ISSN 2424-0222

INDUSTRIAL, CHEMICAL MACHINERY & SAFETY

産業・化学機械と安全部門ニュースレター　No. 32　April 2017

巻頭言：安全・安心社会のための安全文化定着に向けて

2017 年度（第 95 期）
産業・化学機械と安全部門長
テュフラインランド
ジャパン株式会社
杉田 吉広

「日本人は水と安全はタダだと思っている」、この言葉を耳にされたり、目にされた方は多いと思います。「安全」に関わったことのある方であれば使用されている方も多いかと思います。この言葉は「日本人とユダヤ人」の中でユダヤ人の言葉として紹介されています。出版が今から 50 年以上前であること、ユダヤ人言葉としての言葉であることから、ここで言う「安全」は機械安全や労働安全という意味合いではないのは明らかですが、誠に言いえて妙な言葉であり、私自身も無意識の内に発している言葉でもあります。しかしながら、50 年以上も前の出版物の言葉が今も使用されているということは、未だにこのように「タダ」思われている人が多いということではないでしょうか？

2011 年の福島第一原子力発電所の事故以来、「リスク」という言葉も市民権を得たように思われます。また、「安全」と「リスク」を対にして語られることも増えてきました。徐々にではあるが、前述の言葉が過去の遺物になり、セミナー等で以前は「安全はタダである」と思われていた時代があったと語られる日が近づきつつあるのではないかと期待していますが、大きな事故が起こった際にだけ安全が大きく取りあられようではまだまだ一過性の言葉としてしか認識されていないように思われます。「安全がタダ」であった日々が過去になるためには安全やリスクに対する正しい理解、安全な機械、製品を世の中に送り出すために何が行われているのか、何をしなければならないのかを知る必要があります。なぜなら、私自身、現職場に入社するまでは「安全はタダ」と思っていた日本人の一人だったからです。学生時代や前職ば時代、世の中に出ている機械、製品は「安全」と信じ使用していた時代がありました。現職に就いて、安全に関する国際的な考え方を知ることになりました。すなわち、正しい情報・知識に接することで考え方は変えることができると思います。また、継続的に安全について、議論・研究することで、一過性のものから脱却すなわち、安全を文化として定着させることができると思います。

産業・化学機械と安全部門は、安全に関する工学的、学術的な取り組みを進め、社会に安全に関する情報を発信する部門です。日本機械学会の全部門で考えなければならない、共通分野であると認識しています。安全・安心な社会を実現し、安全を文化として定着させるための当部門の責任は大きいと考えています。

当部門では講習会、市民フォーラム、トワイライトセミナー、学生アカデミー、年次大会や部門講演会を通じて、安全に関する情報、最新技術を発信してきました。これからも、安全原則、時代に則した安全、リスクの考え方を発信し、安全・安心社会実現のための安全文化の推進に貢献できればと考えています。

安全は工学的・学術的な取り組みが必要であると同時に、消費者、市民が直面する問題でもあります。我々と一緒に安全について考え、議論する仲間を求めています。是非、当部門に会員登録して仲間入りをしていただきたく思います。

このたび、当部門長就任に当たり、当部門で培ってきた知識、経験を継承し、日本の安全・安心社会の実現に少しでも貢献できればと考えています。引き続き、会員の皆様のご支援・ご協力をお願いいたします。

目次

巻頭言　テュフラインランドジャパン株式会社　杉田 吉広　1
解　説　国際安全規格の動向と安全技術ロードマップ　富士電機株式会社　戸枝　毅　2
解　説　職業能力開発総合大学校 機械保全・安全ユニットの紹介　職業能力開発総合大学校　中村 瑞穂　3
解　説　食品事故に見るヒューマンエラーとその対策　産業・化学機械と安全部門 食の安全委員会　佐田 守弘　5
解　説　技術者に求められる機械安全教育　東レエンジニアリング株式会社　谷口 満彦　6
リレー投稿 51　原子力安全材料技術と過酷事故対応技術～平時と有事の安全の狭間で　東京工業大学　小林 能直　7
リレー投稿 52　安全文化って何だろう。安全文化醸成の進め方　株式会社原子力安全システム研究所　前田 典幸　9
リレー投稿 53　自動運転を取り巻く環境と，その発展・普及に際して　東京農工大学大学院　毛利　宏　11
行事報告　年次大会・研究発表講演会・講習会・トワイライトセミナー・学生アカデミー（機械の日）・市民フォーラム　13
会員の声・会告一覧・部門賞・部門表彰および贈賞報告　18

解　説

国際安全規格の動向と安全技術ロードマップ

富士電機株式会社　パワエレ機器事業本部　ドライブ事業部　FA 部
（一社）日本機械学会　産業・化学機械と安全部門　ロードマップ委員会
幹事　**戸枝 毅**
博士（工学）

1．はじめに

国土交通省自動車局は、2016 年 6 月 17 日道路運送車両保安基準の一部改正を実施し、「バックミラー等に関する国際基準が改正され、バックミラーの代わりに、カメラモニタリングシステムを使用することが可能」と発表した [(1)]。このような電子機器による制御装置が、現在の安全・安心システムを支えている。本稿は、当部門が取りまとめた安全技術のロードマップ [(2)] をベースに、国際安全規格の動向と、30 年先を見据えた安全技術の進化の方向性を紹介することで、我が国製造業の付加価値を高める一助とすることを目的としている。

2．国際安全規格の動向

国際安全規格の歴史を紐解くと、危険作業を行う時の機械を止める機械安全から、機械が止まる機能安全へと進化してきた（表 1）。何れの安全も基本機能は同じであり、図 1 は、電気、機械、EMC、機能安全におけるリスク低減手段を、シンプルな安全の柵としてまとめてみたものである。筆者は、これを IoT（Internet of Things/ モノのインターネット）の CPS（Cyber Physical System/ 仮想・現実 [連携] システム）になぞらえて、CPF（Cyber Physical Fence/ 仮想・物理柵）と名付けている。今や、国際安全規格への準拠はパスポートと同じである。ISO 12100（JIS B 9700）が安全の基本的な理念と要求を集約した規格となっているので、ぜひ一読していただきたい。

3．安全技術ロードマップ

安全技術は、社会ニーズに伴って進化していく（表 2）。

表 1 安全技術ロードマップ（過去～現在）

分類	1970～1990年代	2000年代	2010年代
社会・技術ニーズ	ISO/IECによる安全規格制定	ISO/IECによる安全規格普及 機械の安全性と生産性との両立	機械と人との協調作業 安全技術者の育成
技術的ブレークスルー	産業・化学機械自動化 ・マイコン制御 ・I/Oネットワーク ・高信頼性制御	機械安全基本技術 ・安全PLC/DCS ・安全ネットワーク ・機械安全制御	機能安全制御技術 ・サイバーシステム ・情報セキュリティ ・センサーネット
社会・市場の変化	・WTO/TBT協定 ・New approach指令 ・機械指令:1989 ・EMC指令:1989 ・低電圧指令:1973	・機械安全規格発行 ISO 13849 ・機能安全規格発行 IEC 61508 ・危険性有害性調査 RA指針発行 ・労働安全安衛法改正(2006年)	・第4次産業革命 IoT/M2M：米 Indusrie4.0：独 つながる化：日 ・ロボット安衛則改正 ・第12次労働災害防止計画 ・プラント事故増加

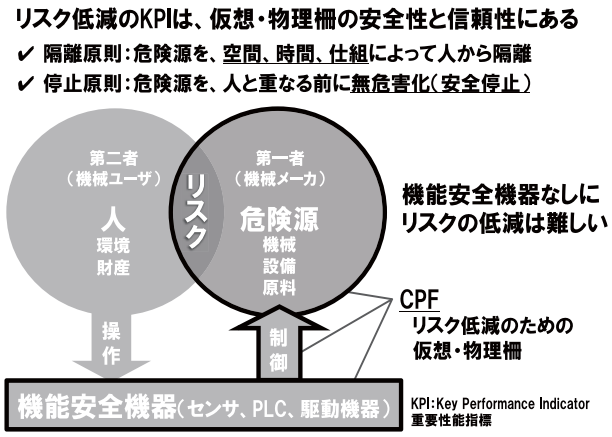

図 1 機能安全による CPF（仮想・物理柵）

1）中期（2020 年代）：IoT/M2M(Machine to Machine) が産業構造合理化・労働人口減少対策の手段として浸透し、全ての現場作業における安全が CPF で確保される。
2）中長期（2030 年代）：生産現場の自動化と地産地消のための海外生産が加速する。国内産業が第一次産業＋第三次産業中心の新たな産業構造に変化して行く。
3）将来（2040 年以降）：製造業のスマートでしなやかな連携が生まれ、「スマートエコシステム」が登場する。安全の技術は、空気や水のように存在することが当たり前のものとして、社会システムに組み込まれている。

以上、安全技術ロードマップの概要を紹介した。読者の新たな発見、付加価値向上の一助となれば幸いである。

（1）http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000211.html
（2）日本機械学会誌 2016 年 5 月号「技術ロードマップ特集」P.321

表 2 安全技術ロードマップ（中・長期～将来）

分類	2020年代	2030年代	2040年代
社会・技術ニーズ	機械と人との協働作業	自律型安全システムの創製	安全を意識しない産業・化学機械システムの実現
技術的ブレークスルー	IoT/M2M型安全技術 ・CPS-St Cyber Physical System on the Safety technology	AI型安全技術 ・CPS-Sai CPS on the Safety by artificial intelligence	自律型安全技術 ・CPS-Sat CPS on the Safety with autonomic technology
社会・市場の変化	・国内労働人口減少 労働人工(ロボット)による代替と、海外への生産移転が加速する	・産業構造4.0 第2次産業の統廃合が進み、工業製品は海外生産が主になる	・スマートエコシステム 産業構造の垣根を超え、自律型共生社会が実現される

解　説

職業能力開発総合大学校 機械保全・安全ユニットの紹介

職業能力開発総合大学校 能力開発院
基盤ものづくり系　機械保全・安全ユニット
中村 瑞穂

1. はじめに

職業能力開発総合大学校（以降、“職業大”）は職業能力開発促進法第 27 条の規定に基づき、国が設置し、3 つの基幹業務（1. 職業訓練指導員の養成、2. 職業訓練指導員の研修（再訓練）、3. 職業能力の開発・向上に関する調査・研究）を行うことなどを目的としている。職業大の全教員は能力開発院に所属し、それぞれの専門別に 41 のユニットに所属している。本報では 41 のユニットの 1 つである機械保全・安全ユニットの活動について紹介する。

2. 機械保全・安全ユニットの役割

労働安全、機械安全、機械保全に関する教育訓練および研究、調査などを 3 つの基幹業務に基づき行っている。さらに、技能五輪、若年者ものづくり競技会、中央技能検定員などへの貢献を行うことである。また、ユニットに所属している教員の安全以外の専門性（例えば、機械加工、機械設計・製図など）の講義、実習・実験、研修も担当している。

2.1 職業訓練指導員の養成

職業訓練指導員の養成に関する課程は長期養成課程、短期養成課程、職種転換課程、高度養成課程の 4 課程がある。さらに、長期養成課程には大学院設置基準の修士課程に準拠している職業能力開発研究学域（以降、“学域”）がある。これらの課程のカリキュラムには全て安全に関係する科目が存在しており職業訓練指導員の養成には安全は不可欠な要素として位置づけられている。学域においては、「安全工学特論」および「特別実験実習科目」で安全工学を選択できるようになっている。

2.2 職業訓練指導員の研修（再訓練）

職業訓練指導員の研修で安全に関する主な研修コースは（1）～（6）がある。その他にも数種類あり年間で約 400 名程度受講している。また、（6）の研修については厚生労働省の通達に関係することから次年度以降は受講者が増加する予定である。

（1）危険予知とリスクアセスメント「職業訓練現場の危険を見破る眼」
（2）安全衛生推進力向上研修（安全衛生管理）
（3）安全衛生推進力向上研修
（4）能力開発施設における安全衛生指導研修
（5）生産設備の設備機器安全技術
（6）設計技術者、生産技術管理者に対する機械安全技術研修

3. 研究活動

本校では 3 の基幹業務の成果を実証する役割である大学の学部に相当する教育を行う課程である総合課程（機械専攻、電気専攻、電子情報専攻、建築専攻）がある。この総合課程および学域において研究活動を行っている。

3.1 研究テーマ

総合課程および学域の研究では（1）～（6）のテーマで教員と学生が研究活動を行っている。

（1）機械加工作業における安全指導に関する研究
（2）生産機械システム技術科におけるシーケンス制御教材に関する研究
（3）設計段階におけるリスクアセスメント教材に関する研究
（4）油圧コントロールシステムにおけるインタロックに関する研究
（5）てこによる変位拡大機構を用いたボルトの緩み可視化座金ユニットの開発
（6）空気圧コントロールシステムにおけるインタロックシステムの試作（図 1）

また、H28 ～ H30 年度には「空気圧制御システムにおけるインタロックシステムの試作」というテーマで外部競争資金（科学研究費）を獲得している。

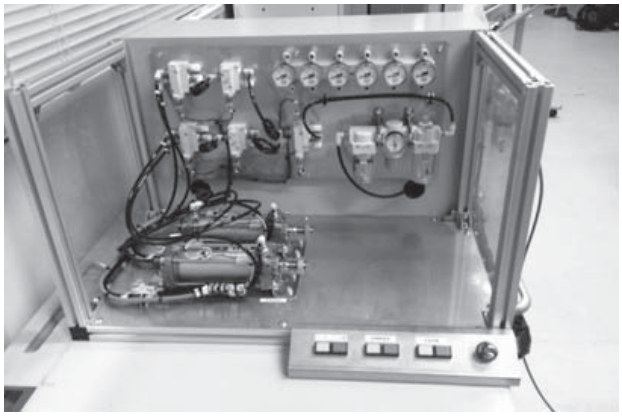

図 1 空気圧コントロールシステムにおけるインタロックシステム実験装置

3.2 研究活動

一般の大学と同じようにゼミナール、研究会などを定期的に行っている。学会等における発表は、2016 年度は日本機械学会年次大会 3 件､実践教育研究発表会 3 件、国際会議 2016 IC3MT　1 件を行っている。

本ユニットにおける研究活動の特徴の 1 つとして「The Safety 勉強会」を行っている。この勉強会は今年度の 4 月から設置している。構成メンバーは職業大の機械保全・安全ユニットの教員および学生、元明治大学システム安全研究室の OB および学生、長岡技術科学大学大学院システム工学専攻の学生、企業・教育研究機関の職員など社会人と学生で構成されており 1 ヶ月に 1 回を目途に職業大または三和工機株式会社本社の研修室・会議室を借用して実施している。常に 10 名～ 15 名の参加者であり熱心な討論が行われている。今まで発表されたテーマの 1 部を表 1 に示す。その他に機械安全、機能安全、労働安全などによる発表が行われている。図 2 に勉強会の様子を示す。

表 1　発表テーマ

発表テーマ
機能安全機器の電磁ノイズ耐量と共通故障原因についての研究
トリムの概念化と航空機の危機回避について
停止リスクを考慮した生産ラインの安全性について
空気圧駆動システムの圧力制御における安全制御に関する論理的研究
油圧駆動システムのインタロックシステムの検討
設計段階におけるリスクアセメント教材に関する研究
国際規格に基づいた制御安全学習教材の開発と学習効
第三者のリスク許容基準と労働安全方策への適用
無過失責任法理と労働安全の責任（停止）原則について
社会人エンジニアに対する安全設計能力開発プログラムの開発

図 2 勉強会の様子

この研究会における本校の学生への効果は安全の専門家の前で発表することにより専門的な質問、アドバイス等があり研究の推進に大きな効果ある。さらに、卒業研究発表会および学会発表のリハーサルには最適であることから学生が積極的に参加している。また、本ユニットでは卒業してからも安全に関する研究活動を継続することを勧めており、この勉強会がその場として学生に説明していることから卒業生が参加することが期待されている。

4．おわりに

機械保全・安全ユニットの活動について紹介をおこなった。特徴としては「The Safety 研究会」であり学生･社会人が所属する勉強会を設けているである。今後は職業能力開発における機械安全、機能安全、労働安全などに関する研究、調査活動を推進する予定である。

解　説

食品事故に見るヒューマンエラーとその対策

正会員　フェロー
産業・化学機械と安全部門　食の安全委員会委員長
佐田 守弘

食品回収に見るヒューマンエラー

食品回収事故は、年間およそ千件前後発生している。主な原因はアレルゲンの記載忘れ、期限日付の印字誤りなどヒューマンエラー（HE）が原因となるものがほとんどである。HE は伝えられた情報を認識し、実行するどこかの段階で発生する。これを正しく見定めないと、再発防止対策が行えない。

ヒューマンエラーの種別

主な HE は聞き違い、思い違い、勘違いに分けられる。これは大脳活動のどこで発生するかの違いである（図1）。聞き違いは外部情報の認識時に発生する。また勘

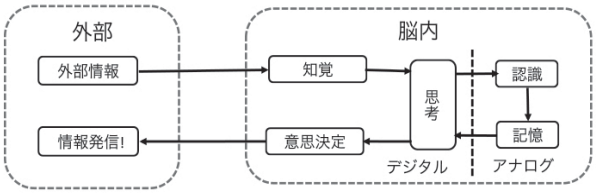

図 1

表 1

誤りの種別	知覚	認識	行動
勘違い	正	正	誤
思い違い	正	誤	誤
聞き違い	誤	誤	誤

違いは正しく認識しているが、実行時に発生する誤りである。そしてここで言う思い違いは、正しく聞いたが、脳内で認識する際の齟齬である。

なぜこの齟齬が発生するのか。人間に外部から入力される情報は、言葉であり、これはいわばデジタル情報である。しかし脳内で認識する際には、イメージ的なアナログ情報に翻訳される。更に実行（外部発信）の際にも再びデジタル情報に翻訳する。齟齬はこれらの D/A、A/D 変換における誤変換であると考えられる。

聞き違いの防止

中程度に発生するエラーである。伝達時に正しく認識できる用語で簡潔に伝える必要がある。また復唱が誤り防止に有効であり。後に起きる認識の変化に備えて、文面で伝えることが大切である。

思い違いの防止

A と聞いて復唱したことが、B と認識されるエラーである。頻度は低いが、見逃せない重大エラーである。鉄道事故でもこの種のエラーが発生している[1)]。対象設備の番号を間違え、工事のために遮断して禁止札が掲げられている電源を入れたために発生した人身事故の例もある。

このエラーは脳内でイメージ的なアナログ情報に変換される際に、異なる情報にすり替わることが原因である。このエラーには、復唱だけでは不十分であり、間違いなく認識されるイメージ情報を添えることが有効である。

勘違いの防止

正しく認識しているはずが、実行段階で誤った行動をとったために発生するエラーである。おそらくは HE の中で最も頻度が高いと思われる。その原因は注意散漫にあるが、余計なことをしていたためではない。人間は同時並行で２つの動作を行う能力を持っていない。１つの作業の途中で別の作業が入ると、元の作業を失念することがある。将棋での二歩では、誤った駒を張ることがある。囲碁でもコウ立てに意識が集中し、コウの取り番を間違える例がある。

人間が海馬で短時間記憶できる時間には限界がある。別の作業が割り込むなら、直前の作業を一時記録しておくスタック的な手立てが必要である。

誤りを犯さない人間はいない

人間は誤りを冒す特性を持っていると考えるべきである。それは脳の仕組みによる。エラーを冒していない人も、重ねてエラーを起こす人も、投げた硬貨が表になるか、裏になるかの確率と変わりない。

HE の再発防止対策は、責任追及ではない。大切なことは、なぜそのエラーが発生したかを真相原因に至るまで追求することにある。「なぜなぜ」と原因のそのまた原因を掘り下げることで、事故の真相原因を知ることができよう。

HE は人的な原因であるが、その再発防止対策には設備面でのサポートが重要である。真相原因を踏まえたうえでの人的及び設備的な防止策を考えて行くことが重要であろう。

引用文献

1）運輸安全委員会，鉄道事故報告書 RA2016-2（2016）

解　説

技術者に求められる機械安全教育

東レエンジニアリング株式会社
製品安全・品質保証統括室
谷口 満彦

1．はじめに

製造業の海外進出が言われて久しいが、設備の多くは日本で開発、設計製造されている。工場ラインへ導入する設備の安全確保の取り組み、特に技術者に必要とされる知識・教育についてエンジニアリングの視点から簡単に述べたい。

なお、本稿はあくまでも私個人の見解に基づくものであり、所属会社・部署の意見ではないことを予めお断りする。

2．新規製造装置の安全に対する設計者の責務

技術革新を伴う新しい材料や製造プロセスを用いて新製品を商品化をするための生産設備には、必ず何らかの新しい機構または機構の新たな組み合わせが伴い、各メーカは、お客様の情報を基に自分たちの工夫を加えて新たな機械を開発する。その新たな生産機能には関係者（例えば、装置を使う人）へ何らかの危害がおよぶリスクが隠れている。

日本の労働安全衛生法や各国の法律では、そのリスクを低減させる責務の一部は機械の製造者が負うことになっている。

3．機械の安全確保への手引き ISO 12100

では、生産機械の安全を確保するために機械技術者としてどのような手順で進めるとよいのであろうか？

幸いなことに、機械技術者にとってその流れを示す国際的な文書が存在する。ISO 12100 : 2010　Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction（機械類の安全性 - 設計の一般原則 - リスクアセスメント及びリスク低減）を初めとする一連の規格群である。

ISO 12100 には、機械設計に当たって

・基本仕様や使用状態、周囲環境などの条件（制限）の決定を基点としたリスクアセスメントを実施すること。

・アセスメント結果に基づき指定されたステップに沿って安全性を高める対策（保護方策）を実施すること。

と、それらの手順の基本的な考え方が記されている。

この規格群は WTO の TBT 協定に従って各国の規格となり、国によっては規制に取り込まれている。

JIS では 2004 に初版が、最新版は 2013 年に JIS B 9700:2013 が発行されている。厚生労働省もまた 2007 年に ISO 12100 に倣って「機械の包括的な安全基準に関する指針」（平成 19 年 7 月 31 日付基発第 0731001 号）を通達し、機械の製造等を行う者の実施事項としてリスクアセスメントと優先順位に沿った保護方策を実施することを求めている。

4．機械安全に関する教育

こうした安全確保の一連の考え方は 1991 年には欧州規格 EN 292 に、2003 年には国際規格 ISO 12100 となったが、規格にまとめられてから技術者に行き届くのに十分な年月を経ていない。そのため、機械工学関係の学校教育カリキュラムで全面的に取り上げられることは少なく、企業に入ってからも実務を通じて必要な部分だけをを身につけるのが一般的である。

わが国では、2014 年に厚生労働省からの「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」（平成 26 年 4 月 15 日付基安発 0415 第 4 号）の通達で、機械安全に関する教育の実施とそのカリキュラムが示された。（次表）

設計技術者に対する機械安全教育カリキュラム

科目	範囲
1 技術者倫理	(1) 労働災害，機械災害の現状と災害事例 (2) 技術者倫理，法令遵守 (ｺﾝﾌﾟﾗｲｱﾝｽ)
2 関係法令	(1) 法令の体系と労働安全衛生法の概要 (2) 機械の構造規格，規則の概要 (3) 機械の包括安全指針の概要 (4) 危険性又は有害性等の調査 (ﾘｽｸｱｾｽﾒﾝﾄ) 等に関する指針の概要 (5) 機械に関する危険性等の通知の概要
3 機械の安全原則	(1) 機械安全規格の種類と概要 (日本工業規格 (JIS 規格)，国際規格 (ISO 規格，IEC 規格)) (2) 機械安全一般原則の内容 (JIS B 9700 (ISO 12100))
	(3) 電気安全規格 (JIS B 9960-1(IEC 60204-1)) ※
4 機械の設計・製造段階のﾘｽｸｱｾｽﾒﾝﾄとﾘｽｸ低減	(1) 機械の設計・製造段階のﾘｽｸｱｾｽﾒﾝﾄ手順 (2) 本質的安全設計方策 (3) 安全防護及び付加保護方策 (4) 使用上の情報の作成
	(5) 制御ｼｽﾃﾑの安全関連部 (JIS B 9705-1(ISO 13849-1)) ※
5 機械に関する危険性等の通知	(1) 残留ﾘｽｸﾏｯﾌﾟ，残留ﾘｽｸ一覧の作成

※電気・制御技術者のみ

ISO 12100 におけるリスク低減手段（保護方策）の基本的な考え方では、単純な手法で危険源自体ををなくしたり、発生する可能性を大幅に低減するための設計のヒントを網羅している。

ところが多くの場合、開発の初期（たとえば構想設計）のタイミングを逃すとこれらの工夫を盛り込むことが困難となる。そして後になればなるほど安全機構が大掛かりになる上にその有効性を十分に発揮できなかったり、装置の使い勝手やコストに影響が出てしまうこともありえる。

この規格群を中心とした知識を常に意識しておくことは開発・設計技術者にとって重要なことであり、広く開発を行う機械系技術者のコモンセンスとして系統だった教育の実施が望まれる。

5．機械技術者の機械安全スキルの目標

機械技術者に次の能力獲得が必要と考える 。

入社 3 年：リスクに気づく力、対策を調べる力
中堅社員：自分で解決する力
管 理 職：説明責任を果たす力

そして、機械安全の基礎知識の習得には、各段階に応じて厚労省カリキュラムを参考に国際規格やその最新の情報、また開発する設備に特有の安全の要求を学ぶ場が必要であろう。

「技術者倫理」や「関係法令」などは教育機関等と連携し学校教育でしっかりと行われるとよいのかもしれない。

以上、産業機械に関わる技術者に求められる機械安全教育について私見を含めて述べた。今後も安心して使える設備の提供に努力を続けたいと考える。

リレー投稿 51

原子力安全材料技術と過酷事故対応技術 ～平時と有事の安全の挟間で

東京工業大学　科学技術創成研究院
先導原子力研究所
教授　**小林 能直**

1．産業構造に関する一定見

開国以来の 40 年間の発展、その後の 40 年間の富国強兵と敗戦、さらにその後の 40 年でのジャパンアズナンバーワンの達成、そしてその後の 40 年がどのようになっていくのか。日本が現在、復興に取り組んでいる、先の大戦以来とも思われる未曽有 (みぞう) の国難であった東日本大震災の爪痕は、今でも日本社会にくっきりと残り、我々日本人が歴史の中で、この国際社会にどのように対応していくべきかを考えるきっかけをも与えてくれている。小職は約 25 年前に研究の道に入ったが、きっかけは単純で「好奇心」。このドライビングフォースはとても強く、今でもこの動機づけは失われていない。しかし、どのように文明が進むべきか、その中で学問や科学技術の担う役割は、と考えた時、エントロピーに関して書かれたある本を思い出さずにはいられない。科学万能の風潮の中で、例えば「廃油ボールがゴロゴロ転がる海を横目で見ながら人工プールで泳ぎたいか」という現代文明へのアンチテーゼ的部分もあるブルーバックスである。宇宙船地球号は物質閉鎖系、エネルギー交換系である。太陽から来たエネルギーを活用し、増大したエントロピーを廃熱として宇宙に捨てながら存続している、言わばエントロピーのトイレのあるマンションである。環境問題はエントロピーの増大を抑えようという話であり、極論すれば理想の文明のあり方は、現在の知恵を携えつつも自然に近い生活を送り、かつ自然の力には対応可能な技術を擁している、という状態かもしれない。その考えは現在の研究の動機づけの一つになっており、継続的にスクラップ鉄の循環をテーマに研究を行っている。その中には、技術や文明は本来「動脈産業」と「静脈産業」が一体になっていないと持続的に成立しない、という思いもある。しかしながら、そのことを常に念頭に置き、すべての産業構造の調和とバックアップを考慮しながら科学技術革新を進め、文明を維持発展していくことなど可能であろうか。たとえば、大きなベースエネルギー源の転換や新奇な材料発明を伴うパラダイムシフトが生じ、それによる技術革新で一気に解決する問題もあるということを暗に期待しつつ、まずは巨人の肩に乗り、その視界でこそ見える次の戦略を考えていくのが、人類のある意味自然な姿ではないか、という思いも沸いてくる。

2．材料工学と原子力安全材料

有史以来、人類は金属から多大な恩恵を受けてきた。その中でも特に鉄鋼は文明を発展させ、国家の礎となり、環境調和型の産業として現在も進化している。その技術を高度に生かし、時代の要請に合った社会基盤材料を提供していくことを重要な使命として、小職の研究室では、鉄鋼製造技術の基礎である「鉄冶金学の発展に資する学問的研究」と、それを応用したエネルギー産業材料、中でも「原子力安全金属工学」を展開するための基礎研究を行っている。今現在、何が長期的課題で、何が喫緊の課題なのか？材料工学を推進する上で、戦略的な展望は重要で、現在の我が国の中長期的な国際競争力・環境調和力を考えたとき、高効率・低環境負荷の高度鉄鋼製造技術の開発が必要である一方、エネルギー産業に目を転じると、ベースロード電源としての安全性確保を前提とした原子力材料技術が重要になってくる。過酷事故対策技術については、後述するとし、まずは、原子力安全材料に関する、望ましい考え方や今後要求される技術について俯瞰する。

原子炉のような最も過酷な環境で使用される材料の安全性を確保するにはどのようなアプローチを行ったらよいか。通常の材料開発戦略の流れで見ると、特に金属材料の場合は、金属資源などの原料の選択があり、金属製精錬、凝固組織形成、第二相形成などにおいて最適化された創成プロセスを経て、ある組成・組織を伴った素材が製造され、不純物固溶特性などある程度学問的に解明されているものを含む多くの機構を通じて、材料特性や物性が発現され、最適化と設計により材料が選択されて構造化し、様々な耐久試験を受けて製品として市場に投入されるという過程を経る。ここまでが動脈であり、その後、十分市場で機能して消耗・劣化し、そしてあるものは事故などにより、その製品寿命を終える。もちろん高い安全性が担保されている前提においてである。そしてここからがエンドプロセス、すなわち静脈にあたるところであるが、廃棄物の処理やリサイクルなどの手段を講じ、管理・抽出プロセスを経て原料に帰るものもあるという過程である。これらのマテリアルループは、通常コストメリットを生み出すように設計されており、静脈も含めて、安全に関しては「できる限りの安全性・信頼性」を目指す立ち位置となる。しかし原子炉材料の場合は、本来的に安全が最大優先であり、これまでの材料規格とは異なる厳しいスタンダードを持つべきである。例えば、原子炉容器には高耐食性が要求されるため、オーステナイト系ステンレス鋼が用いられ、圧力容器には高靭性確保のため、Mn-Mo-Ni 鋼などが、

そして蒸気発生器には高温強度・高耐食性が要求されるため、2.25Cr-1Mo 鋼などが用いられている。原子炉のような過酷な使用環境での材料健全性を長期にわたって担保するためには、圧力容器のサイクル疲労、反応容器の熱サイクル疲労、高温材料のクリープ破壊、高速変形と破壊といった物理変化、そして、構造物と冷却剤の反応、被覆材と雰囲気間の反応、蒸気管内の腐食、超高温溶融反応といった化学反応、そして原子炉に特徴的なものとして、容器外板の中性子照射脆化、被覆材の中性子照射劣化、大量中性子照射による劣化などの放射線作用をよく把握し、材料設計や開発を行う必要がある。これまでにあるような規格品のみで対応していくのではなく、できる限り不純物や欠陥が少ないものを目指した製精錬のあり方の見直し、高価であっても高い環境耐久性を持った元素を配合した材料設計などを行い、高温・高圧・照射に耐える耐熱鋼をターゲットにするなど、原子力システムそのものを根幹からバックアップできるような材料開発が必要となる。

3．過酷事故の材料安全工学

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災時に生じた津波により、東京電力福島第一原子力発電所の第 1 ～ 3 号機の炉心を冷却する電源が喪失し、炉心が溶融、圧力容器を破り、下部プレナムまで移動し、格納容器の底部にまで食い込むという状況が生じ、燃料被覆管の金属ジルコニウムと水の反応により生じた水素による爆発で建屋が破壊され、放射性物質が放出されるという事態が生じた。当時の電源が失われた制御の効かない状況では、想像を絶する困難の中で人力で炉心冷却のための配管など決死の作業が行われ、あらゆる手段を用いて冷却水を炉心に投入し続け、最悪の事態を回避することができた。これを可能にしたのは、実に現場と原子炉をよく知り尽くした東電社員と関連会社の方々の、「その場で考え、そこにあるもので何とかする」というレジリエンス力であり、このことは、当時の 5 ～ 6 号機のユニット長であった吉澤厚文氏の本誌リレー記事への寄稿の詳しい。このような「現場力」あるいは使命を持って責務を全うするマインドいわば「人間力」というべきもので最大の危機は回避された。これは危機対応すなわちファーストエイドのステージであり、その後、汚染水問題、安定的な冷温停止への対策が必要となり、最終的には廃炉プロセスにつながる。通常の形で寿命を終えた原子炉でさえ、廃止措置には長い期間を要するが、福島のような過酷事故炉では気の遠くなるような問題が山積みで、国家的な枠組みで「廃止措置工学」とでも呼ぶべき領域の研究開発を進め、同時進行的に現場の廃炉作業を進めるという、数十年～百年規模の国家的事業の構えが必要となる。小職は、この廃炉加速化事業の研究に従事しているが、直面する状況と解決すべき材料学的問題は以下のとおりである。福島のような沸騰水型原子炉のシビアアクシデント（SA）時に炉心溶融が発生した場合、燃料棒集合体および制御棒が溶融し、炉心下部構造物のステンレス鋼を巻き込みながら、下部プレナムへとリロケーションし、最終的には圧力容器を破損して溶落していくことが考えられる。このような過酷事故を起こした原子炉を廃炉するにあたっては、上記のように形成された燃料デブリを取り出す必要があり、その燃料デブリ取り出しに向けてのアクセス性を評価する必要がある。炉心下部構造物が完全に溶落していれば、上方からのアクセスが可能であるし、大体部が残存していれば、燃料デブリ存在位置の側方からアプローチせざるを得なくなる。炉心下部構造物が燃料棒あるいは制御棒溶融体によってどの程度破損したかを知るため、以下の 3 段階の調査・研究が必要である。まず、燃料棒と制御棒の溶落および融体形成挙動を把握し、そしてこの融体による炉心下部構造物の破損、溶損挙動を調査し、さらにこれらの結果に基づいて高度化した SA 解析コードによる炉内損傷状況予測の妥当性を確認するため、溶融デブリ流下による支持構造物溶損の模擬実験及び溶融凝固物の解析が必要となる。こうした問題にアプローチする際に痛切に実感するのが、これまでにない組み合わせの物質の反応、極限温度・圧力下の物質の変化に関する研究や知見があまりに乏しいことである。例えば、燃料棒一つとっても、酸化ウラン燃料の被覆材としてジルコニウム合金が選定されているが、その理由は単に常時の機械的強度と、中性子吸収断面積の小ささと耐食性である。もちろん、直近に存在する制御棒、すなわち炭化ホウ素を被覆しているステンレス鋼と反応することなど、基本的に考慮されていない。しかし実際には起こることが想定されていない反応が生じ、例えばステンレス鋼と炭化ホウ素が共晶反応を起こして溶融し、直近にある燃料棒のジルコニウム合金を溶かしながら共融して溶落していく、という現象が今回推定されている。さらに燃料の溶融体、「燃料デブリ」が炉心下部構造物であるステンレス鋼を巻き込み、圧力容器を突き破って格納容器の構造物であるコンクリートと反応を起こす、MCCI（Molten Core Concrete Interaction）の状態を把握しながらデブリ除去を行わないと、「再臨界」という非常に危険な状況に立ち至る可能性さえある。こうしてみると、材料を設計するための材料工学がこれまでの主流であったが、このような国家的課題にとって必要なのは、「どのように物質が溶けて（損傷して）壊れていくか」という材料工学であることに気づかされる。このようなパラダイムシフトは人類がほとんど初めて経験するものであり、材料工学者だけでなく、あらゆる分野の研究者が連携して取り組んでいかなくてはならない。まずは過酷事故炉問題には「原子力分野」と「材料工学分野」の融合に解の鍵があり、今後の多様な産業における安全工学を考える際には、このような分野融合、学際的な思考が不可欠になると考えている。このように、「もとから設計されている産業静脈」でなくとも、我々の総力を結集し、困難を乗り越える形で、持続可能なものに転換していくというのが人類の叡智ではなかろうか。

次のリレー記事は、関西大学の辛島恵美子先生にお願いしたいと思います。

リレー投稿 52

安全文化って何だろう。安全文化醸成の進め方

㈱原子力安全システム研究所 社会システム研究所
ヒューマンファクター研究センター 人的要因分析グループ
リーダー兼主任研究員 **前田 典幸**

1．はじめに

「安全文化」や「安全文化の醸成」という言葉がありますが、意味するところを曖昧に理解したまま便利な言葉として使われていると感じる時があります。かくいう筆者も、以前は「『安全は大切である』という意識をもって行動していることが、安全文化があるということだ」程度の理解でした。

実際、安全文化醸成と銘打たれていても、その内容は、従来からの安全活動の延長線上の取り組みの強化・充実であり、変化したことは「安全文化」という言葉が新たに持ち出され、従前よりも「安全への意識や価値観を一層浸透させる」ことだと、感じておられる方もいらっしゃるのではないでしょうか。「安全文化」という言葉は魅力的なのですが、今までと同じ取り組みなら敢えてその言葉を使う必要はないでしょう。企業組織における更なる安全の向上を目指すための「安全文化」とその「醸成」について、今一度整理して考えて頂くきっかけになればと思います。

2．そもそもなぜ「安全文化」なのか

「安全文化（safety culture）」という言葉は、1986 年に発生した旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所事故をきっかけに、同年、IAEA（国際原子力機関）によって提唱された概念です。この言葉が生まれた背景について、佐藤は、

> 「ソ連は安全が重要であり、これを最優先するという考え、すなわち「安全の意識」が存在していないのではないか、（中略）それは単に発電所の現場のみならず政府の最高機関から末端にまで渡り、その根は深くかつ広く「カルチャ」と呼ぶにふさわしいものではないかと思われたのである。」

と述べています[1]。安全文化の概念が提唱された当時、安全文化は「安全を最優先する意識」と理解され、その意味するところは、説明するまでもなく明らかだと思われていたのですが、実はよく考えると安全文化の本質はどんなものなのかが、よくわかっていなかったようです[1]。

3．安全文化とは、安全とは

そこで IAEA は、1991 年に safety culture を次の通り定義し、安全文化とはどのようなものかを説明しています[2]。

> 「原子力発電所の安全問題にはその重要性にふさわしい注意が最優先で払われなければならない。安全文化とはそうした組織や個人の特性と姿勢の総体である」

この定義では、最優先すべきは「安全問題に注意を払うこと」であって、その注意は「問題の重要性に応じて払う」としています。つまり安全文化とは、単なる「安全を最優先する意識」ではなく、組織が「安全問題に対してどのように注意を払っているのか」であることが理解できます。

では、次に「注意」を払う対象である安全問題の「安全」とは何かについて、確認してみたいと思います。ISO/IEC Guide 51 では、安全は「許容不可能なリスクがないこと」と定義されています[3]ので、安全問題に注意を払うことは、リスクの存在に注意を払うこと（常にリスクアセスメントをすること）と言い換えることができます。

このように理解すると、安全文化は「リスクに対してどのように注意を払っているか」であり、意識の問題ではなく、行動の問題であることがわかります。

4．安全文化を醸成する考え方の変化

IAEA は、安全文化を定義した文書の中で、「安全文化の主要な要素」として、安全方針を表明することや責任を明確化するなど「ポリシーレベル、マネジメントレベル、個人レベル」でのコミットメントを要求しています[2]。これらの要素を要求し実行することで安全文化が高まると考えていたようです。しかし、例えば、安全方針が表明され、責任が明確化された結果、実際に安全文化が高まったかといえば、なかなかそうは言いきれないのではないでしょうか。示された要素をすでに整えられている組織は多いと思われますが、形が出来上がったからといって安全文化が高まって行くかというと、そうもいかないように感じられます。

IAEA によって安全文化の定義や要素が示されて以降、世界各国において、安全文化醸成のための取り組みが行われました。それにより蓄積された知見や経験を基盤に、2013 年 INPO（米国の原子力発電運転協会）は「健全な原子力安全文化の特性」[4]を策定しました。ここで示される 10 の特性（10 traits）の名称のみを表 1 に示します。この特性は、組織の良好な安全文化に存在するものであり、組織が備えるべき基本特性です。先の IAEA の文書は安全文化の主要な要素を示し、それを要求するという考え方でしたが、INPO のこの特性は、このようにすれば安全文化が高まるといった、特定のプログラムや手段を示したものではなく、その特性と自身の組織の文化とを比較させ議論させることを目的にしたものであり、安全文化醸成への考え方が大きく変化したといえます。

5．安全文化の醸成

では、安全文化はどのように醸成するのでしょうか。シャインの「文化の３層モデル」[5] によれば、私たちが日常の行動を変え、その行動が多数の人の習慣になったとき、それが新しい文化になることが示されています。つまり、私たちの毎日の仕事のやり方をよりリスク低減に寄与するもの、安全の方向のものに変え、皆がその仕事のやり方で行動するようになれば、安全文化は高まることが期待できます。これが安全文化醸成の基本的な考え方といえるでしょう。

これを具体的な日常活動として展開するためには、まず、組織として、目指すべき高い行動目標を定めるとよいでしょう。自分たちの組織が望んでいる結果（あるいは期待する姿）を示したものが行動目標となります。この行動目標は、組織構成員全員の共通事項もあるでしょうし、それぞれの組織（業態）に合わせて、例えば、オペレーションやメンテナンス、業務管理などの職務ごとの目標もあるでしょう。そして、組織と個人は、その行動目標を達成するように考え、行動することを日常業務の中で行います。この目標達成のための行動は、個人に任せるのではなく、組織としてマネジメントすることが大切です。行動し、その得られた結果から、改善点を抽出して、新たな行動目標を立てるといった、いわゆる PDCA のプロセスによって、毎日の仕事の仕方をよりリスク低減に寄与するもの、安全の方向のものに変えて行くことができるでしょう。

良質な達成（行動）目標を立てて、日常業務をより安全にしていく行動を積み重ねることによって、組織には良質な安全文化が醸成されるといえます。

6．安全文化の醸成における評価の位置付け

組織の安全文化は、組織の行動目標を達成して行く日常業務によって醸成されると述べました。しかし、仕事のやり方は、経済性や効率性といった安全以外のものとのトレードオフがありますから、その比重の掛け方によっては、組織が目指したい安全文化の姿になっていないかもしれません。

従って、日々の仕事のやり方を改善していくリスク低減の PDCA とは別に、日々の仕事を行った結果（行動目標の達成に向けて行動した結果）としての「現状の安全文化」がどうなっているか、組織が目指す安全文化の特性（10 traits など）と比較してどうなのか、相違点はあるのか等を確認する必要があります[4]。これが安全文化の評価です。評価では、相違点があれば、「何故そうなっているのか」などを洞察して、自分たちの組織の文化を「どのようにしたいのか」を考え、改善点を見出し、新しい行動目標を立て、日常業務の目指すべき行動目標の中に新たに位置づけます。これにより、仕事のやり方が改善され、ひいては安全文化が高まることが期待できるのです。

7．まとめ

本稿は、原子力プラントの安全性を向上させるための安全文化をベースにしていますが、その考え方は、原子力安全のみならず労働安全をはじめとする一般の産業安全の確保に必要な安全文化と何ら変わりはないでしょう。いま一度安全の原点に立ち戻って、安全文化（安全のための文化）とは何か、それを作り上げて行くとはどういうことなのかを考えていただくきっかけになればと思います。

貴重なご指導をいただきました公益財団法人 大原記念 労働科学研究所の飯田裕康氏に深く感謝申し上げます。

次回は、公益財団法人 大原記念 労働科学研究所の余村朋樹氏に執筆をお願いいたしました。

参考文献

[1] 佐藤一男著「セーフティカルチャ原安協プライマー No.5」（財）原子力安全研究協会 2002 年
[2]「SAFETY CULTURE」IAEA SAFETY SERIES No.75-INSAG-4 1991 年
[3]「JIS Z 8051:2015（ISO/IEC Guide 51:2014）」日本規格協会
[4] INPO「Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture Revision 1」INPO 12-012 April 2013
[5] E.H. シャイン著 金井壽宏 監訳「企業文化」白桃書房 2004 年

表1 健全な安全文化の特性 (Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture)

◇ 安全に対する個人のコミットメント	(Individual Commitment to Safety)
・ 個人の責任	(Personal Accountability)
・ 問い直す姿勢	(Questioning Attitude)
・ 安全に効果的なコミュニケーション	(Effective Safety Communication)
◇ 安全に対する経営者・管理職者のコミットメント	(Management Commitment to Safety)
・ リーダーの安全価値および措置	(Leadership Safety Values and Actions)
・ 意思決定	(Decision-Making)
・ 互いを尊重する作業環境	(Respectful Work Environment)
◇ マネジメントシステム	(Management Systems)
・ 継続的な学習	(Continuous Learning)
・ 問題の特定と解決	(Problem Identification and Resolution)
・ 懸念を提起する環境	(Environment for Raising Concerns)
・ 作業プロセス	(Work Processes)

リレー投稿 53

自動運転を取り巻く環境と，その発展・普及に際して

東京農工大学大学院
工学府機械システム工学専攻　教授
毛利 宏

1．まえがき

18 世紀半ばに起きた産業革命により、社会の構造は大きく変わった。それ以降、資本主義経済は一気に成長を続けてきた。19 世紀後半には油田の採掘と精製技術が開発され、内燃機関の発明、そして自動車の誕生へとつながった。電力、電信・電話網、道路インフラも整備され人々の暮らしや産業そのものが一変した。大量生産技術により自動車が市場を席捲し、社会のスピードは爆発的に加速した。「人類が欲望のまま活動すれば、『見えざる手』が社会を繁栄に導く」（国富論）というアダム・スミスの予言が、20 世紀にはそのまま実現された。

しかし 21 世紀になり、世界の経済成長は停滞している。実体経済では新たなフロンティアが枯渇し、金融空間に成長の活路を見出したものの、リーマンショック以降は各国の金融資産も頭打ちになっている。資本主義の理念が過剰なまでに追求された結果、あらゆる手段を使ってでも競争し、生き残ろうとするように世界が変質した感もある。

この停滞を打開する鍵として期待されているのがイノベーションである。ヨーゼフ・ショーペンターが提唱した「創造的破壊」によれば、新しい効率的な方法が生み出されれば、それと同時に古い非効率的な方法は駆逐されていく。これまでも様々なイノベーションが経済を成長させ、社会や暮らしを変えてきた。20 世紀後半から急速に普及したインターネットをはじめとする情報通信技術（ICT）や、人工知能（AI）、バイオ技術などが社会を大きく変えつつある。19 世紀後半の世界の動きと、現在はまさに同じような状況にあるのかも知れない。

そのような中、2016 年度から 5 年間の科学技術政策の基本指針「第 5 期科学技術基本計画」として、Society5.0 が定義された。ここでは,「ICT を最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす『超スマート社会』を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させる」と謳われている。超スマート社会を実現する 5 本柱として、スマートインフラ、スマートものづくり、スマート地域ケア、スマートグリッド、スマートモビリティが挙げられている。

本稿で取り上げる自動運転は、上記スマートモビリティの中核とされる。まさに経済成長の切り札として期待されるイノベーションの一つである。つまり、そこには様々な思惑が存在し、多くの富が関わっている。自動運転がどのような形で実現され、普及・発展していくか？は現状では混沌としているが、一旦動き出してしまうと、その流れを止めて引き返すことは難しい。自動車の発明から普及が一気に進んだ結果、20 世紀には多くの負の遺産が残された。これらの反省を活かし、設計段階で熟慮された「超スマート社会」の実現が望まれる。本稿では自動運転を取り巻く環境と今後について、技術的な立場から考えてみる。

2．自動運転のむずかしさ

自動運転に対する期待は、①交通事故削減、②渋滞緩和、③環境負荷低減、④高齢社会での移動支援、⑤運転からの解放、⑥新たなビジネスチャンス、のように多岐にわたる。大きくは「社会問題の解決」と「新たな価値の創出」の二つに分けられる。ユーザアンケートでは、国内では①の交通事故削減、海外では⑤の運転からの解放（移動時に別のことができる）への期待が高い。

交通事故原因の 90% 以上はヒューマンエラーと言われており、ミスを起こしがちな人間に代わって機械が運転するという考え方は至極当然のようにも思える。また、Door to Door を、電車やエレベータに乗るように移動できる利便性は魅力的である。

しかし、これらの期待に応えるほどに十分な性能・信頼性を有する「自動運転」実現のハードルは高い。翻って考えると、工場内の無人搬送装置やゴルフカートなどでは自動運転（無人運転）が既に実用化されている。これらの環境では状況が既知であり「不確実性」が極めて小さい。一方、一般市街地の交通環境は多様であり、不確実性は飛躍的に増大する。自動運転の実現には、「不確実性を技術的に克服する」か、または「不確実性を低減する」ことが必要である。前者は自動運転のための「検知・認識・判断・操作」技術を開発するアプローチであり、後者はエリアや道路を限定して実現のハードルを下げる方法である。

技術的に克服するときの第一関門は外界認識であり、現在の技術レベルでは難しい課題が山積している。ジュール・ヴェルヌは「人間が想像できることは必ず実現できる」と記した。これまでも「不可能」と思われてきた多くのことが、自動車分野では実現されてきた。外界センサ性能、認識技術に関しても、性能・信頼性共に年々向上している。通信利用による不確実性低減技術も開発されている。死角なく周囲を同時に見渡せるという利点も活かして，いずれ人間の検知能力を超える外界認識技術が実現されることが予想される。

上記「検知・認識」に加えて、「判断」の不確実性も克服しなければならない。特に自動運転と手動運転が混在する状況や、他の交通参加者と共存する状況での「判断」は難しい。例えば、歩行者が急に横断するかもしれないし、前の車がいきなり停止するかもしれない。相手の行動を含めた将来の状況

を先読みして、自車の行動を決める技術は必須であるが、あまりに保守的な運転になると交通流の妨げになる。周囲の状況を随時記録して、自車に非がないことや、不可抗力であることを証明することも必要になる。周囲環境（社会）と自動運転車両とドライバの間のインターフェースに存在する不確実性も克服しなければならない。

3．自動運転の実現についての不安

高速道路や整備された経路に限定すれば、多くのユーザが望む「自動運転」が近い時期に可能になるだろう。しかし一般市街地での実現にはかなりの時間を要すると思われる。

最も大切なのは信頼性であり、自動運転開発でベストエフォートという考え方はありえない。サイバー空間と違って、フィジカル空間では不具合によって人命が危険にさらされる。

信頼性に関して、自動車業界は万全の体制で取り組んできた。年間平均1万km以上走行する乗用車が、国内に7000万台以上存在する。これらの車両で不具合が起きないように信頼性設計を行い、基準を定め、耐久試験で品質保証をしている。更に万一の市場不具合に対応するリコールなども実施している。機械部品の故障確率に比べ、センサの誤検出率、誤認識率はかなり桁数が大きい。センサ故障ではなくても、例えば誤認識などによる自動運転機能の突然の停止や誤動作は、機械が壊れたのと変わらない。

また、信頼性を支える人間と機械の関係性にも課題がある。これまでは運転はドライバ責任であり、そのモラルによって交通社会は成立してきた。これを前提とした上で、機械が人間を支援するという考え方であった。例えばABSや横滑り防止装置では、ドライバができないことを支援する。ドライバができる部分はドライバが分担し、機械は黒子として、万一の際のセーフティネットとして機能する。

しかし、自動運転では機械が運転し、いざというときに人間がバックアップする構造であり、機械と人間の立場が入れ替わっている。機械は疲れを知らず、継続的な監視作業に向いているが、人間が監視作業に向かないことは自明である。工場の検査工程で不良品率が小さいほど、監視作業はつらくなるように、自動運転車の信頼性が高いほど、人間のバックアップは上手く機能しない。

そこで、常にドライバが運転し、機械がさりげなく支援する「協調運転」の研究も盛んに行われている。これは操作系を経由して、適切な力やトルクをドライバに伝えることで、正しい運転操作を促すシステムである。こうすれば不得意な監視作業をせずに、機械の間違いにも気づくことができる。たまに乗り手の期待通りに動かない馬に例えられるかもしれない。協調運転では自動運転ほどの利便性は得られないが、安全な運転支援を享受でき、ドライバのうっかりミス（ヒューマンエラー）低減が図られる。

但し、全くの初心者が機械に誘導されて、運転できるようになるものではない。力やトルクの情報を、正しく理解できるための運転技量は必要である。つまり、運転能力が十分でないドライバを機械がサポートして、ぎりぎりの状況で運転させることには無理がある。ある大学の先生がおっしゃっていたが、機械が人間を観察して、運転資格を判断する仕組みも必要になるかもしれない。

また、人は安全になった分だけ利益を期待して、より大胆な行動をとるようになること（リスクホメオスタシス）は、経験的に理解できる。雪道走行でスタッドレスタイヤを履いていると、制動停止距離が短縮されて安全性の向上が期待されるのとは逆に事故率が上がってしまうという話も聞く。今まで「運転はちょっと苦手‥」と思って運転を控えていたドライバが、協調運転で移動するようになり、全体としては事故件数が減らないという矛盾も心配される。

自動車業界は性能が招く危険性を慎重に考えてきた。AEBS（Autonomous Emergency Braking System）ではドライバの過信・依存を懸念して、国交省は、当初は自動停止までは認可していなかった。また、「自動ブレーキ」とは呼ばず、「衝突被害軽減ブレーキ」と呼んで、ユーザから誤解を受けない配慮をしてきた。また、例えばアクティブサスペンションでは、旋回中にボディを水平に保つことができても、わざと車の横傾き（ロール角）を発生させてドライバに危険感を伝えるようにしている。できるから何でもやるということではなく、このような配慮の積み重ねが、結果として自動車産業を存続させてきた。

4．自動運転への期待

心配の種は尽きないが、高齢者の移動手段の確保は喫緊の課題である。運転できなくなると、家の中にこもるようになることなどが問題とされている。できるところから始めたい。多くのユーザが期待する自動運転とは異なるが、ペダルの踏み間違い防止機能や前記AEBS等は、内閣府の定義では「自動運転」には含まれないものの,実質的に立派な自動運転である。また、走行速度の抑制は事故防止に有効であり、事故の被害も低減できる。走行エリア、道路に応じて最高車速を制限するISA（Intelligent Speed Adaptation）の議論も広がりつつある。

一方で、全てを自動運転に期待するのではなく、死角のない視界の提供など、自動車の基本性能の見直しも大切である。「運転」そのものをもっと簡単に、直感的にできれば、ヒューマンエラーの防止にもつながる。そうなると、教習所で後天的に身に着けた運転操作で、人間の能力をはるかに超える速度で走行するという、現在の交通社会の矛盾を少しずつ解消できる。いきなり大きな一歩を目指すのではなく、危険性増大を伴わず安全性向上に繋がるならば、徐々に市場に投入し、その効果を最大限に活用することが大切である。

5．おわりに

自動運転を取り巻く環境は複雑であり、様々な思惑が交錯している。ただ、自動車の歴史ではその初期に同様の変革を経験している。自動車が発明されたときに、それが大量のエネルギーを使い、気候まで変動させると考えただろうか。それによって、全世界で年間100万人以上が死亡することを予想しただろうか？自動車業界はその歴史の中で、様々な課題に直面して現在に至っている。その間に蓄積された経験と教訓という財産を広くシェアして、目先の経済活動にとらわれない、長期的な視野で、無理のない超スマート社会を築いていきたい。

次回は、東京農工大学の田川泰敬教授にお願いしました。

産業・化学機械と安全部門　2016年度年次大会・研究発表講演会開催報告

日本機械学会年次大会2016（福岡）における学術講演会

九州大学伊都キャンパスにて9月2日（水曜日）10:30より、「強度、耐久性および変形特性」、「安全な機構・システム」、「安全性評価と対策」の3つのテーマで18の一般セッション講演が行われ活発な議論が行われた。

G170-01 強度、耐久性および変形特性

座長 藤原和人（熊本大学）

G1700101 長井志剛（日本大学）○
G1700102 土屋 匠（関東学院大学）○
G1700103 伊藤大輔（横浜国立大学）
G1700104 上島清正（群馬大学）○
G1700105 五十嵐仁志（室蘭工業大学）○
G1700106 岩﨑研人（室蘭工業大学）○

G170-02 安全な機構・システム

座長 伊藤大輔（横浜国立大学）

G1700201 伊藤哲朗（明治大学）
G1700202 中村瑞穂（職業能力開発総合大学）
G1700203 古杉 旭（職業能力開発総合大学）○
G1700204 千葉正伸（職業能力開発総合大学）
G1700205 難波 諒（熊本大学）○
G1700206 塚原直樹（熊本大学）○

G170-03　安全性評価と対策

座長 中村 瑞穂（職業能力開発総合大学）

G1700301 鈴木雄二（横浜国立大学）
G1700302 大場恭子（東京工業大学）
G1700303 彌園仁志（横浜国立大学）○
G1700304 橋本淳史（日本大学）○
G1700305 高岡叡史（明治大学）○
G1700306 中野雄介（熊本大学）○

研究発表講演会2016夏季

関東学院大学　KGU関内メディアセンターで20名程の聴講者を集めて開催した。基調講演では、これまで開発されてきた安全技術は他の分野にも応用でき、その技術を理解可能、応用可能なように一般化するための安全知の体系化について解説と事例が挙げられ、安全の基本的考え方を再確認する大変貴重な機会となった。一般講演においては産業、エネルギー分野における安全技術についての研究開発動向が報告され、あわせて活発な議論が行われた。

開 催 日：2016年6月3日（金）13：00～16：40
基調講演：安全学の視点～ものづくりにおける安全・安心の基礎～
向殿　政男（明治大学　名誉教授）
GS-1　ヨアヒム・イーデン（テュフラインランドジャパン（株））
GS-2　鈴木　俊介（東京工業大学）
GS-3　鈴木 茂雄（日本コムシス）
GS-4　遠藤　琢磨（日本大学）○
GS-5　高須 大輝（東京工業大学）

研究発表講演会2016冬
ー安全・安心を支える機械システムー

本年度2回目の当発表会は初めての試みとして関西で開催することとし，滋賀県立大学産学連携センター2階産学研究交流室において同大学の関連分野の教員および学生の皆様にご協力いただき実施することができた．関西からも複数の発表があり，参加者は20名で貴重な意見交換の場となった．

開催日時：2016年12月15日（木）10:10～16:10
基調講演：「産業機械の安全対策に関する動向」
芳司 俊郎（長岡技術科学大学 准教授）
OS: オーガナイズドセッション
「産業・化学機械等の安全における課題の現状と将来展望」
座長　三友 信夫（日本大学）
OS-1　遠藤 琢磨（日本大学）○
OS-2　井口 寛（東京工業大学）
OS-3　松前 貴志（テュフズードジャパン（株））
OS-4　フランク・ベッカー（テュフラインランドジャパン（株））
OS-5　和泉 遊以（滋賀県立大学）
GS：一般セッション
「産業・化学機械のイノベーションにおける課題と対策」
座長　伊藤 大輔（横浜国立大学）
GS-1　関野 晃一（関東学院大学）
GS-2　黒肱 麻理奈（横浜国立大学）○
座長　関野 晃一（関東学院大学）
GS-3　福田 隆文（長岡技術科学大学）
GS-4　鈴木 雄二（横浜国立大学）
GS-5　伊藤 大輔（横浜国立大学）
GS-6　土屋 匠（関東学院大学）○

年次大会、研究発表講演会での講演は、日本機械学会若手優秀講演フェロー賞および産業・化学機械と安全部門部門賞・部門表彰の選考対象になります。

部門会員の皆様には、ぜひとも積極的に参加ください。

○：若手優秀講演フェロー賞選考対象者

日本機械学会　2015 年度　若手優秀講演フェロー賞受賞者の声

このたびは栄誉ある賞をいただき、大変光栄に思っております。私は産業機械や大型構造物等で多用される溶接継手の疲労強度および信頼性を向上させる手法の評価やその効果の予測に関する研究を行っており、研究成果が産業化学・機械と安全部門で共有できればと思い講演をさせていただきました。講演に際しては研究の意義や成果をわかりやすく伝えるため、見やすく理解しやすい発表スライドを作成し、聞き取りやすい話し方や声のトーンで発表する努力を重ねて参りましたが、その努力が若手優秀講演フェロー賞の授賞という形で高く評価いただけて大変嬉しく思っております。私は 2016 年度より大学院の博士課程後期に進学し、研究をより一層掘り下げて推進しています。今回の受賞を励みに、より安全で安心な社会の実現に向けて、研究活動を通して貢献していければと思っております。また、魅力的なプレゼンテーションができる研究者を目指し、研鑽を積んでいこうと思います。どうもありがとうございました。

2016 年 5 月 12 日
笛木　隆太郎
（横浜国立大学大学院　工学府機能発現工学専攻博士課程後期 1 年）

講習会　報告書

演　題：安全評価・認証の実務者が語る『機械安全と第三者評価・認証』
共　催：日本電機工業会
協　賛：安全工学会、安全工学研究所、エンジニアリング協会、化学工学会、軟包装衛生協議会、日本機械工業連合会、日本鍛圧機械工業会、日本金属プレス工業協会、日本高圧力技術協会、日本工作機械工業会、日本食品機械工業会、日本信頼性学会、日本製パン製菓機械工業会、日本非破壊検査協会、日本プラントメンテナンス協会、日本包装技術協会、農業食料工学会、腐食防食学会
開催日：2016 年 9 月 9 日（金曜日）10:00 ～ 17:00
会　場：日本電機工業会　会議室 61-63
〒 102-0082　東京都千代田区一番町 17 番地 4
電機工業会館
聴講料：会員及び共催・協賛団体会員 5,000 円
（学生員 2,000 円）
会員外 8,000 円（一般学生 3,000 円）
参加者：61 名（会員 6 名、特別員 12 名、共催・協賛団体会員：31 名、会員外：12 名）
主　旨：機械安全と第三者評価・認証の必要性とその意義及び第三者評価・認証を行う際に問題となる点を第三者評価・認証実務者により事例を交えて解説を行う。

演題詳細：

司会：テュフラインランドジャパン株式会社　産業サービス部 杉田　吉広		
1．機械安全・機能安全規格の最新動向と機械エンジニアのための機能安全事例		
午前開演		10:00 ～ 10:05
1）機械安全の国際規格動向とＣ規格（プレス機械）動向と適用事例	機械安全の国際規格エキスパートによる機械設計に関連する機械安全・制御安全とＣ規格（プレス機械）のこれまでの動向とプレス機械認証における適用事例について分かり易く解説する。	10:05 ～ 10:55 コマツ産機㈱ 事業管理部 畑　幸男
2）機械エンジニアのための機能安全入門	欧州機械指令ではパフォーマンスレベル（PL）の表示が 2012 年から義務付けされ、機能安全の理解無しには PL への対応が難しくなっている。 CE マーキングを始めとする国際安全規格対応の要点を解説し、午後の講習「第三者評価の実務例」の導入編として最適な内容となっている。	11:00 ～ 11:50 富士電機 戸枝　毅
2．第三者評価の実務例		
午後開演		13:00 ～ 13:05
1）ケース 1：機械安全	第三者評価や認証の申請に関するご相談事例や申請範囲や使用条件の捉え方の注意点、および、申請範囲や使用条件の違いか生じる適合性評価の違いについて事例を交えてご説明いたします。	13:05 ～ 13:55 ビューロベリタス 染谷美枝
2）ケース 2：機能安全	現状分析として、機能安全を導入する機械メーカ、製造販売するコンポーネント・メーカ、それぞれの導入形態について機械指令・整合規格を題材に理解する。2005 年以降の IEC/EN 60204-1 の変遷から始まった機能安全の積極導入とその背景について説明する。	14:00 ～ 14:50 テュフズードジャパン 浅井由尚
休憩		14:50 ～ 15:05
3）ケース 3：電気安全	国内で使用実績のある電気・電子機器が初めての CE マーク対応または国外出荷対応時の典型的な指摘事例と対策事例を紹介します。実際の事例を照会しながら国外向けで安全に関わる電気・電子設計コンセプトを解説します。	15:05 ～ 15:55 テュフラインランド フエンテス・アドリアン
4）ケース 4：北米安全	特に米国（カナダ）における機械・電気安全と第三者評価・認証について講義内容をご検討頂く	15:50 ～ 16:50 UL ジャパン 今村康敬
質疑応答及びディスカッション		16:50 ～ 17:00

アンケート結果：
回収：53 名
評価：

	良かった		普通		不満足	アンケート数	平均点
	5	4	3	2	1		
全体運営	13	17	15	1	0	46	3.91
講演　1	12	21	13	5	1	52	3.73
講演　2	18	26	6	1	1	52	4.13
講演　3	11	20	20	2	0	53	3.75
講演　4	16	28	8	0	0	52	4.15
講演　5	10	25	17	1	0	53	3.83
講演　6	12	27	12	2	0	53	3.92

コメント
良かった点
- 講習会の流れが良かったと思います。
- 実例を紹介する前提として、導入用の講習を始めに行って頂けたので理解がし易く感じられました。
- 安全に関する社内基準は多いが、第３者評価というものはあまり社内で実施されていないように思う。第３者機関をうまく使うという考えはインパクトがあった。
- 認証機関がこれだけ揃うのは非常に良い。
- 次回も楽しみにしています。早く改定 IEC60204-1 説明会を開いて下さい。

改善すべき点
- 資料は文字が小さいため、PDF 等で配布を検討いただきたい。
- 中級者にはためになりそう。初心者には速くてついていけなかった。
- テキストの印刷は文字が読めない部分があり、残念。
- 時間配分は良いが、質問時間が短い。

写真：

安全評価・認証の実務者が語る『機械安全と第三者評価・認証』

共催：(一社) 安全技術普及会

協賛：安全工学会，安全工学研究所，エンジニアリング協会，化学工学会，軟包装衛生協議会，日本機械工業連合会，日本鍛圧機械工業会，日本金属プレス工業協会，日本高圧力技術協会，日本工作機械工業会，日本食品機械工業会，日本信頼性学会，日本製パン製菓機械工業会，日本非破壊検査協会，日本プラントメンテナンス協会，日本包装技術協会，農業食料工学会，腐食防食学会

開催日：2017 年 1 月 27 日（金曜日）10:00 ～ 17:00

会　場：京都リサーチパーク 西地区　4 号館　ルーム 2
〒 600-8815　京都市下京区中堂寺粟田町 90 ～ 94

主旨：リスクを受け入れ可能なレベルに低減させた機械を設計・製造することは機械メーカの責務である。
このために機械安全の安全要求の標準化が進められており、わが国でも日本工業規格 (JIS) として発行されている。規格の要求に沿って機械が設計・生産されているかを客観的に確かめる方法として、第三者による評価制度があり、欧米では長年の実績がある。しかしながら、わが国では製造者による評価（第一者評価）及びユーザによる評価（第二者評価）に比べ、第三者評価が浸透していないのが実情である。
当講習会では、機械安全と第三者評価・認証の必要性とその意義及び第三者評価・認証を行う際に問題となる点を第三者評価・認証実務者により事例を交えて解説を行う。

演題：

司会：一般社団法人　安全技術普及会　畑　幸男		
１．機械安全・機能安全規格の最新動向と機械エンジニアのための機能安全事例		
午前開演		10:00 ～ 10:05
1）安全規格動向機械安全・機能安全の最新動向	機械安全の国際規格エキスパートによる機械設計に関連する機械安全・制御安全・機能安全の最近の動向について分かり易く解説する。	10:05 ～ 10:55 テュフラインランド 杉田　吉広
2）機械エンジニアのための機能安全入門	欧州機械指令ではパフォーマンスレベル（PL）の表示が 2012 年から義務付けされ、機能安全の理解無しには PL への対応が難しくなっている。CE マーキングを始めとする国際安全規格対応の要点を解説し、午後の講習「第三者評価の実務例」の導入編として最適な内容となっている。	11:00 ～ 11:50 富士電機 戸枝　毅
２．第三者評価の実務例		
午後開演		13:00 ～ 13:05
1）ケース 1：機械安全	第三者評価や認証の申請に関するご相談事例や申請範囲や使用条件の捉え方の注意点、および、申請範囲や使用条件の違いか生じる適合性評価の違いについて事例を交えてご説明いたします。	13:05 ～ 13:55 ビューロベリタス 染谷美枝
2）ケース 2：機能安全	現状分析として、機能安全を導入する機械メーカ、製造販売するコンポーネント・メーカ、それぞれの導入形態について機械指令・整合規格を題材に理解する。2005 年以降の IEC/EN 60204-1 の変遷から始まった機能安全の積極導入とその背景について説明する。	14:00 ～ 14:50 テュフズードジャパン 松前 貴志
休憩		14:50 ～ 15:05
3）ケース 3：電気安全	国内で使用実績のある電気・電子機器が初めての CE マーク対応または国外出荷対応時の典型的な指摘事例と対策事例を紹介します。実際の事例を照会しながら国外向けで安全に関わる電気・電子設計コンセプトを解説します。	15:05 ～ 15:55 テュフラインランド フエンテス・アドリアン
4）ケース 4：北米安全	特に米国（カナダ）における機械・電気安全と第三者評価・認証について講義内容をご検討頂く	15:50 ～ 16:50 UL ジャパン 今村康敬
質疑応答及びディスカッション		16:50 ～ 17:00

アンケート結果：参加者 :22 名、回収：21 名
評価：4.18（良い :5・まあまあ :4・ふつう :3・うーん？ :2・難しかった :1）

	良い 5	まあまあ 4	ふつう 3	うーん？ 2	難しかった 1	アンケート数	平均点
講演1	8	8	5			21	4.14
講演2	6	13	1	1		21	4.14
講演3	6	11	3	1		21	4.05
講演4	6	8	6			20	4.00
講演5	9	11				20	4.45
講演6	7	9	3			19	4.21
全体運営	5	11	1			17	4.24
合計	47	71	19	2	0	65	4.18

コメント（抜粋）：
良かった点
①機械安全の全体構成、規格作成の流れがよくわかった。
②機械安全実務者からの見方が参考となった。
③機械指令に関わる欧州認証が理解できた。
④全体的にポイントを絞って頂いたので理解しやすかった。
⑤機能安全の基礎が理解できた。
⑥電気安全の具体例を紹介して頂き良かった。
⑦北米の情報を入手する機会がなく参考になった。

⑧細かい実務に入る前に基本概念がインプットされてよかった。
⑨画期的企画で感謝、
⑩市場監査の言い口もあってEUの仕組みに感心した。
⑪講習会方針や内容においても体系的にとらえ話されるのが良かった。
⑫ISO/IEC最新動向が参考になった。JISの方向性や情報も得ましたので社内推進する。
⑬基本になることを分かり易く説明された点が良かった。経営側への提言や働き換えについても重要なことでやらなければならない事例があると良かった。
⑭CEと機械指令について核になるところ、気づきにくい点を分かり易く説明頂いて良かった。
⑮時間が限られた中で分かり易く体系的に事例を交えた説明が良かった。

改善した方がよい点
①もっと詳しく講義してほしい。
②輸送などサービス提供にかかるシステムの議論も期待します。
③規格化作業工程よりも内容的動向の話を聞きたかった。
④機械安全と機能安全の相違を入門レベルでしっかりと押さえて機械安全の重要性を説明頂くとありがたかった。
「管理」の大切さ
⑤Notified body, type examination等定義していないカタカナが多用されて理解しづらかったと思う。
⑥経営側への提言や働き換えについても重要なことでやらなければならない事例があると良かった。
⑦資料の文字が小さかったのが残念。

【講習会の様子】

トワイライトセミナー

第38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」開催報告
開催日：2016年4月4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
2階多目的室1
講　師：千代田化工建設（株） 機械設計ユニット
シニアコンサルタント
大原　良友　氏

第38回トワイライトセミナーは、講師に千代田化工建設（株）シニアコンサルタントの大原良友氏をお招きして「技術士第二次試験機械部門の受験対策講座」を開催した。

例年この時期に開講している本セミナーは、技術士第二次試験の概要だけでなく、技術士になるメリットや、申込方法や申込用紙を作成するコツに至るまで解説することから、受験を志す者にとってはタイムリーで実務的な内容となっている。

講師である大原氏は、まず、技術士法に基づいて技術士の制度、目的などとともに、試験制度の概要を説明した。続いて、技術士二次試験の機械部門の筆記試験と口述試験の概要を紹介したうえで、答案の書き方等については、具体的に回答例を示しながら分かりやすく解説した。また、受験申込書の業務履歴の書き方など、書類作成のコツも伝授した。

今年は、開催の案内を広く周知するためインフォメーションメールにて配信をおこなったにもかかわらず、開催案内を告知する期間が短かったことから（2月22日～4月4日）参加者が7名にとどまったが、講座終了後には、個別の質疑に対応できる時間を設けて、参加者の満足度を高めるよう努めた。

第39回トワイライトセミナー
オフィスビルにおける制御システムセキュリティの現状と課題
開催日：2016年12月2日（金） 18:30～20:00
会　場：キャンパス・イノベーションセンター東京2階
多目的室1
講　師：森ビル株式会社
管理運営部
上席参事
渡部　宗一　氏

第39回トワイライトセミナーでは、技術研究組合　制御システムセキュリティセンター（CSSC）において理事を務められている渡部氏に、オフィスビル業界における制御システムセキュリティの現状、今後建築業界として取り組むべきと考える課題、さらに東京オリンピック・パラリンピックに向けての課題と対策等について講演していただいた。

この5年、国内でビル管理システムのセキュリティが注目を浴びている。オフィスビルのあらゆる機器を自動的に制御・監視するシステム（以下、Building Automation (BA) System）が化学プラントや工場などのシステムと同様に大規模かつ複雑なシステムとなっており、制御システムセキュリティ上の重大なリスクを

抱えていることが指摘されている。渡部氏は、国内外のBA System のインシデント事例や報道を紹介しながら、BA System が抱えるサイバーセキュリティ上のリスク、問題点（ハードウェア／ソフトウェア面での問題点、運用上の問題点）をわかりやすく解説した。例えば、制御システムで用いられているOS が古いことや、制御システム設計において情報系IT と制御の両方に精通している技術者や現場係員がなかなかいないことなどが問題点として挙げられた。

そのほか、渡部氏より国内外の建築工事におけるセキュリティの問題や、2020 年のオリンピックの施設のセキュリティ対策などについて、様々な興味深い話を聴くことができた。講演の途中、オフレコの話も織り交ぜていただいたことから、参加者から多くの質疑が寄せられ、参加者数が６名と少ないながらもセミナーは盛会のうちに終わった。

学生アカデミー　機械の日イベント報告

機械の日イベント報告書
一般社団法人日本機械学会主催『学生アカデミー』
精密機器メーカー『㈱フジキンつくば研究工場』見学会

８月３日機械の日イベント（学生アカデミー）として㈱フジキンつくば研究工場見学を８名の参加者のもと実施した。㈱フジキンではロケット、半導体、ファインケミカル、医薬化粧品、食品など使用されている高品質機器の製造をしているが今回の見学では中心となる製品半導体に使用されているバルブ、機器の製作現場を見せていただいた。昼食時及び見学後の懇談会においては多くの質問が出たが一番注目されたのはスーパークラス１と言う 200m2 のクリーンルーム作業室（１ft3 の空間に 0.1 μ以下の微粒子が１個以下）の構造、人の行動管理、工程管理技術についてであった。また日本で唯一成功しているチョウザメ稚魚の養殖技術（水の管理、稚魚養殖管理）など見学でき好評の内無事終了した。

主催：一般社団法人　日本機械学会産業・化学機械と安全部門（学生アカデミー）
日時：平成２８年８月３日（水）
場所：㈱フジキン　つくば研究工場
所在地：〒 305-0841 茨城県つくば市御幸が丘１８
電話：029-856-3301
記　今道純利（代理）

16-140 市民フォーラム報告書

食の安全委員会は、2016 年 11 月 19 日（14：00~16：30）に 16-140 市民フォーラム「食の安全性を守るために～食の安全性とは何か。食の安全をどのように守るのか～」を開催しました。食品関連企業および食品関連出版業界などから 23 人と、食の安全委員会４名の参加がありました。冒頭で日本機械学会がなぜ食の安全を取り上げるかにについて述べた後、以下の３名の講師による講演と質疑応答を行いました。

1. 食の安全性とは　―食の安全の本質を考える（佐田）

食の安全の本質は生命の根源に基づいている。動物は他の生命体を捕食する宿命にあり、捕食される側は、捕食から逃れるために有毒物質を産出している。食の安全性は、有害物質を許容値以内に管理することで成り立っている。これは食品添加物および農薬についても同じであり、安全性試験で求められた最大無作用量の 100 分の１を一日最大摂取量とし、食品中の許容量を定めている。

2. 食品の事故事例から　―いつもと違う味はなぜ？（藤平）

食品の樹脂包材は、水分と酸素バリア機能を持っている。包材は様々な樹脂で作られているが、同じ名称の包材であっても、性状が同じとは限らない。また時として外力によってバリア層が破壊され、その機能を失うときもある。包材を正しく使うには、包材の使用を定めた品質企画書を取り交わし、輸送保管に際しても注意を払う必要がある。

3. 洗浄の誤解と秘密　―食品の洗浄で何が落ちる？

食品製造設備の衛生性を保つために洗浄が重要である。洗浄には手洗浄、定置洗浄（CIP）、泡洗浄、浸漬洗浄がある。手洗浄は分解組み立てが必要でコストが高く、CIP は洗浄の死角が課題となる。洗浄の死角は設備の構造と関係し、潜在が行き届かない場所をなくすことが大切である。

会員の声

「技術職員の高い専門知識が学生の安全を守る」

東北大学流体科学研究所　伊賀由佳

大学の研究室では，毎年毎年，新しい学生が入り、2、3年で卒業していきます。講義や就職活動もあり、集中して実験を行うのはほんの1年足らずかもしれません。そんな状況では、安全に対する知識や感覚を、経験を通じて養う時間は十分ではありません。新入生に対して安全教育は徹底しているものの、そんなの危ないに決まってるでしょ、とびっくりするような実験の仕方を目にすることが稀にあります。これを学生の経験不足のせいにすることもできず、かといって安全教育を怠っているわけでもなく、なんとももどかしい思いです。

そこで大変心強いのが、高い専門知識と専門技術を有する大学の技術職員です。東北大学流体科学研究所の技術室は、研究の推進に必用な様々な技術サービスを提供する研究支援組織であるとともに、学生や教職員の安全を専門知識・専門技術をもって守る安全衛生管理組織でもあります。当研究所は教員41名，23研究室の小さな研究所ではありますが、再雇用のベテランを含め20名の技術職員が在籍しており、きめ細やかなサポートで、日々、研究所の安全を守っています。また、当研究所では資格取得応援プログラムを設置しており、第一種放射線取扱主任者、高圧ガス製造保安責任者、乙種火薬類取扱保安責任者、第一種衛生管理者など、常に多くの技術職員が専門資格取得にチャレンジしています。

本部門のニュースレターには、安全に対する意識を高めるために有益な多くの情報がありますので、大学の技術職員さんたちにも是非、読んで頂きたいと思っています。

「高専教育の中の機械工学」

福井工業高等専門学校　機械工学科　金田直人

高等専門学校（以下「高専」と称す）は、社会が必要とする技術者を養成するため、中学卒業から、5年間の一貫した専門教育を行う高等教育機関です。既に50周年を迎え、時代とともに教育内容は創設当初より大きく変革しています。そのため、時代のニーズに応えるための教育内容の高度化等が検討されており、実践的・創造性を有する技術者の育成を目指しています。

福井工業高等専門学校における機械工学科では、第1学年から製図、機械実習、科学実験等の体験型学習を実施しており、早い年齢段階からの実践的技術者教育に取り組んでいます。また、学年が進行しても、専門知識を応用する能力を身につけるための実験・実習を重視したカリキュラムを構築しています。更には、グループ活動によるものづくりを通して、個だけではなく組織における役割分担や報告・連絡・相談等、エンジニアとして人として自立できるような応用能力を養成する教育も行っています。

以上は、高専におけるほんの一部の取り組みにすぎませんが、時代とともにある高専に少しでも興味・関心を持っていただけましたら幸いです。お時間のある時に、「高専」と検索してみて下さい。

「植物由来の機能性新素材」

日立造船（株）機能性材料事業推進室　藤田 優

当社ではここ数年来、植物由来の機能性新素材としてトチュウエラストマー®と呼ばれる高分子素材の開発を進めており、私自身は昨年4月よりその開発および事業化推進の一役を担って、日夜業務に励んでおります。

当社では、約20年前に造船会社としては異例であった杜仲茶の飲料販売事業を行っておりましたが、その杜仲茶の原料であるトチュウの種子にエラストマー成分（トランス型ポリイソプレン）が含まれていることを見つけ、開発に至った経緯があります。このトチュウエラストマー®は、分子量が100万を超えるバイオポリマーとして低温熱可塑性や高い耐衝撃性などの性質を示すほか、ポリ乳酸などのバイオ素材に添加されることで、衝撃や延性の特性が向上するといった特長も備えております。そのためスポーツや医療といった分野などにおいて、衝撃に対する耐久性が求められる用途などへの展開が期待されていて、現在多数の企業から問合せがあり、一部共同での用途開発も進めております。

化石資源に由来しない再生可能な機能性素材として、世の中に広く普及することを願いつつ、素材品質向上やコスト低減といった技術的な課題をクリアさせながら、当社の新しい素材事業の一つとして大きく育つよう引き続き努力していきたいと思います。

ポリシーステートメント（部門活動概要）

産業・化学機械と安全部門は、ものづくりの知識が集約する設計プロセスにおいて日本が持つ暗黙知を見える化・国際化し、日本発の「ものづくりイノベーション」として世界に発信して行くことに挑戦している。

日本機械学会において、当部門は「安全性の向上」、「高効率化」、「多機能化」、「長寿命化」など、産業・化学機械の基盤となる学術分野を担っている。「安全性の向上」に関しては、安全に関わるソフト面、すなわち、システム安全から労働安全衛生、標準化、第三者認証、等々、幅広い学術領域をカバーし得るように強化して、会員のニーズに沿ったサービスを提供している。

また、「高効率化」、「多機能化」、「長寿命化」といった技術的・学術的な課題に関しても、「安全性の向上」と同様に意見交換の場を設けて解決方法の研究や開発を促進し、その成果を積極的に発信している。

その他、活動状況の詳細については、ホームページおよびニュースレターを参照していただきたい。

会告一覧

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日本機械学会ホームページの年次大会欄をご覧下さい。

4月17日（月）：第40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」（会場：キャンパス・イノベーションセンター東京）

6月12日（月）：産業・化学機械と安全部門 研究発表講演会2017夏（会場：東京工業大学 大岡山キャンパス）

9月　3日（日）～6日（水）：日本機械学会年次大会（会場：埼玉大学）

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

2017 年度受賞候補者の原稿締切りは 2018 年 1 月 26 日（金）までとします。

2016 年度日本機械学会贈賞

若手優秀講演フェロー賞：土屋 匠（関東学院大学）
2016 年度部門賞・部門表彰贈賞
部門表彰（論文表彰）：
大場 恭子（日本原子力研究開発機構）
彌園 仁志（横浜国大）
高須 大輝（東京工業大学）

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　2017 年　4 月　1 日
発行責任者　加藤 之貴
編 集 委 員　三友 信夫

お知らせ：PDF ファイルによるにニュースレターの発行を開始しております。ご意見等お寄せください。
メール宛先：research-icm@jsme.or.jp