

安全の理念

向殿政男

1. まえがき

安全・安心という言葉がペアでよく用いられるが、その定義は何かと聞かれると、なかなか難しいものがある。それは、個人により、時代により、民族により異なると言ってしまっても、みもふたもない。確かに安心に関しては人の心と直結するから主観性が高いことは分かるが、安全については、より客観的に、合理的に、時には定量的に定義できそうである。特に人工物、例えば、人間が作る製品、機械、施設・設備等、更に交通機関や各種の生産ライン、プラントのような大型のシステム等においては、安全に対して統一的な理解がなければ、グローバリゼーションの時代、商品の流通や人間の移動に支障を来すだろう。第一、消費者や利用者は、それこそ安心して、ものを利用できない。

ここでは、人間が設計、製作、管理、利用する“モノ”を中心に、安全の考え方、すなわち安全の理念について考えてみることにする。ただし、“モノの安全”を通して安全を考えることは、技術的に作るという側面だけではなく、組織や制度、更には人の心理・行動まで考えざるを得ないから、必然的に、更に広い意味の安全に対しても、例えば、都市における安全や犯罪の防止等まで、極端なことを言えば安全保障等の領域まで含めた幅広い分野に対して、共通した安全の枠組みを見出すことに繋がるだろう。

2. 安全とは何か（安全の定義）

安全をはっきりと目に見えるようにしたり自覚したりすることはなかなか難しい。安全の反対は危険である。事故や物損が発生したり、疾病が現れたりした時には、はっきりと目に見えて分かる。従って、危険側から安全の定義を攻めるのが妥当だろう。はっきりと自覚できる“身体的な傷害や健康障害、または財産に対する害”を危害と呼ぶことにすると、危害が生ずる前に危害の発生が予想されることが危険である。一般的な危険という日本語の概念も幅広くて定義が難しいが、ここでは、上記のように危害の発生についての危険に限定しよう。危害を及ぼす源を危険源と呼ぶことにする。危険源は、従って危険は一つ一つ指摘できるのに対して、それらがすべて存在しないという反対を意味する安全が、難しい概念になっている理由はこの辺に由来する。

危険側ならば、予想される危害に対して望ましくない程度や、予想が当たる可能性に程度があり得るから、一つ一つの危険源に関して、ある程度、合理的に、定量的にその危険性が定義できそうである。これがリスクという概念に繋がる。リスクとは、機械安全に関する国際安全規格¹⁾では、各々の危険源に対して“危害の発生確率及びその危害の程度の組合せ”と概念定義されている。この定義での“組合せ”という言葉が微妙で、かつ多様性を容認している。こ

のリスクという概念を通じて安全が次のように定義されている。すなわち、安全は、“受容できないリスクが存在しないこと (Freedom from unacceptable risk)”¹⁾と定義されている。日本語としては、二重否定になっている。同様にJIS規格²⁾では、安全は、“人への危害又は資(物)材の損傷の危険性が、許容可能な水準に抑えられている状態”とされている。安全は、リスクを経由して定義されていて、絶対安全はないことが宣言されていることに注意されたい。安全といっても、ある程度のリスクという危険性は残留しており、それが、受容できる(受け入れられる)、又は許容できる(我慢できる)程度に低く抑えられている状態を意味している。このように、前もって危険なところ(危険源)をすべて見つけ出しておいて、そのリスクの大きさを評価して、許容できないリスクに対して事前に対策を施しておき、残ったリスクはすべて受け入れられるリスクに限るようにしてあるとき初めて安全であるといえる、というのが現在のグローバルスタンダードの安全の考え方である。出来たら、この定義に、それが常に確保されているかをチェックしていること、という動的な概念も付加したいものである。

安全というと、あらゆる危険性がまったく存在しないことと解釈しがちであるが、現実には不可能である。いわゆる絶対安全は、目標とか理想を語るものであるならばいざ知らず、現実にはあり得ない。リスクに基づく安全の定義を受



PROFILE

向殿政男

(むかいどの まさお)

日本学術会議連携会員、

明治大学理工学部教授

専門：安全学(安全性・信頼性)、

情報学(ファジ理論、人工知能)、

論理学(ファジ理論、多値論理)

け入れるところからまず議論を始めないと、安全の議論はかみ合わないことになる。

ただし、危険はあくまでも予想であり、危険源の存在を予想できなかったり、見過ごしたりすることは有り得ることを忘れてはならない。また、安全の大枠の定義は認めた上でも、現実には分野や条件によって定義の内容は多少異なっている。例えば、放射線や化学物質のように人間が危険源に暴露されている時間や量が関係する場合もある。現実の適用に当たっては、あいまいさと主観性は必ずしも排除できないことを覚悟すべきである。例えば、リスクの定義における危害の発生確率は豊富な統計データがない場合には主観的にならざるを得ないだろうし、被害のひどさの程度にも主観的要素が入り込む余地が多い。発生確率と危害の程度の“組合せ”に対して、安全の分野では、単純に確率と金額の掛け算と解釈できるほどの単純化は、ほとんどの場合出来ない。

3. どこまでやったら安全なのか (安全目標)

安全といっても、絶対安全が存在しない以上、必ずリスクが残っており、どのくらいのリスクまで低減したら安全であるといえるのか、という問題、英語でよく言われる“*How Safe is Safe Enough?*”という問いは、永遠の問いである。安全の定義に、受容できる(Acceptable)、許容できる(Tolerable)という言葉が出てくるが、現在の国際安全規格では、許容可能なリスクは、“その時代の社会の価値観に基づく所与の状況下で、受け入れられるリスク”¹⁾となっている。適切に低減されるべきリスクの大きさは、時代や社会や条件によって異なり、一意的には定まらない。例えば、その製品や施設を使う人の違いにより許されるリスクの大きさは当然、異なる。利用者が赤ちゃんや障害者等ならば、極めて小さなリスクしか許されないし、電車や飛行機のように乗客は自分ではどうすることも出来ずにパイロットや運転手に身を任せている場合も、リスクは小さくなければ許されないはずだ。一方、訓練された作業者が使用するプレス機械や工作機械などでは、ある程度の大きさのリスクは残留しており、そのリスクを制御する役割や責任は、作業者に委ねられる。一般的に、危険性(リスクの大きさ)、受ける利便性、かかるコスト、等との兼ね合いで決められる。どこまでやったら安全かの判断基準は、実は明確なものではなく、

現実にはそれぞれの場面で判断したり、他の製品のリスクと比較をしたりして決められる。以下に、いくつかの安全の判断基準について紹介しておく。

(1) 危険効用基準

製品から受ける効用、メリット、利便性と、それが有している危険性、すなわちリスクとを比較して、受け入れるか否かを判定する考え方。リスクの概念の本来の意味に最も近いものである。合意の下での医療行為や医薬品の投与など、この考え方を採用しないとリスクの高いものには挑戦できなくなる可能性がある。

(2) コストベネフィット(費用便益)基準

リスク削減策を実施するために必要なコスト、すなわち経費と、実施に伴い得られるベネフィット、すなわち便益や効用との比較で、どこまでリスクを下げるべきかを判断する考え方。これ以上、コストを掛けてもリスクがほとんど下がらない場合や、逆に、これ以上リスクを下げるとコストに見合わなくなる場合、そこでリスク低減を止める。

(3) 消費者期待基準

通常の消費者が合理的に期待する安全性の基準であり、常識として最低限守られていなければならないリスクのレベル。安いからとか便利だからといって少しぐらいの危険性があっても仕方がないという判断は、通常の消費者が期待する安全性を満たしていない限り、許されない。

(4) 標準逸脱基準

規格や規制・法規がある場合に、その基準を

満たしていればよいという考え方。ただし、法規等で決められているのは、通常は最低基準であり、それを満たすのは当然であって、満たさなければ法律違反である。

(5) ALARPの原理

これは、As Low As Reasonably Practicableの頭文字をとったもので、“合理的に実現可能な範囲内でリスクを出来るだけ低減させるべきである”という考え方である。上述の危険効用基準やコストベネフィット基準等に従い、更なるリスク低減が非現実的であったり、得られるメリットや利便性に比べて、リスク低減に払うコストが不相応であったりしない限り、出来るだけリスク低減を試みなければならないことを意味している。

4. 安全と安心の関係

設計、製造、管理者側は、安全を科学的に、合理的に、客観的に実現することを追及しているが、利用者側は、実は安全よりは安心を求めていると考えられる。製造者側が安全であることを主張しても、必ずしも利用者の安心には繋がらない。安心の反対は不安であり、何に不安を感じるかは、まさしく主観に依存する。不安を払拭することが安心に繋がるとしても、安全なしの安心は、詐欺や宗教と間違えられたりする恐れがあり、我々の取るべき態度ではない。我々は、安全を実現するという前提での安心を追求しなければならない。製品や機械の安全が

どのような仕組みで実現されていて、それを実現している人間や組織を利用者が信頼することを通じて、初めて安心に結びつくのだろう。ここにリスクコミュニケーションの重要性がある。そのためには、安全に関する情報を、事故情報やリスク情報等の不都合な情報も含めて、積極的に開示、公表する必要がある。製造側と利用者側との安全に関する情報共有が重要となる。一方で、我々利用者の意識の改革も必要である。まず、両者をつなぐ一貫した安全の考え方を構築し、両者をつなぐ合理的な整合性のある仕組みを構築することから始めなければならない。安全の理念の追求は、この面からも必須であるが、安全と安心との架け橋に関する研究は、これからの課題である。

5. 安全の構造

安全を考える場合、安全という言葉で、“何の名の下に”、“何を守るのか”、“何から守るのか”、“何で守るのか”等を明確にしておかなければならない。これを安全の構造と呼ぶことにして、いくつか考えられる解答の候補を簡単に挙げてみれば以下の様になるだろう。

(1) 何の名の下に安全を守るのか？

人命尊重、人間尊重、人権、平和、正義、公平、公共性、社会的安定、神、安心な社会、等々

(2) 何を守るのか？

人（命、傷害、健康障害、精神障害、尊厳、心）、財産、機械システム（装置、機械的機能）、情報、

家庭、組織、会社、社会、社会環境、自然環境、
国家、人類（未来の人間）、動物、等々

(3) 何から守るのか？

自然災害、人間のミス、機械の故障、人の故意や悪意（含む：ハッカー、オカルト集団、ハイジャック、侵略）

(4) 何で守るのか？

人（注意、教育、訓練）、技術（機械の高信頼化、機械的機構、安全装置、自動監視、）、情報（伝達、蓄積、処理、コンピュータ、コミュニケーション）、人間機械系（ヒューマンマシンインターフェース）、組織的機構（管理、監査、認定、認証）、社会制度、法規（規格、規制、法律、罰則）、等々

6. 安全の理念

以上、トピック的に安全の理念的なテーマについていくつか述べてきたが、これ以外にも安全の理念的側面には議論すべき課題が数多くある。例えば、表1に関連すると思われる項目をこれまでのものも含めていくつか挙げてみたが、これら安全の理念について議論し、ある

表1 安全の理念的側面

1. 理念的側面	安全の哲学、安全の定義、安全目標、安全の構造、安全と安心、安全の責任、安全と価値観、安全と人間性、安全におけるコンフリクト、安全文化、リスクコミュニケーション、社会的受容性、安全倫理、等々
----------	--

程度合意したり、あるいは異なった考え方があることを理解したりしておくことは、我が国に安全の学問を確立し、健全な安全文化を構築するためには、必須であると考えられる。これらを安全哲学と呼ぶとすると、この安全哲学の議論を始めてこそ、初めて、安全は統一的に、包括的に議論でき、学問として確立し得ると考えられる。

7. 安全学の構築に向けて

数多く存在する安全の各分野には、それぞれ専門的な独自の考え方や技術があるだろうが、それらには共通したものもあるはずである。それらの共通項は、技術的側面、組織的側面、人間的側面の三つに大分類することが出来るだろう。この三つの側面を、安全哲学とも呼ぶべき安全の理念的側面の下で、統一的に整合化、包括化することで、安全知の体系化を試みてみる。筆者はこの構成を安全曼荼羅と呼んでいる（図1）³⁾。すなわち、

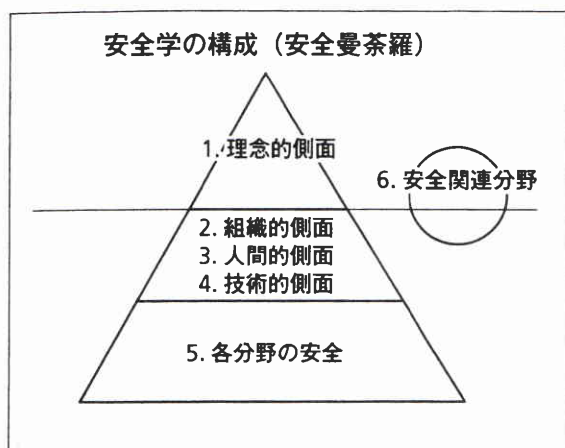
(A) 安全の理念、原理・原則のようにすべてに共通するもの（安全の理念的側面）

(B) 各分野に共通に利用できるもの（安全の組織的側面、人間的側面、技術的側面）

(C) 各安全分野固有のもの

の三つに分割し、(C)の上に(B)を、(B)の上に(A)を配置し、下層は上層に則するという三階層に構造化した形に整理することを提案している。これ以外に、

図1 安全学の構成（安全曼荼羅）



(D) 安全に関連した分野（警察、裁判、保険、防災、等）

も重要であり、これも一つの分類として位置付けている。

こうすることによって、安全に関する学問の体系である安全学の概略が見えてくる。安全は、技術的側面だけでなく、人間的、社会的側面を含めて、安全工学や安全科学を含んだ更に広い学問、例えば、自然科学、社会科学、人文科学等の分野を横断し、総合した学問である安全学として構築をして行く必要がある。これまで、色々な立場から安全学の提案はある^{4), 5)}が、ここでは、安全の理念の下で統一的に構成された安全曼荼羅を通して、現場にしっかりと脚を下ろし、実際の問題を技術の問題として現実的、技術的に解決をしていく安全工学の立場から、安全学を確立していくべきであると考えている^{6)~9)}。

8. あとがき

安全は、科学技術分野だけでなく、社会技術や社会制度等も含めた社会科学や、人間の心理・認知やヒューマンエラー等も含めた人文科学にわたる領域横断的、文理総合的な学問である。単純ではあるが提案している安全曼荼羅は、安全に関する知識の体系化の一つの枠組みにもなっているので、このような構造を例として、安全学なる総合的な学問の確立を目指すことを提案したい。この体系化において最も重要なものが、安全の理念的側面である。安全の理念を十分に議論しない限り、体系的で総合的な安全学の確立は難しいと思われる。そろそろ我々は、安全の理念について積極的に議論し、提案し、普及し、理解を得るような努力をすべき時期である。

参考文献

- 1) ISO/IEC ガイド 51 (JIS Z 8051) : 安全側面—規格への導入指針
- 2) JIS Z 8115 : デイベンダビリティ (信頼性) 用語
- 3) 向殿政男、安全マップ (安全曼荼羅) の提案、日本信頼性学会誌 Vol. 24, No. 7, pp. 554-559, 2002
- 4) 村上陽一郎 : 安全学、青土社、1998
- 5) 日本学術会議、安全学の構築に向けて、安全に関する緊急特別委員会 2000.2
- 6) 向殿政男、安全学のすすめ、予防時報 229号 pp.6-7、(社)日本損害保険協会、2007.4
- 7) 「社会安全への安全工学の役割」、人間と工学研究連絡委員会安全工学専門委員会 (平成12年3月27日)
- 8) 「安全工学の新たな展開—安心社会への安全工学のあり方—」、人間と工学研究連絡委員会安全工学専門委員会 (平成15年5月20日)
- 9) 「安全・安心な社会構築への安全工学の果たすべき役割」、人間と工学研究連絡委員会安全工学専門委員会 (平成17年8月31日)

学術の 動向 9

2009

J FORUM | 日本学術会議

【特集1】

工学システムに関する 安全・安心・リスク

松岡 猛／向殿政男／成合英樹／永井正夫・鎌田 実・石川博敏
水野光一・朝比奈 潔・古崎新太郎／中村昌允・古川勇二

【特集2】

法科大学院の現状と 基礎法学教育

—法科大学院に何を求めるか—

滝澤 正／和田仁孝／高橋文彦／吉田正志／奥山恭子

