

# 安全の理念と安全目標

向殿政男

## 1. まえがき

安全 (Safety) という言葉は、どこの国にも存在する普遍的な概念であるはずだが<sup>注1)</sup>、各種の報道に接してみると、どうも国により多少違ったニュアンスで使われているようにも思える。少なくとも我が国では、安全とは、「あぶなくないさま。物事が損傷、損害、危害を受けない、又は受ける心配がないこと」<sup>1)</sup>と定義されている。一方、文部科学省の懇談会<sup>2)</sup>では、安全とは、「人とその共同体への損傷、ならびに人、組織、公共の所有物に損害がないと客観的に判断されることである」と定義されている。損傷や損害がないさまを言っていて、素朴な意味では、もっともな定義と思われる。あるシステムに対して、現在、事故が起きていないから安全であるといい、事故が起きた場合には安全でなかったというのであれば、ことは簡単である。しかし、このシステムは「安全である」とは、未来に対しての主張も含んでいるはずである。上の定義で、“心配ない”、とか、“客観的に判断される”ということは、未来に対して安全であるという主張を含んでいると解釈できる。しかし、永久に安全であると主張することは、まったく現実的でない。モノはいつかは壊れるし、磨耗し、劣化して使えなくなるのは当たり前である。そのときに適切な対応をしておかないと、事故になり、損傷や損害という危害を受ける可能性がでてくる。更に、その時の

危害のひどさにも色々とありうるだろう。従って、安全であるという概念は、将来の危害の発生がどの程度の可能性があるのか、そしてどの程度の危害のひどさなのかということを含んでいるはずである。すなわち、安全にはどのくらいの程度という概念が含まれざるを得ない。最終的な判断結果は、安全である (イエス) か、安全でないか (ノー) の二値論理かもしれないが、現実には、未来の危害の可能性とひどさがどのくらいの程度かという連続的または多値論理的な対象をどこか途中で割り切って判断していることになる。その境目はどこになるのであろうか。どこまでやったら安全といえるのか (How Safe is Safe Enough ?)、これが、安全の理念<sup>3)</sup> (考え方) と安全目標との間の切っても切れない関係である。

## 2. 安全の理念

安全の理念といえば、安全に関する思想、文化、歴史、哲学等の面から考察すべきであるが、ここでは、主として安全の定義から考えてみることにする。

製品、プロセス、サービス及びシステム等の安全に関する規格を作成するためのガイドラインとして、ISO (国際標準化機構) とIEC (国際電気標準会議) とが共同で発行しているISO/IECガイド51<sup>4)</sup> という指針がある。数多くある安全に関する国際規格は、基本的にはこの

ガイドラインに従って作成されており、このガイドラインには、安全の定義が述べられている。従って、ここで紹介する安全の定義は、国際安全規格における共通の認識となっているもので、工学やものづくりにおける安全の常識となっていると考えられる。

すなわち、ISO/IECガイド51によれば、安全とは、“許容不可能なリスクがないこと”（図表1）とされている。ここで重要なことは、安全といっても「絶対に安全である」とか「リスクがゼロである」ということを主張してはいないことである。絶対安全やリスクゼロをはじめから放棄していて、安全といっても許容可能なリスクは存在している状態ということである。ここで、“許容可能なリスク”とは何を意味しているのであろうか。その前に、まず、リスクの定義を振り返ってみよう。リスクとは、“危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ”と定義されている。リスクという概念は、実に



## PROFILE

向殿政男  
 (むかいどの まさお)  
 日本学術会議連携会員、明治大学名誉教授  
 専門：安全学、情報科学、ファジィ論理

広い意味を含んでいて、一般的に明確に定義することは難しい。ISOにはリスクマネジメント（ISO 31000）<sup>3)</sup> という規格があり、そこでは、リスクを「目的に対する不確かさの影響」と定義をしている。この定義は、為替や金融や保険などに使われるポジティブな影響も取り込んだ定義であり、損することも得することもあるリスクのことである。しかし、安全に関するリスクには、ポジティブな影響はないから、この定義は直接には使えず、図表1のように、“危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ”とされている。発生確率にも度合いがあり、危害のひどさにも度合いがあるので、その組合せ（必ずしも掛け算ではない）のリスクにも度合いがある。リスクの度合いは、数値で表されることは現実には難しく、大きい、中くらい、小さい等のいくつかのランク分けが用いられており、その具体的な内容は、モノや状況や

図表1 安全、リスク、危害、及び許容可能なリスクの定義<sup>4)</sup>

安全 (Safety)	許容不可能なリスクがないこと (freedom from risk which is not tolerable)
リスク (risk)	危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ (combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm)
危害 (harm)	人への傷害若しくは健康障害、又は財産及び環境への損害 (injury or damage to the health of people, or damage to the property or the environment)
許容可能なリスク (tolerable risk)	現在の社会の価値観に基づいて、与えられた条件下で、受け入れられるリスクのレベル (level of risk that is accepted in a given context based on the current values of society)

条件により異なっているのが普通である。ここで、危害という概念が出てくるが、人間の体に対する傷害や健康障害、及び財産や環境に対する損害と定義されている。通常、リスクを比較する場合には、危害として死亡を対象とすることが多いが、現実にはもっと広く、例えば、社会的損失等にも考慮すべきであろう。

さて、“許容可能なリスク”であるが、ISO/IECガイド51では、“現在の社会の価値観に基づいて、与えられた条件下で、受け入れられるリスクのレベル”と定義されている。そのシステム等から受けるベネフィット（利便性や快適性等）を考慮して、仕方がないからこのくらいは受け入れよう、覚悟しよう、というリスクのレベルである。リスクとは、現実起こった危害のことではなく、未来に起こる可能性のある危害の話であり、そのくらいのリスクならば、自分で旨く取り扱えるだろうから、覚悟して受け入れようという考え方である。実は、この定義は2014年版のISO/IECガイド51のもので、その前の1999年版のISO/IECガイド51では、安全とは、“受容不可能なリスクがないこと”と定義されていた。ここに許容不可能なリスクと受容不可能なリスクという二つの言葉が出てくる。なんと、2014年版では、“受容可能なリスク”及び“許容可能なリスク”は、同義語の場合がある、と記されている。しかし、一般には、“受容可能なリスク”とは、誰でも気にしないで受け入れる程度のリスクであり、“許容可能なリスク”とは、ベネフィットを考えて

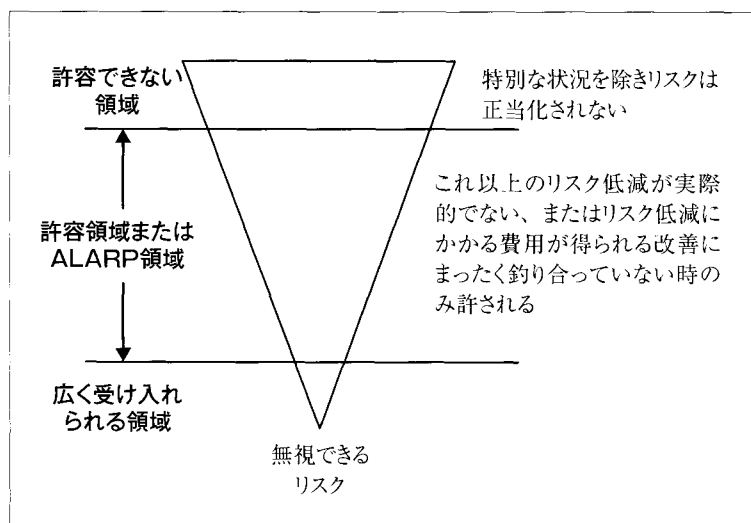
仕方がないから我慢して受け入れようとするリスク、すなわち、“許容可能なリスク”の方が、残されているリスクは、“受容可能なリスク”より大きいと考えるのが普通と思われる。これが、本特集で紹介する幅を持った安全目標の提案につながる。

### 3. 安全目標

現実的にリスクゼロが有り得ない以上、どこまでリスクを下げたら安全といえるかの目標を安全目標と呼ぶとすると、安全目標を記述するに当たり、いくつかの考慮すべき条件がある。一つは対象の範囲、すなわち部品やサブシステムレベルなのか、システム全体としての目標なのか、また特定のシステムの目標なのか、その分野全体の目標なのか等である。更に、満たさなければならない最低基準としての目標なのか、目指すべき目標なのか、現在のシステムが到達している現状の目標なのか等である。また、表現方法として、定性的な目標なのか定量的な目標、又はあるべき構造を目標としているのか等がある。更に、安全目標をリスクの大きさを表したとすると、リスクは危害のひどさと発生確率の組み合わせであるので、ひどさと確率のペアとして表さなければならないはずである。通常は、ひどさの最大なものとして人間一人の死亡を取り、その死亡確率の大きさを安全目標を表す場合が多いが、本来は、同時に死亡する人数、怪我の程度、財産の損害、社会的損失

等々、すべてを配慮しなければならないはずである。例えば、我が国の原子力安全で掲げられた安全目標、“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”は、原子力発電所を一つのシステムとして捉えたこの分野での定性的な安全目標である。その具体的な定量的安全目標として示されている、“がんによる人間の死亡率は、 $10^{-6}$ /年間とする”は、設置が許可される最低基準と解釈され、危害のひどさとして放射線に起因するがんによる死亡を考えていて、安全目標を発生確率として表しているものである<sup>注2)</sup>。一般的な健康被害、移住などに伴うストレス障害、社会的損失等々は考慮に入っていない。

前項で紹介した安全の定義の“許容可能なリ



図表2 ALARP (As Low As Reasonably Practicable) の原則

スク”や“受容可能なリスク”は、定性的な表現であり、その具体的な内容は、許容可能なリスクの定義にあるように、社会の価値観により、システムにより、条件により異なっており、それぞれに従って定められることになる。しかし、少なくともリスクには大きさがあり、前述のように“許容可能なリスク”は“受容可能なリスク”よりは大きなリスクであると解釈されるだろう。すなわち、リスクの度合いは、“許容可能なリスク”  $\geq$  “受容可能なリスク”と考えられる（安全の度合いは、この逆）。こう考えると英国で最初に提案されたという ALAPR (As Low As Reasonably Practicable) の原則（図表2）は、このことを良く表しているように思える。これは、リスクは、“合理的に実行可能な限りできるだけ低くする”という精神である。図表2に示されるように、リスクが許容できない領域では、特別な理由がない限り許されない

のは当然として、許容可能領域内にあっても、これ以上リスク低減は不可能だとか、これ以上費用を掛けてもリスク低減効果がつりあわないとかのように、合理的に説明が付くまでリスクを低減する努力をしなければならないという原則である。また、リスクが広く受け入れられる領域に達したら、これ以上のリスク低減の努力はしなくても良いということの意味している。この考え方は、ICRP

(国際放射線防護委員会)が1977年の勧告で出しているALARA (As Low As Reasonably Achievable) “合理的に達成可能な限り低くする”と同じである。ここで、上の線の許容できない領域と許容領域との境目が許容可能なリスクレベルであり、下の線の許容領域と広く受け入れられる領域との境目が受容可能なリスクレベルと考えると、これまでの説明とよく一致する。すなわち、許容可能なリスクを達成していなければ製造や使用は禁止されるだろう。この線は、法律で定める最低基準に相当し、これを超えれば良いというものではなく、できる限りリスク低減に努めなければならない。受容可能なリスクは、目指すべき目標であって、これを超えるまで努力することは必要としない。この考え方が、安全目標は、許容可能なリスク(基準値A)と受容可能なリスク(基準値B)という二つのレベルを持った幅のある目標とすべきであるという日本学術会議の工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会の主張につながることになる(本特集号の表紙は、このことをイメージして描かれている)。

#### 4. あとがき

安全目標はどのような決め方が望ましいかという問題は、実社会では極めて重要な課題である。状況や分野によって異なっていて統一的方法はないのかもしれないが、一般的には

(1) 多くのステークホルダーが、特に被害を

受ける側が加わって、許容可能なリスクレベルと受容可能なリスクレベルを合意するように努めること

(2) 合意のプロセス、到達した安全目標のレベル等の情報を公開すること(目標の作成プロセスは、透明性・合理性がなくてはならない)

(3) 最新の技術、情報、環境の変化等を反映して、常に、安全目標を見直すこと(State of the artの原則)

(4) 事業者は、許容可能なリスクを越えて、常に、より小さなリスクになるように努めること

等が重要である。このような観点から、今回の福島第一原発事故に関して、国は(3)をやっていたのだろうか、東電は(4)をやっていたのだろうかということを、振り返って評価し直してみる必要があるだろう。

最後に、安全はリスクという概念を通して科学的に客観的に考察されるように努力されているが、実は、どこまでやったら安全かということに関しては、人間の主観や社会の価値観が関与していて、必ずしも価値観や主観から逃れるわけには行かないことを述べておく。安全は、客観と主観の狭間で揺れ動くものであるかもしれないが、どのようなプロセスで安全目標を決めて、どのようなリスクレベルにあるか等の情報を公開しておく(上記の(2))という意味で、客観性を保つ努力をしなければならないはずである。

\*\*\*\*\*  
注

- 注1) 本当かどうか筆者は確かめたことがないが、ある国では、安全という言葉は存在しないという。それでは、我々が意味する安全はなんと言うのかと聞いたら、“危険でない”というのだという。常に危険は存在するのだからそれを意識させるためにそうになっているのか、それとも、危険が多くて定常的な安全状態なぞ考えられないからそうになっているのかは、それは分からない。
- 注2) 人間の年間死亡率は、統計によると例えば、2001年で $7.7 \times 10^{-3}$ /年間である。その中でガンによる死亡率を1/3とすると $2.4 \times 10^{-3}$ /年間。原子炉の存在のためにこれが有意に増加させないとは、その約1/1000以下とすると、ほぼ、 $10^{-6}$ /年間という数値となる。

\*\*\*\*\*  
参考文献

- 1) 国語辞典、第二版、岩波書店、1973
- 2) 文部科学省：「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」報告書（2004-4）
- 3) 向殿政男、安全の理念、学術の動向、2009-9
- 4) ISO/IEC Guide 51, 1999, 2014 (JIS Z 8051 安全側面—規格への導入指針、2004、2015)
- 5) ISO 31000 リスクマネジメント—原則及び指針、2009

## 【特集1】



松岡 猛／向殿政男／野口和彦／永井正夫・小野古志郎／田村兼吉／  
中村昌允／成合英樹／甲斐倫明／岸本充生／柴山悦哉

## 【特集2】

嶋田 透／津田良夫／前田 健／橋本知幸／沢辺京子

## 【特集3】

小池俊雄／多々納裕一／小野裕一／林 春男／今村文彦／  
春日文子／南 裕子／川崎昭如

### 安全目標の考え方

