

日本で望まれる機械安全に関する法規制及び社会制度の考察[†]

梅 崎 重 夫^{*1} 福 田 隆 文^{*2} 齋 藤 剛^{*1} 清 水 尚 憲^{*1} 木 村 哲 也^{*2}
濱 島 京 子^{*3} 芳 司 俊 郎^{*4} 池 田 博 康^{*1} 岡 部 康 平^{*1} 山 際 謙 太^{*1}
富 田 一^{*3} 三 上 喜 貴^{*2} 平 尾 裕 司^{*2} 岡 本 満 喜 子^{*2} 門 脇 敏^{*2}
阿 部 雅 二 朗^{*2} 大 塚 雄 市^{*2}

日本の強みは、現場の優秀な作業員や管理・監督者及び生産技術者が質の高い安全管理と生産技術に基づく改善を実施していることにある。したがって、この“現場力”を基盤に置いた上で、技術に基づく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適切に活用すれば、日本の現場力と欧州の機械安全技術を高次の次元で融合させた新しい枠組みの安全技術と社会制度を構築できる可能性がある。本稿では、以上の観点から日本で望まれる法規制及び社会制度のあり方を検討した。その結果、今後の日本の社会制度では、安全をコストでなく新たな価値創造のための投資として位置づけること、高い当事者意識と安全な職場を構築しようとする共通の価値観を関係者間で共有すること、及び再発防止から未然防止、件数重視から重篤度重視への戦略転換と想定外の考慮が重要と推察された。また、実際の機械の労働災害防止対策では、特に経営者及び設計者に対して欧州機械安全の基本理念と災害防止原則を普及促進するとともに、① ISO12100 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と適合宣言に関する情報伝達を目的としたマーキング、③マーキングの情報に基づく機械の使用段階での妥当性確認、④機械の設計・製造段階への災害情報のフィードバックが特に重要と考えられた。

キーワード：機械安全，法規制，社会制度，ISO12100，妥当性確認

1 はじめに

欧州の機械安全に関する法規制及び社会制度の基本的枠組みは、1985年のニュー・アプローチ政策によって確立したと考えられる。この政策では、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適合性評価と欧州域内での相互承認、③自己責任に基づき製品の必須要求事項への適合を自ら宣言するCEマーキングなどが、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^{1~3)}。このため、本稿では、上記①~③の法規制や社会制度を日本の労働安全分野でも活用することによって、機械に起因する労働災害の大幅な減少が図れるかの検証を進めている。

このような検証を実施する場合、日本と欧州の社会的・文化的背景を考慮して比較検討を行う必要がある。例えば、欧州で設備対策を中心とした保護方策が普及した背景には、人や物の自由な移動が不可欠な欧州域内で母国語や文化も異なる多様な労働者を雇用する場合、ガードや保護装置などの設備対策の充実が最も効果的な安全確保の方法であったためと考えられる。

これに対し、日本では、現場の優秀な作業員や管理・

監督者及び生産技術者の技能と注意力に依存して質の高い安全管理と生産技術に基づく改善を実施している場合も多いと考えられる。これは、最近の雇用の流動化や就業形態の多様化などに起因して後退が著しいが、鉄鋼、自動車、化学、電機などの分野では依然として健在な企業も認められる。

したがって、日本の強みである“現場力”に基づく質の高い安全管理と生産技術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適切に活用すれば、多発している機械による労働災害の激減を図ることも可能と考えられる。また、この成果を基に、日本の現場力と欧州の機械安全技術を高次の次元で融合させた新しい枠組みの安全技術を海外に向けて広く発信できる可能性がある。これは、働く人の安全(労働者保護)だけでなく、日本の国際競争力の強化という観点からも意義がある。

本稿では“現場力”を“経営者が定めた経営戦略を達成するために、作業員や管理・監督者及び生産技術者などが現場の実情に応じた適切な解決策を組織的に提案し実行する能力”と定義した。ここでいう解決策の中では、安全・品質・環境の確保、生産性の改善、原価の低減、納期の遵守などが特に重要と考えられる。この詳細は第3章の2)を参照されたい。

本稿は、以上の観点から、今後の日本で望まれる法規制及び社会制度のあり方について文献1)~4)の記載も考慮した上で考察を行う。なお、“現場力”に基づく安全管理では、事業者と労働者の間で“自分たちの職場からは重大な労働災害を発生させない”とする価値観の共有が不可欠である。

† 原稿受付 2014年08月22日

† 原稿受理 2014年10月06日

J-STAGE Advance published date: November 14, 2014

*1 (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

*2 国立大学法人長岡技術科学大学大学院 技術経営研究科

*3 (独)労働安全衛生総合研究所 電気安全研究グループ

*4 厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課

前 (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

連絡先：〒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

梅崎重夫[†]

E-mail: umezaki@s.jniosh.go.jp

また、“現場力”を過信して設備対策が可能なものまで無理に人の注意力に依存する対策を実施する場合は、そのような対策自体が労働災害の直接原因となることもある。したがって、“現場力”の活用にあたっては、人の誤りや機械の故障が発生した場合でも事故や災害に至らないための設備対策をあらかじめ講じておくことが、安全な職場を実現する際に不可欠な条件となる。同様に、安全に関する企業の競争力強化に関しても、働く人の安全を優先した対応が不可欠である。

2 欧州の機械安全に関する法規制及び社会制度の概要

最初に本稿の前提条件を明確にするために、欧州の機械安全に関する法規制と社会制度の核心である① EU 指

令と EN 規格、②機械のリスク低減戦略の概要、③モジュール方式による適合性評価、④適合宣言と CE マーキングの概要を文献 2) 及び 3) での記載を基に述べる^{2, 3)}。

これらの情報は機械安全の専門家にとっては既知であるが、前提条件の明確化と多くの方々に関連情報を知ってもらうために記載した。なお、本稿で使用する略語及び用語の意味は表 1 及び表 2 を参照されたい。

1) EU 指令の発令と EN 規格の制定

1957 年に設立された EEC は、EEC 内での製品の自由な流通が安全規制という障壁によって阻害されるのを防ぐために、CEN/CENEC (欧州の規格制定機関) が中心となって加盟国相互の規格の整合化を推進してきた。この政策は“オールド・アプローチ”と呼ばれる。

表1 本稿で使用する略語の意味

略 語	日本語での名称	説 明
1 EU	欧州連合	European Union の略称。欧州統合化を目的として従来の EC を 1993 年に名称変更したもの。参加国はフランス、ドイツ、イギリスなどを始めとする 28 か国。
2 EC	欧州共同体	European Communities の略称。欧州での単一共同市場の構築を目的として 1967 年に設立された。
3 EEC	欧州経済共同体	European Economic Community の略称。EC の母体となった経済共同体であり、1957 年に設立された。
4 CE	CE マーキング	Comite Europeen の略称。製品が EC 指令の必須要求事項に適合していることを、製造者自らが適合宣言するとき貼付するマーキング。
5 ISO	国際標準化機構	International Standardization Organization の略称。1947 年に電気・電子分野以外の標準化のための国際機関として設立された。
6 IEC	国際電気標準化機構	International Electrotechnical Commission の略称。1908 年に電気・電子分野の標準化のための国際機関として設立された。
7 CEN	欧州標準化委員会	Comite Europeen de Normalisation の略称。欧州域内の電気・電子分野以外の標準化のための機関として設立された機構。
8 CENELEC	欧州電気標準化委員会	Comite Europeen de Normalisation Electro-technique の略称。欧州域内の電気・電子分野の標準化のための国際機関として設立された機構。
9 EN	欧州規格	European Norms の略称。最終的に確定した欧州規格である。

表2 ISO12100 (JISB9700) で使用する用語の意味

用 語	英語表記	定 義
1 機械類 機械	Machinery Machine	連結された部品又は構成品の組合せで、そのうちの少なくとも一つは適切な機械アクチュエータ、制御及び動力回路を備えて動くものであって、特に材料の加工、処理、移動、梱包といった特定の用途に合うように結合されたもの
2 危害	Harm	身体的傷害又は健康障害
3 危険源	Hazard	危害を引き起こす潜在的根源
4 危険状態	Hazardous situation	人が少なくとも一つの危険源に暴露される状況
5 危険事象	Harmful event	危険状態から結果として危害に至る出来事
6 危険区域	Hazard zone Danger zone	人が危険源に暴露されるような機械類の内部及び/又は機械類周辺の空間
7 リスク	Risk	危害の発生確率と危害のひどさの組合せをいう。
8 リスクアセスメント	Risk assessment	リスク分析及びリスクの評価を含むすべてのプロセス
9 適切なリスク低減	Adequate risk reduction	現在の技術レベルを考慮した上で、少なくとも法的要求事項にしたがったリスクの低減
10 保護方策	Protective measure	リスク低減を達成することを意図した方策。設計者による本質的安全設計方策、安全防護及び付加保護方策、使用上の情報の提供、及び使用者による安全管理組織の整備、安全作業手順の策定、監督、作業許可システムの構築、追加安全防護物の準備及び使用、保護具の使用、訓練などが該当する。
11 本質的安全設計方策	Inherently safe design measure	ガード又は保護装置を使用しないで、機械の設計又は運転特性を変更することにより危険源を除去するか又は危険源に関連するリスクを低減する保護方策
12 安全防護	Safeguarding	本質的安全設計方策によっては合理的に除去できない危険源、又は十分に低減できないリスクから人を保護するための安全防護物の使用による保護方策
13 使用上の情報	Information for use	使用者に情報を伝えるための伝達手段（例えば、文章、語句、標識、信号、記号、図形）を個別に、又は組み合わせて使用する保護方策
14 機械の意図する使用	Intended use of a machine	使用上の指示事項の中に提供された情報に基づく機械の使用
15 合理的に予見可能な誤使用	Reasonably foreseeable misuse	設計者が意図していない使用法で、容易に予測し得る人間の挙動から生じる機械の使用
16 安全防護物	Safeguard	ガード又は安全装置
17 ガード	Guard	(人)を保護するために機械の一部として設計された物理的なバリア
18 保護装置	Protective device	ガード以外の安全防護物

表3 機械安全に関連した代表的なEU指令

名称	指令番号	内容
1 機械	2006/42/EC	表2に定義した”機械”及び本指令の付属書Vに規定された”安全部品”(人体検知用の安全装置, 安全機能を実現する論理ユニットなど)を対象とした指令. 機械指令 98/37/EC を改変した指令であり, 原則として 2009年12月29日より発効.
2 電磁両立性 (EMC)	2014/30/EU	電磁妨害を引き起こす要因となる機器, 及び電磁妨害により影響を受ける機器を対象とした指令.
3 低電圧 (LV)	2014/35/EU	入出力の定格電圧が AC50-1000V, 又は DC75-1500V の範囲で使用されるように設計をした電気製品を対象とした指令.

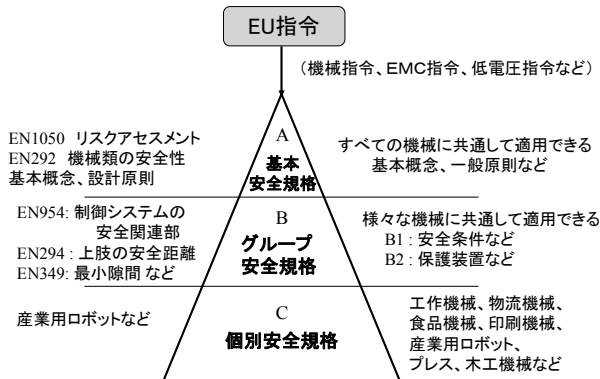


図1 EN規格の体系

要求事項を示したものであり、詳細な技術上の要件を含んでいない。そこで、EUでは指令とは別に詳細な技術上の要件を示した仕様書を作成し、指令を補完することにした。これが欧州規格（EN規格）である。

図1に、機械指令に関連するEN規格の体系図を示す。この規格は、図1に示すようにタイプA（基本安全規格）、タイプB（グループ安全規格）、タイプC（個別安全規格）という体系的な構成となっている。なお、EN規格への適合は強制ではないが、EN規格に適合していればEU指令の必須要求事項に適合しているとみなされるため、実際にはEN規格に適合するように製品を作らざるを得ないのが現状である。

2) 機械のリスク低減戦略

次に、EN規格の中でも特に重要な規格として、機械のリスク低減戦略を定めたEN292の技術的内容を概説する。

現在、EN292は機械安全国際規格ISO12100（機械類の安全性—設計の一般原則—リスクアセスメント及びリスク低減）:2010として標準化されている。本節では、この規格に定められたリスク低減の進め方の概略を述べる（図2参照）。

具体的には、次の手順にしたがってリスク低減策を実

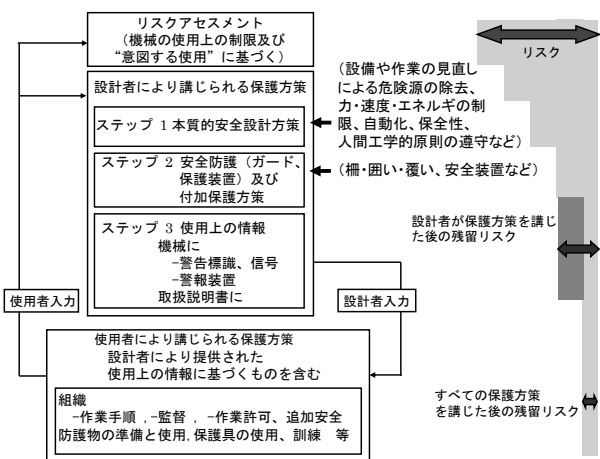


図2 ISO12100のリスク低減戦略

しかし、元々EECはイギリス、ドイツ、フランスのように膨大な工業規格を持つ国々の共同体であり、これらの規格の数は総計すると数万にも及ぶことから、この整合化は遅々として進まなかった。

1985年に、ECは上記のような状況を改善するために、従来の“オールド・アプローチ”に代わるものとして“ニュー・アプローチ”という新しい政策を発表した。この特徴は、従来の各国の国内規格に代わるものとして、欧州閣僚理事会がEU指令と称する安全に関する指令を発令し、この指令に定める必須要求事項を製品が満足している限り、欧州連合（EU）内での製品の自由な流通を認めるものである。このうち、機械安全に関する代表的なEU指令として機械指令、EMC指令、低電圧指令がある（表3参照）。

EU指令は製品が絶対に達成しなければならない必須

- 1) 鋭利な端部、角、突起物などを除去する。
- 2) 挟まれるおそれのある部分は、人体が進入できないように狭くするか、または挟まれるおそれがない程度に広くする。
- 3) 機械の可動部が発生する力を小さくする。
- 4) 可動部の運転速度を小さくする。
- 5) 可動部の持つ運動エネルギーを小さくする。
- 6) 応力の制限、過負荷の防止、破損や腐食の防止などに配慮する。
- 7) 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。
- 8) 作業方法の変更によって、危険な作業を根絶する。
- 9) 自動化によって、人と機械の接触危険性を減少させる。
- 10) 有害性のない材料を使う。
- 11) 転倒防止のために安定性を確保する。
- 12) ライン内の視認性を確保する。
- 13) 誤操作しにくい配置や色とする など

図3 本質的安全設計方針の具体例

設計段階の 適合性評価	A (内部生産管理)	Aa (EU公認機関が製造者を補佐する内部生産管理)	B (型式試験)				G (ユニットの検定)	H (全体の品質管理)
	製造段階の 適合性評価		C (型式への適合性)	D (生産の品質保証)	E (製品の品質保証)	F (製品の検定)		
	<ul style="list-style-type: none"> 製造者は製品の安全性を立証するための技術文書を作成し国内行政当局が閲覧できるように保管しておく。 	<ul style="list-style-type: none"> 製造者は製品の安全性を立証するための技術文書を作成し国内行政当局が閲覧できるように保管しておく。 EU公認機関は、製品の安全性を確保するために、必要に応じて指導や助言を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> EU公認機関は、製品の抜き取り検査を定期的に行う等の方法により、製造段階の適合性評価を行う。 製造者は、必要要求事項への適合を宣言するとともに、CEマーキングを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 製造者は、ISO9001に基づいた品質管理システムを構築する。 EU公認機関はISO9001に基づいて製造者を監視する。 製造者は、必要要求事項への適合を宣言し、CEマーキングを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 製造者は、ISO9001に基づいた品質管理システムを構築する。 EU公認機関はISO9001に基づいて製造者を監視する。 製造者は、必要要求事項への適合を宣言し、CEマーキングを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 製造者はすべての製品を一個づつ検査するか、又は生産したロットからランダムにサンプルを一個づつ取って検査し、製品が指令に適合するのを検証する。 製造者は、必要要求事項への適合を宣言し、CEマーキングを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> EU公認機関は、製品の全数を検査する。 製造者は、適合宣言とともに、CEマーキングを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> EU公認機関は、ISO9001に基づいて製造者を監視する。 製造者は、適合宣言とともに、CEマーキングを行う。

図4 モジュール方式による適合性評価

施する。

- (a) 機械の意図する使用及び各種制限を明確にする。
- (b) 機械を使用する作業等における種々の危険源（傷害または健康障害を引き起こす潜在的根源）、および関連する危険状態（人が少なくとも1つの危険源に暴露される状況）を同定する。
- (c) 同定されたそれぞれの危険源、および危険状態に対してリスクを見積もる。
- (d) リスクを評価し、リスク低減の必要性を判断する。
- (e) 本質的安全設計方策（図3参照）によって危険源を除去またはリスクを低減する。これは、図2のステップ1が該当する。
- (f) ステップ1ではリスク低減が十分に達成できない場合、安全防護および付加保護方策によってリスクを低減させる。この方策は、図2のステップ2が該当する。ここで、安全防護には固定式ガードやインタロック式ガードなどのガード、光線式安全装置や両手操作式制御装置などの保護装置（安全装置）の設置などが含まれる。また、付加保護方策には非常停止ボタンの設置などが含まれる。
- (g) ステップ1と2でリスクを十分に低減できない場合、警報装置や標識などによって危険を警告することや、取扱説明書で機械の正しい使用法や保護具の使用を指示することで、使用者側に機械の使用段階でのリスク低減を委ねる。これは図2のステップ3が該当する。
- (h) 機械の使用者は、ステップ3を受けて、安全管理体制の構築、作業標準の作成、保護具の使用、教育・訓練などを行う。

(i) 最終的に適切なリスク低減を達成できたと判断したときに、リスク低減プロセスを終了する。

以上のようにステップ1,2,3の各段階を経てリスク低減を図る手法を3ステップメソッドと呼んでいる（補足1参照）。

3) モジュール方式による適合性評価

実際の機械安全の実務では、製品がEU指令やEN規格に適合していることを評価する仕組みが必要である。この適合性評価のために、モジュール方式という手法を採用する。

モジュールは、図4に示すようにAからHまでの8種類が用意されている。このうち、モジュールAは危険性の低い製品を対象としたもので、欧州で流通している製品の8割程度を目安としている。

モジュールAでは、製造者は製品がEU指令に適合していることを自ら評価し、宣言する（適合宣言という）。ただし、実際には製造者自らが安全性を評価するのは困難なときがある。そこで、第三者認証機関などのEU公認機関の力を借りて安全性を評価する。これが図4のAaというモジュールである。ただし、モジュールAaでEU公認機関の力を借りても、製品に起因して災害が発生した場合、その責任は製造者にあるとされている。

これに対し、残り2割の危険性の高い製品は設計・試作の段階でEU公認機関による型式認定を取得する必要がある。これが図4に示すモジュールBで、その型式認定を基に製品を製造する際の適合性評価の方法としてモジュールCからFまでが用意されている。例えば、機械指令ではプレス機械、成形機、丸のこ、帯のこなどの機

械や人体検知用の安全装置などが該当する。これらのモジュールでは、設計上の適合性評価を EU 公認機関が実施する。このとき、EU 公認機関にも責任が生じる。

4) 自己責任に基づく適合宣言と CE マーキング

適合性が評価された製品に対しては、製造者が自己責任に基づいて適合宣言書を作成するとともに“CE”のマークを貼付する。これを CE マーキングという。

CE マーキングは製品が EU 指令を満足していることを製造者自らが評価し適合宣言するもので、既存のマーク類のような検査機関の固有表示とは明確に異なる。この点に EU 固有の自己責任原則が貫かれている。なお、EU では「マーク」を検査機関などの固有表示、「マーキング」を自己責任原則に基づく適合宣言を意味するものとして、両者を区別している。

また、モジュールによっては安全性の評価に EU 公認機関が関与することもある。しかし、このときの適合宣言も最終的には製造者の責任で行われる。したがって、自己責任の原則を排除するものではないと考えられている。

3 日本の現場力及び欧州の機械安全に関する調査分析結果

1) 調査対象

本稿では以上の知見を前提とした上で、日本の現場力及び欧州の機械安全に関する法規制及び社会制度の実態を調査した。このときの“欧州”には、欧州連合 (EU) に加盟するイギリス、ドイツ、フランス、イタリアなど 28 か国と、EU に加盟していないスイス及びノルウェーを含めた。

ただし、機械安全に関する法規制、社会制度、及び具体的な機械安全技術などはイギリス、ドイツ、フランスが中心となって発展してきた経緯がある。そこで、これらの 3 か国を重点的に調査した。

一方で、本稿では、日本の“現場力”の活用や筆者らが提案している“根拠に基づく安全理論”(EBS:theory of Evidence-Based Safety)を活用するという観点からの検討も必要である。そこで、次のような項目を対象に調査分析を行った。

- (a) 日本の“現場力”の源泉である安全管理活動及び生産技術などの調査
- (b) 欧州機械安全の基本理念と災害防止原則の抽出
- (c) 労働安全衛生法等に反映できる可能性がある欧州の機械安全規格、法規制及び安全技術の調査と分析
- (d) 日本の制度に反映できる可能性がある欧州の適合性評価制度とマーキング制度の調査と分析
- (e) 欧州での労働災害発生状況に関するデータの調査と当該データに基づく機械指令等の有効性評価
- (f) 機械の使用段階における妥当性確認の有効性検証
- (g) 筆者らが提唱している“根拠に基づく安全理論”の活用方策
- (h) その他、日本の法規制や社会制度に反映できる機能安全・電気安全・材料安全・システム安全などに関する

技術や制度の調査

以上のうち、本稿では他の研究ではほとんど検討されていない a), b) 及び f) を対象に重点的に考察を行う。なお、日本の現場力の調査と分析にあたっては文献 5) ~ 13) の記載を参考にした。また、“根拠に基づく安全理論”は別途、稿を改めて報告を行う予定でいる。

2) 日本の“現場力”に基づく安全管理と生産技術の調査及び分析結果

(1) 現場力の定義

“現場力”という用語は、実務の場で頻繁に使用される用語であるが、多くの場合、定義を不明確としたまま使用されているのが現状である。このため、本稿では最初に“現場力”という用語の定義の明確化を試みた。

この検討を学術的観点から実施した唯一ともいえる例に、経営学の専門家である遠藤功が“現場力の教科書”⁹⁾の中で試みた規定がある。この著書で、遠藤は現場力を“経営戦略を現場に落とし込み、実行する組織能力”⁵⁾と規定している。このため、本稿では、この遠藤の規定を考慮した上で“現場力”を次のように定義した。

“経営者が定めた経営戦略を達成するために、作業者や管理・監督者及び生産技術者などが現場の実情に応じた適切な解決策を組織的に提案し実行する能力”

なお、ここでいう解決策の中では、安全・品質・環境の確保、生産性の改善、原価の低減、納期の遵守などが特に重要と考えられる⁶⁾。

(2) 安全管理に対するパラダイム転換

前述した現場力を利用して働く人の安全を確保する活動が、現場力に基づく安全管理である。このような安全管理は多くの場合、コスト要因と理解されている。しかし、現場力の高い企業が安全管理に適切に取り組むことによって生産性や保水性なども改善し、コスト削減に繋がった例もある⁷⁻⁹⁾(これらの具体例は後述する(5)の事例を参照のこと)。

このように、安全性と生産性の両立など、通常では相反し両立が困難と考えられる課題を現場力の活用によって高次の次元で融合させ、解決に導くことがある。このとき、現場の安全管理を担う関係者にとって“安全はコストでなく、新たな価値を創造するための投資”と位置づけられる。なお、現場の安全管理を担う関係者とは図 5 に示す企業の経営者、機械の設計・製造者、現場の作業者や管理・監督者及び生産技術者などが考えられる。また、ここで言う価値には働く人の安全は当然として、品質・環境の改善や生産性・作業性・保水性の改善によって得られる企業の競争力強化など¹⁰⁾も含まれる。

本稿で述べる現場力に基づく安全管理は、安全をコストでなく新たな価値創造のための投資として位置づけるというパラダイム転換を目指すものである。このパラダイム転換では、前述した現場の安全管理を担う関係者の意識や価値観の転換が特に重要なポイントとなる。この転換の推進力となるのが、現場における高い当事者意識¹¹⁾と安全な職場を構築しようとする共通の価値観⁵⁾と考えられる。

現在、各企業では労働災害防止のために情報の共有が求められている。しかし、単に IT 機器などを利用して膨大な情報の共有を図るだけでは不十分で、高い当事者意識と安全な職場を構築しようとする共通の価値観を関係者間で共有し実践する仕組みと戦略が、今後の安全管理では不可欠と考えられる。この点は今後の検討課題であるが、現段階で想定できる事項を (3) 及び (4) に示した。

(3) 安全管理で望まれる経営戦略

現場力に基づく安全管理では、実際の現場を担う作業者や管理・監督者だけでなく、経営戦略を定める経営者、及び現場力改善のポイントとなる機械の設計・製造者や生産技術者の役割も大変重要である。これらの関係者が図 5⁵⁾ に示すように各々の役割を適切に果たすことによって、安全管理に関する現場力の強化が図られる。

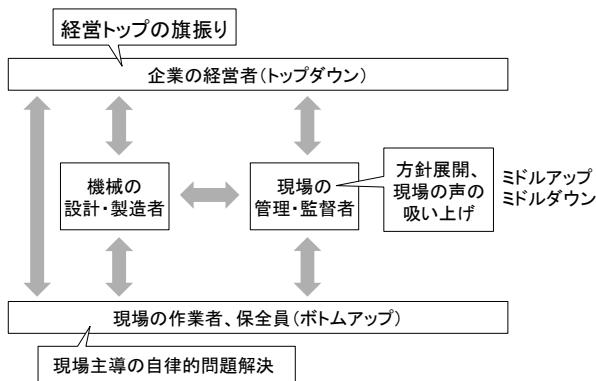
この点で、経営者が安全管理に関する適切な経営戦略を策定することは、実効性のある安全管理活動を展開する上で重要な意義がある。しかし、企業の中には、経営者が安全管理に関する明確な経営戦略を示すことなく、現場力強化のためと称して多くの手法やツールを漫然と試みる企業も散見される。

このように漫然と多くの手法やツールを試みる姿勢は現場にとって過大な負担となるだけでなく、時として混乱を招くこともある。むしろ、筆者らは、数多くの手法やツールに取り組むよりは、少数の安全管理に関する経営戦略を厳選し、その徹底を図った方が高い災害防止効果が得られると考える。

なお、安全管理に関する経営戦略は、各企業の実情に応じて当然に異なったものとなる。一方で、戦略の策定にあたっては当然に留意すべき事項が存在する。筆者らは、この留意事項として、①再発防止から未然防止への戦略転換、②件数重視から重篤度重視への戦略転換、③想定外の考慮などを提案している¹⁴⁾。

(4) 安全管理に必要な集合知を構築し実践する仕組み

実際の安全管理では、関係者間の協力と連携によって、現場で発生する可能性がある問題をあらかじめ予測して組織的に解決するための実践的な知識体系が不可欠である。このような体系の構築にあたっては個人の努力も重



(出典) 遠藤功, 現場力の教科書, 光文社新書 (2012) p.112 の図を基に一部を追記して作成

図 5 現場力強化のための各担当者の役割⁵⁾

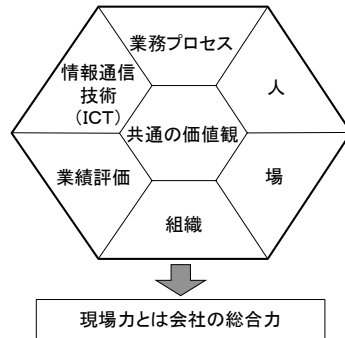
要であるが、チームで取り組むことによってお互いが刺激し合い、アイデアの連鎖が生まれるとされている⁵⁾。

このようなプロセスを経て獲得された知識の体系を本稿では“集合知”と呼ぶことにする。この体系的な集合知の構築が、日本の現場における質の高い安全管理を可能にしていると考えられる。ただし、集合知の構築にあたっては、一部の人だけでなく現場のすべての関係者が独立した個人として知識体系の構築に積極的に取り組む必要がある⁵⁾。この点が保証されないと、現場力を基に新たな価値創造を図るのは大変困難となる。

表 4 に、現場力に基づく安全管理の集合知の体系を示す。この表の基本理念の作成にあたっては、筆者らの研究成果と古澤登の文献⁸⁾を参考にした。この文献では、自動車製造業における安全管理活動の実践の中で、“人づくりが安全風土をつくり、企業を成長させる”, “あるべき姿の設定と見える化・共有化・具体化”, “的を絞った活動の大切さ”, “人がモノをつくるのだから、人をつくらねば仕事も始まらない”など、現場力に基づく安全管理の基本理念が述べられている。

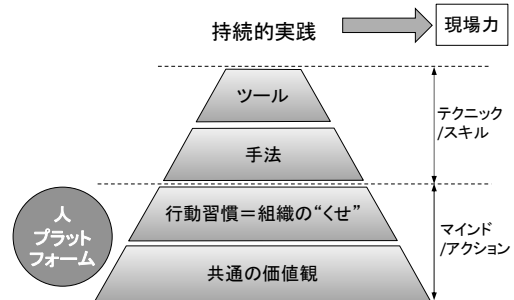
また、この表の具体的技術の作成にあたっては、遠藤功の文献^{5),11)}だけでなく、中村昌充の文献¹²⁾及び公益財団法人労働科学研究所が発行している「労働の科学」での“現場力を築く”という特集号¹³⁾なども参考にした。

ここで重要なのが、遠藤功が文献⁵⁾で現場力を生み出すために欠かせない要素として指摘している図 6⁵⁾及び図 7⁵⁾の関係図である。これらの図は、現場力の基盤となるのが共通の価値観=基本理念であることを示している。この点を理解しないで単に手法やツールに重点を置



(出典) 遠藤功, 現場力の教科書, 光文社新書 (2012) p.206

図 6 強い現場力を支える共通の価値観⁵⁾



(出典) 遠藤功, 現場力の教科書, 光文社新書 (2012) p.126

図 7 強い現場力を支える階層構造⁵⁾

いて安全管理を進めると、安全管理の形骸化が進行し、現場力の成果である集合知に基づいて安全管理を継続的に実践するのは大変難しくなる。

(5) 生産技術の活用による安全性と生産性の両立

次に、“現場力”のもう一つの基盤である生産技術の活用によって、安全性と生産性の両立を達成する方法を考察する。このときに活用できる生産技術が、第2章の2)で述べた本質的安全設計方策(図3参照)である。

具体的には、“生産システムの抜本的見直しによる危険な設備や作業の根絶”、“力やエネルギーの制限による低推力化”、“機械の信頼度の改善によって人が危険区域に進入する頻度の減少”、“危険区域の外からの点検や保全の実施”などの本質的安全設計方策によって労働災害の発生を防止する方策が該当する。

また、安全性と生産性の両立にあたって注目すべき事

例に、表4の項番6に示した設備改善活動がある^{7,9)}。このうち、文献8)の古澤らの活動では、ガードや保護装置(安全装置)が取り付けられている設備を対象に、敢えてガードや安全装置を取り払った状態を作り出して対策を検討している。このようにすれば、現場は保護装置を取り付けるという対策に代えて、生産技術に基づく本質的安全設計方策という観点から抜本的な保護方策を採用せざるを得ない。

これにより、ガードや保護装置が取り付けられていたときには潜在していた問題が顕在化するために、安全技術の高度化(図2のステップ2からステップ1への改善)とともに、生産ラインのシンプル化とスリム化が図れる。

この具体例として、古澤らは、文献8)で部品加工用の自動ラインに適用された昇降リフターや搬送機の例を挙げている。当初、これらの設備に対してはガードや保護

表4 現場力に基づく安全管理の集合知の体系

大分類	中分類	小分類	説明または具体例
1	基本理念	高い当事者意識と関係者間の連携の下に安全な職場を構築しようとする共通の価値観	例えば、 “労働災害は本来あってはならない”とするゼロ災の理念。 再発防止から未然防止への戦略転換、件数重視から重篤度重視への戦略転換、想定外の考慮など。 “人づくりが安全風土をつくり、企業を成長させる”、“あるべき姿の設定と見える化・共有化・具体化”、“的を絞った活動の大切さ”、“人がモノをつくるのだから、人をつくらねば仕事も始まらない” ⁸⁾ など。
2	具体的技術 設備の安全化	本質的安全設計方策	設備や作業の見直しによる危険源の除去、力・速度・エネルギーの制限、自動化、保全性改善、人間工学的原則の遵守など。現場力を適切に発揮させる際の前提となる技術である。
3		安全防護(ガードまたは保護装置)	柵・囲い・覆いなどの固定式ガード、扉インタロックなどの可動式ガード、光線式安全装置、レーザー式安全装置、両手操作式安全装置など。現場力を適切に発揮させる際の前提となる技術である。
4		安全確認形インタロック	安全が確認できているときに限って機械の運転を許可するシステム。危険状態の発生時だけでなくシステムに故障が発生したときも機械を停止させて作業者の安全を確保する仕組みを有する。現場力を適切に発揮させる際の前提となる技術である ^{7,18)} 。
5		異種冗長化と自動監視(セルフチェック)	異種冗長化と自動監視技術の併用によって、制御システムの安全関連部の危険側故障の発生確率を可能な限り減少させる。
6		安全技術と生産技術の併用による安全性と生産性等の両立	例えば、 1)敢えてガードや保護装置を取り払うことによって、潜在していた安全問題を顕在化させ、当該安全問題の抜本的な解決を図る本質的安全設計方策の導入を促す。これによって、保護装置設置時に発生していた機械の頻繁な停止による稼働率低下という問題を回避し、安全性と生産性・保全性の両立を図る(杉本旭らによる取り組み ⁷⁾)。 2)安全確認形インタロックの導入によって、人のライン内への不用意な進入などに起因して機械が頻繁に停止するという問題を顕在化させる。その結果、機械の頻繁な停止という問題を生産技術の観点から抜本的に検討することが可能となり、安全性と生産性の両立が図れる(古澤登らによる取り組み ⁸⁾)。 3)人が現場で行う管理的対策の正当性を技術的手段(センサーなど)で監視することによって、人の危険側誤りの発生確率を可能な限り減少させるシステムを支援的保護システムという。このシステムでは人のライン内への不用意な進入をセンサーによって監視し回避できるために、安全性と生産性の両立が図れる(清水尚憲・梅崎重夫・福田隆文と日本機械工業連合会などによる取り組み ⁹⁾)。
7	作業の標準化	作業標準の策定	定常作業や想定される非常作業に対して、想定されるリスク及びその対策を明記した安全作業マニュアルを作成する ¹³⁾ 。
8	技能・安全教育	技能教育 安全に関する教育・訓練	作業標準のない非常作業や突発作業(夜間・休日作業を含む)に対して、管理・監督者が不在でも作業者が適切に判断して対応できるように技能教育や安全に関する教育・訓練を強化する。
9	管理	管理者のリーダーシップ	管理者は第一線の作業者に職場の目指す方向を明確に示し、自らの意思を伝え、同じ目標に向かって行動させるように努める。具体的には、次のような点がポイントとなる。①目標を具体的かつ明確に示し、自らも手を抜かず、率直で公正な判断を行う、②作業者と一緒に考え、一緒に行動する、③個人を尊重し、個人の行動をその都度評価し、厳しさと優しさの両面で接する ¹³⁾ 。
10		個人の育成と承認	様々な個人の個性と独自性を尊重し、それぞれの人の特性に見合った最適な役割を認め、その存在を承認する ¹³⁾ 。
11		正しい個人評価	安全に取り組む人が正当に評価され、かつ全員に対してその評価が広く周知される仕組みを構築する ¹³⁾ 。

表5 機械安全と安全管理の基本理念と災害防止原則の比較¹⁵⁾

区分	欧州の機械安全技術と社会制度	日本の伝統的な安全管理	(参考) 労働安全衛生マネジメントシステム
基本理念	<ul style="list-style-type: none"> ・欧州市民社会の倫理観（技術者倫理の基礎） ・公平性、公開性、透明性、中立性 → 第三者認証制度 ・ILO フィラデルフィア宣言（1944）：労働は単なる商品ではない → 人権思想 	<ul style="list-style-type: none"> ・労働災害は本来あってはならない → ゼロ災の理念 	<ul style="list-style-type: none"> ・企業トップのリーダーシップに基づく安全文化の育成 ・関係者全員が“安全な企業を作りたい”とする価値観の共有 ・労働安全衛生マネジメントシステム構築によるシステムの継続的改善
原則	<ul style="list-style-type: none"> ・機械の設計・製造段階で設備的な保護方を重視（現場の優秀な作業員や管理監督者の能力を過小評価することがある） ・人の誤りの背後に潜在する設備上の根本原因を重視 ・人は誤り、機械は故障やトラブルを起こすことを前提に対策を実施 ・安全か危険か分からないものはすべて危険とみなす ・絶対安全が困難であることを考慮し、早期にリスクの概念を導入 ・公平性、公開性、透明性、中立性の原則の下に、標準化された手続きと客観的な証拠に基づく第三者認証制度を構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・機械の使用段階での管理的対策を重視（現場の優秀な作業員や管理監督者の技能に期待） ・災害の原因を人の誤りと捉え、教育・訓練で問題解決能力を強化 ・「労働災害は本来あってはならない」とするゼロ災の理念が強い ・能力が高い専門家の判断を優先するが、属人的な要素が強い 	

（出典）梅崎重夫・濱島京子・清水尚憲，機械安全と安全管理における基本理念と災害防止原則の比較
 —ベスト・プラクティスの観点から—，労働科学，Vol.86，No.4（2010）p.219 を基に作成

装置を取り付けていたが、設備の故障やトラブルに伴う機械の停止も多く、その処置時に災害も発生していた。そこで、ガードや保護装置（図2のステップ2）に代えて危険源の除去を目的とした本質的安全設計方策（図2のステップ1）を採用した。具体的には、リフターをなくすと同時に、搬送機などの低推力化を進めた。結果として、ライン停止が少なくなり安全性が向上するとともに、けがをする機会も減少し、生産性もアップしたとのことである。

以上のように、本質的安全設計方策ではライン停止の影響を少なくできるために、安全性とともに生産性や保全性の改善を図ることができる。したがって、日本の強みである生産技術の活用によってステップ1の本質的安全設計方策を生産ラインに適切に活用していけば、安全性だけでなく生産性や保全性の改善も図ることができ、日本の国際競争力の強化に貢献できると考えられる。

3) 欧州の機械安全に関する基本理念と災害防止原則の抽出結果

以上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適切に活用すれば、日本の現場力と欧州の機械安全技術を高次の次元で融合させた新しい枠組みの安全技術と社会制度を構築できる可能性がある。ただし、このためには欧州の機械安全の根幹に暗黙知として存在する基本理念と災害防止原則を抽出し、経営者や設計者を始めとする関係者がその本質を確実に習得する必要がある。

この点は筆者らが既に文献15)で考察しているが、現段階の知見も踏まえて改めて抽出を試みた。

(1) 基本理念の比較

これまでの日本では、現場の優秀な作業員や管理・監督者の技能と注意力に依存して労働災害を防止するという手法が一般的であった。しかし、人の技能と注意力に依存した対策には明らかに限界がある。

これに対し、欧州では“人は誤り、機械は故障やトラブルを起こす”ことを前提に機械安全技術を作り上げてきた。また、これらの技術を体系的な欧州安全規格（EN規格）としてまとめ上げ、広く普及可能なものとした。

さらに、これらの技術の背後にある設計思想を西欧市民社会の倫理観（技術者倫理の基礎となる社会常識）と融合させ、社会制度化することに成功した。この具体例に、前述したCEマーキング制度や第三者認証制度などがある。ちなみに、リスクの概念や製造物責任、公平性、公開性、透明性、公正・中立性などの考え方は、西欧市民社会の根底にある倫理観（技術者倫理の基礎となる社会常識）を習得しなければ、その本質が理解できないと考えられる。いずれにしても、これらの財産を総動員して安全を確固たる社会制度として構築したところに、安全の先進国である欧州の特徴がある。

また、ILOを先導した欧米諸国では、そのフィラデルフィア宣言の付属書¹⁶⁾の記載からも分かるように、安全を“人権”という観点から捉える傾向が強かったと考えられる。これに対し、かつての日本では、小田川全之や蒲生俊文などの安全活動に熱心な啓蒙的な指導者が“労働災害は本来あってはならない”というゼロ災の理念に基づいて労働災害防止対策を指導するという形態が一般的であった。

この違いが何に起因するかについては、安全文化との関係などから様々な説明が示されている（たとえば、狩猟民族と農耕民族の違いや¹⁷⁾、日本では西欧のような市民革命を経ていない点に根拠を求める意見もある。また、西欧では“人の誤り”（過失）や“人による保護装置の意図的な無効化”（故意）などは起こり得るという性悪説の観点から保護方策を実施するのにに対し、日本では性善説の立場に立って人の善意に依存する管理的対策を進めるためという見解もある）。しかし、国境を越えて人や物が頻繁に移動し、これに伴う問題に絶えず晒されていた欧

州では、“安全は自ら勝ち取るもの”という意識がなければ、とても自らの生存の確保は困難であったろう。

これに対し、島国で農耕を中心とする生活を営んでいたかつての日本では、安全は啓蒙的な指導者が上から与えるものという傾向も強かったように思える。このような社会では、“和を以て貴しとなす”という言葉に端的に表れているように、実際の労働災害防止対策は“現場の優秀な作業員や管理・監督者が、他の関係者と協調しながら安全管理活動を継続的に改善して行く”という管理的対策が中心となっていたと考えられる。

表5に、以上のような背景の下で培われた安全に関する欧州と日本の基本理念の特徴を示す。表からも明らかなように、機械安全の基本理念では、欧州の場合は“倫理”と“制度”が特に重要である。

これに対し、安全管理の基本理念では、欧米諸国では“安全は自ら勝ち取るもの”という考え方が中心であるのに対して、日本では“安全は上から与えられるもの”という観点から、“他者との連携の下で現場力に基づく安全管理活動を継続的に改善する”という考えが中心となっていたと考えられる。この違いが日本と欧米諸国の間で安全に関する考え方に差異を生じる根本原因になったのではないだろうか。

なお、この点について、中村昌充は文献12)で“日本と欧米で技術開発を経験した期間の長さの違いがあった”ことが両者の違いを生んだ原因と指摘している。中村によれば、新しい技術の工業化過程では技術開発の不備に基づくトラブルが必然的に発生する。しかし、欧米ではほとんどの技術を自らの手で開発して工業化したために技術力で安全を確保するという考えが中心となった。

これに対し、日本では開発過程でのトラブルが既に解決された技術を欧米から導入することで発展してきたために、ルールを守ってきちんと生産すれば安全を確保できるという考えとなった。この点が技術中心の欧米と人による管理中心的日本という違いを生んだとしている。この指摘は、日本と欧米での安全に関する基本理念の違いを考察する際に重要なポイントと考えられる。

(2) 災害防止原則の比較

次に、欧州の機械安全に関する災害防止原則を文献15)の記載を基に抽出する。

表5に、その抽出結果を示す。表からも明らかなように、欧州機械安全の災害防止原則では、“機械の設計、製造段階での対策を重視する”、“人は誤り、機械は故障やトラブルを起こすことを前提に対策を実施する”など、日本の現場力強化のために活用できる多くの暗黙知が認められた。これらは、日本の現場の集合知とすることで、安全管理活動に活用できると考えられる。

ここで、表中の“安全か危険か分からないものはすべて危険とみなす”という原則は、日本でも杉本旭・向殿政男・蓬原弘一らが“安全の原理”¹⁸⁾として提唱していたものである。これと同様の原則に、環境分野における予防原則がある。また、品質の分野でも「良品か不良品か分からないものは不良品とみなす」という考えが成り立

つ。したがって、このような考え方は、品質・安全・環境の各分野を横断する普遍的な考え方といえる。

以上の検討では、現場力に基づいて安全管理活動を継続的に改善して行くという日本の伝統的な安全管理を欧州との比較の主たる対象とした。しかし、近年、“現場力”と一体となった伝統的な安全管理が衰退する中で、これを補完するものとして労働安全衛生マネジメントシステムが提唱されつつある。そこで、表5では労働安全衛生マネジメントシステム¹⁷⁾に含まれる暗黙知も含めて参考として比較検討を行った。

(3) 今後の安全管理への反映

以上、日本と欧州での安全に関する基本理念と災害防止原則の比較を行った。従来、このような比較を行う場合は“進んだ欧州と遅れた日本”という観点から分析が行われることが多かったと考えられる。これは日本の現状を考慮すると部分的には正しい。したがって、現段階では、経営者及び設計者を始めとする関係者に対して欧州機械安全の基本理念と災害防止原則の普及促進を図ることが最優先課題と考えられる。

一方で、日本には後退が著しいとはいえ、現場力に基づく質の高い安全管理と生産技術の力がある。したがって、今後の日本の安全管理では、現場力を基盤に置いた上で欧州の機械安全技術や社会制度を適切に活用することによって、日本の現場力と欧州の機械安全技術を高次の次元で融合させた新しい枠組みの安全技術と社会制度へとスパイラルアップを図れる可能性がある。この検討で重要となるのが、日本と欧州での安全に関する基本理念と災害防止原則を共通の価値観として高次の次元で融合させる作業である。以上のような方策が今後の日本に残された数少ない戦略ではないだろうか。

4) 機械の使用段階の妥当性確認に関する調査結果

第2章で述べた内容は、機械安全の専門家にとっては既知の事項である。これに対し、機械の使用段階で行う妥当性確認は日本ではほとんど情報が得られていない。そこで、適合性評価と妥当性確認の違いを考察するとともに、ドイツ、フランス、及びイギリスでの実態調査を基に、欧州の事業者及び政府関係機関が行う妥当性確認の内容を重点的に調査した⁴⁾。

(1) 適合性評価と妥当性確認

規格は、現時点での科学・技術及び経験に基づいて、関係者のコンセンサスと承認の下に作成される。この規格に適合しているか否かを判定する行為が“適合性評価”(conformity assessment)である。この用語はISO/IEC 17000に「製品、プロセス、システム、要員又は機関に関する規定要求事項が満たされていることの実証」と定義されている。

また、妥当性確認(Validation)とはISO9000に「客観的証拠を提示することによって、特定の意図された用途又は適用に関する要求事項が満たされていることを確認すること」と定義されている。

製品安全の体系である欧州の機械安全規格では、製品が特定の安全規格に適合しているか否かを判定する行為

が重要である。これは前述した適合性評価に他ならない。一方、労働安全分野では、機械の使用者が実際の機械の使用にあたって労働災害が発生する可能性がないかを個別具体的に確認する行為が特に重要となる。これは、労働災害防止という特定の意図又は用途を対象に、個別の機械が安全であるか否かの確認を個別具体的にを行う行為であり、前述した妥当性確認に相当する。

従来、欧州の機械安全に関する制度を日本に紹介するときは、モジュール方式による適合性評価制度など、機械の設計・製造段階での適合性評価が重視されていた。しかし、労働災害防止という観点からは、機械の使用段階で“労働災害が発生する可能性がないか”を個別具体的に確認する妥当性確認にも留意する必要がある。このときに使用できるのが、文献14)の根拠に基づく安全理論(EBS)で提案している“エビデンス”である。これは、理論、実績、データの3種類に類型化できる。

以上の観点から、機械の使用段階の妥当性確認を対象に、ドイツ、フランス、及びイギリスで調査した結果を次に述べる。

(2) ドイツ及びフランスでの妥当性確認

表6に、機械の使用段階での妥当性確認に対するドイツ及びフランスでの調査結果を示す。表からも明らかのように、少なくともドイツとフランスでは機械の使用段階での妥当性確認が政府機関等によって適切に実施されており、これが機械に起因する労働災害の未然防止に大変役立っていることが推察された。

例えば、フランスではリスクアセスメントを法令で義務化し、かつ、機械・電気・化学・人間工学などの専門的能力を備えた労働監督官による現場の監視・監督によって、現場における妥当性確認の実効性を高めているとのことである(表6の質問事項①が該当)。この労働監督の頻度は、労働者数が50名以上の企業は少なくとも1年に1回、それ未満の小さい企業でも3年に1回は労働監督官が監督を行うとのことである(表6の質問事項③)。

また、機械や化学などの個別の工学分野に対しては、その分野ごとの専門家が労働監督機関に配置されており、監督官の技術的相談や事業場の指導などにあたっているとのことである(表6の質問事項①が該当)。

これに対し、ドイツでは①ドイツ各州の労働省の監督官、②製品安全と製品の流通に対して監視・監督権限を持つ行政流通監視評議会(GAA)の検査官、及び③ドイツで労災保険を運営するBGの検査員などの連携によって、機械の使用段階における妥当性確認を実施しているとのことである(表6の質問事項①が該当)。

要するに、フランスでは国が主体となって妥当性確認を担っているのに対して、ドイツでは国、州及び保険会社であるBGの連携の下に妥当性確認を担っているという特徴がある。これらの活動と事業者側が行う自主対応との連携によって実効性のある社会制度が構築されている。この点は、日本で望まれる社会制度を検討する際に大変参考になると考えられる。

(3) イギリスでの妥当性確認

同様に、イギリスの調査結果で特に注目すべき点は、労働監督官自身が相当に高いレベルの知識と現場の経験を持って、現場の様々なニーズに的確に対応している点であった。また彼らはHSL(イギリスの国立安全衛生研究所)の研究者とも常に連携を取りながら、最新の技術情報に基づいた現場の安全指導を実施しており、HSLの研究者も労働監督官からの要望に沿った研究テーマを研究しているとのことであった。

日本でのリスクアセスメントの取り組みについては、イギリスの労働監督官及びHSLの研究者ともに熟知しているようであった。その上での意見として、“日本のリスクアセスメントの手法はイギリスより緻密である。しかし、リスクの概念はイギリスの方が現場での普及が進んでいる。日本はリスクアセスメントを非常に大事にしているが、イギリスではリスクアセスメントは中小零細企業がリスクの概念を習得してもらう際の教材に過ぎない。この点が日本とイギリスで大きく異なっている。”との指摘を受けた。この点は、今後、日本でリスクアセスメントを普及促進して行く上で重要な指摘と考えられる。

4 考察

本稿では、現段階で想定できる機械安全に関する日本での法規制案と社会制度案を複数設定し、各提案を対象に、災害防止効果の有効性や実現可能性及び問題点などの検証を行う。この提案には、例えば、①完全整合化案、②実質同一案、及び③従来の規制を徹底する案などが考えられる。

以下、これらの案の現段階での概略と、検証を行う際に留意すべき事項や問題点を述べる。

1) 完全整合化案

この案は、日本の機械安全に関する法規制及び社会制度を欧州の法規制や社会制度などと完全に整合させる案である。具体的には、欧州機械指令に相当する“機械安全法”を強制法規として定めるとともに、体系的な機械安全規格(図1参照)、欧州方式の適合性評価制度(図4参照)、第三者認証制度及びマーキング制度を整備する案などが考えられる。

この案では、機械安全法として、①欧州機械指令の付属書、②イギリスの機械安全関係の規則であるPUWER(The Provision and Use of Work Equipment Regulations)、③ILOが2011年に主に途上国向けに機械安全に関する要求事項をまとめた“Code of Practice on Safety and Health in the Use of Machinery”、④ILO第118号勧告(機械の防護に関する勧告)などが参考になる。

また、体系的な機械安全規格としてISO/IEC規格やEN規格などに定められた内容が参考になる。さらに、適合性評価とマーキングには欧州で実施されているモジュール方式の適合性評価(図4参照)やCEマーキング制度の採用などが考えられる。

この案の利点は、製品の自由な流通が経済効果を生むという点にあると言われている。例えば、近年、安全技術の国際化が急速に進展したことによって、一部の有識

表6 機械使用事業場での機械の妥当性確認に関する欧州ヒアリング調査結果⁴⁾

質問事項	ドイツ回答	フランス回答
① ユーザ事業場において使用開始される又は使用されている機械・設備に対して、機械指令への適合を検査（妥当性確認）する公的な制度・仕組みがあるか。制度がある場合、それを実施する（人が所属する）組織はどこか。	<ul style="list-style-type: none"> EU加盟国には、機械指令により市場監視に関する法整備を行うこととなっており、ドイツもこれに従っている。 RAPEX と呼ばれる通報制度により、行政機関やユーザが報告した危険な機械に関する情報が、全てのEU加盟国で共有される。 上位の存在としてドイツ各州の労働省の監督官、各州の実行組織としてGAA：流通査察局、ドイツにて労災保険を運営するBGのTAB：技術検査部門があり、検査制度は複雑である。 2010年以降、BGは保険業務に専念するようになり、技術監査は（それを実行する資質という意味も含め）メーカーとユーザ両方を対象にGAAが担いつつある。購入した機械が不安全な場合、事業者はGAAに相談すべきである。 GAAは1853年設立。行政官で構成され、当初はTÜVが技術面をサポートした。 BGは1885年に（労働者の災害補償及び事業者の災害補償責任の免責のために）制定法に従った保険団体として組織され、1900年頃よりTABが技術的監視を開始。 	<ul style="list-style-type: none"> 機械指令を国内法として取り込み、監視・監督を実施している。監視・監督にあたるのは、労働監督官である。 機械や化学など個別の工学分野に対しては、その分野ごとの専門家が配置されており、監督官のサポートや企業の指導にあたる。 リスクアセスメントの実施は義務化されており、監督官の検査項目でもある。
② 妥当性確認を受けないで機械を使用した事業者には、どんなペナルティが課せられるのか。	<ul style="list-style-type: none"> 製造者には、製造物安全法39条及び40条により1年以下の懲役または罰金刑（反則金）が科せられる場合があり、また、労働安全法により事業者に刑事処分又は行政処分の対象となる。 反則金の審判はGAAが行っている。 危険な機械の使用を原因とした重篤な災害については、過失致死又は過失傷害として、司法裁判の対象となる。 場合によっては、裁判所やGAAからの報告を受けて、BGが労災補償の償還請求をすることもある。 	<ul style="list-style-type: none"> 労働安全法により事業者が処分される。はじめは勧告を受けるが、災害が再発する場合は、より厳しい処分（例えば罰金）が命じられる。 労働災害については、刑事・行政・民事上の裁判がある。労働審判は雇用問題のみを扱う。 労働災害発生時は、警察と労働監督署とが、証拠品を共有するなど、協力しなければならない。
③ 妥当性確認は新規購入時のみ行うのか。その後も定期的に行うのか（行う場合は、その間隔）	<ul style="list-style-type: none"> フレームワーク指令と同じ内容の安衛規則に従って、事業者は、設置時及び使用中に検査を行わなければならない。 検査周期は、メーカーの仕様や推奨に従って、使用状況に応じて、彼らの責任の一つとして事業者が定める。 ユーザの要望があれば、コミッションングに専門家が立ち会うこともあるが、通常はしない。 	<ul style="list-style-type: none"> 従業員数50名以上の事業場は少なくとも年に1回、それ以下の小さい企業では3年に1回は労働基準監督官が検査に訪問する。
④ 妥当性確認の結果、妥当でないと判断された場合、機械の使用が直ちに禁止されるのか。必要なら是正措置を指示し、期限までの実施を再度確認するのか。	<ul style="list-style-type: none"> 場合に依る。法違反が明らかな場合や災害発生時は、直ちに、執るべきすべての措置が執られる。検査で不適切な箇所が見つかった結果、是正が勧告されるという場合もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 直ちに禁止される。 危険な機械を使用して災害が発生したと特定できれば、労災保険料が著しく増加する。
⑤ 妥当性確認では具体的にどのレベルまでの内容（CEマークの有無のみか、機械の実際の配置や使用方法を踏まえたリスク低減の状況までか）を確認するのか。	<ul style="list-style-type: none"> 明確な欠陥を目視で検査するのが一般。測定・試験までは通常行われない。 チェックリストを用意している組織もある。 	<ul style="list-style-type: none"> はじめに目視で検査する。必要に応じて、安全距離などを計測する。
⑥ 複数の機械がコンベヤやリフトなどによって接続された一連の生産システム（EN ISO 11161）に対しては、具体的にどのレベルまでの内容（CEマークの有無のみか、機械の実際の配置や使用方法を踏まえたリスク低減の状況までか）を妥当性確認で確認するのか。	<ul style="list-style-type: none"> IMSを有する企業は一般に大企業であり、そのため、自社で社内基準や検査手順等を完備している場合が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> IMSの立ち上げに、監督官が立ち会うことはない。認証団体が検証に立ち会う場合はある。 現時点では、IMS用のチェックリストやガイドラインはないであろう。
⑦ 妥当性確認のための手順書やチェックリストはあるか。	<ul style="list-style-type: none"> 技術的要求事項はEN規格に基づく。 しばしばBGがガイドなどの情報を公開しているが、事業者が自らチェックリストを作るのが基本である。 	<ul style="list-style-type: none"> 公式なものは無い。 INRSがチェックリストやガイドを公表している。
⑧ 定期的に改正されるEN規格の情報を、検査実施者にどのように周知しているのか。	<ul style="list-style-type: none"> EU官報（適合EN規格一覧）による。 	<ul style="list-style-type: none"> 監督官はEU官報をよく読む必要がある。 フランス厚労省では、社会的関係者（特に、労働者代表）に対し、規格作成作業への参加を支援している（“Standardization and French Public Authorities”参照）。

(続き)

質問事項	ドイツ回答	フランス回答
⑨妥当性確認の対象になる企業の規模に応じて実施される妥当性確認の内容や是正措置に違いはあるか。	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には違いはない。 安全職場のモデルという意味で、大企業に多くの活動が要請される場合はある。 平均値としての安全のレベルは日本とドイツではほぼ同じであるが、できの良い企業とそうでない企業との格差は、日本ほうがより大きいと感じている。 	<ul style="list-style-type: none"> 違いはない。是正措置は、企業規模に応じて step-by-step で講じられていく。
⑩中小企業が労働安全衛生のための設備対策を行うのを推進するための公的なサポート体制はあるか。	<ul style="list-style-type: none"> 中小企業に対する経済的支援策はない。ただし、BG は、中小企業を主な対象にした無料の教育サポートを提供している。 機械に問題があれば、直ちにメーカー又は安全専門家に問合せ、災害が起こる前に対処すべきであるが、中小企業では難しいのが現状である。 	<ul style="list-style-type: none"> 一州にはない。社会保険組織が、安全対策導入の際の経済的支援をする場合がある。身障者を雇用する際の設備支援と同様のものである。 災害発生のない企業とそうでない企業とでは、労災保険料率が3-4倍異なる。
⑪現行の機械指令は2006年に改正されたものであるが、2006年以前に設置された機械も妥当性確認の対象になるか。妥当性確認の結果、妥当でないと判断された場合、機械の使用は直ちに禁止されるのか。	<ul style="list-style-type: none"> 発行日以前に製造されたものについては適用しない。機械指令発行以前の機械については、労働安全規則又はBGの災害防止規定が適用される。 ただし、法的要求事項及び安全衛生規則の付属書1の最低要求事項（フレームワーク指令の付属書Aと同等）は満足する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 発行日以前に製造されたものについては適用しない。 中古機械も同様である。ただし、購入の際、改造等が行われて基準への適合が損なわれていないか、確認する必要がある。
⑫機械指令はEU圏内での円滑な製品流通を目的に制定されたものであるが、労働災害防止の観点から見て、その内容に不足している点・改善すべき点があるか。	<ul style="list-style-type: none"> 機械個別の安全規格は、適用範囲の標準的な機械の重要な危険源について扱っているが、そこで規定されていない機械指令が指摘する他の危険源を見落としているメーカーが多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 機械指令は state of the art に基づいていると思っている。 ユーザの意見は、認証団体での会合などを通じて把握される。
⑬その他	<ul style="list-style-type: none"> リスクアセスメントができるようになるまでに、被調査者の場合には、2年の勉強と2年のフィールドトレーニングの計4年を要し、上司の下で約200種類の機械のリスクアセスメントを行った。 リスクアセスメントの妥当性確認には多くの労力を必要とし、従って、その結果実際に得られる効果について事前に十分検証しておかなければならない。 ドイツでは、現在、安全装置の無効化が大きな問題となっている。無効化の動機を解明するための心理学的考察も今後は必要とされるであろう。 大手機械メーカーが倒産すると、製造者からの適切な安全の情報及びリスクの管理がないままに機械が使用される状況が続く場合があり、極めて危険である。 労働安全衛生法制度のパラエティから見れば、英国やスウェーデンが興味深いかも知れない。 	<ul style="list-style-type: none"> フランスでは、いくつかの組織・大学に、リスクアセスメントの教育コースが設けられている。また、数年前から、フランス文部省が、安全や規格に関する教育制度を開始している。 監督官試験は非常に厳しく、法律に加え、機械・化学・電気なども問われる。また、合格後も、リヨンにある学校にて2年間の研修を受けなければならない、人間工学や行政について学ぶ。

者や国際競争の場で活躍している企業の担当者などからは“機械安全に関する規制を日本と欧州で完全に整合化すべき”、“日本でもISO/IEC規格をそのまま強制法規として採用すべき”との意見がある。

一方で、特に日本国内の中小零細企業からは“過度の国際整合化はコストアップに繋がるだけで、技術力の点からも対応に不安がある”との意見も根強い。したがって、本案の検討にあたっては、働く人の安全を確実に確保した上で、上記の意見を踏まえた対応が必要になると考えられる。

2) 実質同一案

この案は、欧州の法規制や社会制度の中から特に労働災害防止効果が高いと考えられるエッセンスを抽出し、労働安全衛生法などに強制法規として反映させる案である。具体的には、機械の設計・製造者が行う方策として、ISO12100のステップ1及び2に定める本質的安全設計方策や安全防護（ガードや保護装置）及び制御システムの安全関連部に対する方策（インタロック、フェールセーフ、タンパーブーフなど）を労働安全衛生規則の一般基準などに規定し、かつ適合性評価、第三者認証及びマー

キングなどの制度の内容を労働安全関係法令に規定する案である。

図8に、実質同一案における機械のリスク低減戦略の例を示す。この案では、①ISO12100に定めるリスク低減戦略（図2参照）、②モジュール方式による適合性評価（図4参照）と適合宣言に関する情報伝達を目的としたマーキング、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を基本要素とした。

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8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。

以上の案では、ISO12100のステップ1及び2に定める本質的安全設計方策や安全防護及び制御システムの安全関連部に対する方策だけで十分な労働災害防止効果が得られるかという懸念がある。そこで、筆者らが約10年前に実施した機械に起因する労働災害の分析結果¹⁹⁾を利用して、このときの労働災害防止効果を推察した。

表7に、この分析結果をまとめた結果を示す。この分

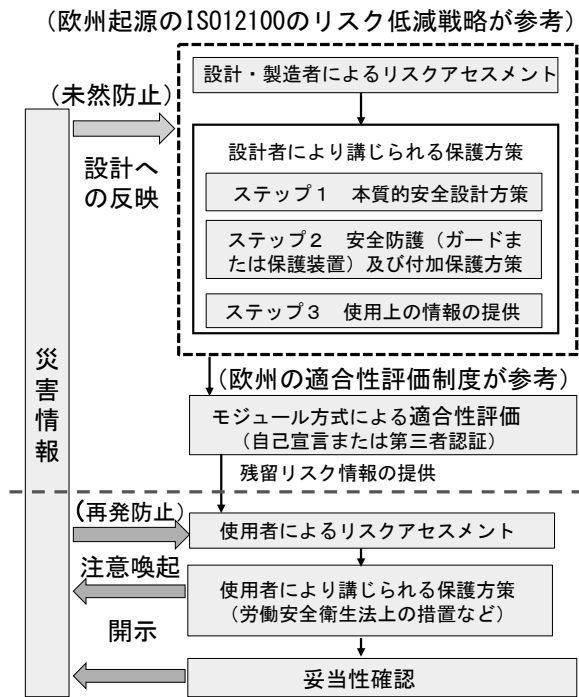


図8 欧州方式の機械安全制度に基づく災害防止戦略¹⁴⁾

表7 保護方策の不具合に関連した災害¹⁹⁾

	設備の種類	件数
①	固定式ガード	45 (34.9%)
②	インタロック式ガード	67 (51.9%)
③	①+② (ガード)	87 (67.4%)
④	保護装置	31 (24.0%)
⑤	制御システムの安全関連部	30 (23.3%)
	総計	102 (79%)

- ・ 首都圏で発生した産業機械による死亡労働災害 129 件を分析したところ、設備対策の不具合に起因した災害が 79.1% を占めていた。
- ・ ①～⑤には重複あり。挟まれ・巻き込まれ災害 125 件、激突され災害 4 件。ただし、車両系荷役運搬機械と建設機械は分析の対象から除外。

析では、首都圏で発生した機械に起因する“挟まれ・巻き込まれ”災害と“激突され”災害を事故の型とする死亡労働災害 129 件を対象とした¹⁹⁾。

分析の結果、少なくともステップ 2 の安全防護（ガードまたは保護装置）及び制御システムの安全関連部に対する対策（インタロック、フェールセーフなど）を実施すれば、機械による労働災害の 8 割近く（79%）を防止できることが推察された。また、ガード（固定式及びインタロック式）を利用した対策だけでも、機械による労働災害の 3 分の 2 近く（67%）を防止できることが推察された。ただし、この結果は死亡労働災害を対象としたもので、障害を伴う災害や休業災害に対してまで有効かは別途検証する必要がある。また、この分析を実施してから約 10 年近くが経過しているので、現在も上記の推察が有効かも別途検証する必要がある。

3) 現在の規制を強化する案

この案は、努力義務である労働安全衛生法第 28 条の 2（危険性又は有害性に関する調査等）や、ISO12100 と実質同一である「機械の包括的な安全基準に関する指針」を適切に運用することによって、機械による労働災害を

防止しようとするものである。

この案の問題点は、前述した法令や通達に強制力がない点にある。このため、安全活動に熱心な事業者が機械安全に熱心に取り組む一方で、災害発生率の高い事業者が強制でないという理由から熱心に取り組みを行わないという傾向が懸念される。

また、これらの規制では、事業者が自主的にリスクアセスメントに取り組むことが重要と考えられている。しかし、第 2 章の 2) で述べたように、イギリスなどではリスクアセスメントは主に中小零細企業がリスクの概念を習得する際の教材に過ぎない。むしろ、中小零細企業では本質的安全設計方策や安全防護（ガードまたは安全装置）などの設備対策を重点に置いた方策の展開が重要であり、この点を考慮した方策の検討が必要と考えられる。

4) 完全整合化案と実質同一案の融合

有識者からの意見では、働く人の安全（労働者保護）と企業の国際競争力の強化を両立させる方策も要請されている。このために考えられるのが、完全整合化案と実質同一案の融合である。

具体的には、労働安全衛生規則の一般基準に、①本質的安全設計方策や安全防護及び制御システムの安全関連部に対する方策を規定するとともに、② ISO/IEC などの機械安全国際規格の要求事項を満足できる機械は①の要求事項を満足していると「みなす」または「推定する」規定を設けるなどの方法が考えられる。ただし、この案では労働安全衛生規則と ISO/IEC などに規定された安全性に関する内容の水準が実質的に同等でないとい不公平を生じるおそれがある。このため、前述した欧州と日本の安全に関する基本理念の融合を図るなどの方策が必要となる。

この点で参考になるのが食品加工用機械の労働災害防止対策である。この機械では、平成 25 年に労働安全衛生規則第 130 条の 2～9 が強制法規として定められた。一方、食品加工用機械の業界では、望ましい技術的な要求事項を順次 JIS として制定して行くという施策を展開している。これによって、働く人の安全と企業の競争力強化の両立を目指している。

5 おわりに

本稿は、今後の日本で望まれる機械安全に関する法規制及び社会制度のあり方について検討した結果をまとめたものである。

具体的には、日本の現場力及び欧州の機械安全に関する法規制と社会制度の内容と実態を調査・分析するとともに、現段階で想定できる日本での法規制案及び社会制度案を複数設定し、各提案の労働災害防止効果や実現可能性及び問題点などの検証を行っている。このうち、現段階までに得られた主な結果は次のとおりである。

- 1) 日本の強みは、現場の優秀な作業員や管理・監督者及び生産技術者が質の高い安全管理と生産技術に基づく改善を実施していることにある。したがって、この“現場力”を基盤に置いた上で、欧州の機械安全技術や

社会制度を適切に活用すれば、日本の現場力と欧州の機械安全技術を高次の次元で融合させた新しい枠組みの安全技術と社会制度を構築できる可能性がある。これは、働く人の安全（労働者保護）だけでなく日本の国際競争力の強化という観点からも意義がある。

2) 今後の日本の社会制度では、安全をコストでなく新たな価値創造のための投資として位置づけること、高い当事者意識と安全な職場を構築しようとする共通の価値観を関係者間で共有すること、及び再発防止から未然防止、件数重視から重篤度重視への戦略転換と想定外の考慮が重要と推察された。

3) 実際の労働災害防止対策では、経営者及び設計者に対して欧州機械安全の基本理念と災害防止原則を普及促進するとともに、① ISO12100 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と適合宣言に関する情報伝達を目的としたマーケティング、③マーケティングの情報に基づく機械の使用段階での妥当性確認、④機械の設計・製造段階への災害情報のフィードバックが特に重要と考えられた。

今後は、働く人の安全の確保は当然として、企業の国際競争力の強化、安全に関連する新産業の創出、海外との相互承認に基づく適合性評価に要するコストの削減、設備の生産性、作業性、保全性、費用対効果の改善という観点からも研究を進める予定でいる。

謝 辞

本稿は、厚生労働科学研究費“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）の補助金による成果を踏まえて作成したものである。本補助金の提供に御尽力頂いた関係各位に深い謝意を表す。

文 献

- 1) 機械の CE マーキング. 日経メカニカル別冊. 日経 BP 社 (1994).
- 2) 梅崎重夫, 桑川壮一. 機械安全に関する欧州規格の現状と国内法規との対応に関する調査. 産業安全研究所安全資料. 1996; NIIS-SD-No.14. 1-14.
- 3) 梅崎重夫, 清水尚憲, 濱島京子, 平沼栄浩, 高木元也, 島田行泰, 三平律雄. よくわかる! 管理・監督者のための安全管理技術—管理と技術のコゴがポイント—(基礎編). 日科技連出版社; 2011.
- 4) 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. 厚生労働科学研究費平成 25 年度総括研究年度終了報告書; 2014.

- 5) 遠藤功. 現場力の教科書. 光文社新書; 2012.
- 6) 若松義人. 最強の現場を作り上げる! トヨタ式「改善」の進め方. PHP ビジネス新書; 2007: 122-126.
- 7) 労働省安全課監修. これからの安全技術—工作機械等の制御機構のフェールセーフ化に関するガイドラインの解説—. 安全確認システムと生産性 (杉本旭と梅崎重夫で執筆); 2000: 190-193.
- 8) 古澤登. 元気の職場を作る実践的安全活動—安全スタッフ・管理監督者が組織を変える—. 中災防新書; 2012.
- 9) 梅崎重夫, 清水尚憲, 濱島京子, 木下博文, 平沼栄浩, 宮崎浩一, 石坂清. 統合生産システム (IMS) におけるリスク低減プロセスの基礎的考察, 労働安全衛生研究. 2008; 1(3): 212-219.
- 10) 栗原史郎監修, 向殿政男ほか. 現場発ものづくり革新—安全は競争力. 日刊工業新聞社; 2009.
- 11) 遠藤功. 現場力復権. 東洋経済新聞社; 2009.
- 12) 中村昌充. 製造現場の事故を防ぐ安全工学の考え方と実践. オーム社; 2013.
- 13) 朱宮徹. 現場力の高い職場づくり. 労働の科学. 2013; 68(12): 10-14.
- 14) 梅崎重夫, 板垣晴彦, 齋藤剛, 伊藤和也, 山際謙太, 崔光石, 高橋弘樹, 濱島京子, 清水尚憲, 大嶋勝利. よくわかる! 管理・監督者のための職場における安全工学. 日科技連出版社; 2013: 1-16.
- 15) 梅崎重夫, 濱島京子, 清水尚憲. 機械安全と安全管理における基本理念と災害防止原則の比較—ベスト・プラクティスの観点から—. 労働科学. 2010; 86(4): 217-225.
- 16) 中山和久. 国際労働法. 三省堂; 1998: 46-54.
- 17) ISO/OHS 研究会編. ISO 安全・品質・環境早わかり. 日本規格協会; 1997: 71-83.
- 18) 杉本旭, 蓬原弘一. 安全の原理. 日本機械学会論文集 C 編. 1990; 55(530): 2601-2609.
- 19) 梅崎重夫, 清水尚憲. 産業機械の労働災害分析. 産業安全研究所特別研究報告. NIIS-SRR. 2005; 33: .53-67.

「補足 1」 図 3 に示した本質的安全設計方策のうち 7) 及び 8) は ISO12100 に明記されていない。しかし、“危険源の除去”は本質的安全設計方策でも優先して採用すべき方策であり、上記 7) 及び 8) が危険源の除去に該当するという理解は欧州でも一般的である。このため、本稿では上記 7) 及び 8) も含めた上で本質的安全設計方策の例を示した。

Discussion of the social system and regulations related to safety of machinery in Japan

by

Shigeo UMEZAKI^{*1}, Takabumi FUKUDA^{*2}, Tsuyoshi SAITO^{*1}, Shoken SHIMIZU^{*1},
Tetsuya KIMURA^{*2}, Kyoko HAMAJIMA^{*3}, Toshiro HOSHI^{*4}, Hiroyasu IKEDA^{*1},
Kohei OKABE^{*1}, Kenta YAMAGIWA^{*1}, Hajime TOMITA^{*3}, Yoshiki MIKAMI^{*2},
Yuji HIRAO^{*2}, Makiko OKAMOTO^{*2}, Satoshi KADOWAKI^{*2}, Masajiro ABE^{*2}
and Yuichi OTSUKA^{*2}

An advantage of Japan is that high-quality safety management and production technologies have been implemented at worksites by workers, managers and production engineers. If European technologies and social systems for safety of machinery are appropriately implemented on the basis of these “onsite capabilities,” a new technology and social system framework based on Japan’s own onsite capabilities may be created. This study examined the laws, regulations, and social systems that are favorable for safety of machinery in Japan. In maximizing onsite capabilities for safety management, the following four activities were presumed important: (1) the positioning of safety as an investment for new value creation, not a cost; (2) the sharing of a strong sense of ownership and common values for building a safe workplace among involved individuals; (3) the changes in strategies from prevention of recurrence to proactive prevention and from considering the number of accidents to considering the severity of accident; and (4) the consideration of unexpected problems.

In addition to the aforementioned activities, the basic principles of machine safety and accident prevention in Europe were considered particularly important for spreading and promotion among corporate executives and machine designers. These principles are the (1) risk reduction strategies provided by the International Organization for Standardization (ISO 12100); (2) conformity assessments that use a modular approach and marking aimed at conveying information about declarations of conformity; (3) validity confirmation when using a machine based on marking information; and (4) feedback regarding disaster information for the design and manufacturing stages of a machine.

Key Words: safety of machinery, regulations, social system, ISO12100, validation

*1 Mechanical and System Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

*2 Nagaoka University of Technology

*3 Electrical Safety Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

*4 Ministry of Health, Labour and Welfare