

都市・建築と安全・安心

明治大学 理工学部

向殿政男

1. まえがき

都市の安全・安心といえは、誰でも犯罪に強い街づくり（防犯）や、自然災害に対する防災・減災について考えだろうし、また、建築の安全・安心といえは、都市の安全・安心に加えて、建築物や施設設備そのものの安全を考えるだろう。しかし、ここでは、現在の我が国の社会の安全を取り巻く現状を眺めて、関心の高い最近の特殊な安全話題の中から筆者が関係した3つの話題、すなわち、都市の安全・安心からは“JR西脱線事故”を、建築の安全・安心の中からは、“自動回転ドア事故”と“耐震擬装問題”を取り上げることにする。そして、それらの中から共通する基本的な安全に関する課題を抽出ことにより、領域横断的に横たわる安全問題について考察をしてみることにする。その一つは、安全と安心の関係について、他は、安全は技術の面だけでなく社会・人文科学も含めた広い学問であるべきであるという視点から、安全学の構築について紹介をする。

2. 最近の安全問題を振り返る

近年、我が国では、食肉偽装・隠蔽問題、自動車のリコール隠し問題、原発の2次配管蒸気漏れ事故、株式誤発注・東京証券取引所全面停止問題、JR西日本列車脱線・転覆事故、大型自動回転ドア挟まれ事故、耐震強度偽装事件、石油温風暖房機一酸化炭素中毒事故、製品安全の認証（PSE）問題、等々、安全問題が多発している。ここでは、筆者の関係した3つの話題を振り返ってみる。

2-1. JR西日本脱線事故

2005年4月25日、107人死亡、460人負傷というJRになってからの最大の列車事故が発生した。当初、未熟運転手に非難が集中したが、その後、原因として、敷石をはねたこと、スピード出しすぎたこと、緊急ブレーキをかけたこと、車体やレールの欠陥があったかもしれないこと等々、新聞をにぎわした。新聞やテレビのマスコミの論調は、運転手個人の責任から組織の責任へ移り、JR西日本のダイヤ過密、従業員管理の厳しさ、安全管理のずさんさに非難が集中した。その後は、JR西日本の対応の冷たさや責任回避体制へと非難は広がって行った。

絶対安全はあり得ないし、人間は間違えるものであり、設備・機械は故障するものである。従って、列車は脱線する可能性は常にある。従って、脱線しても被害が少ないような配慮（車体を強く作る、カーブの先の近くのマンションなどは建てない）等が大事である。

しかし、その前に、脱線を未然に防止する方策を施さなければならない。一般的に、安全確保のためには、設備・装置で実現することが先で、人間（運転者）の注意による安全確保はその次というのが原則である。そして、人間がルールを破るには理由がある。

過失による事故の場合には、犯人追及の犯罪捜査より物理的な事故原因究明を優先すべきである。真の原因が分れば本質的安全設計、安全装置の開発等で第二の事故を防げるからである。また、直近の個人の責任追及（業務上過失致死）だけでなく、法人、組織の責任も追及する必要がある。事故の未然防止のためには、トップリーダの責任は極めて大きいはずである。なお、我々利用者にも多少の責任がある。電車は遅れるものである。少しぐらい遅れても、また少しぐらいオーバーランしてもすぐにクレームをつけないような態度が、事故を誘発に防ぐ。そろそろ、我々は、ライフスタイルの見直す必要がありそうである。

2-2. 自動回転ドア事故

2004年3月26日昼頃、六本木ヒルズ正面入り口で、6歳の男子が、大型自動回転ドアに頭部を挟まれ、死亡するという痛ましい事故が発生した。安全装置はあった。ただし、赤外線センサーは、検知範囲が地上130センチ以上に設定されていて、子供の身長は117センチであった（当初は地上80センチ以上であったが、遮断テープが風になびいて、感知されてよく止まってしまうので、変更をした）。ドアに接触したことを検知して止まるセンサーも付いていた。ただし、自動回転ドアの重さは、2.7トンで、秒速80センチで回転しており、挟まれたことを検知してからドアが止まるまでに25センチ必要であった。

マスコミの事故に対する反応は、当初、子どもと母親の責任論が出て、次に、ビルの管理と製造メーカーに非難が集中した。そして、多くのビルで、自動回転ドアを使用禁止、または、撤去を決定した。ただ単に禁止すればよいと言うものではないはずである。自動回転ドアには、多くのメリットが多くある。良いものは、安全設計、安全技術、安全管理に基いて、積極的に利用、発展させるべきである。そのときの安全のレベルを自覚（合意）し、常に、安全のレベルを上げるべく努力すべきである。そのために、製造メーカー（設計者を含む）、導入業者、管理者、利用者は、それぞれの役割と責任を果たすべきである

2-3. 耐震擬装設計事件

2005年11月建築確認申請書の構造計算書に擬装、安全性に問題があるマンションがあることが発覚した。姉歯1級建築士がコンピュータを使って構造計算書を擬装(97件、調査中4件)、姉歯以外の擬装も福岡、熊本、横浜等で発覚(4件、調査中208件)、耐震基準の40%以下のものもあり、取り壊し命令が出され、国が分譲マンション居住者に支援(移転費、仮住居家賃)することが決定された。これを受け、建築確認検査制度等の見直しが始まり、社会資本整備審議会建設分科会基本制度部会が、2006年2月建築物の安全性確保のための建築行政のあり方について中間報告を提出した。

この問題では、当初、プロフェッショナルの悪意（想定外？）という技術者倫理や官から民への規制緩和等が問題視された。しかし、民間の指定確認検査機関（国土交通大臣指

定) が擬装を見過しただけでなく、公共団体の特定行政庁の確認検査も擬装を見逃しており、検査が形式に流れているとか量的にも内容的にも完全なチェック不可能ではという疑問も出された。この問題は、我が国の 建築業界の構造的問題であり、下請け設計事務所(姉齒)←元請け設計事務所←施工会社←販売会社←建築主、という複雑な構造も関係していると思われる。更に、経済設計(建築基準ぎりぎりに設計する)、建築基準法は守られない法律、等々の話題も出されている。

問題点の一つは、確かに倫理観の欠如であり、あるグループ(仲間)の暗黙的かつ確信犯的犯行であり、仲間同士には負の信頼関係(あいつならば、誤魔化してくれる) が構成されていたと思われる。更に、構造計算は日のあたらぬ仕事(賃金が安い)、コンピュータのプログラム(国土交通省認定)とその出力は容易に擬装可能、瑕疵担保責任制度(10年間)の崩壊(売主倒産)等々が指摘されている。一方で、震度 5 で本当に倒壊するのか、実はもっと危ない建物はいくらかもある、施工の手抜きの方がもっと悪質、既存不適格住居は一杯ある(4400 万戸のうち 1300 万戸が新耐震性基準レベルを有していない住宅と言われている)、まだ壊れていないのに壊すのはもったいない、民間の建物を壊す権利が有るのか、マンションは補償をしてホテルが駄目な理由は何か、民間に対して強制退去させたり営業停止にする権利はあるのか、等々、建築行政に対する不信、建築物の耐震性に対する不安と建築界への不信が広がりつつある。

3. 安全・安心とは？

ここで改めて、安全とは何かについて振り返ってみることにする。危険が一つ一つ指摘できるのに対して、安全はどんな危険も存在しないという否定形で表される。安全を具体的に指定できないために、大変難しい概念になっている。「安全・安心懇談会」の報告書⁽¹⁾には、「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(ここでいう所有物には無形のものも含む)」と述べられている。社会の安全を強く意識した定義になっている。一方、製品や機械等の人工物に対する安全について、JIS では、「人への危害または損傷の危険性が、許容可能な水準に抑えられている状態」、また、国際安全規格を作るためのガイドラインである ISO/IEC ガイド 51 では、「受容できないリスクがないこと(受け入れることの出来ないリスクからの開放)」と定義されている。ここで重要な概念として、リスクと許容可能という二つの用語が出てきている。JIS の「人への危害または損傷の危険性」とは、リスクのことである。リスク(risk)とは、一般には潜在的な危険性の度合いと考えられているが、国際規格では「危害の発生する確率及び危害のひどさの組合せ」と厳密に定義されている。ここで更に危害という言葉が出てくる。この危害、リスク、許容可能が、現代の安全の定義のキー概念になっている。危害とは、前述のガイド 51 によれば、「人の受ける身体的傷害もしくは健康障害、または、財産もしくは環境の受ける害」となっている。危害の範囲をどこまで考えるかは、安全という用語を使う立場で異なってくるのは当然である。労働の現場を対象とする機械安全では、

「人の受ける身体的傷害もしくは健康障害」を危害と考えるが、社会の安全を考えた場合、人だけでなく、安全・安心懇談会の定義にあるように、共同体そのものや、組織や共同体の財産まで含むのは当然である。もし、人類や地球の安全を考えるならば、環境を入れない訳にはいかないだろう。この危害の発生する確率(どのくらいの頻度で発生するのか)とそのひどさ(どのくらいの程度のひどさなのか)との組合せがリスクであり、リスクには大きさの概念が入っている。そのリスクの大きさを考えて、それから受ける利便性や安全のコスト等を考慮して、受け入れても良いと思われるまでリスクが低ければ(許容可能なリスクならば)、これを安全と言おうというのが安全の定義なのである。すなわち、考えられるすべての危険源(潜在的に存在する危険のところ)に対して、前以て、安全対策が施されていて、許容可能なリスクにまで下げられている時、安全であるということである。なお、許容可能なリスクは、国際規格では「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」と定義されている。もちろん、どのくらいのリスクならば許容可能なかは、対象により、条件により、人により、時代により異なるが、大事なことは、安全といっても、リスクは常に残っているということである(これを残留リスクと呼ぶ)。絶対安全は存在しないということを宣言している。

これまで事故がなかったからただ単に安全であるというのではない。前以て、すべての危険源に対してリスクが評価され、必要ならば対策が施されて、許容可能なリスクしか残っていないようになっていく時、始めて安全であると言う。その時、受ける利益、そのためにかけるコスト等を考慮して、残っているリスクについて受け入れることを合意し、覚悟し、納得した上で、利用し、生活していることを認識しなければならない。ただし、神ならぬ人間の身、見落としや予想できなかった危険源が潜んでいる可能性が有る。この意味からは、事故から学び常に見直していかなければならないということも、安全の概念と定義に含めるべきであると考えている。

最後に、安全と安心について簡単に触れてみる。前出の安全・安心懇談会では、安心について、「人が知識・経験を通じて予測している状況と大きく異なる状況にならないと信じていること、自分が予想していないことは起きないと信じ何かあったとしても受容できると信じていること」⁽¹⁾という見方を紹介している。安心は、“信頼する”という人間の心と強く関係している。安全の反対は危険であるが、安心の反対概念は、心配、ないしは不安であろう。安全であっても安心できない例、逆に安心しているが実は安全でない例もあり、必ずしも一致しない。例えば、我が国における原子力や狂牛病は前者の例なのかもしれない。また、世界的に見ても、自動車は後者の例のように思われるがいかがであろうか。これまで、安全は客観的、数量的なアプローチを目指して発展してきたが、今後は、安心という心理的な側面を重視した安全の研究が重要になる。安全が安心に繋がるためには、安全がどういう構造で実現されているかが分かること、最悪の場合にはこのような危害が発生するという情報が公開されていること、安全という時の残留リスクについての合意や納得が得られていること等が、是非とも必要である。ただし、安全に慣れて安心してしまうと、かえ

って危険になるという面があるので、常に安心してはいけないということを強調する人もいる。小さな危険の経験が大きな危険を避けることに繋がるので、小さな危険を経験することは、是非必要であるという主張にも似ている。また、安全は、急速に風化していくものであるという人間の心の特性にも深く関係している。安全と安心の関係の究明は、これからの研究課題であろう。

4. 安全と技術と社会⁽²⁾

4-1. 社会の中の安全性

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。大雑把に分けても、以下のようなものがある。

- (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) 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）
- (5) 社会制度による安全の実現（裁判，警察，保険，認証，事故調度，資格，教育，等々）
- (6) 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、実に多くの側面と仕組みが関連していることを忘れてはならない。例えば、労働の現場に例をとってみよう。現実には、同じような原因で、多くの事故が繰り返されている。機械設備の不備や故障で、また、作業者の不注意とされる原因で、毎年、多くの人が亡くなり、おびただしい数の負傷者が出ている。何故、事故の数が減らないのであろうか。何故、そのような危ない機械が使用されるのであろうか。我が国の例で言うなら、安全規格がなかったり、有っても不十分だったり古かったりするからである。いや、安全規格があっても強制規格でなければ、コストや利便性の関係で十分な安全装置を付けなかったりするからでもある。すべて国が規制する強制定法規にすればよいかもかもしれないが、新しい機械や設備はいつでも出現するし、すべての機械や設備に対して国が細かい安全基準を作ることは到底不可能である。また、機械設備の不具合が原因で事故が起きても、事故調査で原因が明確にされないで、作業者の不注意に帰され、また、同じような事故が繰り返される。事故調査では、責任と刑罰との関係からなかなか真の原因が明らかにされないのである。被災した作業者は、労働災害保険で補償され、PL法などに基いて製造者を訴えることが少ないので、製造メーカーが機械設備そのものを安全にするインセンティブが働かない。前項で紹介した国際安全規格にあるように、すべての危険源が許容リスクまで下げられた機械しか使用させないように、そして、各製造メーカーは、安全技術の向上を競うような正の安全向上サイクルをまわせるようにするためには、上に述

べたように、責任の問題と共に、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関わっているのである。以上の話は、労働の現場での機械安全だけではない。遊戯などの製品安全や、回転ドアなどの一般の設備安全、その他ほとんどの安全は皆、同様である。

一方で、製品、機械、設備等のモノの安全は、社会の安全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。確かに、防犯や防災に対して、安全技術の果たす役割は、余り大きくないかもしれない。しかし、最終的な安全の確保は、技術の役割に負うところが極めて大きいことは間違いない。安全は、最終的には、技術で確保すべきである。安全技術を高度に発展させ、安全を技術的に効率よく実現し、安全技術を有効に利用し、安全をすべての人に公平・公正に実現する。そのために、安全技術を取巻く各種の仕組みがあると考えて、安全、安心の実現のために安全技術を用いるのが、社会の中で安全工学の役割ではないだろうか。人間性、管理組織、及び社会的な制度等を考慮しつつ、技術を中心に安全を築き上げていく。これが安全工学の目的である。安全工学は、安全な社会を築いて行く為の基本になっているはずである。

4-2. 安全曼荼羅⁽³⁾と安全学

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、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。また、リスクアセスメントの考え方のように、ほとんどの安全の分野に使える考え方である。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。安全技術は現場の技術の積み重ねであり、過去の経験の積み重ねという面が強い。それぞれの分野で血を流し、苦心して開発してきた安全技術や知恵が他の分野に応用できないのは、もったいない話であり、起らなくても済む悲劇を繰り返すことになる。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ことを以下のように提案したい。

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⁽³⁾(図1)。まず、個別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、自分の分野の安全に貢献するだけでなく、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、安全を工学の立場から体系化することで、安全の教育と共に、安全の学問の確立にも貢献するようになることを期待している。ここで、安全に関する側面を以下の6個の分野に分類し、階層化している。

- (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

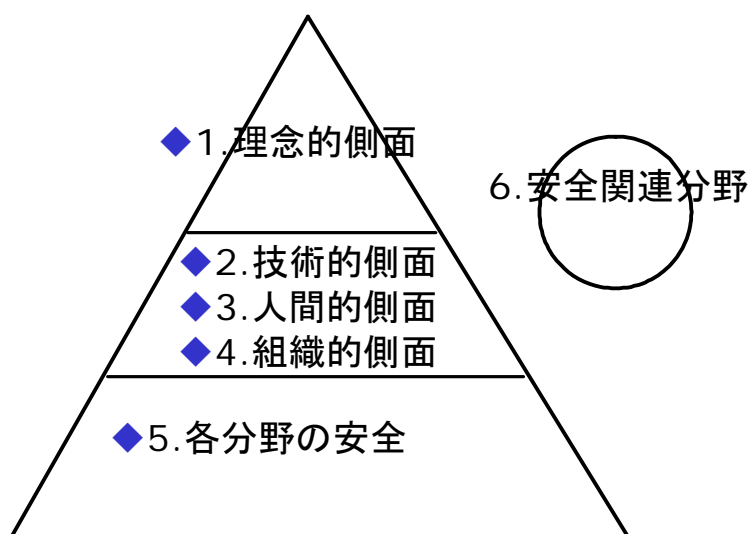


図1 安全の構造—安全曼荼羅(安全マップ)—

(*) 安全に関連した分野：6. 関連分野

この安全曼荼羅は、安全工学の立場から安全の構成を階層化したものであるが、他の安全に関する立場からでも、同様な階層構造化が可能であろう。更に、安全の各側面の中でも、また各分野の安全の中に記したそれぞれの分野でも、同様に、更にサブシステムとして階層化出来るはずである。ここで提案する三層構造は、各々のサブシステムも同様な構造をしているという意味では、フラクタル構造をなしている。

5. あとがき

20世紀は、科学技術の開発の世紀であったとよくいわれる。引き続く21世紀は、地球や自然への影響、及び人間の内面的な幸せをも考慮した科学技術の発展の世紀、すなわち、科学技術の発展を車の車輪の一方とすると、それと同時に、環境や安全も考慮することをもう一方とする車の両輪のような形で発展する世紀とせざるを得ないはずである。安全と

安心の概念そのものには、広くは価値観を含んだ文化的な側面や社会的側面、及び人間の心理的な側面も含まれている。一方で、安全の工学的実現のためには、技術的な面だけでなく、前述したように、法律・規制や保険制度などの社会的側面が大きく関わって来ており、これを無視して安全、安心の社会の実現はあり得ない。社会・都市の安全・安心の実現のためには、技術的側面を担う安全工学を中心に、社会科学や人文科学をも含んだ更に広い学問として安全学を構築して行く必要がある。そして、都市・建築の安全・安心は、安全で安心な社会の実現に関して、最も大事なかなめの役割を果たしているはずである。

参考文献

- (1) 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
- (2) 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
- (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, 2002-10