ISSN 1348-6527

日本機械学会 産業・化学機械と安全部門 Industrial, Chemical Machinery & Safety Division

INDUSTRIAL, CHEMICAL MACHINERY & SAFETY

産業・化学機械と安全部門ニュースレター No.28 April 2013

■巻頭言：最近の若者、温故知新、そしてイノベーション

2013年度（第91期）
部門長
富士電機株式会社
戸枝 毅

私事で恐縮だが、郷里の新潟市で暮らす父は1933年、天皇陛下と同じ日に生まれた。瓦斯配管職人の父に連れられて小学生の頃から仕事の手伝いをしていたドラ息子は、長じて電機会社のサラリーマンとなり早や30年。普段は故郷のことを気にもしないのだが、この原稿を書いている最中にたまたま山本五十六連合艦隊指令長官の映画をテレビで見た。彼の遺した有名な言葉として、「やって見せて、言って聞かせて、やらせて見て、ほめてやらねば、人は動かず。」がある。続きもあって、「話し合い、耳を傾け、承認し、任せてやらねば、人は育たず。やっている、姿を感謝で見守って、信頼せねば、人は実らず。」だが、この年になると我々世代の態度に関する苦言が身にしみる。「実年者は、今どきの若い者などということを絶対に言うな。なぜなら、われわれ実年者が若かった時に同じことを言われたはずだ。今どきの若者は全くしょうがない、年長者に対して礼儀を知らぬ、道で会っても挨拶もしない、いったい日本はどうなるのだ、などと言われたものだ。その若者が、こうして年を取ったまでだ。だから、実年者は若者が何をしたか、などと言うな。何ができるか、とその可能性を発見してやってくれ。」実際、駅や街でスマホを覗きながら歩く若者を見ると、このままで日本は大丈夫かと思うこともしばしばである。しかし、見方を変えればリュックを背負って歩いている姿は二宮尊徳と同じではないか。常に世界への窓を持ち歩き、最新情報にアクセスしているのである。若手官僚は日本の将来を憂い家庭をも顧みずに徹夜で仕事をし、震災ボランティアの多くは学生を主体とする若者である。

このようなやる気のある若い者の行動に答えるために、我々シニアエンジニアはいったい何を為すべきなのか。原発事故で失われた技術への信頼を取り戻すことが責務ではないのか。「二番ではダメですか？」と的を射た質問をされたのなら、一番でなければならない理由を、知識と経験を生かして滔々と答えられる技術を持たなければならない。若者を憂いたり昔日の栄華を懐かしんでいる暇があったら、アイディアを出し、図面を書き、新しい物を作るという、「あたり前のことをあたり前に」実行するしかない。日々の努力と行動こそが、イノベーションを引き起こす原動力であると信じている。イノベーションのきっかけとして、入社当時の上司から言われたことを今でも覚えている。「温故知新。まず既存の技術とその背景を知ること。それができたら視野を広く持って調査し、明確な目標を立ててからそこに向かって努力しなさい。」残念ながらこの戒めを実践してきたとは言えないが、久保内前部門長から引き継いだ技術ロードマップは、世界一を実現する明るい未来とそこに至る手段とを、明確に示せる形に仕上げたいと考えている。

産業機械、化学機械そして安全を範囲とする当部門は、機械学会において全ての部門を横断する共通的な技術分野を担当している。範囲が広い分、活動状況が見え辛く、歴代部門長および運営委員各位の努力にもかかわらず、第一位登録会員数の減少に歯止めがかからない。引き続き、運営委員各位の協力を得ながら発表会や講演会などで最先端の研究・技術情報を発信する場を増やし、WEBも活用して活動状況を魅せる化していく所存である。

若人よ、ウザイ話しをするジジイと思われても結構。ただ、部門活動で得られる知恵とコネを活用すれば、必ず諸君の将来に役立つこと請け合いである。是非、会員登録に加えて運営委員への参画にも手を挙げて欲しい。多様化のためにも、女性の立候補は大歓迎である。

⇒詳しくはWEBで（笑）。http://www.jsme.or.jp/icm/

目次

巻頭言	富士電機株式会社 戸枝 毅	1
解説 制御安全規格ISO13849の概要と制御安全設計の今後の展望	NPO安全工学研究所 白井 安彦	2
解説 大学における技術者リカレント教育に関する取り組み	横浜国立大学 伊藤 大輔	3
解説 安全機器無効化の現実と無効化検出手法―ライフサイクルを通した機械安全の確保―	長岡技術科学大学 岡村 隆一	4
解説 安全社会実現のための第三者機関の役割	テュフラインランドジャパン(株) 杉田 吉広	5
リレー投稿 39 鉄道技術面での公共安全対策	田中宏技術士事務所 田中 宏	6
リレー投稿 40 人間の安全へのポジティブな寄与への期待	東北大学 高橋 信	8
リレー投稿 41 つながる車の現状と今後	(株)本田技術研究所 横山 利夫	10
行事報告 研究発表講演会・講習会・トワイライトセミナー・機械の日・日本機械学会2012年度年次大会（金沢）における部門活動および市民フォーラム		12
会員の声		15
会告一覧・部門賞・部門表彰募集および贈賞報告		16

解　説

制御安全規格ISO13849の概要と制御安全設計の今後の展望

NPO安全工学研究所
白井 安彦

1．はじめに

EU域内で流通する全ての機械に適用される新欧州機械指令2006/42/ECの強制執行に伴い、制御システムの安全関連部（Safety related parts of control system：SRP/CS）の設計方法を定めた国際安全規格EN954-1は2011年12月末日をもって失効となり、新欧州機械指令の制御安全に関する整合規格はISO13849-1[(1)]に移行となった[(2)]。

2．ISO13849-1に基づく制御システムの安全関連部の設計方法

2-1　EN954-1からISO13849-1移行に伴う変更点

EN954-1では、SRP/CSの安全機能を評価する指標は、SRP/CSの構造である制御カテゴリであった。しかし、カテゴリに基き構成したSRP/CSが安全機能を確実に遂行できる事を保証するには、コンポーネントの信頼性等を定量的に評価する必要がある。よって、ISO13849-1では、確定論に基づく制御カテゴリに、SRP/CSを構成するコンポーネントの信頼性を評価する$MTTF_d$（平均危険側故障時間：Mean Time To Dangerous Failure）、故障診断の確かさを評価するDC（故障診断範囲：Diagnostic Coverage）、共通原因故障に対する方策を評価するCCF（Common Cause Failure）といった定量的評価を加え、SRP/CSの安全機能を評価する指標がパフォーマンスレベルPL（Performance Level）に変更された。

2-2　制御システムの安全関連部の設計プロセス

ISO13849-1で定めらているSRP/CS設計は以下の反復的プロセスにより行う。

（1）ステップ1　安全関連部の安全機能の同定及び安全機能への要求特性の明記

SRP/CSにより実行される安全機能を同定して、安全機能に対する要求特性を明記する。機械の設計者は、特定の用途の制御システムで要請される安全方策を達成するために必要な安全機能を組み込む。

（2）ステップ2　要求パフォーマンスレベルの決定

SRP/CSに要求される性能を示す要求パフォーマンスレベルPLr（Required Performance Level）を決定する。PLrは、リスクグラフ法によりリスク低減方策を講じる前の機械のリスクを見積る事で決定する。リスクグラフ法では、傷害のひどさ：S、危険源への接近頻度及び又は暴露時間：F、危険源を回避する可能性：Pを順に2段階で判定し、5段階にPLrが分類される。

（3）ステップ3　制御システムの安全関連部の設計

入力機器：Input、論理機器：Logic、出力機器：Outputで構成される安全機能ブロック図を作成し、機器選定及び回路設計を行う。

（4）ステップ4　PLの見積

SRP/CSが安全機能を遂行する能力は、パフォーマンスレベルPLで表され、次のパラメータを見積ることで決定する。

・制御カテゴリ
・単一チャネルの$MTTF_d$（附属書C 及び附属書D 参照）
・DC（診断範囲）（附属書E 参照）
・CCF（共通原因故障に対する方策）（附属書F 参照）

以上がPLに寄与するパラメータ。以下は要求事項を満足しているかどうかを確認する定性的なパラメータである。

・障害条件下の安全機能の挙動
・安全関連ソフトウェア（附属書J 参照）
・システマティック故障（附属書G 参照）
・予期される環境条件下での安全機能遂行能力

（5）ステップ5　PLの判定

各チャンネルのPLは、附属表Kにて算出し、これを合算する事でSRP/CSのPLを算出する。設計したSRP/CSのPLがPL≧PLrの条件を満たした場合ステップ6に進む、満たさない場合は、ステップ3に戻り再設計する。

（6）ステップ6　妥当性確認

ISO13849-2に基づき、設計したSRP/CSの妥当性を確認する。

（7）ステップ7

全ての安全機能についてステップ1～6を実施したかどうかを確認し、OKなら機械安全のリスクアセスメントに戻る。未実施の安全機能についてはステップ1～6を実行する。

3．規格対応状況と制御安全設計の今後の展望

欧州機械指令の制御安全に関する整合規格がISO13849-1に移行され1年あまり経過したが、$MTTF_d$やDCなど定量的な評価指標が追加されたため、セーフティ・コンポーネントのみでSRP/CSを構成し規格対応する傾向にある。一方、論理機器を内製化する場合は、構成部品の信頼性データを用いて論理機器の$MTTF_d$を算出し、FTAやFMEAを行いDCを評価する事で、規格対応できる。

また設計したSRP/CSの妥当性評価に関する規格ISO13849-2が2012年10月に改訂された事を踏まえ、いかなる理論に基づき安全機能の性能を評価し、妥当性を検証しているのかを、本質的に理解すれば、最適なSRP/CSを設計する事も可能といえる。機械設計者、セーフティ・コンポーネントメーカには、今回の改訂を新たな機会と捕らえ、安全性・操作性・生産性・コストを総合的に考慮したSRP/CSの設計を行う事を切望する。

参考文献

（1）ISO13849-1：2006,Safety of machinery － Safety-related parts of control systems－Part1：General principles for design,2006
（2）DIRECTIVE 2006/42/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC

解　説

大学における技術者リカレント教育に関する取り組み

横浜国立大学 大学院工学研究院
特別研究教員　**伊藤 大輔**

1．はじめに

横浜国立大学では、技術者リカレント教育の一環として、技術者・実務者向けの公開講座を毎年約15講座開催している。一般的な講座は、座学のみの形式で行われているが、同大学で実施している講座の半数以上が実験実習を伴う形式で実施している。これは、実現場の問題解決に必要な知識をより短時間により効果的に理解できる学習時間の提供を目指しているからである。また、約30年に亘る開催実績により、原理原則を如何に理解させるかでその後の応用問題も容易に解決できるようになることが、アンケート調査の結果からも明らかとなっている。今回は、実験実習型講座の実践例を紹介する。

2．大学における技術者向け講座の現状

毎年９月初旬の１週間を使い材料全般の基礎理論および評価方法に関する「－講義・実習を通して学ぶ－材料の劣化とその対策」講座を実施している。この講座は、同大学がリカレント教育の一環として1984年から毎年開催しており、材料劣化の問題に関して初級～中級の技術者を対象に、その基礎の理解に重点をおいている。講義は、座学20時間とその内容を体得するための実験・実習11.5時間を併せた体験型形式となっている。募集人員は100名である。講師は、長年材料に関する研究をされた同大学安心・安全の科学研究教育センター特任教授の関根和喜氏、同大学特任教授の朝倉祝治氏、元・日石エンジニアリング技術本部技術センター部長の石井正義氏など６名が担当する。実験実習は、本学所属の教員７名、学生アシスタント24名の総勢31名が８テーマに分かれ、実験の指導や質疑応答などを担当する。

主な内容は、金属材料概論、材料破壊の基礎、ひずみ測定入門、材料の強度と寿命評価、腐食のしくみと対策の原理、土壌腐食と電気防食、防食事例、材料の欠陥検出技術、非破壊検査法特論、化学プラント等における材料設計と損傷事例である。また、座学の内容に対応した実験実習として、１テーマ50分間×９テーマで、腐食防食関連で腐食のしくみ、土壌腐食実験、電位測定、防食、非破壊検査関連で配管の渦流探傷、溶接部の磁粉探傷、超音波探傷、材料の強度試験関連で欠陥材の疲労き裂伝播実験、セラミックスの硬度と靭性評価を行う。実験は、受講者を８班に分け、教員及び大学院生スタッフ（TA）が実験の説明及び進行役を担当する。１テーブル５名程度の少人数で、各テーブルに最低１名のTAが配置し、実験中に発見される疑問を即座に解決できる体制となっている。

本講座を無事に修了された受講生には、大学より修了証書が贈られる。本講座は、材料技術者の入門編講座として多くの企業に認知され、現場技術者の新入教育などにご利用頂いている。今後は、産業構造の変化に対応した内容の改編や充実をはかっていく予定である。

3．研究ベースで考える技術者教育

著者らは、上述の実験講座教育効果の有効性を研究ベースで検証または教育システムとしての確立を目指している。技術者に対する教育内容は、学生に教える内容とは大きな異なる特徴があり実現場で起こっている現象及び問題が題材となり、それを解決するために必要な知識の習得及び知識の適用方法が重要となる。そこで、第一に即効性があり現場で活用できる内容及びそれを理解するための現場再現実験教材の開発を行っている。次に、この教育プログラム用いた講座を開催し、教育効果を検証し、さらに教材の改良を行っている。本研究の成果を基に、様々な産業分野でも通用する即効性実験教育システムを提案し、産業教育・技術者教育における教育教材作成方法及び教育システムを確立させることを最終目標としている。

4．まとめ

近年、産業安全・機械安全等安全の意識・知識が技術者に求められている。大学では、それらの学習機会を学生だけではなく、すでに実現場で直面している技術者にも提供できる取り組みを進めている。今後は、大学も産業団体、関連学協会等と連携することにより技術者がいつでも学習できる機会を増やして行きたいと考えている。

解　説

安全機器無効化の現実と無効化検出手法

―ライフサイクルを通した機械安全の確保―

国立大学法人　長岡技術科学大学大学院
非常勤講師　**岡村 隆一**

1．はじめに

労働災害を防止する為にISO12100には機械設計段階でリスク評価を行い、機械的、電気的な安全防護方策を織り込んで機械が製作され、操業開始前に機械システムとして設けられた安全機器の機能確認が行われ、全ての安全機器の有効性が検証されて操業開始の判断がされる。しかし操業が開始され、時間の経過とともに生産現場では命題である生産計画の守り切りを目的に作業性、生産性を高める為に、また、メンテナンスを容易化する為に現場作業者により安全機器が無効化され、それを認識していながら有効な手立てが出来ないでいる現実がある。一度操業が開始されると設けた安全機器が有効に機能しているかの確認は生産優先の状況下では困難なことであり、労働災害はいつでも起こり得る状況になっていると言える。これからの機械安全については設置した安全機器が機能せず、不幸にも労働災害が起きない様にする為の無効化検出を設計段階で制御回路に作り込み、自動的に安全機能の有効性が確認できる継続的方策が備わっている機械システムとすることが機械安全の基本的要素であると考える。

2．無効化の手段は機器により異なるが、代表的な例を写真で示し、その自動検出電気回路例を示す。

ISO12100-1に従って製作された機械は稼働開始時の状態が維持されれば安全は担保され災害は起こらないと考えられる。しかし、機械周辺に設けられた安全機器本体に対する無効化はSWレバーをテープ等で固定する様な電気知識がなくてもできる場合と、多少の電気知識があれば機器の端子台で安全信号を容易に短絡することができる場合もある。安全機器にはリミットSWのような単純な機器もあるが、ライトカーテン、レーザーセンサーの様な電子素子を利用した機器本体は無効化できない様に電気的な論理回路で構成されているので除外できる。機械周辺に設けられた安全機器の構造、使い方を理解した上で適切な無効化自動検出を検討する必要がある。ここで重要なことは検出タイミングであり、その表示の仕方である。一度動作確認をさせないと検出できない場合もあり、その方法を作業マニュアルに明記し、安全機器正常動作未確認を表示し操作者にメニュアルに沿った確認を要求する必要がある。いづれにしても使用機器に適した検出回路を図面に作り込み、安全機器個々に無効化されていない事を表示するハード的手段が併せて必要である。但し、制御盤等内に取り付けられた最終的な安全確認コイルを常時ONさせる様な悪質な場合の検出は徹底した施錠管理と定期的な目視確認しか手段はない。

SWレバーをテープ等で固定

SW安全信号線をピンで短絡

SW内安全信号端子を短絡

安全信号無効化検出ラダー回路と
表示回路例

解　説

安全社会実現のための第三者機関の役割

テュフラインランドジャパン株式会社
杉田 吉広

1．はじめに

機械類の安全性の基本規格であるISO1200は機械の設計において安全を達成するときに適用される基本用語及び方法論を規定していると共に設計者がこの目的を達成することを支援するためにリスクアセスメント並びにリスク低減の原則を規定している。リスクアセスメントでは機械のライフサイクルの間のリスクアセスメントの手順を示している。すなわち、設計段階において、機械のライフサイクルの間の安全性を考慮することを意図している。

2．ライフサイクルの間の安全性の維持

ライフサイクルの間で設計時に意図した安全性がメインテナンスを行わず維持できれば問題ないが、ライフサイクルが長い機械、複雑な機械になればメインテナンスを行わずにその安全性を維持することはほとんど不可能である。これは使用されている部品のライフサイクルと機械本体のライフサイクルが異なるために、機械のライフサイクル中に何らかの部品交換などが必要になるためでる。このため、設計時には交換される部品のリストとその交換時期、交換方法等を文書で示さなければならない。また、必要であるならば、交換等のメインテナンスを行う人に必要な能力・資格等を示さなければならない。

3．人間行動の基本

設計者が安全の原則に沿って設計し、その原則を維持するように製造された機械であり、指示された手順によりメインテナンスされた場合、その機械は意図された安全性を維持することができると考えられるが、人間行動の基本として、「人間は間違える」ものであり、「間違えることは避けられない」ということを認識する必要がある。このことはISO12100等の安全の側面を規格に盛り込む場合の指針である、ISO/IECガイド51にも「合理的に予見可能な誤使用」を考慮するということ形で記載がある。

機械設計において、「間違えることは避けられない」と認識し、「間違いを」を少なくする設計を行うことが設計者の役割である。

4．第三者評価・認証制度

「人間は間違える」ことを前提にした場合、「間違い」を少なくするために行われていることが第三者による評価・認証制度である。ライフサイクル中に行われる第三者評価・認証制度には設計評価、型式試験、製造品質システム評価、製造検査、定期検査などが含まれる。この中で定期検査はライフサイクル中の安全性を維持する上で重要であり、日本を含め多くの国で法律により、対象となる製品、実施時期、実施者の技術的要件等が決められいいる。

5．第三者評価・認証制度の問題点

日本ではエレベータに対する定期検査が昇降機検査資格者により行われており、安全性の維持に貢献している。しかしながら、定期検査が行われているにもかかわらずエレベータによる事故が起こったことは記憶に新しい。日本におけるエレベータの定期検査制度の問題点として、定期検査を実施する降機検査資格者がメインテナンス業者に所属し、さらにそのメインテナンス業者は製造・販売業者の関連組織となっていること、製品全般に対する安全性の社会的規制において、法令により規定されている部分もあるが、殆どの場合で安全性の維持を組織（製造会社、保守会社等）とそこに所属する個人の自覚とモラルに依存していることが考えられる[i]。

6．安全社会実現のために

「人間は間違える」ものであり、「間違えることは避けられない」という人間の行動の基本にのっとれば、安全性を組織と個人の自覚とモラルによって維持することは現実的な方法とは考えられない。これは欧米において第三者評価制度が長年にわたり存在していることからも明らかであろう。日本においても製造者（対象を提供する組織）である第一者及び使用者（その対象についての使用者側の利害をもつ組織）である第二者、双方からから独立した第三者による評価をライフサイクルのすべての期間に導入することが必要である。このためには第三者評価組織と評価方法を規定するための法令及び国際標準に整合した評価のための技術基準（JIS）の整備も同時に必要である。

[i] エレベータの安全性確保のための第三者機関による定期検査　産業・化学機械と安全部門 研究発表講演会2012－安全安心を支える機械システム－

リレー投稿 39

鉄道技術面での公共安全対策

田中宏技術士事務所代表、公益社団法人日本技術士会機械部会副部会長
田中 宏
（工学博士　技術士　機械部門　鉄道車両と自動車）

1．イギリスでの19世紀半ばの鉄道

筆者はとくに産業・化学機械の分野での経験のない鉄道技術者であるが、技術者としての安全に対する考え方に違いはないと思うので、鉄道技術を通しての公共安全対策が参考になればとの思いで、話をしたいと思う。ここで公共安全対策とは鉄道を利用する人、鉄道沿線の人、鉄道に従事する人に対する安全をいう。

19世紀半ばのイギリスの産業革命の真っ只中で、蒸気機関車牽引の鉄道が生まれた。何しろ工場の中で稼動していたボイラーと蒸気機関を改造して台車に積みこんだ蒸気機関車が黒い煙を吐き、白い蒸気を甲高く吹きながら町の中を走り出したのだから、恐ろしくもあり、危険極まりないものだった。町ではこのような蒸気機関車の走る鉄道の建設に反対運動が起こり、妥協の末に鉄道線路は町の中心から離れたところに敷設して、したがって駅も不便なところに建てられた。これは後で述べる日本の都市でも同じ現象が起きた。しかしその後、機関車や客車や貨車は改良が加えられて、都市間を結ぶ鉄道網はヨーロッパ大陸やアメリカ大陸で急速に広がり、産業革命での旅客輸送や貨物輸送の独占的な担い手になった。

話をイギリスに戻すと、1830年にジョージ・スチーブンソンの処女列車がリバプールとマンチェクター間を走ったとき、途中のパークサイド駅で機関車の水を補給するために停車した。ハスキッソン卿は狭い客車から地上に降りて隣の線路を歩いているところへ、その線路上を走ってきた機関車に轢かれて、最初の鉄道事故者になってしまった[1)]。その後、鉄道会社間のスピード競争が始まり、大きな事故が多発し、社会的に大きな問題になった。

さすがに、イギリスの議会ではこれはいけないと、1840年と1842年に鉄道法を制定し、商業取引委員会に鉄道監督部を設けて、事故の調査も行い、鉄道会社に改善の指示を出した。鉄道会社は法律による安全対策で経費が増えるので、当初は猛反対していたが、事故による経費の負担と安全に対する世論の高まりに抵抗できず、この法律を遵守するようになった。

2．わが国での初期の鉄道

ジョージ・スティーブンソンの開業から42年後の1872年に、わが国の新橋・横浜間の最初の旅客鉄道が開通した。（去年が節目の 140周年だったが、それに合わせて東京駅の改築の記念式典が行われた。）その当時、イギリス人のお雇い技師のエドモンド・モレルが測量を開始して１年で約30kmの線路の建設計画を立てたが、開通式の前に病気で亡くなり、その後、横浜の外人墓地で眠っている。

このエドモンド・モレルは、生前、後に首相になる伊藤博文に次のような歴史に残る建議をしている。

① 技術者の教育のための大学を設立するべし。
② 建設にはできるだけ国産品を使うべし。
③ 国は公共投資をするべし。
④ 線路の幅は1.076mmにするべし。

①ではその後、東京大学の前身の工科大学校が設立された。
②は新橋・横浜間では、機関車や客車やレールはイギリスから輸入したが、枕木は国産材を使用した。この思想はその後の国産化を進め、その技術が純国産の新幹線設備や車両につながっている。
③は明治期の産業振興に、第２次大戦後は日本列島改造計画に生きている。
④は狭軌であり、その後の標準軌1,450mmは新幹線や一部の私鉄で使用されている。

3．鉄道の安全綱領と近代化

わが国は第二次大戦が始まる頃から、産業界は兵器などの軍需産業に特化し、軍需品以外の資材は代用品に変わり、戦後は生産設備が疲弊し、工業はどん底に落ち込んでいた。

敗戦後の国鉄では、八高線の列車脱線事故、桜木町駅での木造電車の火災事故、青函連絡船・洞爺丸の海難事故などの大きな事故で大勢の犠牲者を出した。

昭和26年（1951）の桜木町駅事故の後、国鉄は全職員の安全行動の基本にかかわる「安全の確保に関する規程」を作った。そのなかに、「安全綱領」として次の５項目に定めた。

① 安全は輸送業の最大の使命である。
② 安全の確保は規定の遵守及び執務の厳正から始まり、不断の修練によって築き上げられる。
③ 確認の励行と連絡の徹底は安全の確保に最も大切である。
④ 安全の確保ためには職責を超えて一致協力しなければならない。
⑤ 疑わしいときには手落ちなく考えて、最も安全と考えられる道をとらなければならない。

この綱領はそれまでの運転部門、信号部門、保線部門で規定されていたものをまとめたもので、カードに書かれたこの綱領は、職員が常に身に着けていた。このことは国鉄がJRに移行した後も引き継がれている。ある職場では、朝の点呼のときに皆で唱和している。

国の経済復興とともに、鉄道施設の近代化も進められた。蒸気機関車は主要線区の電化によって電気機関車や電車に、地方線区ではディーゼル機関車やディーゼル動車に置き換えられた。これらにより、事故や故障の件数が格段に減少していった。当時は動力革命と言われたが、今で言うイノベーションである。

4．新幹線の安全対策

戦後の経済の復興で東海道線の輸送需要は容量を超えていたので、国鉄は別線建設と共に高速列車による輸送改善を打ち出した。しかし、当時は世界的に鉄道は斜陽産業で､これからはハイウエイによる自動車の時代だと、これに反対する意見が少なくなかった｡そういった中で、1964年に開業する東海道新幹線には、次のような安全対策を採用していた。

① 線路の幅は世界の標準の1,435mmにする。
② 軌道は高架、地下、トンネルにより立体化して、無踏切とする。
③ 信号はATC（Automatic Train Control）により、列車運行を制御する。
④ 列車は電車方式として各車軸にモータを付け、制動時に発電機として、制動力と制御性を高める。
⑤ 0時から6時まで営業列車は走らせず、軌道や架線などの保守を行う。

これらの技術が全て国産の技術によってなされていることは、明治初期のエドモンド・モレルの残した国産化の言葉が生かされていることを示している。

この安全対策がそれ以降の技術力を加えて進歩してきている。

つぎに直下型の地震を線路のすぐそばで受け、時速200km走行中に、脱線しても転覆しなかった新潟県中越地震の事例を紹介しよう。

5．鉄道のフェイルセーフの事例―上越新幹線脱線事故

機械の運転中に、故障が発生したとき、この機械の運転が中止することを一般にフェイルセーフと言っている。

2004年10月23日夕方、マグニチュード6.8の直下型の新潟県中越地震が発生した。死亡者51人、負傷者800人、全半壊住宅17,000棟にのぼる大きな災害であった。この地震発生時、上越新幹線の新潟行き「とき325号」は長岡駅手前の滝谷トンネルを抜け出たところで、速度は毎時200kmで走行中に、震度6強の激しい地震に遭遇し、10両編成の列車は、強烈な横揺れと縦揺れを受け、最初の脱線地点から1390m走行して停止した。停止した時、列車の全40軸の半数以上の22軸が脱線していた。先頭車の前輪は融雪溝に落ち､その車体は上り線側に30度傾き、続く2号車と3号車も上り線側に5度傾いていた。（写真1参照）

時速200kmで走行していた列車が脱線をしたにもかかわらず、転覆せずに停止できた理由は次のように考えられる。

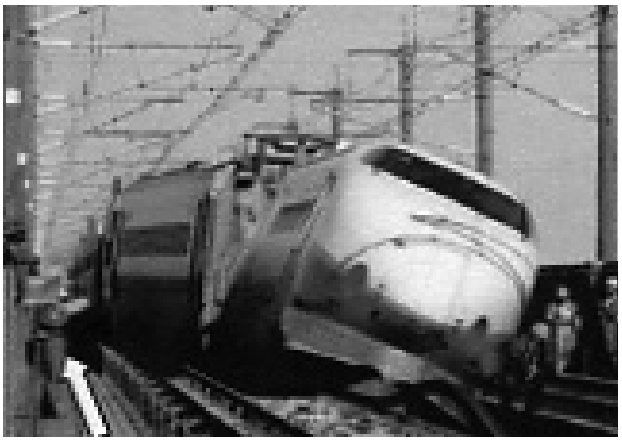

写真1　上越新幹線の脱線状況
（国土交通省　航空･鉄道事故調査委員会報告書資料から）

① JR東日本は、1995年1月の阪神淡路大震災で、東海道新幹線の高架橋6箇所が落橋し、また多数の橋脚の鉄筋コンクリートがせん断破壊していたことから、施設の保守基準を見直し、活断層に近い上越新幹線の橋脚に、鉄板を巻いたりコンクリートを注入したりする補修工事を行っていた。そのため、橋脚の破壊の程度が少なく、揺れも少なかった。
② 地震発生の直後に早期地震検知・警報システムによって送電を止め、列車に自動的に急ブレーキを作動する方式が作動した。
③ 脱線した車両が大きく線路から外れず、しかも脱線した車輪が枕木の上を走るための抵抗で速度を抑制したこと、先頭車両の前の右側車輪のフランジと歯車箱がレールを挟み込み、左側車輪が融雪用の側溝の間にはまり込んでいたことと、先頭車両の車体の下のボディマウント構造がレールの上に乗っていて、大きなすべり抵抗を与えていたこと、さらに列車の後ろから2両目の脱線した車両の車体のボディマウントもレール上をこすっていたことが、大きなブレーキ力になって制動距離を縮めた。

つまり、上記の3つの要素が時速200kmで走行中の列車に、フェイルセーフの効果を発揮したと言えるのではないかと筆者は考える。

東海道新幹線を運営しているJR東海では、阪神淡路大地震の復興に際して高架橋等の強化対策を実施したが、さらに上越新幹線の脱線事故の状況を受けて、土木構造物の耐震補強、早期地震警報システムの設置、非常ブレーキ性能の向上、脱線防止ガードの設置、万一脱線しても台車内の脱線防止ストッパで車体の線路からの逸脱を極力防止する対策を実施している[3)]。

6．おわりに

産業革命の頃は発明した機械の故障に悩まされたので、機械や装置は絶対安全などと言う技術者はいなかった。明治時代に世界的に有名な紡織機を発明した豊田佐吉は謙虚な気持ちで故障原因を追究して改良していった。鉄道の歴史はそれこそ故障と事故の改良の積み重ねの歴史であったが、野球の外野手が飛んでくるボールに合わせて守備位置を変えていくように、つまりフィードフォアワードにより故障や事故を起こさないような設計を心がけなければならないと思う。

次は大川治工学博士（おおかわおさむ　大川治技術研究所）にバトンタッチした。

参考文献

1）山之内秀一郎、なぜ起こる鉄道事故、東京新聞出版局、p18、2000.12.22
2）永瀬和彦、上越新幹線脱線事故の概要と問題点、鉄道ジャーナル、pp80-83、2005.1
3）東海旅客鉄道株式会社総合技術本部開発部、新潟県中越地震後の東海道新幹線の地震対策―脱線・逸脱防止対策（1）（2）（3）、JREA、2010.1～2

リレー投稿 40

人間の安全へのポジティブな寄与への期待

東北大学大学院 工学研究科
教授 **高橋 信**

1．規制の強化

3.11東日本大震災における福島第一原子力発電所の事故は、大量の放射性物質を放出し多くの周辺地域の住民に多大な被害を及ぼし多くの悲劇を生んでしまった。原子力の分野に携わってきた研究者の一人として自分が関連してきた技術がこれほどの負の影響を社会に及ぼしてしまったことに愕然とすると共に、一体どうすれば良かったのだろうかと自問し続けている。

既に福島第一原子力発電所の事故に関しては４つの報告書（民間事故調［１］、政府事故調［２］、国会事故調［３］、東電事故調［４］）が公にされており、事故の内容に関しては多くの事実が明らかになってきている。しかしながら、東電事故調を除く報告書のトーンは、まさに裁判における責任追及と糾弾の色が濃く、悪者としての「東京電力」を断罪することが主な目的となっているように読める。今回の原子力発電所の事故が及ぼした未曾有の被害に対する国民感情を鑑みればこのような責任追求､断罪のトーンが必要であったことは理解できるが､事故報告書が本来果たすべき未来に向けた更なる安全性向上のための検討が不足していることは否めないと私は思う。

私が知る限り、事故以前の東京電力は決して安全を軽視する企業ではなかった。2000年に発覚したいわゆる「東電問題」（シュラウドのヒビ等の問題の隠蔽）を契機に、安全の問題に対して真摯な取り組みを行ってきたことは事実であるし、私が専門としているヒューマンファクタの問題に関しても全国電力のリーダー的な存在として積極的に取り組んでいたことも事実である。原子力の安全に関する監督機関である「原子力安全保安院」からの規制に対しても適切な対応をしていたことは事実であり、安全規制のルールを破って原子力発電所を危険な状態に放置していたわけではない。大企業としての影響力を利用した規制側への働きかけや、幹部クラスの安全に対する認識の甘さに関しては否定できない部分はあるが、このような甚大な被害をもたらすことを現実的に認識していたら、利益追求に走り安全対策を疎かにすることなど決してなかった企業であったと私は思う。東京電力は安全対策という点に関しては常識的、理性的な範囲内で、決して不合理な判断をしていたわけではない。(3.11以前に100億円かけて防潮堤を作るという発議をしたら、株主総会でどのような判断がされていただろうか？)

しかし現実に事故は起こり、想像を超えた被害をもたらしてしまった。大規模・複雑システムにおけるこのような事故は所詮避け得ないのだから、人間には核技術など扱う資格はないという議論もある。いかに広範囲にリスク要因を想定しても、常にN＋1個目の事象の可能性がある限り全てを想定することなど不可能である、という議論もある。しかしながらこのような議論は人間の優れた能力をあまりにも過小評価しすぎていると私は考える。以下、システムの安全への人間のポジティブな寄与と適応的なルール遵守行動の重要性について述べる。

2．安全への人間のポジティブな寄与

これまでの安全研究においての人間の位置づけは、「能力が限られていてエラーを起こしかねない人間行動が、それさえなければ良くデザインされ“安全なシステム”の挙動を劣化させる」という考え方が基本であり、そのような人間が犯すエラーをなくすためには「人間の行動がどのような形で制約された範囲からさまよい出るかを理解することが重要」という考えが基本であった。つまり、ヒューマンエラーが関連するトラブル事例を収集し、その共通性を検討し、対策を立てるという流れである。このような安全への取り組みが重要なものであることは明らかであるが、ベースとなる安全性・信頼性のレベルが十分に高くなっている状況においては、このような取り組みだけでは安全性の更なる向上に対して明確な効果を得ることは難しくなる。なぜなら、千個の成功事例に一個の失敗があるようなエラー自体が非常に少なくなっている状況では、その一個のエラー事例を詳細に解析するだけは極めて特殊な例を扱っていることになり、他の999個の成功事例に含まれる多様な可能性を無視していることになるからである。この考え方の背景にあるのは、「失敗という事象は成功という事象と表裏一体の関係にあるものであって、失敗を説明するための特別なメカニズムを引っ張り出す必要などない」という考え方である。人間の持つ優れた認知能力は、時としてエラーの発生原因になる場合もあるし、成功に対して大きく寄与する場合もある。なぜ失敗したかを考えるだけでなく、なぜうまくいったかを考えることも重要なのである。

失敗を取り上げて批判することは容易なことである。しかしながら、その失敗を越えるほどのポジティブな寄与を無視しては、バランスを欠いていると言わざるを得ない。事実福島第一原子力発電所事故においても吉田所長の対応には多くの賞賛すべき点があったと言われている［５］。例えば、津波が到達して全電源喪失が起こった直後に、所内の使用可能な消防車の状況を調べて、本店側に消防車の派遣を要請している。この行動は現場の錯綜した状況を考えると決して当たり前のことではない。更に、これは当直の判断であるが、１号機における消防ポンプからの注水ラインを格納容器内の線量が上がる前に確保していたことも特筆に値する行為である。前述の報告書においては不適切であったとされる行為のみに焦点が当てられて批判されているが、その背後にある無数の努力を当たり前と捉えては、あまりにも人間の素晴らしさを軽視しているのではないだろうか。

3．適応的なルール遵守行動の重要性

人間のポジティブな寄与を重視するという考え方の背景には、現場における詳細な観察により、高い安全レコードを有するような組織においても、全て規範的な作業手順書通りに作業が行われているわけではないという事

実が明らかになってきたことがある。この事実を単純に手順書に従っていないという点だけを取り上げて「けしからん」と一蹴してしまっては、機械だけでは到底達成できない高い安全性を実現している人間の持つ優れた特性自体をも否定することになる。様々な現実的な制約や相反する目標の間で、上手くバランスをとりながら作業を行う人が現場では最も優れていると判断されるのではないだろうか？このような現場で行われている現実に目を向けずに建前だけで手順書遵守、ルール遵守だけを唱えても現実的な意味での安全性の向上は望めないだろう。

もちろんこのような考え方にも落とし穴が存在する。1999年に起きたいわゆるJCO臨界事故においては、本来の手順書を軽視し、効率を優先させた工程を行うことで本来ならあり得ない臨界状態を起こしてしまったというのがこの事故の背景である。ここで重要なことはルールの背景にある知識を理解することである。なぜこのルールが重要なのかという背景知識を正しく理解することにより、ルール間の重要性の違いに関する正しい認識を得ることができる。このような個別のルールの重要性の違いの認識が重要であるにもかかわらず、今の現場での雰囲気は「コンプライアンス重視」の掛け声の下に、ルール遵守を絶対視することに重きが置かれている。しかし、同時に作業効率や対費用効果に対しても厳しい目標が設定されているというが現状であり、このような状況においては、現場の人間はルールを守りたくても守れないという状況に追い込まれる可能性がある。産業分野毎にレベルの違いはあるであろうが、現在の日本の産業現場においては十分高いレベルでルール遵守の教育は徹底されているのと思われる。そのようなルール遵守への高い動機づけが行われている組織対して守りきれないようなルールを押しつけることは決して安全に対して正の効果を生み出さないであろう。

ここで一口にルールと言っても様々な種類のルールが存在する。特に近年その量が増加しているのが、Quality Management System（QMS）に関わるチェック対するルールである。プロセスを重視する品質保証の考え方の導入に伴い、エビデンスとしての書類の作成、保存の要求が急激に増大しそれが現場に大きな負担を強いている。このような品質保証に関わるルールは、安全性の向上に関してはある程度の効果は認めるが、このQMS自体が目的化されてしまっては、本来の安全性向上への意味が失われてしまう怖れがある。規制側からの要求も管理の形式化の方向に向かい、チェックされる側からすると膨大な形式的な資料が要求され、形式主義が進行していたことが指摘されている［6］。

今回の東京電力の福島第一原子力発電所事故においても、緊急対策室から要求のあった資材の調達に関して、通常の管理調達プロセスに固執して時間がかかり、吉田所長が激怒する場面があったと言われている［5］。この例は「通常時モード」と「緊急（戦時）モード」の切り替えの失敗と捉えることもできるが、盲目的なルール遵守の姿勢が背景にあることは否めない。

全てのルールを守りきれないとき、どのルールを破るのか？これが安全上非常に重要な意味を持つ。「全てルールは同様に重要であり、ルールを破ることなどあり得ない」という建前を主張している限り、現実に現場でのトレードオフの中でやりくりをしながら作業に従事している人間の安全を守ることなどできない。もちろん一番の理想的な状況は、ルール自体が現場での想定されるトレードオフを考慮して作成され、時間的、資源的制約の下で全てのルールを十分に守ることができて、ルールを遵守すれば結果として安全が守られるような環境を実現することであることは言うまでもない。しかし、残念ながらこのような理想的な環境はほとんどの現場では夢物語であるし実現は難しい。そうであるならば、ルールの重要度にハッキリとしたランク付けをして、他の制約条件とのトレードオフの中でどうしても全てのルールが守れない場合は、優先順位付けに従って守らなくてもよいルールを明確にルール化する必要がある。逆に言えば、安全を確保するために「絶対に」守らなければならないルールを明示すること、これが重要である。ルールを軽視して事故を起こし自らが被害にあった場合、その人を責めることはヒューマンファクタ的な視点からは正しくない。人間はバカではない。結果として自分を危険にさらすことがわかっているならそのルールを破ることはしないであろう。要はそのルールを破ることがどのくらいのリスクを伴うのかということを、その人にきちんと認識させていなかったことが問題なのである。ルールを破ることに伴うリスクに関する適切な認識、これが重要な点である。

このリスク認知の問題は認知心理学的な問題も含む複雑な問題である。私の研究室ではある程度の現実性と複雑性を有するシミュレーション環境を用いて、このようなルール遵守行動に関する認知実験を行っている。これまでの結果では、ルールの重要度付けが、トレードオフ環境下におけるパフォーマンスの向上につながる可能性のあることを示している。今後はルールの背景知識等の様々なファクターが安全のパフォーマンスに与える影響に関して研究を行っていく予定である。

3．おわりに

ここで紹介した安全に対する人間のポジティブな寄与を積極的に考えるという概念は、欧州における安全研究の第一人者であるErik HollnagelとDavid Woodsが中心になり提唱している「レジリエンスエンジニアリング：Resilience Engineering」において主張されている内容である。「レジリエンス」という言葉は災害からの復旧能力という意味で近年広く使われているが、レジリエンスエンジニアリングにおいては単なる「弾性力」という意味だけに留まらず、安全に関する新しいパラダイムであると主張している［7］。人間の持つ素晴らしい能力に期待し、安全な社会を実現するための重要な方向性が示されている。今後このレジリエンスエンジニアリングの提示する視点が、人間を含む複雑システムにおける安全性向上に大きく寄与することを期待する。

次回は、宮城学院女子大学・学芸学部・大橋智樹 教授にお願いいたしました。

・参考文献

［1］福島原発事故独立検証委員会　調査・検証報告書,一般財団法人日本再建イニシアティブ,ディスカバー, 2012.
［2］国会事故調報告書,徳間書店, 2012.
［3］政府事故調 中間・最終報告書, 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会, メディアランド株式会社, 2012.
［4］http：//www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/interim/index-j.html
［5］門田隆将,死の淵を見た男,PHP,2012
［6］淵上正朗,福島原発で何が起こったか,日刊工業新聞社,2012.
［7］Erik Hollnagel, David D. Woods, Nancy Leveson（編著）, 北村正晴（監訳）, レジリエンスエンジニアリング 概念と指針, 日科技連, 2012.

リレー投稿 41

つながる車の現状と今後

株式会社本田技術研究所 四輪R&Dセンター
上席研究員 **横山 利夫**

1．はじめに

我々は、日頃から移動距離や、移動の目的に応じて様々な移動手段を使い分けている。

パーソナルな移動手段としては、徒歩、自転車、２輪車、４輪車等であり移動したい時に移動したい場所に、自由に移動することが出来る。その一方で、公共の交通機関としては、バス、電車、航空機等があり、定められた路線上を特定の場所まで大量の人や荷物を効率良く移動させることができる。

このような様々な移動手段の中でも、車は移動距離の自由度が大きく大変利便性が高い乗り物である。我々は常に早くて効率が良く、自由度の高い移動手段を求めており、所得の増加とともにより便利でより早く遠くまで移動できる手段を選択する。又、移動距離も増大するため、新興国を中心に、経済発展とともに自動車の保有台数は今後も増加し、2030年には全世界の保有台数が13億台（2000年比２倍）との予測もある。

このような車の保有台数増加に対して、化石燃料の枯渇やCO_2排出量増加に伴う地球温暖化、交通事故の増大、都市部の交通渋滞による経済損失等が重要な課題であり、早急に解決する必要がある。エネルギーソースの多様化や、再生可能エネルギーの活用とともに、ICT/ITS技術を活用した“つながる車”により交通事故の削減や交通渋滞の解消、実用燃費の向上等が期待されている。

一方、渋滞情報（VICS）や自動料金収受システム（ETC）、交通管理など交通を支えるインフラ整備を主眼として高度道路交通システム（ITS）も各国において整備されてきた。特に先進国における社会的傾向である、都市化の発展とモビリティの普及により、都市における渋滞緩和、CO_2削減対策など、信号や様々なセンサーなどの利用および、ICTを利用した先進的な交通流管理の試みも始められている。

今後はICTの積極的な利用によりこれらインフラや一般的なITサービスと協調した、より進んだ安心・安全や快適性を追求したサービスの展開が期待されている。

2．ITSの歩み

日本や北米、ヨーロッパ諸国などの先進国では渋滞緩和、大気汚染、交通流の改善を目的として交通インフラの整備に膨大な投資を行っている。整備内容としてはその性質上、道路、信号やカメラなど付帯施設も含めたハード面主体となっている。特に都市部における人口集中とモビリティの発展による公共・商用交通の効率化や車両に対する安全運転支援は現在の大きな課題となっている。安全運転支援は路車間通信や車車間通信などインフラと先進的な車両により提供が可能となり、日本においても警察庁・国交省と自動車メーカーの協力によりさまざまなパイロットプロジェクトの一部実用化が始っている。

3．テレマティクス・サービスの現状と動向

車内からインターネットに接続し、交通情報や天気情報、近隣の店舗情報などを配信するサービスが展開／計画されている。このサービスは、現在、自動車会社が個別に展開しているものが主流であり、トヨタ自動車のG-BOOKや日産自動車のカーウィングス、本田技研工業のインターナビ等がよく知られている。それぞれのサービス内容は異なるが、概ね日本では地図ナビゲーションの延長線上のサービスの度合いが強く、欧米では安全性とセキュリティ面でのサービスが中心である。

4．つながる車の現状

従来の車と交通インフラや社会インフラとの関係は、道路や交通標識、交差点の信号およびガソリンスタンド等とのつながりであり、車の走行中は、ETCやVICS情報等を除くと、ほぼ外界との情報交換を行わない閉鎖された空間であった。今後ICT/ITS技術を活用して様々な機能やサービスが実用化されるということは、従来の車と周辺環境との関係性が全く異なってくることを意味する。現在想定されている車とつながる新たなインフラとしては、路車間システムとして、専用の無線通信システムである光ビーコンやDSRC[1]、携帯電話網を利用した民間のシステム、車車間通信システムとしては専用の無線通信システムを用いたものやWiFi等の民間のシステムを利用したものが検討されている。

ICT/ITS技術を活用した機能やサービスを実現する際には、技術的な課題として無線通信の確実性や通信可能範囲、Latency、セキュリティやプライバシーへの対応、および車の位置精度等が重要な要素となる。またそれ以外にも路車間通信の場合は、インフラの整備状況、車車間通信の場合は、車車間通信搭載車の普及状況が、機能やサービス内容に影響を及ぼす。

今後の交通事故低減や交通渋滞の解消、実用燃費の向上を実現するための様々な運転支援システムにおいては、車載のカメラやレーダー等を用いて車の周辺環境を認識し、車載のセンサーでは検知出来ない周辺情報に関しては、光ビーコンやDSRCおよび専用の無線通信を用

いた車車間通信で車両、道路環境のリアルタイム情報を用いた支援を行い、リアルタイム性を要求されない様々な情報に関しては、携帯電話網等の商用インフラの活用が考えられる。尚、今後運転支援システムや、サービスを実用化するにあたっては、ドライバーディストラクションに十分配慮したHMIの設計や、ドライバーのシステム過信にたいする対応が大変重要となる。

5．セキュリティとプライバシー

従来、車は自分だけの移動空間・時間を提供するものであったが、さまざまな端末によりネットワークにつながりサービスを受けるようになった今、“車の移動情報“や”個人の発信した情報”はスマートフォンにおいて議論されている、個人情報、位置情報の漏洩、公開によるプライバシーやセキュリティの問題を同様に抱えることになる。また、スマートフォンなどの汎用機器の車との接続や持ち込みは車が他のIT機器と同様のITセキュリティの脆弱性脅威にさらされることを意味する。最近、急速に課題が認識され始めており、今後の取り組みはきわめて重要である。

6．つながる車の今後

“つながる車”では、走行時の周辺ドライバーや、二輪車、歩行者、信号等の交通インフラとの狭域リアルタイムコミュニケーションと、車を取り巻く交通システム全体での広域非リアルタイムコミュニケーションが同時に実現可能となる。

これらのコミュニケーションにより常に最新の機能やサービスが継続的に車に提供できるようになる。その一方で、どのような機能、サービスがドライバーにとって価値があるのか、地域や使用目的により、異なるかもしれず、インターネットの発展のように、自動車会社、インフラメーカー、ドライバー等が共同で創造することになるかもしれない。

7．つながる車の価値

“つながる車”を前提に閉鎖的、孤立的な移動空間から開かれた移動空間の提供による快適で安心・安全なドライブを実現する。

＜運転する喜び、快適で安全な移動＞

車での移動は、個の自由移動の手段であり、従来はプライベート空間での移動であった。車に外界とつながる技術が適用されることで、今まで出来なかった様々なことができるようになってくる。

現在推進中の無線通信を利用した安全運転支援に加え、たとえば、車の周辺のリアルタイムな渋滞状況や人気レストラン情報など、閉ざされていた空間では得られなかった情報を取得できるようになる。また、車両の運行情報を共有することで、交差点進入時の安全運転に寄与したり、目的地を同じにするメンバー間でお互いの位置の共有ができたりする。さらに、万一事故にあったときでも、即座に事故場所の通知や被害状況などを救急機関や保険会社、販売店などに連絡することができ、救命率の向上や事故後の円滑な対処などができるようになる。

また、様々な情報が移動する車内に提供できるようになるが、運転への阻害要因にならないように、提供方法やタイミングについては、十分に配慮を行う必要がある。この様な配慮を踏まえたヒューマンマシンインターフェイスを備えることで、いつでも安心して、情報を享受しながら、安全に移動できるようになる。

＜エコな車＞

車での移動に交通情報は必須なものとなりつつある。渋滞をよけることで移動効率が上がることは言うまでも無い。

高速道路上のサグ部の渋滞解消や一般道の交差点における通過支援（Green Wave）が可能となる。さらには、車の移動に必要なエネルギー消費マップを作成し、これを基に、エネルギー消費が最小になるルート案内をすることが可能である。この方式であれば、ガソリン車や電気自動車といった車両の違いに関係なく、最適なエコ運転支援を提供できるようになる。

このような価値を実現するためには、通信頻度の増大が必要となり、通信費用に関する対応も併せて必要となる。

8．標準化と共通化、オープンソース

フローティングカー情報を活用した環境対策や省庁主導の安全対策等は、将来の社会にとって不可欠なテレマティクス・サービスになると考える。

ここで広く普及するために重要なのは標準化であり、これは日本のみならず国際的に標準化できるものを展開することである。これにより、製品コストが安くなり、国際競争力のある車両やインフラが展開できることになり、国内外の市場の活性化に効果があると考える。

またオープンソースが活用できる仕組みを準備することにより、従来の自動車業界内の開発に加え、異業種での開発を促進し、その成果を積極的に利用できることが望ましい。

9．まとめ

T型フォードが1907年に世の中に出現して百年余りが経過した。その間、車は個人の自由な移動手段としての価値を提供してきた。自動車業界は、その価値を高めるために“走る、曲がる、止まる”といった基本性能向上に努力してきた。

人々は日常生活の中で情報社会に接することが常態化してきている。それにともない、車も情報・エネルギー社会とつながることが新たな性能として求められるようになってきた。

その結果、移動に関するサービスや、移動中に利用可能な新たなサービスが広がりつつある。

今後はお客様一人ひとりの移動の喜びと利便性を提供するとともに、つながることによる安心安全で持続可能な社会の実現に向けて、産学官の協調、業界や企業の枠を越えたデータの共有・相互連携などによるあらたな価値提供が将来への鍵となる。

産業・化学機械と安全部門　研究発表講演会2012　実施報告

活発な質疑応答

2012年10月18日（木）、東京工業大学大岡山キャンパス手島記念会議室L&Sにおいて、産業・化学機械と安全部門研究発表講演会2012を開催した。本講演会は、学界の基礎・応用研究と産業界の研究開発活動を通じ、産業機械および化学機械分野における課題と最新技術に関する情報の共有を図ることを目的に開催している。産業・化学機械の計測・制御・安全技術について最新の研究開発状況をまとめて聞けることから、聴講者はもとより講演者からも好評を得ている講演会である。

今回はGS1：「一般セッション」、OS1：「機械安全・機能安全の適用による産業・化学機械のイノベーション」、OS2：「Safety Service Engineeringによる安全・安心技術イノベーション」の３つのセッションに分けて16件の講演を行なった。訪れた30名を超える聴講者からは活発な質問が飛び、15分の講演＋５分の質疑応答時間では収まりきれない発表が相次いだ。また、本講演会は機械学会若手優秀講演フェロー賞の選考会でもあったので、学生からの発表も６件と過去最多であった。

当部門として５回目となる本講演会は、聴講者各位および関係各位のご協力で成功裏に終了することができた。運営上至らぬ点も多かったと思うが、これからも参加者全ての役に立つ講演会を目指していく所存である。

関係各位のさらなるご支援をお願いする。

講演会プログラム

No.	演題　講演者
GS1-1	Modelica モデリング言語を用いたロータリー型太陽反応装置の動的モデリング手法の検討 松本 秀行（東京工業大学）
GS1-2	操船シミュレータを用いた海難要因分析に関する研究 吉村 健志（海上技術安全研究所）
GS1-3	高温配管用炭素鋼におけるAE法と延性破壊条件式の損傷値との比較 小池 峻太（横浜国立大学）
GS1-4	圧力容器ねじ端の設計における強度解析と安全性評価 芝崎 達朗（工学院大学）
GS1-5	制御による本質安全とPDCのダイレクト・ハンドリングへの適用 川口 直人（明治大学）
GS1-6	石油備蓄タンクの底板内面コーティングに関する余寿命評価システムの開発 伊藤 大輔（横浜国立大学）
GS1-7	実環境におけるクロムフリー亜鉛系防錆被膜の耐食性評価 白神 弘毅（横浜国立大学）
GS1-8	低温領域における Pt/WO3薄膜のガスクロミック挙動 城島 沙紀（横浜国立大学）
OS1-1	統合生産システムの安全性確保に関する研究−RAに基づく支援的保護装置の検討− 則兼 昌也（長岡技術科学大学）
OS1-2	食品高圧処理装置の機能安全の検討 福田 隆文（長岡技術科学大学）
OS1-3	ドライブ装置の機能安全に関する研究 高橋 弘（富士電機）
OS1-4	機能安全が変えるこれからの安全対策 長谷川 正美（富士電機）
OS1-5	エレベータの安全性確保のための第三者機関による定期検査 杉田 吉広（テュフラインランドジャパン）
OS2-1	制御システムにおける安全性と技術革新 ヨアヒム イーデン（テュフラインランドジャパン）
OS2-2	ISO 13849-1に基づく制御システムの安全関連部の設計 白井 安彦（安全工学研究所）
OS2-3	機械エンジニア向け電磁気ノイズ対策の基礎と適用ノウハウ 戸枝 毅（富士電機）

12-158　講習会報告

（一般社団法人）日本機械学会　産業・化学機械と安全部門主催で2013年１月29日（火）に日本機械学会会議室で開催された平成24年度「講習会」の報告をする。

参加者は会員７名、学生員１名、合計８名の参加であった。

講習会名称

「人の介在に起因する機械労働災害　及び　不良製品製造による食品事故とそれの防止策－労働災害と不良製品製造防止－」

講演会の主旨

製造産業界において機械本体による労働災害と、食品産業界では製造工程での製品品質不良による食品事故がある。どちらの事故もその防止のために機械設計段階でリスク評価から安全対策が施されている。更に生産現場では手順書の作成、教育訓練が行われているがどちらの事故も後を絶たない。

機械安全については安全装置が作業性、生産性を高める為に現場作業者により無効化されたり、殆どの製造業が新製品、生産性向上対応として機械のシステム変更（改造）を行っているが、生産優先で安全変更管理に関する検証が不充分なまま操業され事故発生の要因となっている。リスク評価を行って安全対策をした機械も組み立て不良、定期メンテナンスにおける見落としなど、根本的な原因は操業開始時からライフサイクルに於ける機械安全に関わる検証と確認が不充分な為に起きた人的事故と言える。また食中毒事故、製品品質事故についても微生物汚染、毛髪や害虫などの異物混入、原材料や包材の取り違えなど、殆どは人的ミスが原因となっているケースが多い。

本講習会では今までにない観点からそれらの事故を防止する目的に、実際に発生している様々な事故やトラブル及び事故の可能性の事例を元に、人的ミスはなぜ起きるのか、それを防止のためにするべきこと、考えるべきことを軸に，人的要因に関わる機械安全を確保する為の検証手法、安全機器の無効化を検出する手法、及び食品製造業における不良製品を作らない為の具体的な提案を行った。

講習内容

１.「変更管理の事故事例とリスク制御」

セーフティークラフト代表　水野 恒夫

組織管理の技術的な側面から変更管理が適切に発動されるために必要な仕組みは以下に示す通りである。一定の規模以上の産業機械システムでは、その中で日々生ずる工程の変更事象は大小さまざまなかたちで存在している。これらの変更情報は組織内でばらばらに存在しているが、まずこれを一元化して関係する組織の成員に対して可視化される必要がある変更情報が逐次登録され、個々の変更事象に関連して必要な関係者が特定されれば、それらの複数の機能/メンバーによる多面的な着眼、経験知を突き合わせる過程で、変更に伴う波及影響の内容と範囲、機械システムの変動リスクを評価することはさして難しいことではない。機械設備、操作方法、プロセス、原材料、補修方法の改変が行われる場合に、それらの変更内容について、組織の成員や機能に変更情報が確実に伝達されることが組織内のリスクコミュニケーションの第一歩である。

多くの組織で、このような情報管理の仕組みが十分に整備されておらず、様々な変動リスクが未解決のまま組織の末端の成員にしわ寄せされている。日本の組織では末端のオペレーターの質が比較的高いため、彼らの工夫と裁量によって産業事故や品質事故の多くがかろうじて防がれているものの、その一部が事故として顕在化するに至っている。こうした末端の成員のやりくりに依存する「現場頼み」の生産技術は、リスクの大小に追従して機能しているわけではない。従って、変更管理の破綻は「重大事故」というかたちで、ある日、突然目の前に姿をあらわすことになる。

変更管理のリスクアセスメントは、あらかじめ計画され、所定の期間を定めて推進される静的なリスクアセスメントとは異なり、日々の工程のダイナミックな変化に応じて「動的に」運用されなければならない性質を備えている。いずれも従来型の日本的なボトムアップの管理スタイルとは異質のトップダウンの色彩の強い管理スタイルであるが、とりわけ変更管理については、影響予測やリスク想定などの局面でボトムアップ要素が同時に求められるため、両者の適切なミックスを図ることが不可欠である。

２.「安全機器無効化の現実と無効化検出手法－ライフサイクルを通した機械安全の確保―」

国立大学法人 長岡技術科学大学大学院　非常勤講師　岡村 隆一

機械が製作され、操業開始前に機械システムとして設けられた安全機

器の機能確認が行われ、全ての安全機器の有効性が検証されて操業開始の判断がされているが、操業が開始され、時間の経過とともに生産現場では命題である生産計画の守り切りを目的に作業性、生産性を高める為に、また、メンテナンスを容易化する為にリスクアセスメントの結果として設けた安全装置が現場作業者により無効化されている現実があり、労働災害はいつでも起こり得る状況になっているといえる。

一度操業が開始されると設けた安全機器が有効に機能しているかの確認は生産優先の状況下では困難なことであることから生産終了後、或いは休日等のタイミングで専門要員を動員し、機器単位に正常に機能しているか、制御的にも適切な対応が出来ているかを機械動作と連動しながら多くの時間を要する確認作業となる。その作業は定期的に実施しなければならない内容であるが、コストも掛かり、対象となる機械が多ければ尚更のことである。

これからの機械安全についてはリスクアセスメントの結果として投資をして設置した安全機器が機能せず、不幸にも労働災害が起きない様にする為の人手によらない自動的に安全機能の有効性を確認できる継続的方策が備わっている機械システムとすることが機械安全の基本的要素であると考える。

本講習では設置した安全機器の無効化の実態写真、及びそれら無効化を設計段階で制御回路に作り込み、自動的に検出する手法について実施可能な具体的回路例を提案した。

3.「食品業界における異物発生の原因とその対策」
元・味の素(株)／味の素エンジニアリング(株)　佐田 守弘

我国の食品衛生の中心となる食品衛生法では、食品の清潔で清浄な取り扱いを義務付けており、その中の第6条には食品として販売と右を行ってはならないものが列記されている。

すなわち食費根異性法では微生物汚染と異物等の混入を食品安全の危害として考えているといえる。これらは食品衛生法が想定する食品の衛生安全の危害である。

食品関連の法律にはその他にJAS法、健康増進法があり、これらの法律が定めた用語を用いて製品の裏面にある一括表示欄に名称や原材料名などを記載することが決められている。

時折商品回収などの広告が出されることがあるが、回収の理由の多くは、賞味期限表示、産地などの印刷間違いであるという。またプロセスに由来するマーケットクレームの集計を図1に示す。異味異臭は何らかの異物混入と考えられるので、これを加えると異物クレームは全体の2/3、微生物クレームが約1/3となる。これらの様々な食品トラブルの中で本講偽では異物混入トラブルと印字間違いトラブルについての説明を行った。

4.「食品業界における衛生事故の原因とその対策」
今道コンサルティング事務所　今道 純利

作業員の慣れ、勘違い等で起こるヒューマンエラーによる衛生事故を完全になくすことは困難であるが、リスクを低減することは可能である。人に健康被害をもたらすこの問題は食品産業に関わる真摯な対応に限りない努力が要求される。また、人間は能力の限界があり、関係者の協議による対処が不可欠であり、ヒューマンエラーリスク低減に向けた教育と技術の向上など、あらゆる努力が必要である。

総括：

日本で起きた未だ記憶に新しく、関心度が高い重大事故について多くの実例を挙げながら、背景、事象、原因、どうしなければならなかったか、どうすれば事故は防げたかの対策について具体例を示しながらの講義で、この度の講習会は従来の内容とは一線を画した一般的な概念、理論主体の内容を避け、実例を挙げより現実的な内容としたことで参加者の関心度は高かった。

講師の方々も自分の豊富な経験を持つ専門家として問題意識の発信と共有化について熱弁を振るわれた。

最後に質疑が設けられ、今回のテーマと人材教育、指導との関連性について質問があったが、人材教育でカバーできるのは若年層、配置換え等による未だ不慣れな人に大きな効果が出る。しかし、熟年者については熟知しているだけあって効果はあまり期待できないが、多くの経験を元に組織の中で率先して取り組んで頂くことを期待する、と結んでと講習会を終了した。

トワイライトセミナー

第26回トワイライトセミナー
技術士第二次試験 ―機械部門の受験対策講座―
(産業・化学機械と安全部門　企画)
講　師：千代田化工建設株式会社
　　機械設計本部　主席技師長
　　技術士（機械部門，総合技術監理部門）
　　大原　良友　氏
開催日：2012年3月15日(木)　18：30～20：00
会　場：キャンパス・イノベーションセンター（東京）
　　708号室

セミナー会場の様子

今年で4回目を迎え、毎年受講者の方々に大変好評の企画、当部門トワイライトセミナー、千代田化工建設株式会社 大原氏による技術士第二次試験―機械部門の受験対策講座―が田町にある東京工業大学キャンパス・イノベーションセンターで行われた。

平成24年度の技術士第二次試験で機械部門を受験しようと考えている方に参考となる受験対策を目的とした内容であった。過去にも同様な講座を3月に実施しているが、これは技術士試験を受験する場合、4月に受験願書を提出するところから始まるためである。講演ではこの願書の書き方についても合格に近付くための注意すべき点のお話があった。その内容の一部をご紹介すると、例えば「口頭試験に向けて技術的体験論文を提出するが、この内容が受験願書とリンクする必要があるため『技術士試験とは何か？』など、試験の内容などを知った上で受験願書を作成して提出する必要がある。」というお話があった。そのほか、技術士試験の目的、試験項目、内容、書き方の基本などが受講者にわかりやすく説明されていた。

また、講師の大原氏が今まで長年実施してきた受験指導を通して、今後の受験者がどのような勉強をしていけば合格できるのかを、具体的なポイントを簡潔にわかりやすく説明されていた。さらに、受験者が過去の問題を用いた練習をするために、昨年度試験の答案用紙の内容についても説明があり、答案用紙のコピーを受講者に配布しセミナーは進行した。

講師の大原氏

この大原氏によるトワイライトセミナーは受講者に大変評判の良い企画であり、今回のセミナーにおいてもわかりやすく、技術士受験を検討している受講者に対し勇気づける内容であった。

最後に以前、このトワイライトセミナーを受講された方から講師の大原様に届いたメールをご紹介する。

「技術士第二次試験に合格することができました。冷静に振り返ってみると、大原さんのあのセミナーが最も有益で、2時間以上かけて会場に足を運んだ甲斐がありました。

技術士機械部門に関しては、受験に関する情報が少ないので、受験申し込みの注意点等は大変参考になりました。本当にありがとうございました。」

当部門において大原氏によるセミナーは今後継続予定である。当学会では技術士に関連する他の講座も多数開催しているが、当部門のこのセミナーは¥1,000円（会員参加費）で受講することができる。技術士を目指す人は是非次回の参加をお勧めする。（参加者17名）

第27回トワイライトセミナー
爆発影響評価のための爆轟現象のモデル化
開催日：2012年９月３日（月）　18：30～20：00
会　場：キャンパス・イノベーションセンター（東京）
　　708号室
講　師：久保田　士郎　氏
　　(独)産業技術総合研究所　安全科学研究部門
　　爆発利用・産業保安研究グループ

高エネルギー物質の貯蔵施設等で爆発事故が発生すると周辺に多大な損害を及ぼすため、十分な安全対策が要求されている。爆発とそれに伴う複雑現象を理解し、それらが周辺にどのような影響を及ぼすか評価しなければならない。特に爆轟と呼ばれる衝撃波を伴う化学的爆発が生じた場合の被害は大きく、重要な評価項目である。流体力学に基づくコンピュターシミュレーションは一つの有効な影響評価手段である。ここでは、凝縮系高エネルギー物質の爆轟現象に着目し、シミュレーションの際に必要となる爆轟現象のモデル化について講演があった。

講演会場の様子

講演の前半は、爆轟現象への科学的理解が十分でない聴講者のために、「爆発」、「爆轟」という言葉の説明から始まり、衝撃波についての物理学的説明、火薬類の歴史と爆轟を呈する高エネルギー物質の工学的応用についてお話があった。その後、19世紀終わり～20世紀初めに発表された爆轟波の単純理論であるC-J仮説から現在に至るまで提案されてきた、様々な爆轟現象の理論とモデルの説明が体系的になされた内容であった。爆轟現象の理論体系においては爆轟を「理想爆轟」と「非理想爆轟」に大別できる。講演の後半は、非理想爆轟の研究において、爆轟転移過程のモデル化と数値シミュレーションの方法論についてお話があった。爆轟転移過程のモデル化の研究では、反応モデルや状態方程式のパラメータを変化させることなく、複数の衝撃起爆問題に適用できる、より汎用的なモデルの構築が求められてきている。ここでは久保田氏自身の研究成果も紹介しつつ、実験と数値流体力学（CFD）コードを用いたマルチスケールシミュレーションの併用による起爆モデルや状態方程式モデルの構築手法を解説する内容であった。

講師の久保田氏

この講演は、爆轟現象について基礎的な知識から現象のモデル化に関する最先端の研究まで幅広く触れたものであり、聴講者からの質問も多岐にわたり、大変盛況な講演会であった。（参加者17名）

機械の日

2012年機械の日「親子のための見学会」
「国内最大級の再生素材生産工場を見に行こう!!」
開催日：2012年8月24日（金）10:00～12:30
会　場：ハイパーサイクルシステムズ本社工場
　　東浜リサイクルセンター（千葉県市川市）
参加人数：子供6名と保護者7名の合計13名

小学校１年生から高校１年生までの幅広い年齢層の子供達とその保護者の方々に参加頂き、ハイパーサイクルシステムズ本社工場　東浜リサイクルセンターの見学会を開催しました。

参加者集合写真
（参加者全員が大変満足した見学会となりました）

見学に先立ち、家電リサイクル事業の背景や意義を小さい子供達にも分かりやすく説明したビデオの上映と見学コース概要を説明頂き、見学者一人ひとりにガイド用イヤホンが配布されました。その後、順路に従い破砕され仕分けられたリサイクル材料が搬出されるエリア、リサイクルに出された家電製品が入着するエリア、エアコンの分解ライン、冷蔵庫の分解ラインを見学しました。様々な型式の家電が、瞬時に手際よく分解・仕分けられる様子を熱心に見学し、いろいろな場所をカメラに納めさせて頂きました。家電筐体が大型破砕機でバラバラにされる所では、見学コースに設置されたモニタに写る中の様子を子供達が興味津々で見入っていました。

搬出エリア
（破砕し仕分けされた材料を覗き込む見学者）

冷蔵庫解体ライン
（流れ作業で手際よく冷蔵庫が解体される様子を見学）

見学後の質疑応答では、「金など貴金属の回収は出来ないのか？」等の質問も出て、家電リサイクルへの関心、興味が一層強くなったことが伺い知れました。
（森　康：三菱電機株式会社）

大型破砕機前のモニタ画面
（火花が飛びアッと言う間に破砕される様子を見学）

日本機械学会2012年度年次大会（金沢）における部門活動報告および市民フォーラム報告

市民フォーラム

2012年９月９日（日）、しいのき迎賓館セミナールームAで開催した。日曜日にも関わらず、20名を超える参加者は食品の安全に関する最新情報に聞き入り、活発な質疑が交わされた。

（１）生産現場での食品安全性「食品工場での安全方策」
佐田 守弘（食の安全委員会委員長）
（２）消費現場での食品安全性「食中毒を家庭で防ぐには」
山本 和貴（農業・食品産業技術総合研究機構）

ワークショップ

2012年９月10日（月）、金沢大学C会場C11室で30名以上を集めて開催した。安全な機械・設備実現のためにリスクアセスメントが果たす役割を、講演者の発表の後に活発に議論した。

（１）機械安全の設計原則ISO 12100の観点から
福田 隆文（長岡技術科学大学）
（２）使用者の立場で行なうリスクアセスメントの目的
芳司 俊郎（労働安全衛生総合研究所）
（３）予防原則の視点から/合理的代替設計の立場から
加部 隆史（安全工学研究所）
（４）事故の受容を求める積極的安全のためのリスクアセスメント～事故後２日で運転再開のスイス氷河特急、穴に封印の中国の新幹線～
杉本 旭（明治大学）

学術講演会

2012年９月10日（月）、11日（火）の２日間にわたり、金沢大学C会場C11室で延べ70名以上の聴講者を集めて開催した。機械学会若手優秀講演フェロー賞選考会ということもあり、例年以上に講演申し込みが多く26件の発表（内11件が学生）と、活発な質疑応答が行なわれた。

GS１：一般セッション

（１）産業機械における制御安全規格の適用と課題
井土 伸彦（テュフラインランドジャパン）
（２）PDC安全制御の適用による簡易型エレベータの本質安全化
深井 裕治（明治大学）
（３）ジェットコースター等遊戯システムにおける人間の安全確認の構造
岩崎 宗太（明治大学）
（４）ドライブ装置の機能安全機能
高橋 弘（富士電機）
（５）ジャークセンサによる低速回転転がり軸受の損傷診断のための振動情報の処理方法
辺見 信彦（信州大学）
（６）反発硬度計を用いた化学装置用プラスチックの特性および劣化評価
鈴木 紗和（日本大学）
（７）エタノール環境下における熱可塑性樹脂の劣化挙動と超音波による評価
坂本 有生（日本大学）
（８）経年劣化および保全効果を考慮した信頼性解析手法の開発
三友 信夫（海上技術安全研究所）
（９）食品リサイクルのための打撃粉砕と滅菌効果
藤原 和人（熊本大学）
（10）安全・安心を重視した障害者用食事支援装置の開発
山崎 剛志（熊本大学）

OS１：機械のリスクアセスメント

（１）プレス機械のリスクアセスメントとISO 13849-１の適用
畑 幸男（コマツ産機）
（２）SI-F法による異常診断における再学習の破損リスクへの影響
沢口 啓（群馬大学）
（３）止める安全から止めない安全へ
白井 安彦（安全工学研究所）
（４）安全の確定論と原子力プラントの安全システムに関する一考察
延明 雅通（明治大学）
（５）体重負荷軽減機能を備えた立位歩行支援装置の開発とリスク低減
山下 拓己（明治大学）
（６）PDC安全制御システムのダイレクト・ハンドリングへの適用
川口 直人（明治大学）
（７）食品用高圧処理装置の設計・製造段階におけるリスクアセスメントおよび国際規格への適合性検討
藤井 淳平（にいがた産業創造機構）
（８）食品高圧処理装置の制御システムの安全関連部の評価
福田 隆文（長岡技術科学大学）

OS２：化学プラントにおけるリスクベース保全

（１）劣化したFRPタンクに対する運転中の超音波検査における有効性評価
草野 正大（東京工業大学）
（２）ベイズ統計を用いた石油タンク底部の最大腐食深さの推定に関する研究
森 俊輔（横浜国立大学）
（３）RBM（リスクベースメンテナンス）の規格化とソフトウェア構築
大平 匡史 （アイ・エイチ・アイ マリン）
（４）海外におけるリスクベース保全の活用状況
外村 隆志（千代田アドバンスト・ソリューションズ）
（５）予防保全と機能安全
長谷川 正美（富士電機）
（６）化学プラントのライフサイクルを通した業務モデルに基づく変更管理
武田 和宏（静岡大学）
（７）プロセス安全管理における保全業務の役割
島田 行恭（労働安全衛生総合研究所）
（８）リスクベース保全のためのフレームワーク
渕野 哲郎（東京工業大学）

会員の声

「同志社大学の機械工学専攻における安全・安心教育について」

同志社大学理工学部　田中 達也

同志社大学理工学研究科機械工学専攻では、平成20年度文部科学省の大学院教育改革支援プログラムに「安全・安心の設計システム技術者養成課程」を公募し採択された。３年間の補助事業を経て、平成23年度からは「安全・安心の設計システム技術者養成コース」として正式に設置された。本コースは、「安全・安心」をキーワードとして社会に出て即戦力となる設計技術者の養成を目的としており、従来からある科目履修に加えて、「リスクマネジメント」、「安全工学」、さらに履修した内容の実地体験を積むための「安全実習」と称するインターンシップを課して履修終了を認定している。今年度の履修者は43名で予定定員の２倍以上と過去最高となり、昨今の企業インターンシップ参加者の増加と同様に学生の産学連携行事への関心度は高い。一方、受け入れて頂いている企業側の期待度も高く、毎年３月に開催している成果報告会へは多数の関係者に参加頂いている。その場では、学生が体験した内容に関して活発な議論が展開され、お互いの取り組みの向上に役立っている。今後は、本コースの修了証が「安全設計者」のお墨付きとして世間で認められるように教員が一丸となって推進していく所存である。

http：//anzen.doshisha.ac.jp/

「もう一つの坂の上の雲」

三浦工業株式会社　白石 仁士

私は、小説「坂の上の雲」の舞台となった四国松山のボイラ会社に42年間勤務している一技術者です。ご存じの通り、坂の上の雲は混沌とした明治の時代に、果敢に挑戦した松山出身の若者を描いた司馬遼太郎の人気小説です。今、日本は多くの問題を抱え、夢を失っているかのようにみえます。

私が入社した頃の会社は創業間もない駆け出しの小さい会社でしたが、創業者三浦保の掲げた夢「世界一安くて良いボイラを作ろう」の下に団塊世代の若者が集り開発やメンテナンスに汗まみれで頑張っていました。

1959年ボイラ等に関する法規が制定されて、小型貫流ボイラという新規格が登場しました。創業者が開発を決意し数名で会社を興しました。その後、常識破りのイノベーションを次々実現し、それらが評価されて、開発したボイラは現在では大企業の主要熱源に採用され、会社も上場企業として世界に展開するまでになっています。

戦後の発展企業も共通して創業者のリーダーシップの下、それに加わった名もなき者たちの坂の上の雲の物語が展開されたと思います。

小さな会社が成功する確率は低いかもしれませんが、時代をとらえる先見性、創意工夫、チャレンジ精神、そして夢があれば、今の変化の激しい時にこそチャンスの扉が開かれていると思います。失敗を恐れず各分野で創業の気概をもってチャレンジして頂きたい。

現役を終わろうとする団塊の世代のはなむけの言葉として後進の方々に贈りたいと思います。

「思い出すことなど」

バブコック日立株式会社　佐藤 一教

大学院生の頃の話である。実験室で夜遅くひとりで、ビーカに入れた流動パラフィンを電気ヒータで加熱していた。ものの10～20分の味見的実験として、粘度の変化を調べるつもりであった。ビーカを水洗いした際の残りか、１～２mmの水滴がビーカの底に残っているのは分かっていたが、特に気にとめることはなかった。

ところが、流動パラフィンの温度が250℃を超えたころだろうか、突然爆音とともに流動パラフィンが激しく飛び散った。要するに小爆発である。一瞬何が起きたかわからず、あわてふためき、朝近くまでかかって実験室を掃除した。流動パラフィンが爆発的燃焼をしたようにも見えず、しばらくして落ち着いたとき、「水滴が爆発したのではないか」という考えに至った。ビーカの底から水滴を除くのは面倒であったし、100℃になれば沸騰して気泡になって無くなるだろうと楽観視していたのである。このときの「教訓」は、手抜きと安易な思い込みに集約できるだろうか。突沸という現象に関して、慶応大学のグループによる系統的な研究成果があることを知ったのは、しばらくあとになってからであった。

全くうかつで手抜きの学生であったが、上記「教訓」の他に得られることもあった。「それにしてもあのエネルギーはすごい」という驚きから、油中水滴型エマルジョン燃料を減圧沸騰させて噴霧にできぬか、というアイディアが湧き上ってきた。

30年以上も前の遠い昔の忘れられぬ思い出である。

「危険を知って安全を学ぶ」

長野工業高等専門学校　宮下 大輔

本校機械工学科では、１年生を対象に「機械工学概論」の講義を行っている。私は専門である振動について身の回りにある振動現象や、振動

が及ぼす問題について説明を行っている。講義中の映像教材としてやはりインパクトのあるものは「タコマ橋の崩壊」で、全ての学生が映像を食い入るように見ているのがとても印象的である。これで、安全設計について少しでも興味を持ってもらえたかなと思いつつ、高学年の学生にものを設計させてみると、「壊れたら、その時考える」というコンセプト（？）の設計が多く、がっかりさせられる。

振動実験は機械系の学科であれば必ず行うものではあるが、上述の現状から「危険を知ってもらう」ことを目的として、「敢えてものを共振させて（敢えて汚い言葉を使うが・・・）「ぶっ壊れる」過程を見せる装置」を卒業研究で作らせることにした。ここで最も重視すべきことが、「タコマ橋」のようなダイナミックな破壊を見せることだ。ところが、この「ダイナミックな破壊」を作ることが予想以上に難しいことが分かった。簡単そうに見えて、実は様々な条件（材質、拘束条件、加振力、降伏応力、実験スペース、破片の飛散方向等）を加味しなければならないのだ。

原発などに代表される「絶対壊れてはいけないもの」が簡単に壊れ、壊そうとしているものがなかなか壊れない。機械以外にも例えられそうな気はするがここでは伏せておきたい。

産業・化学機械と安全部門のポリシーステートメント

当部門は機械学会の中でも、とりわけ横断的色彩が濃い部門である。対象は、建設機械、農業機械、食品（加工）機械など、多くの産業機械関連分野、そして、化学装置、化学プラント等、化学品製造に関わる化学機械関連分野である。当部門はこの特長を生かし、多種多様な関連産業に共通する課題を見いだし、情報の共有化、情報の発信をしていくことを使命と考えている。これら産業が成熟の域に達してきた昨今、「安全性の向上」はどの産業分野においても最重要課題であり、多く課題を共有することが可能である。本部門が対象とする「安全」は、生産工場の労働安全はもちろんのこと、製品の様々な危険性から市民の安全の確保まで、「安全」全般を対象とし、ハード・ソフトの両面から取り組むこととしている。しかしながら、「安全」に対する考え方、とらえ方は各分野で異なっていることはもちろん、分野によっては大きな温度差が存在している。様々な機械分野が個別に取り組んでいる「安全性の向上」を集約して議論し、各々がさらに安全性を深めていくことは、機械産業にとって極めて重要なことであり、これこそが当部門が中心になって推進すべき課題であると考えている。このような考えに立ち、2002年に当部門は名称を「産業・化学機械部門」から「産業・化学機械と安全部門」に変更して新発足をした。安全に関わるソフト面、すなわち、システムの安全からライフサイクル安全はもとより、防災、リスクアセスメント、環境保全、安全衛生（労働・衛生）、コンプライアンス（法令遵守）、標準化、第３者認証、等々、広い範囲をカバーし得るよう強化し、会員のニーズにあったサービスを提供していく予定である。また、安全に深く関わる他部門との連携を強化し、当部門の特長を生かした活動を展開していく計画である。

2013年度（第91期）会告一覧

2013年度の当部門主催の企画が下記の通り決まりましたのでお知らせいたします。なお、企画への参加申し込み、並びに、詳細内容については部門ホームページ（http：//www.jsme.or.jp/icm）をご覧下さい。年次大会関連の行事詳細は機械学会ホームページの年次大会欄をご覧下さい。

4月11日:トワイライトセミナー「技術士第二次試験 －機械部門の受験対策講座」(会場：東京工業大学大岡山キャンパス)
6月19日:トワイライトセミナー「ワーストケースシナリオ構築による事故未然防止の取り組み」(会場：キャンパス・イノベーションセンター東京708号室)
6月21日: 研究発表講演会「安全・安心を支える機械システム」(会場：横浜国立大学 教育文化ホール)
9月8日～11日:日本機械学会年次大会 (会場：岡山大学)
9月9日: 日本機械学会年次大会ワークショップ「これからの安全－生産性と両立する次世代の安全を目指して－」(会場：岡山大学)

この他の新企画も進展に併せ逐次部門ホームページにてご案内いたします。当部門企画行事へのご参加をお待ちしております。

部門賞・部門表彰募集および贈賞報告

日本機械学会産業・化学機械と安全部門では、次の部門受賞者を募集しております。これらの賞は、当部門に対する功績やこの分野における業績に対して、部門として表彰を行うものです。多数のご推薦をお待ちしております。

募集する部門賞

1．産業・化学機械と安全部門功績賞
研究、教育、交流を通じて当部門の発展に顕著な業績をあげた者に対して贈与する。

2．産業・化学機械と安全部門業績賞
当部門の分野における顕著な研究業績を、技術開発、技術改良など工学上、並びに、工業上の発展に貢献した研究者もしくは技術者に贈与する。

3．部門表彰
当部門主催の講演会等の企画で業績をあげた者に贈与する。部門表彰には論文、技術、貢献表彰がある。

推薦の方法

推薦理由書に添えて下記の産業・化学機械と安全部門長宛てにお申し込みください。ただし、受賞候補者は原則として日本機械学会会員とします。

送付先：

〒160-0016
東京都新宿区信濃町35番地　信濃町煉瓦館５階
日本機械学会気付　産業・化学機械と安全部門長宛て

推薦の期限

2013年度受賞候補者の原稿締切りは2014年１月31日（金）までとします。

2012年度日本機械学会贈賞

若手優秀講演フェロー賞：城島 沙紀（横浜国立大学）

2012年度部門賞・部門表彰贈賞

部 門 賞（功 績 賞）：佐田 守弘
部門表彰（論文表彰）：沢口 啓（群馬大学）、
山崎 剛志（熊本大学）

日本機械学会　産業・化学機械と安全部門
〒160-0016　東京都新宿区信濃町35番地　信濃町煉瓦館５階
電話（03）5360-3500　FAX（03）5360-3508
部門ホームページhttp://www.jsme.or.jp/icm/

発　行　日　2013年４月１日
発行責任者　久保内 昌敏
編集委員　三友 信夫

お知らせ：本ニュースレターの配信方法を、電子メールとホームページに統一する検討を行っております。ご意見をお寄せください。
メール宛先：research-icm@jsme.or.jp