安全安心社会研究

［第6号］

2016年3月

長岡技術科学大学
安全安心社会研究センター

巻 頭 言

長岡技術科学大学　情報･経営システム工学専攻
教授　**塩野谷　明**

2011年３月11日、日本を襲った未曾有の東日本大震災から早５年が過ぎた。紛れもない天災（天による災い＝自然災害）は、福島の原発事故という大惨事を誘発してしまった。その爪あとは、今も消えることがない。

メルトダウン、原子力に無知の筆者がはじめてこの言葉を耳にしたのは、1995年に封切られたゴジラ対デストロイア[注1)]という東宝の娯楽映画であった。核の申し子として、また核への強烈な風刺として1955年に誕生したゴジラは、40年後にその心臓部（炉心部）が制御不能となり、炉心融解を引き起こしメルトダウンするというストーリーであった。全28作品あるゴジラシリーズの中でも、ゴジラ対デストロイアの３作前、1991年に封切られたゴジラ対キングギドラでは、より明確に福島の原発事故を暗示するような、そしてその後の日本（映画では22世紀の設定）を予見するような、まさに「ゾッとする」くだりが挿入されている（ちなみにゴジラ特撮技術の生みの親：円谷英二は福島県出身）。娯楽映画の荒唐無稽なプロットではあるものの、ゴジラ映画を今の日本（世界）が抱える問題に関連させて観ることも、何かの気づきに繋がるかもしれない。ぜひ、お子さん（お孫さん）とご一緒にビデオ鑑賞されることをお奨めしたい。

さて、工学は、究極的には人の幸せを追求する学問である。エンジニアは自身の研究が人の幸せにつながったと実感したとき、至福のときを過ごすことができると信じている。私は現在、障がい者スポーツの研究

に携わっている。そこには、パラリンピックを目指すような高いパフォーマンスを求める研究もあるが、それはごく一部の限られたものである。障がい者スポーツが認知されてきたといっても、まだまだすべての人がその楽しさを実感できるには至っていない。それは障がい者がスポーツを楽しむための工夫（用具の開発等）が十分ではないからである。彼ら、そして多くの保護者は、スポーツに参加する機会が与えられることを期待している。それが達成されてスポーツに参加することができたときの彼らの、また彼らの保護者の笑顔を想像してみてほしい。その笑顔にふれたとき、エンジニアはお金という対価ではなく究極の満足感を得るのではないだろうか？これこそが、安全・安心の原点であるように思われる。

現在、筆者は宮様杯チャリティボウリング大会出場を目指し、車いすボウリング用のチェアを開発している。本当に、そこで安全・安心の原点をみることができるか、安全安心社会研究センターとして学生有志を募って参加してみることは、決して無駄なことではないと思う。関心のある読者からの連絡をお待ちしている。

ゴジラに始まり、話が発散してしまったが、宮様杯チャリティボウリング大会のためのチェア開発への参加呼びかけをもって私の巻頭言に代えたい。

注1）事実確認をしたことではないが、福島の原発事故後、長岡市内のレンタルビデオショップの店頭からゴジラ対デストロイアのビデオがしばらく消えていたように記憶している。

内容目次

巻頭言

【特集：システム安全専攻創設をふりかえって】

“安全な製品”の設計　機械安全のための設計手法と事例 …… 1

長岡技術科学大学・機械安全寄附講座の事始め …… 20

長岡技術科学大学におけるシステム安全専攻設置の経緯について …… 23

【調査研究】

安全安心社会研究センターの研究プロジェクト紹介
生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築 …… 35

災害法制における人的公用負担制度の考究〈下〉
―特に大災害時の一般人“徴用”の違憲性について― …… 47

【シリーズ：安全安心社会研究の古典を読む　No.6】

宇沢弘文の経済学　―社会的共通資本の論理― …… 58

【OB投稿】

Automotive SPICEについて …… 68

【客員研究員活動報告】

安全と規制緩和 …… 76

安全設計をブームから経営方針へ …… 78

「チャレンジャー号事故」から30年 …… 80

学校教育段階からリスクセンスを磨く重要性
～安全工学研究発表会に参加して～ …… 82

機械安全の資格制度の動向 …… 84

防災・減災におけるリスクアセスメント …… 86

病院にひそむ狼少年 …… 88

安全装置動作カウンタ …… 90

異種業界に見た安全に関する意識差について …… 92

中国における運輸事業の交通事故調査について …… 94

ソフトウェア再利用と安全 …… 96

【センター活動報告】

平成27年度　安全安心社会研究センター主催の講演会等の活動 …… 100

長岡技術科学大学における安全安心社会の構築に向けた取り組み …… 102

「安全安心社会研究」第6号　キーワード索引・PDF化のご案内 …… 104

※【シリーズ：海外書紹介】今号休載

“安全な製品”の設計
機械安全のための設計手法と事例

元ダルムシュタット工科大学講師・元長岡技術科学大学　システム安全系客員教授
アルフレート・ノイドルファー（工学博士）

モットー：安全な機械は設計により作り出すものであり、検定や認証により与えられるものではない。

安全性は、製品の品質を構成する重要な非物質的要素である。今日の製品や機械では、かつてないほど高レベルの安全性が達成されている。これは、多くの指令を伴うEU法規制並びに安全に関する実行可能な解決案を策定してきた欧州標準化機関の功績と見てよいだろう。しかし、この実現に何よりも多大な貢献を果たしたのは、与えられた解決案から実用的かつ効果的な設計解を導き出して、製品として具現化させてきた設計者たちである。今や、機械における技術的リスクは日常生活のリスク（家事・スポーツ・レクレーションにおける事故や天災など）と同じスケールでとらえることができる。ドイツの機械災害による死亡者数は年々減少しており、自然災害による死亡者数よりも少ない。しかし、機械災害による犠牲者を一人たりとも出さないためには現状に甘んじることなく、安全性向上の更なる高みを目指してまい進し続けなければならない。製造者並びに設計者はこれに対する法的義務、さらには社会的・道義的責任を負っている。

本稿では、特にリスクアセスメント、機械の危険源・危険状態及びこれに伴うリスク抑止のための設計手法を実例を含めて紹介する。

機械に求められる法的要求事項

設計は創造的・独創的なプロセスではあるが、そこには常に何かしらの制約が伴う(図１)。これは今に始まったことではない。ヨーロッパではすでに19世紀後半には、機械の技術的安全に関する法的拘束力を伴う規則が誕生している。現在では、周知のとおり、EU法及び加盟各国内の数多くの法令に基づいて一連の規制が課せられる。設計者は、第一に自身の利益、つまり法的責任を問われることがないようにするためにも、これらの規定を可能な限りリスペクトすべきである。

中でも機械指令とこれを遂行するために定められた欧州規格及び国内規格は特に重要である。しかし、設計者の使命は、単にこれらの規格を遵守して安全要件を満たした製品を作ることにとどまらない。製品が市場で成功するためには、設計者は、同時に他のあらゆる要求事項を満たさなければならないからである。

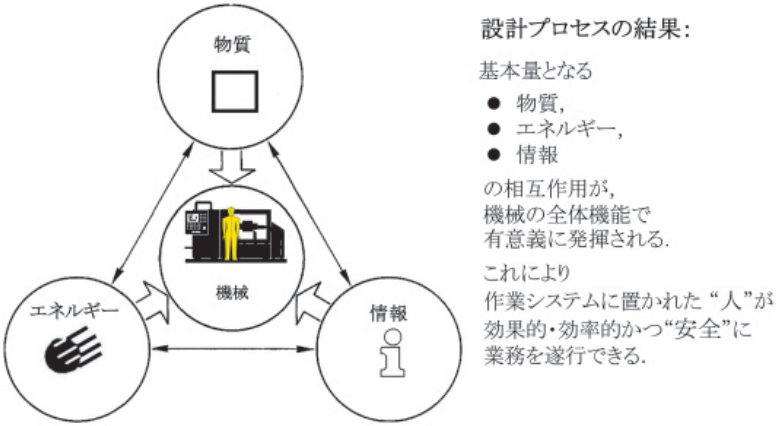


図１　人間指向の機械の設計

機械指令

安全技術に関するEC指令の背景にある本質的・第一義的な課題は、製品の安全性そのものではなく、欧州経済地域（EEA）でのこれらの自由な流通を実現することである。製品の安全性は、むしろこれを根拠づけるための材料の一つといえる。機械指令で追求される目的も、手続きに関する統一的な要求事項並びに安全に関する統一的な要求事項を定め、同時に加盟各国における従来の細則を撤廃することによりEU内で自由な流通ができるようにすることにある。

機械指令には、EEA市場に初めて流通し使用される機械類に適用される前提条件が定められている。特に附属書Ｉに記載される“機械類の設計と製造に関する健康と安全の必須要求事項”は、必ず達成しなければならない規定として重要な位置付けにある。

この附属書Ｉには、機械類の安全に関する一般的要求事項だけでなく、安全な機械類の設計に必要な新しいアプローチも記載されている。これに従って機械の製造者は設計段階でリスクアセスメントを実施し、機械に適用される健康と安全に関する要求事項を特定して、これを実現しなければならない。この反復的プロセスは、次のステップから構成される。

- 機械類の制限の決定（空間的・時間的制限、機械の意図する使用及び合理的に予見可能な誤使用）。
- 機械類に付随する危険源及びこれにより生じる危険状態の同定。
- 危険状態に関するリスクの見積り。ここでは発生し得る傷害・健康障害のひどさとその発生確率を考慮する。
- リスクの評価及び判断。これに従ってリスク低減のために必要な設計方策を決定する。
- 本質的安全設計による危険源・危険状態の排除又は安全防護によるリスクの低減。

本来の設計に関しては、以下のコンセプトを順番に実行することが求められる。

1．内在的・本質的安全のコンセプト：設計により危険源を除去する、あるいは危険源の潜在能力をこれが顕在化した場合でも人及び環境に損傷を与える可能性がないレベルにまで低減する（直接的安全技術）。

2．付加的・統合的安全のコンセプト：能動的又は受動的保護方策を設計により統合させることで危険源の潜在能力を十分かつ確実に抑止し、望ましくない事象の発生確率を低減する（間接的安全技術）。

3．注意喚起による安全のコンセプト：情報提供及び組織的な方策により使用者に安全な行動を促すことで、残留リスクが顕在化しないようにする（注意喚起による安全技術）。

さらに、製造者は次の手続きを完了した場合にのみ機械を市場に流通させることができると明言されている。

- 該当するEC指令の安全要求事項を満たしていることを証明する適合宣言書の発行。
- CEマークの表示。常によく見えるように貼り付けられていなければならない。
- 機械が使用される国の言語で書かれた取扱説明書。
- 機械で生じるリスク及び採用した保護方策すべてに関する詳細な文書及び記録の作成。これらのドキュメントは、社内に10年間保管し、当局からの要請に応じて速やかに（14日以内）提出できるようにしておかなければならない。

設計による解決策及び採用した保護方策すべてが完成された機械に

備わっており、かつ有効的に機能することを作成したドキュメントに従って確認し、その結果を写真やビデオを用いて記録して“一目瞭然”にしておくことが望ましい。

機械指令の登場により、伝統的に規則や規格を重んじる従来のドイツ方式はいくつかの点で転換を迫られることになった。以下のアプローチにはイギリスの法制度（コモン・ロー）の影響が見て取れる。

1．安全技術の方策は、最初に実行すべきリスクアセスメントに基づいて講じられる。
2．安全レベルを規定した欧州規格の適用は強制されるものではない。ただし、適用しない場合でも、規格で規定されたレベルと同等以上の安全レベルを達成しなければならない。
3．安全技術は、技術的側面（例えば、チェーンソーでは100%の安全は確保できない）及び経済的側面（経済的な生産性・使用性）や、さらに使用者の誤った行動によって常に制約される（図2）。

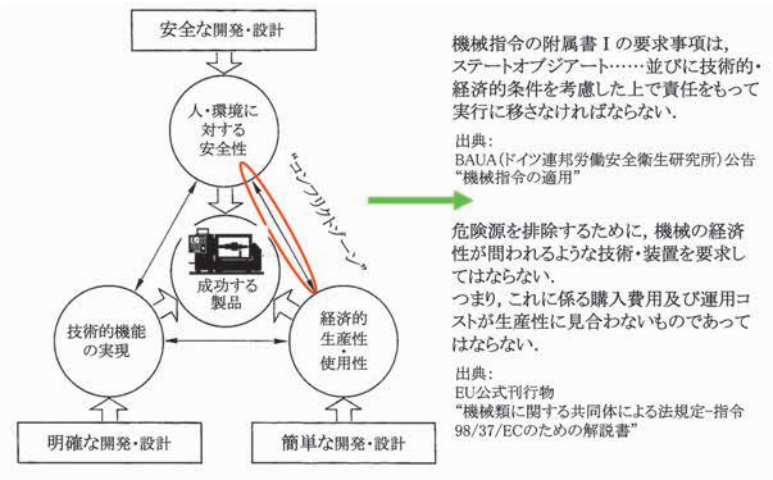


図2　安全技術の経済的制約

機械に伴うリスク

今日の機械類は、種類・仕様・サイズ・用途などが極めて多様であり、その範囲を把握することはほとんど不可能といってよい。しかし、“機械は人のために人によって設計される、その工学的機能を遂行するために外部エネルギーを必要とする、人が取扱い・操作・利用する、そして、これにより経済的目標を達成する”ことは、まずどの機械にも当てはまる共通点として挙げてよいだろう。今日の一般的な機械に見られるエネルギーのスケールからして、ひとたびそのエネルギーが意図せず機械の使用者に対して作用すれば重大な事故・災害を招くことになるのは想像に難くない。

危険状態は、偶発的危険状態と確定的危険状態に区別される。前者は（ほとんど予見不可能な）部品故障により、後者は機械の可動部及び／又は工具の危険なコンフィギュレーションにより生じる。確定的危険状態につながる危険箇所（押しつぶし・せん断・巻き込み・引き込み・突き刺し・切断箇所など）の多くは設計段階で同定することができる（図３）。

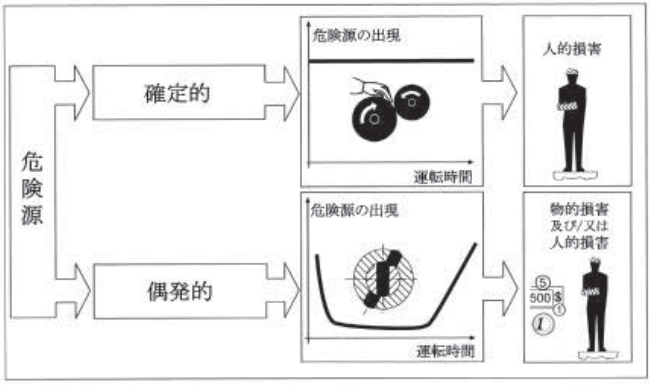


図3　確定的危険源と偶発的危険源

リスクアセスメント

危険状態の発生を設計により抑止するために、以前は、すべての危険源を同等に取り扱い、可能な限りすべてを除去しようとする方策がとられていたが、機械指令によって新たな考察方法及び手順が導入されることになった。ここでは、まず、想定される傷害の発生頻度とひどさを考慮して（それぞれの危険状態に伴う）リスクを見積り、評価する。そして、これに基づいてリスク低減の必要性及び実行すべき保護方策が決定されて、危険状態の排除あるいはリスクの低減が図られる。

このリスクアセスメントの実施は、設計者にとっては、機械の全ライフサイクル（組み立てから廃棄）で合理的に起こり得るあらゆる状況を予測し、文書化しなければならないことを意味する。そして、これを適切に実行するためには法律家・アクチュアリー（保険数理士）・災害外科・行動心理学者の知識領域に踏み込まなければならない。まったくもって新しい役割が設計者に課せられたわけである。これらの知識が設計者の一般知識として定着するまでにはまだかなりの時間を要するだろう（図４）。

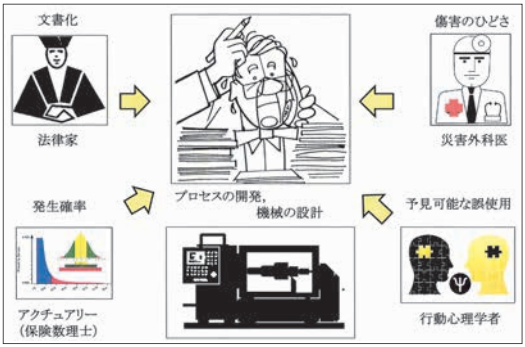


図4　設計者の新たな役割

実績のあるアプローチとして、機械を通過する工作物の経路を追跡して、あらゆる確定的及び偶発的危険状態を体系的に見つけ出し、一連のプロセスで不可欠なすべての作業で生じ得るリスクを査定する方法が推奨される（図５）。

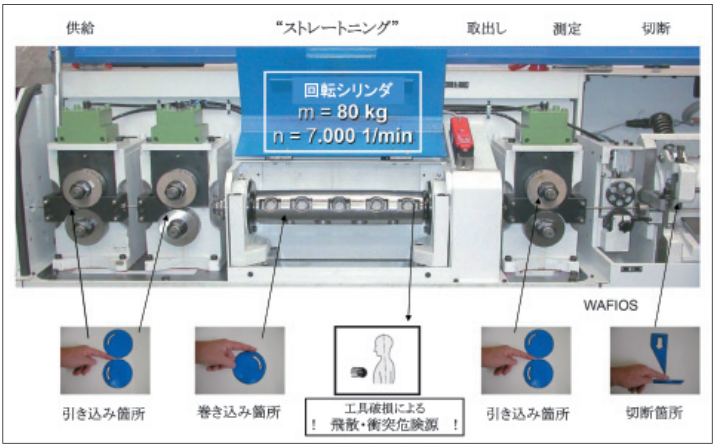


図5　リスクアセスメントのための体系的アプローチ

重要なのは、リスクアセスメントは必ず保護されていない（安全防護なしの）機械で実施するということである。そうでないと、残留リスクについてだけしか調査・文書化されないことになってしまう。

さらに、常に“現実的”であることも欠かせない。つまり、予見可能で十分に起こり得る事象と、仮定の下で想定される事象を区別するということである。前者が後者より優先されるのは明らかである。リスクアセスメントの一連のプロセスを実行するために利用できる方法は数多く存在する（その数は優に100を超える）。しかし、その結果は適用した方法によって大幅に変わるわけではない。結果を左右する

要因は、むしろ、これを実行するグループ及びそのメンバーにあるといえる。有効なアセスメントを行うためには、実質的な問題に対する確かな専門知識、災害事象に関する豊富な情報・経験、予測に必要な磨かれた先見性・想像力、そして重要なポイントをすべて一つずつ確実にこなしていく規律性が必要になる。

安全設計手法

機械作業で生じる危険状態は、二つのタイプに大別できる。一つは常に存在し、容易に識別できる確定的な危険状態であり、もう一つは出現の頻度が一定せず（めったに生じないものもある）、統計的予測は可能であっても明示的に示すことのできない偶発的な危険状態である。これに従って危険状態を抑止するための手法も区別される（図６）。

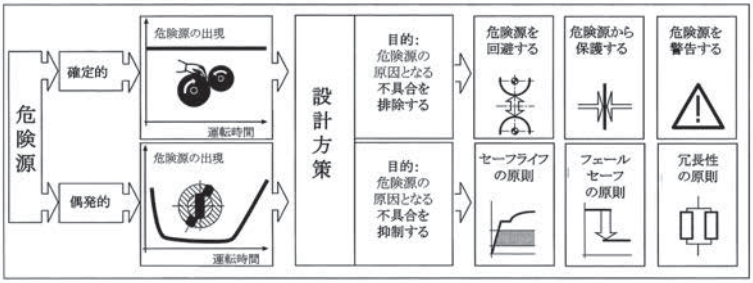


図6　リスク低減のための設計手法

リスクアセスメントの結果に従って講じるべき保護方策の役割は、人・環境・有形資産に対する損害を回避又は制限することにある。つまり、保護方策により、存在する技術的リスクは社会的に受け入れられる残留リスクにまで低減されなければならない。さらに別の言い方をするならば、製造者は、

●許容可能な費用・労力を用いて、
●最良の知識と道徳意識に従って、
●予見可能なすべてのリスクを排除しなければならない。

このためには、まずは災害ができる限り起こらないように機械を設計することが最も重要である。そして、これに不可欠な設計方策は次の二つの目標を目指すものでなければならない。

1．時代に即した機能性及び安全に関わる信頼性を実現できる機械を設計する。
2．“スリーステップメソッド”を用いて互いに調和し、効果的に作用し合う安全方策を実現することで、安全技術を具備した機械を実現する。

上記のスリーステップメソッドについては、次項で述べることにする。

スリーステップメソッド

確定的な危険状態に対して講じられる設計方策の目的は、潜在的危険状態の発生の可能性を阻止することである。機械指令に従った設計手法として次の三つがよく知られている。

●直接的安全技術（危険源の“回避”）
●間接的安全技術（危険源からの“保護”）
●注意喚起による安全技術（危険源に対する“警告”）

この手法を用いるに当たっては、次の基本原則に留意しなければならない。

“警告”は、すべての危険源に、
“保護”は、ほぼすべての危険源に適用できるが、

“回避”できるのは、機械の本来実行すべき工学的機能をもたない危険源（危険箇所）だけである。

直接的安全技術：特定の危険箇所（押しつぶし箇所やせん断箇所など）は、この幾何学的条件を変更する、あるいは、人に作用するエネルギーを人体にとって危険のないレベルに低減することで回避される。

図７に示す子供用自転車では、ブレーキレバーによる押しつぶし箇所が形成され（写真上）、指に出血を伴う傷害事故が発生した。この押しつぶし箇所は、自転車のブレーキ機能に不可欠な存在ではない。これに対する解決策（写真下）では、この危険箇所が幾何学的に回避されており、傷害を負う可能性はない。

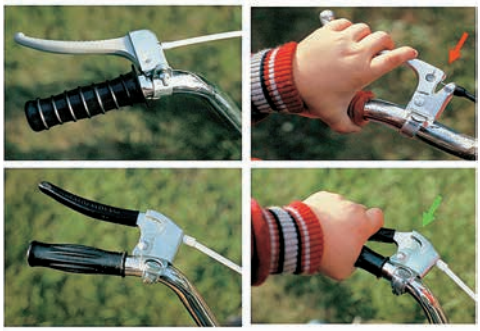
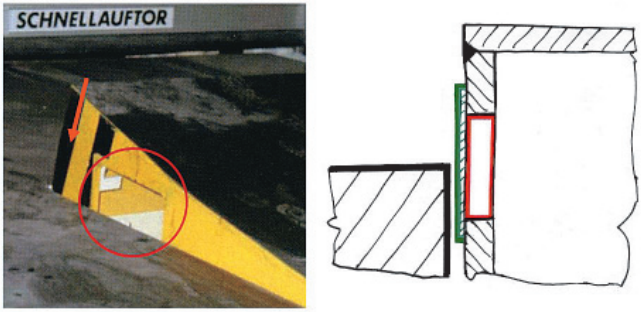


図7　ブレーキレバーの押しつぶし箇所の回避

もっと規模の大きい技術製品についても同じような解決策をとることができる。可傾式プラットフォームの側面の窪みに形成されたせん断箇所で、足の前部が安全靴のスチールキャップの後ろで切断されてしまうという痛ましい事故が発生した。このせん断箇所も工学的機能をもたないので、幾何学的設計の変更により回避できる（図８）。



危険なせん断箇所　　回避されたせん断箇所

図8　可傾式プラットフォームのせん断箇所の回避

エネルギーの制限による回避策は、今日の一般的な駆動エネルギーの大きさを考慮すると限定的にしか使用できない。しかし、代表的な例として、搬送ローラーの引き込み箇所のスプリングロールを挙げることができる。ここでは、緩く取り付けられたスプリングロールが隙間に挟み込まれた手によりドーム形軸受から押し出されることで力の流れが遮断される。これにより、人体組織を破壊する力はもはや生じ得ない（図９）。

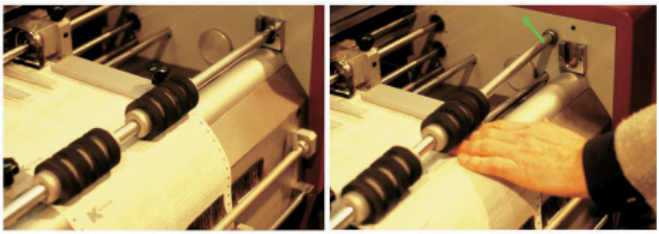


図9　スプリングロール

間接的安全技術：工具や駆動要素などに存在する危険箇所は、機械が本来実行すべき工学的機能を受け持つため、上述の直接的安全技術を

使って回避することはできず、安全防護物による保護方策を講じなければならない。安全防護物は、機械がその本来の機能を実行する上で必ずしもなくてはならないものではないが、機械を使用する作業者の安全を確保するためには必要不可欠な付属装置である。

主要な安全防護物として次のタイプが挙げられる。

- ●ガード：物理的バリアとして、危険箇所への人の到達を阻止する。
- ●動作拘束式安全装置：幾何学的構成及び制御技術により、危険な運動・危険な状況が続く間、人を安全な位置にとどめる。
- ●接近反応式安全装置：特に制御技術により、人が危険箇所に到達し得る前に危険な運動を遮断させる。

確実に機能する安全防護物を実現することは、設計者にとっては、市場で成功する製品に必要な他のさまざまな要求事項を満たすのと同じほど難しく、“チャレンジ”を求められる課題である。しかし、すでに精通している手法・手順・ツールをフルに活用することで克服できるケースが多いのも確かである。図10にチェーンプーリの危険箇所に対する保護方策を紹介する。この自在に調整できる囲いガードは、非常にうまく考えられた設計事例の１つである。

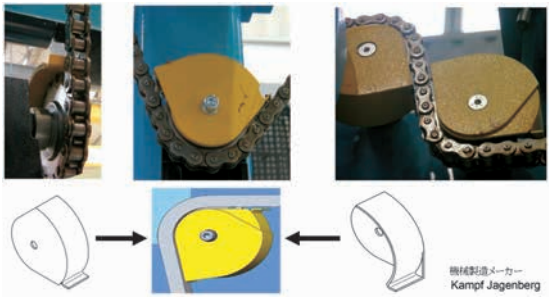


図10　調整可能なガード（チェーンプーリの危険箇所に対する保護）

インターロックガードに対する受容性：ガードが使用者に受け入れられるかどうかは、ガードの設計及び使用で常に問題に挙げられる根本的な課題の１つである。特に、ガードの開放状態がポジションスイッチにより監視される場合、つまり、インターロック機能を備えたガードでは、機械の機能性と機械の安全な使用の間に“コンフリクトゾーン”が形成されてしまうケースが少なくない（図 11）。

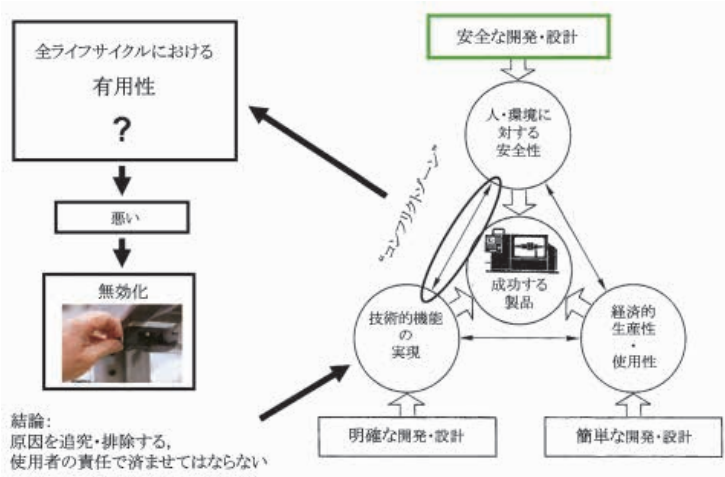


図11　無効化の誘発

インターロックガードでは、ガードが開放されると危険な運動は停止する。しかし、ガード開放時は機械を一切動かすことができない仕組みになっていると、プロセスや状況に応じて必要になる作業も一切行うことができなくなる。例えば、障害の除去や調整作業など、ガードを開放した状態で機械が動作できなければ行うことのできない作業も多々発生する。そこで、作業者は何とか“打開策”を見つけ出そうとし、結果的にインターロックは無効化されてしまうことになる。こ

れを防ぐためには、(駆動）技術及びプロセス等に適した安全装置（例えばイネーブルスイッチ）を用いて特定の作業を行える運転モードを導入するしかない。この場合、残留リスクが高まることは免れないが、インターロックが無効化されることに比べればはるかに高い安全性が得られるのも確かである（図12)。

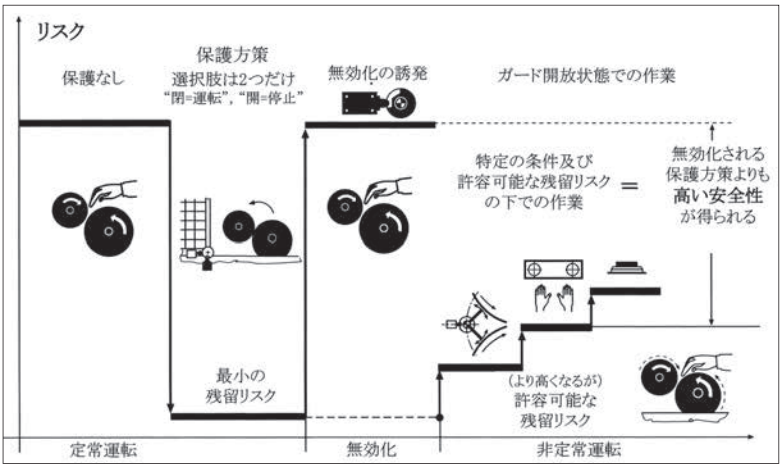


図12　ガード開放状態での作業

注意喚起による安全技術：リスク低減が適切に行われた後に最終的に残る残留リスクに対する最後の手段として、安全標識や安全マーキング等を使って人を安全な行動に導くための方策が講じられる。

例えば、低速で回転する大きな駆動軸の危険箇所には、注意を引きつけるために軸の外面に一際目立つ螺旋状の縞模様が施される。回転角が小さくても、この縞模様の螺旋運動は軸が“運動中”であることを知らせるために十分な効果を発揮する（図13)。

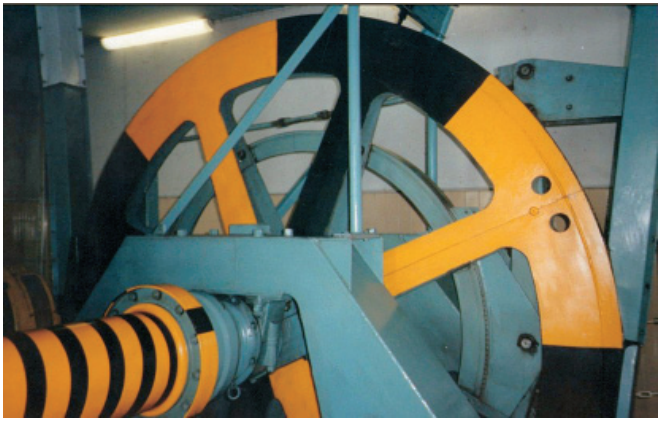


図13　安全マーキング

取扱説明書・操作マニュアル：取扱説明書は、製造者の責任において作成し、機械と一緒に納入しなければならない。さらに、この取扱説明書に基づいて必要な操作マニュアルを使用者の責任において作成し、機械作業者への教育・指導を定期的に行うことを製造者は使用者に指示する必要がある。

安全技術“Made in Japan”

モットー：手堅い技術・堅実なメカニズムに代わるものはない。

最後に述べたいのは、日本の設計者並びに安全専門家に向けての賞賛の言葉である。長岡技術科学大学の客員教授を15年間務めた筆者は、その間に日本の企業や研究機関を訪問する多くの機会に恵まれ、非常に貴重な体験と知識を得ることができた。どの訪問先でも温かく迎えられたのは“想定外の喜び”であったが、日本人の物腰の低さ(“ドイツにはきっともっと優れた解決策がおありでしょうが……”)と、その解決策に見られる創造性の高さとの“ギャップ”には、さら

に驚かされた。単純な原理を応用して完璧な機械安全を実現していることに感嘆させられたことも１度や２度ではない。以下に、その代表的な例を２つ紹介する。

事例1：運転している機械で、それも工学的機能をもつ（直接的安全技術により回避できない）危険箇所のすぐ近くでプロセスパラメータを微調整しなければならない場合がある。これらの危険箇所は、安全防護物を使って保護しなければならない。

このような危険箇所に介入するための操作器は、ガード（インターロック付）の内側に配置してはならず、ガードの外側又はガードの“切通し”に取り付けて操作できるようにしなければならない。図14の写真は、日本のアルミニウム圧延工場で使用されているガードである。まさに“お見事！”といえる例である。

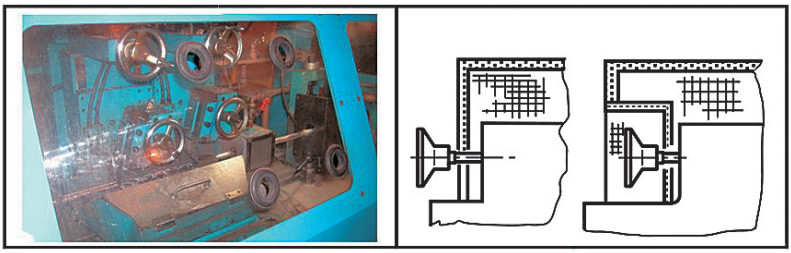


図14　ガードの開口部

事例2：プレス機のガード：頑丈な鉄骨フレームにはめ込まれた透明なポリカーボネート板でできたガードが目を引いた。

このガードは、両手操作制御装置の操作により行程が開始すると、ラム・工具の閉鎖運動の２倍の速度で可動する。そして、行程が終了すると同様に２倍の速度でラムに先行して始動位置に戻る。ガードが

ラム・工具よりも常に速く動くことで、下降運動（危険な押しつぶし箇所の保護）では作業者の安全性が向上し、上昇運動ではワークピースをいち早く取り出せるという“人に配慮した生産性”の向上につながる大きなメリットがある。

ローリングホイールでの速度分散（図15）という基本的運動法則の独創的な応用を目にした筆者は、最新の制御技術による方策（何といっても電子立国日本である！）という日本の安全技術に対する想定をすぐに捨て去った。

ガード（1）は、２本のワイヤロープ（2）につながれている。このワイヤロープは、プレス機のフレーム（3）に固定され、２台の滑車（4）によって方向転換する。滑車の軸（5）は、ラム（6）に固定されている。

ラムが速度vで降下あるいは上昇運動すると、ロープを掛けた滑車はPを瞬間中心とした回転運動を行う。

ガードと結合するロープの終端は、常にラムの２倍の速度2vで下方あるいは上方に動く。これがどちらの方向であっても、ガードは常に強制的にラムに先行して運動する。

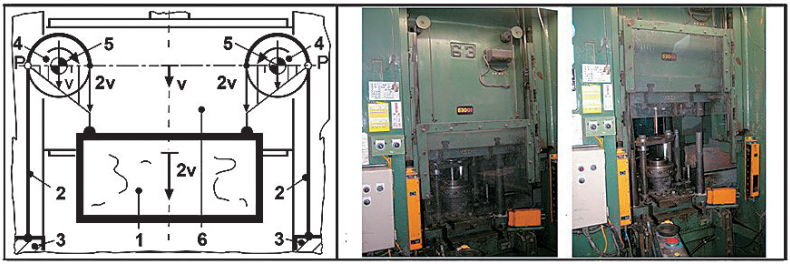


図15　先行型ガード

“シンプルな発想こそがアイデア創出の極意である！”この一言をドイツの学生たちに提言したい。

まとめ

安全な機械の設計には、“秘伝の技”や“秘策”も必要ない。これは、どの技術者も実行することのできる構造化・体系化された設計活動である。

【参考文献】

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) Richtlinie des Rates der Europäischen Union und des Europäischen Parlaments vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)

Feldhusen, J., Grote, K.-H. (Hrsg.): Pahl/Beitz Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung, 8. Auflage, Berlin u. Heidelberg: Springer, 2013

Neudörfer, A.: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte – Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Berlin u. Heidelberg: Springer, 2016

Preuße, C.: Maschinen sicher Konstruieren, Köln, Berlin, München: Carl Heymanns Verlag, 2008

Rieg, F., Steinhilper, R. (Hrsg.): Handbuch Konstruktion, München Wien: Carl Hanser Verlag, 2012

Schmidt, F. (Hrsg.): Maschinensicherheit in Europa - Neues zum Thema „Sicherheit von Maschinen und Maschinensteuerungen“, K. A. Schmersal GmbH & Co. KG, Wuppertal, Gladenbach: PPPP Service & Verlag, 2013

長岡技術科学大学･機械安全寄附講座の事始め

シュメアザール　加 部 隆 史
長岡技術科学大学　名誉教授　田 中 紘 一

1．寄附講座　機械安全寄附講座を基にした事始め

機械安全の体系的アプローチは、1980年代半ばにEU城内の技術的貿易障害撤廃を目指すためにニューアプローチ指令群が採択された事に端を発する。これにより、各指令はそれぞれの製品が遵守すべき必要最低限の基準にとどめ、製品の個別技術的要件はEU統一規格であるEN整合規格に委ねることになった。その頃成立した自由貿易を確保するためのWTO／TBT協定により、加盟国はEN規格を同時にISO／IEC等の国際規格に整合する事が求められた。

欧州機械指令により、1993年CEマーキング制度が法律としてEU城内に施行され、機械製造者は安全な機械のみを市場に流通することが許される事になった。

日本では、WTO／TBT協定加盟国としてJIS規格をISO／IECに整合する必要性が発生し、国内でも2001年に「機械の包括的な安全基準に関する指針」が厚生労働省より発行された。

機械による労働災害は、機械の危険源と人が同居する事により発生するが、従来の労働安全は人に対する教育に着目したのに対し、機械安全の概念は他方の機械の危険源にアプローチするもので、その方法論は明らかに異なってくる。

この新しい概念と方法論に基づく機械安全の体系的アプローチを日本で実践するに当たり、いくつかの条件が満たされていない事があきらかになり、とりわけ機械安全を規格の製品及び安全認証技術者の育成を日本の大学で取り上げていない事に焦点があたり、以下の３者により、長岡技術科学大学において日本で初めての機械安全修士コースを寄附講座により開始する為の共同作業が開始される事となった。この３者による初めての会合は2000年11月長岡技術科学大学にて実施された。

提案者は、ドイツの機械機器メーカー Schmersal日本支社長の加部隆氏。資金提供者は、当時株式会社フォトニクスの代表取締役　柄澤憲彦氏。受け皿の長岡技術科学大学は、当時の服部賢学長及び田中紘一機械系教授及び武藤睦治機械系教授。

当時、大学は独立行政法人化が話題とされ、将来大学としての特徴を打ち出すことが求められており、機械安全の寄附講座提案は、時勢にかなったものとして、速攻具体的検討が始まった。

大学側の受入体制及び寄附講座の資金繰りに目処がたったところで、次に必要な専門家を大学へ招聘する事となり、ドイツの職業保険組合で永年の業務経験を持ちダルムシュタット工科大学で教鞭をとっていたアルフレッド・ノイドルファー博士並びに日本の機械安全の理論的先駆者の一人である蓬原弘一博士（日本信号株式会社）が其々客員教授への着任を快諾された。人事に目処のたったところで、2006年４月から機械安全寄附講座の資金援助を基に社会人キャリアアップコースとして大学院工学研究科機械創造工学専攻に「機械安全コース」が設置された。

2002年３月に、この機械安全寄附講座設立を背景として、特定非

営利活動法人安全工学研究所が設立され、理事長に元労働省産業安全研究所で北九州私立大学の杉本旭教授、副理事長に明治大学向殿政男教授並びに蓬原弘一博士が着任した。

安全工学研究所は、ノイドルファー博士を含め、機械安全セミナを複数回日本で開催し、同時に田中紘一教授によりノイドルファー著「安全な機械の設計」、ドイツ職業保険組合中央研究所著「安全バスシステム」等を翻訳出版した。

2. 専門職大学院

機械安全コースは寄附講座の資金で運営されている限り、永続性がない。ぜひとも、文部科学省にオーソライズして貰う必要がある。その時、目を付けたのは、タイミング良く始まった専門職大学院制度である。当制度は、2003年に始まったもので、我々のターゲットとした社会人のキャリアアップを目指しており、我々にとっては好都合なものであった。

（編集者による追記：このあとの経過については、武藤睦治氏の寄稿を参照してください）

長岡技術科学大学における システム安全専攻設置の経緯について

長岡技術科学大学　名誉教授　武 藤 睦 治

1．寄付講座及び社会人キャリアアップコース「機械安全工学」

2000年のいつごろだったでしょうか、当時の機械系教授（現名誉教授）の田中紘一先生から、機械安全の教育研究を本学で始めたい、そのための寄付講座を設置したいので、手伝ってくれとお話がありました。

田中教授と筆者は、それぞれ材料工学および機械工学と出身は異なっていましたが、研究分野がほぼ同じで、それまで材料の強度・破壊・疲労等に関して継続して共同研究を進め、多くの共著論文もある（この機会に数えてみたら29編ありました）という関係でした。機械安全工学のお話を伺ううち、(1)これまで日本の工学部ではほとんど取り組まれてない分野である、(2)安全は高信頼性で確保するという学生時代から叩き込まれ現在まで続いている考え方とは異なる考え方の安全を確保するための学問である、(3)欧米ではすでに取り入れられているが日本だけが遅れている、ことなどがおぼろげながら分かってきて、詳細は理解していないながら、本学でぜひ始めたいと思うようになりました。

寄附講座設置自体も本学で第一号だったこともあり、手続きに困難な点もありました。また講座予定教員のドイツ語の論文リストを英語か日本語に直せ等といった要求にも耐えながら、最終的に2001年７

月に認めていただきました。

設置に伴い寄附講座客員教授として、蓬原弘一先生、ノイドルファー先生（ドイツ・ダルムシュタット工科大学）に来ていただけることになりました。本学での機械安全の出発において欠かせない、このご両名の説得・確保には、寄附講座設置に学外からご支援いただいた加部隆史氏（シュメアザール日本支社長、NPO安全工学研究所代表理事）のご尽力によるものです。

この寄附講座は、当初２年間の予定で、株式会社フォトニックスの寄附によりスタートしましたが、その後はNPO安全工学研究所の寄附により、2009年３月まで継続させていただきました。この寄附講座の継続は田中名誉教授、加部氏のご尽力によるものですが、これにより、ノイドルファー先生の講義の継続など、キャリアアップコースおよびシステム安全専攻の教育に多大の貢献を頂きました。

機械安全工学寄附講座がその活動を開始して間もなく、田中教授・蓬原教授と筆者との相談の上だったと思いますが、あるいは蓬原教授の提言があってだったでしょうか、機械安全工学に関する人材育成を始めることになりました。まだ寄附講座も始まったばかりで新たな専攻を設置する状況にもなく、学内対応で可能な、機械系・機械システム工学専攻（修士課程）内に、社会人キャリアアップコース「機械安全工学」の設置を認めてもらえるように作業を開始しました。その当時は、社会的にも社会人再教育、キャリアアップといったことが話題になっていました。制度設計としては、(1)工学研究科修士課程の規則に基づく要件を満たすこと、(2)社会人対象であるので土曜・日曜の集中講義で対応すること、(3)本コースに必要な機械安全関連の基礎科目を設定すること、(4)それ以外に機械システム工学専攻科目から関連科目を設定すること、(5)修士学位記のほかに本コース修了し

たことを証明する修了証を授与すること（当時は学位記に「機械安全工学コースの必要な単位を修得した」といった記述を書き加えることはできない時代でした。時代が変わり現在は可能となっています）、などを考慮しました。

スタートした2002年度の授業科目は表１の通りでした。新たに開設したコースを広く認知していただくため、図１に示すような募集広告を、新聞や学会誌に掲載していただくとともに、図２に示すように、「安全・健康・快適フェア」などにブースを設け、個別の説明をさせてもらうなど、宣伝にも努めました。

表1　社会人キャリアアップコース「機械安全工学」授業科目

必修・選択の別		授業科目
必修		機械システム工学セミナー第一～四 機械システム工学特別実験第一、二
選択	基礎科目	Safety Problems and Solutions（ノイドルファー） Ergonomics for Designer（ノイドルファー） 安全制御特論（蓬原） システム安全（蓬原） 安全規制とマネジメント（三上）、 機械安全に関する騒音・振動特論（矢鍋、太田、ほか） 燃焼火災安全特論（鈴木(正)ほか）
	関連科目	破壊制御工学特論（武藤） 材料強度学特論Ｂ（田中） 建設機械工学特論Ｂ（阿部） 切削・研削加工特論Ｂ（田辺） 機能性評価工学（柳、木村） 非破壊診断工学特論（井原）

長岡技術科学大学大学院修士課程
社会人キャリアアップコース　機械安全工学
社会人大学院生募集

機械安全の国際規格ISO12100、日本の「機械の包括的な安全に関する指針」などが運用され始め、機械安全工学の果たす役割は、益々重要になってきています。
このような社会変化の中で、今、国際的に通用する技術と知識を有する機械安全技術者が求められています。
本コースでは、実務経験を有する社会人の方に、機械安全を系統的に学んでいただきたいと思っています。

社会人が学べる４つの特徴
1.　毎日通う必要がない！（集中講義）
2.　都心での集中講義！　（東京サテライトキャンパス）
3.　在宅学習が可能！　（E-learning）
4.　学費支援！　（厚生労働省「教育訓練給付金制度」）

安全の基礎理論はもちろん、実践的な安全方策例も習得できます。
またソフトウェア、通信などの安全の最新技術についても受講いただけます。

平成16年度　入試日程
出願期間：　平成16年1月19日（月）～22日（水）
試験日：　平成16年2月　2日（月）・　3日（火）
発表日：　平成16年2月19日（木）
※　大学院修了外の方も経験に応じて応募いただけます。

※　お問合せ・資料のご請求は下記へどうぞ
〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1
長岡技術科学大学　機械系　武藤　睦治
TEL　0258-47-9735　FAX　0258-47-9770
E-mail　mutoh@mech.nagaokaut.ac.jp
URL: http://www.nagaokaut.ac.jp

図１　日刊工業、電子情報通信学会誌等に掲載されたキャリアアップコース「機械安全工学」の募集広告（2003年11月26日）

図２　「安全・健康・快適フェア（2005年5月18－20日：東京ビックサイト）」でキャリアアップコースの説明をする田中教授（当時－現・名誉教授－）

このキャリアアップコースには、表２のように毎年５－６名の入学がありました。これらの学生はもちろん、通常の学生と同様に修士研

究を行い、修士論文の提出と発表を行わなくてはなりません。すなわち、学生は社会人として日常の業務をこなすと同時に、本コースでの受講と、修士研究に取り組まなくてはならず、その意欲、努力には驚嘆と敬意を払うほかありませんでした。また、研究指導を一手に引き受けられた蓬原先生は、常々そうですが、特に12月から２月にかけての修士論文の追い込み時期には連日夜を徹してのご指導で、時に体調を崩されていましたが、それも意に介さず指導に熱中されていました。蓬原先生にも驚嘆と敬意を払うほかありませんでした。このような時を忘れた研究指導への熱意とそれに応える学生の意欲は、いろいろな学会での学生達の活発な研究発表につながっていました。図３は、第一期生の修士論文発表会後の集合写真で、発表会を聴講した第二期生と一緒に撮ったものです。

表2　社会人キャリアアップコース「機械安全工学」入学者数

	2002 年 4 月	2003 年 4 月	2004 年 4 月	2005 年 4 月
入学者数	6	6	5	5

図3　キャリアアップコース第一期生の修士論文発表終了後の一期生・二期生集合写真

2．社会人キャリアアップコースから専門職大学院へ

キャリアアップコースを始めてから１年ほどたったころ、研究者育成を主目的とした一般の大学院のほかに、専門職業人を育成する専門大学院の制度があることに気が付きました。専門大学院及びそれに引き続く専門職大学院制度の発足には、以下のような大学並びに大学院制度に関する議論やいきさつがあったようです。

戦後の新制大学の発足に引き続き1953年に新制大学院が発足しました。その修士課程の目的については「修士の学位を与える課程は学部における一般的並びに専門的教養の基礎の上に、広い視野に立って、精深な学識を収め、専門分野における理論と応用の研究能力を養うことを目的とする」と規定されています。経済成長期に入り始めた1957年には、経団連の意見を反映して、「大学院修士課程においては、技術者養成の目標も有することを明らかにするとともに、産業界の現場技術者を受け入れて、再教育する方途を講ずること」という中央教育審議会の答申が出され、現在に続く修士課程での技術者教育が始まりました。その後も、専門職業人教育の必要性や、どのような制度で行うべきかなど、様々な議論がなされていますが、制度的には動きはありませんでした。その間、高度成長期の産業界の要求にこたえる形で、特に工学や農学などの理工系の修士課程の量的拡大が急激に進みました（大学院在学者数は1973年の6.2万人から、1998年には17.9万人と約３倍に増加しています）。なお、長岡と豊橋の二つの技術科学大学の設置に関連しては、高専本科卒業生の受け皿・進学先を求める高専並びに産業界からの強い要求が原動力ではありますが、大学審議会等における高度な専門職業人養成の必要性の議論がその下地としてあったと想像され、修士課程重視の技術者養成のための新構想大学として1976年に設置されました。

1998年に大学審議会より「21世紀の大学像と今後の改革方策について」という包括的答申が出されました。その中では、大学院における専門職業教育の重要性が強調されており、カリキュラム、教員の資格及び教員組織、修了要件などについて、大学院設置基準等の上でもこれまでの修士課程とは区別された、高度専門職業人の養成に特化した大学院修士課程の設置が期待されると述べられています。文科省はこの答申に基づき、2000年に設置基準の改訂を行い、設置基準の第31条に「専門大学院」を規定し、より高度な教育が必要とされる、例えば経営、会計、法律実務、公衆衛生等のような職業領域については、専門職業教育に特化した修士課程のみの大学院研究科の設置を認める、「専門大学院」制度が発足しました。すなわち、端的な言い方をすると研究能力育成を目指す「一般の大学院」と専門職業能力育成を目指す「専門大学院」の２種類の大学院が存在することになりました。専門大学院は､制度的には従来の一般の大学院と同じ（修業年限、修了要件、学位などは同じ）ですが、従来の大学院にはなかった教員配置（２倍の教員数、実務家教員の配置等）や第三者評価の義務付けなど、専門職業人育成教育の質の保証に対しての配慮がなされていました。

一方、専門大学院と並行して、米国のロースクールをモデルとした法科大学院設置の議論が進められていました。しかし、専門大学院と法科大学院は修業年限、修了要件、教員組織、研究指導、学位などにおいて大きな違いがありました。このため、同じく高度専門職業人を養成する専門大学院と法科大学院の制度的な整合を図るために、2004年に専門職大学院の制度が発足しました。なお、以上のいきさつについては、東京大学名誉教授・天野郁夫氏の「専門職業教育と大学院制度」（大学財務経営研究，第１号，pp.3-49，2004）を参照させていただきました。

話はそれますが、法人化後に始まった一般の大学・大学院の機関別認証評価は７年ごとに、専門職大学院の分野別認証評価は５年ごとに行われていますが、どうしてこのような違いがあり、専門職大学院に厳しい制度となっているのか、これまで分かりませんでした。今回上述のような経緯について考えているうちに、それが、専門大学院設置の際の「専門職業人育成のための教育には一般の大学院以上に特にその質の保証が重要である。」という議論が、そのまま専門職大学院にも引き継がれていることによると気が付き、ようやく腑に落ちました。さらに蛇足となりますが、「教育の質の保証」という言葉はわかりにくいですし、認証評価機関においても明確に定義されていませんが、筆者の理解で簡単に説明しますと、「自己点検・評価に基づき教育を改善する仕組みが組織として整備され、それが実際に機能し、成果を上げている（教育の質の向上・改善のためのPDCAサイクルが機能している）。」ことを指しています。

話を元に戻しますが、前述のように「専門大学院」制度に気が付き、本制度について勉強している間に、専門職大学院制度が始まることを知りました。そこで、社会的に認知された教育プログラムとして、日本での最初で唯一となる安全専門職養成に取り組むために、専門職大学院制度等の勉強を始めるとともに、2004年の夏ごろだったでしょうか、学内の将来構想委員会に機械安全工学専攻に関わる検討部会を設置していただきました。部会では安全に関する専門職大学院設置を目指すことに対しての異論はありませんでしたが、「機械安全工学」という名前については、多くの方に適切ではないとのご意見をいただきました。困って、蓬原先生に相談に行くと、「システム安全」という名前はどうか、この言葉は、MIL規格に定義されており、米国ではシステム安全協会もあり、そこには資格制度（Certified

Safety Professional）もあると、ご教示いただきました。早速MIL規格を見ると、概略的に言えば「システム安全とは、工学とマネジメントの知識・スキルを統合的に適用し、受け入れ可能な事故リスクを達成する手法の体系」とされており、安全確保の技術・学問体系をイメージすることができました。（MIL-STD-882Dの定義では、「3.2.13 System safety. The application of engineering and management principles, criteria, and techniques to achieve acceptable mishap risk, within the constraints of operational effectiveness and suitability, time, and cost, throughout all phases of the system life cycle.」となっています）

幸い、この名前は部会でも異論なく了解いただけました。次のステップとして、専門職大学院システム安全専攻の制度設計を進め、設置計画書を作成しました。なお、設置計画書の中では養成する専門職と取得する資格制度との関連も求められていましたので、日本の現状では該当する資格制度はないので、資格制度も作ると書かせていただきました。これについては、システム安全専攻あげて、また外部委員の先生方、特に委員長をお引き受けいただいた向殿政男先生（当時明治大学理工学部長）には多大のご協力・ご尽力をいただき、本学とは独立して運営を行う形で「システム安全エンジニア（SSE）資格制度」として2009年に実現していただきました。

2005年の年が明けると、文科省への事前説明が始まりましたが、同時に、予定教員の確保も進めました。設置計画書の準備・文科省への事前説明に際しては、当時機械系長の宮田保教教授、太田浩之准教授には、文科省からの宿題を一緒に議論したり、文科省に出かけていただいたりと、大変お世話になりました。一方、予定教員の確保については、蓬原先生、向殿先生のご配慮・ご協力がなければ実現しなかったと思います。これらの先生方のおかげで、外部からの新任教員

として、安全分野での日本のリーダー、トップランナーである杉本旭先生、平尾裕司先生、及び福田隆文先生に赴任いただけることになりました。合わせて実務家教員として山本正宣先生、永田晃則先生にも赴任していただけることになり、学内からの異動教員と合わせて、教員スタッフを整えることができました。ほかにも、システム安全専攻設置に関して、当時の佐藤事務局長をはじめとする事務局担当職員の方々、ならびに学内の多くの先生方、特に学内教員の異動についてご快諾いただくとともに、異動教員の各課程・専攻における学生指導の継続にもご配慮いただいた機械系及び経営情報系のご協力に感謝申し上げます。なお、2006年４月のシステム安全専攻発足時点の教員構成は、表３の通りでした。

表3　システム安全専攻発足時（2006年4月）の教員構成

大講座	教員
安全認証大講座	杉本旭教授、平尾裕司教授（2007 年 4 月赴任 ）、木村哲也准教授
安全規格・設計大講座	武藤睦治教授、門脇敏教授、阿部雅二朗准教授、福田隆文准教授、永田晃則実務家教授
安全管理大講座	三上喜貴教授、渡辺研司准教授、山本正宣実務家教授

文科省との事前打ち合わせの中で、１点だけ強調しておきたいことがあります。新たな技術経営研究科を設置しその中に専門職大学院・システム安全専攻を設置することに関して、文科省から、新たな研究科の必要性、工学研究科ではいけない理由等についてかなり厳しく問い詰められ、工学研究科内に設置するように求められましたが、教育内容としてマネジメントの側面が重要であり、工学教育の枠内には収まらないということで､最終的に認めていただきました。これにより、本学は工学系単科大学の枠から発展し、複数の研究科を有する大学となりました。現在では、技術者もマネジメント能力、経営能力等が求

められる時代になってきていますので、せっかくの技術経営研究科を生かし、将来を見通した新たな教育プログラムの展開など、本学の発展につながる構想等を期待したいと思います。

さて、設置審も無事通り、2005年10月あるいは11月だったと思いますが、設置認可の通知をいただきましたが、同時に申請していました新任教員ポストも、驚いたことに申請３ポスト中、２ポストが認められました。通常ありえないことで、皆で大変喜んだことを思い出します。設置認可の通知をいただきましたので、学生確保のため11月から１月にかけ、東京での説明会に加えて、毎週のように、新専攻の宣伝も兼ね多くの会社を訪問しました。おかげさまで、ぎりぎりでしたが、定員を確保することができました。これについても、蓬原先生および新専攻設置とともに赴任いただいた杉本先生の人脈のおかげでした。エピソードを一つご紹介させていただきます。入試応募期間があとわずかとなったころ、事務局に問い合わせるとまだ１名足りないとのことでした。応募者の名前から、これまでコンタクトがあり、応募に興味を示してくれていた方がまだ３名ほどいましたので、電話をして、応募をお願いしました。結果としてそのうちの１名が応募してくれ、定員確保となりました。当人が後で、あの時電話がなければ応募していなかったと言われ、その時はマニトバからでしたが、しつこいと思われるのを顧みず電話してよかったと思いました。

3．おわりに

システム安全専攻の誕生につながる、機械安全工学寄附講座の設置、および社会人キャリアアップコース「機械安全工学」の開設からシステム安全専攻設置に至る経緯について、筆者の思い出として書かせていただきました。事実に基づいた信頼性のある記録を残したいと思い

ましたが、残念なことに、筆者の退職の際に、ほとんどの資料を廃棄してしまい、不本意ながら、感想文となってしまいました。ご了解をいただければありがたいと思います。本稿では、全ての方の名前を挙げていませんが、システム安全専攻の設置に欠かせないご支援・ご協力をいただいた多くの方々がいます。改めて感謝申し上げます。

このシステム安全専攻の設置を契機として、2009年に博士課程情報制御専攻に安全工学コースが、2010年に博士課程全専攻共通の安全パラダイム指向コースが、さらに2012年修士課程原子力システム安全工学専攻が設置されたことを付記させていただきます。

安全安心社会研究センターの研究プロジェクト紹介
生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築

安全安心社会研究センター　センター長　三 上 喜 貴
同センター　客員研究員　張　　坤

1．はじめに

安全安心社会研究センターは、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）のプロジェクト公募に応じて、「生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築」と題する事業を提案した。３倍近い倍率ではあったが、幸いにも平成26年度研究開発プログラムの一つとして採択され、同年９月以降、研究開発の実施に当たっている。JSTの推進する事業の中で「社会技術研究開発」というカテゴリーは他のカテゴリーと性格が大きく異なっており、単なる技術開発ではなく、「社会技術」として文字通り制度的な改革案や社会システムに活用できる技術の開発を目指すことが求められる。また、研究開発の成果を社会に実装することが必要となる。これは、本センターの目指すところと極めて近い目的を持つものであり、今回の取り組みを通じて本センターの事業の一つの柱を構築したいと考えている。

研究は半ばに差し掛かったところにとどまっており、成果を体系的に紹介するには至っていないので、本稿では、研究開発プロジェクトの背景、目的や概要を説明するとともに、本プロジェクトの目指す「傷害データ科学」のこれまでの歩みを紹介する。

2. 研究開発プロジェクトの背景と目的

過去30年間の不慮の事故による死者数の推移を見ると、交通事故や労働災害などによる死者数が減少傾向にある中で、生活空間における死者数はむしろ増加傾向にある（図１）。他方、交通事故や労働災害に比べるとき、生活空間における事故発生状況やリスク状況に関する客観的で体系的な情報の把握は極めて不十分である。こうした状況を、本プロジェクトは「リスク情報の空白地帯としての生活空間」ととらえる。

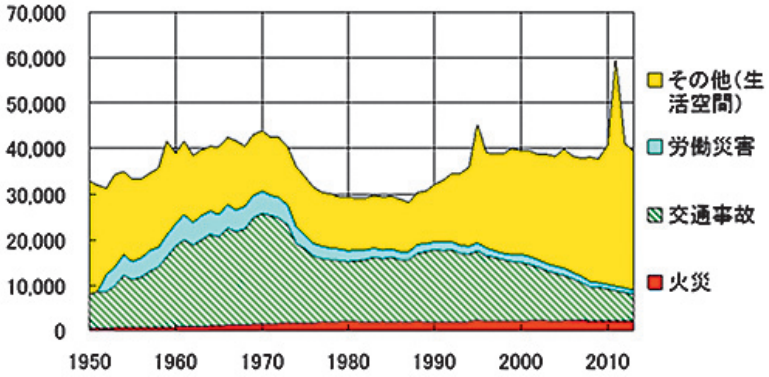


図1　我が国における不慮の事故による死者数の推移 1950−2013年

本プロジェクトの目指すところは、生活空間におけるリスクの把握と評価に必要となるエビデンス情報の基盤を構築し、これを、政策当局 、産業界、消費者、消費者支援機関等の関与者が高度なリスクマネジメントのために活用する方法論を開発することにある。ここで「高度な」と呼ぶのは、それが再発防止型のリスクマネジメントではなく、潜在的な危害発生を先取りして抑止するためのリスクマネジメントを

目指しているからである。

また、本プロジェクトがエビデンス情報の情報源として想定しているのは、各種の事故情報、政府統計、官民の保有する各種ビッグデータ等であり、継続的にこれらの情報が提供される仕組みを社会において実現することは、公的セクターの情報を広く社会の利用に供するという意味で「オープンガバメント」の理念を実現するものであり、また、企業間や官民の境界を超えた情報流通を実現するという意味で「オープンデータコミュニティ」の理念を実現するものである。

エビデンス情報に基づく社会的なリスクマネジメントは、医療行政、防災対策などの諸分野をはじめとして、科学技術と関連の深い政策分野でますます強く求められるようになっている。欧米における政策科学の動向を見ても、新しい科学技術の国民生活への影響評価、政策効果の定量的な把握などについて豊富な経験が蓄積されてきており、急速に進歩している。

そこで、本プロジェクトでは、生活空間のリスクを体系的に把握するためのデータモデルとそのリスクマネジメントへの応用のための方法論を開発し、社会に提供することを目指す。研究開発期間の前半ではリスク情報に関するデータモデルを構築するとともに、関与者の具体的なリスクマネジメント事例を通じてアプローチの有用性を実証し、当事者のインセティブを顕在化させる。後半では研究成果の社会実装を進め、オープンデータコミュニティ形成を図る。

3. はじまりは教会ビッグデータ：グラントの死亡表

本プロジェクトの目指すエビデンスベースの構築という課題は、傷害情報の分野だけに限ってみても決して新しいものではない。古くをたどると、教会の洗礼簿、埋葬簿から人口統計を作りだしたジョン・グラント（1620－1674）の取り組みを挙げることができる。統計学

史において彼の名は「人口統計の開祖」として記録されており、傷害データ科学にとってもパイオニアと言うべき人物である。グラントは1604年から1664年までの約60年分の埋葬者を調べ、81種類の死因別にカウントした死因表も作成した。当時の死因は「無知な検屍役」によって書かれたものであって有効に活用されることはなかったが、「死因の幾つかは埋葬総数に対する比率が一定比率を保つ」として、グラントは傷害データにある種の規則性があることを見出した。グラントは「事故死表」(table of casualties) も作っており、「同様の現象は溺死、自殺及び種々の事故死等についても見られる」と述べ、事故による死亡にも規則性が見られることを報告した。データの観察から傷害の発生に一定の法則性を見出すことができるかもしれない、という彼の洞察は、いわば「傷害データ科学」の曙を宣言する洞察だったと言ってよいだろう。グラントは「生命表」と呼ばれることになる人口動態の推計も行った。これは後にハレーによって精緻化され、生命保険の数理的基礎ともなった。

グラントの時代から約200年近くが経過した19世紀の中ごろになると、ヨーロッパの幾つかの都市で人口調査が行われるようになっていたが、相変わらず死因分類はまちまちであり、科学的な死因分類を開発し、世界共通のものとして定める必要性があった。こうした中で生まれたのが、今日の国際疾病分類ICD（International Classification of Diseases）である。こうした科学的な分類体系の発展によって初めて収集されたデータからより正確な情報を取り出すことができるようになった。

一方、事故の数量的把握に新境地を開いた人物として、「ハインリッヒの法則」で有名なW・H・ハインリッヒ（1886－1962）を挙げることができるだろう。彼はアメリカの損害保険会社トラベラーズのエンジニアであり、保険会社に申請された労災事故補償を求めるビッグ

データの解析を行い、有名な1：30：300の法則のほかにもいくつかの経験則を見出し、労災を「見える化」して経営者に安全対策の重要性を説いた。その後、労災事故・傷害に関するエビデンスデータは各国の労働政策当局にとっても重要な政策ツールとなり、労働安全行政の基礎として成長した。ILOができてからは労災事故に関するデータ基準の国際標準化も進み、国際比較可能な労働災害データベースの整備が行われるようになった。

4．疫学アプローチの展開：スノウ・ナイチンゲール・ハドン

1831年にイギリスでコレラが流行した際、医師ジョン・スノウ（1813－1858）は患者発生地点と井戸の位置との相関に注目し、コレラが空気感染ではなく汚染された飲料水による感染だと気づき、効果的な伝染病対策を講じた。少し後、クリミア戦争の前線スクタリに赴いたナイチンゲール（1820－1910）は、兵士たちの死因が野戦病院のひどい衛生状態にあることを見抜き、野戦病院の死亡統計を整備し、不衛生な病院運営の非を認めようとしない頑迷な陸軍指導者らに対して具体的なエビデンスをもって反論した。彼女の対策はてきめんに効果を発揮し、兵士の死亡率は急速に低下した。

スノウやナイチンゲールの活躍は、コッホらによって次々と病原菌が発見される数十年も前のことであった。医学的な因果関係究明に先立って、病気の発生と環境因子との組み合わせに関するエビデンスデータの解析から実効性ある対策が生み出されたわけだ。疫学の誕生である。

医学において病理学的な原因究明と疫学的な原因究明とが並んで行われるように、傷害の発生についても、事故発生プロセスに関する工学的・人間工学的解明と並んで疫学的な原因究明があり得るということを示したのは、米国高速道路局のエンジニアだったハドンで

ある。1960年代、米国では交通事故の増加が大きな社会問題となった。そこで、ハドンは交通事故対策を総合的に検討するための枠組みとして今日ハドンマトリックスとして知られる枠組みを提案した。これは事故発生前、事故発生時、事故発生後という時間軸を縦軸に、被害者としての人間、加害物としての自動車や設備、環境要因という傷害発生の諸要因を横軸にとった行列であり、事故発生過程を広くとらえる疫学的枠組みである。この枠組みに基づき、ハドンはシートベルト着用などの諸対策を提案し、それらは大きな効果を挙げた。彼は一台の車両がそのライフサイクルを通じて傷害事故の当事者となる確率について、対人事故については30台に一台、搭乗者自身の事故については５台に１台という衝撃的なデータを示し、「衝突安全設計」の重要性を指摘した。これは米国の自動車技術会（SAE：Society of Automotive Engineers）のテキサス支部と地域医師会の合同会合で発表されたものであり、一枚のグラフも表もないが、報告が説得的なのは要所で具体的な数字をあげ、自動車自体の改良に取り組むことの重要性が説かれていることである。疫学的な枠組みはそれまで疾病対策や公衆衛生の分野に限られていたが、ハドンによって事故にも拡張されたことにより、後にWHOも採用するようになった。

５．全国的な傷害サーベイランス網を作りあげた米国

17世紀のグラントの時代、人々の人生は洗礼と埋葬が記録に残されるだけだったが、現代に生きる我々の遭遇する事故や怪我は様々な形で記録されている。そして、これを活用することにより、日常生活における傷害の発生は、実はかなり正確に把握することができる。

米国では、1960年代に欠陥製品等に起因する事故が多発。これを受け、いち早く消費製品安全法Cosumer Product Safety Actが成立した。そして、労災事故、交通事故のみならず、生活空間（家庭内、

余暇、学校等）における事故も含めて、その発生状況を体系的に把握するためのシステムとして全米電子傷害サーベイランスシステム（NEISS）が稼働を開始した。全国約6,000の救急病院から厳密な統計的サンプル設計に基づいて130病院を選び、コーディング・マニュアルに従った傷害データの収集と分析が始まった（ちなみに、米国の政府統計は推測統計学を多用しており、全数調査はほとんど行わない。この点、悉皆調査の好きな日本と好対照である）。

現在では、年間37万件の傷害データが収集されており、全国規模では、病院で治療を受けた傷害が1,300万件発生していると推計している。ある消費者製品安全委員会（CPSC）のスタッフは、病院で治療を受けない傷害を含めた総件数は3,400万と推計している。これらのデータはインターネット上でダウンロードして分析することが可能である。記録されている項目数は少ないが、年齢、性別、発生場所、治療内容、傷害部位、起因物となった製品カテゴリーなどがコード化されているため、ビッグデータとしての解析を可能にしている。このほか、ヒヤリハット情報とも言うべきIPSS: Injury and Potential Injury Incident Data（年間約３万件）、製品による死亡事例としてのDTHS: Death Ceritifcates（年間８千件）及びINDP: In-Depth Investigations（年間８千件）という４階層からなるデータベースを整備している。

6．国境を超えた傷害情報共有を目指すヨーロッパ

ヨーロッパでは、1985年の市場統合を経て、傷害情報についても各国間で協力を行い、情報をシェアするための取り組みが進んだ。また、それまで、交通事故、労働災害と生活空間の事故は別のサーベイランス体系によって把握されているが、これらが統合され、総合的な傷害情報ビッグデータとして整備されることになった。EUでは、リ

コール製品に関する緊急アラートシステムであるRAPEXも運用しており、域内で発見されたリスクのある商品については、EU全域にわたる情報共有の仕組みができている。

7. 関心が集まる世界の工場中国の傷害情報システム

繊維製品、玩具・日用品、家電製品など広範囲の生活用品に関して、今日、世界中のどこでもメイド・イン・チャイナの占める割合は高い。世界中の消費者の生活は、かなりの程度中国製品に依存している。しばらく前に「One Year without Made in China」（中国製品を使わずに一年間暮らした人の手記）という本が米国でベストセラーとなったが、その結論は「それは極めて難しい」ということだった。それだけに、メイド・イン・チャイナの製品がどれだけ安全なのかは世界の消費者の一大関心事である。

消費製品の安全に責任を有する日米欧の当局は、中国の当局である「検査検定総局」と協力して、中国製品の海外市場における製品リコール情報を中国メーカにフィードバックするチャンネルを形成し、改善を促すインセンティブとして機能することを期待している。

一方、中国国内の消費者にも製品の安全問題への関心は高まっており、「国内の消費者にも目を向けよ」との声をあげている。これを受け、中国でも2007年から傷害情報に関する全国規模の収集システム—国家製品傷害情報システム（NISS：National Injury Surveillance System）を稼働しはじめた。米国やEUと同様、収集チャンネルは救急病院である。現時点では全国の18省、54病院が入力源となり、2013年まで約22万件の製品傷害データが収集された。しかし、まだ、その利用には制限があり、すべての利用者にとって開かれているわけではない。

8. 多様な情報の混合物：日本の傷害情報システム

これまでに見てきた各国の傷害情報システムがいずれも救急病院を主たる情報源としているのに対して、日本で現在稼働している傷害情報システムの情報源は、事業者、消費者、消費生活センター、病院、新聞記事など多種多様な情報源からなり、欧米のシステムとは性格のかなり異なる存在である。日本では、消費者からの苦情情報や病院からの提供情報を情報源とする国民生活センターのPIONET、事業者からの通報などを情報源とする製品評価技術基盤機構（NITE）の製品事故データベースなど、幾つかの傷害情報システムが1970年代から形成されてきた。2008年に消費者庁が発足したのに伴って、これらの各種事故情報システムが消費者庁の下に「事故情報データバンクシステム」として一元化されることになった。もともと統一的な設計方針に従って作られたものではないために記録項目や使用している分類も異なり、一元化されたと言ってもいわば混合物であって体系性には欠ける。一方で、欧米のシステムが病院という事故発生現場からは遠いところを入力源としているのに対して、日本の情報源は事故現場に近いところを情報源としているため事故を比較的詳細に記述しており、しかもNITEのデータベースでは事故の検証作業や事故原因の究明までが行われているという点で優れている。

2007年に導入された重大事故報告制度の下では、死亡、重症事故、火災などの重大な事故については事業者に対して消費者庁に報告する義務が課されるようになった。しかし、こうして消費者庁に報告される事故件数は年間約２万件前後にとどまっており、日本で発生している事故の一部をカバーしているに過ぎない。米国のNEISSも約37万件であるが、サンプリング設計がなされているため全国合計地に関する統計的推定が行えるのに対して、日本の場合科学的サンプリングに基づいて収集されたデータではないため全国ベースの推定には使えない。

また、同様の理由から年齢別、場所別といった集計結果も全体の動向を反映しているのかどうかは不明である。

表１　日米欧中各国の製品事故・傷害情報システム

	米国	EU	中国	日本
名称	電子傷害サーベイランスシステム（NEISS）	傷害データベース（IDB）	国家製品傷害情報システム（NISS）	事故情報データバンクシステム
作成機関	消費製品安全委CSPC	EU本部DG-SANCO	国家質検総局欠陥製品管理センター（DPAC）＆国家疾病予防センター（NCNCD）	消費者庁及び製品評価基盤技術機構（NITE）
情報源	救急病院	救急病院	指名された病院	各種
アクセス可能な年間データ件数	30-40万件			数2万件／年
収録開始年			2007年試運用開始	2009年9月登録開始

９．活用が望まれる日本の傷害ビッグデータ

日本には多くの傷害ビッグデータが、まだ十分に活用されないまま眠っている。例えば、救急車の出動回数は年間約600万回（2014年）、うち160万回程度は外傷や中毒による患者の搬送である。搬送された患者の状態は出動した消防隊員によって記録され、また病院で受けた診断や治療の内容に関する情報も救急隊にフィードバックされ、記録として残されている。その一部は電子化されて消防庁本部に集約されている。火災通報件数は年間約６万件。火災原因等についての調査結果は鎮火後の現場検証を経て詳細な火災報告に記録される。交通事故について警察署が作成する事故報告書は年間約100万件に達する。外傷や中毒の治療のために通院、入院した際には治療の内容がカルテに

記載されるほか、支払い記録が健康保険の支払い記録（レセプト情報）として残される。その件数は医科合計で年間６億件という膨大な記録である（外傷・中毒は25%程度か）。外傷や中毒が原因で死亡に至った場合、医師による死亡診断書が書かれ、自治体の窓口に死亡届が提出されるが、その件数は年間４～５万件（不慮の事故による死亡件数、2014年）に達している。

これらの記録を集計した統計データは消防や警察の白書や年報、あるいは人口動態統計として発表されており、消防白書や警察白書では事故記録に基づく様々な分析が行われているものの、個々の事故等の記録は公開されず、役所のファイルやコンピュータの中に眠っている。こうした情報を如何にして有効に、また、個人情報などに十分な注意を払いながら活用していくか、今後、研究プロジェクトを通じて検討を続けていきたい。

表２　日本の傷害情報の一次情報源

	死亡届	火災調査報告	救急搬送記録	レセプト情報入院・通院記録
作成者	親族→自治体	消防署	消防署	
年間データ件数	4－5万件〔外傷・中毒によるもののみ〕	年間6万件	160万件〔外傷・中毒によるもののみ。病気を含めると600万件〕	6億件〔医科合計。外傷・中毒関係は25%程度か？〕
電子化の有無と対外提供の可否	ほぼ電子化されている〔厚労省保健情報部への聞き取り。統計法33条による個票提供の可能性あり〕	主要項目は電子化して消防庁に報告しているが、それ以外は各消防署内でペーパーベースで保存しているところが多いものと思われる。〔長岡消防署での聞き取り〕	同左	病院は99%以上電子化済み。NDBとして個票利用（サンプル抽出・匿名処理済み）促進のための窓口も設けられている。

主な 記載項目	氏名 性別 生年月日 死因 (ICD10)	火災種別 出火日時 覚知・鎮火時刻 出火場所住所 事業所名・業態 建物の構造等 原因・発火源 焼損状況 焼損棟数 死傷者数 死傷原因 り災世帯・人員 損害額 気象状況 防火管理の状況	搬送日時 搬送者氏名 性別 生年月日 措置内容 等	氏名（対外提供はハッシュID） 性別・年齢 都道府県コード 治療内容コード 傷病名コード 医療機関名 保険点数等

災害法制における人的公用負担制度の考究〈下〉
—特に大災害時の一般人“徴用”の違憲性について—

元長岡技術科学大学　生物系　教授　**福 本 一 朗**

［目次］

1．はじめに　（第４号掲載）
2．国民徴用と有事法制　（　〃　）
3．我が国の災害法制　（第５号掲載）
　3．1　災害予防法制　（　〃　）
　3．2　災害応急法制　（　〃　）
　3．3　災害復旧法制　（　〃　）
　　（1）一般災害の災害復旧
　　（2）私有財産の災害復旧
　　（3）激甚災害の災書復旧
4．災害緊急時の人的公用負担法制　（第６号掲載）
5．市民のための危機管理体制をめざして　（　〃　）
6．結語　（　〃　）

4．災害緊急時の人的公用負担法制

災害法制のうち人命救助に関連する災害応急対策は、避難の指示・消防水防その他の応急措置・被災者の救難・救助・保健衛生など人々の生活にも直接拘っているため人権に対する配慮が特に必要とされる。

本章では、一般人の身体的自由を制限する危険性のある「人的公用

負担」について考察を加える。[36) 37)]

消防法§29：5には「消防吏員又は消防団員は緊急の必要があるときは、火災の現場附近に在る者を消火若しくは延焼の防止又は人命の救助その他の消防作業に従事させることができる」と規定されているが、死亡負傷時市町村損害補償あるものの損失補償はない[38)]。また命令に従わない者に対しては軽犯罪法§1VIIIにより拘留／科料が科せられている[39) 40) 41) 注6)]。

また災害救助法§24:1には「都道府県知事は、救助を行うため、特に必要があると認めるときは、医療、土木建築工事又は輸送関係者を、……中略……救助に関する業務に従事させることができる」と規定されており、実費弁償の他に死亡負傷時に国県損害補償がある。命令に従わない者に対しては、懲役／罰金刑及び軽犯罪法§1VIIIによる拘留／科料が科せられている。

さらに災害救助法§25には「都道府県知事は、救助を要する者及びその近隣の者を救助に関する業務に協力させることができる」と規定されており、損失補償はなく、やはり命令に従わない者には軽犯罪法§1VIIIによる拘留／科料が科せられている[42) 43)]。

日本国憲法前文に「我が国全土にわたって自由のもたらす恵沢を確保し、政府の行為によって再び戦争の災禍が起こることのない様にすることを決意し」とあるように、日本は自由な国であるはずである。しかし既に見て来た様に、災害救助法・消防法・水防法・水害予防組合法・河川法・港湾法・漁港法・警職法・水難救助法・海上保安庁法・自衛隊法・電波法・港湾運送事業法など実に27法令に一般人の自由を制限する「人的公用負担」規定が現存している。これらの法令によれば、一般市民がその意思に反してでも行政によって防災・救助作業に動員される可能性があるが、必然的に生命身体の危険を伴う作

業に無理やり従事させれば役に立たず、却ってプロの救助隊員達の救助作業に障害になる危険性が否定できないため、その実効性は疑わしい。

さらにこれらの規定の大半には損失補償が定められていないのに対して、ほとんどの規定では命令に従わない者に対して罰則として軽犯罪法§1VIIIによる拘留／科料が科せられている。このような人的公用負担制度は、国民を罰則で脅しながら無償で使役する古代の専制国家を彷彿とさせる。

これらの人的公用負担法制を日本国憲法から見た場合には、第12条〔自由及び権利の保持義務と公共福祉性〕、第13条〔個人の尊重と公共の福祉〕、第18条〔奴隷的拘束・苦役からの自由〕[44]、第31条〔生命及び自由の保障と科刑の制約〕に抵触する違憲の可能性がある[45] [46] [注7]。

しかし一般的学説において人的公用負担は合憲とされており、その潜在的な人権抑圧の危険性に注目する憲法学者は皆無に近いが、それは筆者の様な初学者にはいぶかしい限りである[47] [48] [49] [50]。

例えば佐藤幸治教授は、「一般に災害対策基本法65条・71条、災害救助法24条・25条、水防法17条、消防法29条５項などに基づく人的公用負担は、災害防止・被害者救済という限定された緊急目的のため必要不可欠で、かつ応急的一時的な措置であるという点で憲法18条には反しない」とされている。ただし明治憲法下にみられた国民徴用のように、積極的な産業計画のために長期にわたって労務負担を課すことは許されないとされている。その他学説の多くがその根拠は異なるが、応急公用負担を合憲としている。佐藤幸治教授の緊急事態法理を用いて合憲とする説の他にも、「公共の福祉」による制限を理由として合憲とする説、「応急公用負担は通常人には苦痛と感じられるこ

とはない」から、「苦役」には当たらないとする説がある。ただ唯一この労務負担に不履行時の罰則をつけ、労務負担を罰則により強制することについては、憲法18条に反すると解する見解もある[51)]。

ここでいう「公共の福祉」概念については、従来「もっぱら人権の外部に公共の福祉なる概念が存在し、あらゆる人権保障に制約を加えることができる」という「一元的**外在**制約説」が判例の中心となっていたが、これでは明治憲法で保障されていた「留保付きの人権保障」と全く同じ運用が可能になってしまうため、個人の自由を最高の保護法益とする日本国憲法とまったく相容れなくなるという批判がなされた。これに対して現在の通説である「一元的**内在**制約説」は、公共の福祉を「人権相互の矛盾を調整するために認められる実質的公平の原理」と解している。例えば、憲法上保障される表現の自由は、同じく憲法上、幸福追求権の一種として保障されると解されているプライバシーの権利と衝突する。このような事態が生じる場合に両者の調整を図るための概念が「公共の福祉」であり、公共の福祉は単に「社会全体の利益」を指すものではないと理解している。もっとも、このような理解に対しては、いかなる場合にいかなる程度の人権の制約が可能であるのか明らかでなく、結局「社会全体の利益」と理解した場合と同程度の不明確さが残るとの批判がある。このため一元的内在制約説を人権制約に関する具体的な違憲審査基準の規準として準則化したものとして、比較衡量論や二重の基準（double standard）の理論が提唱されている。

この「公共の福祉」と「基本的人権」との関係についての学説としては、以下の様なものが提唱されている（芦部「憲法」p85以下,佐藤幸「憲法」p401以下より）[52)～57) 58) 59)～62) 63)]。

(A)「基本的人権には前国家的な自然的人権と後国家的な社会的人権

とがある。前者については公共の福祉による制限をする法律の制定は違憲を免れないが、後者については公共の福祉の理由がある限りは立法機関の裁量に任せられるから、立法政策上の問題はあっても法律的に違憲の問題は生じない。」

(B)「憲法は国民の自由は法律をもってしても制限することはできないとしている。しかしここで保障される自由にまったく限界がないわけではない。憲法13条は自由について公共の福祉という限界があることを認めている。従って公共の福祉という限界を超える場合には法律による制限が許されるが、その限界内においては法律をもってしても国民の自由を制限することは許されない」

(C)「憲法の保障する基本的人権のすべてが法律をもってしても侵すことができない絶対的なものとして保障されているとはいえないが、憲法を貫く根本原則である民主主義の実現に欠くことのできない基本的人権は少なくとも法律をもってしても奪うことができないと解しなければならない。たとえば、勤労者の団結権・団体交渉権のようなものは、民主政治の経済的条件を整えるための不可欠の前提条件として法律をもってしても奪うことのできない基本的人権に属すると考えるべきである。」

(D)「憲法の保障する権利・自由の多くは天賦のものと観念されているのである。従ってそれらの権利自由については、**国民の自律**によるほかは国家権力による侵害を認めない趣旨である[64)]。すなわち、憲法13条を根拠としてすべての権利自由が公共の福祉の名の下に制限されるとは解されないのである。もっとも、諸々の権利・自由の中でこのような性質を有するものは、国家権力による侵害の排除に主眼を置くものに限られ、国家権力による保障を求めることに主眼を置くものについては、それらに対しい

かなる程度の保障を与えるかは、国家がまさに公共の福祉のために決するところである。」

しかし私見では、「公共の福祉」のために極めて限定された場合を除いて、一般的に目的の正当性・措置の必要性・応急性・一時性という理由で基本的人権を制限することは許されないと考える。もし、それらの抽象的・非限定的・恣意的な理由で憲法18条の趣旨を自由に没却することができるのであるなら、ナチス時代の悪夢の様に、時の国家権力によって国民の基本的人権は容易に蹂躙されてしまうであろう。

特に生命身体に関する基本的人権は、いつ・いかなる場合にでも守られなければならないと思料する。まさに、国際協調・国民主権と共に基本的人権の尊重を三本柱とする日本国憲法下では、刑罰以外のいかなる法規定によっても人に命を捧げよとはいえないはずである。そのため、平成14年10月10日参議院外交防衛委員会において石破茂防衛庁長長官が述べた「現行憲法の秩序の下で、社会の構成員が社会生活を営むについて、公共の福祉に照らし当然に負担すべもの」には、「人々の命」は決して含まれてはいないと思料する。

さらに「苦痛」であるかどうかは個人の身体的・心理的状態によるのであって、個々の場合を考慮せず一般的・概括的に「災害時の労務提供は苦役に当たらない」と断言することは、支配される国民の立場を無視したあまりにも官僚的な独断であると思われる。

前述の様に、近年の大災害では被災地隣人や災害ボランティアの方々の活躍が目覚ましく、ことさらに一般市民を動員する人的公用負担制度の必要性と実効性は乏しいと考えられる。それにも拘らず当該法規があちらこちらに埋設されているのは、単に過去の太平洋戦争の

経験というのみならず、近年の国民保護法に見られる過剰な危機管理反応もその一因と考えられる。しかし人権を無視する国は守るに値するものではなく、一人一人の幸せを考えない政府は国民の信託を受けるべきではないことは、日本国憲法の宣言するところである。人権抑圧法規となる危険性を多分に含むにも拘らず、立法目的達成効果を期待できず、その成果も認められない人的公用負担法規は、法経済的にもまさに「百害あって一利無し」というべきであろう。

結論としては、「例え国を守るためであっても、身体生命を捧げる事は個人の自由意志に任せられるべきであって、ultimo ratioたる法で強制すべきではない」と考えるため、前近代的な「人的公用負担法制」は可及的速やかに廃止すべきと思料する。そして災害非常事態における国民の行動規範については決して行政側だけに任せず、国民の間で平時より真摯な議論がなされるとともに、できる限り多くの人々のコンセンサスを得ることと、災害法制においては「人々の選択の余地」を残しておくことが重要であると思料する。

5. 市民のための危機管理体制をめざして

自然災害の前には人間はあまりにも小さく、戦争など人為的災害に対して一般市民個人は悲しいほど非力である。それ故に社会的存在である人間は、お互いに助け合い協力し合って大災害に備え、乗り越えて行くための制度を作り上げて来た。しかし沖縄戦における旧日本軍の様に、組織は時として組織を守るために人権を平気で踏みにじることも起こることは周知の事実である。

それを防止するためには、一般市民は平常時より災害法制について厳しい監視を怠らず、非常時には防災システムが予期したように稼働するべく準備と訓練を不断に継続して行くことが必要であると思料す

る。

本稿では近年の地震災害におけるボランティア活動の有用性について調査し、福祉のみならず防災先進国であるスウェーデンの市民防衛システムを紹介することにより、我が国の災害法制に潜む前近代的な「人的公用負担」制度を糺弾してきた。

しかし「悪法でも国家の法には従うべし（ソクラテス）」、法令はそれが存在する限り「公定力」のため市民に遵守を強制する。大災害という極限状態において自らの生命身体をも守ることが叶わない一般市民に対して、さらなる人的負担を課すことは人道的にも問題があり、また「苦役からの自由」を保障する憲法の趣旨にも違背する。近未来に必ず起きると予想されている首都圏直下型大震災備えて、不合理な人的公用負担法規を撤廃するとともに、我が国の危機管理体制を真に市民のためのものとすることを目指して、国民全員で議論すべきであると思料する。

6. 結語

2001年１月東京のJR新大久保駅でホームから転落した男性を救助しようとした韓国人男性（26）とカメラマン関根史郎さん（47）が飛び降りたが、三人とも電車にはねられて亡くなられた。また2013年10月１日にも横浜市の踏切上に倒れていた無職の男性（74）を助けようと、おりていた遮断機をくぐって男性を助け出した村田奈津恵さん（40）が亡くなられた。このように自ら犠牲となり、他人の命を救った勇気ある行動に対しては、事故直後から賞賛の声が多く寄せられている。その反面、転落した男性の家族には「人殺し！」等と誹謗中傷の電話が相次いだという。天災においても事故においても、自らの意思で命をかけて他人を救う行為は、人類愛に満ち優れて人間的行為であることは万人認める事である。しかしそのような“滅私奉

公”を国が勧奨することは問題は別であり、太平洋戦争で200万の国民の命を失った日本国民にとっては看過できないことであると信じるものである。

「災いに遭うときには遭うがよろしく」と説いた良寛和尚も、普段から「心の備え」をしておくことが肝要と主張された。さらに工学者としては、法制度的・技術的・システム的にあらゆる災害を想定したシミュレーションを行なってその結論を行政に提言するとともに、「常在戦場」の精神で一人一人が自分の周りの人々の安全を如何に確保してゆくべきか常に考え実践して市民の模範となるよう心がけるべきことが重要であると考える。

注6）　軽犯罪法§1VIII：左の各号の一に該当する者は、これを拘留又は科料に処する。風水害、地震、火事、交通事故、犯罪の発生その他の変事に際し、正当な理由がなく、現場に出入するについて公務員若しくはこれを援助する者の指示に従うことを拒み、又は公務員から援助を求められたのにかかわらずこれに応じなかつた者（軽犯罪法昭和23（1948）年5月1日法律第39号・昭和23（1948）年5月2日施行・改正昭和48年法律第105号）。

注7）　第12条〔自由及び権利の保持義務と公共福祉性〕

この憲法が国民に保障する自由及び権利は、国民の不断の努力によって、これを保持しなければならない。又、国民は、これを濫用してはならないのであって、常に公共の福祉のためにこれを利用する責任を負ふ。

第13条〔個人の尊重と公共の福祉〕

すべて国民は、個人として尊重される。生命、自由及び幸福追求に対する国民の権利については、公共の福祉に反しない限り、立法その他の国政の上で、最大の尊重を必要とする。

第18条〔奴隷的拘束・苦役からの自由〕

何人も、いかなる奴隷的拘束も受けない。又、犯罪に因（よ）る処罰の

場合を除いては、その意に反する苦役（くえき）に服させられない。

第31条〔生命及び自由の保障と科刑の制約〕

何人も、法律の定める手続によらなければ、その生命若しくは自由を奪はれ、又はその他の刑罰を科せられない。

【引用文献】

36）宇賀克也：「行政法概説Ⅰ」，有斐閣，2006
37）宇賀克也：「行政法概説Ⅱ」，有斐閣，2006
38）西梵章：「公法上の損失補償の原理と体系」，有斐閣｛現代行政法体系6｝，pp197-220，1983
39）杉村章三郎・山内一編夫：「精解行政法下巻」，光文書院，pp438-452（人的公用負担），1971
40）柳瀬良幹：「公用負担法［新版］」，有斐閣，法律学全集14，pp43～90，1971
41）杉村章三郎・山内一編夫：「行政法辞典」，ぎょうせい，pp391-392，1975
42）遠藤博也：「実定行政法」，有斐閣，pp230-259，1989
43）原野翹：「警察はなぜあるのか―行政機関と私たち」，岩波ジュニア新書154，pp176～185，1989
44）法学協会編：「注解日本国憲法上巻」，有斐閣，pp393-396「第18条奴隷的拘束及び意に反する苦役の禁止」，1953
45）宮沢俊義：「憲法Ⅱ［新版］」，有斐閣法律学全集4，pp333～337「第一節奴隷的拘束および苦役からの自由」，1974
46）樋口陽一・佐藤幸治：「憲法の基礎」，青林書院新社，pp359-360「奴隷的拘束・苦役からの自由」，1975
47）杉村敏正：「行政法概説（各論）」，有斐閣，pp141-144，1977
48）田中二郎：「要説行政法・中巻」，弘文堂，pp137-138，1993
49）芦部信喜：「憲法学Ⅱ人権総論」，有斐閣，pp186-213「第二節公共の福祉」，1994
50）石川敏行：「基本論点：行政法」，法学書院，pp176-187，1997
51）佐藤幸治：「憲法［第三版］」，現代法律学講座5，青林書院，pp585-

586，1995
52）柳瀬良幹：「行政法教科書」，有斐閣，pp241-247，1967
53）和田英夫：「行政法」，日本評論社，pp281-284，1968
54）田中二郎：「要説行政法」，弘文堂新社，pp231-233，1968
55）杉村敏正：「法の支配と行政法」，有斐閣，pp297-335，1970
56）杉村敏正：「行政法概説（各論）」，有斐閣，pp137-140，1971
57）杉村章三郎・山内一編夫：「精解行政法上巻」，光文書院，pp395-443（国家補償），1971
58）室井力：「現代行政法の展開」，有斐閣，pp80-97，1978
59）槙重博：「現代行政法序説」，弘文堂，pp92-95，1980
60）田中二郎：「新版行政法・下巻」，弘文堂，pp151-156，1981
61）黒沼稔：「現代行政法概説」，多賀出版，pp174-176，1981
62）和田英夫：「行政法講義・下」，学陽書房，pp68-74，1983
63）芦部信喜：「憲法判例を読む」，岩波セミナーブックス21，岩波書店，pp87-97，1987
64）杉村敏正：「警察権の濫用」，末川博先生古稀記念「権利の濫用（上巻）」，有斐閣，1962

シリーズ：安全安心社会研究の古典を読む №6

宇沢弘文の経済学
—社会的共通資本の論理—

長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　准教授　芳 司 俊 郎

1．はじめに

「宇沢弘文の経済学－社会的共通資本の論理」（以下「本書」という）は、著者（宇沢弘文先生）がご逝去された後に弟子の先生方が再編集して出版されたものです。まだ古典とは言い難いですが、安全安心社会研究の一助となることを期待し紹介いたします。

2．著者の紹介（本の帯から抜粋）

著者は1928年生まれで、東京大学理学部数学科卒業後、同大学院に進み、特別研究生、スタンフォード大学経済学部助教授、カリフォルニア大学助教授、シカゴ大学教授、東京大学経済学部教授、新潟大学教授、同志社大学社会共通資本研究センター長などを歴任され、1997年に文化勲章受章を授与されています。主な著書に、「自動車の社会的費用」、「近代経済学の再検討」、「近代経済学の転換」、「二十世紀を超えて」、「好きになる数学入門」、「経済学は人びとを幸福にできるか」、「社会的共通資本」などがあります。

3．本書の概略

本書には、宇沢先生の多岐にわたる業績が掲載されており、その全てを的確に説明することは困難です。断片的・表面的な紹介となるこ

とをお許し願います。

本書は、まず第１部において、「リベラリズムの経済学と社会的共通資本」について論じています。アダム・スミスの「国富論」は新しいリベラルな市民社会の経済原理を明らかにしようという意図をもって書かれたこと、ジョン・スチュアート・ミルの「自由論」は自由放任（laissez faire）の経済的自由主義の考え方を超えて、人間的尊厳を守るリベラリズムの理念を高らかに謳った書物であることが示されています。

社会的共通資本とは、土地、大気、土壌、水、森林、河川、海洋などの自然資本だけでなく、道路、上下水道、公共交通機関、電力、通信施設などの社会的インフラストラクチャ、教育、医療、金融、財政制度などの制度資本を含むもので、１つの国ないし特定の地域が、ゆたかな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能とするような自然環境、社会的装置を意味すると述べられています。

その上で、第２部で「自動車の社会的費用と社会的共通資本」について論じられています。その中で、日本では、自動車の通行が人々の生活を脅かすようなかたちで許容されているが、いわゆる先進国の中では他に見当たらないと書かれています。その例として、歩道と車道が物理的に分離されていないこと、歩行者はたえず自動車に気を配りながら歩かなければならないこと、自動車事故による死傷者の過半数が歩行者であり老人と子供が占める割合が高いこと、交通事故による被害だけでなく排ガスによる汚染や騒音による生活環境の破壊や観光道路の建設による自然環境の破壊などによる損失も生じていることなどが示されています。また、このように大きな経済的、精神的損失を他の市民に与えながら、自動車利用者が自ら負担する費用は一部に過ぎないことが述べられ、自動車が普及したのはこのような社会的費用

を自動車利用者が負担しないで済んでいるからだとしています。さらに、コスト・ベネフィット論（社会的便益が社会的費用をどれだけ上回っているかで判断する）で施策を講じると、たとえどのように大きな社会的費用が発生したとしても社会的便益が大きく上回るときは公共投資として採択されることとなるが、これによって実質的所得配分は不平等化することが述べられています。そこで、社会的費用の内部化の観点から、歩行、健康、住居などに関する市民の基本的権利を侵害しないような構造を持つ道路を建設し、自動車の通行は原則としてそのような道路にだけ認め、そのために必要な道路の建設・維持費は適当な方法で自動車通行車に賦課（自動車１台当たり年に約200万円）すべきことが示されています。

また、水俣病について論じ、当初、環境庁（当時）は、当初、水銀汚染地区に居住して魚類を多食した人々が水俣病と疑われる症状を呈し、それを否定できないときには水俣病と認定するという被害者救済を第一義的に求めたものであったのに、のちに「疑わしきは認定せず」の姿勢に後退したことが書かれています。また、PPP（汚染者負担の原則）が貫かれていないこと（チッソが利益を子会社に帰属させ、本社は累積赤字にすることで、熊本県が県債でチッソの補償金支払いにあてていること）が指摘されています。

第３部においては、「自然・都市・制度資本」について論じられています。その中で、将来の世代までをも考慮に入れた社会的に公正なかたちで大気均衡の安定性を回復することを目的に、大気中に排出する二酸化炭素の量に応じて、この帰属価格に基づいて評価された額を賦課することが提案されています。

また、学校教育には、社会共通資本の観点から、「学校教育制度が果たすべき３つの機能（社会的統合、平等、人格的発達）」が求められることが書かれています。ここで、社会的統合とは「各自の育って

来た狭い家庭的、地域的環境を超えて、多様な文化的、民族的社会的背景を持った子供たちと、学校でともに学び、遊ぶことによって、互いに人間的共感をもち、社会的存在としての意識を育てること」、平等とは「子供たちの一人一人が、その経済的、地域的、社会的集団の枠を超えて、斉しく学校教育を享受することができるようにすること」、人格的発達とは「それぞれ異なった身体的、知的、道徳的、芸術的能力をもつ子供たちが、学校教育を通じて、これらの潜在的能力を十分に発達させること」を各々指しています。

さらに、医療について、まず医師の職業的矜持と専門家的自覚に触れ、ヒポクラテスの誓い（「能力と判断の限り患者を利すると思う養生法をとり、悪くて有害と知る方を決してとらない」などの事項からなる）に象徴的に表れているとし、一人一人の市民が人間的尊厳を保ち、魂の自立をまもり、市民的自由を享受できるような社会を安定的に維持することの重要性が主張されています。

このほか、社会的共通資本としての金融制度や都市などについても論じられています。

4．システム安全の視点から

社会的共通資本とは、ゆたかな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能にするような自然環境、社会装置を意味すると述べられており、本書では言及されていませんが、安全もまた社会的共通資本に必要な要素の１つと考えられます。

安全に関する国際的な導入指針であるISO/IEC Guide51：2014では、「安全とは、許容不可能なリスクがないこと」とされています。ここでいう“許容”とはどういったことを意味するのでしょうか。危害がユーザ個人にしか生じないのであれば、基本的には、自律して判

断できること、公序良俗に反しないこと、発生する危害の回避方法などの情報が確実に提供されることなどの条件で、ユーザ個人の判断で許容（契約）することも可能と考えられます（公序良俗に反する契約とは、例えば、死を前提とした契約（死を賭けの代償とする契約）などが考えられます）。第一者と第二者の契約による機械の運用においては、もしも契約外の事態（第三者への危害や許容していない危害）が生じそうになったときは、機械の運転を中断して危害が発生しないようにする必要があります。また、第二者が地域社会の場合には、社会的共通資本としての仕組みづくり（制度設計）が求められます。

諸外国では、ものづくりの責任として、事前に“state of the art [1]”の方策を講じるとともに、被害が生じてしまった場合は、過失のいかんによらず厳格責任に基づき被災者に補償を行うことが求められます。もし、我が国が「疑わしきは補償せず」として、“被害者”に厳格な説明責任を求めるとしたら、消費者の立場からはもとより、産業界の立場からも決して望ましいとは言えません。貿易のさらなる促進のためには、流通制度の標準化（例えば、相互認証制度など）が期待されますが、このためには我が国の流通制度に対する国際的な信用が不可欠となるからです。

現代社会では、一般に、自動車のリスクは許容（受容）されていると受け止められています。このため、自動車と同じくらいに便利な機械ならば、同じくらいの危害（事故率）が生じても許されると考える人も少なくありません。しかし、自動車のリスクは本当に許容されているのでしょうか。本書で示されているように、自動車は、本来負うべき責任（例えば、年200万円の賦課）を免れていることで、購入者が増え、リスクは受容されていると思い込んでいる（判断にバイアスが生じている）のかもしれません。

現在、年間約5,000人が交通事故で死亡していますが、その多くは

歩行者、それも子供や高齢者であり、運転の楽しみを享受する中で事故にあったわけではありません。危険な道を歩いて行かざるを得ない中で被災しています。たとえ転居したとしても、危険な道はどこにでもあります。自らの目的のために積極的にリスクテイクすること（契約による第二者の安全）と、災難が降りかかること（契約外の第三者の安全）は性格が異なります。また、やむを得ないことですが、許容（受容）の判断は、生きている者（便益は味わっているが、致命的な危害を受けたことがない者）で行われます。「車がたくさん走っていること」＝「危険性が許容(受容)されていること」とは限らないのではないでしょうか。

ところで、本書で紹介されている“ヒポクラテスの誓い”は、設計者、生産技術者、安全管理担当者など、システム安全に関わる者に対しても重要です。「能力と判断の限り」とは、“state of the art”に当たるでしょう。また、「悪いと分かっていることをしない」ことは、“人として当然なこと”ですが、つい様々な理由をつけて妥協していないか自ら肝に銘じたいと思います。

5．併せて紹介したい図書

リスクの許容（受容）について考える際に参考となる図書として、併せて、「バイオエシックスの基礎」をご紹介します。この本は、エドワード・W．カイザーリンク、H.トリストラム・エンゲルハートといった欧米の生命倫理に関する大家が、安楽死の問題、人口中絶の問題、限られた医療資源を提供する際の公平の問題などについて書いた論文がまとめて掲載されたものです。ここでは、この中の１つ、ハンス・ヨナス著の「人体実験ついての哲学的考察」（以下、「本論文」という）についてご紹介します。

（1）著者について

ハンス・ヨナスは、1903年にユダヤ系ドイツ人として生まれた哲学者です。ナチス政権となる直前にドイツを離れ、1993年に米国で死去しました。主な著書に、「責任という原理：科学技術文明のための倫理学の試み」、「グノーシスの宗教：異邦の神の福音とキリスト教の端緒」、「生命現象―哲学的生物学に向けて」などがあります。

（2）論文紹介

本論文でいう人体実験とは、これまで直せなかった病気を治すための薬の開発に伴う治験といった医学の進歩の観点から必要な実験を対象に論じられています。このような実験（治験）によって重大な副作用が生じるかもしれないことを考えたときに、「実験（治験）は、誰が、誰を対象に行うのが適切か」が主なテーマとなっています。

道徳の黄金律の１つに「自分自身にされたくないことを他の人にするな」がありますが、「自分がされたくない人体実験を他の人にしてはならない」ことや、医者や研究者は「望みのない患者であれば実験で用いてもかまわない」などといった詭弁の誘惑を排すべきことが述べられています。また、「治りたい人（従来の方法では治らないと目される人）から志願者を集めて、同意の上で、治験を行えばよい」といった「説明と同意」にも疑問を呈し、「同意は、譲ることができない最小限の必要条件ではあるが、十分ではない。ある程度の微集はやむをえないとしても、「誰が」、「誰に対して」微集を行うことが適切か」と問題提起がなされています。

「誰が」については、もちろん、科学研究者たちが行うことになります。研究・開発を行う意思を有し、判断する専門能力を有しているからです。しかしながら、彼らは利害関係をもつ当事者でもあります。このため、純粋に公共のためだけでなく、自分の職業的成功といった

利害（欲求）を持ちます。このため、自分に都合が良い呼びかけ（実際よりも安全を強調するなど）を行ってしまい、正しい同意とは言えなくなることを指摘しています。

「誰に対して」については、治験の内容とその必要性を最も理解している者、つまり研究者自らの集団を対象とする（呼びかけを行う側（第一者）と呼びかけられる側（第二者）を一致させる）ことがもっとも適切であるとしています。

研究者集団の中だけで実験ができるとは限りません。研究者集団以外から被験者を求める場合でも、最大限の同感と理解と自発性が期待される者、最も隷属性が少ない者を対象とすべきであり、「人間を物扱いすることの“不正”を“正”とできるのは、その実験理由に対する本当の同感があるときだけである。それによって、被験者はその実験における自分の役割を、単に許可するだけでなく、“意志している”ことになる。実験の目的を自分自身の目的として考える被験者の主権的な意志が、場合によっては非人格化が起こりかねないような状況においても、彼の人格性を回復させる。」と述べられています。さらには、病人を実験に用いなければ研究目的を達し得ない場合もありますが、病人の場合には、医師に対する依存的関係が生じるので、病人の“同意”は価値が半減する（応諾の質が低下する）と指摘しています。この被験者には、研究目的に最も同感し理解している患者、つまり、医師（研究者）であり、かつ患者である者が最も優先順位が高く、次いで、強い動機があり教育があり最も従属的でない患者がふさわしいとしています。この「最も強い動機を持ち、最も高い教育を受け、最も隷属性の少ない人たち」を最優先に対象とし、虜囚的な人々を先に対象とすべきでないことを「許容度の下降的序列」と表現し、“noblesse oblige”（高い地位には義務を伴うこと）の考え方であるとしています。大学において、研究者用の特殊な薬剤を、一般学生に使わせるべきで

ないことも、広い意味で「許容度の下降的序列」と言えるかもしれません。

「我々の子孫は、荒らされていない地球を残してもらえる権利を持っている。だが、新しい奇跡的な治療法を受ける権利は持っていない。我々が我々の行いによって彼らの相続財産を破壊してしまうとしたら、子孫たちに対して罪を犯すことになる。」と書かれています。この文章の前半と後半の非対称性が最も重要なことかもしれません。ページが限られていることもあり、これ以上の引用は差し控えますので、ぜひ、この論文をお読みいただくことをお勧めいたします。

6. おわりに

メーカの方々とお話をすると、「ISO/IEC Guide51に示される“許容”とは何か」、「ユーザに“許容”してもらうにはメーカとして何をすべきか」が話題になります。もとより、製品のリスクによってやるべきことは異なると思います。ユーザが製品の危険性について十分理解してメーカに発注している場合と、大量製品の場合も異なると思います。今のところ答えを有していませんが、今回ご紹介した２冊の図書は重要な糸口を示していると思われます。

「第三者や社会に危害を及ぼさないものづくり」が重要であることを感じます。前もって「説明と同意」の手続きを行うことはもとより、これに留まることなく、「同意ではなく、同感を得られるものづくり」に変わっていくことが必要なのではないでしょうか。以前、体に障害があって自由に外に出られない人が「外に連れて行ってくれるロボットが欲しい。リスクは自分で判断する。」と言っていました。同感が得られる製品とは、このような製品なのではないでしょうか。

7. ご紹介した図書

(1) 宇沢弘文：宇沢弘文の経済学－社会共通資本の論理，日本経済新聞社（2014年）
(2) H.T.エンゲルハート・H.ヨナスほか著, 加藤尚武・飯田亘之編：バイオエシックスの基礎―欧米の「生命倫理」論，東海大学出版社（1998年）

註
[1] state of the art（到達技術状況）：ある時点での科学、技術及び経験を結集した知見に基づいた製品、プロセス及びサービスに関する技術力の到達段階（ISO/IEC Guide2：2004）

Automotive SPICEについて

ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ株式会社　**田 渕 一 成**
（システム安全専攻　３期生）

近年、環境基準、安全基準の強化、インフラと連動した新たな技術の導入、顧客ニーズの多様化など、自動車を取り巻く環境は大きく変化している。それに伴い、自動車に搭載される電子システム（以下、車載システム）の高度化・複雑化や、開発規模の増大が急速に進んでいる。この開発規模の増大は開発の環境にも変化をもたらし、完成車メーカーから開発委託先の一次請けサプライヤー、そして二次、三次と複雑な受委託構造の中で開発が行われるようになった。さらに経済的環境の変化から、言語や文化を超えた受委託も多く行われており、従来のような開発者同士の長い関係の中で培われる阿吽の呼吸による開発は、もはや通用しない場合が多い。

その結果、開発者の間での経験やスキルの差、経験や習慣の違いなどから、誤解釈や想定漏れ、伝達漏れ、誤りの見逃しなど、ヒューマンエラーに起因した不具合のリスクが急速に高まったのである。つまり、開発委託先の品質が自社製品の品質に大きな影響を与えるのである。

このような問題は、日本以上に多様化した環境を持つ欧州で早くから顕在化しており、開発プロセスに対する評価や改善が重要視されるようになった。そして、プロセス改善やプロセス評価の業界標準として、2005年にAutomotive SPICEが発行されたのである。

その後、欧州では完成車メーカー各社が相次いでAutomotive SPICE対応を開発委託先との取引条件として掲げるなど、Automotive SPICEが広く活用されるようになった。

また、2011年に発行された車載システム向け機能安全規格ISO 26262にもAutomotive SPICEが大きな影響を与え、ISO 26262対応の基盤としてAutomotive SPICEが位置づけられている。

そして、昨年2015年は、Automotive SPICEの初版が発行されて10年目に当たる節目の年であると同時に、車載システム開発の今後の新たな土台となるべく、Automotive SPICEがバージョン3.0にアップデートされた。

本投稿では、車載システム開発の分野におけるAutomotive SPICEの位置づけや構造に触れながら、Automotive SPICEの活用について解説する。

Automotive SPICE の誕生とその構成

Automotive SPICEの詳細に触れる前に、まずSPICEについて紹介する。

SPICEとは、Software Process Improvement and Capability dEterminationの略であり、プロセス改善とプロセス能力評価のためのフレームワークとして策定されたISO/IEC 15504の通称である。

このISO/IEC 15504をプロセス改善やプロセス能力評価に活用していくに当たり、航空宇宙、医療、金融などそれぞれの分野で業界特化版SPICEが策定されていった。その一つが車載システム向けに策定されたAutomotive SPICEである。

Automotive SPICEは、ISO/IEC 15504 Part2のプロセス評価の枠組みを踏襲した上で、ISO/IEC 15504 Part5とISO/IEC 12207 AMD1, 2から車載システムの開発に必要なプロセスを引用しつつ、

車載システム開発固有のプロセスを新たに追加定義して策定された。

一般的にSPICEは、プロセス参照モデル（PRM）とプロセスアセスメントモデル（PAM）から構成されている。

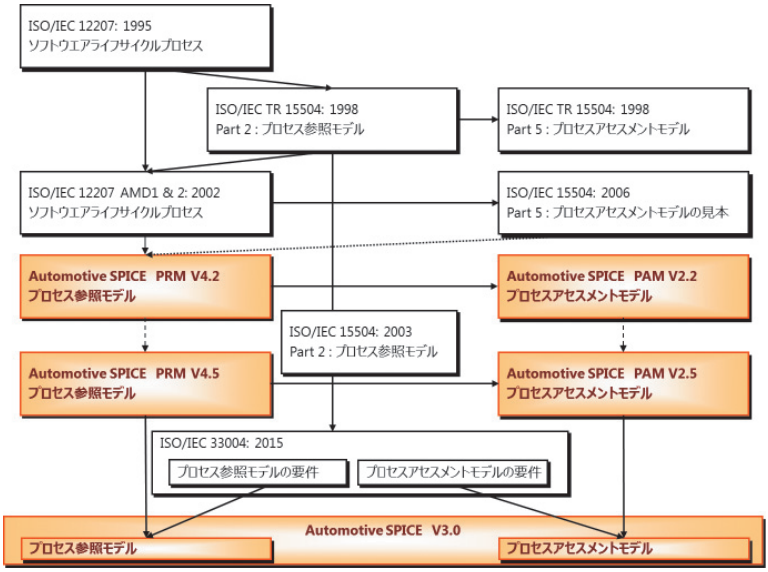


図1　Automotive SPICE策定の経緯
（出典：Automotive SPICE3.0実践ガイドブック）

前者のプロセス参照モデルは、組織固有のプロセスを構築したり改善したりする際に参考となるモデルであり、プロセスの実施目的や達成すべき成果が記載されている。

一方のプロセスアセスメントモデルは、目的と成果に加えて、それらを評価するための指標と測定の枠組みを定義しており、アセッサー（評価者）が開発プロジェクトのプロセス能力を評価する際に用いられる。

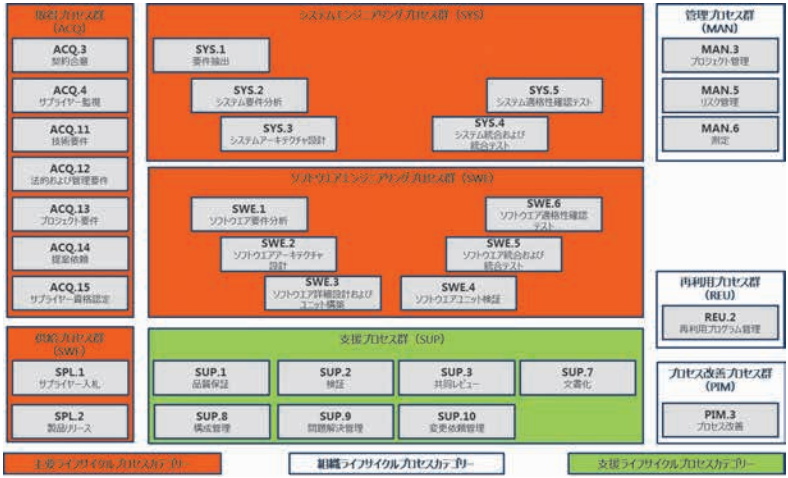


図2　Automotive SPICEのプロセス参照モデル
（出典：Automotive SPICE3.0実践ガイドブック）

なお、Automotive SPICEにおいても、従来これらは独立した文書として策定されてきたが、Automotive SPICE 3.0では、プロセス参照モデルとプロセスアセスメントモデルを内包した一つの文書体系に統一された。

また、ISO/IEC 15504の体系は、現在ISO/IEC 33000シリーズとして新たに策定されており、Automotive SPICEもV3.0からは、ISO/IEC 33004の要件に従って策定されている。

Automotive SPICEに基づいたプロセスアセスメントは、先述のプロセスアセスメントモデルに基づいて行われる。Automotive SPICE（ISO/IEC 15504-2の枠組み）に基づいたプロセスアセスメントでは、単一の開発プロジェクトを対象に、そのプロジェクトが実施した活動や作業成果物を、プロセス参照モデルに定義されたプロセス毎に評価する（能力レベルの評価）ことが一般的である。単一の開発プロジェ

クトを対象にする以外に、ISO/IEC TR 15504-7の枠組みに基づいて複数の開発プロジェクトの評価を通じて組織を評価する（組織成熟度の評価）方法も存在する。しかしながら、Automotive SPICEに基づいたプロセスアセスメントの目的の多くは、組織全体の平均点がいかに高いかというよりも、着目しているプロジェクトが適切な活動を実施し、適切な作業成果物を作成していることを個別に評価し、製品個別の品質、安全性を保証したいという点にある。

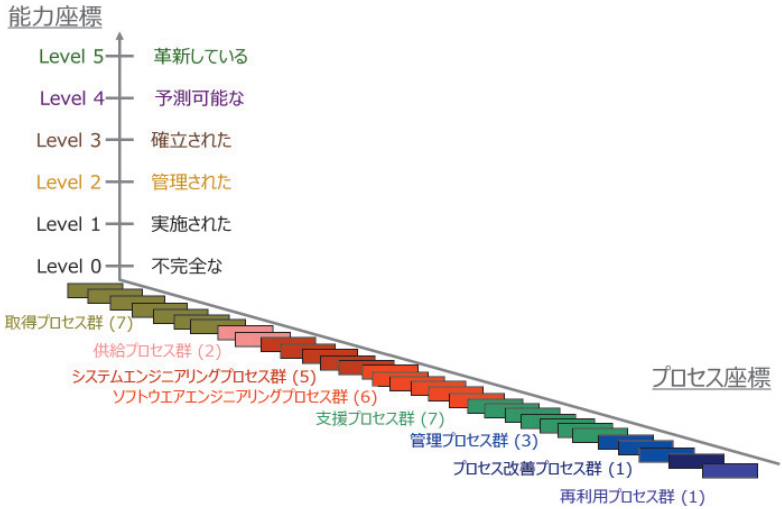


図3　Automotive SPICEの二次元座標
（出典：Automotive SPICE3.0実践ガイドブック）

Automotive SPICEに基づいた能力レベルの評価では、図３のように各プロセスに対して能力レベル０から５までの６段階の評定が行われる。

表1　Automotive SPICEの能力レベル

能力レベル	状　　態
5	現在、将来の事業目標を満足するために継続的な改善が行われている。（改善が文化として定着した状態）
4	プロセスの効果を保証するために、定量的な尺度に基づいた活動の制御が行われている。（定量的に制御された活動）
3	プロセスの効果を発揮するために、組織標準プロセスを確立し、プロジェクトへ適切に展開している。（組織で標準化された活動）
2	プロセスを実施するために、活動が管理（計画、監視、調整）され、作成された作業成果物が管理（確立、制御、維持）されている。（プロジェクトとして管理された活動）
1	プロセスの目的を達成するための最低限の活動が行われている。（個人レベルの活動）
0	プロセスの目的を達成するための最低限の活動も行われていない。

これらの能力レベルのうち、欧州の完成車メーカーは開発委託先への取引条件として、能力レベル３（最低２）を求める場合が多い。能力レベル３が達成された状態とは、組織として標準プロセスが確立した状態であり、将来新たな開発プロジェクトを委託する場合にも、ある程度の品質が期待できるためである。

Automotive SPICE を活用したプロセス改善

Automotive SPICEには、プロセス毎に達成すべき成果（プロセス成果）と、プロセスを横断的に達成すべき成果（達成成果）が定義されており、これらの達成度合いを確認することで先述の能力レベルが評価される。この達成度合いを確認するために、Automotive SPICEでは基本プラクティス、共通プラクティスと呼ばれる観点がまとめら

れている。これらは、実施すべきことをいわゆるベストプラクティスとして集約したものであり、基本プラクティス、共通プラクティスを自組織の活動に置き換えて解釈することで、プロセス改善のヒントに活用することが可能である。

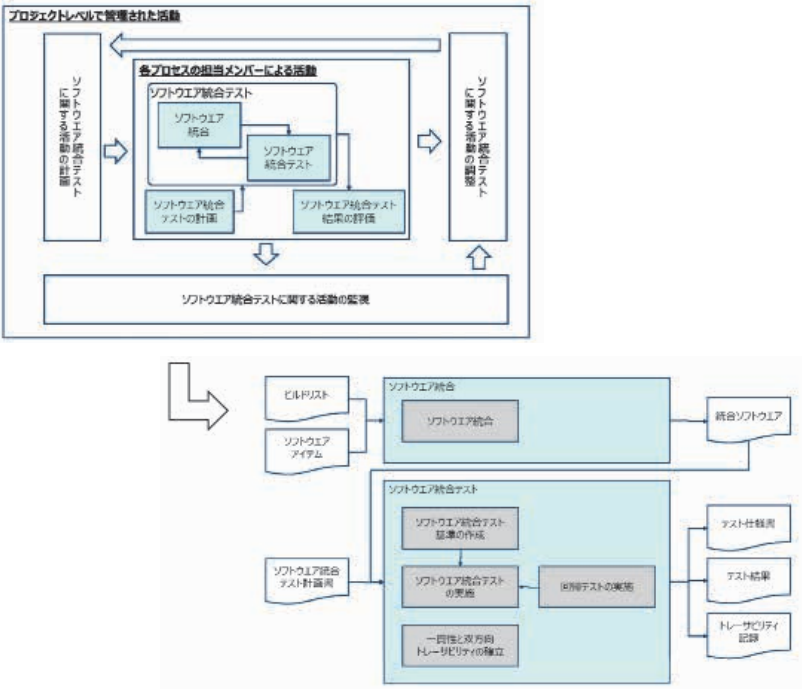


図4　ソフトウェア統合テストの解釈例
（出典：Automotive SPICE3.0実践ガイドブック）

車載システム開発が抱える課題とAutomotive SPICEの今後

冒頭で述べた車載システムの高度化、複雑化は現在も過渡的な状況にあり、日々、新たな技術が導入されたり、新たな組み合わせが生まれている。中でも、車対車もしくは車対インフラといったネットワークの多様化や、自動運転技術の導入によって、安全性だけでなくセキュリティのリスクへの対策が求められている。さらには、車載システムの複雑な組み合わせによって、単一のシステムに不具合が存在していなかったとしても、その組み合わせ方によって事故を誘発するようなケースも懸念されるようになった。このような背景からAutomotive SPICEに新たにプロセスやプラクティスの定義を追加し、機構設計や回路設計などソフトウェア以外のエンジニアリング領域に拡張する動きも出始めている。

【Automotive SPICEの入手先】

http://www.automotivespice.com/download/（無償ダウンロード可能）

客員研究員活動報告

安全と規制緩和

安全安心社会研究センター　客員研究員　岩 岡 和 幸

昨年、そして、今年（2016年）初めと、安全に関して世間を騒がすニュースが、途切れず入って来る。食の安全、建物の安全、運輸の安全、そして、労働安全などなど…。超一流企業から中小零細企業まで、あらゆる企業が安全を脅かしている。我々、安全分野に敏感な活動家は、いろいろなルートからそれなりに多くの情報を手に入れる事が出来るが、一般市民が目や耳にするのは、テレビやインターネットのニュースや新聞で大きく報道されるほんの一握りである。

私は、これらの安全に関する事故には、『規制緩和』という問題が、常々付きまとっているように思えてしかたがない。規制緩和とは、産業や事業に対する政府の規制、関与を縮小することを言い、市場主導型の産業のあり方が望ましいとされる。その際にとられる基本的な政策手段のひとつで、市場競争を促進し経済活性化を果たすためとされている。金融、航空、通信、鉄道、雇用、郵政等、規制緩和によって日本の中で次々と競争力を高めてきた企業が立派に成長し、今や、日本のトップクラスの企業が多く存在して来ている。私は、基本、この考え方には賛同する。そして、これらに携わる分野は、全て安全という重要なキーワードが根底にあると考える。

金融、通信に関しては、安全という言葉よりセキュリティーと言う方がわかりやすいだろう。航空、鉄道等は、LCCの出現と国鉄の民営

化で、安全に関して、かなりの企業間格差が生じている事は明らかである。

恐らく、この規制緩和が始まった時は、一定のルールを作った為、安全規制だけは守られると信じていたのだろう。しかしながら、そのルールを守れない企業がどれだけあって、ルールを軽視（または、破って）してまで競争しようとしてくる企業をどのように対処して行くのかの議論がなされたのだろか？　その結果、事故が起きてからの対処、その手前には必ず犠牲者、被害者がいる。そして、対応策として、新たなルールが作られる。結果、後手に回り、ややこしいルールばかりが残ってしまう。結局、これは、規制社会に戻って行っているのではないか？

我々、国民の最大の利益は、安全／安心の循環型社会である。もちろん、企業の利益も必要なのは百も承知。しかし、社会の安全／安心がなければ、企業の存続すら危ぶまれる。

2016年の春から、電力の自由化が始まる。もし、大規模停電が起きれば？　現代社会において、長時間、電気が来ないなど想像が出来ない。以前、アメリカで起きた大規模停電事故が、日本でも起きればどうなるのか？　全く、想像がつかないが、恐らく、また、犠牲者、被害者が出るのかと想像する。また、今後、雇用に関して、もっと踏み込んだ自由化（移民政策？）がなされるかもしれない。『備えあれば憂いなし』の言葉の通り、私たちは、今以上に、安全な現場作りに邁進しなければならないと考える。

客員研究員活動報告

安全設計をブームから経営方針へ

安全安心社会研究センター　客員研究員　大 村 宏 之

筆者が所属する“(一社)日本食品機械工業会”では、安全設計に関する定期講習会（以下、安全講習）を５年前より開催している（昨年本誌第５号参照)。今年の安全講習には、例年の1.5倍を超える多数の方々より受講申込みを頂いたため、既設の講習に臨時講習を加え対応した。実はこの安全講習はネットを使ったPRを一切行っていない。紙媒体のパンフレット配布のみだ。

このように安全講習の受講希望が急増した背景は、偏に2014年に厚労省が出した通達「設計技術者、生産技術管理者に対する機械安全に係る教育について（以下、安全教育通達)」によるものと筆者は考えている。安全教育通達は、設計技術者に対して40時間、そして機械使用者（生産管理者）には15時間の教育を求めている。

安全講習は2014年まで､「安全設計基本概念」「リスクアセスメント」「システム安全入門」「制御盤設計」「取扱説明書」の5テーマで実施してきた。2015年は、これらに「安全防護」「制御系の安全関連部」を加え、安全教育通達への整合を図った（表１)。

この安全講習会は、業界が異なる方からも申込みを頂いて、盛況になると共に、長岡技術科学大学が中心となって運営するSSE認証制度にも関心を持って頂ける企業も増えてきた。全講習を終えた後、「受講者をSSE-アソシエイトの試験を受けさせたい」と複数の企業から

相談が寄せられたのである。

筆者は2013年より、食品産業界の技術者に向けてSSEの受験を勧めていたが、SSEは公的な資格ではなく、取得による直接的な、あるいは目に見える便益性もない。そのため多くの技術者は受験に関心を示さなかった。だが、40時間もの講習を複数の社員に受けさせた企業は、負担した費用に見合う目に見える成果を欲するようになった。その成果としてSSEに着目したようだ。

業界の中に一層前向きに安全設計を捉える意識が高まる良い流れが生まれつつあると筆者は感じている。だが、教育による目立った経営上の効果がなければ、この流れは数年で途絶える可能性もある。

それを防ぐ一つの方策は、SSEの社会への浸透だと考えている。SSEの有用性をユーザ業界が認めれば、機械装置メーカが経営方針として安全教育を考慮するように変わるのではないか、と筆者は期待する。2016年は、ユーザへのPRを考えたい。

表1　(一社)日本食品機械工業会「国際安全規格対応講習会」と安全教育通達

日食工 講習会科目 / 要領(安全教育通達)	従来から実施している講習会					新設した講習会	
	基本概念	リスクアセスメント	システム安全入門	制御盤設計	取扱説明書	安全制御	安全防護
1. 技術者倫理 (1h)			1h				
2. 関係法令 (3h)	2h		1h				
3. 機械安全原則 (6h)							
(1) 国際安全規格の種類と概要	4h		3h				
(2) ISO12100 の内容							
(3) IEC60204-1 (5h)				5h			
4. 機械設計・製造段階の RA とリスク低減 (18h)							
(1) RA 手順		3h	1h				
(2) 本質安全設計		3h		1.5h		1h	
(3) 安全防護・付加保護方策							6h
(4) 使用上の情報の作成					4h		
(5) 制御 ISO13849-1 (5h)						5h	
5. 機械に関する危険性等の通知 (2h)					2h		
講習会科目の時間数	6.0h	6.0h	6.0h	6.5h	6.0h	6.0h	6.0h

客員研究員活動報告

「チャレンジャー号事故」から30年

安全安心社会研究センター　客員研究員　大 賀 公 二

30年前（1986年）の１月28日、米国フロリダ州ケープカナベラルのケネディ宇宙センターから、NASAのスペースシャトル「チャレンジャー号」が打ち上げられたが、発射から73秒後に空中分解し、乗組員７人が死亡。事故調査の結果、固体燃料ロケット密閉用Oリングの欠陥が事故原因であるとされ、シャトル計画は、その後1988年９月29日にディスカバリー号が打ち上げられるまでほぼ３年間中断された。

現在、NASAでは追悼30周年の記事が公開されている。1967年１月27日はアポロ１号火災事故、2003年２月１日はコロンビア号事故と続くため、NASAでは毎年この時期に、過去の悲劇を忘れないよう追悼イベントも行っている。

チャレンジャー号事故は、安全工学、内部告発の倫理、コミュニケーション、集団的意志決定、集団思考の危険性などの研究においてしばしば事例として取り上げられているため、詳細については割愛する。

発射を世界中が見守る中、起こった悲劇。これを機にNASAは危機管理に対する考え方を大きく変えた。のちに同じ意思決定が原因での事故が起こってはいるものの、NASA内の報告構造とリスクに対処する際の意思決定のプロセスを大きく変化させたとされている。

チャレンジャー号事故後に、レーガン大統領は、元国務長官ロジャー

スを委員長とする「大統領事故調査委員会（通称ロジャース委員会）」を設置した。チャレンジャー号の打ち上げを決行するに至った意志決定過程に深刻な瑕疵があったとして強く批判した。ロジャース委員会はNASAに対しシャトル計画の安全性に関する９項目の勧告を行っている。

チャレンジャー号の事故の後、NASAではいくつか顕著な改革を実施してきたが、2003年にコロンビア号空中分解事故が発生した際、コロンビア号事故調査委員会は、NASAはチャレンジャー号の教訓からほとんど何も学ばなかったと断定した。「チャレンジャー号事故の責を負うべき制度的な失敗の根本原因は正されておらず」、チャレンジャー号の事故を引き起こしたのと同じ「意志決定過程の欠陥」が、17年後にコロンビア号の事故をもたらしたとした。

組織文化とはその組織の機能を特徴付ける、基本的な価値、基準、信条、そして慣習のことである。その組織の構成員が業務を遂行する際に前提とする概念を組織文化という。その力は強く、組織改革や経営者の交代を経ても存続し続けるともいわれる。

近年、製品事故や製品の品質不良が引き起こす問題が大きな注目を集めている。製品事故あるいは品質にかかわる問題のリスクは経営上非常に大きな問題となる。

このようなリスクに対応するためには、(1)製品事故・品質不良の予防に関わる活動と、(2)実際に事故・品質不良が起こった場合の対応（クライシス・マネジメント）、そして、(3)実際に事故・品質不良が起こったことを契機とする組織的プロセス改善の３つに分けることができるだろう。これらを支えるのが組織文化であると考える。

チャレンジャー号事故から30年、安全確保のための組織文化とはどうあるべきかを再考したい。

客員研究員活動報告

学校教育段階からリスクセンスを磨く重要性
～安全工学研究発表会に参加して～

安全安心社会研究センター　客員研究員　**徳 田　　仁**

この度、福田隆文先生のご推薦により、安全工学会主催第48回安全工学研究発表会（平成27年12月３日～４日　朱鷺メッセ（新潟市））にて実行委員を仰せつかりました。会場となった新潟では天候が荒れ、風雨にさらされた２日間となりましたが、熱気と中身のある充実した研究発表会となりました。ここでは、私が気になった論点をまとめるとともに、その遠因となっている事柄について私なりの考えを記したいと思います。

そもそも安全に対しては、継続的かつ愚直に取り組むことが求められますが、事故やインシデントは起こりうるわけであり、安全性の認知は信頼と一対になっていると言わざるを得ません。そのためには、リスクセンスを磨くことや想定外といわれる因子の一つひとつに対応していく必要があります。

ここでは、リスクセンスを磨く為の前段階といえる若年層を中心とした危険に関する感受性の低下について考えてみたいと思います。このことは団塊世代の退職による技術・技能の伝承が円滑に行われなかったことや、その時々の経済情勢によってバランスのとれた採用ができず、結果として年齢構成がいびつであるといったことにより起因して起きているという見解があります。しかし、本当にそれだけでしょうか？

私は高校の教員を長年やっておりますが、最近の生徒について感じるところがいくつかありますので、このあたりについて少し述べたいと思います。世代が違うと言われればそれまでですが、現代の若者は幼少時から屋外での遊びやモノを作るといった経験が極めて少なく、また危険なことには親を含めた大人が近づけさせないといったことがあります。実際、マッチが擦れない、バルブの開閉の方向がわからない、ねじの締め付けや緩める方向がわからない、ガスバーナーで適切な火力に調節することができないといった高校生はかなりの数、実在します。また、事前の指導によりその危険性を知りながらも、熱くなっているガラス器具に触れるといったリスクテイキング行動も見られます。世の中が便利となり代替できるモノの普及により、そういった経験をすることなく歳を重ねているのが今の若者たちといえるのです。

小・中学校では教員の演示実験のみによる児童・生徒の体験そのものの減少が、高校では実験を行うことよりも偏差値や学力向上のみに目が向いている知識偏重教育による弊害が危険に対する感受性をいっそう弱めている一因であると考えています。危険を学ばせる為には、危険予知やヒヤリハット活動はもちろんですが、やはり実際に体験し体感することが重要であり、何かやる前に考え、こうやるとこうなる、こうなってしまうといったことが頭に想定できないことに対し対策が必要であると思います。

ドイツの学校では、健康・環境・安全といった日々の生活に潜むリスク全般を総合的に学ぶ機会がありますが、我が国の教育界で昨今、注目を浴び、その実施と結果が期待されているキャリア教育の一環として捉えリスクに関する教育を実施していく必要があるのではないでしょうか。脳は経験によって成長するものであり、幼児教育から発達段階に応じた知識や技能の集積を果たしていく必要があります。まだまだ我々がこれからやらなければならないことは沢山あるのです。

客員研究員活動報告

機械安全の資格制度の動向

安全安心社会研究センター　客員研究員　**松 浦 裕 士**

機械安全の本質を正しく理解し、機械安全に関する知識と能力（コンピテンシー）を持つ技術者が存在しない限り、機械の安全化は難しく結果として機械安全は普及しないと考える。

昨今、機械安全の資格制度や技術者の知識取得への関心が高まっており、機械安全講習会への参加数や資格受講者も増加している。例えばセーフティアセッサ制度[1)]の資格者数は、2013年までは毎年1,000名前後増加していたが、昨年度は1,500名以上増加し、2015年度はそれ以上の増加見込みであり総資格者が１万人超す勢いである。

主な要因としては、昨年本誌第５号でも芳司先生が紹介していた厚生労働省から業界団体への要請文書「設計技術者、生産技術管理者に対する機械安全に係る教育」（平成26年４月）の影響が大きいと考えるが、それ以外に企業が安全に係わる作業を資格（知識と能力）と紐づけた安全基準書が見受けられるようになってきている。

資格制度が普及する為には、資格保有者の業務上での活用と広く業界、市場での認知がキーとなると考えていたので、この２つの変化は、機械安全の普及、浸透に繋がると期待している。

国内工場のみならず世界各国の工場で、安全資格に紐づいた安全基準書での運用を考えているグローバル企業は、安全資格制度をグローバルで活用できるように要望している。

セーフティアセッサ制度では、そのような要望に対して日本から現地に講師を派遣し通訳を介して講習会、認証試験を実施していたが、本来のグローバル化ニーズは現地での講習会、認証試験の定期開催、現地講師による現地語テキストによる運営である。

この要望を実現する為には、グローバルで安全に係わる要員の知識、能力を客観的に示した国際基準に沿って、現地機関が評価する要員認証制度が必要であるが、機械安全においてはそのような制度はない。しかしながらIECでは防爆安全においてはIEC規格を適用規格とした国際的な要員認証システム（IECEx Certified Persons Scheme）が運営されており、機能安全においても同様の制度検討が始まっている。

そのような状況のなか、我国においても一昨年から経済産業省の委託事業として「機械安全に関する能力基準の定義に関する国際標準化」の委員会が発足し、欧米の安全資格制度も考慮した機械安全における能力基準の標準化提案の準備を進めている。

またタイでは、タイに適合するようにアレンジしたセーフティアセッサ制度の基礎レベルのベーシックアセッサ資格を現地の泰日技術協会（TPA）が2015年10月からタイ人講師、タイ語テキストで講習会、資格認定試験を開始し、上位資格の開始準備を進めるなど、日本から安全資格制度のグローバル化へ動きだしている。

長岡技術科学大学が中心として運営されているシステム安全エンジニア制度も、昨年度システム安全・アソシエイトという基礎的なレベルの資格制度が新設され対象も拡大しているので、今後は、両資格制度の特長を生かしながら協力して、機械安全の更なる普及とともに資格制度、教育が充実していくことを期待する。

1）（一社）日本電気制御機器工業会が日本認証㈱、安全技術応用研究会、テュフラインランドジャパン㈱の協力をもとに機械安全の知識、能力を有することを第３者認証する資格制度として運営している。

客員研究員活動報告

防災・減災におけるリスクアセスメント

安全安心社会研究センター　客員研究員　**奥 田 真 司**

阪神・淡路大震災から20年、東日本大震災から５年。今また、首都直下型地震,東南海地震の発生確率が大きくなりつつあり、火山活動も活発化、さらには地球温暖化による異常気象が身近に感じられるようになってきた。現在、私は居住地域において、防災士として県の防災アドバイザー、市の社会人教師などで防災教育を行っている。

昨今、各地域においては自主防災活動のなかでもっぱら「減災」が多く語られるようになってきており、その内容を御報告する。

では、防災と減災はどう違うのか。

「防災」は以下のように**災害対策基本法に規定されている**。

第二条：この法律において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一　(略)

二　防災：　災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及び災害の復旧を図ることをいう。

それに対し、「減災」は自助・共助を原則、災害や突発的事災害は必ず来るという前提で、被災した場合、被害を最小限にするための平時の取り組み。

「防災」が行政主体、発災後の対策重視、「減災」は住民主体、発災前の対策重視で、重なる部分で行政は住民への減災指導、住民は減災の取り組み結果から行政に要望を出し、互いに協働して減災力をつけることになる。

たとえば**防災**は、津波を堤防などの施設によっていわば力で抑え込んで被害を防ごうという考え方であり、これに対して、**減災**は自然の大きな力をかわしたり、和らげたりしながら、被害を完全に防ぐことはできなくとも、最小限に抑えることを目指す考え方である。いわば危険性が許容可能な水準に出来る限り近づけていこうということが言える。これはリスクアセスメント、リスクマネジメントと同じ考え方と言えるだろう。

その手法においても、大きくは居住地域の地図を利用して考えうるハザードを洗い出し、リスクの評価を実施して避難経路の選定などを行う。小さくは、自宅内でのハザードを以下のような観点で想像力を働かせて洗い出し、対策ができるものは対策を実施する。

立っている物は倒れる！　吊っている物は落下する！　高い所にある物は落ちる！　丸い物は転がる！　動く物には挟まれる！　回転する物には巻き込まれる！　等であり、要は「人間は間違える・機械は故障する」を言い換えたようなものである。基本的にリスクアセスの考え方で説明すると理解してもらいやすい。今後も大いに活用していくつもりである。

写真：DIG実施時の演習地図

客員研究員活動報告

病院にひそむ狼少年

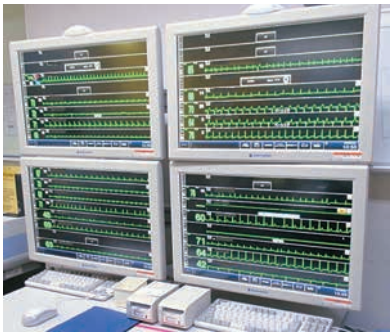
安全安心社会研究センター　客員研究員　**野 沢 義 則**

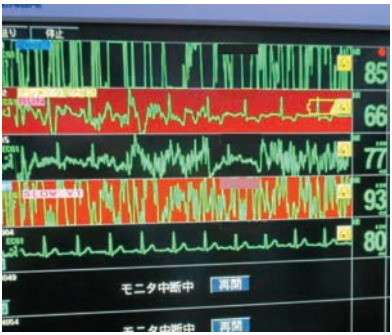
病院では多様な医療機器を使用している。中でも24時間365日休まず活躍する医療機器、それが生体情報モニターである。生体情報モニターは、心電図、呼吸、酸素飽和度、血圧など生体の変化を表示記録すると共に、異常時にはアラームで教えてくれる。医療には欠かせない重要な医療機器であるが、過去にアラームを聞き逃した医療事故の報道が世間を驚かせた。今回、生体情報モニターのアラームについて考察してみる。

工場設備や交通システムのアラームは滅多に鳴らないと個人的に思っている。しかし、生体情報モニターのアラームは、いつも鳴りっぱなしと言っても過言ではない。ある病棟の生体情報モニターのアラーム記録７ヶ月分約53万件のデーターを解析した。驚いたことは、重篤なアラーム（致死性不整脈等のアラーム）はわずか約1.5%であった。53万件の67％がテクニカルアラームといわれる機器・センサー側の問題によるものであり、残りの33％は患者に起因するバイタルアラームであった。バイタルアラームは、数値が設定値を超える、あるいは、不整脈等の通常状態から逸脱した波形パターンを認識し発報する。バイタルアラームの中でも、体動やセンサー不良によるノイズ等を不整脈として誤認識している場合もあり、必ずしも医療スタッフの判断と一致しない。むしろ機器は、不確実な状況は発報の対象とし

ている。このことが狼少年に例えられる理由でもある。

アラーム件数から計算すると、約34秒に１回は何らかのアラームが発生していることになる。計算上、重篤なアラームは約39分に１回発生していることになり、不必要なアラームの間に重篤なアラームが潜んでいる事がわかる。医療スタッフは、他の業務を行いながら生体情報モニターのアラームに対応する。アラームが聞こえたらモニターを確認し､医療スタッフの判断により対応する。医療スタッフが､実際の波形を確認し単なるノイズやテクニカルアラームの場合は無視することがある。医療スタッフが音を聞いて行動する仕組みは、システム安全でいう危険検出型であり、スピーカー故障や他の雑音にて気づかない可能性もある。では、安全確認型で考えればスピーカーに頼らずモニターを常に監視することになる。しかし、医療スタッフ不足により専任の監視員が確保できない現状においては、この病棟にひそむ狼少年と共存するための工夫が求められる。テクニカルアラームを減らすため、電波環境改善、電極の貼り替え、治療上必要な患者のみモニターを装着するルール作りなど、アラームの無駄鳴りを減らす対策を今後も考え活動したいと考える。





客員研究員活動報告

安全装置動作カウンタ

安全安心社会研究センター　客員研究員　**越前屋　睦**

産業機械の安全装置として、ライトカーテンや非常停止釦が使用されるのが多く見られるが、それらの機器が生産中に使用された回数をカウントしてみた。

最近製作した装置には、PLC：プログラマブル・ロジック・コントローラー（一般的にシーケンサと呼ばれる）の内部カウンタで安全装置が働いた回数をカウントするようプログラミングしてみた。ある装置Aを機械納入から半年後にモニタリングしたところ、非常停止釦を押されたのが２回、戻し釦を使用したのが18回となっていた。装置Aの非常停止釦は動力遮断と運転準備OFFの機能を有し、戻し釦は加圧シリンダーを上昇復帰位置に戻す機能になる。戻し釦は緊急回避をソフトウエアで制御するが、マニュアルモードで加圧シリンダーを下降させた時などの上昇端復帰にも使用できるため、両釦は危険回避が目的で使用されたかは不明であり、合計で20回使用されたことは事実であるが、怪我や災害は無かったことが確認できた。

別の装置Bでは、非常停止釦が機械納入から４か月で11回使用されていた。装置Bは納入直後からパーツのつまり不具合が多発していたため、その際に機械を止める目的で使用された可能性はあるが、装置Bは半自動機でオペレーターはパーツの一部を機械にセットしたら完成品が後部で排出される装置のため、もし安全装置が働くとしたらオ

ペレーターの前にあるライトカーテンによる停止が多くなるはずであるがライトカーテン遮光による機械停止回数はゼロであった。

このように、安全装置を実際に動作した回数をカウントする事で、装置の不具合の可能性もあるが、安全装置があったため実際に災害へつながらなかった可能性もあるのではないかと予想する。その回数を統計的に把握する事で、使用した経緯をリスクアセスメントへ反映することもできる。まだそのプログラミングされた装置は少なく、更にはこの「安全装置動作カウンタ」を客先へ訪問して確認できる機会が少ないため成果は出せていないが、同じユーザーや類似機械を納入する機会があれば確実に次の機械へのフィードバック情報になると確信する。

これは、平成26年４月15日　基案発0415第２号「機械ユーザーから機械メーカー等への災害情報等の提供の促進について」とも深く関係すると思われ、実際に機械ユーザーから機械メーカーへの情報提供が非常に困難なことから、労働安全衛生総合研究所の梅崎部長からヒントを得た対策の一つとなる。今後も「安全装置動作カウンタ」を搭載することでオペレーターやメンテナンス作業者などがどのような危険状態になったのか、また、その際の作業内容は何だったのか、ヒアリング等の調査をして行くことで、リスクアセスメントに反映することができる。

オペレーターは、非常停止釦を押すと装置の復旧に時間がかかったり、加工中の製品が不良品になるのを防ぎたい心理が働くが、非常停止釦を遠慮なく押せることも必要な側面になる。そのような心理に影響を及ぼさないようカウンタ数の扱いには配慮も必要になる。

客員研究員活動報告

異種業界に見た安全に関する意識差について

安全安心社会研究センター　客員研究員　今 枝 幸 博

筆者の職場移動に伴い、接する業界が大きく変化した。これに伴い、業界が違うことで安全に対する考え方に大きなギャップが有ることを感じたので皆さんに紹介したい。

これまでも広い分野の顧客との間で、引き合いや納入後のトラブルなど様々な場面で打ち合わせを行ってきた。その中で機械の安全性を向上させる事に熱心な顧客と、およそ生産性しか眼中にないような顧客があり、その差はかなり大きいと感じていた。とは言え、機械を扱う上で安全作業を心掛ける。作業基準は守るべきという部分をあからさまに否定されることは無かった。また、「機械は危険源を含んでいる」という認識は誰もが抱いていた。

ところが、産業、流通業界では常識？　とも言えるこの様な認識は、新たに接することとなった医療の業界では共有されていないということを強烈に認識させられた。

きっかけは、とある医療施設に納入していた小規模な電動機構を有する設備での事故である。職員の方が動作中の機構部に手を差し込み、上腕を挟まれるという事故が発生したことによる。幸いにも近傍にいた別の職員の方が非常停止操作をされ、大事には至らなかった。

調査を行ったところ、そもそも設備のリスク低減方策に問題があり、更には不十分ながらも施されていた安全対策が使用中に誤検出をする

ようになり、正常に機能していなかったと言う問題点が調査の中で明らかになった。最終的にはこれらが不十分だったために被害者が上腕を引き込まれるに至ったわけであるが、それ以外にも調べて行く中でこれまで感じたことがない違和感を抱いた。

人と機械の関わりが生じる中で作業者の安全を担保するためには、本質的安全設計方策を除けば、機械の必要機能を満足した上で空間的な分離または時間的な分離をどのように実現するかしかない。

医療施設での業務の中で、作業性を最優先するのは人命が関わっているので当然であるが、全てを同一視して現実の設備を理想視し、そこには危険源がないものと錯覚しているのではないか。

実際の作業状況を確認してみると、

a．設備側でも人との分離をするために扉が付いているが、扉をいちいち開閉操作はできないとして、開状態のままで作業可能の仕様としている。

b．装置側の動作完了前に手を挿入して人側の作業をしている。

と言った作業が常態化していた。

機械は動力を使用しており、動作速度が比較的に遅い場合には一見すると危険性を過小視するが、動力が人体に作用した途端に大きな事故を引き起こす。

今回紹介した事例は元来医療施設向けの設備ではないが、ニーズがあることから医療施設仕様として外装をステンレス鋼板に変更したものである。その一方で、販売する側も導入する側も、設備の使い勝手や操作の意味が何なのかを伝達、協議することを怠っていたと思われる。「機械に関する危険情報の通知」の重要性を実感した。

客員研究員活動報告

中国における運輸事業の交通事故調査について

安全安心社会研究センター　客員研究員　張　坤

欧米では、交通事故の態様、原因分析などを行うために個別の事故についての詳細なデータベースが構築され、公開されている。筆者は中国における交通事故についても同様の原因分析を試みたいと考えているが、現時点では、中国には個別事故データが公開されている交通事故情報システムが存在しておらず、唯一利用できる情報源は中国国家安全生産監督管理総局の労働災害事故データベース（Work Safety Accident Database: WSADB）である。名称が示す通り、これは労働災害事故に関するデータベースであり、労働災害として発生した交通事故のみを扱っているにすぎないが、交通事故の具体的な姿を知ることのできる唯一の情報源である。

WSADBは、労働災害事故を炭鉱事故と非炭鉱事故（運輸事故、化学事故など）の２種類に分け、死亡重傷などの重大事故を中心に、2000年から毎日速報としてWebで公表されている。筆者が“交通事故”をキーワードとしてWSADBを検索したところ、2004年から2014年までの間に発生した非炭鉱事故には8,155件の交通事故が含まれていた。そこで、筆者はこのデータベースを用いて中国の交通事故の実態分析を行っている。

図１に中国道路交通事故統計年報（2012）による全国ベースの交通事故件数（2004 - 2012）とWSADBから収集した交通事故件数

（2004 - 2014）の推移を示した。交通事故の総数は徐々に減少しており、運輸事業事故件数も減少傾向にあるものの、傾向線は必ずしも一致した傾向を示していない。

図1 交通事故と運輸事業者事故件数の推移

図２は、WSADBに基づく交通事故の地域分布を示している。第１位は西南地区であり、全国比で32％を占める。これに次ぐのは華北地区（20％）、華南地区（17％）である。また図３は、WSADBに基づく交通事故の事故形態別の構成比である。全体の６割を占めているのは衝突事故（正面、側面、追突など）であった。

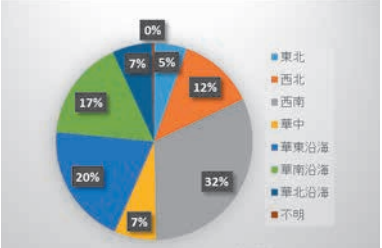


図2 WSADBによる事故発生の地域分布

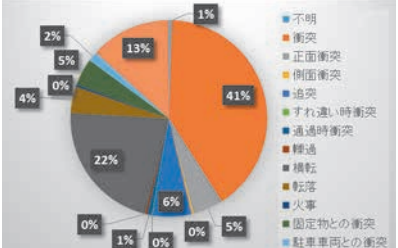


図3 WSADB事故形態の分類

今後、交通事故発生場所の道路環境やその他の事故原因の特徴などについて分析を進め、別の機会（次回）に結果を紹介したい。

客員研究員活動報告

ソフトウェア再利用と安全

安全安心社会研究センター　客員研究員　**櫻井　剛**

特定の開発対象システムではなく、その構成要素を汎用的かつ繰り返し利用可能なものとして開発する場合、幅広い要求に対応しなければならない。想定されるユースケース全ての要求を単一手段で実現できるとは限らず、特に用途により判断基準が異なるような場合には、振る舞いの切り替えなどによる対応も必要になる。

これらの要素（再利用対象）は、要求や判断基準、ユースケースなどに関する「仮定」に基づき開発される。汎用性を追及すると複雑さが増すため、何らかの属性の切り捨てによる抽象化のアプローチを伴うことが多い。抽象化により取り扱いは容易になるが、具体性が乏しくなり、また、後に特定システムに適用する時、仮定の適合性が問題となる。当然、適用先を限定しない再利用対象単独では、安全やセキュリティに関する議論は難しい。条件を限定する情報が少なければ広い範囲の考慮が必要となり、議論が困難にもなる[1]。

一方、「限定」は一見働いているように見えて実は働かないこともある。例えば、自動車分野でのモデルベース開発（MBD）とは、ある特定の開発ツールを用いた開発を暗黙で指すことが多い。しかし、他のツールや方式（例：状態遷移図）も用いられる。結果として、限定された情報の授受に齟齬が生じ、仮定の適合性の評価を妨げられる。自然言語の限界とも言えるであろうが、開発の流れとそこで授受され

る情報が形式化される場合は、対処は相対的に容易であろう。

これらの背景から、現在、開発の流れと情報が形式的に規定できるようなソフトウェア（SW）のある分野を対象とし、抽象化されたものの具象化の変換過程で付加する限定のための情報の特定と、その「限定」が後の開発工程の成果物（各種検証結果など）に及ぼす影響（成果物の限定への依存性）について、その表現も含め検討している。SWの抽象化レベルや切り口は多様であるため、再利用の類型も表１のように多様である。当初、これを中心に検討したが、縦軸は変換過程を網羅的に形式化したものではなく、概念的なものであるため、参考に止める。なお、SWは、一般にシステムごとに異なる機能を実現するアプリケーション部分と、共通のプラットフォーム（PF）とに分類できる。本研究では、形式化度合いの高さ、再利用機会の多さ、業務への関連の高さから、PF部分を対象とする。本研究を通じ、最終的に、ISO 26262における再利用のためのコンセプト（SEooC: Safety Element out of Context [2]）における安全関連の仮定（SEooC assumption）を、前述の変換過程で付加する限定の情報と対応付け、その取り扱いを改善することを目指す。

表1　ソフトウェア再利用の類型の例（Table 1 [1] に加筆）

Reuse Asset	Reuse Entity	Domain Scope	Development Scope	Modification	Management	Approach
Ideas, concepts	Architectures	Vertical	Internal (in-house)	Adaptive	Accidental (ad hoc)	Compositional
Artefacts, components	Requirements	Horizontal	External	Black Box	Systematic (planned)	Generative
Procedures, skills	Designs			White Box		
	Specifications					Indirect
	Source Code					Direct
	Object Code					
	Test Cases					

例: 実行タイミングの付加
(CPU命令や実行コンテキスト確定による)

註

1．たとえ実際には議論が発散していなくとも、議論の当事者の思考可能な限界を超えれば発散したのと同じであり、それ以上の議論を継続できない。

【参考文献】

[1] ISO 26262-10: 2012

[2] F. Belli: Assuring Dependability of Software Reuse: An Industrial Standard
〈http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0004510600580063〉(2013)

平成27年度　安全安心社会研究センター主催の講演会等の活動

第12回特別講演会（明治大学大学院新領域創造専攻安全学系,
長岡技術科学大学システム安全同窓会との共催）

日　時：平成27年７月５日（日）　14：00－17：40
場　所：明治大学　紫紺館３階　S3-S4室
主　題：「子どもの安全を考える」
プログラム：
13：30　登録受付
14：00　開会／挨拶
14：10　講演１
演題：「常生活の科学に基づく傷害予防工学
～安全知識循環エコシステムの共創～」
講師：産業技術総合研究所　人間情報研究部門　西田　佳史 氏
15：30　休憩
15：40　講演２
演題：「子どもの死亡が多発した機械式立体駐車場の事故調査
―機械安全の原則を適用して―」
講師：消費者庁消費者安全調査委員会（機械安全３期生）
森山　哲 氏
16：40　講演３
演題：「労働安全と子供の安全」
講師：長岡技術科学大学　システム安全専攻　准教授
（システム安全２期生）　芳司　俊郎 氏
17：20　総合討論会
17：40　閉会

第13回特別講演会（明治大学大学院新領域創造専攻安全学系との共催，
長岡技術科学大学システム安全同窓会協力）

日　時：平成27年12月23日（水・祝）　13：00－17：00
場　所：明治大学　紫紺館３階　S3-S4室
主　題：「大規模・複雑なシステムの安全」
プログラム：
12：45　登録受付
13：00　開会／挨拶
13：05　講演１
演題：「化学プラントの重大事故とこれからの安全管理
～ 現場力の低下にどう取り組むか ～」
講師：東京工業大学　イノベーションマネジメント研究科
客員教授　中村　昌允 氏
14：20　講演２
演題：「福島事故とIAEA安全原則」
講師：長岡技術科学大学　情報・経営システム工学専攻
教授　中村　幸一郎 氏
15：35　休憩
15：45　講演３
演題：「電動化と知能化が拓く車の新時代」
講師：日産自動車株式会社　フェロー
テクノロジーインテリジェンス担当　久村　春芳 氏
99-10217：00　閉会

長岡技術科学大学における安全安心社会の構築に向けた取り組み

年	本学の動き	社会全体の動き
2001 (H13)	機械安全工学寄附講座	3月　平成13-17年度科学技術基本計画の理念として「安心・安全で質の高い生活のできる国」 5月　厚生労働省より「機械の包括的な安全基準に関する指針」
2002 (H14)	4月　大学院機械創造工学専攻に「機械安全コース」	
2003 (H15)		5月　専門職大学院設置基準 機械安全の基本国際規格ISO12100（機械類の安全性－設計のための基本概念、一般原則）発行 食品安全基本法公布（7月施行）
2004 (H16)	3月　「機械安全コース」第一期生修了	4月　文科省 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 7月　新潟・福島豪雨 10月　新潟県中越地震 12月　ISO12100に基づきJIS B 9700制定
2005 (H17)		安衛法が改正、リスク評価努力義務化（翌4月施行） 4月　個人情報保護法施行
2006 (H18)	1月　中越地震調査報告会 4月　専門職大学院「システム安全専攻」創設	技術経営関係専門職大学院10校によりMOT協議会発足 消費生活用製品安全法改正 危険性有害性調査の努力義務化 3月　厚生労働大臣がリスクアセスメントの実施による自主的な安全衛生活動の促進を図るための指針を公表
2007 (H19)	10月　新潟中越沖地震震災復興シンポジウム	5月　重大事故報告制度運用開始 7月　新潟県中越沖地震 7月　厚生労働省が「機械の包括的な安全基準に関する指針」を改正
2008 (H20)	3月　システム安全専攻第一期生修了 **4月　安全安心社会研究センター発足** 4月　博士後期課程情報・制御専攻に「安全工学コース」 7月　新潟中越沖地震一周年震災復興シンポジウム	

年	本学の動き	社会全体の動き
2009 (H21)	9月　本センターに客員研究員制度	9月　消費者被害を防ぐため、食品や製品の事故、クレームなどの情報を一元化した消費者庁発足
2010 (H22)	3月　システム安全エンジニア認定委員会（向殿政男委員長）との協力により「システム安全エンジニア資格制度」を創設、第一回試験を実施	
2011 (H23)	3月　「安全安心社会研究」創刊 4月　大学院博士課程に「安全パラダイム指向コース」	3月　東日本太平洋沖地震 東京電力福島第一原発で事故発生 7月　新潟・福島豪雨 8月　放射性物質汚染対処特措法
2012 (H24)	3月　「安全安心社会研究」第２号発行 3月　小千谷市と原子力安全対策支援パートナー協定締結 4月　大学院修士課程に「原子力システム安全工学専攻」	4月　厚生労働省が、機械譲渡者等が行う機械に関する危険性等の通知の促進に関する指針を公表 7月　九州北部豪雨 9月　原子力規制委員会発足 12月　中央自動車道トンネル天井崩落事故
2013 (H25)	3月　「安全安心社会研究」第３号発行 8月　高専生・教員を本学に招き「安全基礎工学」の講義を実施	2月　PM2.5対策で国が暫定指針 7月　原発の安全対策の新規制基準が施行 7月　山口島根豪雨 8月　京都花火大会で露店爆発事故 8月　気象庁が「特別警報」の運用を開始 10月　伊豆大島で土石流災害
2014 (H26)	3月　「安全安心社会研究」第４号発行	4月　厚労省が安全技術者への教育プログラムを提示。その中で、システム安全エンジニア有資格者は全てを修得しているとみなした 6月　消費者安全法、景品表示法の改正法が成立・公布 9月　御嶽山噴火
2015 (H27)	3月　「安全安心社会研究」第５号発行 3月　システム安全専攻修了生が100名を超える 10月　システム安全アソシエイト第一回試験を実施	5月　列島各地で火山活動活発化 8月　川原原発１号機が再稼働、原発ゼロ解消 10月　マンション傾斜、基礎工事のデータ改ざん
2016 (H28)	3月　「安全安心社会研究」第６号発行	1月　個人情報の保護に関する法律に基づき、個人情報保護委員会が内閣府の外局として設置される 4月　熊本地震 6月　改正労働安全衛生法施行 11月　福岡・博多駅前の道路陥没

「安全安心社会研究」第６号　キーワード索引

キーワード	タ　イ　ト　ル	頁
アルファベット		
Automotive SPICE	Automotive SPICEについて	68
ア行		
安全意識	異種業界に見た安全に関する意識差について	92
安全規制	安全と規制緩和	76
安全講習	安全設計をブームから経営方針へ	78
安全設計	安全設計をブームから経営方針へ	78
安全装置	安全装置動作カウンタ	90
安全な製品	“安全な製品”の設計　機械安全のための設計手法と事例	1
異種業界	異種業界に見た安全に関する意識差について	92
宇沢弘文	宇沢弘文の経済学　－社会的共通資本の論理－	58
運輸事業	中国における運輸事業の交通事故調査について	94
エビデンス	生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築	35
カ行		
学校教育	学校教育段階からリスクセンスを磨く重要性 ～安全工学研究発表会に参加して～	82
機械安全	“安全な製品”の設計　機械安全のための設計手法と事例	1
	長岡技術科学大学・機械安全寄附講座の事始め	20
	機械安全の資格制度の動向	84
規制緩和	安全と規制緩和	76
寄附講座	長岡技術科学大学・機械安全寄附講座の事始め	20
経済学	宇沢弘文の経済学　－社会的共通資本の論理－	58
減災	防災・減災におけるリスクアセスメント	86
交通事故調査	中国における運輸事業の交通事故調査について	94

キーワード	タ イ ト ル	頁
サ行		
災害法制	災害法制における人的公用負担制度の考究〈下〉	47
再利用	ソフトウェア再利用と安全	96
産業機械	安全装置動作カウンタ	90
資格制度	機械安全の資格制度の動向	84
事故調査	「チャレンジャー号事故」から30年	80
システム安全	長岡技術科学大学におけるシステム安全専攻設置の経緯について	23
自動車機能安全	Automotive SPICEについて	68
社会的共通資本	宇沢弘文の経済学　－社会的共通資本の論理－	58
情報基盤構築	生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築	35
人的公用負担	災害法制における人的公用負担制度の考究〈下〉	47
スペースシャトル	「チャレンジャー号事故」から30年	80
生活空間	生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築	35
生体情報モニター	病院にひそむ狼少年	88
設計手法	“安全な製品”の設計　機械安全のための設計手法と事例	1
ソフトウェア	ソフトウェア再利用と安全	96
タ行		
中国	中国における運輸事業の交通事故調査について	94
ハ行		
病院	病院にひそむ狼少年	88
プロセス	Automotive SPICEについて	68
防災	防災・減災におけるリスクアセスメント	86

キーワード	タ イ ト ル	頁
法律	災害法制における人的公用負担制度の考究〈下〉	47
ラ行		
リスクアセスメント	防災・減災におけるリスクアセスメント	86
リスクセンス	学校教育段階からリスクセンスを磨く重要性 ～安全工学研究発表会に参加して～	82
リスクの許容	宇沢弘文の経済学　－社会的共通資本の論理－	58
リスクマネジメント	生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築	35

「安全安心社会研究」PDF化のご案内

長岡技術科学大学 安全安心社会研究センターでは、安全安心社会の構築に寄与することを目的に、本センターの活動とその成果をまとめました「安全安心社会研究」を定期的に発行しております。

本誌をより多くの方々にご覧いただけるよう各号全文ならびに論文別にPDF化し、ホームページ（http://safety.nagaokaut.ac.jp/~safety）上に掲載いたしましたのでお気軽にご覧下さい。

なお、冊子送付をご希望される方は下記までご連絡下さい。

【連絡先】 長岡技術科学大学　安全安心社会研究センター
〒940-2188　新潟県長岡市上富岡町1603-1
Tel：0258-47-9754（直）
Mail：info@safety.nagaokaut.ac.jp

◉編集後記

安全安心社研究センター　センター長　三上　喜貴

システム安全専攻は、今年で創立10周年を迎える。2016年に専門職大学院技術経営研究科システム安全専攻として創設され、以来、毎年15人前後の入学生を迎え、今年の３月までに合計117名の終了生を世に送り出すことができた。社会人としてのプロフェッショナルな生活を送りながら、２年間にわたって大学で学びを続ける苦労は一入ではない。本人の苦労はいうまでもないが、家族の負担も決して軽くはなかったであろう。そうした条件下でとにもかくにもこれだけ大勢の安全のプロたちが、本学で学んで、更に一回り大きく成長され、社会において一層力強く羽ばたかれるお手伝いをできたことはまことに我々の光栄とするところである。

そこで、本誌第６号は、システム安全専攻創設10周年を記念して、システム安全専攻、更にはその前身である機械安全コースの生みの親である数人の諸先輩に当時を振りかえってのご投稿をお願いした。何事も、原点の思いはいつまでたっても新鮮であり、原点を振り返ることは新しい方向を考える元気を与えてくれる。ノイドルファー先生からは、機械安全の基本に立ちかえった最終講義とも言うべき長文のご投稿をいただいた。日本語訳は長年本専攻でドイツ語関係の翻訳をお願いしてきた城さんにお願いした。城さんの名訳でノイドルファー先生の名講義を熟読玩味していただきたい。一語たりとも無駄のない、エッセンスのぎっしり詰まった名講義である。講義の際後には日本の安全関係者への賛辞も送られている。

この特集と併せて、安全安心社会研究センターが科学技術振興機構の社会技術研究センターの研究御課題として実施しているプロジェクト「生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築」（平成26年10月から平成29年９月まで）の途中経過も報告させていただいた。ご関心のある読者はセンター事務局までご一報をお願いしたい。

この他、定例コーナーもお楽しみいただきたい。

特集記事のはしがき

今回の特集にあたり、本学システム安全専攻の創立時から教員としてご活躍いただいたノイドルファー先生にも当時の思い出についてご投稿を依頼したが、先生は、むしろ、最終講義の形で我々に対するメッセージを送ってこられた。「振り返って」という特集の趣旨からは外れているが、我々にとっては、もう一度原点を学びなおせ、と励ましをいただいているように思い、先生のご意図のままに全文を掲載させていただいた。編集者として最初に原稿を読ませていただく特権があるが、何度読んでも発見のある文章とはそうあるものではないが、先生の名講義はまさにそのような文章である。

平成27年度　安全安心社会研究センター運営委員

センター長
　長岡技術科学大学　原子力システム安全工学専攻　教授　　三上　喜貴
副センター長
　長岡技術科学大学　情報・経営システム工学専攻　教授　　塩野谷　明

委員〈アイウエオ順〉
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　教授　　阿部雅二朗
　長岡技術科学大学　環境社会基盤工学専攻　教授　　岩崎　英治
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　准教授　　大塚　雄市
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　准教授　　岡本満喜子
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　教授　　門脇　　敏
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　准教授　　木村　哲也
　元明治大学　理工学部　教授　　杉本　　旭
　長岡技術科学大学　原子力システム安全工学専攻　教授　　鈴木　達也
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　教授　　平尾　裕司
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　教授　　福田　隆文
　長岡技術科学大学　システム安全工学専攻　准教授　　芳司　俊郎
　長岡技術科学大学　技術支援センター　　山田　修一

平成27年度　安全安心社会研究センター客員研究員〈アイウエオ順〉

　今枝　幸博 氏（村田機械株式会社）
　岩岡　和幸 氏（株式会社モリタ製作所　品質技術部　主席係員）
　大賀　公二 氏（有人宇宙システム株式会社　安全開発保証部　主幹技師）
　越前屋　睦 氏（吉川鐵工株式会社）
　大村　宏之 氏（社団法人日本食品機械工業会　事業部　部長）
　奥田　真司 氏（西華産業株式会社　営業統括本部　業務部　建設担当）
　張　　坤 氏（産業技術総合研究所　デジタルヒューマン工学研究センター　研究員）
　徳田　　仁 氏（新潟県立長岡工業高等学校　工業化学科　教諭）
　野口　一英 氏（長岡工業高等専門学校　技術職員）
　野沢　義則 氏（八戸市立市民病院　臨床工学科兼医療安全管理室　技士長）
　堀田　源治 氏（有明工業高等専門学校　機械工学科　教授）
　松浦　裕士 氏（オムロン株式会社　IABカンパニー　セーフティ事業部）

安全安心社会研究［第６号］

平成28年3月31日発行
長岡技術科学大学　安全安心社会研究センター
〒940-2188　新潟県長岡市上富岡町1603-1
代表電話　0258-47-9754（直）
発行責任者：三上 喜貴
E-mail：info@safety.nagaokaut.ac.jp
ホームページ：http://safety.nagaokaut.ac.jp/~safety/

印刷・製本　あかつき印刷㈱