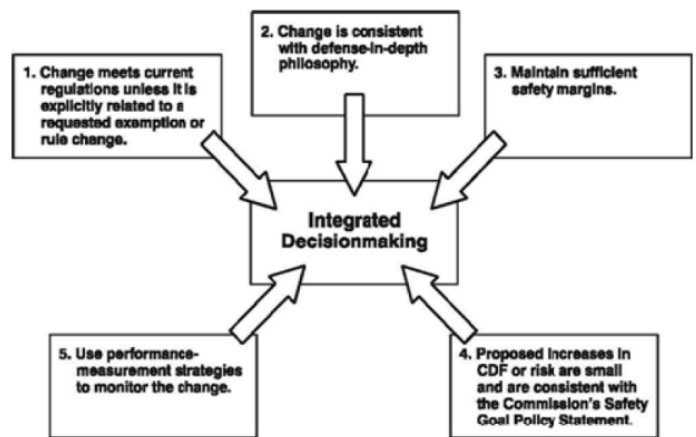


図 4.5 U. S. NRC Reg. Guide-1.174

(リスク情報を活用した統合的意思決定の原則)

リスク情報の一面的な情報だけをもって徒に保守的な方向性が示唆される場合は、考慮すべき他のリスク要因への対処ができず有効な資源配分を阻害する可能性があることに留意すべきであるし、逆に、PRA の評価結果のみにより安全であるか否かを判断すると仮にした場合、従来の決定論としての深層防護の概念を守らなくともよいといった誤った結論へと導くおそれもある。

つまり、安全目標の活用においては、PRA の結果としてのリスクに基づいた(リスクベースの)意思決定ではなく、リスク情報を活用した(リスクインフォームドの)意思決定が大前提である。なお、リスクインフォームドの意思決定とは、リスク情報に加えて、決定論をベースとした深層防護の概念など、リスク情報以外の要素を組合せることにより、プラントの設計や運用などの変更等に対して、統合的な意思決定を行うことである。

この点で、米国 NRC は、上述した Reg. Guide-1.174 において、統合的な意思決定のアプローチの 5 つの原則を以下のとおりあげている(図 4.5 参照)。

1. 変更は、要求された除外若しくは規則変更に関係しない限り、現在の規制を満たすこと。
2. 変更は、深層防護思想と整合すること。
3. 十分な安全裕度を維持すること。
4. CDF もしくはリスクの増加は小さく、かつ安全目標政策声明と整合すること。
5. パフォーマンス監視計画を使用して変更を監視すること。

このように、安全目標やリスク情報を活用し、真の安全性を追及し、「適切な安全の姿」を実現するに

は、確率論的アプローチの限界等を踏まえ、決定論的アプローチやプラントの性能実績（パフォーマンス）などにより、各々の長所と短所を相互に補完することが必要なのである。

4.3.5 リスク評価技術の更なる開発の推進

定量的安全目標を活用するに際しては、PRA の評価結果から得られる知見としてのリスク情報が必要となる。安全目標の本来の目的を勘案すると、これと比較すべき PRA は、基本的にはすべてのハザード、すべての運転モード、複数基サイトの場合はすべての原子炉からの影響を考慮することが、あるべき姿と言える。各国では、それらのリスクの特性に応じた評価技術が開発される。我が国においても、PRA の評価手法に関しては、日本原子力学会を中心に標準化等の作業が鋭意行われている。原子力事業者の取組みとしては、この原子力学会の標準策定作業に参画するとともに、電力中央研究所原子力リスク研究センター（NRRC）の活用も含め、各種のリスク評価のための技術開発を行っている。規制当局としても、原子力学会の標準策定への参画をはじめとし、評価技術の開発等を継続的に実施しているところである。

今後もその評価対象とするリスクの領域を拡張できるように、産学官が連携し、継続的に努力を行うことが必要である。リスク評価技術に限ることではないが、技術的な課題が残されていること、つまり、技術的な不完全性があるということは、安全目標、性能目標やリスク情報を活用できないということではない。評価可能な範囲での PRA 結果をもってリスク情報活用の一助とし、他のハザード、運転モードに関しては決定論的あるいは定性的な評価でもって大きなリスク要因にならないということの評価した上で、更なる深化を継続していく必要がある。すなわち、リスク情報を活用する方針を明確にし、得られた知見で安全性向上のために何ができるのか、何をすべきなのか、実際の活用を行っていく中で、より深いリスク認識に至るために必要な評価の考え方や手法は何なのかを、自らの頭で継続的に検討・開発していくという姿勢と実践こそが必要不可欠である。

5 安全目標と社会とのかかわり

5.1 安全目標は、なぜ社会との関係でとらえるべきか？

安全目標とは、2章に述べたように、種々の対策を施してもなお残るリスクの程度に着目しながら安全確保活動の充足性を測ろうとする試みであり、リスク管理の重要な枠組みを形作るものである。一見すると、原子力のような技術システムのリスク管理は、当該システムを運転・経営する組織が科学的・技術的基盤のみに立脚して実施すべき、と考えられるかもしれない。こうした考えに立てば、安全目標は、純粋に「科学的・技術的」に決めべきものであり、ステークホルダーと対話したり社会的なリスク認知等を考慮したりすることは科学の「客観性」を損なう結果となりかねない、という主張が導かれる。我が国の原子力規制委員会は、「独立した立場で科学的・技術的見地から原子力発電所の規制に必要な基準を設定することが役割との認識のもと、安全目標は原子力規制を進める上で達成を目指す目標であり、社会的受容性やコストとのトレードオフとの観点から安全目標を設定したものではない」と説明しており、上記のような考え方が背景にあると推認される³²。

著者らは、安全目標とは原子力のリスク管理に係る「社会との約束事」とも言えるものであり、その設定・活用においては社会との相互作用が必然的に要請されるものだ、との立場をとる。以下、その理由を3点述べる。

(1) そもそも「科学」だけでは「安全」を定義できない

『安全』とは何かという問いは、原子力に限らず、工学システムや労働安全の分野で広く議論されてきた。近年、多くの分野で採用されている考え方は、「許容可能でない(not tolerable)リスクがないこと」(ISO/IEC Guide 51)³³、あるいは「不当なリスクがないこと(No undue risk)」³⁴という定義である。この定義は、「安全」を「リスク」を経由して説明している点、また、「許容可能でない」や「不当な」という、客観性の必ずしも高くない形容詞を伴っている点が特徴的である。いま仮に、リスクの大きさが連続的なスケールで与えられたとして、ある主体がどこからを「安全」とみなすかについて判断する際、そこには必ず、当該主体の「価値判断」が求められる。無論、科学的・技術的な関連情報を可能な限り収集して精査することは重要であるものの、それのみに立脚して線引きを行うことは原理的に不可能である。“何”が“どの程度”損なわれると「許容可能でない」か、「不当であるか」は、当該技術システムを取り巻く個人や組織の価値観に大きく依存するため、立場が違えば「安全」の定義も容易に変化する。すなわち、「安全」の定義自体に、「価値判断」という主観的な成分が含まれているのである。安全目標の設定とは、まさにその「価値判断」をめぐる関係主体が議論を尽くした上で、「我々にとっての『安全』とは何か」を定義することに他ならない。

このように考えると、原子力安全の場合、理想的には、護られるべき公衆の個々が、自らが「これで十分」と考える保護の内容やレベルについて意見を表明し合い、それらを然るべき手続きを経て社会の「一般意思」として集約した上で安全目標を定め、それに基づいて安全規制法制を構築することが望ましいが、そのように完全にボトムアップな形で「安全」の定義を明確化していくことは、様々な制約から現実的には難しい。そのため、原子力利用の先進国と位置付けられる国々においては、十分な保護の内容・レベルについての議論を政府ないし規制機関が主導し、(国によりその程度には差があるものの)被規制者や公衆との対話を行いつつ、安全目標とい

³² 平成 27 年 8 月 19 日伊方発電所環境安全管理委員会原子力安全専門部会議事録より

³³ これ以前のバージョンでは、「受容できない(unacceptable)リスクがないこと」であったが、2014 年の改定で変更された。ISO/IEC の議論では、unacceptable と not tolerable はほぼ同義であるとみなされているが、両者は厳密に区別して考えるべきという議論もある。

³⁴ U.S.NRC, NUREG/BR-0518, No Undue Risk: Regulating the Safety of Operating Nuclear Power Plants, June 2014.

う形で明示化する努力が行われてきた。

例えば米国 NRC は、「他のリスクに対する 0.1%」を定量的な安全目標としており、それは統計的変動(時間的にも地理的にも)の幅の中に十分入ってしまう程度のものであるから、という根拠を示している。ただし、NRC の文書を注意深く読めば、0.1%の根拠とされる部分は、その多くが「私たちは～と考える」(The commission believe that...や Its choice is based on the belief that...)という表現になっている。彼らは関連する学術論文や統計データ等を精査しているが、いずれも、0.1%が「科学的」に十分小さい、あるいは0.1%は公衆に受け入れられるという実証的な証拠がある、ということを示しているものではない。実際、NRC の主催した安全目標についてのワークショップでは、産業界や環境団体から「厳しすぎる」「甘すぎる」など多くの意見が出されている。NRC としては、それらの様々な意見や学術的知見等を十分に考慮した上で、「我々としてはこう考える」という、あくまでも「価値判断」を含んだ政策上の「宣言」であることに留意すべきである。

すなわち、安全目標の設定とは、科学的・技術的な知見に立脚しつつも、その先にある「価値判断」、言い換えれば「我々が求める『原子力安全』とはどのような姿なのか」を自ら定義づける作業であり、それは社会との相互作用なしには為し得ないのである。

(2) 「科学」と「価値」の間でもがき苦しめ

前述のように、安全目標の設定に際しては、科学的・技術的な論理を十分に踏まえた上で、リスクに対する社会的選好、リスクとベネフィットの分配に係る公平性、目標の実現・達成の可能性や費用等、数多くの要素を考え併せた上での政策的判断が求められる。複雑な技術システムのリスク管理においてはこのような社会的・経済的分析を行うことが不可欠であり、ステークホルダーや公衆とのコミュニケーションはそうした分析作業の重要な要素となる。近年提案されているリスク管理のフレームワーク³⁵においては、管理方策の意思決定後の説明のみならず、問題設定やリスク評価段階においてもリスク・コミュニケーションの実施が必ず盛り込まれているが、それはリスクの評価や意思決定に公衆を実質的に関与させるべしという、民主主義の基本的な価値を尊重し具現化しようとする仕組みといえる。

このことは、しかし、当該リスクに対する社会的選好や人々の感情を目標や基準の策定に直接的に反映すべし、ということと必ずしも同義ではない。リスク認知研究の蓄積が明らかにしているように、公衆のリスク認知は科学的なリスク評価とは乖離する例がしばしばみられる。専門家からすれば、“歪んだ”リスク認知や感情をもとにした社会からのプレッシャーが、「科学的に合理的な」リスク管理を不確かで不透明なものにする、と見えるかもしれない。一方で、公衆やステークホルダーの意見には、注意深く分析すれば、リスク管理において重視すべき価値や、リスク評価者・管理者が見過ごしたり過小評価したりしているリスクが含まれている可能性もある。例えばオランダでは、大きな事故に対する回避選好が強い社会的事情を反映して、N 倍の被害をもたらす事故の発生確率は $1/N^2$ に制限するという目標を掲げているが、これは狭い国土においては大惨事をもたらす可能性のあるハザードに対してより高いレベルの管理を求めるという観点で、「合理的」と考えることもできる。

安全目標を策定しようとする主体は、そのプロセスにおいて公衆の関心事を取り入れる努力を行いつつ、社会的選好や公平性といった定量化が困難な「価値」を意思決定にどう反映させるのか、もがき苦しむことになる。しかし、このような「科学」と「価値」とを橋渡しする困難な作業に正面から取り組んではいじめて、公衆は、リスク管理者が自分たちの意見をまじめに取り合ってくれようとする姿勢を目にすることができる。近年の社会心理学で盛んに研究されている「主要価値類似性モデル」(SVS モデル)は、相手が「主要な価値」(Salient Value)を自分

³⁵ 例えば、ISO31000、NRC(National Research Council)2009 のリスクマネジメント・フレームワーク等。

と共有していると感じたときに相手を信頼すると説明されているが、上記のような「もがき苦しき」は、まさにリスク管理者が社会や公衆と「価値」を共有しようとする試みでもあり、その努力は社会的信頼に直結する。

(3) 「ベスト」が尽くされていると本当に言えるか？

福島原子力事故を経験した我が国においては、技術システムのリスク管理やそれを支える専門知が、ときに失敗し、国民生活に深刻な影響をもたらすという可能性が、社会的に深く認識されることとなった。人間のリスク管理により低頻度高影響事象の発生を 100%防ぐことはできないことを踏まえると、ではどこまでの低確率事象を想定すれば社会的に納得しうるのか、それは誰がどのように決めればよいのか、といった問いが想起される。社会科学分野からは、「市民が、ベストエフォートだと納得し、合理的な失敗を受け入れるにはどうすればいいか」という問いかけが震災直後から為されているが³⁶、原子力分野から十分な回答がなされているとは未だ言えない。これはすなわち、原子力安全について、最高の専門家を動員して最高の努力が尽くされている状態が実現し、またそのような社会的認識がつけられた上で初めて、次に起こりうる事故については「ここまで努力したのだから、さすがにその事故は仕方のないことだ」と多くの人々が納得しうる、ということでもある。換言すれば、「ここまで人智を尽くしたのだからもう後悔はない」と社会的に納得できるようなレベルで安全確保の努力が為されて初めて、破局的事故の発生可能性を「受忍」しうる状態(≒311 後における原子力リスクの社会的受容)がつけられる、ということになる。

では、原子力の推進者やリスク管理者がどこまでのリスクをどのように考慮すれば、「ベスト」が尽くされていると社会的に認識されるだろうか。これこそが、安全目標の持つ社会的意味であると思料する。専門家の側が「ここまでやったのだからもう十分だ」と独り善がりな判断を行い、それを社会に一方向的に説明することで理解を得ようとしても、「ベスト」ではないものをあたかも「ベスト」であるかのように見せかけようとしていると捉えられ、さらなる専門家不信を招き、かえって社会的コストを増大させることにもなりかねない。もちろん、まずは原子力の推進主体やリスク管理者の側が「我々はこれが『ベストエフォート』だと考える」という案を示すことは重要であるが、それはあくまで安全目標とリスク管理をめぐる長い議論の出発点に過ぎない。前章までに述べてきたような、技術システムのリスク管理における「適切な安全の姿」としての安全目標が、社会的に「ベストエフォート」と見なされるものであるのかどうか、仮にそこに溝があるとすればそれは何に起因するのか、その溝を少しでも埋めていくにはどうすればよいか、といったことを社会との対話のなかで常に考えていく努力が不可欠であろう。

5.2 安全目標やリスク情報は、社会との関係においてどう活用されるべきか？

(1) リスクに向き合う「知恵」を示せ

原子力の主要なリスク管理者である事業者と規制者は、複雑な技術システムであり巨大なハザード源を内包する原子力技術のリスクを管理していく際の、基本的・原則的な「考え方」を確立し、社会に対して明示することが求められる。実際、2章に述べた米英の例からは、安全確保活動における安全目標の位置づけを通して、その考え方が明確に見えてくる。

英国では、原子力を含む産業リスクの管理に当たって BSL と BSO の二本の明確なリスクレベルを示し、その幅のなかで ALARP の考え方に基づいてリスク管理を行っている。規制は大きな目標を示すことにとどまり、それをどのように実現するかは、大部分が事業者任せられている。逆に言えば、事業者は、自分たちが実施しよう

³⁶ たとえば、小林傳司(2012)「合理的失敗は可能か—後悔の最小化、ベストエフォート、受容」、公開シンポジウム「科学の不定性と社会—いま、法廷では…?」。

とする計画や対策が ALARP であることを、規制当局や社会に対して自ら説明しなければならない。あるリスク管理策が ALARP であるかどうかは、当該対策のコスト(規制遵守費用のみならず、広義のコスト)と(広義の)ベネフィットとを比較した上で、それが「Grossly Disproportionate(全く割りに合わない)」であるかどうかによって判断される。ここで留意すべきは、同じ BSL と BSO の間の領域であっても、リスクがどの程度であるのかに応じて、Disproportionate の判断原理は変化するという点である。2 本線の間のうち、BSO に近い領域であればコストとベネフィットが概ね釣り合っているかどうかで判断されるが、BSL に近い領域では、得られるベネフィットに対してより多くのコストをかけることにも正当性がある(たとえば、コストがベネフィットの 3 倍程度と計算されても、その対策は必要なものと判断される)。このように、BSL と BSO という英国流の安全目標は、安全規制(そして規制当局に原子力安全の規制・監督を負託している英国社会)が、リスクの程度に応じて異なる ALARP の判断原理を適用していく上での重要な目安となっていると考えられる。

一方、米国では、決定論的規制基準によって形作られる「適切な防護」が厳然として存在した上で、それでもカバーしきれない不確かさ・不完全さを補うために、規制者が裁量によって追加的防護を求めることが許容されている領域(Additional Discrete Protection)が設定されており、その際にどの程度までのリスクを対象とするべきかの目安として安全目標・補助目標が機能していると捉えられる。この Additional Discrete Protection 領域にのみ、バックフィットの判断に際して安全目標によるスクリーニングや費用便益分析の適用が許されている。つまり、決定論的考え方と費用便益分析とを緩やかに且つ賢く両立させることにより、不確かさや知の限界に対応しようとしており、安全目標は後者の領域において規制がどこまで目を行き届かせるのかという、一種の“Stopping Rule”としての意義を持つ。

両国の事例とも、定量的リスクレベルを活用したリスク管理の考え方は、ひとたび事故が起きれば甚大な被害をもたらす原子力技術のリスクを管理していく上での、一種の「知恵」と言えよう。安全目標をどう位置付け、リスクの考え方を原子力安全確保の体系にどう織り込んでいくのかを明確化する作業は、その国の事情を踏まえた上で、リスク管理の「知恵」を発明し実践していくことに他ならない。我が国では、原子力安全委員会時代の「中間とりまとめ」も、原子力規制委員会の決定した新しい安全目標も、いずれも規制体系上の位置づけが明確に示されてこなかった。福島原子力事故を経験した我が国だからこそ、安全目標の策定を通じて新たな「知恵」を案出し、世界の原子力安全のさらなる発展に貢献することが使命だと言える。本論文で示した「適切な安全の姿」とそれを実現するためのリスク管理枠組みの確立が、この「知恵」の創出につながることを期待したい。

(2) 関係主体間の共通言語としてリスクを活用せよ

原子力のリスク管理者、とりわけ事業者は、福島事故以前のように内的事象や代表プラントの評価のみで満足して立ち止まることなく、リスク評価の範囲を広げ、その質を向上させ、リスク管理により良い形で結び付けていく継続的努力が求められる。しかし、人間の知識、技術そしてリソースには限界があるから、原子力施設のリスクを「完全に」評価することはできないし、今後もまた不可能であり続けるだろう。他方、「完全な」リスク評価を求めて無限のシナリオを評価し続けることは、リスク評価を安全確保活動に活かすという観点からすれば資源の使い方として適切ではないし、また「完全でなければリスク評価は使えない」という福島事故以前の失敗と同じ轍を踏むことになる。PRA によるリスク評価は不確かさの種類や程度を明確化する取組でもあり、そこで得られる不確かさに関する情報についてのコミュニケーションが、リスク情報活用において決定的に重要となる。これは、組織内の部署間のコミュニケーションにおいても、また組織間のコミュニケーションにおいても、同様に当て

はまる。

とりわけ事業者と規制者との間では、リスク評価結果をどのように扱うのかを見定めるに当たり、そのリスク評価を支える科学的証拠の強さはどの程度か、専門知の限界はどのあたりにあるのか、といった点について密なコミュニケーションが必然的に要請される。また、リスク評価結果を意思決定に活用するに際し、リスク評価者・管理者は、その評価結果が全てのリスクを網羅しているわけではないが、それでも適切にリスクが管理されるよう努めなければならない。このとき、リスク評価結果を可能な範囲でオープンにし、組織外ないし原子力コミュニティ外部の隣接分野の専門家からの批判にさらすことが、より強靱で質の高いリスク評価へと改善していく契機となる。

さらに、こうした一連のプロセスが、議会による監査を受けたり、ジャーナリズムを通じて公衆の目に晒されたりすることによって、リスク管理者はその妥当性を社会に問いかけ、また社会の側もリスクをめぐる議論に向き合う機会が得られる。これは、原子力推進者が不適切な利害関係のために原子力安全の程度を値切っているのではないかという社会的不信感を払拭する、ほぼ唯一の方法であろう。また、人間は一般に、自分にとって都合の悪い情報を適当な言い訳をつけて考慮しようとしにくい性質があるため、それに対する社会的監視を機能させることにもつながる。さらに、このようにして社会全体としてリスクへの対処に成熟していくことは、リスクの社会的ガバナンスの観点からも重要な意味を持つ。

リスクを共通言語として関係主体がコミュニケーションを図り、リスクの適切なガバナンスを実現していくという謂いは、上記のような状態を目指すことに他ならない。

(3) 「説明性」の束縛から脱せ

我が国の原子力界では、「説明性重視」「わかりやすさ重視」という考え方に基づいて、「社会へのわかりやすい説明が難しいから、リスク管理に本当は必要なことであるにもかかわらず、それを社会に対して言おうとしない」、さらには「社会への説明が難しいから、そもそもそうした必要な行動をとらない」といった状況がしばしば生じてきたように見受けられる。原子力安全委員会の安全目標中間とりまとめが「中間」のままとされた背景や、PRAの外的事象への範囲拡大やレベル3PRAの進展が遅滞した背景には、上記のような「説明性」の理解が影響していたものと推察される。このように、「説明性」を過剰に意識した結果、安全確保にとって本当に必要な行為を躊躇することは、本末転倒と言わざるを得ない。また、実施しているリスク管理の状況を社会に対して明確に説明しようとしなくても、実態と説明との乖離を招き、中長期的にはリスク管理自体の劣化につながる。

近年、「リスク・コミュニケーション」の必要性が盛んに唱えられ、原子力分野で従来行われてきた説得型の説明手法との差異が強調されている。「リスク・コミュニケーション」は、コミュニケーションの双方向性に意義を見出すものであり、一方的な「説得」とは根本的に異なるものである。このことは、しかし、リスク評価者・管理者からの、公衆や非専門家への安易な「迎合」を意味するわけでは決してない。「リスク・コミュニケーション」は、リスク管理者の意思に公衆を従わせるための説得技法でもなければ、科学的合理性を放棄して非専門家の主張に迎合する政治的辻褃合わせでもない。実現しようとするリスク管理の考え方を社会に対して簡易な形で示すことがたとえ難しくとも、なんとかそれを伝える努力を続け、リスクの潜在的受忍者をはじめとする多様な主体との相互作用を通じて、リスク管理のさらなる改善に努めることこそ、「リスク・コミュニケーション」で求められる活動であろう。その際、「わかりやすさ」は、伝えるべきリスク・メッセージを作成する際の重要な一要素であるが、それがボトルネックとなってリスク管理の改善を阻害するような事態は避けなければならない。我が国では、上記のような「リスク・コミュニケーション」の苦しい努力を徹底的に行う前に、「これをやろうとしたら立地地域等から何か言わ

れるかもしれない」という「忖度」が先に立って、リスク管理活動の深化を諦めてしまうような状況があったのではなかろうか。公衆とのコミュニケーションに苦勞する現実に直面したならば、むしろ、その対話を実り多きものとするために必要な情報をもっと揃えよう、というモチベーションが働くのが本来あるべき姿であろう。

安全目標をめぐるコミュニケーションについても、安全目標(特に、定量的なリスクレベル)を原子力のリスクの小ささを示す拠り所として用いることは、リスク評価・リスク管理の絶えざる深化を却って阻害しかねない。例えば、リスク評価の幅が広がり、従来は考慮されていなかった事象を評価範囲に含めた場合、見かけ上のリスクは上昇するが、リスクの実体に対する理解度(あるいはリスクの実体への漸近度とでも言うべきか)は上昇したと捉えられるべきだろう。しかし、数値の大小を根幹に据えた説明方法を採用と、過去に説明した見かけ上のリスクからの数値上昇を許容できず、結果的にリスク管理の選択肢を自ら狭めてしまう可能性がある。前述のように、不確かさや知の限界に向き合うための「知恵」として安全目標を位置づけたならば、関係主体とのコミュニケーションのあり方も自ずと変わっていくものと思料する。

5.3 安全目標策定に向けたプロセス

先進各国におけるリスクへの対処では、人体への影響等を(自然)科学的に評価する「リスク評価」を踏まえた上で、当該リスクへの対処方針や具体的な規制基準を定める「リスク管理」を行う、というあり方が一般的である。また近年では、リスク評価・リスク管理の前段階として、そもそも何が問題であるかを明らかにする「問題設定」のフェーズが重要と指摘されている。そして、これら「問題設定」・「リスク評価」・「リスク管理」の各段階において、利害関係者や公衆の関与が必要であるとされている。これはすなわち、限られた専門家や行政機関が政策や規制を決定し、その内容を社会にただ説明すればよい、ということ意味しない。決定に至る前の段階からステークホルダーや公衆の実質的な関与が重要であり、それは前述の「リスク・コミュニケーション」の考え方とも共通する。

この、「決定前からの実質的な関与」、特に「問題設定」段階からの関与は、安全目標の策定についても当然ながら重要である。原子力の専門家は、ともすれば、「どのくらいのリスクであれば受け入れられるか」というリスクの受容水準の議論に注目しがちである。無論それは誤りとはいえないが、そのような問題の提示の仕方(フレーミング)そのものについて、社会から疑問が呈されるかもしれない。

たとえば、福島原子力事故の影響に鑑みれば、従来の安全目標の議論で扱われてきた放射線による直接的な健康影響にとどまらず、長期避難等に伴う社会的・経済的・精神的影響が甚大であった。そのため、何を被害のエンドポイントと置くのか、どのような価値(生命、健康、財産、土地、コミュニティ、…)がどのような被害(放射線、非放射線、金銭的被害、…)から護られていることが重要か、という点から改めて議論し直す必要があろう。すなわち、安全確保活動の「深さ」(≡考慮すべきリスクの大きさの程度)のみならず、「広さ」(≡考慮すべきリスクの種類や対象範囲)についての社会的議論もまた重要である。

また、原子力安全の領域において、リスクの考え方をを用いて可能な限り効率的にマネジメントを行うという考え方自体、もしかすると、コストを度外視しても厳しく規制すべきという一般的希求と対立するかもしれない。欧州では、リスクや不確かさへの対処に係る指導原理としての予防原則(precautionary principle)をめぐる、1990年代から様々なレベルで広範な議論が行われ、その適用に係る条件や留意事項等が認識されるようになった。我が国でも、リスクへの対処の考え方自体をめぐるメタ・レベルの議論が明示的に求められる可能性がある。

安全目標をめぐる上記のような根源的且つ広範な議論を我が国で実現していくためには、行政手続法上のパブリック・コメント制度にとどまらず、より実質的に社会的議論を喚起する仕掛けが必要であろう。人文・社会科学

分野では、リスクへの対処をめぐる市民参加手法に関する知見・経験がその課題とともに蓄積されつつあり、それらを効果的に活用することが必要かもしれない。

また、国民の代表である議会が安全目標の議論のイニシアティブをとることも、選択肢としてありうるだろう。実際、米国では1981年、安全規制のための安全目標設定に連邦議会が強い関心を示し、これが目標策定に向けた原動力の一つとなっている。立法府において技術的に詳細な議論を詰めることは適当ではないと思われるが、具体的な目標の策定は規制当局に委ねつつ、目標策定においてどのような観点が必要かについて議会内で検討を重ね、その内容を規制当局に勧告するというプロセスも考えられる。また、安全目標の議論を突き詰めていくと、ここから先のリスクは社会として引き受けるしかなく、特定の主体に対して責任を問うことはできない、という領域が出てくるかもしれない(その境界をどこに置くのかという作業こそ、安全目標の策定である)。こうした場合における損害の責任分担の問題は原子力損害賠償の議論とも直接的に関わるが、このような安全目標と他の関連法制度との調整・整合性確保は、立法レベルで解決されるべき課題であると思料する。

こうした実質的な参加プロセスを経て策定されてはじめて、「社会との約束事」としての安全目標が実現する。民主主義社会においては、人々は自らの関わるリスクについて、その情報にアクセスする権利を持ち、リスク管理の意思決定のすべての段階で関与することができるようにすべしというのが、参加型リスク管理やリスク・コミュニケーション研究ないし実践において重視されてきた考え方である。安全目標をめぐるコミュニケーションでは、原子力の事業や施設にどのようなリスクがあり、それをどう評価し、どうコントロールしていくか、というリスク管理の枠組みや組織としての姿勢を、社会に対して明確に示すことが重要となるだろう。

付言すれば、リスクの受け入れをめぐる判断は、しばしば指摘されるように、リスクそのものだけでは決まらず、当該活動から得られるベネフィットによっても大きく左右される。安全目標についても、原子力の利用により得られるベネフィットはどの程度であり、それはリスクの大きさに見合うのか、すなわち、「我々はなぜこの原子力というリスクを引き受けるのか」という議論にも当然接続されていく。こうした原子力利用をめぐる社会的正当化(Societal Justification)の議論は、原子力安全を監督する規制当局の役割を超えるものであるが、我が国のエネルギー政策の根幹にかかわる重要な問題である。そのため、規制当局が原子力安全の観点から安全目標を策定した上で、それを踏まえて今度はより大きな枠組みでの議論、例えば他のエネルギー源とのリスク／ベネフィットの比較や、東日本大震災後に我が国でも注目されるようになった国家リスク評価(National Risk Assessment)の一環としての自然災害やテロ等との比較評価に着手すべきではないか。そうした大きなレベルでの議論の内容を踏まえた上で、必要があればまた原子力安全の世界で安全目標の見直しを図っていく、という動的なプロセスが必要となろう。ただし、社会的正当化の議論を明示的に展開していくためには、まずは安全目標を使いながら適切なリスク管理を実現することが必要である。それができて初めて、次の段階としてベネフィットとの兼ね合いや他分野との整合性を見据えた議論が成立する、という前提条件として捉えるべきと考える。

6 おわりに

原子力エネルギーを持続的に安全に利用することの価値は小さいものではない。一方で、福島第一事故にて顕在化した事故リスクを目の当たりにした国民の不安と疑念は払拭されない。適切なリスク管理と、政策的意図、社会の理解に支えられ、安定的且つ自給率向上にも寄与する低炭素電源としての役割を、原子力は果たすことが可能となる。

福島事故からの反省を踏まえて、事業者は安全確保に係る活動に多くの資源を投入し、社会の理解と支持を得ようとする。一方、規制者は、厳格な規制をもって社会の信頼と負託を得ようとする。そのためには多くの技術的コスト(安全コスト、規制コスト)と社会的コスト(事業コスト、行政コスト)がかかることは言うまでもない。

このような技術的ならびに社会的コストの効率性と最適化を目指すことは、社会の負託に適切に応えることに他ならない。しかし、福島第一事故後に事業者と規制者が行ってきたあらゆる改革のなかに、効率性という視点はなかったように思うし、そのための学術基盤も用意されていなかった。米国の原子力規制委員会の活動原則には含まれる「効率性」の原則が、わが国の原子力規制委員会の活動原則には含まれていないことが象徴的であろう。

その理由を考えるに、わが国においては安全目標についての真摯な議論がなかったためではないか。安全目標を定めることの意義は、達成すべき安全を描き、それを社会で共有し、定量的な下層の目標に展開し、その活用の仕方を工夫することにある。すなわち、どのような安全をいかにして達成するかを定め、そのために、どれだけのリスクを受け入れるかを定めることによって、社会が享受する便益とそのために担う責任についての共通理解を形作ることである。その問題を突き詰めれば、目指すべき社会のあり方を決め、その社会の実現に伴うリスクを低減するためにどれだけのコストを投入するかを決めることでもある。これは困難で厄介な意見の割れる議論である。決して正解がある問ではない。「効率性」とは、経済的合理性を追求するための原則ではない。深慮なく過剰な負担を要求するよりも、全体最適を求めそれを継続的に改善して安全を確保することに価値をおく原則である。

より厳格な規制を導入して次々と安全対策の強化を求めることは、一見すると、規制者の真摯な態度に根差しているようにも見える。しかし、本当にそのことが安全性の向上につながるのか。輻輳化・多層化しすぎた安全対策が「滑稽な安全の姿」に陥り、いざという時のレジリエンスを損ない現場に混乱をもたらす可能性はないのか。また、公益をもたらす事業の継続性に重大な懸念を持ち込むことにならないのか。現在の状況は、規制者と現場、あるいは規制者と社会の視点が分断されてしまっていると言わざるを得ない。安全目標は、その分断された視点を結びつけることにより、総体として十分な安全を達成し、社会全体にとって様々な考慮を踏まえた上での最適なリスク管理を目指すものではないか。そのような議論を具体的に、かつ過去の経緯や国内外の状況も踏まえて実施し、安全目標とそれを活用した安全確保のあり方を提言した。本報告に述べた考え方は、分断された視点を融合させる考え方ではないかと思う。安全目標が国民との対話の場に提示され、社会全体から尊重されるようなものに進化していくことを望んで本報告を結ぶ。

参考資料

<参考資料1>

Nuclear Regulatory Commission, “Safety Goals for the Operations of Nuclear Power Plants; Policy Statement; Republication,” 51 FR 30028 (1986)により以下の通り安全目標が規定されている。(日本語訳は「平成15年版原子力安全白書」によった)

定性的目標:

- 個々の公衆は、原子力発電プラントの運転の影響により、その生命及び健康に有意なリスクの増加がないように保護されなければならない。
- 原子力発電プラントの運転によってもたらされる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ないものでなければならない。

定量的目標:

- 原子力発電プラント近傍の平均的個人に関する、原子炉事故により生じるかもしれない急性死亡のリスクは、米国民が一般にさらされている事故による急性死亡のリスクの 0.1%を超えてはならない。(1マイル以内で評価)
- 原子力発電プラント周辺の公衆に対する、同施設の運転により生じるかもしれないガン死亡のリスクは、他の全ての原因によるガン死亡のリスクの 0.1%を超えてはならない。(10 マイル以内で評価)

<参考資料2>

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12月)には、以下の安全目標案が提示されている。

(1)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。

(2)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。

上記報告書では、この定量的目標案に示される水準を我が国における 2001 年の人口動態統計の死亡率データに基づく個人の年間死亡率と比較している。それによれば、急性死亡リスクは、一般の不慮の事故による死亡率の 300 分の1(0.3%)程度に、ガン死亡リスクは、他の全ての原因によるガン死亡率の 2000 分の 1(0.05%)程度となっており、暗に米国の定量的目標と同レベルであることを示している。

<参考資料3>

日本学術会議総合工学委員会工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会報告「工学システムに対する社会の安全目標」(2014年9月17日)によれば、安全目標には、「対象とする工学システムが如何に社会に対して有効な機能を有していても安全の確保のために最低限満足すべき要求」であるもの(基準値A)と「満足すれば無条件で許容できると考えられるすなわち更なる改善を必要としない」もの(基準値B)の二種類があり、個人の死亡リスクを対象とした目標として、各々以下の数値を提示している。

- ・基準値A: 少なくとも 10^{-3} /年～ 10^{-4} /年にすることが望ましい
- ・基準値B: 10^{-5} /生涯～ 10^{-6} /生涯以下を当面の目標とする

<参考資料4>

53 FR 20603 (June. 6, 1988) からの引用

The Atomic Energy Act commands the Commission to ensure that nuclear power plant operation provides adequate protection to the health and safety of the public. In defining, redefining, or enforcing this statutory standard of adequate protection, the Commission will not consider economic costs. 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.

10CFR50.109 (Backfitting)からの引用

(3) Except as provided in paragraph (a)(4) of this section, the Commission shall require the backfitting of a facility only when it determines, based on the analysis described in paragraph (c) of this section, that there is a substantial increase in the overall protection of the public health and safety or the common defense and security to be derived from the backfit and that the direct and indirect costs of implementation for that facility are justified in view of this increased protection