ISSN 2186-5582

安全安心社会研究

［第７号］

2019年3月

長岡技術科学大学
安全安心社会研究センター

安全安心社会研究

［第7号］

2019年3月

長岡技術科学大学
安全安心社会研究センター

巻 頭 言

長岡技術科学大学　システム安全専攻
教授　**門脇　　敏**

現在、産業現場で使用される機械による労働災害は、全労働災害の約四分の一を占めている。後を絶たない機械災害の減少に向けて、平成26年４月15日に基安発0415第３号「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」が、厚生労働省労働基準局より通達された。この通達により、機械安全に係る人材を育成するため、教育カリキュラムを実施する必要が出てきている。カリキュラムの種類は、合計30時間（機械安全設計に係る電気・制御技術者は40時間）の「設計技術者に対する機械安全教育カリキュラム」と、合計15時間の「生産技術管理者に対する機械安全教育カリキュラム」である。現時点では、この通達は強制力を伴うものではないが、いずれ教育カリキュラムの実施が必須となることは想像に難くないであろう。

そこで提案したいのが、機械安全に関連する資格の取得である。資格を有している者は、十分な専門知識があるとみなされ、教育カリキュラムの全てまたは一部が免除になる。具体的には、システム安全エンジニア資格認定委員会（長岡技術科学大学等）による「システム安全エンジニア」や一般社団法人日本電気制御機械工業会等が実施している「セーフティリードアセッサ等」、そして国家資格である「労働安全コンサルタント」である。なお、これらの資格の中で教育カリキュラムの全てが免除されるのは、「システム安全エンジニア」のみである。他の資格では、教育カリキュラムの一部が免除となっている。

今後、機械による災害を減少させるためには無論のこと、安全安心社

会を構築するためにも、機械安全に関する専門的な知識と実務能力を有する人材の育成と確保が急務である。さらに、安全に関する意識は世界的に高まっているため、グローバル化社会においては、今後より一層の安全管理が求められることになるだろう。この機会に、今一度、機械安全に関する教育と学習の必要性を考え直してみてほしい。機械安全の意識が今以上に高まり、安全安心社会が構築されることを切に願っている。

内容目次

巻頭言　長岡技術科学大学　システム安全専攻 教授　　門脇　敏 …… ii

【特集：安全エンジニアの資格制度とその展開】

米国のシステム安全活動

有人宇宙システム株式会社　　大賀　公二 …… 1

システム安全エンジニア普及に向けた提言

（一社）日本食品機械工業会　事業部長　　大村　宏之 …… 7

【調査研究】

中性子耐性を考慮した電子デバイスの高信頼化技術および安全技術関する研究

株式会社日立製作所　　鳥羽　忠信 …… 17

【OB投稿】

私は、日本医科大学白菊会に献体登録をしました －安全に関わる者としての最後の心得－

長岡技術科学大学　システム安全専攻 3期生　　吉田　忠義 …… 21

【客員研究員活動報告】

不吉な予感！

岩岡　和幸 …… 25

「安全帯」が無くなる？

奥田　真司 …… 27

新しい時代の安全原則を考える
松浦　裕士 …… 31

産業用ネットワークに使用しているOA機器について
越前屋　睦 …… 33

外国人労働者と日本の安全を考える
今枝　幸博 …… 35

安全：持続可能性と集合知
櫻井　剛 …… 37

食の安全を支える食品衛生法－“HACCP制度化”とその導入支援
川瀬　健太郎 …… 39

Safety-IIという安全概念
吉澤　厚文 …… 41

【センター活動報告】

平成28年度～ 30年度　安全安心社会研究センター主催の講演会等の活動　43

長岡技術科学大学における安全安心社会の構築に向けた取り組み …… 49

「安全安心社会研究」第７号　索引・ＰＤＦ化のお知らせ …… 51

【付録】

安全の世界史年表
長岡技術科学大学　理事・副学長　　三上　喜貴

※【シリーズ：安全安心社会研究の古文を読む】,【シリーズ：海外書紹介】今号休載

米国のシステム安全活動

有人宇宙システム株式会社　大 賀 公 二
（システム安全専攻 1期生，本センター客員研究員）

はじめに

「System Safety：システム安全」については、米国規格MIL-STD-882に遡る。米国では、Aerospace System Safety Societyが設立され、防衛・航空宇宙分野を中心にシステム安全活動の啓蒙が開始され、以降International System Safety Society（ISSS）として、様々な分野を横断した安全確保の活動を推進している。筆者は、この数年間、本協会が主催するThe International System Safety Conference（ISSC）に参加をしており、システム安全に関する最新情報の収集をするとともに、ISSS役員、各国・各分野のシステム安全専門家との議論を実施してきた。本稿では、ISSSでの活動を紹介するとともに、システム安全の最新動向を紹介する。

1．The International System Safety Society（ISSS：国際システム安全協会）

国際システム安全協会は、Hazard、Safety、Risk Analysisのプロセスに Engineering（技術）とManagement（管理）の適用におけるプロ組織としての貢献（最新／最良の安全確保の追求、新技術の創出、書籍出版、人材育成、啓蒙活動等を実施）を目的とする非営利団体である。

同協会は、国際的な視野を持ち、世界中からのメンバーを募っている。System Safetyの発祥である米国内外の企業、教育機関、その他

の機関と提携している。

1964年にThe International System Safety Societyがカリフォルニアで設立され、その後コロンビア特別区に非営利の専門組織として組み込まれ、長年にわたって範囲、影響力の着実な拡大を進めている。

メンバーは現在、数十の異なる国々や様々な分野にまで及んでおり、メンバーによる直接参加の機会を提供するため、米国内外に数多くの地方支部が設けられている。

本協会の詳細は、以下のホームページを参照されたい。

https://system-safety.org/

2. The International System Safety Conference（ISSC：国際システム安全会議）

ISSSの最大のイベントは、毎年８月または９月に開催されるThe International System Safety Conferenceでる。本会議は、システム安全要素である、技術および管理に関するすべての側面および問題／課題の技術プレゼンテーションおよびディスカッションをするためのフォーラムである。１週間にわたり、テクニカルセッション、チュートリアル、ワークショップ、特別イベント等が実施され、システム安全分野における最高レベルの情報収集先であると考える。

システム安全の技術と科学の両者がカバーされ、ライフサイクルにおけるシステム安全の効果的な遂行に影響を与える問題等も議論される。毎回400名規模での参加者がある。

本会議の目的は、以下である。

●システム安全の技術と科学を進歩させる
●システム安全に関する意味のある管理と技術的理解を促進する
●知識の進歩をすべての興味を持つ組織や個人に広める
●システム安全に関わる専門家の育成
●システム安全に関する規格等の理解を向上させる

2019年度は、第37回として、米国バージニア州ノーフォークで開催された。会議の詳細については、以下のホームページを参照されたい。
https://issc37.dryfta.com/

ISSCにおいて、近年のシステム安全に関する最近のトピックスとしては、

- ●安全マネジメント／プランニング、安全文化構築等、基本事項の再認識を重要視
- ●ソフトウェア安全性、サイバーセキュリティ、セーフティケース（GSN）、アシュアランスケースに高い注目
- ●STAMP/STPA（STAMP（Systems-Theoretic Accident Model and Processes / System-Theoretic Process Analysis））が高い注目、米国ではデファクトスタンダード化の動き
- ●セキュリティと安全を連携させてアシュアランスすべきというアプローチに進化

があげられる。

3．米国で安全資格認定制度（認定安全専門家）

米国では、エンジニア教育全体としてプロフェッショナルエンジニア（Professional Engineer：PE）制を初めとした資格認定制が根付いており、安全分野でも認定安全専門家（Certified Safety Professional：CSP）制が確立している。CSPについては、現在全世界で約２万人のエンジニアが取得している。１項に示すISSSは、安全技術者認定制度をBoard of Certified Safety Professionals（BCSP：公認安全専門家委員会）とともに構築している。図1に、BCSPの概要を示す。

２項に示すISSCの参加は、CSPの取得要件にもなっている。

現在、BCSPでは、８つのプログラムを構築している。（図２参照）

資格は、ISO/IEC 17024（Conformity assessment / General requirements for bodies operating certification of persons 適合性評価－人の認証を実施する機関に対する一般要求事項）の適合性認定を受けている。

資格の陳腐化を防ぐために、定期的に内容の改訂を実施しており、実際の業務環境を分析し、必要とされる知識・スキル・コンピテンシーのアップデートをするほか、資格取得のための試験問題の見直しをし、常に最新化を進めている。

図１　公認安全専門家委員会（BCSP）

図２　BCSPの８つの認定資格プログラム

4．システム安全エンジニア

２項で紹介したISSC参加を通じ、特に重要であると再認識をした、「システム安全エンジニア」について紹介する。

システム／製品の安全性解析は、かなり複雑で多数の解析から成る。これらの解析は、システム安全プログラムの中核をなすもので、その目的とするところは危険状態の除去あるいは制御を行い、システム／製品における危険性が最終的に定められた水準以下あることを確認することである。

この活動を確実に推進する役割を担うのがシステム安全エンジニアである。システム安全エンジニアの役割は、開発プロセスに会わせてタイムリーな活動を、設計者と協力して実施することである。そのため、安全の専門家として、各種解析技法等を駆使し、ハザードの識別と必要な措置、各種トレードオフを実施する際考慮しなければならない安全性事項の決定と評価、安全性目標、要求が達成されていること

を提案できる能力が求められる。

安全性に関する項目や要求を満たすシステム／製品をできる限り経済的に製造するためには、適切な安全性確認システムを確立することが重要である。ハードウェアができてしまった後よりも、図面上で変更を行うほうが、より簡単で経済的かつ効率的であることから、確認システムは潜在する安全性上の問題をシステム／製品のライフサイクルのできるだけ早い段階において明確にでき、コストのかかる修正や計画変更を防ぐものでなければならない。

そのためにも、システム安全エンジニアは、システム／製品の概念設計段階において適用すべき初期ハザード解析（Preliminary Hazard Analysis：PHA）技法を熟知し、過去のデータ、事故事例、教訓等の安全情報を活用できなければならない。

おわりに

本稿では、米国におけるシステム安全活動について、The International System Safety Societyの紹介を中心に、筆者の考えるシステム安全エンジニアの姿について述べた。

システム安全活動の活性化、安全に携わるエンジニアのモチベーション向上に向け、皆さまと議論を進め、安全安心社会の実現に向け貢献をしていきたいと考える。

システム安全エンジニア普及に向けた提言

（一社）日本食品機械工業会　事業部長　**大 村 宏 之**
（キャリアアップコース ４期生，本センター客員研究員）

はじめに

システム安全エンジニア（以下、SSE）の入門レベルに位置づけられる「システム安全・アソシエイト」（以下、アソシエイト）及び中級レベルの「システム安全サブエンジニア（以下、サブエンジニア）」が創設され5年目を迎える。筆者が所属する（一社）日本食品機械工業会（以下、日食工）では、2016年より会員企業各社のグループリーダクラスの設計者はサブエンジニア、技術系全社員はアソシエイトの資格を取得することを企業に呼び掛けている。その結果、100名近くのアソシエイト有資格者及び数名のサブエンジニア有資格者が誕生した。この認定制度は、適切性を確保するため、第三者委員によって構成される「システム安全エンジニア資格認定委員会（以下、認定委員会）」によって運営されている。

このような認定制度だが、日食工会員企業でもSSEを社員に取得させようと考える企業は多いとは言えない。本稿では、SSEの普及に資すると考えられる方策について、誠に僭越ながら提言させて頂く。

1．SSE の普及における課題

SSEの制度は長岡技術科学大学（以下、長岡技大）の多くの先生方のご苦労・ご献身の末、2010年のSSE試行試験を経て、現在に至る。

アソシエイトの受験者数は先生方による高専への働きかけが奏功し、増加傾向にあるが、サブエンジニア、SSEについては横ばいである。

筆者は人前で話をさせて頂く機会を頂く度に、SSE資格制度を紹介するが、SSEを知っている出席者に出会うことは極めて少ない。そして次のような質問や意見を聞く。

a）SSEはどの位普及している（毎年何人受験する）のか？
b）ユーザや同業者から聞いたことがない
c）取得するとどのようなメリットがあるのか？
d）勉強するためのテキストはあるのか？

このような質問から、SSE普及を妨げる課題を整理して次に示す。

（1）課題1：SSEの認知度不足と同じような資格の乱立

2014年の厚生労働省（以下､厚労省）の通達「基安安発0415第1号」にSSEの名称が明記されたことは本稿をご覧になっておられる皆様はご存知だろう。しかし長岡技大のシステム安全関係者を除く機械・装置技術者（設計者）及び消費財を生産する機械・装置の使用者（ユーザ）の多くはこの通達を知らない。また同時に発行された機械安全に関する教育を求める通達（基安発0415第3号）も同様である。それが前記1.のb）のような質問となって現れる。

一方で、厚労省の「機械の包括的な安全基準に関する指針（以下、包括指針）」は、ユーザが顧客要求として設計者へ包括指針への順守を求めるようになったため、食品機械産業界での認知度は高い。

機械メーカにとってユーザの言葉は重い。「顧客要求」となればメーカは多くの場合、対応せざるを得ない。「期待」のレベルであっても、対応すべき課題として捉えるメーカは多い。だがユーザから一度も聞いたことがなく、ユーザはおろか同業者からも聞いたことがない資格

となると、興味を持つメーカや設計者は少ないだろう。

またSSEは民間の任意資格で、同じような安全に関する民間資格は「セーフティアセッサ（以下､SA）」を初め「機械安全エンジニア」「テュフ認定エンジニア」など様々あり、極めて分かりにくい。

（2）課題２：メリットが見え難い

機械・装置メーカの経営スタッフが社員にSSEを取らせたいと考えるには、相応のメリットが必要になる。「SSEを有する設計者によって設計された機械」と「そうでない機械」では何が違うのか？　包括指針に基づき実施したリスクアセスメント（以下、RA）に基づき“残留リスク”“残留リスクへの対応”などの情報をユーザに提供し、なんら問題が生じていない場合、そう考えるのは当然だろう。

その他に「SSEを取得すると売り上げは増えるのか？」という質問もある。

（3）課題３：学ぶためのテキスト・講習会がない、試験会場が遠い

最後は、SSEの取得を考える方へのサポートに関連する事項である。

資格認定委員会のWEBサイトに受験要領は公開されており、そこに試験科目別に参考文献も明記されている。だが「技術士」や「労働安全コンサルタント」などの技術系資格試験には、受験対策のための書籍がある。専用書籍や講習会があると受験者は助かる。そしてもう一つは、試験会場。東京から離れたエリアに住む人にとって、アソシエイトを除き受験会場が東京にしかない現状は極めて不便である。

2．SSE 普及に向けた方策についての考察

筆者は欧州のEHEDG（European. Hygienic Equipment and Design. Group）という組織の日本事務局を兼務している。EHEDGは、食品

関連産業における技術者認証、教育などを行っており彼らの取り組みは参考になる。本章ではEHEDGが採用している仕組み、及び日食工で実践している方法から、前述した課題への対策のヒントとなり得るアイデアについて考察する。

（1）SSEの認知度不足と資格乱立への対応

a）ユーザ及び資格運営組織との協力体制構築

ユーザの発言は、メーカに大きな心理的効果を及ぼす。ユーザにSSEを知って頂くことが認知度向上のカギとならないだろうか。

EHEDGの場合、オランダで始まった取り組みが世界に知られるようになったきっかけは、まさにユーザの関与によるところが大きい。20年前、ある大手食品メーカが要求する内容を「設計ガイドライン」として大学が整備した。そのガイドラインが示す仕組みを他の大手食品メーカも取り入れ、機械メーカに要求したのが始まりである。もちろん欧州全域に広がる過程での欧州委員会の関与も無視できない。

課題2に記述した資格制度で最も認知度が高いものは（一社）日本電気制御機器工業会（以下、NECA）が運営するSAである。その理由は“大手ユーザがこの資格を社員に組織的に取らせたから”ではないかと推定する。もちろんNECAの組織的努力が前提である。

ユーザのRAは、機械メーカのRAの延長上にある。安全性を評価するためにユーザも基本的な機械安全の知識が必要になる。サブエンジニア取得を大手ユーザにPRする方法もあるが、大手ユーザと共同でユーザ専用の機械選定に特化した資格を新設する方法もある。理想は第三の方法として、SAとSSEを統合し、「ユーザ向け」と「設計者向け」に再編・体系化する道である。

EHEDGは技術者向けの“資格付与”ではなく、“教育レベルの証明”を行っている。分類は、設計者向けの“基礎”“上級”の他、“学生”そし

て“ユーザ”のカテゴリがある。

それぞれのカテゴリに専用の異なる科目を定めてはいない。15からなるモジュール（科目）の組み合わせによってこれらカテゴリに必要な知識を定めている。モジュールには17種類のテーマがあり、難易度別にはなっていない。それは１.で紹介した厚労省の通達が定める、設計者とユーザに要求する教育の「範囲」の分類に近い。“基礎”や“学生”のカテゴリは概念的なモジュールを使用し、“上級”カテゴリのみ、15以上のモジュールを使用する。

なお教育レベルの証明は、“上級”のみで，受講後の確認テストで8割以上のスコアを取った受講者に修了証を発行する。

b）機械関連団体との提携推進

日食工を含め多くの機械関連団体は、安全関連規格に関心を持っている。SSE取得を働きかけるパンフレットを作成し、各団体から会員企業にパンフレットを配ってもらうことは容易だろう。

だが重要なのは配布後のステップではないかと筆者は考える。パンフレット配布に協力し、SSE取得を会員企業に働きかけた各団体の事務局は、「会員から資格受験サポートの要請を受けたらどのように回答するのか」などの問い合わせへの対応について恐らく検討することになるだろう。この時に「参考文献となっている規格を読んで」とは言えないのではないか。最低限対策本あるいは専用講習会の紹介ができなければ、会員企業へのパンフレット配布そのものに消極的になる可能性がある。

教育プログラムを自前で準備することが難しい団体のために、本稿２.（３）のa）に記す「認定講習会」を紹介できるような仕組み作りが、パンフレット配布と同時に必要になると考える。

（2）メリットの創出

a）安全関連規格への適合性評価に関する力量の測定

恐らく各業界の企業に共通して業績の向上は大きなメリットと捉えるだろう。ただし業績向上のための条件は、それぞれ異なる。ここでは食品加工機械産業界を例に述べる。

誰もが知るように現在日本は急速な人口減少問題に直面している。国立人口問題研究所のレポートでは、30年後に人口が１億人を下回るなどの衝撃的な予測を明らかにした。人口が減れば食品の消費量は少なくなる。食品消費量が減れば生産量も同様で、生産量が減少すれば食品加工機械の需要も減少する。その結果、この業界は競争の激化から消耗を強いられる可能性もある。

食品加工機械産業界の輸出比率は現在４％で、典型的な国内依存型産業である。継続して発展するには、国内の熾烈な競争を避け、海外への輸出比率を高める道は恐らく最も有効だろう。業界内に実施したアンケートでは、今後輸出を検討する際の障害として「規格対応」が２番目に上がった。ISO/IECを用いた設計スキルを身に着けることは、業績向上になり得る。

量産型機械は、欧州でもタイプB規格の要求を修正するタイプC規格が開発される。だが生産量が少ない機械には、このようなタイプC規格はない。そのため設計者はタイプB及び類似した機械のタイプC規格を参照することになる。だが、これらの規格が使えないハザードはどうしても残る。ISO12100がリスク低減目標達成のための4つの要因に記すように、現実的な設計では規格要求を満たすことができない保護方策を採用せざるを得ない局面が生じる。そのため「規格対応」は、タイプB規格の要求事項を全て満たすのではなく、ISO12100のRA、及びリスク低減目標の4要因に従う適切な構造を検討する考え方を身に着ける必要があるのではないだろうか。

安全な隙間と最小距離等を満たさない欧州の機械が“なぜCEマーキング”を表示できるのか、論理的に理解できるようになると実際的な対応に役立ち、それはSSE取得メリットの一つになり得ると個人的に考えている。

b）資格への公的性付与

企業には、抱える有資格者を対外的にアピールしたいというニーズもある。このような要求について、次のような方策が考えられる。

最も容易な方策は、認定委員会のウェブサイトにサブエンジニア以上の有資格者及び所属組織を掲載する方法がある。これはEHEDGが行っているもので、企業名、有資格者名から検索できるので、“とりあえず”対外的なPRに役立つ。

もう一つは、国家資格への格上げである。この方法は「日本ファイナンシャルプランナーズ協会」のように資格認定を主たる業務とする自立した“組織”の立ち上げが必要になり、大変な困難を伴う。しかし絶大な効果が期待できる。

ただし海外から輸入する機械への影響を考えると業務独占は現実的でなく、「技術士」のようないわゆる“名称独占”、又は「ファイナンシャル・プランニング技能検定」のような力量証明だけの資格に留まるかもしれない。

（3）テキスト・講習会，試験等の資格取得サポート

a）資格取得を支援するテキスト及び講習会

SSEは安全関連規格の重要事項を網羅したテーマがバランス良く出題範囲に採択されている。これら出題テーマの参考文献は公表されているが、問題を解説する専用書籍はない。

通常、人は資格試験を受ける場合、その試験専用の参考書を購入す

るのではないだろうか？“労働安全コンサルタント”も選択肢は狭いが受験対策テキストを見つけることができる。その他国家資格や多くの民間資格にも専用のテキストが準備されている。民間資格の場合は、EHEDGのように講習会（トレーニング）とセットになっているものも多い。「安全関連規格から出題されるので規格を読めばよい」と思う方もおられるかもしれないが、長岡技大などでの専門教育や企業内で専門のOJTを受けた方以外，規格を読むだけでその意図を咀嚼できる人は多くないだろう。

資格取得の専門資料は当面の間、パワーポイントの資料であっても良い。ただしアソシエイトについては「システム安全入門」が2016年に発行されたのでテキストの問題は解消している。過去問題については“認定委員会”から無償で入手できるが，前述のように解説があると、受験希望者は安心できる。

EHEDGの仕組みは次の通りである。EHEDGは50を超えるガイドラインがあり、トレーニングはそのガイドラインの適用方法を含めた解説になっている。EHEDGはまず講師の力量を認証する。講師として認証されるためにはEHEDGが定めた試験に合格しなければならない。SSEに当てはめると“SSE又はSA有資格者”という条件に近い。

次にトレーニングそのものを認証する。トレーニングの開催を希望する組織は認証された講師を集め、EHEDG 本部に申請を行う。求めに応じトレーニングの試行時に本部から審査員が派遣され、講習の全ての内容の適切性、講師の説明の分かりやすさ、時間配分及び会場の適切性などについて評価が行われる。全ての項目について全審査員が合格判定を下すまでトレーニングは認証されない。

日食工の場合、第１回目の試行トレーニングで20程度の改善事項が指摘された。翌年行った第２回では改善事項がなくなり、数点の努力事項の指摘のみとなり、我々のトレーニングは承認された。

以上をSSEに当てはめると、SSE又はSAの資格を有する講師によって実施される講習会を日程委員会は認証・登録を行う。次に講習会とその運営組織をホームページに掲載する。このような仕組みができると、機械関連団体は登録講習会を利用することができるようになる。もちろん認証を受けた運営組織が独自に講習会を各地で開催できるようになるので、受験希望者は資格取得に向けた準備がしやすくなるのではないだろうか。また、SSE資格取得者の活躍の場も広がり、資格取得メリットにもなり得る。

b）資格試験会場

業務遂行にどうしても必要な資格であれば、試験会場が日本のどこであっても企業は社員を派遣するかもしれない。だがSSEの場合は民間資格なので、試験会場へのアクセスし易さは受験動機に影響を与える可能性がある。

実際、幾つかの企業の取締役から「泊りがけで１人数万円のコストをかけてまで取らせる必要のある資格かわからない」との感想を伺う。それでも2018年よりサブエンジニア以上の試験会場が東京の田町駅前に移ったことで、新幹線でのアクセスが大きく改善されたと評価する声は多い。新幹線停車駅から試験会場まで30分以内で到着できる距離が理想である。

だが､試験会場は東京だけである。現在はまだ受験者が少ないので、多くの会場を設けることは現実的でないことは理解できる。だが、少なくとも大阪会場の設置は検討する価値があるのではないだろうか。九州、四国、中国から参加する方の中には「飛行機を使えば東京でも良い」と言う方もいるが、一方でトラブルの少ない鉄道を使いたいと考える方もいる。

多数の国が参加するEHEDGの場合は、トレーニングを実施する登

録された組織に対し、試験実施も委託する。ただしトレーニング及び試験実施に関する規定を定め、委託先にこの規定への遵守を要求する。試験問題はトレーニング実施組織にメールで提供され、実施組織は現地語への翻訳、実施、採点、結果レポートの作成・提出を行う。本部は結果レポートに基づき、合格者へハードコピーの「修了証」を発行するという仕組みを採用している。

その他に、近年ではネット受験という選択肢も増えた。例えば英語能力の測定を目的とした試験の一つであるCASECはネット受験を取り入れている。このようなネット受験はその他に米国のAIBという組織が行う技術者認証の試験にも採用されている。ネット受験は適切性の面での課題も多いが、将来的な検討課題になり得る可能性はある。

終わりに

本稿に記した３つの課題には入れなかったが、認定委員会のマンパワーの問題は、実は最も重要かもしれない。多忙な先生方に全てを依存する現在の認定制度は、実施内容にどうしても制限がかかる。

一般社団法人などを組織し、資格を得た方を会員とし、さらに企業会員を募り、数名の専門職員を置いて核心業務以外はボランティアに頼る運営ができれば最も良い。しかし本稿では、このような高い理想ではなく実際的かつ実現可能と思われる方策に絞って考察した。

SSEの普及を心より願う。

中性子耐性を考慮した電子デバイスの高信頼化技術および安全技術に関する研究

株式会社日立製作所　鳥 羽 忠 信
（システム安全専攻 7期生）

1．はじめに

電子システムに搭載される半導体デバイスは、宇宙線起因の中性子線の影響でまれに誤動作を招くことが知られています。筆者は、中性子線によって発生する故障状態の検出と復旧方法について研究を進め、電子システムの信頼性と安全性を向上する方式を提案しました。

2．研究の背景

IoT（Internet of Things）や自動運転、AIの急速な普及に伴い半導体デバイスの出荷量が増大しています。中でもユーザが自由に回路をプログラミングできるSRAM（Static Random Access Memory）タイプFPGA（Field Programmable Gate Array）の適用が拡大しており、近年ではネットワーク機器、自動車、インフラ制御機器など信頼性と安全性が求められる製品への適

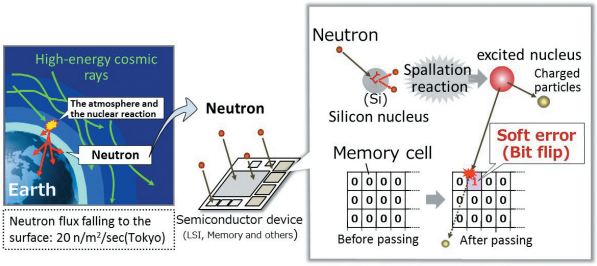


図１　中性子ソフトエラー発生メカニズム

用も増えています。一方で、半導体デバイスの微細化および高集積化の急進に伴い、自然環境に存在するα線や中性子線などの放射線によってメモリやフリップフロップなどの保持データが反転する環境放射線ソフトエラーの影響が拡大しています（図１）。特にFPGAは放射線の影響を受け易くソフトエラーの発生頻度が多い傾向にあります。そのためFPGAを多数搭載する電子システムでは、ソフトエラー起因による不再現障害の増加が懸念されています。そこでソフトエラーによるFPGAの誤動作を防ぎ、電子システムの安全性と信頼性を向上する方策について検討しました。

3. FPGA における論理的方策による高信頼設計

FPGAの構造とソフトエラー検出方法について分析を行い、中性子ソフトエラーに対する保護方策を、論理回路による対策、回路情報を格納したコンフィギュレーションメモリ（CRAM: Conguration RAM）制御による対策、実装方法による対策に分類しました。そして、まず論理回路の冗長性設計方法に着目し、FPGA内論理ブロックの３重化と多数決回路で構成するTMR（Triple Modular Redundancy）による方策を考えました。CRAMのソフトエラー発生頻度は一般的なハードウエア故障に比べ非常に多く、そのためエラー発生部位を復旧しない場合累積故障によってTMRによる対策効果が低下します。しかしTMR構

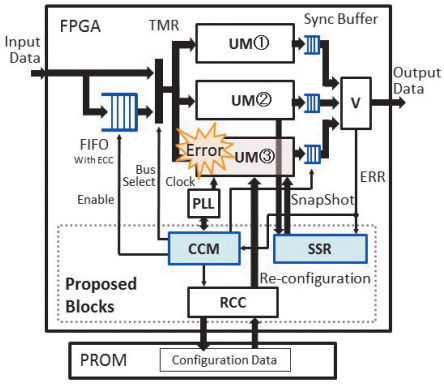


図２　無停止部分再構成手法の論理ブロック構成

成でエラー発生部位を修復するためには一旦システム全体の動作を停止し、リセット、再起動を行う必要があり稼動率が低下します。そこで、故障部位の復旧後、復旧部位の動作周波数を加速して正常部位とデータ同期をとることで、動作を継続した状態で故障部位の復旧を実現する無停止部分再構成手法を提案しました（図２）。本手法をXilinx ®社のFPGAで試作し、大阪大学の粒子加速器を使って中性子照射実験を行い有効性を確認しました。

4. FPGA における診断制御による高信頼・安全設計

次に機能安全を考慮した診断技術について検討しました。機能安全規格（IEC61508：2010）における安全度水準SIL（Safety Integrity Level）３対応を検討し、FPGAにおける安全機能失敗確率および安全度水準の算出方法を定式化しました。この結果をもとにXilinx®社のFPGAを対象に評価し、SIL３を満足する設計条件を見出しました。さらにCRAM内のエラー検出、訂正を高速化する優先制御と割り込み巡回制御を実現するCRAM診断マクロ回路を開発しました（図３）。このマクロ回路をFPGAに搭載し、中性子照射による評価実験の結果、CRAM診断マクロ回路の正常動作を確認しました。またCRAM診断マクロ回路をFPGAベンダが提供する設計ツールを使った通常の設計フローで搭載可能とすることで機能安全設計、検証フローに沿った設計を可能にしました。次にFPGAを搭載した電子シス

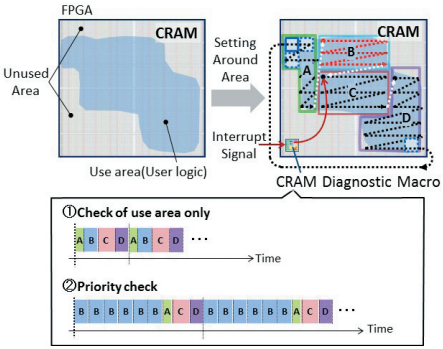


図３　CRAM巡回制御方法

テムの高信頼、安全設計について考察しました。

5. FPGA 搭載機器の信頼性・安全性を考慮したシステム最適設計

電子システムにおける障害発生時の復旧方法を調査、整理しソフトエラー検出からシステム再起動までの復旧シーケンスを策定しました。さらにこの復旧シーケンスをもとに本論で提案したFPGAに対する保護方策を社会インフラの主要な構成要素である情報通信システムに適用した場合のシステム設計方法について考えました。前章の保護方策を用いたシステム安全設計手法により、情報通信システムにおいては通信プロトコルにおけるデータリトライ機能との協調制御によるシステム復旧方式を考案しました（図４）。この方式により性能とコストの最適なシステムバランスを実現します。

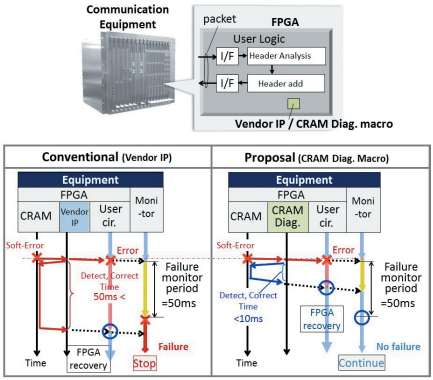


図４　情報通信システム装置に適用した場合の制御方式

6. おわりに

本研究の成果は、情報通信機器やプラント制御機器に搭載され、アベイラビリティ向上や安全性向上に貢献しています。今後、中性子ソフトエラーだけでなく、様々な障害要因を想定した電子システムの信頼性と安全性を向上する研究を進め、安全安心社会の確立に貢献したいと考えています。

私は、日本医科大学白菊会に献体登録をしました
―安全に関わる者としての最後の心得―

吉 田 忠 義
（システム安全専攻 ３期生）

１．癌と診断され経緯

私は、本学専門職大学院・修士（システム安全専攻）を74歳で修了後、2013年９月から2015年12月迄東京都立松沢病院電気主任技術者になった。2016年５月からは九州電力管内・太陽光発電所電気主任技術者に単身赴任した。発電電力買取先である九州電力よりの「出力抑制の強制適応」は、日夜連絡調整・現場作業に多忙を極め、疲労困憊した。その為か、２週間ぶりに応援に来てくれた先任の電気主任技術者は、私を一目見るなり「吉田さん黄疸が出ている、直ぐに病院に行きましょう」と、同行してくれた。17年12月半ば２日間にわたり、九州地方の病院で受診した結果「癌の疑いあり・単身赴任を止めて自宅付近の大学病院での精密検査を勧められた」。そこで、私は空路帰宅し日本医科大学千葉北総病院に2017.12.18入院し、病院は検査を精力的に実施した。

２．「私の癌診断書」…「肝門部胆管癌・ステージ4：末期癌」

肝外胆管がんは、腫瘍のある位置によって、肝門部（かんもんぶ）領域胆管がんと遠位側胆管がん（えんいがわ／下部胆管がん、とも言います）に分けられます。肝臓に近い上の方の胆管、つまり左右の肝管、または総肝管に発生するがんのことを「肝門部領域胆管がん」、十二

指腸に近い下の方の胆管、つまり総胆管に発生するがんのことを「遠位側胆管がん」と言います。原因は不明なことが多いですが、胆道拡張症や膵胆管合流異常という先天的な疾患がある場合には3-7％程度と高率に胆管がんを生じやすいと言われています。また、一部の化学物質が胆管がんの発生に関係しているとみられています。特に印刷工場で使用される化学物質が原因物質の一つとして疑われており、印刷業に従事される方は定期的に検査を受けることが勧められます（国立がんセンター中央病院ホームページから。私はここでセカンドオピニオンを受けた）。

症状

がんによって胆汁の流れがせき止められてしまうと、胆汁中の色素（ビリルビン、と言います）が、血液中に蓄積し「黄疸（おうだん）」と言う症状を呈します。黄疸となると、皮膚や白目の色が黄色くなったり、尿の色が濃くなったりします。また逆に、胆汁が便中に排泄されなくなるので、便の色は灰色となります。これら黄疸の症状が出る前に、検診などの採血で肝機能異常を指摘されてがんが見つかる場合も数多くあります（国立がんセンター中央病院ホームページから）。

私は、この「黄疸症状」と併発した「急性膵炎」「敗血症」「膀胱炎」等の為、死線を何回も彷徨い、１年間で６回入退院を繰り返し、現在も「排泄の苦痛」に悩まされています。

治療

肝機能異常や黄疸のため肝外胆管がんが疑われた場合、超音波、CT、MRI、また内視鏡検査などの精密検査を行います。特に、造影CT検査が最も大事な検査となります。肝門部領域胆管がんと遠位側胆管がんの手術は大きく異なりますので、高精細な造影CT検査によ

り、がんの中心部と広がりの範囲を正確に診断することが重要です。

①年齢79歳、ステージ４の末期がんですから、手術は不能と判断され、化学療法となります。しかし抗がん剤点滴投与すると、副作用が強く中止になり、その後、内服薬に切り替えてみますが、これも副作用のほうが治療効果よりも大になり中止しています。

②現状内服薬は、「排泄物を体外に出しやすくするため等」であり、錠剤 11 錠を朝・昼・夜毎３回服用しています。

③「介護保険による要支援１」の公的扶助により、毎週２回・訪問看護ステーションの指導を受け、毎月１回日本医科大学千葉北総病院の主治医による検体検査を受検して、投薬等全般の指導を受けています。

3．献体登録申請の動機

私の「肝門部胆管癌」と、併発した「急性膵炎」「ステント詰まり」「敗血症」等１年に６回も入退院を繰り返したが、それを懸命に助けて下さった医師・看護師・薬剤師・理学療法士等医療従事者への感謝をある形で表したいと思いました。それで、自身の遺体を献体することで、医学の進歩・発展ひいては人類の福祉の為に貢献できればとの願いです。

4．献体登録に於ける家族の意見

①妻の実家の母の父親は教育者であり、大変見識の高い人だったので、自ら献体を実行されたと聞き、これを模範に妻の母親は慶応義塾大学に献体登録をしました。従って、義母が古希を過ぎ病死した時には、通夜・告別式終了後、出棺の際には、慶応義塾大学差し向けの霊柩車が多数の参列者の見守る中、遺体を大学病院に搬送しました。「火葬場に於ける儀式」一切は、大学病院による「火葬・御遺骨返還・

感謝状贈呈式」に譲られ、３年後に遺族の代表が参列の上、遺骨を受領しました。

②遺骨のない仏式の諸行事でしたが、伴侶である岳父が生前お墓を建て、菩提寺のご住職も「献体」を快く受け止めて、「傑物だと褒めて下さり、その後は何時もお婆さんの話題で持切りでした」。

③「献体された遺体は、家族にとって最後の別れは、遺体をお預かりする時点（葬儀の後など）で、それ以後は遺体との対面は一切出来ないので、遺髪・遺爪などを必要な場合は、葬儀社に相談して予納しておく方法も解決策かと思います。

不吉な予感！

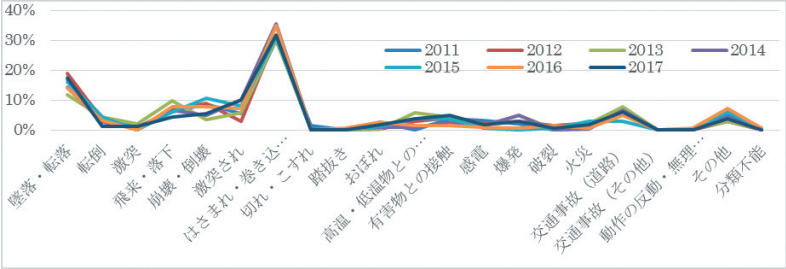
安全安心社会研究センター　客員研究員　**岩 岡 和 幸**

不吉な予感…何が、不吉な予感なのか？　死亡災害の労働災害発生件数が減らない。正確に言えば、若干減っている（昨年よりは減少した）と言えるかもしれないが、一昨年と同等レベル（誤差の範囲内）。ましてや、私が勤務している職種の製造業では、ここ３年間で最悪値となっている。それに加えて、休業４日以上の死傷災害は、完全に右肩上がり。『どないなっているねん！』と突っ込みたくなる気分。極め付けが、私が勤務している会社の労働災害発生件数がここ5年間で過去最悪の数値を樹立させてしまった（因みに、死亡災害はなし）。

客員研究員をしている私にとっては、穴があれば飛込みたい気分である。労働安全的な安全教育、設備の機械安全対策ともサボることなく着実に対策を講じているのであるが、日常生活災害ともいえる滑った転んだを含め、歯止めがかかっていない。毎年、同じことを何度も繰り返しているような気がする。

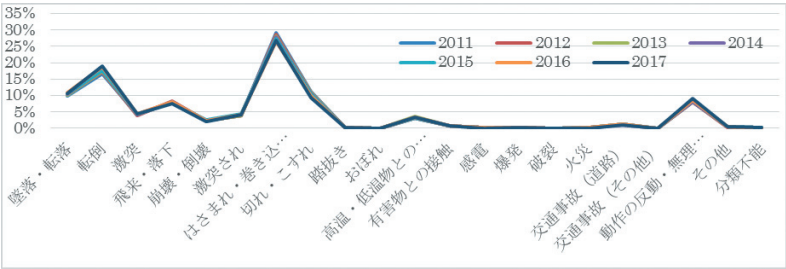
さて、『毎年、同じことを繰り返している』と申しましたが、図１及び、図２は、過去７年間の製造業の型別の死亡者率と死傷者率の推移グラフです。図からわかるように、毎年、ほぼ同じ比率で同じ型の災害が発生していることがわかります。特に回転体での、巻き込まれ災害は、ダントツトップを独走しており、安全対策のマンネリ化、あきらめすら感じられます。要するに、この形態は、ハード的な物つくり工法が

改善されていないのではないでしょうか？　私の会社は、回転体の宝庫(紙加工業です)です。いつになったら、安心して寝られるのやら。。。。



出典；厚労省労働災害発生状況

図１　製造業の型別死亡者率の推移（2011～2017年）



出典；厚労省労働災害発生状況

図２　製造業の型別死傷者率の推移（2011～2017年）

「安全帯」が無くなる？

安全安心社会研究センター　客員研究員　**奥 田 真 司**

これまで現場関係者には普通の用語として馴染まれ膾炙（かいしゃ）していた、「安全帯」の名称が正規の名称ではなくなることになった。

遂転落事故の多さに対する対策と、国際規格への整合性を必要とした厚生労働省は「安全帯の規格」を改正した新規格「墜落制止用器具の規格」を改正・告示した（2019年１月25日規格改正）。

これは「労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令」（平成30年６月８日政令第184号）、「労働安全衛生規則等の一部を改正する省令」（平成30年６月19日厚生労働省令第75号）、「安全衛生特別教育規程等の一部を改正する告示」（平成30年厚生労働省告示第249号）。によるもので、いずれも、平成31年２月１日から施行又は適用される。

改正のポイントは以下に示す（詳細は厚労省リーフレット等を参照）。

１．安全帯の名称が「墜落制止用器具」に変更になる

従来多かった胴ベルト型（一本吊り）とハーネス型（一本吊り）が同器具として認められ、「胴ベルト型（U字吊り）」は認められなくなる。

２．「墜落制止用器具」は「フルハーネス型」を使用することが原則となる。但し作業する高さが6.75m以下の場合は胴ベルト型（１本吊り）が使用できる。但し一般的な建設作業の場合は５

m、柱上作業の場合は２m以上の場所ではフルハーネス型の使用が推奨されている。

３．また、高さ２m以上の高所作業で「フルハーネス型」をもちいて作業を行う場合は「特別教育」が必要となる。

さらに、「墜落制止用器具」の**規格**が平成31年厚労省告示第11号とガイドラインにより規定され、「墜落による**危険のおそれに応じた性能を有する墜落制止用器具**」の選定要件も定められ

要件１．6.75mを超える箇所ではフルハーネス型を選定

要件２．使用可能な最大重量に耐える器具を選定

要件３．ショックアブソーバは、フック位置により適切な種別を選定（１種、２種を規定）

また、**ISO規格、欧州（EN）規格、米国安全衛生庁（OSHA）規則**等では、墜落防止用の保護具等を以下の３つに分類している。

①**フォールアレスト用保護具**：墜落時に労働者を地面に衝突させることなく制止し、保持できる性能を有する保護具

②**ワークポジショニング用器具**：ロープ等の張力により、労働者の身体を作業箇所に保持するための器具

③**レストレイント用保護具**：労働者が墜落する危険のある箇所に到達することを制止する保護具

今回の改正の基本的な考えは、上記の分類の中で

①フォールアレスト用保護具での身体保持方法を重視し

● 墜落時の身体保護の観点から、**国際基準に適合**し、胴ベルト型ではなく、**フルハーネス型を原則**とすることが要求されている。

これらの改正はこれまで私も含めた現場管理者が現場内で体験していた、「安全帯」は「安全」ではない［10年間（平成18年～27年）で、

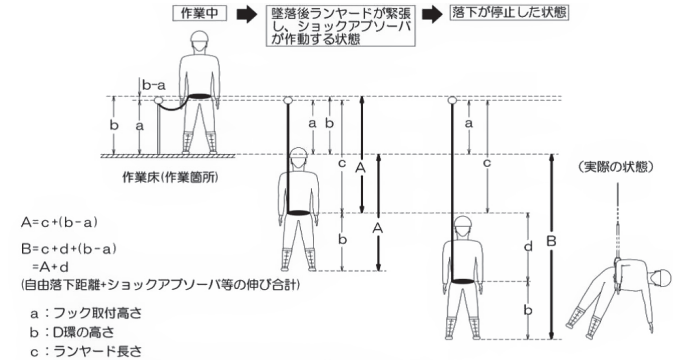
墜落時に宙づりになった際、胴ベルトがずり上がって圧迫され、**死亡した事例が６件！**］という実感に対応するものであり、より適切なきめ細かい対応を求められるものとなる。

時事刻々変化していく現場状況のなかで、**従来はややもすれば「安全帯」をつけていればよい！**　ということになっていたきらいがあり、フルハーネスも強度基準がメーカー毎に異なり、装着方法の指導監理。ハーネスの経年劣化管理も厳密には行われず自主管理に任されていた傾向がある。

また、逆に必要もないエリアであれ作業者にも「安全帯」をつけさせて却って作業を困難にしている現場もある。これらはリスクアセスを徹底し、リスク管理を適正に行うことにより、より安全、作業しやすい現場にしていく必要があり、現場管理者の能力向上が求められている。

厚労省リーフレットより転載

胴ベルト型落下距離等

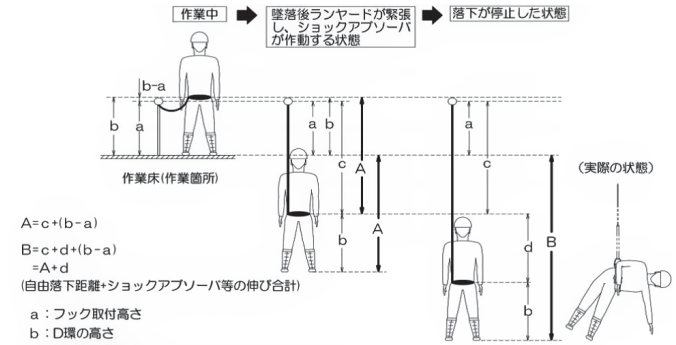


A=c+(b-a)

B=c+d+(b-a)
=A+d
(自由落下距離+ショックアブソーバ等の伸び合計)

a：フック取付高さ
b：D環の高さ
c：ランヤード長さ
d：ショックアブソーバ，胴ベルト，ランヤードの伸び合計
A：自由落下距離(ランヤードが緊張し，ショックアブソーバが作動する落下距離)
B：作業床(作業箇所)からの落下距離
b-a：追加落下距離

フルハーネス型落下距離



A=c+(b-a)

B=c+d+(b-a)
=A+d
(自由落下距離+ショックアブソーバ等の伸び合計)

a：フック取付高さ
b：D環の高さ
c：ランヤード長さ
d：ショックアブソーバ，胴ベルト，ランヤードの伸び合計
A：自由落下距離(ランヤードが緊張し，ショックアブソーバが作動する落下距離)
B：作業床(作業箇所)からの落下距離
b-a：追加落下距離

新しい時代の安全原則を考える

安全安心社会研究センター　客員研究員　**松 浦 裕 士**

初めて機械の安全性に関する基本概念や設計の原則を規定する欧州安全規格EN292を読み「作業者は間違える」、「機械は故障する」ということを認めた上で、事前に機械の使用目的を限定してその中で危険源を同定しリスクを見積もり、その度合いに対して安全防護策を実施するという機械安全の考え方を学んでから早いもので25年経過した。

機械安全における安全防護策においては、プログラム機器に代表される機能安全、安全ネットワーク、モーションセーフティ等の新技術やカメラやレーザを使った各種安全センサ等が開発され、普及してきていますが、機械は危ないもので基本的に危険源については「隔離の原則」及び駆動部については「停止の原則」をもとに安全防護策を構築するという基本的な考え方は変わっていない。

上記の２つの原則は人と機械（ロボット）の共存を受け入れてなく、隔離、停止が出来ない非定常作業（例えば調整作業）においてはリスクアセスメントに従ってエネルギーを小さくする、速度を遅くするあるいは特定技術者にだけ対応させる等の方策しかなく、作業効率を考えれば十分な方策とは言えず、結果的には作業者による安全方策の無効化等により労働災害に繋がることもあった。その意味では残念ながら設計者が頼れる国際規格は少なく「人と機械の共存における原則」

が未だ存在せず世界的に模索状態であると言わざるを得ない状況である。製造現場において協働ロボットや自走式のモバイルロボットが使用され、人と機械が共存する作業環境での安全も課題となってきているなか、一般社団法人セーフティグローバル推進機構は、人とモノ及びこれを取巻く環境において、情報通信技術（ICT）を活用して人と機械との共存環境での安全を構築する「協調安全　Safety2.0」というコンセプトを提唱している。

安全への対応について、３つの時代に分けてSafety 0.0時代は危ない機械を人間が注意して使う（自分の身は自分で守る）。Safety 1.0時代は危険源である機械設備を機械安全の考え方に従い安全化する。Safety 2.0時代ではIoT、AI、ビッグデータ、インターネット等のICT等の技術を活用することによって技術と人間と組織・環境とがお互いの情報を共有、協調して安全を確保する時代を目指している。

このコンセプトを実現するには技術的に未知数の部分、解決すべき課題もあると思いますが、機械安全だけにはとどまらず様々な分野でも活用されるとともに生産性向上につながるコンセプトであり、筆者はこれに関連した設計者が頼れる原則、規格が整備されて幅広く市場に浸透することを期待する。

製造業においては、Connected IndustriesやIndustry 4.0で代表される産業の変革にともない製造現場の安全についても新たなニーズ、課題に応える必要がある。機械安全に関わる筆者としては、今まで築き上げた労働安全や機械安全の原則、考え方をベースにして、新しい技術等を取りいれた新たな安全原則、安全方策をどのように構築していくのか検討したいと考えている。

産業用ネットワークに使用しているOA機器について

安全安心社会研究センター　客員研究員　**越前屋　睦**

産業用イーサネットの普及率が上昇し2017年に産業用フィールドバスのシェアが51%を超えた。背景にはOA機器の普及により高速通信が可能なイーサネットの機器や仕組みがFA用として活用できるようになったと予想される。イーサネットは従来のシリアル通信（RS-232CやRS-485）よりも高速通信が可能で、かつ配線もD-subコネクタからLANコネクタ（RJ-45）に変わることでケーブルの製作コストも削減できる。

そこで、現在使用されているOA用、もしくは家庭用ネットワーク機器をFA用として使用しても問題が無いか調査した。

1．FA 用で使用する際に必要な仕様

電源電圧、周囲温度、ノイズ対策、絶縁階級、過電圧カテゴリ、関連規格などがある。FA用では主にAC200VやDC24Vの電源電圧が使用されているが、OA用ではAC100Vが一般的になる。AC100V機器を使用する場合は、制御盤内に動力のノイズが少ない電源を用意する必要がある。OA用機器の動作環境温度は一般的に０～40℃前後とされているが、制御盤内に入れる機器はPLCの使用周囲温度と同等の０～55℃以上の条件が必要とされる。関連規格としてFA用ではEMCが必要となるが、中国では無線LANがCCC認証の対象品目となってい

るので輸出国の規格や規制への対応が必要となる。産業用イーサネットのプロトコルとして多く利用されているEthernet/IPやEther-CATなどではHUBの使用は推奨しておらず、コリジョン（※１）が発生せず、セキュリティ面においてもスイッチの使用を推奨している。

2．仕様を満足しない物を使用した際に起こりうる不具合

OA用や家庭用の機器では、連続稼働が保証されていない物もある。工業設備は24時間365日連続稼働するものもあるため、設備運転中に突然動作が停止したり不安定になったりすることがある。制御盤内にサーボアンプやインバータなどの発熱機器がある場合、工場内温度の影響も重なり制御盤内の温度は40℃を超えることがある。HUBを制御盤内に入れておくと、機器が高温になり設備運転中に突然動作が停止することがある。セキュリティの無いHUBを使用することで、外部ネットワークからの侵入があり、IPアドレスの重複やデータの書き換えなどによりシステムダウンする恐れがある。LANケーブルはノイズを受けると、設備は誤動作する恐れがある。

3．対策と注意点

ネットワーク機器も、一般的なFA用制御機器を選定するのと同じように、使用するデータ種類（目的）や設置方法、周囲環境などを条件に機器選定する必要がある。特に情報系では無く制御系で使用する場合は、Ethernet/IPならCIP Safetyを、Ether-CATならSafety over Ether-CATなど、各プロトコルで用意されているセーフティ用のプロトコルを使用する必要がある。

※１　コリジョン：ネットワーク上で、複数の端末から同時にデータを送信した際に発生するパケットの衝突のこと。同報通信を行うイーサネット上では、端末機器が増えるとコリジョンが多発し、通信効率を著しく低下させるという欠点がある。

外国人労働者と日本の安全を考える

安全安心社会研究センター　客員研究員　今 枝 幸 博

外国人労働者が様々な形で日本に就労するのがごく当たり前になっている。例えば、都市部ではコンビニや飲食店では日本人の労働者の方が少なく感じるほどである。

日本の労働災害による死亡者数は厚生労働省の統計で平成27年に1,000人を切り、漸減を続けている。海外から日本に来て就労している人々ではどうであろうか。現状においては彼らの被災状況を正確に掴むことすらできておらず、厚生労働省と法務省の間で死者の統計値が食い違うほどである。この問題は労働安全衛生規則が改正されたこともあり改善に向かうことが望まれる。

ここでは官庁間での統計差の問題については取り扱わない。

平成29年度の厚生労働省による労働災害発生状況の分析等では外国人労働者数1,278,670人に対して死傷者数2,494人、技能実習生人数168,296人に対して技能実習生死傷者数498人となっている。

残業を含めた労働時間や損失日数が不明のため、度数率や強度率にすることはできないが、多くの外国人が日本で被災したり、死亡したりしていることは間違いない。図1に産業別の外国人労働者数を厚生労働省による平成30年度の外国人雇用状況から示している。

専門的・技術的分野の在留資格者は19％であるため、冒頭のよう

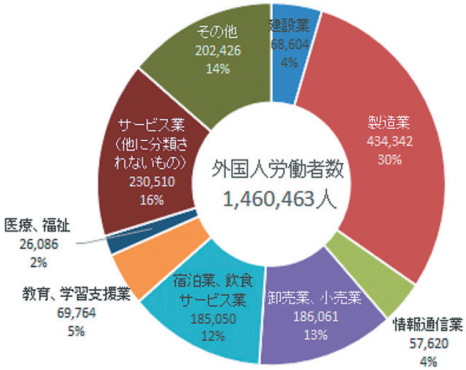


図１　産業別労働者数

に第三次産業での就労が目に付き、そうでない人は製造業や技能実習によって農業、水産業に従事している人も多い。

海外から日本に渡ってくる人々は職を求めており、日本は労働力を求めている。しかし、このような海外からの労働者を受け入れる準備はできているだろうか。労働力の流動は需要と供給のバランスに基づいており、日本は諸外国との間で労働者獲得の競争関係にある。若い稼ぎ手が外国の地日本で命を落とすことがあっては、いくら日本側が望んでも誰も日本を希望しないのではないか。

機械安全の分野はISO/IEC Guide 51を頂点に規格群が整備され、各国とも同一の国内規格とすることで、安全な職場環境の実現に向けて競い合っている。

海外の労働者に依存する必要性は無いとする考えもあるが、現在の少子高齢化は早急に改善されるものではない。また、全ては世界規模での市場競争力によって動いて行く事には抗うことはできない。現在はこれまで培い蓄えたものづくり力と、その経済力と言う遺産でかろうじて海外の労働者に魅力的に映っている。今こそ安全性が高く、生産性の高い労働環境を築き上げることで今後も国際競争力を高め、高い技術に基づいた製品を世界に提供する基盤を固めなければならない。

これを実現することで、全ての人に働きやすい労働環境となるであろう。

安全：持続可能性と集合知

安全安心社会研究センター　客員研究員　**櫻井　剛**

「知見を最新に維持し続けること」は、技術者倫理や製造物責任などの観点からも誰も否定しないでしょう。しかし現実には、AIの倫理問題（※１）のように「学び」の対象が日々拡大しているにもかかわらず、取り組みには時間などの限界があります。

批判を覚悟で申し上げると、このままでは「出来もしないことを、あたかも出来ているかのように取り繕う」という状態に陥りかねません。上限なしに個人に負担を求めることからは、「合理的に予見可能な、システマチックな犯罪者の量産」が連想されますが、果たしてそれを放置することに倫理的な問題はないのでしょうか？

単独では無理でも、集団に頼る手があります。奇しくも、私が身を置く自動車分野では、複数の電子制御装置（ECU）による分散型アーキテクチャが標準です。そして、運転支援や自動走行での高い性能要求と放熱などの問題とを折り合いをつけるために、主要なECUのそれぞれがマルチ／メニーコアに移行しつつあります（HPC：high-performance computing）。機能安全規格でも検証の困難さに対応できるようにするために、関連要求過多や規模過大の場合は分割を求めています。

さて、先の自動車とその構成要素は、スケールや見た目こそ違えど「処理ユニット」です。実は技術者もそうです。ですから、分散型アー

キやそこでの先行知見の積極的な取り入れには一考の価値があります。技術者の集団としての分散型アーキテクチャ、つまり「集合知」としての姿を議論する時期にあるのではないでしょうか？

なお、複雑になれば階層構造の導入に目が向くことは多いでしょうが、ソフト分野にはすでに痛い教訓があります。階層構造は、その設計時点での想定に基づく局所最適解でしかなく、規模や複雑さなどが大きくなるにつれ、構造に無理が見えてきます（アーキテクチャの寿命）。でも変えるのは大変です（レガシー問題）。そもそも、将来を完全に見通すことなど出来ません。変化の大きな時代には、寿命がより短くなりますから、振り返りと更新のサイクルを出来るだけ多く回す手が取られます。「決めて、後は我慢して使い続けることでの安定」ではなく、「真の安定に早く近づけていくことでの安定」を狙うのです。ソフト分野でScrumなどのアジャイル手法（※２）が生まれ注目が集まるのは、「決めて、後は我慢～」の限界を知ったからだとも言えます。

寿命を長くしたければ、特定の時代や背景などに依存した階層（スケール）ごとに変わる原則よりも、さまざまな場面やスケールで繰り返し現れる一種の自己相似構造（いわばフラクタル構造）を優先する手もあります。ただ、効率悪く見えやすく採用には勇気が必要です。

安全安心社会研究センターとして、こういった「集合知」の形を模索する活動を始めてみてはいかがでしょうか？　頂戴した紙面ではとても書きつくせませんが、まずは問題提起とさせてください。

※１　倫理問題：RoboLawやIEEE：Ethically Aligned Design Ed.1（EAD1e）など。

※２　Agile 手法：計画や統制を行いつつも、小回りと密なコミュニケーション、そして部分的ではあっても確実な成果物を生み出すことを重視した、ソフト分野から生まれた開発手法（他分野にも適用可能）。http://agilemanifesto.org/iso/ja/manifesto.html 参照。

食の安全を支える食品衛生法
―“HACCP制度化”とその導入支援

安全安心社会研究センター　客員研究員　**川 瀬 健太郎**

改正食品衛生法が平成30年（2018）６月13日公布された。筆者が食品安全科学分野において本改正への業界対応に関わった活動について報告する。「食品の安全性を確保し飲食に起因する衛生上の危害発生を防止し国民の健康保護を図る」目的の同法は改正で７項目が示された（表１）。注目すべき点は「（２）のHACCPに沿った衛生管理の制度化」である。HACCP（Hazard Analysis and Critical Control Point）とは原材料受入から最終製品までの全工程における微生物汚染や異物混入などの危害要因を分析し、危害の除去低減に繋がる工程を重点管理し連続的にモニタリング、記録する計画的な食品衛生管理手法である。FAO/WHO合同設置の国際政府間機関コーデックス委員会が「食品衛生の一般原則」とともに策定した食品安全の実質的な国際標準である。

表１　食品衛生法等の一部を改正する法律の趣旨（平成30年第46号）

（1）広域的な食中毒事案への対策強化
（2）HACCP（ハサップ）に沿った衛生管理を制度化
（3）特別の注意を必要とする成分等を含む食品による健康被害情報の収集
（4）国際整合的な食品用器具・容器包装の衛生規制の整備
（5）営業許可制度の見直し、営業届出制度の創設
（6）食品リコール情報の行政への報告義務化
（7）輸出入食品の安全証明の充実、要件化

近年は食のグローバル化、ニーズ多様化や食中毒の広域発生が顕著である。2020年東京五輪・パラリンピックを見据え食品安全の国際標準との整合も急務なことから、飲食業や食品販売業を含む原則全ての食品事業者にHACCP要求の衛生管理計画作成と実施が義務化される。事業者の規模や業種を考慮し必ずしも施設設備等ハードの整備を求めるものではなく、管理運営等ソフト面での改善で対応可能とした。本制度下では認証制を取らず、保健所が実施状況を監視指導する形とし２段階の管理レベルが設定された。コーデックス準拠「HACCPに基づく衛生管理」は一定規模以上の事業者、と畜場などが対象となる。飲食店、食品小売業や小規模事業者などには簡略版「HACCPの考え方を取り入れた衛生管理」を適用し、関連業界団体が作成する導入手引書を参考に実施することが示された。

食品メーカーに在籍する筆者は、一般社団法人全国スーパーマーケット協会の安心・安全サポート事業「食品安全技術専門会議」専門委員として食品安全の高度化支援の活動に参画している。今回の政府指針を受け厚生労働省、農林水産省指導のもと、当会議で「スーパーマーケットにおけるHACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書」を作成し、厚生労働省ホームページに公表されたので紹介しておきたい（https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000350261.pdf）。

本制度化は全事業者が実践的な安全施策を取り入れることになることから、社会の安全と安心に寄与すると筆者は考える。国内食品製造業のHACCP導入率は27.7%（平成29年度：農林水産省調査）となっており、小規模製造者、小売業や飲食業への導入普及が急務である。さらなる普及にあたっては事業者の負担軽減に資するきめ細かい支援が欠かせない。今回作成した手引書の積極的な活用、研修会等での講演・啓発、事例研究発表を通じて、さらなる食の安全の高度化支援に取り組んでいきたい。

Safety-IIという安全概念

安全安心社会研究センター　客員研究員　吉 澤 厚 文

近年注目されているSafety-IIという安全概念の紹介を兼ねつつ、自身の東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、「１F事故」）対応経験によって得た知見と実感に基づいて、今後のシステム安全の確保に向けた考え方を述べてみたい。

科学技術が高度化した現在、原子力を含むエネルギー、輸送、通信など、我々の生活を支えているさまざまな設備や制度は、もはや独立したシステムや単独の技術では存在しておらず、複雑に絡み合った「社会技術システム」として存在している。「安全とは許容不可能なリスクがないこと」とするISO/IEC Guide 51に基づいて、構築されている社会技術システムの安全を取り巻く状況は、絶えず変動しており、その残留リスクも変化している。そのため、システムのリスクは時として顕在化し、被害を受け事故に至る。１F事故も、津波という大きなストレスによって引き起こされた。しかし、システムにダメージがあっても、その事故の拡大防止や回復（レジリエンス）といった行為は不可避である。これらの行為に必要な教訓は、リスク低減という発想だけではカバーできず、むしろ成功を拡張する手段を講じる必要がある。

従来、我々は事故からその原因、すなわちシステムのどこが脆弱であったかを探り、そのリスクを究明してこれを除去、低減することで再発防止に努めてきた（Safety-I）。実際、１F事故もさまざまな組織

によって脆弱さの分析がなされ、多くの教訓が導出されている。一方で、１F事故を、事故の拡大防止や回復という観点から教訓を導出しているレポートはほとんど存在しない。現場で指揮を執った経験からはっきりと言えるのは、原子炉建屋が爆発し、炉心が溶融する高放射線下という究極の状態で、事故の進展防止や回復を考え、計画し、行動したのは機械システムではなく、「人」であったということである。消防車を用いて津波により溜まった海水を原子炉に注入し、官邸の命令に背いても原子炉に海水を入れ続けたとされる当時の吉田昌郎所長のように、現場で行われたさまざまな臨機の対応によって、失われた原子炉を「冷やす」機能が回復し、事故の拡大防止や事象の回復につながっている。

今まで我々は、より高い安全を実現するには、エラーする存在である「人」を「リスク要因」と考え、これを排除できる機械化や自動化を進めることが適切と考えてきた。しかし、事故の拡大防止や回復を考えたとき、１F事故で見られたようなヒューマンファクターは、システムのリスクに注目した分析からは浮かび上がらない。

私は、その答えを、安全を「状態」として定義するのではなく、ダメージからの回復を含めた「能力」として定義するSafety-IIという安全概念に見出すことができた。再発防止の取り組みを行った上で、残留リスクの低減を目指すならば、そのリスクが顕在化した場合にも備える必要がある。Safety-IIでは、「人」をシステムにレジリエンスを与える「リソース」であると考え，むしろその能力を最大限活用するためのヒューマンファクターに注目するものである。

【参考文献】 吉澤厚文、大場恭子、北村正晴「福島第一原子力発電所事故対応の分析に基づいたSafety-IIの概念活用による安全性向上のための研究」，人間工学，Vol. 54，No. 1，pp.1-13，2018

平成28年度～平成30年度
安全安心社会研究センター主催の講演会等の活動

第14回特別講演会（長岡技術科学大学システム安全同窓会との共催）

日　時：平成28年7月10日（日）　14：00－17：40

場　所：東京海洋大学 越中島キャンパス　越中島会館・講堂

主　題：「システム安全の原点に立ち返って」

プログラム：

13：30　登録受付

14：00　開会／挨拶

14：10　講演1

演題：「機械安全のための国際規格の最新動向と適用事例」

講師：コマツ産機株式会社（システム安全専攻3期生）　畑　幸男 氏

15：10　講演2

演題：「安全の原理・原則を組み立てる」

講師：元明治大学　教授　杉本　旭 氏

16：30　休憩

16：40　講演3

演題：「杉本 旭先生の講演を聴講して ～安全原則の大切さ～」

講師：長岡技術科学大学　システム安全専攻　教授　福田　隆文 氏

17：40　閉会

第15回特別講演会（長岡技術科学大学システム安全同窓会協力）

日　時：平成28年12月23日（金・祝）　13：30－17：45

場　所：東京国際フォーラム　G701室

主　題：「経営リスク・チャンスとシステム安全」

プログラム：

13：30　登録受付

13：10　開会／挨拶（長岡技術科学大学　東　信彦 学長）

13：30　講演1

演題：「組織経営を取り巻くリスクと事業継続マネジメント（BCM）の最新動向」

講師：名古屋工業大学大学院　工学研究科　社会工学専攻　教授
渡辺　研司 氏

14：30　講演2

演題：「企業価値を作る製品安全」

講師：経済産業省　商務情報政策局　商務流通保安グループ
消費者政策研究官　谷　みどり 氏

15：30　休憩

15：45　講演3

演題：「経営における安全の重要性」

講師：デュポン株式会社　代表取締役社長　田中　能之 氏

15：45　講演4

演題：「労働安全衛生法令への機能安全の取り入れ」

講師：厚生労働省　安全衛生部安全課　副主任中央産業安全専門官
安井　省侍郎 氏

15：45　講演5

演題：「システム安全の10年間の総括と今後の展望」

講師：安全安心社会研究センター長　三上　喜貴 氏

17：45　閉　会

第16回特別講演会（長岡技術科学大学システム安全同窓会との共催）

日　時：平成29年7月8日（土）　13：00－16：45

場　所：東京国際フォーラム　G409室

主　題：「生活空間のリスクとシステム安全」

プログラム：

12：30　登録受付

14：00　開会／挨拶

13：05　講演1

演題：「糸魚川市の大規模火災から地震時の強風時火災を考える」

講師：国立研究開発法人建築研究所　住宅・都市研究グループ
主任研究員　岩見　達也 氏

14：10　休憩

14：20　講演2

「生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築」
（JST RISTEX 研究開発プロジェクト報告）

演題：“製品安全とビッグデータ（第1部）”

講師：プロジェクト代表者：三上　喜貴 氏(長岡技術科学大学　教授)

演題：“製品安全とビッグデータ（第2部）”

講師：張　坤 氏（長岡技術科学大学　特任講師）

演題：「製品の残存率曲線の推計とリコール終了判断の提案」

講師：渡部　利範 氏（株式会社テクノクオリティー　代表取締役）
菊池　敏郎 氏（元東芝テック株式会社）

16：00　休憩

16：40　講演3

演題：「統合生産システムを対象にした支援的保護システムによる
リスク低減戦略」

講師：独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
機械システム安全研究グループ　統括研究員
（システム安全12期生）　清水　尚憲 氏

16：45　閉会

第17回特別講演会（長岡技術科学大学システム安全同窓会との共催）

日　時：平成29年12月23日（土・祝）　13：00－16：45

場　所：東京国際フォーラム　G409室

主　題：「安全安心社会とシステム安全」

プログラム：

12：45　登録受付

13：10　開会／挨拶

13：15　講演1

演題：「安全安心と法医学」

講師：新潟大学医学部　法医学教室　教授　高塚　尚和 氏

14：25　講演2

演題：「信用・信頼の構築とリスク防止
（認証ビジネスをめぐる世界の動向）」

講師：ジョーンズ・デイ法律事務所　佐野　忠克 氏

15：35　休憩

15：45　講演3

演題：「制御システムセキュリティの脅威と対策の動向」

講師：技術研究組合制御システムセキュリティセンター　事務局長
村瀬　一郎 氏

16：45　閉　会

第18回特別講演会（長岡技術科学大学システム安全同窓会との共催）

日　時：平成30年7月7日（土）　13：00－16：45

場　所：キャンパス・イノベーションセンター東京（東工大CIC）　1階
　　国際会議室

主　題：「第13次労働災害防止計画とシステム安全」

プログラム：

12：45　登録受付

13：20　開会／挨拶

13：30　講演1

演題：「第13次労働災害防止計画について」

講師：厚生労働省　安全衛生部安全課
　　副主任中央産業安全専門官（機械担当）　安井　省侍郎 氏

14：30　講演2

演題：「システム安全から見る第十三次労働災害防止計画
　　～既存設備の安全対策～」

講師：奈木労働安全コンサルタント事務所（機械安全2期生）
　　奈木　勉 氏

15：30　休憩

15：45　講演3

演題：「機能安全の最前線」

講師：長岡技術科学大学　名誉教授　平尾　裕司 氏

16：45　閉会

第19回特別講演会（長岡技術科学大学システム安全同窓会との共催）

日　時：平成30年12月23日（日・祝）　13：00－16：45

場　所：東京国際フォーラム　G409室

主　題：「ロボットの活用と安全」

プログラム：

12：45　登録受付

13：10　開会／挨拶

13：15　講演1

演題：「ロボットに関する規格・用語の整理」

講師：長岡技術科学大学　システム安全専攻　教授　福田　隆文 氏

13：45　講演2

演題：「ロボットを組み込んだ生産システムの構築」

講師：オムロン株式会社（機械安全2期生）　井上　正也 氏

14：45　講演3

演題：「産業用ロボット安全の国際標準化及び市場への周知活動
－協働ロボット活用の危うい現状」

講師：株式会社デンソーウェーブ（システム安全2期生）
橋本　秀一 氏

15：35　休憩

15：45　講演4

演題：「生活支援・サービス分野でのロボット活用と安全
－新しい取り組みとその課題」

講師：国立研究開発法人 産業技術総合研究所
ロボットイノベーション研究センター
ディペンダブルシステム研究チーム長　中坊　嘉宏 氏

16：45　閉　会

長岡技術科学大学における安全安心社会の構築に向けた取り組み

年	本学の動き	社会全体の動き
2001 (H13)	機械安全工学寄附講座	3月　平成13-17年度科学技術基本計画の理念として「安心・安全で質の高い生活のできる国」 5月　厚生労働省より「機械の包括的な安全基準に関する指針」
2002 (H14)	4月　大学院機械創造工学専攻に「機械安全コース」	
2003 (H15)		5月　専門職大学院設置基準 機械安全の基本国際規格ISO12100（機械類の安全性－設計のための基本概念、一般原則）発行 食品安全基本法公布（7月施行）
2004 (H16)	3月　「機械安全コース」第一期生修了	4月　文部科学省 安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会報告書 7月　新潟・福島豪雨 10月　新潟県中越地震 12月　ISO12100に基づきJIS B 9700制定
2005 (H17)		安衛法が改正、リスク評価努力義務化（翌4月施行） 4月　個人情報保護法施行
2006 (H18)	1月　中越地震調査報告会 4月　専門職大学院「システム安全専攻」創設	技術経営関係専門職大学院10校によりMOT協議会発足 消費生活用製品安全法改正 危険性有害性調査の努力義務化 3月　厚生労働大臣がリスクアセスメントの実施による自主的な安全衛生活動の促進を図るための指針を公表
2007 (H19)	10月　新潟中越沖地震震災復興シンポジウム	5月　重大事故報告制度運用開始 7月　新潟県中越沖地震 7月　厚生労働省が「機械の包括的な安全基準に関する指針」を改正
2008 (H20)	3月　システム安全専攻第一期生修了 **4月　安全安心社会研究センター発足** 4月　博士後期課程情報・制御専攻に「安全工学コース」 7月　新潟中越沖地震一周年震災復興シンポジウム	
2009 (H21)	9月　本センターに客員研究員制度	9月　消費者被害を防ぐため、食品や製品の事故、クレームなどの情報を一元化した消費者庁発足

年	本学の動き	社会全体の動き
2010 (H22)	3月　システム安全エンジニア認定委員会（向殿政男委員長）との協力により「システム安全エンジニア資格制度」を創設、第一回試験を実施	
2011 (H23)	3月　「安全安心社会研究」創刊 4月　大学院博士課程に「安全パラダイム指向コース」	3月　東日本太平洋沖地震 東京電力福島第一原発で事故発生 7月　新潟・福島豪雨 8月　放射性物質汚染対処特措法
2012 (H24)	3月　「安全安心社会研究」第２号発行 3月　小千谷市と原子力安全対策支援パートナー協定締結 4月　大学院修士課程に「原子力システム安全工学専攻」	4月　厚生労働省が、機械譲渡者等が行う機械に関する危険性等の通知の促進に関する指針を公表 7月　九州北部豪雨 9月　原子力規制委員会発足 12月　中央自動車道トンネル天井崩落事故
2013 (H25)	3月　「安全安心社会研究」第３号発行 8月　高専生・教員を本学に招き「安全基礎工学」の講義を実施	2月　PM2.5対策で国が暫定指針 7月　原発の安全対策の新規制基準が施行 7月　山口島根豪雨 8月　京都花火大会で露店爆発事故 8月　気象庁が「特別警報」の運用を開始 10月　伊豆大島で土石流災害
2014 (H26)	3月　「安全安心社会研究」第４号発行	4月　厚生労働省が安全技術者への教育プログラムを提示。その中で、システム安全エンジニア有資格者は全てを修得しているとみなした 6月　消費者安全法、景品表示法の改正法が成立・公布 9月　御嶽山噴火
2015 (H27)	3月　「安全安心社会研究」第５号発行 3月　システム安全専攻修了生が100名を超える 10月　システム安全アソシエイト第一回試験を実施	5月　列島各地で火山活動活発化 8月　川原原発１号機が再稼働、原発ゼロ解消 10月　マンション傾斜、基礎工事のデータ改ざん
2016 (H28)	3月　「安全安心社会研究」第６号発行	1月　個人情報の保護に関する法律に基づき、個人情報保護委員会が内閣府の外局として設置される 4月　熊本地震 6月　改正労働安全衛生法施行 11月　福岡・博多駅前の道路陥没
2017 (H29)	「高専教員・学生向け出張講演システム安全の基礎」を実施	1月　改正育児・介護休業法施行
2018 (H30)	「高専教員・学生向け出張講演システム安全の基礎」を実施	
2019 (R１)	3月　「安全安心社会研究」第７号発行	3月　厚生労働省　機能安全教育の通達

「安全安心社会研究」第７号　索引

用　語	タ イ ト ル	頁
アルファベット		
HACCP	食の安全を支える食品衛生法－“HACCP制度化”とその導入支援	39
OA機器	産業用ネットワークに使用しているOA機器について	33
Safety-II	Safety-IIという安全概念	41
ア行		
安心	不吉な予感！	26
安全概念	Safety-IIという安全概念	41
安全原則	新しい時代の安全原則を考える	31
安全資格認定制度	米国のシステム安全活動	3
安全帯	「安全帯」が無くなる？	27
安全対策	不吉な予感！	25
医療	私は、日本医科大学白菊会に献体登録をしました－安全に関わる者としての最後の心得－	23
エンジニア	システム安全エンジニア普及に向けた提言	7
カ行		
外国人労働者	外国人労働者と日本の安全を考える	35
階層構造	安全：持続可能性と集合知	38
規格	「安全帯」が無くなる？	27
協調安全	新しい時代の安全原則を考える	32
献体	私は、日本医科大学白菊会に献体登録をしました－安全に関わる者としての最後の心得－	23
国際競争力	外国人労働者と日本の安全を考える	36
国際システム安全協会（ISSS）	米国のシステム安全活動	1

用　語	タ イ ト ル	頁
サ行		
資格	システム安全エンジニア普及に向けた提言	7
システム安全	米国のシステム安全活動	1
	システム安全エンジニア普及に向けた提言	7
集合知	安全：持続可能性と集合知	38
情報通信技術（ICT）	新しい時代の安全原則を考える	32
食の安全	食の安全を支える食品衛生法－“HACCP制度化”とその導入支援	40
食品衛生法	食の安全を支える食品衛生法－“HACCP制度化”とその導入支援	39
信頼性	中性子耐性を考慮した電子デバイスの高信頼化技術および安全技術関する研究	17
セーフティ用のプロトコル	産業用ネットワークに使用しているOA機器について	34
タ行		
中性子耐性	中性子耐性を考慮した電子デバイスの高信頼化技術および安全技術関する研究	17
電子デバイス	中性子耐性を考慮した電子デバイスの高信頼化技術および安全技術関する研究	17
ナ行		
ネットワーク	産業用ネットワークに使用しているOA機器について	33
ラ行		
倫理問題	安全：持続可能性と集合知	37
レジリエンス	Safety-IIという安全概念	41
労働安全	「安全帯」が無くなる？	27
労働環境	外国人労働者と日本の安全を考える	36
労働災害	不吉な予感！	25

「安全安心社会研究」PDF化のご案内

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

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

なお、冊子送付をご希望される方は下記までご連絡下さい。

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

◉編集後記

安全安心社研究センター　センター長　福田　隆文

本号は２年ぶりとなったが、皆様にお届けできて安心しています。

このような小冊子であっても、出版社の雑誌でも、基本的な作業――企画、原稿依頼、一部の方への督促、整理・入稿、後生、発送指示などの一連の作業――は同じである。原稿の量は雑誌に比べ少ないが、作業者が２名ということもあり、また内一名は今年度から編集作業に関わった者で、事実上力になっていなかった。

編集作業は、センター講演会のことが一段落して、７月ころから始めたが、これは結果的には遅かった。執筆者にとって十分な期間があったとは言えなかった。また、「安全安心社会に関する学内、学外の研究者間での研究成果や情報共有を図るプラットフォームとしての役割を果たす」という本冊子の意義から考えると、各号の軸となる、（１）その時々のトピックをとらえ、解説する記事の執筆をお願いする特集の内容及び（２）広範な安全に関してまたがる研究員報告がまず重要と考えている。

より積極的には、学外の関係研究者の寄稿いただくことが必要である。これは、一見簡単そうであるが、時間の面だけを考えても、企画が４月頃には固まっていなければならないことを意味している。つまり、この小冊子の発行は１年がかりである。今号はバタバタ感があったが、次号からはより充実したものにしたい。この冊子を手にした皆様にも是非、特集の案などをセンターに知らせていただきたい。

最後に、編集作業に過程における永井真弓氏のご尽力が多大であったことをここに報告して、感謝の意を表したい。個人的には，上記のように不慣れだった私をリードして、作業を完遂いただけたことに感謝しています。

平成30年度　安全安心社会研究センター運営委員

センター長

長岡技術科学大学	システム安全専攻　教授	福田　隆文

副センター長

長岡技術科学大学	情報・経営システム工学専攻　教授	塩野谷　明

担当教員

長岡技術科学大学	機械創造工学専攻　教授	上村　靖司
長岡技術科学大学	電気電子情報工学専攻　教授	岩橋　政宏
長岡技術科学大学	環境社会基盤工学専攻　教授	杉本　光隆
長岡技術科学大学	環境社会基盤工学専攻　教授	細山田得三
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　教授	門脇　　敏
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　教授	阿部雅二朗
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　准教授	木村　哲也
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　准教授	大塚　雄市
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　准教授	芳司　俊郎
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　実務家教授	坂井　正善
長岡技術科学大学	システム安全工学専攻　実務家准教授	宮地由芽子

平成30年度　安全安心社会研究センター客員研究員〈アイウエオ順〉

今枝　幸博（村田機械株式会社）
岩岡　和幸（王子ネピア株式会社　安全衛生環境管理室　主幹）
越前屋　睦（吉川鐵工株式会社）
大賀　公二（有人宇宙システム株式会社　安全開発保証部　主幹技師）
大村　宏之（社団法人日本食品機械工業会　事業部　部長）
奥田　真司（西華産業株式会社　営業統括本部　業務部　建設担当）
川瀬健太郎（日清オイリオグループ株式会社）
櫻井　　剛（イータス株式会社　ESC）
杉本　　旭（長岡技術科学大学　名誉教授）
徳田　　仁（新潟県立長岡工業高等学校　工業化学科　教諭）
野沢　義則（八戸市立市民病院　臨床工学科兼医療安全管理室　技士長）
松浦　裕士（オムロン株式会社　コントロール事業部）
吉澤　厚文（技術研究組合 国際廃炉研究開発機構　専務理事）

安全に関する年表の掲載について

安全安心社研究センター　センター長　福田　隆文

本号巻末に安全年表が掲載されている。これは、三上喜貴名誉教授（前本センター長）が長年にわたって作成されてきたものを提供いただいて実現した。

年表を見ると、工業技術の発達と関連して認証制度が発展したことなど、多くのことが関連していることを認識でき、安全を時間軸の視点で俯瞰するときに役立つ。

三上喜貴先生に感謝すると共に、この年表を大いに活用いただくことを願っている。

併せて、年表冒頭にも記されているが、追加すべき項目や誤りがあったら、三上喜貴先生（mikami@kjs.nagaokaut.ac.jp）に連絡いただきたい。

eラーニング科目「安全マネジメント」副教材

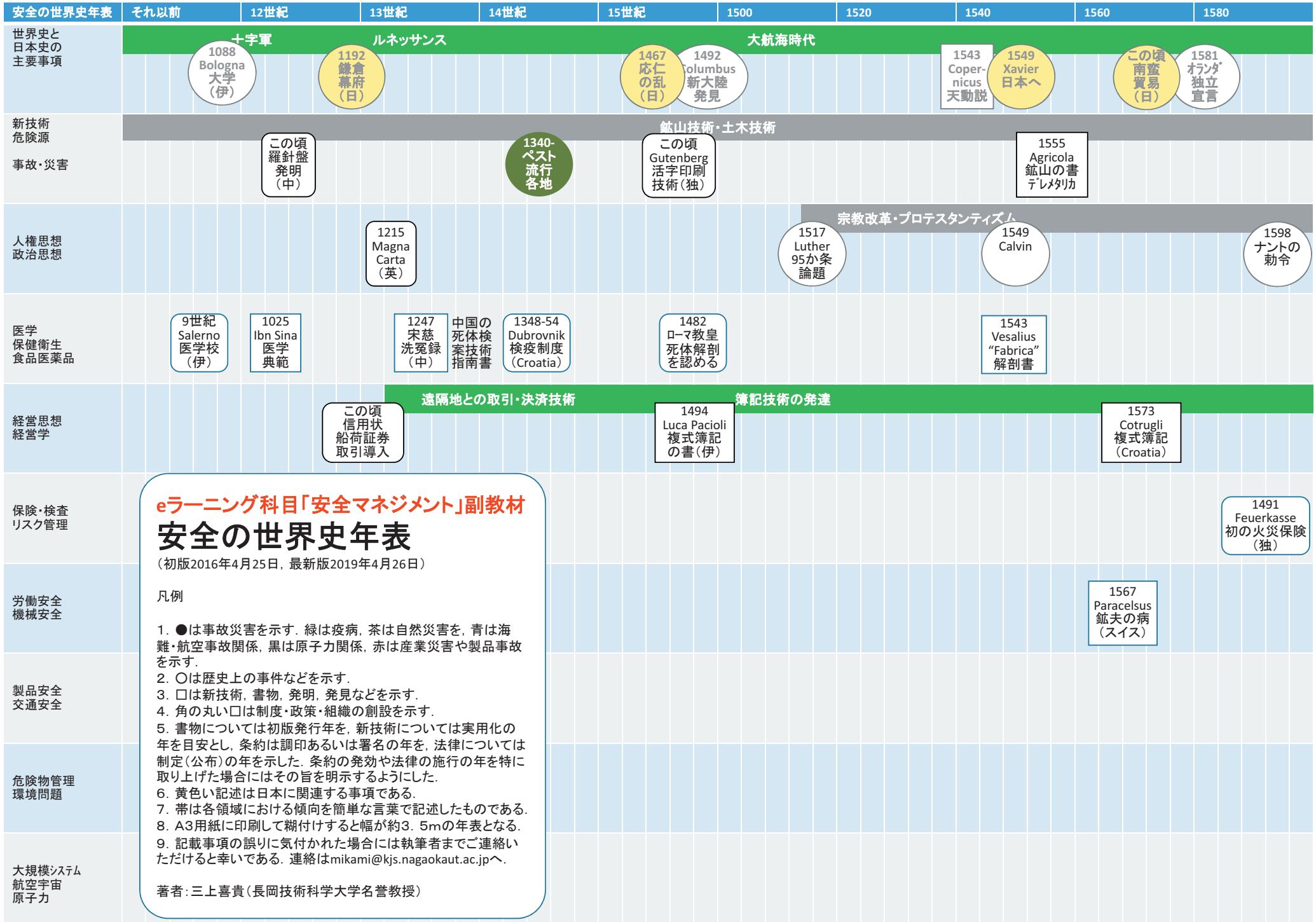
安全の世界史年表

（初版2016年4月25日，最新版2019年4月26日）

凡例

1．●は事故災害を示す．緑は疫病，茶は自然災害を，青は海難・航空事故関係，黒は原子力関係，赤は産業災害や製品事故を示す．
2．〇は歴史上の事件などを示す．
3．□は新技術，書物，発明，発見などを示す．
4．角の丸い□は制度・政策・組織の創設を示す．
5．書物については初版発行年を，新技術については実用化の年を目安とし，条約は調印あるいは署名の年を，法律については制定（公布）の年を示した．条約の発効や法律の施行の年を特に取り上げた場合にはその旨を明示するようにした．
6．黄色い記述は日本に関連する事項である．
7．帯は各領域における傾向を簡単な言葉で記述したものである．
8．A3用紙に印刷して糊付けすると幅が約3．5mの年表となる．
9．記載事項の誤りに気付かれた場合には執筆者までご連絡いただけると幸いである．連絡はmikami@kjs.nagaokaut.ac.jpへ．

著者：三上喜貴（長岡技術科学大学名誉教授）



安全の世界史年表

1600 | 1620 | 1640 | 1660 | 1680 | 1700 | 1720 | 1740 | 1760 | 1780

世界史と日本史の主要事項

- 17世紀科学革命
- 植民地貿易の発展
- イギリス産業革命

- 1603 江戸幕府（日）
- 1619 Kepler ｹﾟﾗｰの法則
- 1632 Galileo Galilei 天文対話
- 1638 鎖国令（日）
- 1682 Leeuwenhoek 顕微鏡
- 1687 Newton 万有引力
- 1735 Linnaeus 植物分類
- 1740 初の特許制度（英）
- 1766 Smith 国富論
- 1789 Lavoisier 化学原論

新技術 危険源

- 疫病
- 鉱山
- 火薬
- 密集都市
- 蒸気機関
- 機械紡績
- 無機化学

事故・災害

- 1601 佐渡金山（日）
- 1625 ペスト大流行各地
- 1627 鉱山で火薬使用開始
- 1654 Delft 火薬爆（蘭）
- 1657 明暦大火（日）
- 1666 London 大火（英）
- 1690 別子銅山（日）
- 1712 Newcomen 大気圧機関（英）
- 1735 Bansk Štiavnica 鉱山学校（初の工学教育機関）
- 1766 Freiburg 鉱山大学
- 1768 Arkright 紡績機（英）
- 1769 Watt 改良凝縮器
- 1791 Lebranc ｿｰﾀﾞ灰（仏）
- 1794 ENPC 土木学校（仏）

人権思想 政治思想

- 人民主権・近代的国家観の形成

- 1689 権利章典（英）
- 1690 Locke 統治二法（英）
- 1748 Montesquieu 法の精神（仏）
- 1762 Rousseau 社会契約論（仏）
- 1789 ﾌﾗﾝｽ革命 人権宣言（仏）

医学 保健衛生 食品医薬品

- 1612 ロンドン薬局方（英）
- 人口統計の始祖
- 1662 Graunt 死亡表（英）
- 偽薬死罪
- 1740 Sauvages 疾病分類（仏）
- 1742 公事方御定書（日）
- 1769 ﾃﾞﾝﾏｰｸ国勢調査（丁）
- 1774 解体新書（日）
- 1790 合衆国国勢調査（米）

経営思想 経営学

- 株式会社組織　継続企業形態の発展，期間損益計算へ
- 日本では大衆的な消費社会が出現
- 大規模機械制工場の誕生

- 1602 ｵﾗﾝﾀﾞ東印度会社
- 17世紀 期間計算概念（蘭）
- この頃 商売往来 商人教育（日）
- 先物取引を含む先進的取引市場
- 1730 堂島米取引所（日）
- 1740 石田梅岩 石門心学（日）
- カルヴァン主義商業道徳の日本版
- 1771 Cromford 水力紡績工場（英）
- 1785 Lanark 工場（英）
- 1794 Springfield 造兵廠（米）

保険・検査 リスク管理

- 火災保険・海上保険と船級検査等のリスク対策システムの確立

- 1667 Barbon 火災保険（英）
- 1688頃 Lloyds ｺｰﾋｼｮｯﾌﾟ（英）
- 1693 Halley 保険数理（英）
- 1736 Franklin 消防組合（米）
- 1760 Lloyds 船級協会（英）
- 1762 Dodson 生命保険（英）

労働安全 機械安全

- 産業医学の祖
- 1700 Ramazzini 働く人々の病気

製品安全 交通安全

危険物管理 環境問題

- 江戸時代 幕府・各藩による森林保護【留山】（日）

大規模ｼｽﾃﾑ 航空宇宙 原子力

安全の世界史年表

1800 | 1810 | 1820 | 1830 | 1840

世界史と日本史の主要事項

- イギリスにおける産業革命
- 1830年ころから産業革命，大陸諸国へも広がる
- 1803-15ﾅﾎﾟﾚｵﾝ戦争
- 1811-17 ﾗｯﾀﾞｲﾄ運動（英）

新技術 危険源

- 蒸気船
- 鉱山
- 火薬
- 蒸気機関・鉄道
- 疫病

事故・災害

- 1806 Fulton 蒸気船（米）
- 1824 Carnot 熱力学（仏）
- 1825頃 蒸気機関車（英）
- 1831 コレラ大流行（英）
- この頃 ボイラー破裂事故多発（英）

人権思想 政治思想

- 社会主義思想の黎明
- 社会主義・共産主義
- 1804 ﾌﾗﾝｽ民法典（仏）
- 1813 Owen 新社会観（英）
- 1838 ドイツ鉄道企業法
- 初の無過失賠償責任立法
- 1845 Engels 英国における労働者階級の状態
- 1848 共産党宣言

医学 保健衛生 食品医薬品

- 1831 Snow 疫学（英）

経営思想 経営学

- イギリスにおける産業革命の進展に伴う経営論の誕生（※印は米国経営学会AMAが選んだ経営学の古典）
- 米国における大規模繊維工場の誕生
- 1819※ Owen 工場長への提言（英）
- 1821～ Lowell Mill 一貫繊維工場（米）
- 1832※ Babbage 機械と生産者の経済（英）
- 1839 Amoskeag 紡績工場（米）
- Manchester of America

保険・検査 リスク管理

- 海上保険と船級検査
- 工場火災保険
- 1828 Bureau Veritas（蘭・仏）
- 1835 Factory Mutual（米）
- 1847 機械技術者協会（英）

労働安全 機械安全

- 1802 徒弟の健康と道徳の法（英）
- 1815 Davy 安全灯（英）
- 1819 繊維工場法（英）
- 1831 Thackrah 労働者の健康・寿命（英）
- 1833 工場法（英）
- 1837 共同雇用原則（英）
- 1842 Chadwick 労働者の衛生状態（英）

製品安全 交通安全

危険物管理 環境問題

大規模ｼｽﾃﾑ 航空宇宙 原子力

安全の世界史年表

1850 / 1860 / 1870 / 1880 / 1890

世界史と日本史の主要事項

産業革命，日本へも

- 1853 Perry 来航
- 1857 Darwin 種の起源
- 1861 Maxwell 電磁方程式
- 1868 明治維新（日）
- 1869 大陸横断鉄道
- 1873 第一国立銀行（日）
- 1874 勧業建白書（日）
- 1889 帝国憲法（日）
- 1890 民法商法（日）
- 1895 Röntgen X線発見
- 1897 Thomson 電子発見

新技術 危険源 事故・災害

蒸気機関・鉄道・製鋼法・無機化学

- 1853 Łukasiewicz 石油産業（ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞ）
- 1855 Bessemer 製鋼法（独）
- 1865 BASF（独）
- 1865 BASF（独）
- 1865 Sultana号火災（米）

電気技術

- 1876 Otto 内燃機関
- 1877 工部大学校（日）
- 1879 Edison 白熱電球
- 1880 ASME（米）
- 1882 Edison 発電事業
- 1884 AIEE（米）
- 1885 Benz ｶﾞｿﾘﾝ自動車
- この頃電気起因の火災多発
- 1898 ASTM（米）

人権思想 政治思想

社会主義・労働運動の発展

- 1864 第1次インターナショナル
- 1867 Marx 資本論
- 1869 Khight of Labor（米）
- 1878 社会主義者鎮圧法（独）
- 1886 米労働総同盟 AFL

医学 保健衛生 食品医薬品

細菌学・医学の発達による科学的な病因・死因分類体系の確立

- 1852 Nightingale クリミア戦争で活躍
- 1853 第1回国際統計会議
- 1861 Pasteur 自然発生説の否定
- 1874 Bundt 実験心理学
- 1882 Koch 結核菌（独）
- 1886 日本薬局方
- 1889 薬品取締規則
- 1890 北里 血清療法
- 1893 国際統計協会 Bertillonの死因分類採択

経営思想 経営学

大規模生産組織の誕生と米国機械技術者達による工場経営管理論

- 1865 Springfield 兵器廠量産体制
- 1870 Standard Oil
- 1873 Singer ｴﾘｻﾞﾍﾞｽﾎﾟｰﾄ工場
- 1885※ Metcalfe Towneら（米）
- 1886 義利合一（日）
- 三島中洲による商業道徳論
- 1890 反トラスト法（米）

保険・検査 リスク管理

ボイラー保険と検査の仕組み確立

- 1854 Manchester Steam User Assoc.（英）
- 1864 Travelers 初の損保（米）
- 1866 HSB（米）
- 1867 西洋案内（日）
- 福沢 保険事業紹介
- 1872 DÜV（独）
- 後の TÜV

雇主責任法成立に伴う賠償責任保険の成立

- 1877 Lloyds 再保険事業
- 1879 東京海上（日）
- 1886 初の賠償責任保険契約（米）
- 1894 UL（米）
- 1896 NFPA 全米防火協会

労働安全 機械安全

雇主の無過失賠償責任の確立

- 1877 ﾏｻﾁｭｰｾｯﾂ州工場法
- 1880 雇主責任（英）
- 1884 労災保険法（独）
- 1885 職業保険（独）
- 1889 佐渡金山汽缶取締規則（日）
- 1892 Joliet工場 初の工場内安全部局（米）
- Illinois Steel 安全運動発祥の地

製品安全 交通安全

危険物管理 環境問題

産業革命に伴う環境汚染深刻化

- 1863 アルカリ条例（英）

火薬安全・安全距離概念の誕生

- 1875 爆発物法（英）
- 1885～ 足尾鉱毒被害（日）

電気安全の黎明

- 1891 電気事業取締規則（日）
- 1896 NFPA Electric Code
- 1897 保安林制度（日）

大規模ｼｽﾃﾑ 航空宇宙 原子力

- 1896 船舶検査規則（日）

安全の世界史年表

1900 | 1905 | 1910 | 1915 | 1920

世界史と日本史の主要事項

- 電力と石油の時代へ
- 大量生産の時代・標準化と工程分業
- 社会主義国家の誕生
- 1904 日露戦争
- 1917 ロシア革命
- 1920 国際連盟設立

新技術 危険源 事故・災害

- 電気技術・無線通信・航空機
- 有機合成化学
- 1901 BSI設立（英）
- 1903 Right兄弟飛行機
- 1906 IEC設立
- 1906 サンフランシスコ地震
- 1906 Harber Bosch（独）
- 1912 Titanic沈没
- 1917 DIN設立（独）
- 1918 ANSI設立（米）
- 1921 Oppau硝安工場（独）
- 1923 関東大震災（日）

人権思想 政治思想

- 大正デモクラシー（日本）
- 1912 天皇機関説（日）
- 1917 河上肇 貧乏物語（日）

医学 保健衛生 食品医薬品

- 食品医薬品の安全確保に関する体制整備
- 1900 ICD死因分類 WHO
- 1900 飲食物取締規則（日）
- 1906 Pure Food Drug Act（米）
- 1911 スタンダードオイル分割

経営思想 経営学

- 初のMBA
- 科学的管理法
- 動作研究
- 1901 Dartmouth 初のMBA（米）
- 1903※ Taylor 科学的管理法
- 1908※ Gantt ボーナス制（米）
- 1910 Ford ハイランド工場
- 1916 渋沢 論語と算盤（日）
- 1916※ Gilbreth 疲労研究（米）
- 1918 豊田 紡織（日）
- 1922 Harvard Business Review

保険・検査 リスク管理

- ボイラー保険と検査
- 1906 Lloyds SF地震支払
- 1908 第一汽灌機関保険（日）
- 1911 ASME Boiler Code

労働安全 機械安全

- 日本における労働安全衛生の黎明
- 安全マネジメント活動
- 日本初の労働安全衛生法令整備
- 1903 農商務省 職工事情調査（日）
- 1907 SAFETY FIRST US Steel
- 1910 Eastman 労働事故と法
- 1911 工場法制定（日）
- 1912 安全専一（日）
- 1914 NSC（米）
- 1916 工場法施行（日）
- 1917 ILO発足
- 1919 ILO加盟（日）
- 1923 ILO統計委 度数率 強度率

製品安全 交通安全

- 生活空間における可燃物，電気エネルギー利用の広がりに応じた安全規制
- 1903 KITEマーク（英）
- 1903 運転免許制度 日本，イギリス，マサチューセッツ州等で導入
- 1909 初の道路交通信号（英）
- 1916 電気用品取締規則（日）

危険物管理 環境問題

- 1910 安全距離表（米）
- 1912 毒物劇物取締規則（日）
- 1923 圧縮瓦斯取締規則（日）

大規模システム 航空宇宙 原子力

- 1912 IRSE鉄道信号
- 1914 SOLAS条約 海上安全

安全の世界史年表	1925	1930	1935	1940	1945
世界史と日本史の主要事項	第二次世界大戦 1925 普通選挙法（日） 1929 大恐慌 1930- 昭和恐慌（日） 1933 国際連盟脱退（日） 1937 盧溝橋事件（日） 1938 国家総動員法（日）				戦後体制確立・米ソ冷戦 1945 国際連合 1946 鉄のカーテン演説 1947 GATT IMF体制 1947 日本国憲法
新技術 危険源 事故・災害	有機合成化学 1925 I.G. Farben（独） 1926 AFNOR 設立（仏）	1932 ITU 設立	1935 DuPont ナイロン発売 1937 Turing 計算機理論	原子力 1942 Fermi 初臨界（米）	1945 広島長崎原爆 計算機 1946 ENIAC 電算機（米） エレクトロニクス 1947 ISO I設立 1948 トランジスタ（米） 1949 JISC（日）
人権思想 政治思想	日本は国際孤立の道へ・人権の弾圧も激化 1925 治安維持法（日）				1948 世界人権宣言
医学 保健衛生 食品医薬品	食品医薬品の安全確保に関する体制整備 1938 FDA 設立（米）				1948 WHO 世界保健機構
経営思想 経営学	人間重視の経営 1926 日本経営学会（日） 1920年代※ MayoとForrett ホーソン実験・人間重視の経営思想（米）	統計的品質管理 1931 Shewhart 品質管理（米）	連合国内における戦時生産における標準化		戦後日本の経営再出発 1945 JSA（日） 1946 日科技連（日）
保険・検査 リスク管理	日本は官営保険の道へ 1932 労災扶助保険法施行（日）				
労働安全 機械安全	1925 女工哀史（日） 1928 労働安全週間（日） 1929 工場危害予防衛生規則（日）		1938 ILO脱退 厚生省（日）	1944 フィラデルフィア宣言	1947 労働三法成立（日） 1948 鉱山保安法（日）
製品安全 交通安全	生活空間における可燃物，電気エネルギー利用の広がりに応じた安全規制				
危険物管理 環境問題					1948 消防法（日）
大規模システム 航空宇宙 原子力					1947 ICAO 民間航空機関

安全の世界史年表

1950 / 1955 / 1960 / 1965 / 1970

世界史と日本史の主要事項

- 米ソ冷戦・軍拡競争
- 植民地諸国の独立・ベトナム戦争
- 1952 講和条約（日）
- 1955 バンドン首脳会談
- 1958 Sputnikショック
- 1960 所得倍増計画（日）
- 1960－75 ベトナム戦争
- 1971 ドル兌換停止
- 1972 地球環境サミット
- 1973 第1次石油危機

新技術 危険源 事故・災害

- 原子力
  - 1954 福竜丸被爆（日）
  - 1954 Obninsk初原発（露）
- 加工食品
  - 1955 森永ヒ素ミルク（日）
- 宇宙
  - 1958 Shipping-port原発（米）
- 薬害事件
  - 1960- サリドマイド薬害事件（各国）
- 交通戦争
  - 1962 初の通信衛星 AT&T
  - 1963 IEEE
  - 1963 三池炭鉱（日）
  - 1964 IBM 360
- 化学物質
  - 1967 アポロ11事故（米）
  - 1968 カネミ油症（日）
  - 1972 Ford ピント（米）

人権思想 政治思想

- 水俣病
  - 1956 水俣病初患者（日）
- 消費者の権利保護
  - 1962 Kennedy 消費者の権利宣言
- 情報公開
  - 1964 公民権法（米）
  - 1965 Nader “Unsafe at any speed”
  - 1966 FOIA（米）
- 障害者
  - 1969 苦界浄土（日）
  - 1970 障害者基本法（日）
- 児童保護
  - 1973 最低年齢条約

医学 保健衛生 食品医薬品

- 欲求の階層構造
  - 1950 薬事法（日）
- 国際的食品安全体制確立
  - 1958 食品衛生法（日）
  - 1963 WHO-FAO CODEX委設置
- 傷害サーベイランス
  - 1969 HACCP G/L CODEX
  - 1972 NEISS稼働（米）
  - 1974 NITE DB（日）

経営思想 経営学

- 品質管理運動
  - 1950 Deming来日
  - 1951 QC活動（日）
- 顧客の創造・MBO・欲求の階層構造
  - 1954 Juran QC HB
  - 1954 Drucker 現代の経営
  - 1954 Maslow 人間性の心理学
- 職務満足・X理論とY理論・マーケティングの4P・戦略
  - 1959 Herzberg 仕事と人間性
  - 1960 MacGregor 企業の人間的側面
  - 1960 McCarthy Basic Marketing
  - 1962 Chandler 経営戦略と組織
- 経営者の5つの役割
  - 1967 Cotler マーケティングマネジメント
  - 1973 Drucker マネジメント

保険・検査 リスク管理

- 巨大リスクへの対応による新技術事業化の促進（原子力発電・宇宙開発）
  - 1957 原子力損害賠償法（米）
  - 1961 原子力損害賠償法（日）
  - 1965 初の宇宙保険引受 Lloyds

労働安全 機械安全

- 日本は戦後復興のもとで炭鉱爆発事故，労働災害が増加，これに対応して安全運動も
  - 1951 ILO復帰（日）
  - 1958 産業災害防止計画（日）
  - 1959 ボイラー則（日）
  - 1960 じん肺法（日）
  - 1961 クレーン則（日）
  - 1964 中災防設立（日）
  - 1968 ILO機械防護条約
  - 1970 OSHA（米）
  - 1972 安衛法（日）
  - 1972 Robens報告（英）
  - 1974 HSW法（英）
- ローベンス改革

製品安全 交通安全

- 生活空間における人工危険源の増加
  - 1951 道路運送車両法（日）
  - 1953 可燃性繊維法（米）
- 危険有害性が明らかとなった製品への個別対応の時代（安全基準・検査・表示）
  - 1956 冷蔵庫安全法（米）
  - 1960 繊維製品品質表示法
  - 1961 電気用品取締法（日）
  - 1962 家庭用品品質表示法
- 厳格責任
  - 1966 厳格責任判決（米）
  - 1967 LPG法（日）
- 消費者保護制度の確立
  - 1968 消費者保護基本法（日）
  - 1969 消安法SG（日）
  - 1972 CPSC（米）

危険物管理 環境問題

- 個別危険源への対応の時代
  - 1950 火薬類取締法（日）
  - 1951 高圧ガス保安法（日）
- 危険物輸送の安全
  - 1956 国連危険物輸送勧告
- 新規化学物質に環境汚染への警告
  - 1962 Carson 沈黙の春
- 汚染者の無過失賠償責任（PPP）
  - 1971－73 四大公害裁判判決（日）
  - 1972 OECD PPP採択
  - 1973 化審法（日）

大規模システム 航空宇宙 原子力

- 1953 Atoms for Peace 演説
- 1957 IAEA
- システム安全手法の確立
  - 1961 FTA Bell研（米）
  - 1962 System Safety Society
- 航空宇宙・原子力分野におけるシステム安全手法の適用
  - 1967 NTSB（米）
  - 1969 MIL 882 初版
  - 1970 Haddon マトリックス（米）
  - 1971 MORT DOE
  - 1972 SHEL モデル ICAO

安全の世界史年表

1975 / 1980 / 1985 / 1990 / 1995

世界史と日本史の主要事項

- 基準認証グローバル化
- 金融システムのグローバル化
- 地球環境問題
- 技術的障壁撤廃・知財保護のグローバル化

- 1979 GATT スタンダードコード
- 1985 プラザ合意 G20
- 1985 GATT TBT協定
- 1985 欧州市場統合
- 1988 バーゼル合意 BIS
- 1991 冷戦終結
- 1992 リオ会議 温暖化対策等
- 1993 NAFTA成立
- 1995 WTO TRIPS TBT

新技術 危険源

プラント / 航空機 / 原子力 / 宇宙

事故・災害

- 1976 Seveso事故（伊）
- 1977 Tenerifeの悲劇（西）
- 1977 Apple（米）
- 1979 TMI事故（米）
- 1982 Space Shuttle（米）
- 1984 Bhopal事故（印）
- 1986 チャレンジャ事故（米）
- 1986 Chernobyl事故⑦（露）
- 1988 北海油田事故（英）
- 1989 Exxon Valdes座礁
- 1993 インターネット商用
- 1993 BSE初症例（英）
- 1993 O-157食中毒（米）
- 1995 阪神淡路地震（日）
- 1999 JCO事故（日）

人権思想 政治思想

障害者 / 男女差別禁止・個人情報保護 / 児童保護 / 製品欠陥の定義

- 1975 障害者の権利宣言
- 1979 女子差別撤廃条約
- 1980 OECD個人情報保護原則
- 1985 男女雇用機会均等法（日）
- 1986 労働者派遣法（日）
- 1989 子どもの権利条約
- 1993 個人情報保護法（日）
- 1994 ハートビル法（日）
- 1995 EU個人情報保護指令
- 1996 Colborn失われし未来
- 1998 不法行為法第3次リステイトメント（米）
- 1999 情報公開法（日）

医学 保健衛生 食品医薬品

- 1998 HACCP義務化 食肉（米）

経営思想 経営学

全社的品質管理の導入 / 日本的経営への注目 / 規制緩和政策 / マネジメントシステム規格MSS / 日本におけるISO導入ブーム

- 1975 TQC活動
- 1980 Porter競争の戦略
- 1981 Ouchi セオリーZ
- 1982 Peters エクセレントカンパニー
- 1982 AT&T分割
- 1987 ISO 9000シリーズ
- 1993 Champy Hammer BPR
- 1993 JAB JQA（日）
- 1996 TQM活動（日）
- 1996 ISO14000 環境マネジメント

保険・検査 リスク管理

試験機関の相互認証

- 1980年代末 アスベスト訴訟，巨大事故等によるロイズ保険市場経営危機
- 1999 ISO 17025 試験機関
- 1999 認証改革一括法（日）

労働安全 機械安全

- 1985 統一アプローチ（EU）
- 1999 OSHMS指針（日）

製品安全 交通安全

事前規制から事後市場監視へ

- 1985 シートベルト着用義務化（日）
- 1987 ISO/IEC Guide 50 子供
- 1990 整合PL法（EU）
- 1992 一般製品安全指令（EU）
- 1993 製品品質法（中）
- 1995 PL法施行（日）

危険物管理 環境問題

大規模産業災害への対応・補償・周辺住民の知る権利 / 地球環境問題への取り組み（オゾン層・温暖化・生物多様性）・拡大生産者責任（EPR）

- 1975 石油コンビナート法（日）
- 1980 スーパーファンド法（米）
- 1982 Seveso指令（EU）
- 1985 レスポンシブルケア（加）
- 1986 EPCRA 知る権利法（米）
- 1988 Vien条約発効
- 1989 Basel条約
- 1992 UNFCCC CBD
- 1995 容器包装リサイクル法（日）
- 1997 京都議定書
- 1999 PRTR法施行（日）

大規模システム 航空宇宙 原子力

原子力・航空・宇宙における確率論的安全性評価（PSA）・ヒューマンファクター研究

- 1975 WASH 1400 NRC
- 1975 SHEL モデル KLM
- 1979 CRM
- 1980 原子力PSA
- 1982 航空機設計にFTAを要求FAA
- 1986 定量的安全目標 NRC
- 1988 全原発にPSA要求 NRC
- 1990 ISO/IEC Guide 51 初版

安全の世界史年表

2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020

世界史と日本史の主要事項

- 2001 同時多発テロ（米）
- 2002 ヨハネスブルグ リオ+10
- 2003 国土安全保障省（米）
- 2008 リーマンショック（米）
- 2012 リオデジャネイロ リオ+20
- 2015 ASEAN市場統合

新技術 危険源

遺伝子組替・エレクトロニクス・バイオテクノロジー

事故・災害

- 2001 BSE初症例（日）
- 2004 中越地震（日）
- 2006 パロマ事故（日）
- 2007 大量リコール（米）
- 2009 新型インフルエンザ（各地）
- 2011 福島原発事故（日）

人権思想 政治思想

アクセシビリティ

- 2000 交通バリアフリー法（日）
- 2001 サイバー犯罪条約
- 2013 障害者差別解消法（日）

医学 保健衛生 食品医薬品

遺伝子組替食品・BSE問題・トレーサビリティ

- 2000 カルタヘナ議定書採択
- 2001 WHO-ICECI 傷害の外因分類
- 2003 食品安全委（日）
- 2004 NISS（中）
- 2007 IDB EU
- 2013 ISO 22000 食品安全

経営思想 経営学

リスク対応・事業継続管理　社会的責任経営

- 2010 経団連企業行動憲章（日）

保険・検査 リスク管理

リスクマネジメント・事業継続管理　社会的責任経営

- 2002 ISO/IEC Guide73 RM用語
- 2004 民間緊急事態法（英）
- 2005 BCP 事業継続管理G/L
- 2010 ISO 26000 SR
- 2012 ISO 22301 BCP

労働安全 機械安全

グローバルな労働安全マネジメント・機械安全ガイドライン

- 2001 OSH ILO
- 2002 NUT 機械安全コース
- 2003 ISO 12100 機械安全
- 2006 NUT SSD（日）
- 2008 安衛法RA義務化（日）
- 2010 SSE資格（日）
- 2016 ISO 45001 OSHMS

製品安全 交通安全

危害を受け易い消費者への配慮　市場サーベイランス制度確立　自主的製品安全マネジメント・リコール態勢整備へ

- 2001 ISO/IEC Guide71 高齢者等
- 2004 RAPEX 稼働 EU
- 2007 PSアワード（日）
- 2007 重大事故報告制（日）
- 2008 消費者庁（日）
- 2008 CPSIA（米）
- 2010-12 経産省リコールRA，事業者ハンドブック
- 2013 ISO 10393 ISO 10377 製品安全

危険物管理 環境問題

地球環境問題への取り組み（有害化学物質・遺伝子組替食品等）　水銀

- 2003 RoHS指令公布
- 2003 UN GHS採択
- 2004 POPs条約発効
- 2003 RoHS指令施行
- 2007 Reach規制 EU
- 2012 MSDS↓SDS
- 2013 水俣条約署名

大規模システム 航空宇宙 原子力

機能安全　組み込みソフトの安全性

- 2000 IEC 61508 機能
- 2001 IEC 61882 HAZOP
- 2005 IEC 60204 電気系
- 2006 ISO 13849 制御系
- 2011 ISO 26262 自動車

安全安心社会研究［第７号］

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

印刷・製本　あかつき印刷㈱

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。