ISSN　2424-0222

INDUSTRIAL, CHEMICAL MACHINERY & SAFETY

産業・化学機械と安全部門のニュースレター No.31　April 2016

■巻頭言：新時代に応じた安全技術の確立へ向けて

2016 年度（第 94 期）
産業・化学機械と安全部門長
東京工業大学
加藤 之貴

日本の近代の経済発展は、優れた産業機械から製造された高品質な工業製品の世界的な普及で成立したことは言うまでも無い。産業機械、化学機械は人力を超えたエネルギーでプロセスが駆動するため、機械の想定外の挙動、事故には人力では防御しきれず、時として大きな事故を招く。小田川全之、内田嘉吉らが米国の Safety First を“安全専一、安全第一”と訳し工事現場に導入したのは、早くも大正初期であった［1］。機械操作の安全対策が事故を減らし、職員の身体を守り、結果として高い品質と経済性を備えた製品作りを実現している。両氏の慧眼に改めて感心するとともに、100 年を過ぎて社会は大きく進歩したように見えるが、機械を社会利用する限り安全第一の考え方は変わらず重要である。

日本では安全第一への取り組みが功を奏し、労働災害は現在では 1972 年の 1 ／ 3 に減少している。しかし、2009 年以後その減少は進んでいない［2］。一方、化学産業の労働災害は近年少ないものの最近 10 年間ではやはりあまり変化が見られず発生している［3］。安全第一の努力が今日の日本の産業を安全にしたが、リスクをゼロにすることは困難である。

上記の安全は成熟した産業の工程におけるリスク防御の結果である。しかしリスクは常に変化し、結果として安全の概念、施策もこれまでの常識通りでは対応しきれないことも意識され始めている。2011 年の福島第一原発事故において想定外のリスクが現れ、原子力安全に対する不信感が非常に強くなった。一方で今年 4 月に日本は電力小売自由化を開始する。これまで電力会社 9 社の大変な努力を基に世界一品質の電力が供給され、結果として高度な工業製品の製造を可能としてきた。電力自由化後、電力の質の保証に懸念要因があり、日本の工業力に対して新たなリスクが発生すると予想される。また IoT（Internet of Things）の普及が進み 2020 年には自動運転自動車の市販が計画されている。自動車の自動化は、これまで想像しない新たなリスクを生み得る。そして新たなリスクに応じた新たな安全対応が必要とされよう。

産業・化学機械と安全部門は、産業分野の安全に関する工学的、学術的な取り組みを進めている。上述の通りリスクの多様化はさらに進み、要求課題は従来関わってきた対象からさらに広がると考えられ、当部門の活動は、今後、日本の産業発展にこれまで以上に重要となると予想される。当部門に関わる諸兄がこれまで培った知見が、これからの安全に重要な指針を与えるものと期待される。

当部門では従来より年次大会、研究発表講演会を通して安全に関わる研究活動を進めている。また安全に関わる情報普及活動も進め、「第 3 者による評価制度」等の安全分野の重要事項に関する講習会、最新動向を解説する「トワイライトセミナー」等を実施している。一方で次世代育成のため学生の企業、研究機関体験を兼ねた「学生アカデミー」を開催している。当部門長就任にあたり、当部門でのこれまでの諸先輩方の足跡を継承し、引き続き「安全」に関して「産学官」が連携し、日本の優れた工業活動の安全な発展に寄与する努力を進める所存である。これらの活動を通して日本さらに世界の安全技術の向上にいささかでも貢献できればと考えている。皆様から当部門の発展に向けて叱咤激励ならびにご支援を賜ることができれば誠に幸いである。どうぞよろしくお願いいたします。

［1］ 安全活動の源流　内田嘉吉『安全第一』を読む、大空社（2013）
［2］ 厚生労働省、平成 25 年の労働災害発生状況の分析（2014）
［3］ 中央労働災害防止協会、化学設備等における非定常作業の安全（2015）

目次

巻頭言　東京工業大学　加藤 之貴　1
解　説　システム安全とレジリエンスエンジニアリング (1) －福島第一原子力発電所事故体験に基づいたレジリエンスエンジニアリングの必要性－　原燃輸送株式会社　吉澤 厚文　2
解　説　システム安全とレジリエンスエンジニアリング (2) － 4 つのコア能力による事例分析から見えてきたもの－　国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　大場 恭子　3
解　説　フードチェーンアプローチによる食品の衛生管理　農研機構 食品総合研究所　川本 伸一　4
解　説　産業事故に対する警察の原因究明体制　科学警察研究所　新井 裕之　5
リレー投稿　48 エージェントベース社会シミュレーションのすすめ　千葉工業大学　荻林 成章　6
リレー投稿　49 トラブル防止に対するヒューマンファクターズの考え方　千歳科学技術大学　小林 大二　8
リレー投稿　50 自動運転；「人馬一体」と「更なる安全をめざす運転知能」　トヨタ自動車株式会社　井上 秀雄　10
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　12
会員の声　18
会告一覧・部門賞・部門表彰募集および贈賞報告　19

解　説

システム安全とレジリエンスエンジニアリング（1）
ー福島第一原子力発電所事故体験に基づいたレジリエンスエンジニアリングの必要性ー

原燃輸送株式会社
代表取締役社長
吉澤 厚文

1．はじめに

社会技術システムに大きなダメージを与えた東日本大震災から５年が経過した。社会は、この震災から得た教訓に対し、多くの対策を講じている。ダメージを受けた代表例である福島第一原子力発電所の事故もまた原因の分析が行われ、その教訓が報告等にまとめられている。現在は、それらの教訓を踏まえた新規制基準も施行されており、昨年はこれに適合した発電所が再稼動した。しかし、「失敗から学び、原因を特定し、再発防止策を講ずる」考えを基本とした新規制基準によってハード、ソフト両面からの安全確保対策が充実してもなお、有事は起こり得るのであり、その際に現場のレジリエンス（弾性力、回復力）が必要であることに変わりはない。

本稿では、福島第一原子力発電所の事例を用いて、近年、医療や運輸等の複雑系システムで着目されているレジリエンスエンジニアリングについて紹介する。

2．福島第一原子力発電所の現場における事故対応

東日本大震災当時、福島第一原子力発電所ユニット所長（5・6号機）として震災を体験した。6号機の非常用発電機１台を除く全ての電源が喪失し、照明、通信、計装等の機能が大きく損なわれた発電所は、プラント設計や用意されたマニュアルをはるかに超えた環境であった。震災後もしばらく続いた余震や津波による瓦礫、さらには高温にさらされた原子炉内で発生した水素による建物の爆発と、これに伴う高レベルの放射線汚染瓦礫の散乱や放射性物質の放出は、事故対応の大きな障害となった。そして、これらは、事故対応の前提となる作業員の安全確保にも直結した。発電所長であった吉田(故人)らと共にあたった事故対応の指揮には、作業員の安全確保は重要な課題であった。

しかし、このような状況下においても、所員だけではなく、協力会社等の社員の方々、応援に来て下さった消防・警察・自衛隊の方々といった、現場に踏みとどまった「人」がいた。彼らは、社員の車のバッテリーを用いた計装の復旧や、消防車を活用した原子炉への注水、コンクリートポンプ車を活用した使用済燃料プールへの注水や水位測定、仮設の海水ポンプを活用した5・6号機の冷温停止など、指示を待つだけでなく自ら考え、マニュアルにない臨機応変な対応を行った。

福島事故はそれ自体大事故であるが、菅元総理らが指摘する更なる最悪シナリオ（作業員の全員待避と放射性物質の断続的な大量放出による半径170km以上の強制移転等を含んだシナリオ）も存在していた。そこに至らなかった要因は、このような作業の積み重ねの結果である。現場での重要な行為は、限られたリソースの中で、全て「人」が考え、計画し、実践したものである。

3．システム安全とレジリエンスエンジニアリング

これまで原子力安全は「リスクから解放されること(ISO/IEC Guide51, 2014)」をベースに構築されてきた。このリスクを低減することで確保される安全の代表的な手法である確率論的リスク評価（PRA）では、「人」は「人的過誤率」として扱われているように、「システムの安全性を脅かす要素」として位置づけている。しかしながら、ヒューマンエラーの防止が必要である一方で、「人」をエラーするものとだけ見なして、安全が確保できるのだろうか。

2006年よりE. Hollnagelらが提唱している「レジリエンスエンジニアリング」は、この問いに明快に答えている。レジリエンスエンジニアリングは、複雑化する社会技術システムが事前にあらゆる事態を想定し対応することは不可能であることを前提に、目標を、事故を起こさないだけではなく、どのような時もその目的とする動作を継続、または回復することとしている。そのため、安全を担う組織は好機及び脅威を予見（Anticipating）し、監視（Monitoring）し、対処できる能力（Responding）を具備するとともに、これらを学習（Learning）によって更新する能力を有することが不可欠としており、その上で、この４つのコア能力をもつ「人」こそが「システムのしなやかさ、回復力に必要な資源」と位置づけている。すなわち、レジリエンスエンジニアリングにおける「人」は、現場で臨機応変な対応をしていた作業員たちと、見事に一致する。

4．まとめ―組織のレジリエンスを高めるために―

より高次のシステム安全を目指すには、「人」という資源の持つ４つのコア能力を伸ばし、組織レジリエンスを高めるしくみが必要である。その際、「失敗の最小化」と同時に、「成功の最大化」を目指すアプローチがなければ臨機応変な対応は生まれない。

たとえば、福島の現場対応（Responding）の「うまくいったこと」に注目した背景分析から得られる、故郷福島、自分達の家族を守りたいという「強い使命感」の醸成に関する取り組みもなされる必要があろう。

最後に、福島事故でご迷惑をおかけしていることに心よりお詫び申し上げるとともに、今後も少しでも多くのシステムの安全性の向上に尽力する所存である。

参考文献

(1)　レジリエンスエンジニアリング－概念と指針－ Erik Hollnagel 他（編著）、北村正晴（監訳）、日科技連
(2)　吉澤厚文他，福島第一原子力発電所事故をふまえた組織レジリエンスの向上（Ⅰ），（Ⅱ）日本機械学会 2014 年度年次大会予稿集，G2010102，G2010103

解　説

システム安全とレジリエンスエンジニアリング（2）
－４つのコア能力による事例分析から見えてきたもの－

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究部門企画調整室　技術副主幹
大場 恭子

１．はじめに

原子力と社会の間に生じるさまざまな問題の解決を目指す中、専門家の責任に注目し、日本技術者教育認定機構の設立（1999）等によって広がりを見せていた技術者倫理に携わるようになって15年近く経つ。当時は、アメリカで使われている教科書を翻訳した教材ばかりで、その教育手法や内容、評価の在り方についての試行錯誤が続いていたが、現在では教材も充実し、教育手法や評価に関する議論も落ち着いた。しかし、教育手法の大きな柱である事例学習では、各事例においてどのような行動をとるべきかを具体的に解説している一方で、倫理的事例に直面していない時の技術者がどのような行動をとるべきかは、「安全最優先」に代表されるような重要な価値の提示に留まることが多く、教壇に立ちながら、受講者たちから「より具体的なメッセージ（行動提示）」を求められているように感じていた。

このような中、技術者倫理の「技術者に安全の担い手である自覚を生むと同時に、その醸成によって社会技術システムの安全を確保する」という目的に立ち返り、同じように技術者（「人」）を安全の担い手（資源）とすると同時に、安全を目的としているレジリエンスエンジニアリングに着眼した。

本稿では、東日本大震災によって被害を受けつつも、放射性物質の放出に至らなかった３つの原子力発電所の事例を、レジリエンスエンジニアリングの４能力によって分析し、「倫理的技術者であるためにはどのような能力を磨くことが必要であるか」を検討した結果を述べる。

２．東日本大震災における原子力関連事例の分析

前稿（吉澤）の通り、レジリエンスエンジニアリングでは、安全を担う組織にレジリエントであることを求め、そのためには Anticipating（好機および脅威の予見）、Monitoring（監視）、Responding（対処）、Learning（学習）の４つの能力を不可欠としている。そこで、対象となる女川原子力発電所（東北電力）、福島第二原子力発電所（東京電力）、東海第二発電所（日本原子力発電）について、震災時の状況、および事故抑制に最も効果が大きかったとされる事前のハード対策とそれに至る背景を、レジリエンスの４つの能力によって分析し、表にまとめた（参考：日本原子力学会、「学会事故調最終報告書」、2014）。

ここで注目すべきは、女川、東海第二とも、津波に対する Anticipating に対し、震災前までに Responding していることである。特に東海第二は、茨城県土木部河川課の作成した「茨城浸水想定図」を同県生活環境部原子力安全対策課からの情報によって Anticipating し、Monitoring を経た Responding を速やかに行ったことによって、２つあるポンプ室の片方の工事が完了していたことが功を奏した（もう一方のポンプ室の工事は未完了であった）。このことは、完全ではなくとも何らかの Responding をしておくことの重要性および、複数の組織によって実現する社会安全への重要な示唆を持っている。

発電所名	震災時の状況	事故抑制に最も効果が大きかったとされる事前ハード対策
女川	津波は２号機の補機冷却水の一部を機能喪失させたものの、主要構造物が設置されている敷地の高さには達せず、冷温停止達成（3月12日1時17分）	平井弥之助氏個人の Learning に基づいた津波への Anticipating と、それを共有し、社として Monitoring を行った結果おこなわれた建設計画時の敷地高の変更
福島第二	特に、海水熱交換機建屋に大きな被害が出たものの、外部電源１回線からの受電が可能であり、海水ポンプモニターの取替および仮設電源ケーブルの敷設を経て、冷温停止達成（3月15日7時15分）	中越沖地震（2007年）による非常時の指揮中枢機能を担う建屋の重要性に関する Leaning に基づいた免震重要棟の建設
東海第二	一部の機器は浸水したものの、安全上重要な設備の機能を維持できたことから、冷温停止達成（3月15日0時40分）	茨城県土木部河川課によって作成された浸水想定図（2007年公表）による Anticipating に基づいた Monitoring を経た海水ポンプ室の壁の嵩上げ工事

他方、福島第二は福島第一と同じく、津波に対して、Anticipating していたが、Responding には至っていなかった。しかし、地震に対しては、2007年の中越沖地震による Learning から、速やかに東京電力の所有するすべての原子力発電所に免震重要棟を建設する経営判断（Responding）がなされている。このことは、高く評価できよう（震災当時、女川の免震構造の事務本館及び東海第二の免震重要棟は建設中であった）。免震重要棟は、福島第一でも現地対応の拠点として大きな役割を果たしており、もしこの Responding がなければ、事故対応が大きく異なったことも容易に想像できる。

３．まとめ

安全を担う技術者が適切に Anticipating するには、過去や他者の事例、最新知見からの Learning と、現状の安全に対する適切な Monitoring が有効である。また、Anticipating した好機や脅威を適切かつ迅速な Responding に繋げるためには、経営判断までを含んだ組織の安全姿勢（文化）の醸成はもちろん、もし適切なリソースが割けない場合も、Anticipating した技術者が諦めずに、可能な Responding を検討し、実施することが安全をもたらすことが判った。技術者は、常にこれらの能力の維持と向上が必要といえよう。

レジリエンスエンジニアリングの４つの能力を用いた事例分析により、倫理的な技術者であるために、日頃からどのような能力を磨けばよいかを示せたことは、非常に有意義と考える。今後もより安全な社会に向け、「人」および「実践」をキーワードに研究を進めたい。

解　説

フードチェーンアプローチによる食品の衛生管理

農研機構 食品総合研究所　企画管理部長
川本 伸一

1．はじめに

食品衛生上の最も重要な危害要因（健康に悪影響をもたらす原因となる可能性のある食品中の物質または食品の状態）は食中毒菌である。現在では、食品企業が製品で集団食中毒を引き起こすと信用を失墜するだけでなく、場合によっては廃業・倒産に追い込まれる事態となる。

最近では、生鮮食品や RTE（Ready To Eat：調理せずにすぐ食べられる）食品などの非加熱食品の消費が伸びている。このような食品は、従来の加熱加工食品に比べ、微生物の増殖リスクが高い食品である。また、ライフスタイルの変化（女性の社会進出、高齢者世帯の増加など）により、現在では、家庭における調理の簡素化や調理機会の減少傾向が進行しており、食品工場や外食施設など家庭以外で大量加工、調理された非加熱食品の利用機会が増加している。このため、広域で大規模な食中毒事件が発生するリスクも高まっている。

従って、食品の安全性を確保し、食中毒を予防するためには、徹底した衛生管理を行うことがますます求められている。

2．フードチェーンアプローチによる食品の衛生管理

「リスクゼロの食品はありえない」というのが国際的な共通認識であり、最近の食品衛生思想は、「農場から食卓まで」の連続した衛生管理が重要との考えに基づいている。生産、加工、流通を経て消費に至るフードチェーンの各段階で衛生規範（指針、ガイドライン）を適用して食品の安全を確保しようとする姿勢である（図 1）。

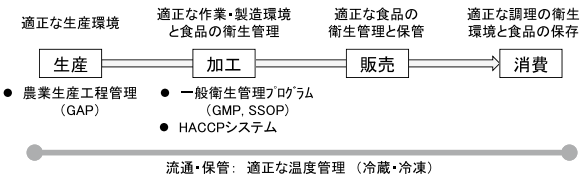

図１　フードチェーンアプローチによる連続した食品の衛生管理

すなわち GAP（Good Agricultural Practice：適正農業規範、または農業生産工程管理）で安全な原材料を生産し、GMP（Good Manufacturing Practice：適正製造規範）や SSOP（Sanitation Standard Operating Procedures：衛生標準作業手順書）による一般衛生管理プログラムで衛生的な作業、製造環境を確保して、HACCP（Hazard Analysis and Critical Control Point）で食品の衛生管理を行い食品の安全性を保証するシステムである。

HACCP は、1993 年に国際機関の「コーデックス委員会」が統一的な指針を定めた国際基準である。食品の製造・加工工程のあらゆる段階で発生する恐れのある微生物汚染等の危害要因をあらかじめ分析（Hazard Analysis）し、その結果に基づいて、製造工程のどの段階でどのような対策を講じればより安全な製品を得ることができるかという重要管理点（Critical Control Point）を定め、これを連続的に監視することにより製品の安全を確保する衛生管理システムである（図 2）。

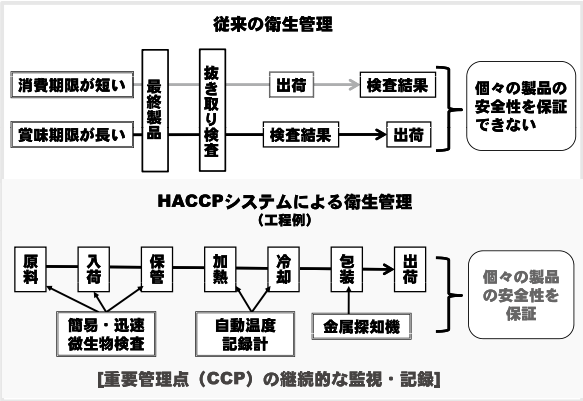

図２　従来の衛生管理手法と HACCP システムの違い

従って、できるだけ速やかに検査結果が製造工程にフィードバックできなくては意味がなく、簡易・迅速な非破壊・非接触検査手法および効果的な制御技術が必要である。

環太平洋経済連携協定（TPP）の発効（関税が撤廃・引き下げ）により、食品の輸出入の増加が見込まれる。現在でも、食肉などを輸出する際に HACCP の実施が求められており、厚生労働省は今年に入り、我が国の食品関連企業に対して、HACCP の導入を段階的に義務化する方針を打ち出している。

3．終わりに

我が国は超高齢社会となり、食中毒菌に対して感受性が高い健康弱者（高齢者、幼児、生活習慣病罹患者など）が増加している。また、物流・人的交流のグローバル化に伴う外来・新興病原微生物等の侵入など、新たな危害要因の発生も懸念される。従って、国際標準に則ったフードチェーンアプローチによる連続した食品の衛生管理に基づく食品の安全性確保が今後益々重要となってくる。

解　説

産業事故に対する警察の原因究明体制

科学警察研究所　法科学第二部　機械研究室
新井 裕之

1．はじめに

わが国では、工場等で産業事故が起きた際には、事故の起きた企業による社内調査のほかに、死傷を伴う場合などは、警察や消防機関、労働基準監督機関など公的機関が主体となった組織的な調査が行われる。本稿では、工場事故等に対する警察の活動について簡単に紹介したい。

なお、本稿はあくまでも個人的見解に基づくものであり、所属組織の意見を示したものではありません。

2．警察における事故対応の流れ

警察では、発生した事故に対して、まず何が起きたのか事実を明らかにすることを目的として、徹底した調査を行う。事故を認知すると、消防機関等とともに救護活動を行ったうえで、安全確保や現場保全の規制をする。その後、実況見分及び関係者からの供述をそれぞれ調書として書類化するとともに、運転記録や作業日誌など関連資料のうち必要に応じて任意提出のあったものを領置する。

事実の解明には専門的知識が必要不可欠であることから、各公的機関には事故調査を専門的に行っている研究機関が設置されているが、警察の場合、各都道府県警察に科学捜査研究所（科捜研）、警察庁に科学警察研究所（科警研）が設置されており、幅広い分野の研究員が所属している。いずれも機械をはじめ物理、画像、火災、爆発、音声、交通といった工学に関わる研究や鑑定、検査業務に従事する部門があり、産業事故が起きた際には、工学系の研究者が、必要に応じて化学系の研究者とともに現場臨場し、その知見を活かした活動を行っている。さらに、科捜研や科警研の持つ知見だけでは対処できない場合は、警察外の専門家に鑑定を嘱託して対処している。

また、科捜研・科警研職員は、鑑定技術の高度化をはかるため、日本機械学会等の各種学会行事に参加したり、専門の養成機関である科警研にある法科学研修所において継続的な研修を受けるなど、最新の知識の取得に励んでいる。

3．警察と他機関との関係

同じ事故現場において、司法警察機関が行う捜査と他機関が行う調査等が行われる場合、捜査の優先性による影響が懸念されることもあるが、手続上の優先性については、「警察が行う犯罪捜査と事故調査とは、それぞれの異なる目的の下に異なる法律上の手続によって発動され、いずれもそれぞれの公益実現のための重要な作用であり、一方が他方に優先するという関係にあるものではない。」[1)、2)] と示されるとおり、捜査のみに優先性を持たせてはおらず、また実務上も、各関係機関と協力体制をとるよう警察庁から示達する[3)、4) など]など、配慮に努めている。

一方、警察の持つ特徴の一つに全国に展開しているマンパワーがあり、認知した全ての事故に対処しうる機動力を有するため、被害や話題性の大小、報道の有無などに影響されず、全ての事故への対処が可能である。さらに警察では、事故災害だけでなく、日々多くの刑法犯事件を取り扱っていることから、現場保存、資料保管、関係者からの聴取、専門的知識を持つ研究者の迅速な現場臨場等に対して、その人員、装備、施設、体制などに長じていることも、警察が関与する強みではないかと考えている。

事故の再発防止措置のためには、得られた情報の公開が求められる。一方で、司法警察による情報収集は刑事訴訟法等に基づく極めて強力な捜査権限によるものもあり、それゆえ強い保秘義務も課せられている。例えば、ある企業において、事故原因に関連する可能性を排除できない情報が、他企業に公開されることで事業の存続に重大な影響を及ぼす機密情報だったとしても、司法警察はその情報を、公開を前提としない代わりに強制的に得ることが可能であり、その結果、事故の真実に近づけることもあるのではないかと個人的には考えている。

事故調査と刑事手続との関係については、双方の立場を踏まえた提言が消費者庁や運輸安全委員会に掲載されているが[5)、6)]、これからの一層の議論、及び警察と他機関との更なる連携を期待している。

4．おわりに

科捜研及び科警研の研究員は、より高度な原因究明に資するべく、日本機械学会をはじめとする各種学会の行事を通じて最新の知見を得るなど、切磋琢磨している。当産業・化学機械と安全部門は日本機械学会の中でも横断的色彩が濃い部門であり、事故調査に非常に関係深い部門と考える。

皆様の更なる御指導御鞭撻をお願いいたします。

（参考文献）

1）建造物等に係る事故及び火災発生時における対応について（通知）、平成 27 年 6 月 1 日付け警察庁丙刑企発第 56 号他
2）運輸安全委員会設置法の運用について、福知山線脱線事故調査報告書に関わる検証メンバー会合（第 1 回）配布資料 6-1、安全運輸委員会
3）建造物等に係る死傷を伴う事故等の捜査における関係機関との協力について（通達）、平成 27 年 6 月 1 日付け警察庁丁捜一発第 63 号
4）火災事件捜査における消防機関との協力について（通達）、平成 27 年 6 月 1 日付け警察庁丁捜一発第 64 号
5）事故調査機関の在り方に関する検討会取りまとめ、平成 23 年 5 月、消費者庁消費者安全課
6）JR 西日本福知山線事故調査に関わる不祥事問題の検証と事故調査システムの改革に関する提言、平成 23 年 4 月 15 日、運輸安全委員会検証報告書

リレー投稿 48

エージェントベース社会シミュレーションのすすめ

千葉工業大学社会システム科学部経営情報科学科
教授　**荻林 成章**

1．はじめに

今日の人間社会は様々な技術の発展に伴いますます複雑化、グローバル化しており、企業においても行政においても先を見すえて戦略的にかつ迅速に行動することの必要性がこれまで以上に増している。このような状況下で重要な事柄は、経済をはじめとする人間社会の様々な現象に対して、そのメカニズムを正しく理解して行動することである。人間社会に関わる代表的学問の一つである経済学においても、18 世紀後半以降様々な経済理論が提唱され、経済諸現象のメカニズム解明に向けた努力が行われてきたといえる。

しかし社会システムにおいては自然システムと異なり、「真理は時空を超えて唯一」の原則がなりたたないために、原理的にコントロールされた実験は困難である。そのため様々な経済理論は実験的にその是非が殆ど検証されることなく今日に至っている。結果として様々なマクロ経済政策の是非についても時代と共に考え方が変化してきており、実システムでの経済政策が一種の社会実験となっている傾向にあるといえるのではなかろうか。

データに基づくメカニズム解明の手法の一つとして計量経済モデルや DSGE モデルがある。しかしいずれもマクロ変数間の関係やメカニズムに関して何らかの仮定がおかれるのが通常であり、複雑な実システム現象のメカニズム解明には限界がある[1)]。

これに対し、近年実システムにおけるマクロ現象創発の基本原理に基づきボトムアップに社会経済システムをモデル化する、エージェントベースモデリングなる手法が考案され、様々なマクロ現象への適用研究が世界的に進められている。

本稿ではエージェントベースモデリングのマクロ経済システムへの適用事例を紹介し、今後の課題を展望する。

2．エージェントベースモデリングとは

エージェントベースモデリング（以下 ABM と略す）とは、実システムを構成する各意思決定主体の行動ルールをモデル化して、コンピュータ上に人工社会を構成し、各意思決定主体の自律的な行動とその相互作用から、どのようなマクロ現象が創発するかを観察することを通じて、複雑なマクロ現象創発に関する様々な知見を得ようとするコンピュータシミュレーション手法である。

人間社会におけるあらゆるマクロ現象は、社会を構成する意思決定主体の行動とその相互作用の結果である。GDP や物価上昇率、失業率といったマクロ経済に関わる指標についてもその決定原理は上記に帰せられる。ここで留意すべき重要な点は、マクロなシステム状態の変化は個々の意思決定主体の多様性に依存すること、また個々の意思決定主体の行動自体がマクロな状態に依存する、という点である。後者は「ミクロマクロリンク」と呼ばれており、この特徴を有するシステムは、その状態が自己増殖的に変化する。

ABM の歴史はジョン・フォン・ノイマンの「自己増殖オートマトン」の理論に遡り、2016 年はこの理論が刊行されて丁度 50 周年にあたる。この理論に基づき考案されたセルオートマトンがエージェントベースモデリングのルーツとされている。その最も初期のモデルの一つはトーマスシェリングの住み分けモデル（1971 年）である。そこでは自律的な意思決定主体を表すエージェントが自身の意思決定ルールに基づき空間を動き回り互いに相互作用することにより、エージェントのわずかな嗜好の差が自己増殖的なシステム状態変化を経て、マクロ的な「住み分け」を引き起こすことが示されている。

ABM は多様な意思決定主体の行動ルールのみを仮定して、実システムと類似の原理で動作する人工社会をコンピュータ上に構築することを特徴とするボトムアップなモデリング手法であり、ミクロマクロリンクを含む複雑系システムの解析に適した手法であるとされている。

3．ABM の妥当性の条件

ABM に対する根強い批判として、ヤッコー批判というものがある。ABM の計算結果はインプット条件に鈍感であり、そのため仮定次第でいかような結果も得られ、やったらこうなる、ということ以上の意味のある知見はもたらされない、という批判である。しかしながらこの批判は認識の誤りであり、その原因は ABM の入力条件をパラメータ値ととらえた点にあると思われる。

ABM の入力条件は、システム構造（システム構成オブジェクトの種類及び意思決定主体の行動ルール）及び、システム構成オブジェクトの属性に分けられる。

著者らの近年のマクロ経済に関わる ABM の研究結果によれば、ABM で再現されるマクロ現象は、モデルのシステム構造に敏感であり、ABM において実現象を再現するために必要不可欠なシステム構造が存在する。ABM におけるモデルはできるだけシンプルであるべき（KISS 原理と呼ばれている）であるが、必要不可欠とされる最低限の要因はすべて考慮されていなければ、例え

定性的レベルであっても着目するマクロ現象をモデルで再現することはできない。

このように、マクロ現象再現に必要不可欠なシステム条件が存在することは、その理由をモデル上で検討することによって実システムのマクロ現象創発のメカニズムに関して少なくとも定性的な知見が得られることを示している。必要不可欠な条件の詳細はまだ研究途上であるが、今後属性についても同様の検討をすることにより、定量的レベルにおいても有効なモデルの開発も可能と考えている。

以上より、ABM は現時点では未だ十分な市民権を得ていないアプローチであるが、将来は社会現象のメカニズム解明にとどまらず、社会経済問題解決のための方策を検討するツールとなりうるポテンシャルを持っていると考える。今後より多くの研究者が ABM 研究に参入され、社会問題解決に向けて学術サイドから寄与されることが期待される。

４．マクロ現象再現に必要不可欠なシステム構造とメカニズムに関する研究事例

著者らはこれまでに、価格の均衡、景気循環、所得税及び法人税の減税効果、等について解析を行い、これらのマクロ現象を再現するために必要不可欠なシステム構造を明らかにしてきた。以下にマクロ現象再現のための必要不可欠なシステム構造とそれによるマクロ現象創発メカニズム解明に関わる著者らの研究事例を紹介する。

４．１所得税減税効果のメカニズム

モデルシステムに、消費者、生産者、銀行及び政府が含まれることに加えて、①政府支出の非効率性の存在、が必要不可欠である。これは政府より消費者の方が支出の効率度が大の時に減税効果が表れることを意味する。

４．２法人税減税効果のメカニズム

上記①に加えて、②経営者報酬の存在、③企業の設備投資に際しての資金調達手段の中に自己資金の活用が含まれること、④銀行借入に関わる上限の緩和（銀行借入条件が厳しすぎないこと）、が必要不可欠である。その理由は、これらの条件が、減税による利益剰余金の増加が、企業の貯蓄増加となることなく、従業員や経営者の所得増加や設備投資の増加を通じて市場を循環する資金の増加をもたらすために、必須な条件であるからである。

なお、法人減税は失業率低下をもたらすことが知られているが、労働市場の存在は必要不可欠な条件ではない。景気判断において雇用統計は重要な指標ではあり、一方景気対策として法人税減税はしばしば用いられる一般的な対策である。しかし両者に直接的な因果関係はないことが上述の結果から言えるのである。何故そのようになるかの詳細は割愛するが、簡単に言えば、企業が雇用を増やすかどうかを決定するのは需要であり、需要を決定するのは消費者所得であるのに対し、法人税減税効果を左右するのは企業が減税によって増加した利益剰余金をどのように使うかに依存し、その使途の内訳の中で大きな要因を占めているのは投資であり、投資にどの程度使うかを左右するのは需要である、という因果関係による。これらの因果関係の中で労働分配率は法人税減税効果の主要な要因ではない、ということである。

４．３景気循環のメカニズム

景気循環をモデルにおいて再現するための必要不可欠な条件は、消費者、商品及び設備の生産者、銀行の存在に加えて、①生産者の需要予測による投資判断②銀行借入による資金調達③信用創造の上限の存在④投資・借入時期のある程度の同期性である。

景気循環メカニズムに関してこれまでに多くの経済学者が説を唱えているが、上記要因が景気循環再現に必要不可欠であることから、景気循環メカニズムの基本は信用創造及び企業の多様性に起因する自己増殖的なシステム状態変化にあるといえる。簡単に言えば所得増・需要増・投資増の自己増殖的な好循環により景気拡大・借入超過がもたらされる。その後、信用創造の限界により返済超過となり、所得減・需要減・投資減の自己増殖的悪循環により景気後退・返済超過がもたらされ、これが繰り返されて、景気循環が起こると考えている。

４．４その他

以上の他、種々のマクロ経済現象再現のための必要不可欠なシステム構造解明を通じて、消費者物価上昇率、公共投資乗数、貧富の差等のメカニズムについても種々の知見が得られている。

上述の記述の中には経済学者から見ればいささか乱暴と思われる記述もあるかもしれないし、今後の研究課題も多く残されていると思われる。しかし重要な点は実社会データに基づき、統計的な手法で上述のような因果関係に関する知見を得るのは原理的に限界があると思われるのに対し、ABM は原理的にそのような因果関係やメカニズムを明らかにすることのできるポテンシャルを持ったアプローチであるという点である。

５．まとめ

ABM は社会システムにおける種々のマクロ挙動をコンピュータ上に再現することが可能な新しいアプローチ手法であり、コンピュータ上で種々の要因を系統的に変更するコントロールされた実験を行うことにより、社会経済システムのマクロ挙動メカニズムを実験的に解明することを可能とするポテンシャルを持った科学的アプローチである。我が国ではこれまで社会や金融市場のモデルに関する研究が中心でありマクロ経済に関わるモデル開発の取り組みは欧米に比べ少ないのが現状である。その理由の一つは、多様なオブジェクト間相互作用に加え、複式簿記による仕訳や毎期の決算処理等、モデル構築には高いプログラミングスキルや会計上の専門性が必要である一方で、これらを分業体制で組織的に行うことが予算制約上困難である点にあるように思われる。

今後より多くの人材が ABM 研究に参入され、そのことが社会の諸問題解決につながることを期待している。次回は東京工業大学原子炉工学研究所教授の小林能直氏にバトンタッチいたします。

１）J. D. Farmer and D. Foley：Nature 460, 685-686（2009）

リレー投稿 49

トラブル防止に対するヒューマンファクターズの考え方

千歳科学技術大学　理工学部
准教授　**小林 大二**

1．はじめに

東日本大震災の直後には、震災に絡む様々なプラントのトラブルに関連して「想定外」という言葉が頻繁に語られた。また、最近では諸外国で起こる様々な事件報道で「地政学的リスク」という言葉を耳にする。

「想定外」という言葉は、当時、地震や津波によってプラントが設計者の想定していた限界を超えた状態に曝されたことを象徴していた。また、「地政学的リスク」は地理的な環境が人間社会に与えるリスクの存在を表す言葉として用いられている。本稿では、最近よく耳にするこれら２つの言葉を起点に「ヒューマンファクターズ」という学際領域を紹介することとしたい。

2．想定外の人間行動

国際人間工学連合（IEA：International Ergonomics Association）は、人間工学の分野をPhysical／Cognitive／Organizationalの３つに分けている。プラントで時に生じるシステムにとって望ましくない人間行動は人間工学の研究テーマとも言えるが、これら３分野を広く覆うようなテーマと言える。

発電所のように多くの作業者が働くプラントで起こる事故や災害、あるいはプラントが不適合事象やトラブルと呼ばれる好ましくない状態に陥る状況は、大抵、関係者の不適切な行動によって生じる。その一つにヒューマンエラーがあるが、ヒューマンエラーには「システムの中で規定された限界（許容範囲）を逸脱した人間の行為」といった定義がある。このヒューマンエラーによってプラントにトラブルが生じることは少なくないが、プラントの設計者はこれを「想定内」とは言わないであろう。我々は暗黙のうちに人間の行動の一部を「想定外」と見なし、そのような行動を防ぐために日々頭を悩ませているのである。この様子は、人間と言う存在は自然であり、気象や地殻変動と実は同じ類いであることを認識しつつも、それを払拭するようにと苦労している様（さま）である。

想定外の行動による影響を避けようとシステムの自動化を図ったとしても、設計者は人間であり想定外のバグが潜み想定外の事象が起こる。これも同様である。

3．人間行動の科学としてのヒューマンファクターズ

プラントでトラブルが起きた場合、事業者はその経緯を把握し、根本原因を導出して対策を立案する根本原因分析（RCA：Root Cause Analysis）を行う。RCAの手法は事業者によって異なるが、作業に関する「専門知識」以外に、作業に影響を与える「人」、作業を管理監督する「組織」、道具や設備などの「モノ」、マニュアルやルールなどの「情報」など人間工学の３分野の知見を含む幅広い知識が必要である。「ヒューマンファクターズ」という言葉は学際領域の「人間工学」と一般に訳されるが、RCAの専門家が持つ知識のように様々な人間行動とその要因に関する体系的な知識、即ち人間行動の科学をヒューマンファクターズと呼ぶ場合がある。この点から言えば、RCAはヒューマンファクターズの分析手法である。

ヒューマンファクターズの専門家は想定外の人間行動などから生じたプラントの事象を分析し要因を抽出するが、この要因を「行動形成要因（PSF：Performance Shaping Factors）」と呼ぶ専門家がいる。事業者や作業内容が異なっても、好ましくない人間の行動に影響を与えたPSFは普遍的で大きな差異は無い。また、同一事業者の事象について分析した経験から言えば、新たに生じた事象のRCAから抽出したPSFは、大抵、過去に起きた事象のPSFのいずれかに該当するものである。つまり、過

去の事象を分析・抽出したPSFは新たに生じるヒューマンエラーのPSFとなる可能性が高いことが示唆される。こうなると、想定外のヒューマンエラーは抽出されたPSFのいずれかによって引き起こされることから、もはや想定外と言えない気もする。しかし、複数のPSFがその時の状況と複雑に絡み合い、それがどの様なヒューマンエラー、延いてはどの様なトラブルに繋がるのかを予測することは難しい。このため、削減できるPSFはあらかじめ削減し、削減できないPSFはその程度を緩和するといった予防手段を講じる必要がある。これがPSFに基づくトラブルの未然防止の基本的な考え方である。

４．PSF抽出の難しさと組織の文化

職場に存在するPSFは、組織や体制に関わるものからマニュアル、ルール、当事者による規範意識、注意散漫、管理・監督に関すること、時間的に切迫していた状況、など多種多様である。とは言っても、ある事業者で過去に起きたトラブル事象の大半を分析して抽出した結果、PSFは100種類に届かなかった。しかし、PSFの抽出は実際のところ容易ではない。RCAでは、トラブル事象から要因を抽出する際に「なぜなぜ分析（5-whys analysis)」と呼ばれる手法を用いる場合がある。この手法は、協議などを通して「なぜ」それが起きたのかという理由を芋づる式に挙げていく方法であり、その理由の中からPSFを探す。しかし、トラブルに関係しないと見なされた職場環境、職員の安全意識、安全行動のように、職場で共有されている行動の原理や思考様式、つまり職場の文化に関わるPSFが内部の人間には見えない。こうして見逃された職場の文化に属するPSFが同様のトラブルを繰り返し再発させた例は少なくない。

ヒューマンファクターズの専門家は他組織の文化を知っているため、当該組織に常在する問題を検出できる可能性が高い。このような専門家を養成することは品質保証の質の向上に繋がるが、一朝一夕には難しく、代替策となる手法を模索する研究が続いている。簡単な例を挙げると、RCAにおいて他組織で抽出されたPSFを参照しながら、PSFを抽出すると、分析者達が見えなかった「組織の文化」に潜在するPSFに気づくことが示唆されている。

５．組織の文化を考慮した対策立案

はじめに述べた「地政学的リスク」とは地理的な環境が人間社会に与えるリスクのことであるが、端的に言えば環境がそこに居る人間、延いては社会や組織に影響を及ぼすということである。

ヒューマンファクターズの最近の研究では、同じ事業者であっても、プラント設備、作業性、操作性といった職員が普段置かれている職場環境によって、職場の文化が異なることが示される。例えば、自動化が進んだプラントでは、比較的容易な作業が多く、仕事の意味や目的を考えずに決められた業務を淡々と遂行するようになり、職員間のコミュニケーションが希薄になるといったように、自動化の推進が安全文化の醸成を妨げるPSFとなる可能性が示唆されている。

一方、同じ事業者が運用している旧式のプラントでは、作業の意味や目的をよく理解した上で作業をしなければ危険に曝されるという自覚を作業者が持つため、作業者間で活発な情報交換が行われ、ルールや手続き方法を遵守しようとする意識が高い。また、旧式のプラントのため作業に技量が求められることから役割分担が明確で他人の仕事に口や手を出すことはしない。

同じ事業者であっても「職場の文化」がまったく異なるプラントの職場に対して、同じトラブル防止対策を講じることには意味があるのだろうか。各職場の文化とその由来をよく理解し、各職場の職員に浸透する効果的な対策を箇々に講じる必要があろう。この点はヒューマンファクターズ研究の今後の課題である。

６．まとめ

本稿では最近よく耳にする言葉を起点として、人間工学だけでは語れない「ヒューマンファクターズ」と言う学際領域を大ざっぱに紹介させていただいた。プラントの「ヒューマンファクターズ」に関連する学会組織もあり、同じ悩みや課題を抱えるプラント関係者が参加している。この分野に興味をお持ち頂ければ幸いである。

次回は、原子力安全システム研究所の前田典幸氏に執筆をお願いいたしました。

リレー投稿 50

自動運転;「人馬一体」と「更なる安全をめざす運転知能」

トヨタ自動車株式会社
Future Project 部　**井上 秀雄**

1．まえがき

自動運転技術の情報発信は、留まる所を知らず、世界中のメディア、産業界、国家レベルを通じて行われている。やや過剰な期待感もあるが、自動運転技術がモビリティ社会に大きな夢を抱かせ、自動車自身、交通システム、更には、情報サービスまで、イノベーションを予感させるものになっていることは間違いない。

自動運転の歴史をたどってみよう。レオナルド・ダ・ヴィンチは機械仕掛けの自動車を考えた時代から自動運転車を夢見てきた。又、1960～1970年代には、月面調査のために最初のスマートカー「Stanford Cart」が構想された。ビデオカメラと遠隔操作のための長いケーブルが取り付けられ、その後のさらなる開発の結果、障害物回避技術の搭載やイメージ処理能力の向上などが実現した。しかし、何と言っても、自動車産業界や社会に、大きなインパクトを与えたのは、2回に亘るDARPA Challengeでの各大学＆産業界の自動運転車と、その後のGoogleの自動運転車であろう。Googleは2010年から公道での走行実験を続けており、2014年4月までに70万マイル（約113万kmを公道走行している。又、欧州でも、産学官の連携でHAVEitなどの国家レベルのプロジェクトが進展した。2013年には、ダイムラーが、ドイツ国内の一般公道100km以上を自動運転で走破したことを明らかにし、2020年までに自動運転車を市場投入すると発表している。別の業界では最近、米国発祥のカーシェリングUber社でも自動運転タクシーの実現に研究センター設立の発表や、Google等もオンディマンド型の自動運転カーサービスを計画しているとも報じられている。この様に、自動車産業各社、IT業界、そして、カーシェアサービス産業、物流業界等も加わり、エンジニアリング＆ビジネスがセットとなり、研究・開発競争が世界中で激化し2020年前後に向け実用化が報道されている。更に、社会課題の解決から自動運転技術の利点・価値を考えると、

①交通流の改善（渋滞の低減・CO_2の低減）
②ヒューマンエラーによる事故の低減
　（不注意・漫然・居眠り運転）
③健康障害・意識喪失による事故の低減
④視界不良時の安全運転（夜間時、雨天・降雪時等）
⑤高齢ドライバーの交通事故低減・移動手段の確保
　（身体の衰えによる運転能力の低下）
⑥運転負荷低減による快適性の向上

等が期待されるが、いきなり、「自動運転」イコール「安全」と考えるのは、少々、乱暴であり、「自動運転」にも「うまい運転」「へたな運転」があると思う。現代の技術をもってすれば、自動でクルマを動かすことはそれほど難しいことではないと思うが、「（うまい）運転」となるとやや意味が違ってくる。熟練ドライバーをイメージした運転は、周りの環境を見ながらも、知識や経験に基づき、何が起こるか予測し、又、自車の動きの特性も把握し予測しながら「運転」し、自由に安全に気持ち良く移動の価値を享受しているわけで、これを機械が人間にとって代わることはそう簡単ではない。周辺を認識する技術だけでは不十分で「運転する知能」が必要である。又、人間、機械のどちらも100％の安全・信頼はない。それぞれの長所を活かし短所を補い合うことで成長（互いに学習）する能力をもち、様々な走行条件の中で「Better」「Safer」と、より良い走行状況を作り出し続けることが重要である。人間、機械のどちらが運転するにしても、安全な運転技術は共通基盤であり、クルマ側にも、もっと「運転する知能」を取入れ、これを具体的に進化させていくことが最重要課題であると思う。又、人類の歴史の中でも、機械と人間の拘わりは普遍的な面でもある。モビリティが馬からクルマに代わっていった時に、進化したものも多いが、馬にできて現在のクルマにはできてない点もいくつかある。「仮に乗り手が指示しても崖からは飛降りない安全本能と、共に気持ちよく走ること」「運転したい時もあれば、したくない時もある人間に、乗り手と馬の双方の意志の文脈が分かる様に対応する能力」「乗馬者同士のコミュニケーションで孤立しないこと」等の所謂、「人馬一体」の価値を、自動車は、まだまだやり切れてない様に思う。

前置きが長くなったが、この様な課題認識のもと「自動運転」の総論的言葉に留まらず、クルマの本能とも言える「運転する知能（以下、運転知能）による安全運転技術」と「人馬一体の自動運転（Shared control）」の進化について触れてみたい。

2．更なる安全をめざす運転知能

2．1．運転支援システムと自動運転技術

クルマの安全技術は、衝突安全から予防安全へと進化してきたことは言うまでもない。最近では、通常の運転フェーズから衝突の前後、そして救命救急に至るまで安全フェーズ全体を俯瞰して対応する「統合安全（Integrated Safety）」の考え方は「安全に妥協はない」ことを示すものとして重要である。この中で、カメラや

レーダー等のセンサを用いて走行周辺環境や障害物を認識する運転支援システムは急速に採用拡大が進んだ。富士重工社のアイサイトに代表される衝突被害軽減・防止自動ブレーキ等は、その分かり易さからも多くの製品に展開され、最近では軽車両にまでAEB（Automated Emergency Brake）として採用拡大され、衝突前1秒強での事故回避能力は大幅に進化した。一方で、ACC；Adaptive Cruise Control, LKA；Lane Keeping Assist, Lane departure warning（& Avoidance）の路外逸脱警報・防止システムなど、通常運転時の運転負荷の軽減を狙ったものが展開されてきた。安全から観た運転フェーズには、リスクが少なくスムーズに走れる「通常運転」のフェーズ、そして、ぶつかるかもしれない数秒前の「緊急回避」のフェーズ、そして、その中間に、潜在的リスクが増大してくるフェーズがある。このフェーズに対し、自動車教習所等で指導される「かもしれない運転」の様な危なさを予測しながらリスクを減らす運転が必要である。これまで、運転支援システムは「通常運転」や「緊急回避」のフェーズで効果を発揮してきた。自動運転技術への進化の流れの中で、この潜在リスク増大フェーズに対応する「先読み運転」の様な技術を見逃してはならない。又、先にも述べたように、交通事故の約90％がヒューマンエラーと言われているが、その原因は様々で、この対応にも、運転支援システムの進化が期待される。しかし、個別システムの積上げでは、もはや対応は難しく、自動運転・知能化の構造によりドライバーエラーを補うことが適切と考えられる。

２．２．危険予知能力をもつ運転知能

さて、運転知能を具体的にどのように捉えたら良いだろうか。まず、走行周辺環境を「よく見る」、つまり、センシングによる「知覚・認識」の能力向上は大基本であるが、これだけでなく、この知覚情報から目標経路を生成したり、停止車両をよけたりする基本的な運転計画能力を形成する必要がある。そして、この基本的な運転計画の上に、危険予知能力とでもいうべき先読みし、リスクを予測する知能が重要となる。リスクには、自転車や歩行者など見えている物（顕在）から、次の瞬間、自車の前に行動変化してくる「かもしれない」と、停車車両の見えない陰から飛び出してくる歩行者など、潜在リスクの「かもしれない」がある。これをリスク予測として技術にしていくには、2つの重要なポイントがある。一つ目は、走行の数秒先のぶつかる可能性を定義し、現在のリスク余裕を物理表現するモデルである。ポテンシャルフィールド等、いくつかやりかたはあるが、リスクの少ない最適走行経路を生成し、走行スピードを制御する上で大事なモデル表現である。二つ目は、経験走行情報に基づき学習されていく点である。今、見えている状況からその危なさを決定していくのは、多くの情報をもとにしたオントロジー的アプローチも必要になる。この様に、物理モデルと情報モデルを融合し予測モデルを形成することは、自動車産業の新たなチャレンジでもある。この情報ソースとして、現在、農工大に蓄積された「ヒヤリハットデータ」は大変、重宝である。これは、「事故にはならなかったが急ブレーキをかけた」様な危険イベントを判断した情報ソースであるためで、このデータを学習していけば危険予知になり得る。以上の様に、人間が、見ている状況から「なんとなく危ない」と感じてスピードを緩める様な知的行動を、クルマとしての機械に植付けていくことが、安全の進化、そして自動運転と叫ばれる技術チャレンジに欠かせない。

３．人馬一体の自動運転（Shared control）

機械は信頼されて初めて人間に使われる。又、先にも述べた様に、人間は運転したい時もあれば、疲れた時や単調な走行状況で、運転したくない時もある。高齢者の場合、身体の衰えを自覚し運転に不安を感じている。彼らが安心して運転し目的地まで移動できるようにしてあげることが知的機械の役割だろう。決して、高齢者から運転を取りあげることではない。自動車の良い所は、自由な移動ができることはもちろんのこと、運転行為自身にも魅力がある。人間が機械を使うという普遍的な点は、人間が機械を通じて刺激を受け、活性やモチベーションの向上などにも繋がる本能的部分がある。最近では、スマホにより「情報を使う」魅力が大幅に広がった。情報が「知れる」価値なら、それと対峙する「モノ」には、「見て、触って、感じる」価値がある。どちらが良いとの議論ではなく、どちらにも共通する重要なポイントは、機械が考える文脈を、それを使う人間が分かるか？という点である。これが、いきなりHMIの議論になるのではなく、使う人間の期待通り、又は、期待以上の結果（成績）がでるかをチェックする必要がある（これが信頼のもと）。機械は、その結果（成績）を予測し、その行為の文脈を人間に示し、分かってもらう必要がある。この点でスマホは一歩先を行っている。クルマの運転は、まだまだこの点が弱い。機械が最適と判断する走路や認識状況をできるだけ合理的に伝え、触って感じるハンドル、アクセル、ブレーキ等でも表現できて、漸く、馬に近づけられる。新たなインターフェイスを追加して運転負荷を増大させることになってはならない。運転の文脈をしっかり把握し、人間に伝えられるか？　も、自動運転の知能（つまり、運転知能）に求められるものである。

４．まとめ

自動運転技術の動向における「更なる安全をめざす運転知能」「人馬一体の自動運転」の2点について、私の期待として綴った。又、以上に関連する研究・開発を「（独）科学技術振興機構（JST）戦略的イノベーション創出推進プログラム（Sイノベ）」の採択テーマ「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」で産学連携のもと2011年より進めている。共感頂ける方の参加は大歓迎である。

尚、次回は、東京農工大学の毛利宏教授にお願いしました。

産業・化学機械と安全部門 2015 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 2015（北海道）における部門活動報告

北海道大学（工学部）室において開催された、日本機械学会年次大会において、以下の当部門の一連の企画を実施した。

市民フォーラム

「食の安全～農場から食卓まで食の安全を確保するシステム～」をテーマに講演が行われた。50 人以上の参加者があり、講演終了後も質疑応答が盛んに行われた。

開催日：2015 年 9 月 13 日（月）13:30 ～ 15:30

(1) 食の安全に関するフォーラムの開催にあたって　小疇浩（帯畜大）
(2) バレイショの収量や品質を高める土づくりと施肥管理 谷昌幸（帯畜大）
(3) カルビーにおける食の安全に対する取組み　山田泰史（カルビー）

ワークショップ

「安全確保の理論」をテーマに各講師から講演が行われ、講演後には活発な議論が行われた。

開催日：2015 年 9 月 14 日（月）15:00 ～ 17:00

(1) 本質安全と機能的安全　福田隆文（長岡技科大）
(2) 安全な速度監視の実現と実践　加部隆史（安全工学研究所）
(3) 人間の有する本質安全性とパーソナルロボットとの相性
杉本旭（明大）

学術講演会

二日間にわたりオーガナイズドセッション 3 件、一般セッション 2 件を実施した。日本機械学会若手優秀講演フェロー賞選考会を兼ねており、参加者は延べ 100 名程度であった。29 件の発表と活発な議論が行われた。

開催日：2015 年 9 月 14 日（月）9:00 ～ 14:30

[G170-01] 産業・化学機械と安全部門一般セッション (1)
座長　三友信夫（日大）

G1700101 Taylor 渦バイオリアクターを用いた光合成微生
木村貴大（室工大）○
G1700102 超音波による液 - 液混相流の濃度分布計測の可能性
齊藤啓（室工大）
G1700103 クローズド平羽根回転翼攪拌槽における液相混合
蝦名宏武（室工大）○
G1700104 北海道産泥炭の圧搾及び熱乾燥特性　金熙濬（新潟大）
G1700105 福島第一原子力発電所事故を踏まえた組織レジリエンスの向上（Ⅲ）―時間フロー Responding 構造モデルによる 5 号機の事例分析と評価―　吉澤厚文（NFT）
G1700106 福島第一原子力発電所事故を踏まえた組織レジリエンスの向上（Ⅳ）―Safety- Ⅱを実現する Attitude 醸成の検討―
大場恭子（東工大）

[G170-02] 産業・化学機械と安全部門一般セッション (2)
座長　三友信夫（日大）

開催日：2015 年 9 月 14 日（月）10:45 ～ 12:00

G1700201 往復動式圧縮機の摺動部特性変化に関する研究と固有振動特性の関係　中村赳教（山口大）○
G1700202 損傷モニタリングにおける重点回帰による経済リスク低減
算用子恵慎（群馬大）○
G1700203 消費生活用製品設計において使用する危険源リストの開発
飯澤祐貴（長岡技科大）○
G1700204 保守・保全技術者に対する出前型実験教育の研
伊藤大輔（横国大）
G1700205 リスク評価に適用する事故シナリオ同定手法に関する研究　橋本淳史（日大）○

[S174] 安全な化学プロセス　座長　吉田雅典（室工大）

開催日：2015 年 9 月 14 日（月）13:00 ～ 14:30

S1740101 水平矩形管における非ニュートン流体系気液二相流動プロセスのスケールアップ
太田光浩（徳島大）
S1740102 撹拌槽内における高粘性流体中の粒子浮遊モデル
本間洋（山形大）
S1740103 往復回転翼邪魔板無し攪拌槽における液相混合
代崎駿斗（室工大）○
S1740104 超音波計測を用いた低アスペクト比 Taylor 渦流れの流動解析　青塚公希（室工大）○
S1740105 低アスペクト比における Taylor 渦流れの流動解析とそのプロセスの安全性　高世浩平（室工大）○
S1740106 水蒸気爆発抑制材の開発と使用法　古谷正裕（電中研），

[S171] 産業・化学機械や設備の材料・検査技術
座長　伊藤大輔（横国大）

開催日：2015 年 9 月 15 日（火）8:45 ～ 10:15

S1710101 FRP のレインエロージョン挙動に関する研究
長井志剛（日大）○
S1710102 超音波によるコースティック像の形成に関する基礎的研究　前田裕太（関東学院大）○
S1710103 FRP 機器におけるアルコール浸入速度を検出するセンサの開発　久保内昌敏（東工大）
S1710104 コースティックス法による分岐き裂の破壊挙動の解析
土屋匠（関東学院大）○
S1710105 食品機械におけるはさまれ災害の危害の大きさの推定に用いるセンサの開発　兼岡励（長岡技大）○
S1710106 伝播ラム波のモード変換に着目した産業プラント配管の損傷モニタリング　嶋崎守（都立産技高専）

［S173］産業・化学機械や設備の安全規格対応技術
座長　伊藤大輔（横国大）

開催日：2015 年 9 月 15 日（火）10:30 ～ 12:00
S1730101 圧着端子接合部の安全性の実験的検証
鈴木熙（長岡技大）○
S1730102 歩行者保護を目的とする自動車のクリティカルインターロック　岩本考弘（明治大）○
S1730103 航空機の安全に関するボーイングとエアバスの考え方の違いについて　伊藤哲朗（明治大）○
S1730104 停止リスクの導入による生産ラインの安全性と生産性の向上　高岡叡史（明治大）○
S1730105 ボルトの締結における安全確認型ゆるみ検出座金の研究
千葉正伸（職業大）
S1730106 安全（確認）の原理における調整制御の検討
中村瑞穂（職業大）

研究発表講演会 2015 夏季

横浜国立大学教育文化ホール中集会室で 18 名が参加し、6 名の学生による研究発表が行われ、これらの発表に関する活発な議論も行われた。合わせて、安全に関する基調講演として「インフラ構造物の維持管理・長寿命化の重要性」が行われた。安全というキーワードで様々な産業分野の研究・教育の成果が発表された。

開催日：2015 年 6 月 19 日（金）13:00 ～ 16:00

基調講演：「インフラ構造物の維持管理・長寿命化の重要性」
藤野陽三　横浜国立大学先端科学高等研究院　上席特別教授

14:00 ～ 16:00　一般セッション、座長：伊藤 大輔（横浜国大）
GS-1　人間信頼性解析手法を用いた航空機事故の要因分に関する研究　橋本 淳史（日本大学）○
GS-2　FRP のレインエロージョン挙動に関する研究
長井 志剛（日本大学）○
GS-3　修正共通勾配法による配管要素の低サイクル疲労寿命評価 ―配管寸法と形状の影響―　永守 飛雲（横浜国大院）○
GS-4　静荷重下における超音波の伝搬挙動
前田 裕太（関東学院大）○
GS-5　光学的手法を用いた変位外挿法による応力拡大係数の測定
土屋 匠（関東学院大）○
GS-6　ニードルピーニングによる溶接継手の疲労限度向上と疲労き裂の無害化　笛木 隆太郎（横浜国大院）○

研究発表講演会 2015 秋季

東京工業大学大岡山キャンパス蔵前会館　手島精一記念会議室で 20 名程の聴講者を集めて開催した。基調講演では日本の産業近代化の中での安全管理活動の経緯を内田嘉吉“安全第一”の活動から解説がされ、安全の基本的考え方を再確認する機会となった。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：2014 年 11 月 5 日（水）13:00 ～ 16:10
基調講演：日本の産業近代化の中での安全管理活動の夜明け
小山 富士雄（東京大学 環境安全研究センター 客員研究員）
GS-1　松本 秀行（産業技術総合研究所）
GS-2　寺内 孝幸（東京工業大学）○
GS-3　増山 大（日本大学）○
GS-4　飯澤 祐貴（長岡技術科学大学）○
GS-5　荒尾 与史彦（東京工業大学）○
GS-6　金井 貴文（東京工業大学）○

○：若手優秀講演フェロー賞選考対象者

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となります。
部門会員の皆様には、ぜひとも積極的に参加下さい。

日本機械学会　2014 年度　若手優秀講演フェロー賞受賞者の声

当部門では、若手への知の伝承を目的に、若手研究者を年次大会学術講演会、部門研究発表講演会へ積極的に登壇させており、発表・質疑応答練習の場（プレゼン道場）として好評を得ている。2012 年度からは、26 歳未満で優秀な講演を行った者に対して、日本機械学会若手優秀講演フェロー賞の部門推薦を始めた。当部門推薦による受賞者から喜びの声が届いたので、紹介する。

この度は栄誉ある賞を頂き、誠にありがとうございました。未だ未解明な部分の多い、亜酸化窒素を支燃性ガスとして用いた混合気の爆発特性について発表させていただきました。当日は、難しいことを考え過ぎずに、とにかく大きな声で自信をもって発表をするということだけを意識していたことを覚えています。発表を通じて様々なご意見をいただき、今まで気づくことが出来なかった視点から自らの研究を見ることが出来ました。

これからは社会人となりますが、この賞に恥じぬよう、安全工学に携わって学んだこと、学会で得たことを活かして成長していきたいと思い

ます。これからも、産業化学・機械と安全部門および日本機械学会の発展に寄与できますよう、努力してまいります。誠にありがとうございました。

2015 年 5 月 22 日
西田　拓也（横浜国立大学大学院　環境情報学府　環境リスクマネジメント専攻２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』

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、日本電機工業会、日本機械工業連合会、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：2015 年 8 月 28 日（金曜日）10:00 ～ 17:00

会場：京都烏丸コンベンションホール　会議室 1
〒 604-8162　京都市中京区烏丸通六角下る七観音町 634

聴講料：会員及び協賛団体会員 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：33 名（会員：4 名、協賛団体会員：10 名、　会員外：18 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。

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）安全規格動向: 機械安全の国際規格とC規格（プレス機械）の動向と適用事例	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㈱ 事業企画部 畑　幸男
2）第一人者が語る機械エンジニアのための機能安全事例	ISO 13849-1:2006 が発行されてから 7 年。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。ここでは、機械向け機能安全規格 IEC 62061 原案策定時の元国際エキスパートが、機械・設備設計者向けに機能安全の要点を平易に解説する。CE マーキングを始めとする国際安全規格対応の要点がわかり、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。実際の事例から国内向けと国外向けで安全に関わる電気電機設計コンセプトにどのような違いがあるのか解説します。	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：31 名
評価：3.97

	良かった 5	4	普通 3	2	不満足 1	アンケート数	平均点
全体運営	5	15	5	1	0	26	3.92
講演　1	8	17	5	1	0	31	4.03
講演　2	8	13	8	2	0	31	3.87
講演　3	10	10	11	0	0	31	3.97
講演　4	14	13	3	0	0	30	4.37
講演　5	7	14	10	0	0	31	3.90
講演　6	7	13	8	2	1	31	3.74

コメント
良かった点
① 分かりやすく勉強になりました
② コンペティタ同士が一同に介して講習して頂く機会はめったにないため、各社さんの考え方の違いなどためになった。
③ メーカーの生の声を聞けて良かった
④ 説明がとても上手で分かりやすかったです
⑤ 指摘事項を具体的に、効果的に記載いただいており、非常に理解しやすかった。

改善すべき点
① スケジュール時間がきつい
② 室温が高く集中力が落ちる
③ 進み少し速い
④ 分かりやすく説明いただけたが、手元にない資

料が多かった、残念

⑤ ボリュームが多いので難しいのは分かるが、その中でもポイントをしぼって、具体的な説明がなかった。「要は規格にかいてある」のはだれでもわかること。

写真：

演題：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

協賛：安全工学会、安全工学研究所、エンジニアリング協会、軟包装衛生協議会、日本電機工業会、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、化学工学会、日本鍛圧機械工業会

開催日：2016 年 2 月 5 日（金曜日）10：00 ～ 17：00

会場：一般社団法人 日本機械学会 第 1 会議室　〒 160-0016　東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館 5 階

聴講料：会員及び協賛団体会員 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：44 名（会員：11 名、特別員：8 名、協賛団体会員：16 名、会員外：9 名）

主旨：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。

演題詳細：

司会：コマツ産機株式会社　事業企画部　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。	10:10 ～ 11:00 テュフラインランド 杉田　吉広
2）第一人者が語る機械エンジニアのための機能安全事例	ISO 13849-1:2006 が発行されてから 7 年。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。ここでは、機械向け機能安全規格 IEC 62061 原案策定時の元国際エキスパートが、機械・設備設計者向けに機能安全の要点を平易に解説する。CE マーキングを始めとする国際安全規格対応の要点がわかり、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。実際の事例から国内向けと国外向けで安全に関わる電気電機設計コンセプトにどのような違いがあるのか解説します。	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：40 名

評価：4.17

全ての講義及び講習会運営において平均点 4 点（満点 5）以上と高い評価を得た。

講演	良い 5	4	普通 3	2	難しかった 1	アンケート数	平均点
1	11	18	5	3		37	4.00
2	19	11	9			39	4.26
3	12	20	8			40	4.10
4	23	12	5			40	4.45
5	18	12	8	1		39	4.21
6	12	14	9	1		36	4.03
全体運営	10	21	5			36	4.14
合計	105	108	49	5	0	−	4.17

コメント（抜粋）：

良かった点

① 非常に分かり易かった。

② 第三者認証をスポットにあて幅広い講演が良かった。

③ 実例、具体例を交え分かり易い説明で良かった。

④ 規格改定の具体的時期の説明があって良かった。

⑤ 午前中に基礎、午後に認証の具体的講義で分かり易かった。

⑥ 事例、実態など普段聞けない話を聞けた。

⑦ 業務上の安全の話からそれをビジネスにつなげる視点まで広く話があり為になった。

⑧ CE マーキングが理解できた。

⑨ 有用なセミナーで社内にフィードバックする。

⑩ 米国の特殊な事例が分かり易く説明で良かった。

⑪ タイムスケジュール通りの運営が良かった。

改善した方がよい点

① ユーザにも分かり易く配慮してほしい．

② カラー印刷が欲しかった。
③ データで提供いただきたい。

写真：

トワイライトセミナー

第 35 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：2015 年 4 月 10 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：大原 良友 氏
千代田化工建設（株）機械設計ユニット 上席技師長
講演概要：第 35 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」は、平成 27 年度の技術士第二次試験申し込みの受付を開始した直後の 4 月 10 日（金）に開催された。

毎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。今年も企業からの参加者が大半（16 名／ 22 名）を占めていた。

講師である千代田化工建設（株）シニアコンサルタントの大原良友氏は、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。

講演の最後には、大原氏から「技術士（機械部門）は、あきらめないで受け続ければ必ず受かる」という激励の言葉が参加者に贈られた。

講師の大原氏

第 36 回トワイライトセミナー
「安全学の確立に向けた取り組みと今後の展望」
開催日：2015 年 4 月 28 日（火） 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：向殿 政男 氏
明治大学 名誉教授
講演概要：第 36 回トワイライトセミナーは、講師として明治大学名誉教授の向殿政男氏を迎え、「安全学の確立に向けた取り組みと今後の展望」と題して開催された。開催日はゴールデンウィークの谷間だったにもかかわらず 13 名の参加者が集まった。

まず、平成 21 年に東京都内で発生したエスカレーター事故を例に挙げて、（国、メーカー、設置者、管理者、及びユーザーなど）立場の違いを踏まえた上で、国の事故調査のあり方を解説した。その中で、事故調査はあくまで事故の再発防止に役立てるためであり、決して事故の責任を問うためにおこなうものではないことが強調された。

また、従来は各分野のそれぞれの見地によって安全のとらえ方やアプローチが異なっていたが、各分野の安全も技術的側面、人間的側面、組織的側面で多くの普遍的で共通な点があり、安全の専門家は横断的、総合的、統一的な観点を持つべきであるとして、安全を理念的な側面から、安全の知を統一的に概観し、体系化して安全の共通部分を安全学として確立しようとするこれまでの試みについて紹介した。

会場ではオフレコの話を織り交ぜつつ、講演は終始和やかな雰囲気で進められた。講演後はフロアから、刑法の限界や、可能性と確率性の違い、信頼性と安全性の違いなど、一歩踏み込んだ質疑が多く寄せられ、参加者を交えた議論が尽きなかった。

講師の向殿氏

以上

学生アカデミー（機械の日）開催報告

昨年度から企画された学生アカデミーは、今年度は 2 回開催された。紙面の都合上、全てについて詳細な報告をここで紹介することはできないため、それらの概要について報告する。詳細について興味のある方は、当部門のホームページ（http：//www.jsme.or.jp/icm/）に掲載されている報告書を参照されたい。

各学生アカデミーでは、活発な質疑応答が行われ有意義なものであった。

第９回学生アカデミー
開催日：2015 年 10 月 22 日（木）13：00 ～ 15：00
会　場：ニチアス株式会社　鶴見研究所内 鶴見テクニカルセンター

企画趣旨：
各種プラント設備向けに製品やエンジニアリングを提供する「プラント向け販売・工事事業」をはじめ、基幹産業を主な市場とする「工業製品事業」、半導体産業に特化した「高機能製品事業」、自動車メーカーなどを主な客先とする「自動車部品事業」、ビルや住宅の建材を供給・施工する「建材事業」等、幅広い産業分野をカバーするニチアス（株）の研究所（鶴見テクニカルセンター）を見学する。あらゆる産業と深く関わりながら、各問題を解決していく製品開発および製品評価の現場を説明頂く予定である。

プログラム：
１）　ニチアス（株）会社概要説明
２）　ニチアス（株）鶴見研究所（鶴見テクニカルセンター）見学
３）　研究開発・研究評価に関する業務紹介
４）　質疑応答

参加者：5 名、部門委員 2 名（三友、伊藤）　計 7 名

前半 13:00 ～ 14:00 までは、鶴見テクニカルセンターにて会社概要および研究・開発の進め方等の詳細説明を受けた。その後、センター内の各研究室を見学し、最新の評価分析装置等の説明を受けた。学生にとって、ニチアスという会社は、プラント向け商品および工事事業が主力であるというイメージが強いが、半導体関連事業、自動車部品事業、建材事業等、幅広い製品開発・製品評価を行っている現場技術者の姿を間近で見ることができた。
後半 14:00 ～ 15:00 までは、会議室にて、質疑応答時間となり、学生より様々な質問があり、活発な意見交換がなされた。

第 10 回学生アカデミー 施設見学会
開催日：2015 年 11 月 27 日（金）14：00 ～ 16：00
会場：株式会社 MCHC R&D シナジーセンター

プログラム：
１）三菱ケミカルホールディングス社の概要説明
２）MCHC R&D シナジーセンター・安全工学研究室の保有技術の紹介
　安全工学研究室のミッションや保有技術についての紹介があった。
３）KAITEKI SQUARE 見学
　センター内の展示コーナー「KAITEKI SQUARE」にて、三菱ケミカルホールディングスグループが開発した化学製品の紹介・説明をしていただいた。
４）安全工学研究室見学
　熱分析による反応の暴走危険性評価を行っている実験室と、高温高圧状態の爆発危険性評価が可能なガス爆発実験装置を見学した。
５）質疑応答、その他

参加者：10 名

ガス爆発実験装置の見学

2015 年度市民フォーラム実施報告書

2015 年 11 月 20 日（金）「食品事故について考える」をテーマに最近起きた事故を取り上げその原因及び対処法について 2 人の講師を招き、最近起きている食品異物混入事故、食品毒物混入事件をもとに事故防止、事件防衛に関して講演していただいた。食品会社、食品製造設備会社等 9 名の参加者があった。
開催日　2015 年 11 月 20 日（金）13：00 ～ 15：30
会　場　埼玉県産業技術総合センター（埼玉線川口市）
演　題　食品異物混入事故の検証　　講師　今道純利
　　フードディフェンスの課題　　講師　佐田守弘
参加者　11 名

講演内容
(1) 食品異物混入事故の検証
近年、衛生管理技術の向上により食中毒事故は減少している。その反面、異物混入事故は少なからず発生している。異物混入事故の原因はヒューマンエラーによるもので、そこには人の介在がある。そのエラーは無意識によるものと、事故の重大性を見過ごすことによるもの、また知識不足あるいは慣れによることが多い。
その防止には作業員教育と 5S 活動による環境改善が大切であるが、ミスの隠ぺいを防ぐためにもミスを責めない風土も大切である。
異物を含めて食品事故のほとんどは現場に由来する。現場を良く知り、危険の要因を探し出して対策を立てることが大切である。またその事例を共有することも併せて大切である。

(2) フードディフェンスの課題
社会を脅かす目的で薬品、細菌、放射性物質を食品に混入する行為をバイオテロと呼ぶ。2008 年と 2013 年に発生した冷凍食品への農薬混入は日本でも食品テロが発生し得ることを知らしめた。
悪意を持って意図的に行われる食品テロは、性善説を

前提とした食品安全（food safety）では対処できず、食品防衛（food defense）による対策が必要となる。それには食品テロを想定した体制を考える必要があり、組織マネジメント、人的要素、設備管理の点から考えなければならない。

また食品の各種偽装行為は、自らの企業を傷つけるものであり、経営者による自爆テロに等しいと言わざるを得ない。

会員の声

「大学における安全教育の重要性」

東北大学　流体科学研究所　高奈 秀匡

私どもの研究室では、大気圧反応性プラズマを用いた燃焼促進や環境浄化に関する応用研究やイオン液体静電スプレーの基礎現象の解明を目的とした実験的研究を行っております。これらの研究では数 kV 程度の高電圧電源が不可欠となりますが、高電圧に関する知識不足や、誤った使用方法により、重篤な感電事故につながる可能性があります。また、プラズマ生成ガスであるアルゴンガスやプラズマにより発生するオゾンは、空気よりも重く、低い場所に滞留するため、実験中は配管や機器に漏れがないかを十分に確認する必要があります。学生は、短期集中型の実験スタイルを好む？ようですが、そのような場合、「焦り」や「ちょっとした気の緩み」、「慣れ」が危険に対する認識を低下させ、重大な事故につながる確率が高くなります。研究室では、毎年、4 月に安全教育を行い、実験で使用する機器の使用方法や予測される事故等について経験談を交えつつ、安全対策について再認識しております。また、所内で開催される救命救急講習に参加し、実際に事故が生じた場合の対応についても確認しております。昨年、学内でスポーツ中の学生が突然意識を失って倒れ、心肺停止となった事故がありました。幸い、その場に居合わせた学生・教職員が即座に対応し、AED による応急手当により意識を取り戻しました。この事例を通して、事故は身近なところでいつでも起き得るということと、救命講習の重要性を改めて認識いたしました。

「機械遺産と現代ボイラ」

三浦工業㈱　ボイラ技術部　三浦 正敏

この度、弊社の発展と国内での貫流ボイラの普及の礎となった小型貫流ボイラ ZP 型が機械遺産として登録された。この ZP 型と現在のボイラを紹介する事で進化した技術、変わらない想いについて紹介したい。

ZP 型は 1959 年の労働安全衛生法の「貫流ボイラは運転圧 10k/㎠G 以下、伝熱面積 10 ㎡以下であれば、従来の法規制を受けない」という改正を受け、三浦工業創業者、三浦保によって開発されたボイラである。当時、独創的な Z 型の缶体構造を持った ZP 型は貫流ボイラとしてなかなか認められず、証明する実験方法も自分達で考えないといけないという状況下で社員一丸の熱意により難産の上、生み出された商品である。結果、従来ボイラを使用できなかった多くの商店・中小企業に受け入れられた。さらには大手の工場でも、複数の小型貫流ボイラを組合わせ、負荷に応じて燃焼台数をコントロールすることで省エネと大容量への対応が可能となり、従来の大型ボイラから小型貫流ボイラが主流となった。

当時としては画期的な ZP 型は蒸発量 120 ～ 430kg/h、効率 78 ～ 80％であったが、現在は 3000kg/h、潜熱回収により効率 100％を越える機種が開発されており、オンラインメンテナンス・蒸気負荷に応じて最適な燃焼ステージと運転台数を切り替える制御など、機械としては圧倒的に進化している。ただし「世界一安くて良いボイラーを創ろう」という当時からの基本的な理念はぶれることなく伝承されおり、現在、国内で発電事業等の大容量ボイラを除いたボイラ市場の約 70％が省エネ性・環境性に優れた貫流ボイラとなり、更に世界に向け普及を推進している状況である。

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 4 日（月）：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」（会場：CiC 東京）
6 月 3 日（金）：産業・化学機械と安全部門 研究発表講演会 2016 夏（会場：関東学院大学）
9 月 11 日（日）～ 14 日（水）：日本機械学会年次大会（会場：九州大学）

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 2017 年 1 月 27 日（金）までとします。

2015 年度日本機械学会贈賞

若手優秀講演フェロー賞：笛木 隆太郎（横浜国立大学）

2015 年度部門賞・部門表彰贈賞

部門表彰（論文表彰）：土屋 匠（関東学院大学）、
寺内孝幸（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　2016年４月１日
発行責任者　畑 幸男
編集委員　加藤 之貴

お知らせ：今号より PDF ファイルによる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