

安全で安心なモノづくりに向けて

明治大学・理工学部学部長
向殿政男

1. まえがき

安全・安心は、モノづくりの基本である。誰でも、製品を安心して使いたいし、怪我したり、健康に害が及ぶようなモノは使いたくない。労働現場の従業員も、安心して作業をしていたいし、大怪我をするような目にはもちろん会いたくない。列車の乗客は安心して列車に乗ってほしいし、鉄道事故など真っ平である。どの分野やどの場面でも同様である。確かに絶対安全が存在しない以上、消費者や作業員等の利用者は、モノを注意して使わなければならないのは分かるが、まず、モノ自体を安全に設計し、作る方が先決であろう。ところが現実には、機能優先、利便性優先、コスト（儲け）優先で、安全の視点はあまり重要視されているとは言い難い。安全はコスト要因とみなされて、何かあると、最初に安全面が削られ、安全要員が削減されるという現実がある。中には、モノの安全性をほとんど意識していない企業さえ存在する。その結果、大きな事故を起こして取り返しの付かない状態に陥り、信用をなくし、当初の安全確保に掛けておけばよかったコストなど比較にならないくらい大きな負担を負うことになる。時には、利用者に危害を負わせ続けながらそれを見過して放置し、社会正義に反するようなことを行う企業さえ出てくる。最近でも、食品会社が衛生面での不注意から多くのお客を発病させると同時に情報を隠蔽したり、自動車の欠陥で死亡者が出て放置して情報を隠蔽したり、安全を第一とする鉄道会社で列車の脱線・転覆事故で100人以上のお客が亡くなったり、遊戯場やビルの施設でお客の死亡事故が起きたり、等々、わが国として恥ずかしいような事故が多発している。

モノづくりの基本が、安全・安心にあることを、如何にわが国に定着させて、安全・安心をわが国の文化とするためには、今後、どうすべきかを、まず設計と技術の面から、そして次に社会制度の面から、総合的に考えてみることにする。

2. グローバリゼーションと安全基準

機械安全と呼ばれる分野を例にして、モノづくりにおける安全という側面を見てみよう。例えば、自動車のような製造業では、“安全な機械を設計して製造する”というモノの製造者の側面と、ロボットや生産設備のような機械設備を導入して、“安全に機械を作る”というモノの利用者の側面の両方に係わってくる。後者の場合には、作業員の安全衛生管理も含めて、労働安全といわれる分野にも係わるが、製造ラインを構成したり、自前で工作機械を再構成したりするので、施設設備というモノに関する製造者の側面も強くもっている。ここでは、“安全な機械を設計して製造する”という面と、“安全に機械を作る”という両面を含めて機械安全と呼ぶことにする。グローバリゼーションが進んでいる現在、世界を相手にしているわが国の製造業では、機械安全に関して、世界的な標準である ISO, IEC の国際安全規格に則って統一的に対応しているかということ、実は、まだ一部に過ぎない。どういうことかということ、いまだ多くの企業では、安全基準の厳しい欧州に対しては、適合性表示マークである CE マークを取るべく（CE マークを取得しない限り、欧州には輸出をすることは出来ない）厳しい国際安全基準に則って輸出しているが、我が国内では、基準がなかったり緩かったりするので、欧州よりもゆるい安全基準を用いている例が多い。ダブルスタンダードなのである。すなわち、わが国の労働者は、欧州の労働者よりは危ない機械設備を使わされているのである。更に、アメリカに対しては、PL 訴訟が厳しいので、わが国より厳しい安全対策を施して輸出している場合が多いと聞く。この意味からは、トリプル・スタンダードである。厳しいところにはそれなりの対策を施して輸出するのは企業として当然の行動であ

るという考え方は、従業員の安全や消費者の安全よりは、利益を優先させているとしか思えない。安全第一とは建前ばかりで、企業倫理の点から問題視されてよいのではないだろうか。我が国内では、ISO,IECの国際安全基準にまだ十分に対応していないのである。まして、国内のみを相手にしている機械産業のほとんどは、国際安全基準に則っていない。ところが、最近では、中国や韓国も含めてアジア諸国も国家を挙げてISO,IECの国際安全規格を採用し始めており、このままでは、わが国の機械安全は、安全の面から2流国と言われたり、国際競争力を失いかねない。わが国の労働災害の少なさは世界のトップクラスであると信じている人が居るかもしれないが、実は、そうでもない。例えば、10万人あたりの年間の労働災害における死亡者数(死亡率)は、ある統計によると、イギリスは1.0~1.9、米国が2.7、ヨーロッパ全体の平均が3.6といわれているのに対して、わが国は4.4なのである。また、プレス機械により指を落としたりする労働災害件数(入院4日の休業)は、なんとわが国では毎年2000人と言われている。労働人口が違うので、単なる比較は出来ないが、英国のプレス機械による労働災害件数(3日以上 of 休業)は、毎年30件であり、その差の大きさに驚かざるを得ない。

モノの安全は、設計の段階から配慮されるべきものである。安全はモノづくりの源流から組み込みこまれて、設計され、製造されなければならない。機能と性能と利便性のみを考慮して設計し、製造した後で、安全装置などにより安全を確保しようとするのは根本的に間違っている。これでは、明らかに安全はコスト要因となる可能性がある。設計の上流段階から安全を考慮することにより、コストと安全は両立することが、多くの事例で示されている。まして安全が損なわれたときの信用も含めたブランドの失墜は、計り知れないものがある。安全は大いなる価値なのである。“安全はモノづくりの基本である”ということが十分に理解されていない業界は、ここで例を挙げた機械安全の分野だけではない。わが国の各分野の安全も、ほとんど似たような状況ではないだろうか。わが国には、安全性を向上させる技術開発能力は間違いなくある。なぜ、機能性や新規性、そして利便性や安さだけに目を向け、安全性に目を向けないのであろうか。それは、安全であるのが当たり前、安全はただであるという文化が長く続き、安全の価値に気が付いていないからである。モノを安全に利用できること、モノの安全が確保されていること、それ自体が経済的にも、文化的にも、大変な大きな価値であることを自覚しなければならない。

3. 安全設計と安全技術

ここでは、機械安全を例にとり、国際安全基準⁽¹⁾に見る、安全技術の役割と、設計・製造者と、使用者との責任の関係について紹介する。技術で安全を作り上げる場合、最初に行うべきことは、リスクアセスメントである。リスクアセスメントとは、前もってリスクを発生させる危険源をすべて事前に見出しておいて、許容できるまでそのリスクの大きさを下げることである⁽²⁾。リスクアセスメントとは、事故の未然防止のための体系的、科学的な手法といえる。現在では、モノを設計、製造する時に、まず、最初に必ずリスクアセスメントを実施することが大前提になっている。リスクアセスメントをやって、リスクが許容可能でなかったら、許容可能になるまで保護方策としてのリスク低減方策を施さなければならない。このリスクアセスメントとリスク低減策のための次の3ステップメソッドは、今では安全なモノづくりにおける世界的な常識になりつつある^{(1),(2)}。ここで施すべきリスク低減方策には順番が定められている(図1)。まず最初に、設計の段階で危険源が初めからないように作るか、又は危険源のリスクの度合いを低減させることで安全を確保しなければならない。これを本質的安全設計という。これが第一ステップである。第二ステップは、それでも残るリスクに対しては、リスクの大きさに対応した安全装置(安全防護)を施さなければならない。それでも残ったリスクに対しては、第三ステップとして、警告ラベルや取扱説明書等の使用上の情報を提供することで、安全を確保する。これを3ステップメソッドという。第一ステップをやらないうで第二ステップをやったり、第一と第二をやらないうで第三ステップを施したりしてはならないことになっている。ここまでは製造者(設計者)の役割、及び責

任である。この使用上の情報に基づき、初めて使用者が管理システム等の組織的活動を用いたり、訓練や個人用の保護具を用いたりして安全を確保する。危ない機械を人間が注意して使うとい

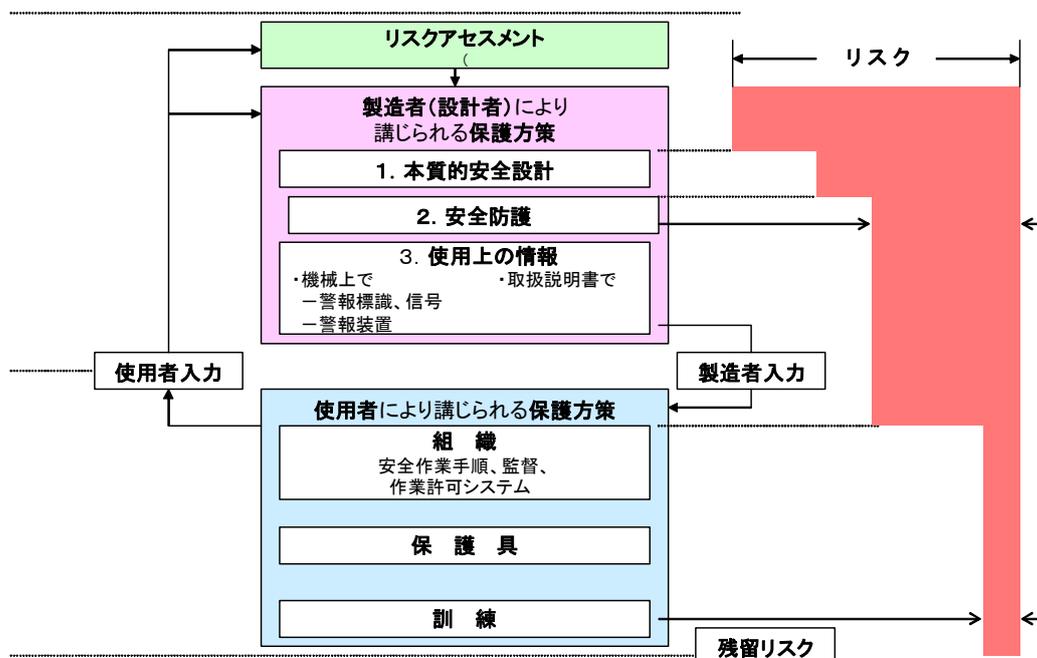


図1：3ステップメソッドと製造者・使用者の関係⁽¹⁾

うのは、国際安全基準に反している。このように、メーカーの安全確保責任が第一であって、使用者、作業者の注意は、順番としては最後である。逆に、メーカーは、ここまでやるべきことをやってあれば、後は、ユーザ側の責任であり、国際安全基準では、両者の責任関係は明確になっている。これが現在におけるモノに関しての正しい安全の作り方、安全における技術の役割の考え方である。

4. 安全・安心と企業経営及び社会制度⁽³⁾

技術と人間の注意だけでは安全・安心は守れない。一般の人びとにとって安全・安心といえば、まず、防犯や防災を考えるのが普通ではないだろうか。技術や人間の注意による安全は、その一部をなしているに過ぎない。ここで改めて、社会の安全の実現に関連する仕組みについて広く考えてみる。実に多くの分野や階層が関わっていることが分かる。大雑把に分けても、以下のような階層が存在する。

- (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)
- (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)
- (4) 企業による安全の実現 (安全経営, CSR, 企業倫理)
- (5) 市場による安全の実現 (安全投資, 保険, 評価, 認定・認証)
- (6) 国による安全の実現 (法律, 規制, 規格, 標準, 検定, 防災)
- (7) 社会制度による安全の実現 (裁判, 警察, 事故調度, 資格, 教育, 等々)

(8) 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)

安全は、これらの各階層が有機的、総合的、統一的に共同して、実現されるべきものである。モノづくりの分野では、安全というと、とかく技術と人間、及び管理・組織による安全確保のみを中心に考えがちだが、実際に安全を実現するためには、実に多くの側面と社会的な仕組みが関連していることを忘れてはならない。特に、企業のトップが安全の理念を掲げて、責任を持ってコミットメントしていかないかぎり、企業の風土に安全は根付かない。もし、企業が安全を重視するようになれば、その安全ブランドを一般大衆や市場が高く評価することで、その企業に対する安全投資が行われて資金的にゆとりが出来きたり、また安全であることから保険料が安くなったりして、企業のトップとしても安全を真に第一とするインセンティブが働くようになるに違いない。こうすれば、安全性向上の正のインセンティブのスパイラルが回り始めるだろう。各製造メーカが、強制法規としての最低限の安全基準を満たすことを重視する下向きの安全意識から、安全技術を高度に発展させて安全技術の向上を競うような上向きの正の安全向上のスパイラルサイクルをまわせるようになるだろう。そのためには、上に述べた事項以外にも、例えば、事故の責任の問題と関連して、法律、規制、規格、標準等の国の制度や、保険や事故調査等の社会制度が大きく係わってくる。

モノの安全は、社会の安全・安心の中で一部の役割を果たしているに過ぎないように思われるかもしれない。しかし、最終的な安全・安心の確保は、技術の役割に負うところが極めて大きい。国や市場、及び社会的な制度など、安全技術を取巻く各種の仕組みの支援の下、技術を中心に安全を築き上げていく。これが、安全・安心な社会を築くための技術の役割ではないだろうか。更に、これ以外にも、市民、ユーザも、絶対安全はありえず、リスクを常に意識して、利用するように、社会と市民の意識を向上させ必要がある。これらの基本は、安全を学問として体系化して、大学等で正規に安全の教育・研究を実施することが正道である。

5. 安全曼荼羅⁽⁴⁾

安全を守るためには、安全技術だけでは実現することは出来ず、多くの分野が関連していると述べた。ここで、安全に関するキーワードを

- (A) 安全の理念, 原理・原則のようにすべてに共通するもの
- (B) 各分野に共通に利用できるもの
- (C) 各分野固有のもの

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を紹介する。これ以外に、

- (D) 安全に関連した分野

も重要であり、これも一つの分類として位置付ける。また、(B)の共通に利用できるものには、技術的側面、人間的側面、組織的側面の三つに分類することが出来る。すなわち、ここで紹介する分類は、

1. 理念的側面
2. 組織的側面
3. 人間的側面
4. 技術的側面
5. 各分野の安全
6. 安全関連分野

の6つになり、それぞれ、図2の様に三つに階層化される。この階層構造では、下は上の考え方の特殊のものである、すなわち、下は上に則って決められるという構造になっている。例えば、ある分野で考えられた新しい安全技術は、そのエッセンス、すなわち本質的部分が抽象化されて中間層に位置付けられる。各分野の安全は中間層の技術や考え方を利用、参照する構造になっているので、直ちに自分の分野に取り込むことが出来ることになる。

このように、安全に関する各種の概念、技術、等々を分類し、構造化したものを安全曼荼羅

(または安全マップ)⁽⁴⁾と呼ぶことにしたい。こうすることによって、安全に関する学問の体系の概略が見えてくると共に、今、自分が関与している安全の技術や対象が、安全曼荼羅の何処に位置するかを見ることで、安全の全体の中での位置付けが明確になる。更に、他の分野で

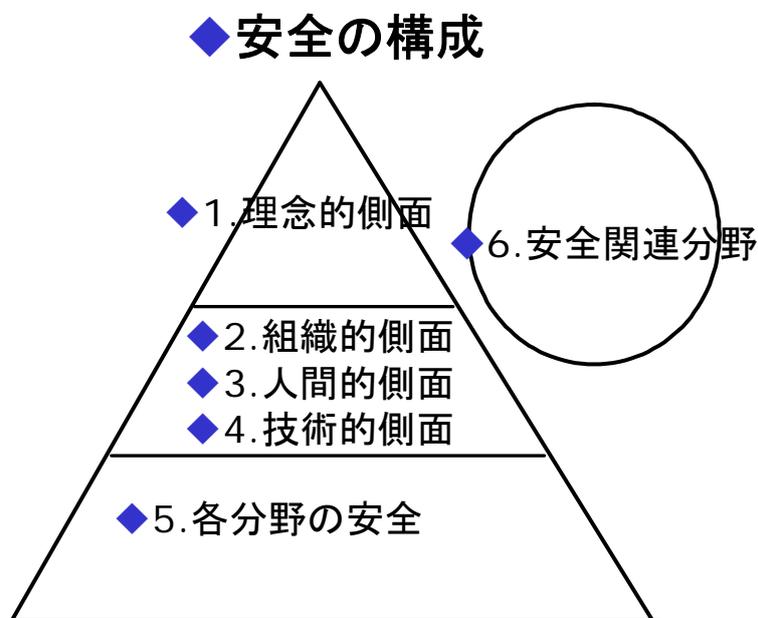


図2:安全の構成と安全曼荼羅(安全マップ)

の安全の技術を自分の分野へ応用するヒントになり、逆に、新しく開発された安全技術は、自分の分野の安全に貢献するだけでなく、上の層の項目に登録することで、他の分野の安全にも貢献することが出来るようになる。ひいては、安全の学問の確立にも貢献することになる。これが安全曼荼羅の狙いである。安全曼荼羅の構築を通して、安全に関する学問体系の確立を目指したい。

6. あとがき

“安全・安心は、モノづくりの基本である”と述べたが、また、“安全で安心なモノづくり”は、文化であるということも申し上げたい。安全で安心なモノづくりをわが国の文化とするためには、長い間の知恵の出し合いが必要であり、技術的に工夫を凝らし、そして、長い時間の経過とたゆまぬ利用者と製造者と各組織等の間におけるコミュニケーションが必要であろう。特に、コミュニケーションにおけるマスコミ・報道の役割が極めて大きい。安全・安心に関しては、マスコミ等の冷静で、客観的な、そして見識ある報道を期待したい。わが国の国際的な立場と役割を考えた場合、“安全で安心なモノづくり”にこそ、国際的に見て最もふさわしく、誇りの持てる役割であり、名誉ある地位を占めることが出来る分野であると信じている。

参考文献

- (1) ISO12100 (JIS B 9700) 機械類の安全性—設計のための基本概念, 一般原則, 2003(2004)
- (2) 向殿政男、よくわかるリスクアセスメント、中災防新書 014、中央労働災害防止協会、2003
- (3) 向殿政男、総論：安全と技術と社会、電子情報通信学会誌 Vol.88, No.5, pp.310-315, 2005-5

- (4) 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