

表2 EBSで利用できる基本原則

区分	説明
可謬性	人は誤り、機械は故障することを前提に保護方策を実施
予見可能な誤使用への配慮	通常の使用だけでなく、予見可能な誤使用も考慮
ライフサイクルへの配慮	通常の運転時だけでなく、段取り、トラブル処理、保守・点検、修理、清掃、改造、廃棄などの作業も考慮
根本原因重視	ヒューマンエラーの背後にある根本原因を重視
予防原則としての安全の原理	安全か危険か分からないものはすべて危険とみなす
絶対安全の困難性への配慮	絶対安全は困難で、リスクは必ず残留することへの配慮

表3 EBSで利用できる手続き上の要件

区分	説明
公平性	特定の個人や集団が過大なリスクを負わない
公開性	安全やリスクに関する情報は、何人にも公開されており、容易にアクセス可能である
透明性	安全立証、適合性評価、リスクの評価などに関する手続きは、所定の透明かつ明確なプロセスにしたがう
倫理性	専門家は、所定の技術者倫理を備えている
専門性	専門家は、State of the art に基づく専門性を備えている
公正・中立性	専門家は、利害関係者から独立した公正・中立性を備えている

4. 安全目標の具体例

4.1 確率論的なリスク管理目標

次に、EBS 体系における確率論的なリスク管理目標を考察する。この具体例に、HSE が示した 10^{-6} 回/年がある。ここで、日本の労働者数を約 5,000 万人とすると、この目標は日本の死亡労働災害の発生確率を 50 人/年未満とすることに相当する（だからと言って死亡災害の発生が容認できるわけではない）。

一方で、労働災害の発生状況も踏まえた場合、行政施策上のリスク管理目標として ALARP (As low as reasonably practicable の略) の上限を定めるべきとの意見もある。この値は豊田によれば、例えば $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 回/年の間で各業種の実情に応じた現実的な値を選択すべきとされている³⁾。

なお、最近、環境分野で利用されるリスク管理目標に、人が有害物を取り込んだ際の発がんリスクを 10^{-5} /生涯未満とする提案がある⁴⁾。ここで、生涯を 70 年、年間の総暴露時間を 8,760 時間とすると、危害の発生確率は 1.6×10^{-11} 回/h 未満となる。

また、IEC61508 では SIL (Safety Integrity Level) が 3 のシステム（一般の産業機械ではこのレベルが最高水準である）に対し危険側障害発生率 $10^{-8} \sim 10^{-7}$ 回/h を要求するが、この数値にハイリッヒの法則に基づく回避失敗率（たとえば概数ではあるが $1/330$ ）をかけて危害の発生確率を推定すると、 $3.0 \times 10^{-11} \sim 3.0 \times 10^{-10}$ 回/h に相当する。

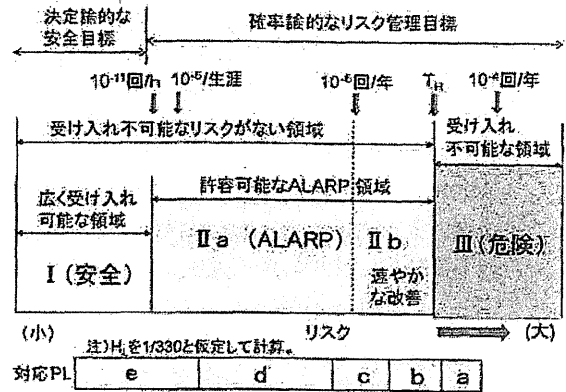


図4 目標値とリスク管理区分の関係

4.2 決定論的な安全目標

次に、EBS の体系における決定論的な安全目標について考察する。本報では、この検討を行う前に、決定論的な方策と決定論に準じる方策の違いを述べ、この結果を基に決定論的な安全目標と安全性評価指標について考察を行う。

(1) 決定論的な方策と決定論に準じる方策

決定論に基づく方策の代表例に、危険源を抜本的に除去する方策がある。具体的には、設備の見直しやレイアウトの変更によって危険な設備を根絶する方策や、作業方法の変更によって危険な作業を根絶する方策などがある。また、機械の可動部が発生する力、または可動部が有するエネルギーを人体に危害を及ぼさない程度に制限する方法や、人と機械の作業区域を固定式ガードによって分離する方法などがある。さらに、制御システムを利用した方策では、安全確認形システムの採用、インクロックやフェールセーフなどの制御安全技術の活用がある。

一方で、決定論に準じる方策に異種冗長化と定期的な自動監視（セルフチェック）技術がある。この具体例に、異なった種類の CPU を冗長化し、これらの演算結果を定期的に監視して、結果が同一でないときは機械の運転を停止させる方策がある。また、プラントの冷却系統に水冷と空冷の 2 系統を設けるなどの方策も異種冗長化に該当する。

(2) 決定論的な安全目標と安全性評価指標

(1) で述べた決定論的な方策を具体的に確定できれば、これらの方策を達成したか否かを判定する際の判定基準を決定論的な安全目標として利用できる。

具体的には、“設備や作業の改善によって危険源を根絶できたか”、“機械の可動部が発生する力や保有するエネルギーを人体に危害を及ぼさない程度まで制限できたか”、“人と機械の可動部の作業区域を両者が接触することのないように確実に制御できる仕

組みとしているか”, “人が誤り, 制御システムの安全関連部が故障したときは直ちに機械の可動部を確実に停止できる仕組みとしているか”などが決定論的方策の安全目標と考えられる。

これに対し, 決定論的方策の安全性評価指標に相当するのが, 前述した EBS 体系の下で安全立証のために利用できるエビデンスである。この具体例に, 表4に示すユネイトがある。

表4 ユネイトな関係

真の安全状態	安全情報の出力	判定
安全(1)	運転許可(1)	○ 正常
危険(0)	運転禁止(0)	○ 正常
安全(1)	運転禁止(0)	○ 安全側故障(稼働率低下)
危険(0)	運転許可(1)	× 危険側故障(災害発生)

注) 以上の関係は $S \geq S_c$ となる。

(3) 決定論に準じる安全目標と安全性評価指標

次に, 決定論に準じる安全目標と安全性評価指標について考察する。このときの安全目標には, “適切な異種の冗長化技術と自動監視技術が適用されているか”, “共通原因故障の影響がないように多様性に考慮した構成としているか”, “万一, 未然防止が達成できなかったときのために適切な被害拡大防止策を講じているか”などが考えられる。また, 安全性の評価指標としては表4のユネイトや危険側故障率比(すべての故障に対する危険側となる故障の比率)などが考えられる。ただし, この方策では前述した安全目標の達成だけでは十分でなく, 残留リスクを図4のリスク管理区分Ⅰの範囲内に抑制することが安全目標を達成する際の必要十分条件と考えられる。

このため, 筆者らは, 上記の安全目標の達成に加えて, 決定論に準じる方策のリスク管理目標として, 10^{-11} 回/h未滿の危害の発生確率を提案している。これは日本の5,000万労働者が1年間(1,800時間)働いたときの災害発生件数の推定値を1件未滿(この場合は0.9件)とする水準である。

ここで重要なのは, 決定論に準じる方策では, 決定論的な安全目標と確率論的なリスク管理目標の両方を必要とすることである。ただし, このリスク評価では, 不確定性を排除するために, “安全か危険か分からない不確定なものはすべて危険とみなす”という表2の安全の原理に基づく扱いが必要である。

4.3 リスク管理区分と安全目標

図4は, 以上を踏まえて筆者らが提案するリスク管理区分である。ここでは, 危害の発生確率が 10^{-11} 回/h未滿の領域をリスク管理区分Ⅰ(安全), 10^{-6}

回/年未滿の領域をリスク管理区分Ⅱa(個人レベルでのALARP領域), 10^{-6} 回/年以上から $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 回/年の間で各業種の実情に応じた現実的な値 T_{11} 未滿をリスク管理区分Ⅱb(社会的レベルでのALARP領域), T_{11} 以上の領域をリスク管理区分Ⅲ(危険)と呼ぶ。ただし, T_{11} は暫定的なものであり, 本来は速やかに 10^{-6} 回/年に移行すべきものである。

5. おわりに

以上, 労働災害防止に利用できる安全目標について考察した。この要点は次のとおりである。

- 1) 労働災害には, 過去に繰り返し発生しているタイプA災害と, 発生確率は低いが重篤度は著しく高いために社会的影響の大きいタイプB災害がある。
 - 2) 従来は, 決定論的な安全目標が必要なときに, 確率論的なリスク管理目標で代替することもあった。しかし, 確率論的なリスク管理目標が利用できるのはタイプA災害の社会的安全目標が主であり, これ以外では決定論的な安全目標が不可欠と考えられる。
- 以上の点は, 安全を“受け入れ不可能なリスクがないこと”と定義したことの原因があるのかもしれない。一方で, EBSの観点からは, 安全をリスクに依存しない立証を伴う概念として再構築する必要がある。このため, 筆者らは, 安全を“未然防止の仕組みと戦略の構築”⁵⁾と定義し, この定義に沿った決定論的な安全目標の解明を進めた。この要点は, “未然防止の観点に立った活動か”, “災害防止のための手段とその仕組みは妥当か”, “戦略は適切で普遍的か”であり, この具体例は4(2)と(3)に示した。

今後は, 以上の点も考慮し考察を続けたい。

謝 辞

以上の検討では, 筆者が参加した日本学術会議の安全目標WGでの議論が大変参考になった。紙上を借りて, 委員各位に深い謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 梅崎重夫, 濱島京子, 清水尚憲. 根拠に基づく機械のリスクマネジメント戦略の提案, 第5回電子情報通信学会安全性研究会予稿集(2012) pp.13-16
- 2) HSE Books, Reducing risks, protecting people, HSE's decision making process, R2p2(2001)
- 3) 豊田寿夫, ALARPと受容可能なリスク, 標準化と品質管理, Vol.65, No.12(2012)134-140
- 4) 成合英樹, 安全目標-リスクと安全・社会の安心-, 学術の動向(2008)2-9
- 5) 梅崎重夫, 清水尚憲, 濱島京子, 高木元也, 島田行泰ほか. よくわかる! 管理・監督者のための安全管理技術(基礎編), 日科技連出版社(2011)p.23

労働安全及び機械安全分野における社会基盤の確立に関する考察 — 社会基盤の機能と構造 —

濱島 京子[†] 梅崎 重夫[‡]

[†] (独) 労働安全衛生総合研究所 電気安全研究グループ 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6

[‡] (独) 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

E-mail: [†] hamajima@s.jniosh.go.jp

あらまし 機械安全分野では、安全対策の基本概念や技術が国際安全規格等で体系化されてきている。しかし日本国内では、これらが十分に普及しているとは言いがたい状況である。この理由の一つとして、労働安全および機械安全分野において、望ましい「安全」を達成するための仕組みや制度、すなわち社会基盤が不十分であることが挙げられる。そこで本研究では、社会基盤の必要性と、その機能および構造を考察する。

キーワード 労働安全, 機械安全, 社会制度, 社会基盤, 情報学

Discussion regarding the establishment of social infrastructure in the field of occupational and machine safety

— The function and structure of social infrastructure —

Kyoko HAMAJIMA[†] and Shigeo UMEZAKI[‡]

[†] Electrical Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan (JNIOSH)

Umezono 1-4-6, Kiyosé, Tokyo 204-0024 Japan

[‡] Mechanical System Safety Research Group, JNIOSH

E-mail: [†] hamajima@s.jniosh.go.jp

Abstract In the field of machine safety, basic concepts and technology for ensuring safety have been systematized through approaches such as international safety standards. However, it is hard to say that these standards have been adequately disseminated in Japan. One reason for this is that, in the field of occupational and machine safety, there are inadequate mechanisms and institutions (i.e., social infrastructure) for achieving the desired safety. Therefore, this research discusses the need for social infrastructure, as well as its function and structure.

Keyword Occupational Safety, Machinery Safety, Social Infrastructure

1. はじめに

機械安全分野では、安全対策の基本概念や技術が国際安全規格等で体系化されてきている。しかし日本国内では、これらが十分に普及しているとは言いがたい状況である。

この理由の一つとして、労働安全および機械安全分野において、望ましい「安全」を達成するための仕組みや制度、すなわち社会基盤が不十分であることが挙げられる。

そこで本研究では、社会基盤の必要性と、その機能および構造を考察する。

2. 新たな法規制基盤の整備のための取り組み

2.1. 設計・製造者の責任強化への動き

厚生労働省が公表している第12次労働災害防止計画（平成25年度～29年度の5年間）では、「働くことで生命が脅かされたり、健康が損なわれるようなことは、本来あってはならない」社会の構築を目指している[1]。この理念をすべての関係者で共有し、安全や健康のためのコストは必要不可欠であることを正しく理解するとともに、それぞれが責任ある行動を取ることによって「誰もが安心して健康に働くことができる社会」を目指すとしている。

この流れの中で、機械設備の設計製造者等の供給者

第12次労働災害防止計画 抜粋
(H25年4月1日～平成30年3月31日)

製造段階での安全対策の強化

- ・ 機械災害防止対策の推進
 - 原因究明、本質安全化、製造者による改善
- ・ 本質安全化の促進
 - リスクマネジメントの強化、危険性等の通知の徹底
- ・ 機械災害の公表制度の導入
 - 制度検討を開始
 - 重大な欠陥による重篤な労働災害が対象(機械設備の販売先が特定できない場合などを想定)
 - ユーザによる誤使用情報の公開
- ・ 機械等の技術基準の見直し
 - 労働安全衛生関連法令
 - JIS等との積極的な整合

科学的根拠、国際動向を踏まえた施策推進

- ・ 科学的根拠に基づく対策の推進
 - 調査研究と安全衛生施策との一体性、連携を強化
- ・ 国際動向を踏まえた施策推進
 - 諸外国の知見や施策動向を踏まえる
 - 規制や基準の整合性等に配慮

図1 第12次労働災害防止計画における重要項目

の責任を強化する取り組みがいくつか述べられている。

第一は、機械の設計・製造段階での安全対策の強化を目的とした「機械設備の本質安全化の促進」、「機械災害公表制度の導入に向けた検討」および「機械等の技術基準の見直し」である。このうち、本質安全化の促進では、労働現場で使用されるあらゆる機械設備について、製造者等の機械設備の提供者に対する措置(設計・製造時及び改造時のリスクアセスメント、リスク低減措置および危険性等の通知の徹底)を強化する、としている。また、機械災害の公表制度は、公表対象となる条件案はいくつかあるものの、機械の重大な欠陥により重篤な労働災害が生じた場合には、設計・製造者の公表や製造者による機械の回収・改善を図る制度を検討する、としている。さらに、技術基準の見直しについては、JIS等との積極的な整合を図ることとしている。

第二は、機械災害だけでなく労働災害全般に関連する重点施策として「科学的根拠および国際動向を踏まえた施策の推進」が挙げられている。これは先に述べた「機械設備の本質安全化の推進」や「技術基準の見直し」に深く関わる項目である。特に、国際動向を踏まえた施策推進においては、諸外国の知見や施策動向を踏まえ、規制や基準の整合性に配慮することとなっており、先に述べた技術基準等の見直しは、この施策の一環であることがわかる。

また、この第12次労働災害防止計画の内容と関連して、本計画期間内に厚生労働科研費により「機械安全規制における世界戦略へ対応するための法規制等基盤整備に関する調査研究」が実施される。この調査研究では、欧州等の法制度を参考にしながら日本における望ましい法規制や社会制度を提案することとなっており、(独)労働安全衛生総合研究所と長岡技術科学大学が連携して、研究を進めている。

欧州起源のISO12100のリスク低減戦略が参考

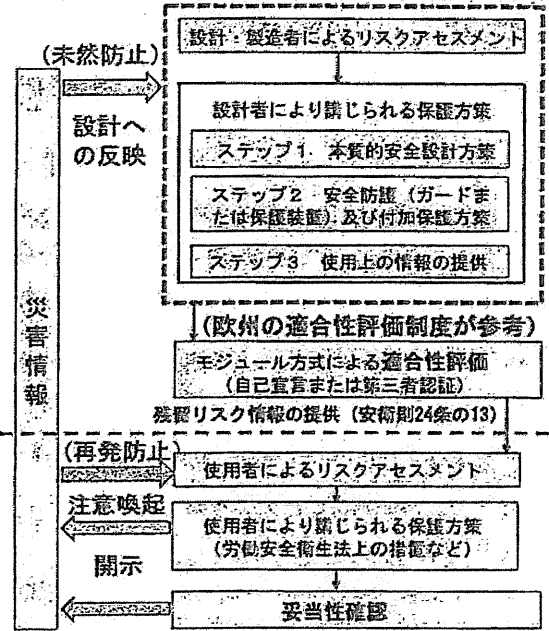


図2 法規制案と社会制度の例(実質同一案の場合)

このように、厚生労働省による施策は、機械設備の設計・製造者側にも大きな影響を与える内容へと変わりつつある。

2.2. 新たな法規制と社会制度の基盤整備のための検討

日本国内における法規制を検討する際に参考となるのが欧州である。欧州では、本質安全設計方針などの思想を体系的な欧州安全規格(EN規格)としてまとめあげ、広く普及可能とした。またリスクアセスメントや第三者認証制度などの仕組みを取り込み、社会制度化に成功している。この基本的取組みが1985年に確立した欧州のニュー・アプローチ政策である。この点は以下の3点にまとめられる。

- 1) 安全上の必須要求事項である欧州指令と、これを補完する体系的な技術仕様書であるEN規格。
- 2) モジュール方式による必須要求事項への適合性評価と、欧州内での検査や検定の相互認証
- 3) 自己責任に基づく製品の安全立証と、必須要求事項への適合を自ら宣言するCEマーキング。

以上の制度は、機械の設計・製造段階で安全を本質的に確保しようとする方策であり、日本の労働災害防止対策でも大変参考になると考えられる。

現在、日本においてもISO12100と実質的に同一である機械の包括的な安全基準に関する指針が厚生労働省から出されており、リスクアセスメントの実施に関しても安衛法第28条の2で努力義務化されている。す

社会基盤の機能

- ①社会制度(法規制や認証制度など)に則った取組みが、当事者と社会全体の利益となる仕組みを提供
- ②社会制度を運用可能とするためのリソースの提供

社会的利益

- ①すべての人が等しく安全を享受できる → 法制度による保護
- ②構築された安全の中身を確認できる → 根拠に基づく安全、評価・認証
情報開示・透明性
- ③すべての人が安全を学び、実践できる
(企業の競争力強化含む) → 安全の体系化、知的財産権、標準化
人材教育、業務支援

構造(分野体系)

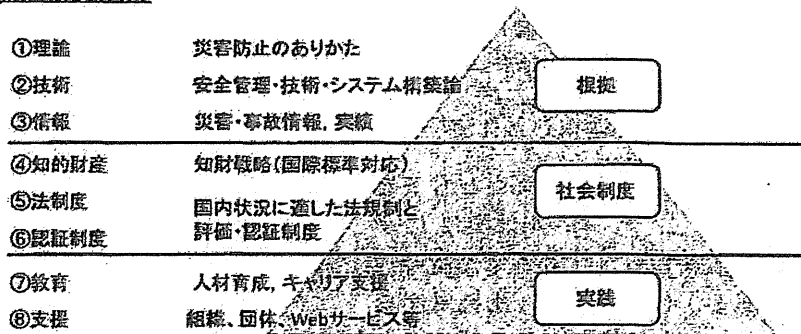


図3 労働安全及び機械安全分野における社会基盤の機能と構造

なわち、国際安全規格の体系に沿った機械設備の安全対策を実施するための素地は既に存在している。

そこで、現在の国内状況を鑑みた上で、上記の欧州制度と類似の社会制度を労働安全側で実現しようとした場合には、例えば図2のような制度が考えられる。

2.3. 社会基盤整備の必要性

図2は、①ISO12100に定めるリスク低減戦略、②モジュール方式による適合性評価、③機械の使用者による妥当性確認、④機械の設計・製造段階での災害情報の活用、から構成される。このうち、①と②は製品の自由な流通を目的とする欧州の機械安全制度の中心となる機能である。

これに対し、図2では、日本で望まれる機械安全に関する法規制及び社会制度として、労働者の安全を確保するために③と④の機能も併せて重視している。なお、ISO12100によるリスク低減プロセスをシステムとしてみた場合、情報のフィードバック構造がないために、機能不全に陥る可能性が存在する[2]。図2の災害情報の設計・製造者への伝達は、この問題を解決するための構造でもある。

日本では、労働災害情報を厚生労働省が収集する仕組みが存在することから、この制度を図2の災害情報の基盤とすることで、ISO12100のシステム構造的欠陥を補完することが可能となる。

ただし、現在収集されている労働災害情報は、災害発生機種や件数等の労働災害の全体観を把握するためのデータが中心である。このため、未然防止や再発防

止に活用できる情報を得るには、労働災害発生時に収集する情報項目の見直しが求められる。

すなわち、図2に示すような社会制度の実現には法規制や認証制度の検討のみでは不十分であり、これを下支えする様々な事項の整備が同時に必要である。以下、本稿では、社会制度を下支えする各種事項を総括して社会基盤と呼び、社会基盤に求められる機能と構造を考察する。

3. 労働安全及び機械安全分野の社会基盤

上に述べたように、社会基盤は法制度などの社会制度を下支えし、社会全体に利益をもたらすための基盤と位置づけられる。ただし、この定義では社会基盤の全体像が不明瞭であり、図2に示したような社会制度を実現する場合に、併せて整備すべき項目が明らかとならない。そこでまず、労働安全および機械安全の分野における社会基盤の機能(役割)と、そこから得られる社会的利益を考察し、その結果より社会基盤を構成する分野階層について推察する(図3)。

3.1. 機能

社会基盤の役割は、法規制や適合性評価・認証制度などの社会制度を運用するためのリソースを提供し、なおかつ社会制度に則った取組みが、当事者と社会全体の利益となる仕組みを提供すること、と考えられる。

3.2. 社会の利益

上述の機能より得られる社会的利益として、以下の3事項が挙げられる。

まず、業種や職種を問わず、労働に携わる全ての人の安全が保障されること。これには、法制度による保護が求められる。

次に、その安全は妥当とみなされる根拠に基づいて構築され、その内容は国内外を問わず説明できるものであること。これを可能とするためには、根拠に基づく安全の実施、評価認証制度の確立、および情報の開示や透明性の確保などが求められる。

最後に、このような安全を全ての人が学び、実践することができること、が挙げられる。これには、安全の体系化や教育の実施に加えて、機械設備の設計・製造者や安全装置メーカーに対する、国際標準化戦略と連携した知的財産マネジメント支援も含まれる。

3.3. 分野構造

以上のような観点から、社会基盤は少なくとも下記の8分野より構成される。ここで、4)~6)は図2に示した社会制度の核となる部分であり、図3での社会的利益の①を担う部分である。1)~3)は、社会制度を運用するための基盤または安全の根拠となる項目であり図3の社会的利益②を主に担う。7)~8)は、1)~6)を実社会で実現するための人材や組織を支援するためのものであり、社会的利益の③に主に該当する(図3)。

- | | |
|---------|----------------------------------|
| 1) 理論 | 労働災害防止のあり方や原理・原則 |
| 2) 技術 | 安全管理・技術・システム構築論 |
| 3) 情報 | 災害・事故情報、実績 |
| 4) 知財 | 国際標準化と知的財産 |
| 5) 法制度 | 国内状況に適した法と認証制度 |
| 6) 認証制度 | (同上) |
| 7) 教育 | 人材育成、キャリア支援 |
| 8) 支援 | 8分野の実務を支援する組織や団体
および Web サービス |

4. 社会基盤整備に向けた現状課題

図3に示す社会基盤を整備する上で、労働安全及び機械安全分野において、現状での課題の中で最も重要と思われる点を以下に述べる(社会制度を除く)。

4.1. 理論体系

安全技術に関しては、国際安全規格等で体系が揃いつつあるものの、安全の理念、原理・原則のような「考え方」については、体系化が不十分な状態である。

特に、第12次労働災害防止計画での「科学的根拠に基づく対策の推進」においては(図1)、「調査研究と安全衛生施策との一体性および連携を強化」という記述に留まっている。根拠として何を選定し、どう対策に生かしていくのが、その具体的方法論については述べられていない。

「科学的根拠に基づく対策」として連想されること

は、リスクマネジメントである。しかし図3に示すように、根拠に基づく対策とは、理論、技術および情報に基づくべきであり、リスクアセスメントによる対策の実施は、②技術分野での実施事項の一部と考えられる。

2章で述べたように、第12次労働災害防止計画が目指す社会は、理想的には災害ゼロ(絶対安全^{*})の世界である。しかし、現実には技術でリスクゼロを達成することは不可能である。このため、日本の労働安全分野においては、理念と技術が両立する安全理論の体系構築が必要と推察される。現在、この体系については、根拠に基づく安全(EBS: Evidence-Based Safety)として検討を重ねている段階である[3]。

4.2. 分野における成熟度の違い

社会基盤の8分野(図3)の中で、技術分野については、既に様々な調査研究や製品開発等がなされており、得られる情報の量は多い。反面、理論や情報分野での研究はこれからの段階であり、技術分野ほど情報が存在しない。また、国際標準化と知的財産のように、そもそも限られた情報しか公開できない分野もある。この情報量の差が、安全分野の全体把握を困難にし、必要な人材の育成やキャリア形成が困難となっている要因の一つと見られる。

このため、情報量の差から生ずるバイアスを解消し、全体の俯瞰を可能とする知識体系の構築が併せて必要と思われる。

5. おわりに

労働安全及び機械安全分野において、設計製造者の責任を強化する新たな法規制基盤整備に向けた取り組みが始まった。そこで、法規制や認証制度を社会制度化した場合、制度運用のためのリソース、すなわち社会基盤が必要であることを示し、その機能と構造を考察し、現状の課題を示した。

文 献

- [1] 厚生労働省：第12次労働災害防止計画, 厚生労働省ホームページ (2013年7月1日 URI 確認)
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzensei/i21/>
- [2] 濱島京子, 梅崎重夫: 労働安全及び機械安全分野における情報学的視点導入の必要性, 信学技報 Vol.112, No.368, pp.17-20, 2012.
- [3] 梅崎重夫, 濱島京子, 清水尚憲: 根拠に基づく機械のリスクマネジメント戦略の提案, 信学技報 Vol.112, No.368, pp.13-16, 2012.

^{*} 絶対安全とは、「絶対に事故は起きない」と思い込むことではなく、「絶対に事故は起こさない」と誓うことである。

機械安全における管理者の意識に関する調査

○福田隆文[†]・芳司俊郎[†]・梅崎重夫^{††}

[†]長岡技術科学大学システム安全専攻 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

^{††}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 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6

E-mail: [†]t-fukuda@vos.nagaokaut.ac.jp

あらまし 機械安全の推進が求められており、その一つの方策として、メーカーでリスクアセスメントに基づいた安全設計を行い、適合性評価をしてユーザーに引き渡し、ユーザーは自社の使用環境での安全性を検証して使用することがある。この検討に当たって、産業界ではどの様に受け止められるかを調査した。その結果、機械の安全性を示す表示制度は有効と考える一方、リスクアセスメントが災害防止につながるかという点では、意見が分かれている。また、安全性を性能で示すこと（性能規定）については必ずしも肯定的ではなかった。

キーワード 安全管理, リスクアセスメント, 機械安全, 妥当性確認

Survey on the Consciousness of Personnel Concerning Machine Safety

Takabumi FUKUDA[†], Toshiro Hoshi[†], and Shigeo Umezaki^{††}

[†] Department of System Safety, Nagaoka University of Technology Kamitomioka 1603-1, Nagaoka, Niigata, 940-2188, Japan

^{††} Mechanical System Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Umezono 1-4-6, Kiyose, Tokyo, 204-0024, Japan

E-mail: [†]t-fukuda@vos.nagaokaut.ac.jp

Abstract It is required to develop machine safety. And, as a measure, it is considered that (1) the machine manufacture assess the potential risk, carry out safe design (risk reduction) and validate its safety and (2) the machine user check the safety under the users' circumstances before operation. To consider this issue, the questionnaire survey on the consciousness. As the result, it is cleared that (1) the safety marking system is considered available, (2) the effectiveness of risk assessment is not clearly affirmed. Adding to these, the rule based on safety performance (not safety specification) is not agreed.

Keyword Safety Management, Risk Assessment, Machine Safety, Validation

1. はじめに

日本企業の強みは、鉄鋼・自動車・化学などの産業現場における質の高い生産技術と安全管理にある。この“現場力”を基盤に置いた上で、安全の先進国と言われる欧州の機械安全技術や社会制度を活用すれば、日本の現場力に基づく新しい枠組みの安全技術や社会制度を構築できる可能性がある。これらは人的対策と設備対策のどちらに重点を置くかという違いはあるが、いずれも過去の災害の経験に基づく帰納的方策である。一方で、大規模で複雑なシステムでは、これまで経験しなかった未知の災害が発生する場合もあり、過去の経験に頼るだけでは十分でない。そこで、人間機械システムを一般的なモデルで表し、このモデルの解析によって災害防止対策を導出する演繹的方策も併せて提案してきた。つまり、既に提案したEBS (Evidence based safety)理論を踏まえた上で、帰納的方策と演繹的方策

を連携させた新たな戦略の提案を試みる。この戦略では、①現場力の活用、②管理区分方式の演繹的方策を基本とする災害防止戦略の構築、③機械の使用段階に実施する妥当性確認の前提条件の明確化、④成功情報（好事例に関する情報など）や失敗情報（災害情報など）のフィードバックが特に重要と考えられる^[1]。

労働安全および機械安全分野において、望ましい「安全」を達成するための仕組みや制度等の社会基盤整備に関する議論が始まっている。労働安全と機械安全は各々目的が異なる社会的システムであることを明確に認識した上で、どのように連携するかというシステムの視点での議論が求められる。機械安全制度は労働安全側の目的を達するように導入しなければならない。そのための適合性評価（安全性の評価と認証）と妥当性確認の社会制度化が課題であるとされている^[2]。

これらの研究結果から、メーカーではリスクアセス

メントに基づいた安全設計を行い、設計・製造の適合性評価をしてユーザーに引き渡し、ユーザーは自社の使用環境での安全性をメーカーから提供された情報を基に妥当性を検証して使用することを一つのモデルとして検討している。この検討に当たって、産業界ではどの様に受け止められるかを調査した。この結果を以下に述べる。

2. 本研究の進め方

以上のように議論を進めてきたが、やはり機械を実際に使う産業界の意見を知ることは必須である。そこで、機械メーカー及び機械ユーザーの企業を種々の産業分野から選んでアンケートを実施した。具体的には、工業会のホームページに掲載されている会員企業から適宜選択してアンケート用紙を郵送した。

アンケートは平成 27 年 10 月に 187 社の安全担当者宛に発送した。回答は 82 社からあった(回収率 44%)。その内訳を表 1、表 2 に示す。なお、業種の回答が複数選択した企業があったため、表 1、表 2 の総計がない。

表 1 回答企業の規模

従業員人数	該当企業数
50 人未満	13
50 人～99 人	9
100 人～299 人	19
300 人～999 人	20
1,000 人～2,999 人	9
3,000 人～9,999 人	6
10,000 人以上	9

表 2 回答企業の業種

業種	該当企業数	業種	該当企業数
D	3	E-25	3
E-09	3	E-26	17
E-14	7	E-27	1
E-15	3	E-28	2
E-18	1	E-29	8
E-19	1	E-31	8
E-22	2	E-32	5
E-24	8	I	4

業種の分類記号の意味は最終ページ参照

企業規模では 100～299 人、300～999 人が中心となっている。製造業が 69 社であり、その他の業種は 7 社(建設業 3 社、卸売業・小売業 4 社)である。製造業では、生産用機械機器製造業が 17 社で最多であった。

設問は最終ページに示すが、大別して安全全般に関することと安全の仕組みに関することとした。回答は、

5：概ね 9 割以上(まったくそのとおりだ)、4：概ね 7 割以上(そのようなときが多い)、3：概ね 5 割程度(半々だ)、2：概ね 3 割以下(そうでないときが多い)、1：概ね 1 割以下(そうでない)、0：分からない、から選択して回答を求めた。自由記述欄は一切設けなかった。この方式は、詳細な解析には不向きな点もあるが、企業に負担をかけず、結果として回答率を上げるだけでなく、率直な意見で回答をしてもらうという点でも効果があると考えた。

次節 3. では、主に企業規模別に考えることにする。

3. アンケート結果の概要

表 3 に各設問に対する回答の平均値を示す。

表 3 回答の平均ポイント

設問	平均ポイント	設問	平均ポイント
1)	2.7	11)	3.7
2)	2.3	12)	3.5
3)	4.2	13)	2.3
4)	1.6	14)	2.7
5)	4.2	15)	2.5
6)	4.9	16)	2.5
7)	3.2	17)	4.2
8)	2.9	18)	3.7
9)	2.7	19)	2.7
10)	3.4	20)	4.0

3.1 安全の構築について

設問 1)～4)から、コストの制約があるものの、多くの企業で安全を構築しようとしていることが分かる。但し、設問 1)の回答を企業規模別に見た表 4 から、小規模企業ほどコストの制約が大きい現実が分かる。その結果、設問 5)で示されたように作業性やコストを考慮した総合的な対策が必要と考えられている。

設問 6)の平均ポイント 4.9 で顕著に示されているように安全な職場は働く人の協力と連帯で初めて実現できると認識されていると共に、設問 11)の平均ポイント 3.7 から良くも、また設問 12)の平均ポイント 3.5 から悪くも、トップの影響が大きいととらえられている。

また、設問 7)の平均ポイント 3.2 から、現場の安全管理力に依存した安全よりは設備対策の徹底によって安全な職場を実現すべきとの考えが強いことが分かる。設問 6)の結果である、安全な職場は働く人の協力と連帯で初めて実現できると認識されていることから、設備による安全と人による安全が両輪であると認識されていると推察できる。

3.2 機械の安全

次に機械の安全のとらえられ方を考察する。設問 16)の平均ポイント 2.5 から、機械の残留リスクの提供は

表4 設問に対する企業規模別平均ポイント

従業員人数	設問 1)の平均 ポイント	設問 11)の平均 ポイント	設問 12)の平均 ポイント	設問 14)の平均 ポイント	設問 15)の平均 ポイント
50人未満	3.3	3.4	3.8	2.8	2.3
50人～99人	3.3	3.8	2.6	2.2	2.3
100人～299人	2.2	4.2	3.6	2.8	2.6
300人～999人	2.6	3.6	3.3	2.7	2.5
1,000人～2,999人	2.6	3.2	3.4	2.9	2.8
3,000人～9,999人	2.5	4.0	3.5	2.3	2.2
10,000人以上	2.5	3.7	4.0	2.2	2.0
全回答平均	2.7	3.7	3.5	2.7	2.5

十分には行われていないと判断される。一方、設問 17)の平均ポイント 4.2 から、安全な機械の実現のためには勘や経験依存から明確な考え方や安全基準によるべきとの考えが多くあり、設問 18)から、これらの基準を満たした安全な機械であることを示す表示は有用と考えられている（平均ポイント 3.7）。

一方、設問 19)の平均ポイント 2.7 は、これらの基準は民間が中心になって規定するよりも国が規定することが望まれていることを示している。そして、これらの基準は一般的な性能で示すのではなく、具体的な仕様で示すのが良いと認識されている。この点は、構造規格・規定が未だに多い日本の事情を反映した結果と考えられる。また、設問 18)の平均ポイントが 3.7 であることから、機械が安全であることを示す表示があれば安全な機械の購入に資すると考えられている。欧米の CE マークに相当する制度の創設も検討の価値があると考えられる。

3.3 リスクアセスメント

設問 14)の平均ポイントが 2.7 であることから、かなりの場合でリスクアセスメントは形骸化していると考えられていること、更に設問 15)の平均ポイント 2.5 から、労働災害防止に効果があるかについても疑問視されている。形骸化、労働災害防止効果への疑問が、従業員数 100 人～2,999 人の中堅企業において高めである（表 4）。

更に、設問 16)の平均ポイント 2.5 から、ユーザーはメーカーから十分な残留リスク情報を受け取っていないと認識している。

これらのことを考えると、リスクアセスメントは、実施法、活用法ともに、日本では未だ定着していないと判断され、今後の改善が必要である。

4. まとめ

今回の限られたアンケートの結果だけであるが、概ね次のような結果となった。

1. 多くの企業で安全の重要性に建前ではなく真に求められるものと考えられている。

2. 安全はコストがかかることも認識されている。
3. 一方、リスクアセスメントが災害防止につながるかという点では、意見が分かれている。また、残留リスク情報の提供も十分とは感じられていない。
4. 機械の安全性を示す表示制度は有効と考える回答がやや多かった。
5. “安全性の基準を民間が中心に進めること”、“安全性を性能で示すこと”については、そのようには考えないとする回答が多かった。
6. 安全な機械であることの表示制度については、一定の効果が期待されている。
7. 以上の回答において企業規模による差は、設問 1)を除き見られなかった。

機械安全の向上を目指して機械メーカーが安全を確認して出荷し、ユーザーはそれと共に受け取る残留リスク情報を基に更に安全対策を行って運用することが、今後の一つの形として模索されると思われるが、そのためには、上記 3)に対する有効な対応策等の検討、また今後も政府が基準を作成し続けることは困難になると考えられることから 5)に対する検討が必要である。謝辞 本研究は厚生労働科研費（機械安全規制における世界戦略へ対応するための法規制等基盤整備に関する調査研究（H25-労働一般-001））の一環として行われた。

文 献

- [1] 梅崎重夫・濱島京子：日本の現場力と欧州の機械安全技術の連携による新たな社会制度の構築，電子情報通信学会技術研究報告書，Vol. IEICE-114，No.458，pp. 13-16 (2015)
- [2] 濱島京子・梅崎重夫：労働安全及び機械安全分野における社会基盤の確立に関する考察－社会制度と妥当性確認の前提条件の検討－，電子情報通信学会技術研究報告書，Vol. IEICE-114，No.458，pp. 17-20 (2015)

参考 回答したアンケートの項目を次に示す。

<御社についての質問>

御社の業種を次から選んで、記号あるいは番号を
○で囲んでください。(下記の一覧は総務省の日本
標準産業分類(平成25年10月改定)によっ
ています。) <以下、回答がなかった分類は略す。>

大分類 D 建設業

大分類 E 製造業 → 次の中分類の中の該当
項の数字も○で囲んでください。

- 中分類 09 食料品製造業
- 中分類 14 パルプ・紙・紙加工品製造業
- 中分類 15 印刷・同関連業
- 中分類 18 プラスチック製品製造業(別掲
を除く)
- 中分類 19 ゴム製品製造業
- 中分類 22 鉄鋼業
- 中分類 24 金属製品製造業
- 中分類 25 はん用機械器具製造業
- 中分類 26 生産用機械器具製造業
- 中分類 27 業務用機械器具製造業
- 中分類 28 電子部品・デバイス・電子回路
製造業
- 中分類 29 電気機械器具製造業
- 中分類 31 輸送用機械器具製造業
- 中分類 32 その他の製造業

大分類 I 卸売業, 小売業

御社の規模を次から選んで希望を○で囲んでく
ださい。

- A 従業員 50 人未満 / B 従業員 50 人～99 人 / C
従業員 100 人～299 人 / D 従業員 300 人～999 人 /
E 従業員 1000 人～2999 人 / F 従業員 3000 人～
9999 人 / G 従業員 10000 人以上

<安全管理に関する関係者への質問>

あなたは、次の質問に対して御社の関係者(あ
るいは御社が所属する業界の関係者)がどの程度強
い意識や考え方を持っていると感じておりますか。
5段階で評価してください。なお、5～1は次の意
味です。

- 5は「概ね9割以上」(まったくそのとおりだ)
- 4は「概ね7割以上」(そのようなときが多い)
- 3は「概ね5割程度」(半々だ)
- 2は「概ね3割以下」(そうでないときが多い)
- 1は「概ね1割以下」(そうでない)
- 0は「分からない」

- 1) 安全な職場の実現は建前としては立派だが、現
実にはコストの制約などで難しいときがある
- 2) 現実には安全よりもコストや作業性を優先させ
てしまう
- 3) 職場で働く人は、安全を何よりも優先すべきと
いう共通認識を持っている
- 4) 安全は建前で、本気で安全な職場を作ろうと考
えている人はほとんどいない
- 5) 安全だけでなく、作業性やコストも考慮した総
合的な対策が必要である
- 6) 安全な職場は、働く人の協力と連携によって初
めて実現できる
- 7) 現場の安全管理力に依存せず、設備対策の徹底

によって安全な職場を実現すべきである

- 8) 未然防止も重要であるが、現実には再発防止が
中心となり、未然防止対策が後回しになってい
る
 - 9) 重篤度を重視した対策も重要であるが、現実
には件数を減らす対策を実施せざるを得ない
 - 10) 想定外の考慮が重要ということ、今回の東
日本大震災の経験を経て初めて認識した
 - 11) 多くの企業で“安全はコストでなく新たな価
値を創造するための未来への投資である”とい
う考え方の経営者がトップとなれば、労働災害
は減少して行く
 - 12) 労働災害が多発する企業では、現場の問題よ
り経営トップの考え方に問題がある
 - 13) 最近、以前と比較して“安全第一”という用
語を聞く機会が減った
 - 14) 職場で実施しているリスクアセスメントは形
骸化していると思う
 - 15) 現在実施しているリスクアセスメントが本当
に労働災害防止に効果があるか、疑問を感じて
いる
 - 16) 最近、メーカーが残留リスクに関する十分
な情報を提供してくれるようになったと感じて
いる
 - 17) 安全な機械を実現するには、個人の勘や経験
に頼るのではなく、文書化された明確な考え方
や安全基準が必要である
 - 18) 機械が安全であることを示す表示制度があ
れば、ユーザーが安全な機械を購入する際の拠
り所となる
 - 19) 上記17)に示した安全基準の作成や上記18)
の表示の許可は、国が中心となるのではなく、民
間が中心となって実施するのが良い
 - 20) 機械が安全か否かの判断基準は、一般的な性
能で示すのではなく、具体的な仕様で示すのが良
い
- ご協力ありがとうございました。

