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. 33　April 2018

巻頭言：3 種類のリスク

2018 年度（第 96 期）
産業・化学機械と安全部門長
横浜国立大学大学院
環境情報研究院 准教授
笠井 尚哉

すでに 7 年程経過し、あまり思い出したくない方も多いと思いますが、2011 年 3 月 11 日に起きた東北地方太平洋沖地震による福島第一発電所の事故について、まず述べさせていただきます。小生は、横浜の大学内で、東北地方太平洋沖地震に遇いました。震源地から離れた横浜でさえ今までの人生の中で桁違いに大きい地震と感じましたので、震源地に近い、東北地方の被災地の方々が感じた恐怖は想像もできないことです。実際に地震と津波による直接的な被害は甚大でございました。平成 29 年 3 月 8 日付けの内閣府の資料で改めて確認しますと、死者・行方不明者はおよそ 2 万人、被害額は 17 兆円程度と記載されております。

ある程度大きな地震が生じた際には、震源近くの原子力発電所に制御棒が入り、原子力発電所が安全に自動停止したことがニュース速報で報道されます。例えば、2007 年の新潟県中越沖地震の際も世界最大の柏崎刈羽原子力発電所の自動停止のニュース速報を見て安堵しました。東北地方太平洋沖地震の際も東北地方の各原子力発電所にも適切に制御棒が入り、各原子力発電所が安全に自動停止したニュース速報が報道されたと記憶していますが、その後、福島第一原子力発電所において核燃料の冷却ができない事態に陥り、あのような途方もない大きさの災害になるとは思ってもいませんでした。

東北地方太平洋沖地震から 3 年後の 2014 年にオランダの大学で安全科学を研究しているグループと議論する機会を得ました。その議論の中で印象に残っている、3 種類のリスクの話を小生なりに咀嚼して解釈した結果を、次に、紹介させていただきます。

3 種類のリスクの内、1 つ目のリスクは、すでに顕在化しているハザードによるリスクで、取り扱いの比較的容易なリスクです。発生頻度が人の一生で一度以上又は記録上必ず来ることがわかっているもので、さらに、影響度もそれほど大きくないリスクです。安全対策の効果や実効性の把握が容易なリスクです。

2 つ目のリスクは、発生頻度が小さく、影響度がとてつもなく大きなリスクです。例えば、福島第一原子力発電所の事故のようなもので、実際、最近の報道では、事故処理費用が最大 70 兆円になるような報道がなされております。このリスクは、事故が生じる前に、発生頻度と影響度の適切な評価が難しく、どこまで安全対策を実施するかの見極めが大変難しいリスクです。

3 つ目のリスクは、まだ何もわかっていない未知のハザードによるリスクです。FMEA、HAZOP、FTA などのようなリスク分析手法を十分実施していても、我々が想定していないハザードが必ず存在します。このハザードとこれによるリスクに対して現状では無防備な状態です。

つまり、小生がこの巻頭言で申し上げたいことは、我々が把握しているハザードでも、福島第一原子力発電所の事故のように適切に対処できなかったにも係らず、背筋が凍る話でもありますが、まだ、未知のハザードとリスクが必ず存在するということであります。

我々、安全を先導する技術者・研究者は、現状に過信せず、上記のことを心の中に秘め、大変難しいことではございますが、常日頃から気を引きしめて行動することが望まれると思っております。

最後になりますが、是非、当部門のイベントを専門領域を超えた安全関係の技術者との有益な交流の機会と捉えていただき、皆様の積極的なご参加を心よりお待ち申し上げております。

ここでのリスクは、ISO 31000:2009, Risk management – Principles and guidelines での、“目的に対する不確かさの影響“ の定義でなく、リスクの従来の工学的定義の発生頻度（又は、確率）と影響度の組み合わせです。

目次

巻頭言	横浜国立大学大学院　笠井 尚哉	1
解　説　事故再発防止に向けた事象の進展の可視化	岡山商科大学　箕輪 弘嗣	2
解　説　トライボロジー技術がもたらす効果	東京工業大学　青木 才子	3
解　説　技術の伝承	村田機械株式会社　今枝 幸博	4
解　説　食品の製造設備・機器の衛生的設計と設置・維持について	元生活共同組合連合会ユーコープ　藤平 幸男	5
リレー投稿 54　新幹線車軸折損事故と現代リスクマネジメント精神	関西大学　辛島 恵美子	6
リレー投稿 55　組織の安全文化を評価・醸成する方法 ～組織間への展開と実践～	公益財団法人大原記念労働科学研究所　余村 朋樹	8
リレー投稿56　実時間シミュレーションの産業応用	東京農工大学大学院　田川 泰敬	10
行事報告・年次大会・研究発表講演会		13
受賞者の声・講習会		14
トワイライトセミナー・学生アカデミー		17
市民フォーラム・会員の声		18
会告一覧・部門賞・部門表彰および贈賞報告		19

解　説

事故再発防止に向けた事象の進展の可視化

岡山商科大学
箕輪 弘嗣

1. 緒言

原子力、化学関連の事業所では些細な事が事故に繋がり兼ねない。ひとたび、事故が起きれば、人命だけでなく経済、環境、社会にも多大な損失が発生するため、事故は最も避けたい事象である。事故を防ぐ難しさとして、事故発生の経路が無数にある事が挙げられる。しかし、事故は全て独立した事例ばかりではなく、類似した事例も多い。

筆者は、その類似性を明らかにしようと、過去の複数事例から事象の進展を可視化する自然言語処理を用いたテキストマイニング技術を研究している。自然言語処理は、人の言葉を電算機に処理させる情報技術を指す。テキストマイニングは、記述から知見、知識を獲得するという用語である。テキストマイニングは、必ずしも自然言語処理を用いているとは限らない。しかし、自然言語処理を用いる事で、大量の自由記述のテキストデータから統計解析のためのメタデータの抽出といった処理が現実的となる。メタデータとは、解析のための付帯情報であり、電算機で解析するための手がかりである。事例解析は、メタデータを探す研究といえるかもしれない。

2. 進展の可視化、メタデータの定義の研究

冒頭で述べた目標のため、筆者は「進展の統合化法 [1][2]」を提案している。事例の進展は、図 1 の上部に示す、イベント駆動型に進展するドミノ現象である。その事象の説明文には、それぞれ主部と述部が含まれている。この主部、述部は説明文の核となる部分であるため、図 1 の下部の通り、主部、述部という事象の核を意味する言葉で結ぶ事で、最小限の意味と時系列性を有したメタデータとなる。このメタデータから事象の進展経路、リスクなどを解析しようとしている。本手法を元に手動で解析した結果は、図 2 の通りになった。共通要因の抽出に使われる指標として TF-IDF, Key Graph など出現頻度に応じた指標を用いられる事が多い。一方、本進展の統合化法は、頻度も指標として考慮するが、事象の進展の経路に基づいた解析を基本としており、事象の進展順という時系列性を保持した単語の連なりをメタデータとしている点が異なっている。

現在、取り組んでいるのは、電算機による解析である。人では主語、述語など単語の区切り、品詞などを簡単に見分けられるが、日本語には主語の省略もあり電算機では難航している。ただ、主語 - 述語の関係を考慮しなくてよいならば出現単語と事故分類の関係性は図 3 の通り可視化できている。

今後は、電算機による自動可視化アルゴリズムを確立し、事故事例以外の事例にも適用していきたい。（本研究では、安全工学会より奨励賞、JSPS 科研費 16K16367 の助成、を拝受）

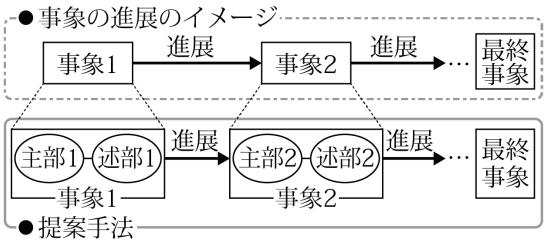

図 1 提案する事象の進展モデル

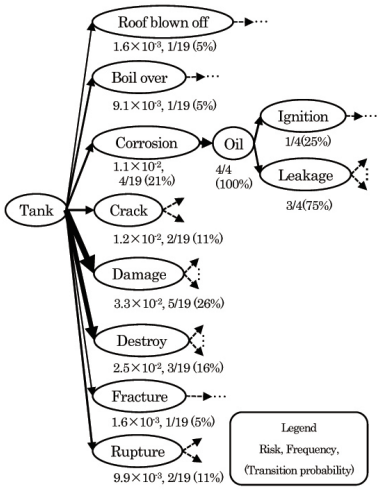

図 2 タンクを主語としての進展 [2]

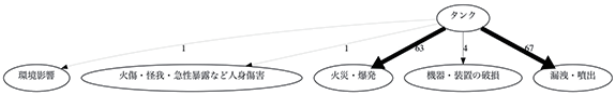

図 3 出現単語に対する事故分類との関係 [4]

参考文献

[1] 箕輪 弘嗣 , 宗澤 良臣 , 事象の主体と振舞に注目した進展事象の統合解析法 , 安全工学 , 53(5), pp.317-324(2014).

[2]H. Minowa, “A integrated analyzing method for the progress event based on subjects and predicates in events”, Proc. IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 678–683 (2014).

[3] 中野義之 , 西尾芳男 , PEC-SAFER ヒヤリハット事例データベースの概要 , 安全工学 , vol. 46(5),pp. 303–310(2007).

[4] 箕輪 弘嗣 , 共通要因としての単語に注目した事象の進展の統合化・可視化 , 第 16 回情報科学技術フォーラム (FIT2017)予稿集 , pp. 343–344(2017).

解　説

トライボロジー技術がもたらす効果

東京工業大学
青木 才子

1.トライボロジーとは

機械とは外部から与えられたエネルギーにより機械を構成する物体が相対運動して仕事をなすものであり、機械内部には2つの物体が接触して転がりやすべりなどの相対運動するしゅう動面が多数存在する。しゅう動面において物体の運動を妨げる方向の力が生じる現象を摩擦といい、その力が摩擦力である。また、摩擦に伴い物体のしゅう動面は変形損傷して逐次的に減量していく現象が起こり、これを摩耗という。摩擦・摩耗は、「相対運動下で相互作用を及ぼし合う表面に起こる現象」であり、「この現象に関連する諸問題と実地応用の科学技術」を「トライボロジー」と定義される。トライボロジー（Tribology）とは、「擦る」を意味するギリシャ語「tribos」と学問を意味する「ology」を組み合わせた造語であり、1966年に英国教育科学省による摩擦と摩耗に起因する経済的損失に関する報告書にて初めてこの用語が提唱された。なお、この報告書はトライボロジーの産みの親とされているH. P. Jostが中心になり作成されたものであり、「JOSTレポート」と呼ばれている。

2.省資源・省エネルギーへの貢献

自動車は多数の部品から構成される複雑で高度な機械であり、その部品のしゅう動面ではあらゆる箇所で摩擦や摩耗が生じており、いわば「トライボロジーの宝庫」である。自動車産業では、昨今の地球規模での環境保全意識の高まりにより、低炭素社会の実現に向けてCO_2排出量削減および石油燃料削減につながる省燃費（低燃費）技術への対応が強く要求されている。

日本トライボロジー学会「自動車のトライボロジーによる省資源・省エネルギー予測調査研究会」の報告1）によれば、2010年車の定地走行でのガソリン消費量における動力伝達部の摩擦損失は約35%と算出されている。各コンポーネントで比較すると、エンジンにおける摩擦損失が最も大きく20%であり、トランスミッション・デフにおいて5%、ブレーキやタイヤなどホイールにおいて10%の損失と見積もられている。摩擦損失を低減する方法はコンポーネント毎の各要素で異なる。例えば、エンジンの摩擦損失は、ピストン−シリンダ系やクランク軸受系で生じる摩擦損失が多くの割合を占めているが、これらの系は潤滑油の基油粘性が支配的である流体潤滑領域でしゅう動するため、最も効果的な摩擦損失削減方法は潤滑油として用いられるエンジン油の低粘度化である。しかし、エンジンはピストン系以外にも速度や面圧などのしゅう動条件が異なる様々な要素部品から構成されているため、それらの部品で要求される性能（高負荷における摩擦摩耗低減、オイル蒸発特性の改善など）を低粘度化と同時に達成することがエンジン油に求められており、複数の背反的な要求に対応できる潤滑油・添加剤設計技術が重要となる。

エンジンでは摩擦を低減することが摩擦損失削減において重要であるが、単純に摩擦を低減するだけでなく必要なところに必要な摩擦を付与することが摩擦損失削減に寄与するコンポーネントもあり、代表的なものがトランスミッションである。近年、燃費効率向上のため、トランスミッションでは無段変速機（CVT）の普及が進んでいる。CVTは金属ベルトとプーリの間の金属間接触部における摩擦力により駆動力を伝達するため、伝達効率を向上させるためには潤滑油である無段変速機油（CVTF）によりベルト−プーリ間の摩擦を増大させて不要なすべりを防止する必要がある。しかし、他の接触部位ではエンジンと同様に摩擦摩耗を低減する必要があるため、CVTFに要求される性能として、摩擦増大と摩擦摩耗低減という背反事象を同時に達成することが必要である。すなわち、最適な潤滑油・添加剤の設計技術はエネルギーの高効率化に向けたキーテクノロジーとなっている。

3.トライボロジーがもたらす効果

トライボロジー技術を導入し活用することで、機械しゅう動面で生じる摩擦損失を削減してエネルギーの高効率化が可能になるだけでなく、結果的に経済効果を生み出す。先述した「JOSTレポート」のように、日本においても早くからトライボロジー導入による経済効果が調査され、その結果、自動車産業に代表されるように、様々な産業においてトライボロジー技術が積極的に導入されるようになった。特に、トライボロジー技術の導入によりもたらされる経済効果として重要なものは、機械の長寿命化による設備の破損やメンテナンスコストにかかる費用の削減である。機械しゅう動面では摩擦により摩耗や焼付きなどの表面損傷が生じ、これが機械の故障や破損の主要原因となる。故に、トライボロジー技術に基づく潤滑油や材料、設計の最適化を行うことにより、故障や破損を低減して機械の耐用年数を延長でき、これは機械の保全や部品交換を軽減するだけでなく、最終的には機械の安全や信頼性の向上にもつながっていくと考えられる。

トライボロジーについて簡単に紹介したが、トライボロジーは工業や経済の発展に大きく貢献していることを少しでも理解していただけたら幸いである。

引用文献

1）中村隆, トライボロジー技術の進展による自動車の省エネ, トライボロジスト, 61, 2（2016）65-70.

解　説

技術の伝承

村田機械株式会社
今枝 幸博

1. 企業での世代交代と技術移転

90年代からの約20年ではバブル崩壊後いわゆる「失われた20年」で新規雇用者の求人倍率が下がり、デフレーションが進行した。

企業内では2007年問題として大量定年退職世代からの技術伝承を行うことも社会的な問題となっていた。売り上げの伸び悩みから新規雇用者を控えた。そんな中で、再雇用制度の整備が進んだことによりこの間に技術の伝承問題への対応策を打った企業がある一方で、先送りもなされてきた。およそ10年を経て世代間での技術継承が上手く行っていないと思われる事例が現実問題として目に付く。

その幾つかの要因として、失われた20年の間に採用枠を控えたことで部署を構成する社員で引き継ぐ後継者が見つからない。年齢構成に開きがあることから、突っ込んだ議論がしにくい。マニュアル化は進んだが、同じ場や時間での体験を共有していないなどにより技術的な背景が伝わらなく形骸化してしまった。また、デフレーションに伴い失敗が許されない中で手堅い設計や流用設計を進めてきた。CADによる解析、作画が行われる中で実物や実体験のない設計者が増えた。海外拠点での製造や海外からの調達が増え加工現場へ出向く機会が減った。といった様々な要因が積み重なった環境によるものと考えられる。こういった問題は大企業よりも中小企業ではより深刻だったと思われる。

私が就職した頃には、図面で部品製作をお願いする一方で、時には自分で旋盤を使って部品を製作していた。SS400ではきれいに切削できないことを実際に体験することができた。振り返ってみれば何かを勉強をして覚えたと言う記憶は乏しい。興味の向くことを熱心に調べ、実際に体験してみて、あるいは失敗をしてみてこのようにしたらダメなのだという知識を重ねた中で、後に書籍をみて「ああやっぱり」と納得したものが私の中で集約されたものである。たまたまなのかも知れないが、私はそう言う環境には恵まれていた。また幸いにも大きな事故を起こさずに済んだ。

2. 教育を受け持つ立場で

近年は様々な場面で機械安全の講習をする機会を頂いている。その一つに新入社員向け講習がある。新入社員の皆さんの年齢は既に自分の子供たちより若いのである。彼らは数ヶ月に渡り様々な分野の教育を座学で受けている。その一方でグループをつくり、テーマに沿った機械をチームで作り上げる実習を行っている。思い通りに行かず、夜も考えているのであろう。特にお昼を過ぎると講習中に何人かは思わず眼が閉じてしまっている人も居る。先ほどの振り返りからすれば彼らはとても恵まれた環境で実務に関する基礎教育を受けているわけだが、残念ながら一気呵成のプログラム故に堪えきれないところがあるのだろう。

教育を施す立場としては、いかにしたら受け身ではなく自発的に聞いてもらえるのか。設定された課題に対して興味を持ってもらえるのか、ここに尽きるように思う。

安全な機械を設計する技術の基礎を習得し、労働現場での災害を無くすためにその教育を行うわけであるが、設計実務に就いていない段階では自分が事故の加害者の一翼を担っていること、更にはそれに伴い様々な責任を負うことについてはまだ明確には自覚がない状態である。

講師役としては、自分の話術が未熟故に彼らの関心を引きつけられなかったものとして反省をするところである。自分が先輩諸氏の講演を聴講するときにはその巧みな話術で話の中にグイグイと引き込まれてゆく匠の技をお持ちの方がみえる。しかし、志していてもそのような領域にはおいそれとは到達することはできず、都度反省するばかりである。

機械安全の技術はどんどん進化しており、今までの知識をそのまま伝えれば良いものでは無い。常に先端の技術を入手して自身の知識、技能を高めて行かなくてはならない。

どうすれば相手に興味を持ってもらい「好きこそ物の上手なれ」と言ってもらえるようになるのか。まだまだスタート地点についたばかりである。

機械安全の技術は横断的で多岐にわたる分野である。産業・化学機械と安全部門の諸兄のお力をお借りしながら安全・安心な職場環境の実現に微力ながら貢献して行きたい。

解　説

食品の製造設備・機器の衛生的設計と設置・維持について

元生活協同組合連合会ユーコープ事業連合品質保証部
藤平 幸男

2017年11月18日に開催した日本機械学会産業・化学機械と安全部門の市民フォーラムでは「ＥＨＥＤＧ」の概要について紹介しました。市民フォーラムには食品の卸・小売の流通業界にかかわる企業の方からもご参加いただきましたが、「ＥＨＥＤＧ」のことを知らない方がほとんどでした。

日本機械学会の会員の方は「ＥＨＥＤＧ」のことを知っているのは当たり前でしょうが、私のこれまでの経験からは、日本の食品にかかわる業界、そのなかでも、卸・小売の流通業界の方やＨＡＣＣＰやＩＳＯの認証をする機関の方のなかには知らない方が多いのではないかと考えています。

ところで、世界の食品の製造・流通・販売にかかわる企業によってつくられた「ＧＦＳＩ」(Global Food Safety Initiative) という組織があります。ＧＦＳＩは食品を安全に製造し、流通・販売する取り組みをすすめていますが、取り組みのひとつとして、食品工場の衛生管理状況を調査するときの基準の統一をすすめています。

１つの食品工場に、先週はファーストフード業界の企業、今週は小売業業界の企業、来週は食品の卸業界の企業が来訪し、工場の衛生や品質管理状況の確認が行われるのは受け入れる工場が大変です。１つの工場に毎日のように異なる企業の調査があるということもあります。食品の製造工場で外部の来訪者を迎え続けることは、製造工場の衛生管理状態の低下を招きかねません。ＧＦＳＩの取り組みは、ひとつの企業が、あらかじめ定めてある統一された基準によって調査が実施されたときに、一定期間、その基準に同意している他の企業の衛生管理状況の調査は省略しようというものです。

調査をするときの基準の統一をすすめるときに、食品工場の製造設備・機器がどのように設計されて設置され、維持されていればよいのかの見方の統一も重要でしょう。設置された状態を見ることだけでなく、それが衛生的な考慮がされた構造、部品で設計されているかどうかも重要でしょう。

さて、工場を訪問するときの共通の基準ができて、卸・小売の流通業界の方が食品工場の衛生管理状況を調査するとします。卸・小売の流通業界の方が食品の製造工場を訪問し、その工場の製造機器、設備が衛生的に設計されて設置され、維持されているかどうかを確認するときに、これら食品の製造機器・設備を衛生的に設計して設置し、維持するときに食品の製造設備・機器が衛生的であることの考え方を知っているかどうかで判断が変わることはないでしょうか。

欧州では、食品の製造・流通・小売業の方は食品の製造設備・機器が衛生的であることの考え方を知っている方が多く、食品工場を調査する方も、調査を受ける方も、承知されていることでしょう。

日本の場合はどうでしょうか。食品の製造設備・機器が衛生的であることの考え方を知っている方が食品工場の製造機器・設備の調査をして判断するのと、知らない方が調査するのでは判断がことなることはないかと心配をしています。

食品の製造設備・機器を衛生的に設計する考え方を理解されていない方が設計したときには、新しくつくられたものであっても衛生的な設計や部品ではないかもしれません。

例えば、食品の製造機器・設備のほとんどにステンレススチールが使われますが、それがどのような状態であれば、衛生的に設計されて設置され、維持されていると判断するのでしょうか。清掃がされていて、汚れが見えなければよいと判断するのでしょうか。

食品製造の設備・機器に使われるステンレススチールの機器はどのように設計し、部品の表面はどのように仕上げれば衛生的なのかについて、日本の食品にかかわる卸・小売の流通業界やＨＡＣＣＰやＩＳＯの認証機関の方のなかで、食品の製造設備・機器が衛生的であることの考え方を知っておられる方は少ないのではないかと考えています。

日本の食品にかかわる業界に、食品の製造・設備を衛生的に設計して設置し、維持するうえで、日本機械学会が情報を提供していく役割は大きいと考えています。

リレー投稿 54

新幹線車軸折損事故と現代リスクマネジメント精神

関西大学社会安全学部
辛島恵美子

1. はじめに

2017 年 12 月 11 日の新幹線台車亀裂事件、皆様はどのように受け止められたでしょうか? 私は東海道新幹線車軸の開発史を調べる機会があり、約半世紀前に起きた似た事件とその顛末とを思い出しました。今回同様、走行装置の金属疲労であり、大惨事の一歩手前で停車できて事なきをえた点もよく似ています。しかし両者は半世紀という時を隔て、諸事情諸条件も大きく変化していますから、似て非なる点が多いかもしれません。

近代社会は進歩向上、前進に高い価値を置き、過失責任主義を原則としてきました。しかし近代科学技術のもたらす反面の惨事の経験を重ねるうちに、製品によっては無過失責任の発想を導入するまでに変化しています。さらに半世紀前とは違って、現代はリスク社会と呼ぶほどリスク対策の発想で物事を慎重に展開しようとする社会に変わりつつあります。それは事故を取扱う発想にも大きな変化をもたらしています。今回の事故についての公式事故調査報告はまだ出ていませんが、リスク社会にふさわしい取り扱いがなされ、日本の鉄道業界であれば、新しい時代を切り開く契機にさえできるとも期待しています。なぜなら半世紀前の事件は今回よりも深刻ともいえましたが、心理的に追い詰められて選択した道は現代のリスク・マネジメントの基本精神を先取りする内容になっており、その後の半世紀に及ぶ安全運行実績を支えた一つの基礎になっていると考えているからです。しかし他方で、日本社会はカタカナ「リスク」の意味や精神をどこまで理解しているのか疑問に思う場面にも遭遇しますし、組織も一般的には硬直的になりつつあり、そんな状況に押し潰されるのではないかとも懸念しています。そこで新時代の行動選択のヒントになればと願い、半世紀前の事件を紹介することにしました。

2. 1966 年の新幹線車軸折損と高周波焼入れ技術

半世紀前の事件とは 1966 年 4 月 25 日の午後 6 時大阪発東京行きの新幹線列車で発生した車軸折損事件です。車軸を折損しながらも台車枠に支えられて 200km/h で走行中、車掌が異常動揺と火花に気づき、停止させて油漏れを確認したことで、豊橋駅に緊急停車し、乗客を後続列車に無事に乗り換えさせて事なきをえました。営業終了後に浜松の修理工場に運び込み、台車を切り離して初めて異常が車軸折損であったことが確認されました。この時期はバラスト軌道路盤の不安定に悩まされており、異常動揺一つ一つに原因解明と今後の対処方針を決めていく辛抱強い人海戦術で対応していた時代でした。そのため遅延頻度も高く、今回と異なり、マスコミによる報道はありませんでした。折損の原因は高周波焼入れ部分が一部戻っていて、そこを起点とした金属疲労であると判明しました。

新幹線車軸には高周波焼入れが施されています。戦争末期や敗戦後は車軸折損事故が多発しており、この技術開発はその対策研究として始まりました。車軸強度を上げる簡単な方法は太くすることでしたが、それでは車輪も新調しなければならず、物資不足の時代には現実的ではありません。また高周波焼入れ技術自体は戦前から耐磨耗に用いられていたものですが、日本刀の発想から、高周波で表面のみを焼入れするアイデアを出発点として、いろいろな苦労がありましたが、1960 年には電気機関車用の車軸には高周波焼入れを施すと決まるまでに応用は進んでいました。しかし新幹線開発の基本方針は広軌道と 200km/h の高速走行以外は、十分に経験のある技術で構成することでした。この時点では高周波焼入れ車軸はまだ実績の少ない新技術でした。しかし 1962 年に始まるモデル線区での試験運転に、この車軸も入れて試したところ、方針通りなら 1 本 640kg（直径 233mm）になる車軸を 517k g（直径 209mm）でも同じ安全率を出せることが判明し、新幹線車軸に高周波焼入れが採用されるに至ったのです（1964 年 5 月 30 日）。高速走行に軽量化は欠かせない安全条件でもありました。

3. 見慣れない亀裂と検査見逃し

なぜ検査でその欠陥は見つからなかったのか。実は事件の 1 年ほど前の 1965 年 4 月、予定の定期検査は 60 万 km でしたが、20 万 km を越えた車軸数本を試しに精密検査したところ、経験的には発見しない場所でヘアクラックを発見したのです。文字通り髪の毛一本程度の亀裂で、擦るだけで消えるものもありましたが、これまでの鉄道経験には無い現象で、合理的説明もできないため、擦っても消えないヘアクラックの車軸は廃棄処分とし、同時に製造仕様を見直しながら、ヘアクラック抑止対策を試すという臨時体制の最中でした。しかも一向に効果を示さないときに事故が起きたのです。

高周波焼入れが一部戻った直接の原因もすぐに判明しました。工場の停電でした。もちろん自家発電に切り替える体制を準備しており、停電自体は一瞬の出来事でした。しかし問題の車軸は最終研磨の最中だったのです。担当者は一瞬といえども問題を意識していましたが、実は高周波焼入れの特性についてまでは知らされていませんでした。そのため問題箇所を削っても仕様サイズにお

さまったので、撥ね出さなかったのです。それでも事故が起きるまでにメーカー側、国鉄側の検査を何度も経ていた車軸でした。運行に起因する金属疲労の場合、起こる場所はある程度範囲が決まるため、関心はどうしてもそこに集中しがちだったのだろうと推測できます。いつもにない場所で見つけたヘアクラックに問題を感じたのも同じ発想です。しかし停電は偶発事故です。この場合、運行経験は逆に悪しき先入見にもなるというわけです。思い込みなしに均一に監視することは人間には難しいといえるのかもしれません。メーカー側も国鉄側もこれを契機に再発防止策を工夫しましたが、国鉄にとってヘアクラック問題は残されたままでした。

4. 現代リスク・マネジメントの精神とは?

そのため国鉄は思い切った対応に出ます。それが 1966 年 5 月 20 日の車両用金属材料調査委員会規定です。委員会メンバーは外部の金属の学識経験者たち、技師長、常務理事、運転局長、工作局長、副技師長、鉄道技術研究所長。外部者以外は国鉄組織の最高責任者たちであり、外部の学識経験者の意見に耳を傾け、その知恵をかりてこの問題を克服しようとの意志・意図を明白にした構成でした。国鉄は文字通り鉄道に関する専門家集団で、外部にその知識や経験を提供することはあっても、外部から専門家を招いて鉄道についての意見を伺う発想のなかった組織です。外部委員も金属の専門家ではあるが、鉄道や車軸に関する知識や経験の無い学者たちでした。この委員会 (3 年かけて計 10 回開催) 以外に外部委員たちは分科会の形でさらに車軸に係る全ての人々と少なくとも一回は出会えるように、開催場所を変え、実際の現場人々の話を聞き、相互に本音で質問できる機会が設定されていました。委員会は初年度末には中間報告をまとめています。技術報告書であり、薄い報告書ですが、同時に委員会の議事録は国会の議事録並みの一言一句を記録したものを作成し、使用した資料も併せて保存していました。これほど細かな議事録を残したのは、技術者が後からでも十分に学べるようにとの配慮と考えられます。公開資料ではありませんが、手続きをすれば誰でもが読める技術文献扱いでした。

現代のリスクのアセスメントやマネジメントも記録と公表を求めていますが、基本の理由は事故時の当該組織に対する社会的動揺を最小限に抑え、前向きに問題を処理できるようにするためです。リスクに取り組むということは、まだ被害が起きていない段階で、その懸念を克服ないし回避、防止しようと努力するところに上手につなぐことこそがその本質的特徴です。言い替えると、予知と杞憂の境が曖昧な状態で対応することを意味しており、現実の行動は様々な試行錯誤や制約条件の中での選択となるわけです。選択判断を誤る場合もあるでしょう。仮に真に最善の対策を取り続けていても、不運な条件が重なれば、惨事は起きうるのです。つまりリスク社会におけるリスク管理とは、惨事を起こさせないための対策は勿論ですが、万一起きた場合にも何が間違えていたかを速やかに反省できるようにして次の事故を早急に確実に防止することにあります。少なくとも事故調査組織にゼロから調べさせるよりはるかに短時間で有効な対策をたてることができます。その観点から言えば、リスク・マネジメント関連資料は責任追及を止めるための資料、データ類といっても過言ではありません。事故時には当該組織の社会的信頼は一時的であれ大きく揺らぐのであり、それを最小限に止めることができなければ、その先はさらに大変になるからです。したがって形骸化した資料類では意味をもちません。車両用金属材料委員会はまさにそのような役割を果したといえます。幸いにも車軸折損事件はその後起きることなく、結果として 10 年使用しても傷もつかない車軸製造技術を完成させています。再発防止はそのまま技術の成熟化にもなります。

米国の鉄道等の事故調査組織は自らの失敗を調査開始前に告白する者には原則として免責します。その事実を解明するための時間と人と金を省けるからです。人の責任追及を止めると、推論による対策も可能になります。またヒヤリ・ハット情報も提出しやすくなります。大切なのは惨事を起こさないことです。推論であろうと、役立ちそうなものは全て利用すればいいとの発想です。

5. 何を守り、何を変えるべきなのだろうか

冒頭に述べたように、現代日本社会はこうした状況をどの程度まで理解し、受け入れる素地ができているでしょうか。詳細は政府(役人) や専門家に任せ、結果責任だけを問う姿勢は、もはや現代の高度で複雑な科学技術においては上手く機能しなくなりつつあります。明治以来、取り入れやすいものは取り入れながら、文化に根ざす発想に抵触する考え方は上手に棚上げしながら逞しく生きてきた社会でもありますが、多くの犠牲者も出してきました。伝統の文化や慣習を主張することも重要ですが、何を守り、何を変化させなければならないか、今こそ本気で考えるべき時でもあると感じています。

国鉄はあの時、なぜあれほど柔軟な発想や態度が可能だったのだろうか。その背景の要素として最初にあげたいのは敗戦直後に鉄道技術研究所が航空関係の技術者をたくさん抱えたことです。新幹線開発の鍵の役割を果したのも彼らでした。しかし本社からみれば傍流の鉄道技術研究所、異分野からの転職組です。彼らの振動理論に着目して高速台車振動研究会(1946~49) をたちあげ、技術者に夢を与えたのは当時動力車課長の島秀雄でした。この研究会は官民の別にこだわらない研究会でもあり、新幹線プロジェクトを背後で支える関係技術者合同の研究会組織にもつながっていきます。島は後に新幹線プロジェクトの技術面の最高責任者の技師長となりますが、その島を抜擢して経済・政治面を支えたのは第 4 代総裁十河信二でした。異色の逸材の組み合わせの中で新幹線は結実したとも言いうるのですが、反面で、内部では「関東軍」とも呼ばれる存在でもありました。四面楚歌はオーバーにしても、そういう組織だからこそ、半世紀に及ぶ安全実績をたたき出す情熱を伝え続けられたのかもしれません。現在、国鉄は解体し、複数の私企業 JR となり、状況は一変しています。しかも発想の転換期でもあります。社会レベルでの再検討も不可欠なのです。

次のリレーのバトンタッチは岡山大学　教授　鈴木和彦先生 (耐災安全・安心センター長) にお願いしました。

リレー投稿 55

組織の安全文化を評価・醸成する方法
～組織間への展開と実践～

公益財団法人大原記念
労働科学研究所
余村 朋樹

1. はじめに

昨今、産業現場における事故やトラブルは、単に技術や個人の問題ではなく、組織システムの不具合が背景にあるという捉え方をされるようになってきており、組織の「安全文化」を醸成することが重要視されている。しかし、「安全文化」については、その概念の曖昧さの指摘とともに、「具体的に何から着手して良いのか分からない」という声もしばしば耳にする。そこで筆者が所属する研究グループでは、約 20 年前頃から、組織の安全文化を“見える化”するためのツールの開発に取り組み、安全文化醸成活動に活用してきた。以下に「安全文化評価ツール」(Safety Culture Assessment Tool、以下 SCAT）とそれを用いた安全文化醸成活動について簡単に紹介しながら、産業組織の安全文化を評価・醸成する際のポイントについて幾つか述べてみたい。

2. 安全文化の評価方法

SCAT の開発にあたっては、国際原子力機関による「チェルノブイリ事故の事故後検討会議の概要報告」(安全シリーズ No.75-INSAG-1）[1] をはじめとする諸研究を踏まえ、安全文化レベルが高い組織とは、「安全確保のための仕組みが体系的に整備されており、そして、組織メンバーがそれらの仕組みに対して肯定的な態度を示すだけでなく積極的に関わった行動を示し、かつそのような組織メンバーの態度や行動傾向が組織内で共有されている組織である」とした。

安全文化を評価する内容は、これまでの研究や調査よって安全文化を表す側面として重要であると考えられている 10 分野、36 評価項目から構成した。例えば、「安全声明」分野の「声明の認識」項目では、「組織で安全に関する声明が出されていることを知っている」か否かを問う内容としている。

また、組織における「共有性」を測定するため、図 1 の白い円内に示したように、SCAT では組織内のメンバーを管理者・(現場）責任者・作業者の 3 層に分け、相互に評価し合うことを求める。つまり、質問紙に回答する管理者・責任者・作業者は、自分から見て「管理者層・責任者層・作業者層のそれぞれが各安全側面にどのようにアプローチしているように見えるか」を問われる。この 3 層間の相互評価による層間ギャップの有無、つまり「共有性」の測定が、本ツールの大きな特徴である。

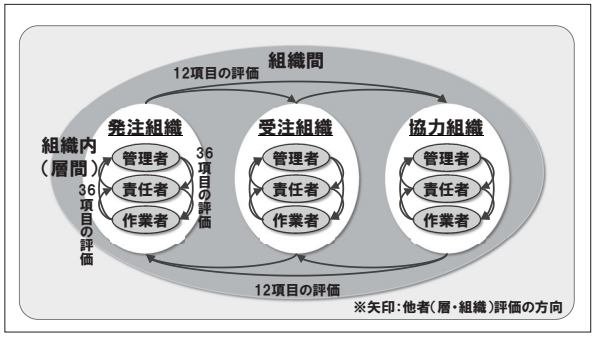

図 1　SCAT の相互評価構造（組織内・組織間）

この相互評価方式により、どの層がどの層に対してどのように評価しているのかを示すことが出来る。例えば図 2 は、ある組織において、管理者に対して 3 層（管理者、責任者、作業者）がどのように評価したのかを評価分野ごとに示したものである。丸い点が、管理者が管理者層を評価した結果（つまり自己評価）となる。電力、建設、製造など様々な産業における 400 強の組織で実施した 4 万名強のデータで標準化手続きを行っており、50 が全国的な平均で、外側にプロットされるほど評価が高くなる。例えば「安全と生産性」の分野では、管理者の自己評価に比べると責任者層からの評価が厳しいということが分かる。このような評価の低い箇所や、層間の共有性が低い（相互の評価に大きなギャップが見られる）箇所に、組織の安全上の脆弱性が潜んでいるのではないかと目を付けることが可能となる。

ただし、このツールの全ての評価は、当人から他者がどのように見えるのかといった構造になっており、実際にどうであるのかは問うてはいない。したがって、後述のプログラムにあるように、質問紙調査で定量的に問題点を把握した後に、面接調査によってそれら問題点の具体化と背景要因の抽出を行うことで、より妥当な安全文化の評価と、有効かつ実行可能性の高い対策案を提案することが可能となる。例えば質問紙調査で「ボトムアップ経路（現場の意見が十分に吸い上げられているかどうか）の評価が低い」という結果が出たとする。その際、評価が低い理由が「作業や他の活動に追われて、上司への報告が十分に出来ていないから」なのか、「報告する書式が細か過ぎて記入するのが面倒だから」なのか、それとも「現場のリスク情報を上に報告しても活かされないという経験をこれまでに繰り返し、学習性無力感が発生してしまっているから」なのか、どれであるかによって取るべき対策が変わる。もし、現実の問題に合致していない対策を導入してしまったら、「現場のこと

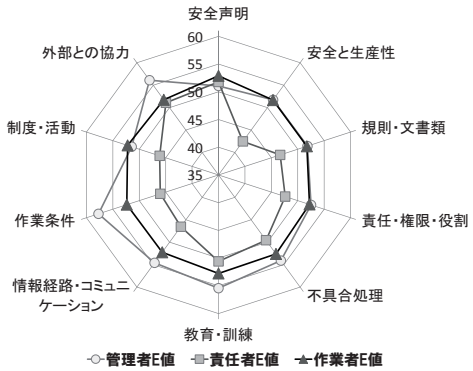

図 2　評価結果例（管理者層に対する 3 層からの評価）

が分かっていない」「真面目にやっても意味がない」という思いが現場に広がってしまうかも知れない。

いずれにせよ、こういった層間における相互の主観的認識と、その一致・不一致は組織文化を構成する重要な側面を担っていると考えており、SCAT はその点を強調して可視化するものである。安全文化の各側面が定量的に示されることで、組織の現状が誰の目にも明確に把握出来るようになり、浮かび上がってきた問題点に対する安全マネジメントの改善の必要性が共有され、改善が促されることが期待される。SCAT の詳細については、[2] などを参照されたい。

３. 組織を跨いだ安全文化

近年は製造や運輸、発電や建築などの多くの産業分野において、分業化や外注化が進み、１組織体のみで全ての生産活動を行うことは少なくなってきている。例えば、エネルギープラントのメンテナンス部門においては、作業の計画から実施までを複数の組織（発注組織・受注組織・協力組織など）で分担して遂行していることが多い。このように、生産活動に関わる組織が増えるに従い、責任分担が曖昧になったり、複数事業者の同時作業が発生したりするなど、作業にともなう労働災害発生のリスクが高まることが推察される。例えば、伝達する情報の量と精度は低下し、発注組織の安全方針を現場に周知することや、現場のリスク情報を発注組織へ伝達することなどが困難になることは十分に予想される。つまり、構造が重層的になれば、「組織内」だけでなく「組織間」の情報伝達などにおいて特にリスクが発生しやすくなってしまう。さらに、発注組織で採用された安全対策が、受注組織や協力組織にとってはむしろ不安全行動を喚起するものになってしまっているケースもしばしば見られる（例えば、管理スタッフが十分でない協力組織にも、品質管理やコンプライアンスに関する多量のドキュメントを求めるなど）。したがって、安全性を確保するためには、個々の組織の安全文化だけではなく、各組織を包括した組織間全体の安全文化を評価し、醸成することが必要となる。このような情勢に合わせ、SCAT も組織を跨いだ、組織間の安全文化を測定するツールとして発展させている（図１）。その結果、例えば、組織内評価（「管理者 - 責任者 - 作業者」間の相互評価）は非常に優れている発注組織であっても、受注組織や協力組織からの評価が非常に厳しい組織も見られた。このように、組織間を含めた包括的な安全文化を評価することによって、事業（場）全体での課題を浮き彫りにすることが出来る。

４. 安全文化醸成のためのプログラム

先述したように、安全文化の評価においては、原則的に質問紙調査に続いて面接調査を行い、その結果と合わせて対象組織を評価する。さらに、可能であれば産業組織の方とともに表１のフローで安全文化の醸成に取り組んでいる。表中にある「対策ディスカッション」や「対策実行」は、対象組織（組織間で実施の場合は、各組織）の各職層から構成されるワーキンググループ（WG）が主体となる。具体的な活動は WG 自体が行うのではなく、出来る限り通常業務の中に落とし込む。

例えば現場の意見や要望をマネジメント層や管理部署に伝えるボトムアップ機能が弱いと判定され、改善提案制度の機能化を対策のテーマと設定した場合、単発のイベント的活動として行うのではなく、通常のルーチンの中で機能化させることが非常に重要である。そのため、WG には改善提案制度を直接管理することは求めない。改善提案制度を通常業務として担当する部署や職位の人が上手く機能するように、俯瞰的な管理（筆者らは「メタ管理」と呼んでいる）や支援を行うことを求める。

WG が「対策実行」に取り組んでいる間、筆者らは定期的に事業所を訪問し、モニタリング調査を行う。そこでは、取り組みの進捗を確認し、滞っている場合は取り組みを阻害している要因を明らかにする。例えば改善提案制度を機能化する対策を行う際には、阻害要因として、提案の採否判断の進捗状況や意思決定プロセスを開示することの必要性に対する不理解、何を優先的に改善すべきかの判断は立場が異なれば相互理解は不能 / 不要だという考え、活動に伴う負荷の偏在とその放置、改善すべき対象はハードのみという思い込み、硬直した予算システム、マネジメントシステムの表層的理解（例えば「書類管理さえしていれば現場管理が出来ている」という思い込み）、偽装請負の過剰な回避による現場での対話の欠如などが抽出される。その上で、これらを除去することに注力する。

４. おわりに

組織内の職層間もしくは組織間に存在する認識ギャップや、活動を阻害する要因を明らかにし、１つずつ解消していくという地道な取り組みこそが、安全文化を醸成していくことに繋がるのであろう。こういった地道な取り組みを続けることは当たり前のことではあるが、決して容易なことではない。先述の「安全文化の高い組織」の定義をベースにするならば、自組織の脆弱点を直視し、１つ１つ改善していこうという積極的な態度をメンバー全員で共有しているとともに、それを支える体制を維持し続ける努力を怠らない組織が、安全文化が高い組織だと言えるだろう。

今後はさらに、サプライチェーン、規制当局、株主、消費者、地域、マスメディア、研究機関など様々な関係者を含めた、より包括的な形で安全文化を検討することが必要となる。また同時に、取り組みを阻害する要因に関する実践的な研究も進めていくことが求められる。

次回は、公益財団法人大原記念労働科学研究所の石井賢治氏に執筆をお願いしました。

表１　安全文化醸成プログラムのフロー

調査・実践	サイクル	目 的
1. 事前質問紙調査	Plan	現状の定量的把握
2. 事前面接調査		具体的問題の把握
3. 対策ディスカッション		課題と対策の設定
4. 対策実行	Do	具体的対策の実行
モニタリング調査	Check	対策の進捗確認 妨害要因の解決
	Act	対策の修正
5. 事後質問紙調査	効果判定	対策の効果判定
6. 事後面接調査		効果と課題の把握

[1] IAEA. Summary Report on the Post-accident Review Meeting on the Chernobyl Accident: A Report by the International Nuclear Safety Advisory Group. Safety Series No.75-INSAG-1. Vienna: international Atomic Energy Agency (1986)

[2] 余村朋樹 , 細田聡 , 井上枝一郎 . 産業組織における安全文化の現状把握に関する検討－職位間におけるコミュニケーションギャップという指標を導入して－ , 応用心理学研究 ,40 (3),194-202 (2015).

リレー投稿 56

実時間シミュレーションの産業応用

東京農工大学大学院
工学府機械システム工学専攻　教授
田川 泰敬

1. はじめに

常識はあっというまに変化するものである。10 年ほど前、筆者はハードキーを持つキーボード（入力装置）が、ハードキーを持たないソフトキーボードに移行していくのか疑問であった。ところが、現在、スマートフォンのほぼ全てがソフトキーボードを採用しており、ソフトキーボードに慣れた若者は、逆にコンピュータのハードキーボードに苦手意識を持っているという。キーボードのようなものであれば、まだ良いが最近は社会の雰囲気（常識）も急速に変化しそうで少し怖い。

以前、自動車のような危険なものは運転をする気がしないと言う若い先生と話をしたことがある。確かに操作を誤れば、自動車は大変な凶器であり、最近、痛ましい事故の話も多く耳にする。近い将来、“自動運転”が、ごく普通のものになったとき、「少し前まで、自動車は、人間が操縦していたんだよ。信じられないね！」、と人々が口にする日が来るのかもしれない。

本稿は、自動車の運動制御の専門家である毛利先生からのリレーであるが、筆者は、残念ながら自動車の専門家ではなく、機械システムの制御に関する教育研究に従事している。本稿では、産業における最近の実時間シミュレーションの利用について記したいと思う。

2. Hardware In the Loop Simulator（HILS）

複雑あるいは大規模なシステムの開発においては、1）システム全体を用いた試験がコストや開発期間の関係で困難である、2）複雑過ぎて問題が絞り込めない、ことが少なくない。このような問題を解決する有用なアプローチの 1 つに Hardware In the Loop Simulator（HILS）がある。HILS では、複雑あるいは大規模なシステムにおいて、着目する特定の要素のみに実際のハードウェアを使用、それ以外の構成要素には数値モデルを用い、ハードウェアを含んだシステム全体の実時間シミュレーションを実施し、システム全体の挙動を模擬する。このシミュレーションを通じ、ハードウェア部の動作チェック、およびシステム全体のパフォーマンスを評価する。広い分野において利用されているが、特に自動車分野での利用が顕著である。自動車では、構成部品を制御するために 50 ～ 200 個の ECU（電子制御ユニット）が使われているが、これら全ての動作を実車でテストするのは、非常に効率が悪い。そこで、ECU 以外の部分を数式などでモデル化しコンピュータ上に再現、これを ECU と併せて、種々の環境下における実時間シミュレーションを行うことにより、ECU の動作テストを行う。

近年、HILS は、自動車以外でも、産業機械、建築・土木など、様々な分野において注目を集めている。図 1 に、建築、土木の分野へ適用した場合のイメージを示す。

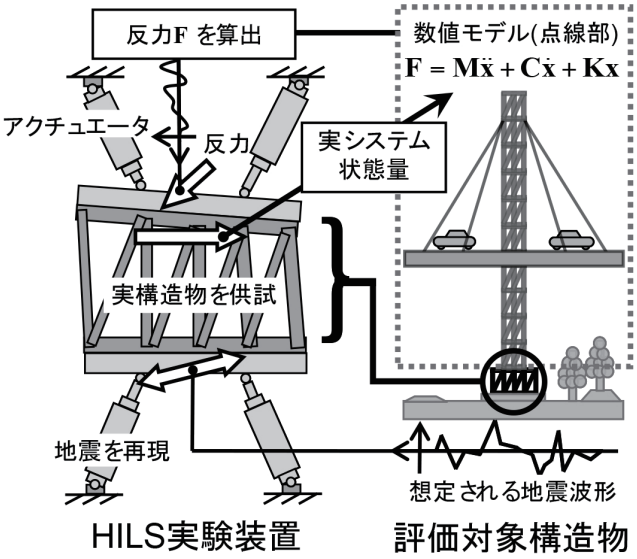

図 1 機械・構造系 HILS のイメージ

橋梁などの大規模構造物を、そのまま試験することは不可能である。そこで、安全面から考えて重要な部分、あるいは、数式などによるモデル化が困難な部分にのみ、実際のハード（実構造物）を用い、それ意外を実時間の数値シミュレーションとし、耐震試験などを実施することにより、ハード部分（実構造物）の強度や、橋梁全体の地震に対する応答特性などを検証する。本手法は、リアルタイム（RT）・ハイブリッド試験あるいは、DSS（Dynamically Substructured System）[1] などとも呼ばれることがあり、近年、様々な研究が行われている。本手法と前述の自動車の EUC の試験、ともにハードウェアと数値モデルを併用した実時間シミュレーションであり、その意味で HILS と言えるが、両者には大きな違いが存在する。図 2 を用いてその違いを説明する。自動車の例で示した、従来の HILS

は、図２（a）に示すように、実システム（試験体）はECU などの“電子部品”であり、ハードウェアへの入出力は“電気信号”である。これに対し、図１に示す構造物の RT ハイブリッド試験では、図２（b）に示すように、数値シミュレーションの結果が“アクチュエータ”を介して、加速度や力、あるいは変位としてハードウェア（試験体）に伝達される。この場合、アクチュエータが RT ハイブリッド試験の制御ループ内に存在するため、アクチュエータの特性がハイブリッド試験全体の精度に大きく影響を与える。アクチュエータの特性が不十分な場合、最悪、ハイブリッド試験そのものが不安定化することも考えられ、近年、様々な取組みが行われている。これらの問題が解決されることにより、HILS はさらに多くの分野において、有効な試験手法として利用されていくことが予想される。

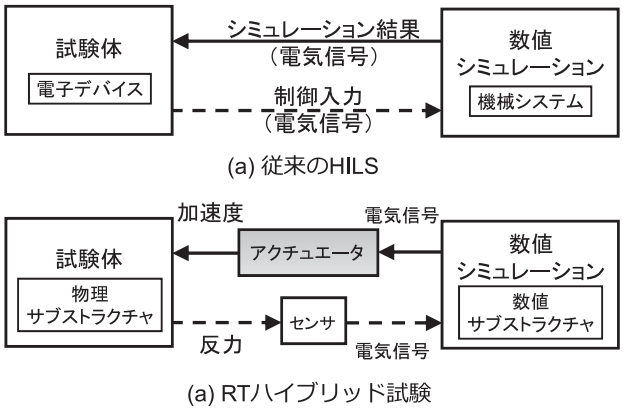

図２ 従来の HILS と RT ハイブリッド試験

3. デジタルツイン

産業分野におけるシミュレーション利用で、最近注目されているコンセプトが、“デジタルツイン”である。デジタンルツインとは、現実世界の対象をデジタル世界に忠実に再現したものを指し、実世界の対象のデジタル世界での双子（ツイン）という意味でこのように呼ばれている。デジタルツインという言葉、2011 年の NASA の論文に登場している [2]。論文では、航空機の運用において、実機の状況を常にデジタルツインに反映させることにより、個々の航空機ごとに部品の交換時期などを正確に予想し、それらの寿命を最大化しようという提案がなされている。その後、General Electric（GE）社が提案する “Industrial Internet” 構想の中のコア技術の１つとして、デジタルツインが取上げられることにより、一気に注目を集めるようになった。GE は、風力発電用あるいは航空機のジェットエンジンのタービンに、デジタルツインの考えを導入し、種々のデータから様々な使用環境における劣化を個別に予測し、故障などに対する事前の対応を可能にしている。また、GE では工場自体にもデジタルツインの考えを導入し、品質管理に応用している。

デジタルツインの成否は、対象のデジタルツインを如何に精度良く実際に近づけるかにかかっており、今後、IoT などを駆使したより多くのデータの収集、および AI 技術の応用などが鍵を握っている。現状、デジタルツインの応用先は、製品や工場の保守・管理を目的としたものが大部分であるが、今後、他の分野へのさらなる展開が期待される。その影響は、製造業の競争力を高めるのみならず、ビジネスモデルの変革にまで及ぶとの声もある。

4. Simulation Based Control

ここでは、ここ数年、筆者らが提唱してきた Simulation Based Control のコンセプトと実施例について述べる。筆者は、長年にわたり機械システムの制御に携わってきたが、数値シミュレーションでは、満足のいく結果が得られているのにも関わらず、実際の実験ではことごとく失敗するという経験を通じ、数値シミュレーションで得られた良好な結果を何とか現実世界でも実現できないか、との考えを持つようになった。図３に筆者らが Simulation Based Control として初めに提案した制御系のブロック図を示す [3]。図の破線で囲まれた部分はフィードバック制御シミュレーションを示す。シミュレーション環境は、外乱やセンサーノイズなどのないフィードバック制御にとって理想的な環境であるため、安定性を過度に気にし過ぎることなく、高い制御性能を有する制御器 K_H を用いることができる。そこで、このシミュレーションで得られた操作量 u を現実世界に引出し、実際の制御対象 P に加える。P_M が P の良いモデルであれば、P の出力 y は、目標値 r によく追従する。これが基本的な考えである。P_M は、前述した“デジタルツイン”とも捉えることができる。本手法を用いた制御系は以下の特徴をもつ。

（１）制御シミュレーションを利用するため、センサーを必要としない。また、基本はフィードフォワードであるため、対象を不安定化しない。

（２）多くのケースにおいて、フィードバックシミュレーションの方が、実験より良い結果が得られるという事実を利用できる。また、シミュレーション内のフィードバック制御器はこれまでに開発された種々の手法を利用可能である。

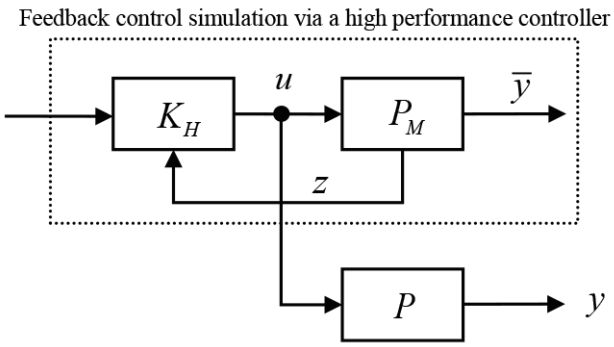

図３ Simulation based control

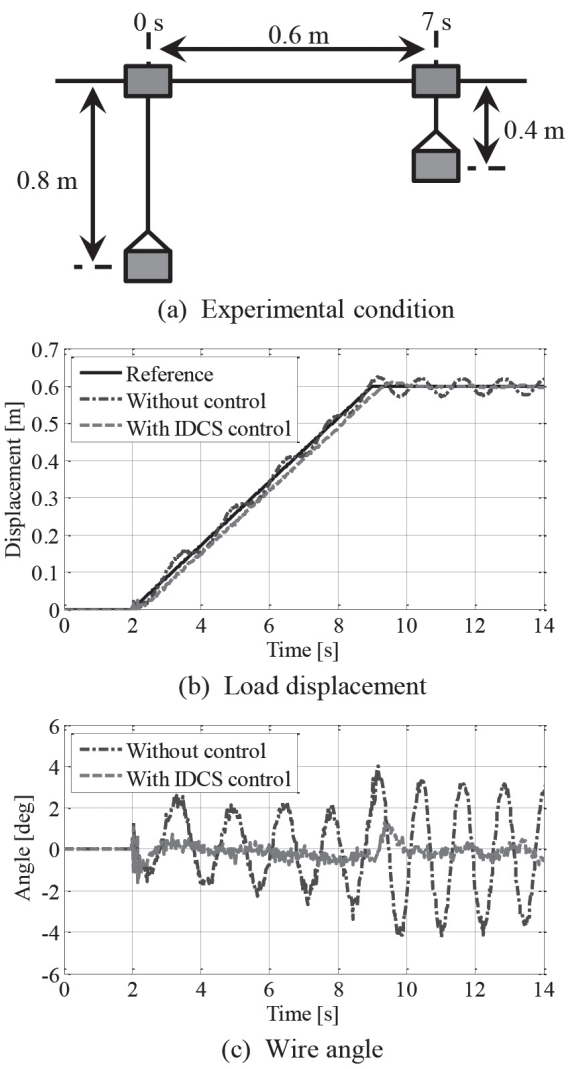

図 4 Control experimental results

図 4 は、本手法を天井クレーンの振れ止め制御に応用した場合の実験結果を示す。実験では、クレーンを 7 秒間で 0.6m 水平に移動させると同時に、ワイヤーを 0.8m から 0.4m まで、巻上げている [図 4(a)]。図 4(b) は、吊荷の水平移動距離を、図 4(c) は、ワイヤーの振れ角を示している。移動速度を犠牲にすることなく、非制御時と比べて振動（ワイヤ振れ角）が非常に低く抑えられていることがわかる。さらに、本手法ではセンサーを一切使用していないにもかかわらず、センサーを使用した物理フィードバック制御と同等のパフォーマンスが得られることを実験により確認した。

現在、筆者らは、Simulation Based Control を、自動運転車やドローンの障害物回避経路の生成や、様々な制約を受けるロボットの複雑な動作の生成などに応用し、成果を挙げている [4]。

5. おわりに

本解説では、実時間シミュレーションの産業応用、および、その可能性について述べた。半導体技術の目覚ましい発展により、数値シミュレーションが飛躍的な速さで実行可能となり、また、IoT や AI 技術の発展に伴い、産業における実時間シミュレーションの果たす役割は、今後、より一層大きなものとなっていくことが予想される。

おわりに、筆者は、“工学”研究者の最終目標は、あくまで世の中に役に立つ研究成果を出すことであると考えている。しかし、最近の多くの工学研究者が、理学系の研究者と同様に、インパクトファクター（IF）の高い Journal に論文を掲載することを研究の最終目標にしているように思える。これは、工学研究者をも IF などで評価する社会の流れがそうさせているのだろうが、このような風潮に最近少し疑問を感じている。

次回は、防災科学技術研究所 兵庫県耐震工学研究センター 梶原浩一センター長にお願いしました。

[1] D.P.Stoten and R.A.Hyde,"Adaptive Control of Dynamically Substructured Systems: The Single-input Single-output Case", Proc. IMechE Vol.220 PartI: Journal of Systems and Control Engineering, pp.66-79 (2006)

[2] Eric J. Tuegel, et.al., "Reengineering Aircraft Structural Life Prediction Using a Digital Twin", International Journal of Aerospace Engineering, Volume 2011 (2011), Article ID 154798

[3] Y. Tagawa, J. Tu, D. Stoten, "Inverse Dynamics Compensation via 'Simulation of feedback control' (IDCS)", Proceedings of the IMechE, Part I: Journal of Systems and Control Engineering, Vol. 225, pp.137-153, (2011)

[4] P. Raksincharoensak, T. Ehira, K. Shimono, Y. Tagawa, "Autonomous Vehicle Trajectory Planning and Control Based on Virtual Disturbance Compensation via Simulation of Feedback Control Systems ", Proc. of the 13th Int. Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC) , Munich, Germany (2016)

産業・化学機械と安全部門 2017 年度年次大会・研究発表講演会開催報告

開催日時：2017 年 9 月 4 日(月)、5 日(火)
会　　場：埼玉大学経済学部 A 棟 3 階 A303 室
（年次大会講演室 47）
参加者数：各セッション約 30 名
内容

年次大会講演の初日、二日目にわたって当部門の研究発表と基調講演、ワークショップが行われた。

初日午前は主に安全に関わる 8 件の研究発表が行われた。内容はリスクアセスメントに関するもの、制御に関するもの、手押し台車の力アシストでの実施例などで、どれも現場の安全向上あるいは安全の理論化を試みた斬新な発表であった。

午後は、厚生労働省安全担当官による「第 12 次労働災害防止計画の仕上げの年に当たって」と題して、最近 5 年の安全施策の総括と今後の展望が示された。今後はロボットの導入の増加、雇用形態の多様化から機械に詳しくない作業者の増加が予想され、リスクアセスメントの実施による事故防止への期待が示された。その後のワークショップでは、機械の安全設計の基本を見直すべく、安全設計の基本を説明する講演後、聴講者の質問に答える形で 45 分にわたって討論を行った。

二日目は主に産業・化学機械分野における先端技術の展開と題して、流体機械、宇宙機器さらに素材に関する研究が紹介された。最後は、オーガナイズドセッション「水素を利用した技術システムの安全性評価技術」で、今後の水素の利用増に伴い必要な技術の最先端研究が紹介され、聴講者との間で活発な質疑が行われた。

セッションと講演者を次に記す。

[G170-01] リスクアセスメントと安全確保
座長 杉田 吉広(チュフラインランドジャパン)
G1700101 中村 瑞穂(職業大)，千葉 正伸，原 圭吾
G1700102 三村 巧(職業大)，中村 瑞穂，千葉 正伸，原 圭吾
G1700103 福田 隆文(長岡技大)，布目 龍一，浅川 広之進，芳司 俊郎，木村 哲也
[G170-02] 安全と制御
座長 大村 宏之(日食工)
G1700201 杉本 旭(安全工研)
G1700202 古杉 旭(職業大)，鈴木 重信(職業大)，原 圭吾，千葉 正伸，中村 瑞穂
G1700203 高岡 叡史(明治大院)
G1700204 中村 瑞穂(職業大)，千葉 正伸
G1700205 清田 高徳(北九大)，杉村 裕希(北九大院)，平野 力，南山 靖博(久留米高専)，杉本 旭(NPO 安全工学研究所)
[K17100] 基調講演
司会 福田隆文(長岡技科大)]
講師 高橋 洋(厚生労働省)
[W17100] ワークショップ
機械設計の基礎を見直す
司会 福田隆文(長岡技科大)
(1) 福田隆文(長岡技科大)
(2) 大村宏之(日本食品機械工業会)
(3) 大竹桂司(アズビルトレーディング)
(4) 畝本あい子(島津製作所)
[G170-03] 産業・化学機械分野における先端技術の展開
座長 中村 瑞穂(職業大)
G1700301 舘下 遼太(室工大)，吉田 雅典
G1700302 溝部 祐(山口大院)，齊藤 俊，森 圭史(トクヤマ)
G1700303 上島 清正(群馬大院)，岩崎 篤
G1700304 高橋 晶世(東大)，嶋田 徹
[S171-01] 水素を利用した技術システムの安全性評価技術
座長 笠井 尚哉(横国大)
S1710101 笠井 尚哉(横国大)，中山 穣，坂本 惇司，澁谷 忠弘，三宅 淳巳
S1710102 布施 正暁(広大院)，Lam Chi Yung，塚井 誠人
S1710103 恒見 清孝(産総研)
S1710104 坂本 惇司(横国大)，彌園 仁志，中山 穣，笠井 尚哉，澁谷 忠弘，三宅 淳巳
S1710105 佐々木 大輔(石川高専)
S1710106 鶴見 大地(東電大院)，齋藤 博之(東電大)，辻 裕一

研究発表講演会 2017 夏季

東京工業大学大岡山キャンパス北 1 号館 1 階大会議室において 20 名程の聴講者を集めて開催した。基調講演では、急速に進展する自動運転技術に対応した次世代の道路交通の安全・安心とヒューマンファクターの重要性についての最新の動向と貴重な将来展望が述べられた。今後の安全研究の重要な研究対象を拓く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：2017 年 6 月 12 日（月）13：00 ～ 16：40
基調講演：次世代の道路交通の安全・安心 - ヒューマンファクターの重要性 -
春日 伸予 （芝浦工業大学 教授）
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
GS － 1 有毒ガス漏えい時の避難行動に影響を与える要因に関する質問紙調査研究
○（協）金 奉賛（横国大），春原 由輝（横国大），小柴 佑介（横国大），大谷 英雄（横国大）
GS － 2 “Tabletop Size of the Factory” 構築の研究
○（正）村山 省己（正員）（東海大），石橋 拓己（東海大），高橋 慧（東海大），松本 敏幸（東海大），冨田 昂希（東海大）
GS － 3 FRP のレインエロージョン挙動に関する研究 - 塗膜の効果 -
○（学）鈴木 大都（日大），三友 信夫（日大）
GS － 4 バイオ燃料を使用したディーゼルエンジンにおけるカーボンナノチューブの合成
○（学）鈴木 俊介（東工大），森 伸介（東工大）
OS オーガナイズド・セッション：産業・化学機械等の安全問題の将来展望
OS － 1 Ca(OH)2 ペレット充填層の蓄熱・熱出力性能評価
○（学)舩山 成彦（東工大)，加藤 之貴（東工大）
OS － 2 充填層反応器における塩化カルシウム / 水系を用いた化学蓄熱材の反応性評価
○（学)大瀧 琢馬(東工大)，井口 寛（東工大），藤岡 恵子(ファンクショナル・フルイッド)，加藤 之貴(東工大)
OS － 3 光ファイバーを用いた腐食モニタリングシステムに関する研究
○（学)渡邊 聖羅(横国大)，Nining Purwasih(横国大)，笠井 尚哉(横国大)，岡崎 慎司(横国大)，紀平 寛(日鉄住金総研)
OS － 4 屋外貯蔵タンク底部内面コーティングに関する膨れ面積を基準とした維持管理手法の検討
○（正)伊藤 大輔(横国大工院)，関野 晃一(KISTEC)，岡崎 慎司（横国大工院)，関根 和喜(HPI)，石原 優 (JOGMEC)
○：若手優秀講演フェロー賞選考対象者

日本機械学会　2017年度　若手優秀講演フェロー受賞者の声

この度は、栄誉ある賞をいただき、大変ありがとうございます。私は主に、複雑なき裂形状の応力拡大係数の測定に関する研究を行っており、産業機械を安全に維持・使用するためには、経年劣化により発生するき裂を評価することが重要だと思い、発表させて頂きました。発表当日は、大きな声でわかりやすく発表できるように心がけたことを覚えています。この賞をいただけたのも、ご指導、ご助言を頂いた教授や、私と共に研究に携わって頂いた研究室のメンバー、そして両親のサポートがあってからこそだと思い、私一人だけでは決して成し得なかったものだと思います。

さて私は、2017年より社会人となりました。現在は自動車関係の会社に勤めており、大学院で研究していた内容とは大きく異なります。しかし、学会で発表させて頂いた経験や、大学院での研究生活で得た数えきれないほどの貴重な経験は、今後の社会人生活でも大いに役立つと思います。これからもこの賞に恥じぬよう、技術者としてのプライドを持って日々努力していきたいと思います。これからも産業・化学機械と安全部門の発展に寄与できますよう努力してまいります。

土屋　匠
2017年3月　関東学院大学
大学院工学研究科卒

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、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9月22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：48名（会員：9名、特別員：14名、共催・協賛団体会員：9名、会員外：15名、学生：1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。
司　会：テュフラインランドジャパン株式会社
製品部　杉田吉広
演題詳細：

司会：テュフラインランドジャパン株式会社 製品部 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 安全技術普及会 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。	13:05～14:05 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。	14:10～15:10 テュフズードジャパン 松前貴志
休　憩		15:10～15:25
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。	15:25～16:25 インランド フエンテス・ アドリヤン
質疑応答及びディスカッション		16:25～17:00

アンケート結果：
回収：43 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	12	15	8	2	0	37	4.00
講演　1	10	17	13	2	1	43	3.77
講演　2	23	16	3	1	0	43	4.42
講演　3	9	21	11	2	0	43	3.86
講演　4	7	16	16	4	0	43	3.60
講演　5	8	18	13	2	0	41	3.78

コメント

良かった点

- 進行がスムーズ、各講師の紹介が有ったのが良い。
- 規格全体、歴史、制定の流れを学べ、わかりやすく有益な情報でした。
- 実際に実務で扱っている方の（メーカー側の）考えを共有でき、非常に参考になりました。
- EC Verification スキームの内容や指令（や製品の Application Condition により）の中で認証スキームが決められることが端的にまとめられわかりやすかったです。
- 具体例を交えて、また文面の意味をかみくだいて説明頂きわかりやすかったです。
- 事例と規格を交互にわかりやすく説明いただき、参考になりました。

改善すべき点

- 申込みがわかりにくかった。
- 説明の内容が少し早く理解しづらい部分がありました。
- 機能安全の実例として、もう少し挙げてほしい。
- 非常に有益で、理解したい内容でしたが、一つ一つのスライドの内容に対する説明をもう少しかみくだいて、具体的に説明して頂けると助かりました。
- 説明はよくわかったが、認証担当の方の話がほしかった。
- 分野が広かったので、お話を限定するか、２部構成してほしい。

写真：

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』

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、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：2018 年 2 月 9 日（金曜日）10 : 00 ～ 17 : 00

会　　場：品川区中小企業センター　大会議室
〒 141-0033 東京都品川区西品川 1 丁目２８－３

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：45 名（会員：7 名、特別員：17 名、共催・協賛団体会員：5 名、会員外：16 名）

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。

司　　会：ATOMS: 機械安全実践技術促進会　畑　幸男

	難しかった	まあまあ	普通	良い	大変良い		
	1	2	3	4	5	集計数	平均
講演－1		2	9	14	12	37	3.97
講演－2			12	13	12	37	4.00
講演－3			13	14	10	37	3.92
講演－4	1	4	12	17	3	37	3.46
講演－5			9	18	11	38	4.05
講演－6			7	8	21	36	4.39
全体運営		2	15	12	5	34	3.59

コメント（抜粋）：

良かった点

①現在の実務に近い説明でよかった。
②第三者認証の視点での考え方が良く分かった。
③詳細な説明で良かった。
④時間的配分は適切で少しオーバーしたが良かった。
⑤個人的経験、メーカでの視点を入れて頂いて良かった。
⑥経験談も含めた話で良かった。
⑦ 2016 年度版の IEC60204-1 の改定の中止にした実例が良かった。
⑧米国の法令・規制等重要な部分を丁寧に説明頂き大変良かった。
⑨幅広い内容が紹介されており全般的に理解できた。
⑩規格最新版の動向に興味があり良かった。
⑪分かりやすく日本の機械安全のやり方も勉強できた。
⑫ CE マーキングの Directive の紹介が良かった。
⑬自己宣言で良いケースが明確になった。
⑭危険検出型、安全確認型の理解ができた。
⑮改めて IEC60204-1,NFPA79,UL508 などの規格内容を理解できた。
⑯規格と認証についてよく理解できた。

改善した方がよい点

①各規格の動向よりも TC 内の議論、歴史的変遷を入れて頂けるともっと良い。
②実務例を基にした話がもう少しあると良かった。
③説明が早足で要点を少し絞った説明にした方が良い。

④パワーポイントの文字が小さくよく見えない。
⑤セーフテイコンポーネントについてユーザー側でどのようにすれば良いのか。？
⑥ソフトウエア的な要素の割合を増やして欲しい。
⑦時間スケジュール的に終わりの時間を厳守して欲しい。

【講習会の様子】

トワイライトセミナー

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」

開 催 日：2017 年 4 月 17 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
参加者数：23 名

内容
平成 29 年度の技術士第二次試験は、大幅な試験制度の改正がなされた平成 25 年度から 5 回目となる。主な変更は、「必須科目の五肢択一式の問題」、「選択科目の筆記試験で新設の「課題解決能力」を問う問題」、「口頭試験の試問内容」であり、受験申込書の業務経歴の書き方についても従来の内容から変更があった。平成 25 年度から 28 年度までの試験内容を踏まえて、これらを重点的に解説した。更に、平成 27 年度からは、必須科目に合格していないと選択科目が採点されなくなるため、必須科目の対策を十分に行なう必要がある。本講座は平成 29 年度に機械部門を受験しようと考えている方にとって参考となる受験対策を目的とした。過去にも同じ講座をこの時期に実施しているが、受験願書の提出が平成 29 年 4 月 7 日 (金) から 4 月 28 日 (金) までとなっているためである。このセミナーでは、技術士試験の目的、改正された試験項目とその内容、筆記試験の解答の書き方の基本などを説明した。また、講師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説明した。加えて受験申込み願書の書き方のポイントを説明した。また、受験者が過去問題を書く練習をするために、答案用紙の内容についても説明した。参加者は昨年よりも多い 23 名となった。

第 41 回　トワイライトセミナー
「人工知能の未来と機械分野の可能性」

開 催 日：2017 年 11 月 8 日（金）18:30 ～ 20:00
会　　場：東京大学　工学部 3 号館 2 階 31 号講義室
参加者数：39 名
内容
第 41 回トワイライトセミナーでは人工知能、ディープラーニングを研究され、人工知能学会では倫理委員長を務められている東京大学大学院工学系研究科　特任准教授　松尾豊氏に人工知能の未来と機械分野の可能性について講演をして頂いた。

第三次の AI ブームを迎えている中で、人工知能が囲碁でプロ棋士を破ったことなどにより広く認識や期待が広まった現状において、これまでの歴史とその着眼点にはじまり、ディープラーニングにより画像の認識率が著しく向上したこと。これが眼を持った機械に発展することで産業界におけるイノベーションに繋がることを分かり易く解説して頂いた。

第一次から第三次までの AI ブームと、その間の冬の時代を見られてきた中での AI の可能性とその限界を含め、興味深い話を聞くことが出来た。
従来のセンサーで出来ていたことと眼を持つことの違い、深層強化学習により「認識」→「運動」→「言葉」に繋がる発展と、社会への影響という未来予測を具体的なイメージとして知ることが出来た。
ネットでも今後消える職業と言った特集記事を見かけるこの頃であるが、ディープラーニングを農業、建設、食品加工や外食産業で活用すると何が変わるのか、コストミートしてくるのかと言う話はとても具体的かつ説得力のある内容で有った。

世界的なディープラーニングの競争の中での、各国のもつ産業界の基盤の違いからディープラーニングがもたらすパラダイムシフトが我が国にとって有利な状況で有り、戦いやすい土俵で戦うことで市場をリードすべきと言うお話は、まさしく日本の産業界に対するエールと受け止めた。また、これを実現するために、日本企業における問題点と課題を提示頂き、若い技術者や研究者が活躍できる環境整備が急務であると認識した。

出席者は募集人数を超える 39 名が参加された。講演の終了後の質疑応答も研究者から設計者まで非常に活発に質疑が交わされ、終了時間を惜しむようにセミナーは盛会のうちに終わった。

学生アカデミー

第 12 回学生アカデミー（産学連携）学生対象事業工場見学会報告
○**開催日** 2017 年 10 月 20 日(金)14:00 ～ 16:30
○**会　場** 株式会社マスダック本社･工場 (埼玉県所沢市)
○**参加者** 学生 8 名（学生員 2 名、一般学生等 6 名）、
福田委員、茂木
○**実施結果**
1）代表取締役社長増田文治氏による講演
「当社の安全・安心への取組みについて」
事業内容、食の安全に対する取組みなどを約 1 時間に渡って講演いただいた。

増田社長による講演の様子

2）工場見学
・食品工場（東京ばな奈の製造ライン）
・機械工場
・ショールーム
食品工場の見学では、一般見学通
路からの包装工程の見学だけでなく、クリーンスーツを着用して、東京ばな奈の材料の仕込みから焼き上がって完成するまでの製造ラインを見学させていただいた。
3）質疑応答、その他
路からの包装工程の見学だけでなく、クリーンスーツを着用して、東京ばな奈の材料の仕込みから焼き上がって完成するまでの製造ラインを見学させていただいた。

3）質疑応答、その他

17-140 市民フォーラム報告書

2017 年 11 月 18 日（土）「食品の事故を防止するために ~ ヒューマンエラーの防止を考える ~」をテーマに、食品業界で発生している回収事故の原因となっているヒューマンエラーをどのように防止するかについて、および EHEDG のガイドラインに関しての講演を行った。
30 名の定員で案内したところ 40 人の事前申し込みがあったが、雨模様の天候もあり、30 人が参加した。

開催日時　2017 年 11 月 18 日 (土)14：00 ～ 16：30
会　　場　TKP 品川港南口会議室
　　カンファレンスルーム 4C（東京都港区港南 2-4-3）
演　　題
①品質マネジメントシステム（ISO9000-2015 の要求事項「ヒューマンエラーを防止するための処置を実施する」を考える
佐田　守弘
②食品のヒューマンエラーの事例と防止のために
藤平　幸男
③ EHEDG（欧州衛生工学設計グループ）ガイドラインと食品の衛生的な製造管理
佐田　守弘　講演
内容（概要）
①「ヒューマンエラー（HE）を防止するための処置を実施する」を考える（佐田　守弘）
ISO9000-2015 に「ヒューマンエラーの防止対策を講ずることが要求事項として追加された。食品回収事故原因の大半は HE が原因である。HE は人間の頭脳の機能に起因する。特に熟練者の意図しないエラーは、熟練結果が原因で非定常時に発生する。人間は知覚した情報を認識、記憶する時に脳内でデジタルアナログ変換が行われるが、この時に情報の齟齬が発生することもある。HE の防止には顕在意識を活性化すると共に、設備面からもエラー防止の対策を講じることが大切である。
②食品のヒューマンエラーの事例と防止のために
（藤平　幸男）
ヒューマンエラーが原因と考えられる食品事故の例を紹介し、ヒューマンエラー防止のためには職員教育が大切である。
③ EHEDG ガイドラインと食品の衛生的な製造管理
（佐田　守弘）
欧州で確立され、今では世界上旬となっている EHEDG ガイドラインは、HACCP と共に食品の衛生管理において車の両輪となっている。特に設備の衛生性に関しては、洗浄の死角を排した衛生設計が求められている。日本ではやや普及が遅れているが EHEDG の考え方なくして、食品製造設備の安全性は成り立たない。　2017 年 11 月 18 日（土）「食品の事故を防止するために ~ ヒューマンエラーの防止を考える ~」をテーマに、食品業界で発生している回収事故の原因となっているヒューマンエラーをどのように防止するかについて、および EHEDG のガイドラインに関しての講演を行った。
30 名の定員で案内したところ 40 人の事前申し込みがあったが、雨模様の天候もあり、30 人が参加した。

会員の声

「宇宙機器における衝撃試験」
熊本大学　大学院先端科学研究部　波多英寛

昨今、宇宙機器の衝撃試験の実施についての相談が多々あり、試験装置を現地に輸送しては試験をして回っています。宇宙機器は製造やロケット打ち上げ時のコストが高く、また容易にメンテナンスができない場所での運用のため、製造時には振動等の各種環境試験を実施します。ロケットの各段やフェアリング（ロケットの先頭部分）の分離や、ロケットと衛星の分離部には爆薬を原料した火工品が使われており、大きな衝撃が発生するため、衝撃試験を実施する必要があります。火工品を使った試験は安全性やコストの問題があります。当研究室ではガス圧やばね力を利用して打撃子を高速に加速し、宇宙機器を乗せた台に衝突させ、その時に台に発生する振動（加速度）を利用して試験を実施しております。宇宙機器の衝撃試験では、衝撃応答スペクトルで評価します。これは、機器の不具合が最大加速度によって発生するという考え方で、衝撃により各固有振動数の物体にどのような最大加速度が発生するかを計算したものです。衝撃試験では、要求された衝撃応答スペクトル以上の衝撃を印可した後に、宇宙機器の動作確認をし、問題が無いことが確認されて成功となります。
熊本大学　宇宙衝撃工学研究室では、今後も衝撃・衝突・爆発に関係する環境試験・安全評価をお手伝いしていく所存であります。

「プロセス制御と安全に関わる人材育成の取り組み」
豊橋技術科学大学機械工学系　三好孝典

私は機械学会員と共に、計測自動制御学会員でもありますので、本部門に関わる他学会の活動の一端を紹介させて頂きます。当該学会には、「SICE プロセス塾」という取り組みが

あります。これは、現場に精通したプロセス制御関連技術者を育成することを目指して、2006年から12年間続いている人材育成塾です。対象はプロセス制御・計測の分野での経験が10年程度ある中堅の技術者で、合計1000ページを超えるテキストと年間延べ9日間、朝から夜まで泊まり込みも含めて格闘し、プロセス制御・計測・安全に関連する知識、技術をみっちり習得するものです。工場見学を実施していることもあり、企業様には大変好評で、これまでにおおよそ300名の修了生を輩し、ECE高度技術者教育プログラムにも認定されて、ここ数年は毎年40名近くの受講生を迎えています。

それ自体は大変喜ばしいことですが、裏を返せば、どの会社もベテランから中堅へ、さらに新人へと繋げるべき技術・技能伝承に対する危機感の顕れとも言えます。あるいは、国際競争力維持のための懸命の対応策でもあります。幸いにも、塾には定年を迎えられた一流の講師の方々が数多くおられ、自らの経験や知見を惜しげもなく塾生に注ぎ込んでおられます。そこには,技術者としての凛とした「生きざま」があり、自分もかくありなん、と思うばかりです。

一度このURLを訪れてみてはいかがでしょうか。「プロセス塾」は2018年度も開講予定です。http://www.sice.jp/info/info_press/press_20180222.html

「社会安全学部で育てる人材」

関西大学 社会安全学部　川口寿裕

私が所属している関西大学 社会安全学部は2010年4月に創設された文理融合の学部である。地震・津波などの自然災害だけでなく、鉄道・プラント・薬品などの事故を含め、安心・安全に関わることを広く対象としている。教員のバックグラウンドも機械工学、土木工学、情報工学、医学、心理学、経済学、法学、社会学など、実にバラエティ豊かである。

本学部では組織（会社・自治体・政府など）のリーダーとなる人材の育成を目指している。災害や事故の発生メカニズムを理解するためには工学的・理学的な知見が必要になる。一方で組織のガバナンスなど経営学的な観点からの考察も重要であり、関連する法律も知っておく必要がある。もちろん、それぞれの詳細は各専門家に任せることになるだろうが、情報を統括し、組織のメンバーを指揮するリーダーには幅広い知識と判断力が要求される。

そのような人材を育成するため、本学部には「社会安全実践演習」という科目がある。いわゆる図上演習であり、これを全ての学生に履修させている。災害や事故の発生を想定し、各学生に「市役所」「避難所」「ボランティアセンター」等の職員という役割を与え、時事刻々変化する状況に対応させるものである。他にも実践的で特色のある授業で学生を鍛えている。本学部の卒業生が安心・安全な街づくりの即戦力となることを願っている。

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13日（金）：第42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：東京大学キャンパス，イノベーション東京）

9月9日（日）～12日（水）：日本機械学会年次大会（会場：関西大学）

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

2018 年度受賞候補者の原稿締切りは 2019 年 1 月 25 日（金）までとします。

2017 年度日本機械学会贈賞

若手優秀講演フェロー賞：大瀧　琢馬（東京工業大学）
2017 年度部門賞・部門表彰贈賞
部門表彰（論文表彰）：
清田 高徳（北九州市立大学）
高橋 晶世（東京大学）

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　2018 年　4 月　1 日
発行責任者　杉田 吉広
編 集 委 員　吉村 健志

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