

安全学のすすめ

—メーカーが取り組むべき安全対策とは—

向殿政男*

* 明治大学理工学部 学部長

1. まえがき

安全に関連する分野は幅広く、科学技術的な側面だけでなく、管理的、人間的側面や、更には、産業や社会制度などの社会科学的側面、及び安心や人間心理などの人文科学的側面にも強く関連している。ここでは、安全工学を中心に安全の「知」の体系化とそれに基づく安全学という新しい安全の学問の確立の提案について紹介する。更に、そのような中で、技術的な側面として、メーカーが取り組むべき安全対策の考え方について紹介する。

2. 安全知の体系化

安全技術は、これまで各分野独自の個別技術として発展してきた。その分野の知見と経験に深く根ざしていて、他の分野の人からは、なかなか窺い知れないところがある。しかし、共通部分も多い。例えば、人間的な側面は、ほとんどの分野に共通している。更に、ある分野で開発された安全技術は、専門的には確かにその分野に特化した技術であるかもしれないが、その考え方の深層には、他の分野にも応用できる共通部分や共通した考え方があるはずである。他の分野で利用するためには、その安全技術の本質を他の分野の人にも理解可能、応用可能なように一般化、原則化する必要がある。そのためには、まず、安全技術の立場から、安全に関する「知」を体系化する必要がある。

各分野で開発され、利用されている安全の「知」を体系化、総合化するための一つの方法として、筆者は、安全に関するキーワードを次のような三層構造に分類することを提案している¹⁾(図1)。まず、個別の各分野に特化した安全技術を基本層とし、それらを一般化、抽象化することで共通に使える安全技術や考え方を共通層としてその上に置き、最上位の層に安全の理念的側面を置くという安全に関する三層構造である。これを安全マップ、または安全曼荼羅と呼んでいる。こうすることで、他の分野での安全の技術を自分の分野へ応用することが可能になり、逆に、新しく開発された安全技術は、抽象化、共通化して上の層に登録することで、他の分野の安全にも貢献することが出来るようになる。また、現在、自分が取り組んでいる安全の分野が全体のどこに位置しているかということを知覚することで、総合的な観点から安全に取り組むことが出来るようになるはずである。更に、安全の知を体系化することで、安全の教育と共に、安全の学問の確立にも貢献することが期待される。ここでは、安全に関する側面を安全を工学の立場から以下の6個の分野に分

類し，階層化している(表 1)。

- (I) 安全の理念，原理・原則のようにすべてに共通するもの：1. 理念的側面
- (II) 各分野に共通に利用できるもの：2. 技術的側面，3. 人間的側面，4. 組織的側面
- (III) 各分野固有のもの：5. 各分野の安全
- (*) 安全に関連した分野：6. 関連分野

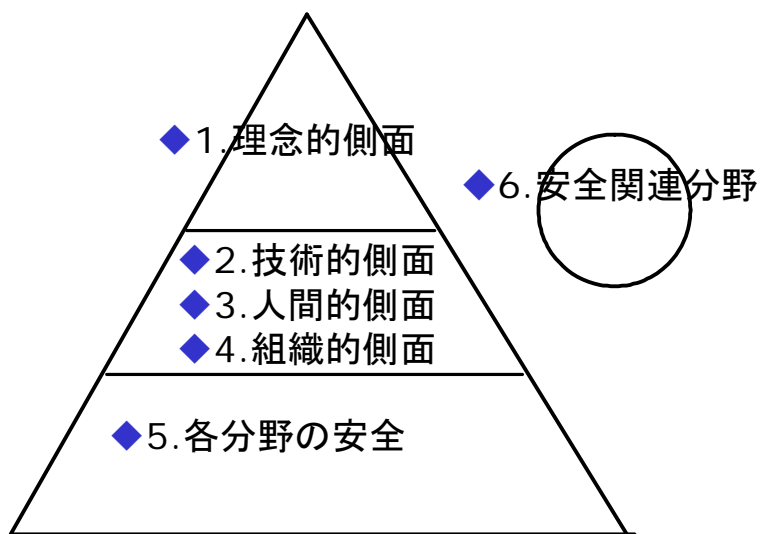


図 1 安全知の体系化と安全曼荼羅

分類	例
(I) 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，安全責任，等々
(I) 2. 技術的側面	本質的安全設計，フェールセーフ，信頼性，冗長性，診断，保全，等々
(II) 3. 人間的側面	過誤，インターフェース，人間工学，安全意識，訓練・教育，等々
(II) 4. 組織的側面	マネジメントシステム，標準化，法律，規制，認証・認定，事故調査，危機管理，等々
(III) 5. 各分野の安全	機械安全，交通安全，情報安全，原子力安全，食品安全，製品安全，電気安全，医療安全，システム安全，化学薬品安全，プロセス安全，ロボット安全，等々
* 6. 関連分野	防犯，保険，裁判，等々

表 1 安全工学から見た安全の構成の例

3. 安全学の提案

安全、安心の実現に関連する分野について広く考えてみよう。大雑把に分けても、以下のようなものが考えられる。

- (1) 技術による安全の実現（本質的安全設計，安全装置，使用上の情報，等々）
- (2) 人間による安全の実現（注意，訓練，教育，等々）
- (3) 管理・組織による安全の実現（マネジメントシステム，安全活動，社内基準，監査，業界標準，等々）
- (4) 企業、産業による安全の実現（投資、CSR、認証、等々）
- (5) 国による安全の実現（法律，規制，規格，標準，検定，防災，補助金，等々）
- (6) 社会制度による安全の実現（裁判，警察，保険，事故調査，資格，教育，等々）
- (7) 文化による安全の実現（安全文化，リスクコミュニケーション，マスメディア，等々）

工学の分野では，安全というと，とかく技術と人間，及び管理による安全確保のみを中心に考えがちである。上記の分類で言えば，(1)～(3)が中心である。しかし，実際に安全を実現するためには，更に広い仕組みである(4)～(7)が関連していることを忘れてはならない。

安全には，個人の価値観やその時代の社会の価値観が深く関与している。従って，何を以って安全とするかという点に関しては，技術だけでは片付かない。また，事故や障害の原因にも，またそれで被害を蒙る側にも，人間や組織や社会が深く関係している。すなわち，安全には，工学としての技術だけではなく，人文科学や社会科学が深く係りあっている。真の安全・安心を実現するためには，安全工学や安全科学だけでなく，広く人文・社会科学を包含した高い包括的な立場から安全を考察し，安全を学問とする安全学を構築していく必要がある。そのためには，まず，「安全知」の体系化は必須である。前述した安全曼荼羅はその一つの試みであり，安全工学を中心に構成したものである。上記の(4)～(7)の仕組みは，安全曼荼羅では4の組織的側面と共に，主に6の安全関連分野に分類されている。これらに基づいて，安全に関する学問である安全学を早急に樹立する必要があることを提案したい。

4. メーカーにおける安全対策

安全学という包括的な大枠の中での位置づけを意識しつつ，現在，国際安全規格に則ってJIS化されている安全の技術的な側面²⁾の中から，メーカーで行うべき安全対策の考え方について紹介する

これまでわが国では，機械そのものを最初から安全に設計するというよりは，機能とコストを重視して設計され，安全は機械設備で確保されるよりは，どちらかというところと教育・訓練で実現されることに重点が置かれる傾向があった。一方，現在の国際安全規格とそれに整合化されたJIS規格²⁾では，使用者側の注意ではなく，最初に機械設備側で安全を確保しなければならないことが明確に述べられている。危険なところを最もよく知っているのはメーカーであり，設計という上流から安全を組み込むのが最も効果的でありからである。更に，機械の設

計の段階で考慮すべきリスク低減策である保護方策には、適用の順番が付けられている。これらに基づき、製造者（設計者を含む）と使用者との間の義務関係が明確にされている（図2）。すなわち、リスクアセスメントを実施した後、保護方策として、

- 1) 本質的安全設計（設計によるリスクの低減）——機械の設計段階におけるリスク低減
- 2) 安全防護によるリスクの低減——本質的安全設計によるリスク低減対策では未だ不十分である場合における対策としての防護策(ガード)や安全装置の利用
- 3) 使用上の情報によるリスクの低減——上記の保護方策を施した後に残るリスクをユーザへ伝えるための指示事項、及び警告

の順に適用しなければならないと規定されている（これは3ステップメソッドと呼ばれる）。メーカ側で機械自体に上記のような保護方策を施した後に、はじめて使用者側に渡され、使用者による

- 4) 組織や訓練によるリスクの低減

はその後とされている。

次に、リスクアセスメントについて、簡単に紹介をする。

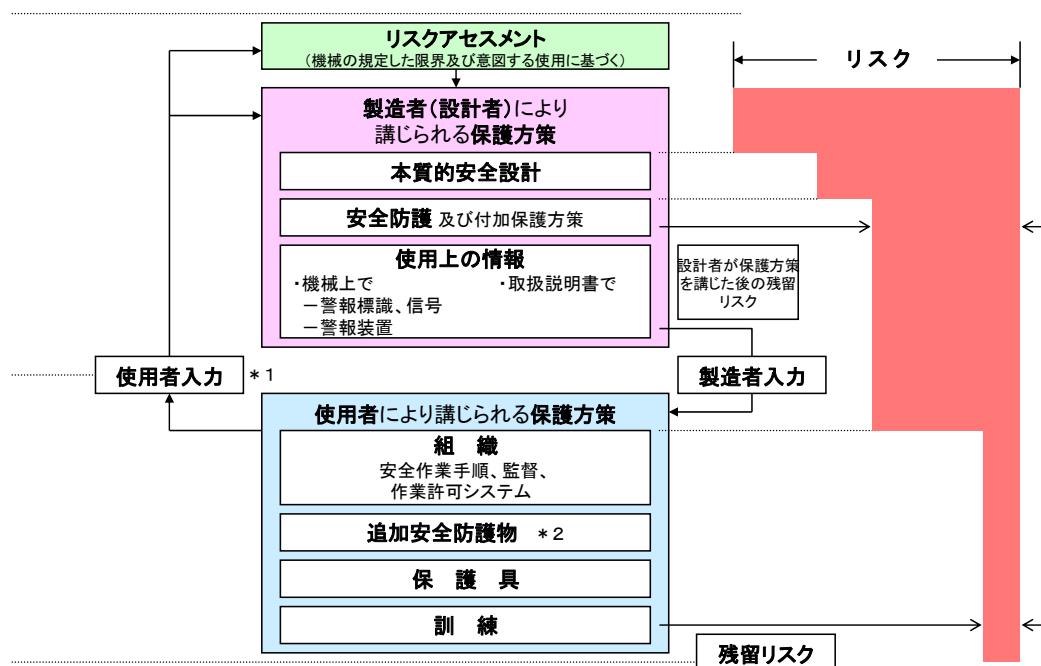


図2 メーカーとユーザの安全対策に対する役割の関係

リスクアセスメントとは、リスクの大きさ、すなわち危険性や有害性とその大きさを事前に調査、評価して、対策を検討することを言う。リスクが許容される程度よりも大きい

場合には、上記の各種の保護方策を施して許容以下のリスク、すなわち安全になるまで下げることになる（ここで、安全とは何か、リスクとは何か、許容可能とは何か等は、安全の理念的側面に関連する）。図3は、リスクアセスメントの手順である。まず第1に、その機械に対する使用条件、すなわちスペース上の制限や時間的制限等を明確にしておかなければならない。ここで同時に、合理的に予見可能な誤使用、すなわち通常の間人が間違えてやりそうなことも見出しておかなければならない。次に、機械寿命上の全ての局面にわたって、人間との係わりや機械で起り得る状況を考えて、そこに存在するすべての危険源を見出さなければならない。これを危険源の同定と呼ぶ。ここで危険源（hazard）とは、“危害の潜在的根源”と定義されている。次にそれぞれの危険源に対して、傷害又は健康障害にいたる全ての状況を想定し、そのリスクを見積もる。そのリスクが適切に低減されているか否かの評価の結果、もし、リスクが十分低減されていれば問題ないが、許容可能でないリスクが残留すれば、再び3ステップメソッドにより、本質的安全設計、安全防護、使用上の情報の順に保護方策（リスク低減策）を施すことにより許容可能なリスクにまで低減することが要求される。

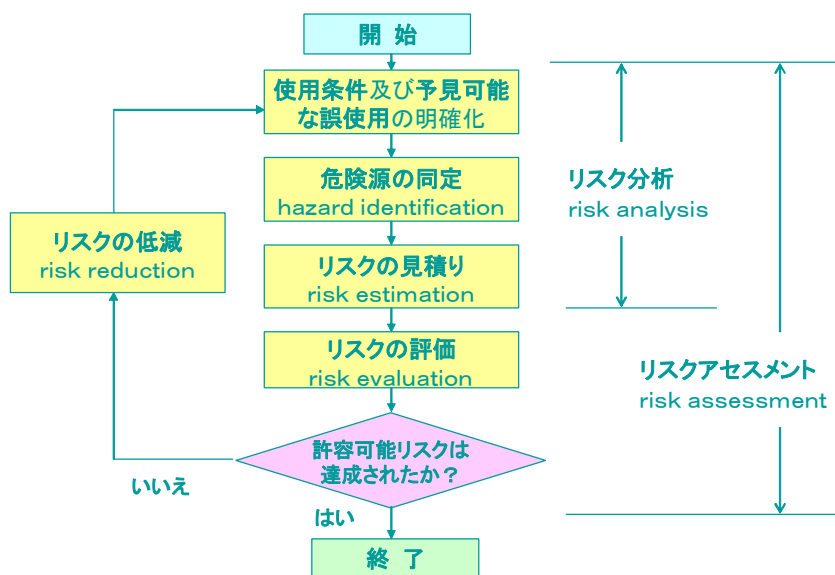


図3：リスクアセスメントの手順

5. あとがき

図2は、メーカーとユーザとの間における安全の責任の分担の問題も扱っている。また、残留リスクが存在することは、やるべきことをやっても事故発生は有り得ることを意味している。どのくらいのリスク（事故のひどさと、頻度）ならば許容可能であり、安全といえるかは、機械の使用状況、利用者の期待、時代や社会の価値観等により異なる。事故発

生の場合、メーカー側としては図 3 のリスクアセスメントを事前にどれだけやったかが事故調査や裁判で重要なキーポイントとなる。やるべきことをやっても発生してしまった事故の場合、被害者の救済における保険の役割は極めて重要である。2006 年度に改定された労働安全衛生法は、JIS B 9700²⁾ に従ってリスクアセスメント（危険性又は有害性等の調査）が入れられたが、これは努力義務である。リスクアセスメントを中心として、あらゆる機械を対象とした包括的は安全基準を策定し、誰でもが従うように強制法規にすべきとの意見もある。努力義務の場合、刑事では問えないが PL 法等の民事でどこまで問えるのか。事故を起こしてしまった企業に対する民衆の反応は厳しいものがあり、企業の存続さえ危ぶまれることになる。企業のトップは、企業倫理や CSR(企業の社会的責任)の観点からも、危機管理やリスクマネジメントにどのように取り組むべきか。以上、メーカーの安全対策一つをとってみても、安全の責任、安全の定義、裁判、法律、保険、企業倫理等々、広く安全に関連する各分野からの考察が必須であり、安全学に関連している。安全の学問として、安全学の確立を提案する理由である。

参考文献

- 1) 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, 2002-10
- 2) (ISO12100-1) JIS B 9700 「機械類の安全性-設計のための基本概念、一般原則-第 1 部: 基本用語、方法論」、第 2 部: 技術基準」(2004)