

表 10 機械安全と安全管理の基本理念と災害防止原則の比較

区分	機械安全	安全管理	
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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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（欧米） ・ 労働災害は本来あってはならない →ゼロ災の理念（日本） 	
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策を重視（現場の優秀な作業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（現実には必ずしも理想どおりではない） 	労働安全衛生マネジメントシステムに基づく安全管理	日本の伝統的な安全管理
		<ul style="list-style-type: none"> a) 企業トップのリーダーシップに基づく安全文化の育成 b) 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 c) 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 	<ul style="list-style-type: none"> a) 機械の使用段階での管理的対策を重視（現場の優秀な作業や管理監督者の技能に期待） b) 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 c) 「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（理想は正しいが現実とのギャップあり） d) 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

表 11 PL の定量的定義

パフォーマンスレベル (PL)	時間当たりの危険側故障発生の平均確率 (PDF) [1/h]
A	$10^{-5} \leq \text{PDF} < 10^{-4}$
B	$3 \times 10^{-6} \leq \text{PDF} < 10^{-5}$
C	$10^{-6} \leq \text{PDF} < 3 \times 10^{-6}$
D	$10^{-7} \leq \text{PDF} < 10^{-6}$
E	$10^{-8} \leq \text{PDF} < 10^{-7}$

表 12 要求される PL と選択可能なカテゴリ

要求 PL	選択可能なカテゴリ
A	Cat. B, Cat. 2
B	Cat. B, Cat. 2, Cat. 3
C	Cat. 1, Cat. 2, Cat. 3
D	Cat. 2, Cat. 3
E	Cat. 4

※ ISO 13849-1 表 7 に基づく

表 13 DC 見積りの例

	障害検出方策	DC
B1, B2 について	K1 での動的試験のない入力信号の相互監視	DC _{B1} , DC _{B2} =60%
Q1, Q2 について	K1 での起動時のミラー接点を用いた直接監視	DC _{Q1} , DC _{Q2} =99%

※ ISO 13849-1 表 E.1 に基づく

表 14 厚生労働省が公表した「設計技術者、生産技術管理者に対する機械安全教育」の内容

設計技術者 科目	範囲	時間
技術者倫理	(1) 労働災害、機械災害の現状と災害事例 (2) 技術者倫理、法令遵守(コンプライアンス)	1時間
関係法令	(1) 法令の体系と労働安全衛生法の概要 (2) 機械の構造規格、規則の概要 (3) 機械の包括安全指針の概要 (4) 危険性又は有害性等の調査(リスクアセスメント) 等に関する指針の概要 (5) 機械に関する危険性等の通知の概要	3時間
機械の安全原則	(1) 機械安全規格の種類と概要 (JIS,ISO,IEC) (2) 機械安全一般原則の内容 (ISO12100,JISB9700)	6時間
	(電気・制御技術者) (3) (IEC60204-1、JISB9960-1)	(5時間)
機械の設計・製造段階のリスクアセスメントとリスク低減	(1) 機械の設計・製造段階のリスクアセスメント手順 (2) 本質的安全設計方策 (3) 安全防護及び付加保護方策 (4) 使用上の情報の作成 (電気・制御技術者) (5) 制御システムの安全関連部ISO13849-1	18時間 (5時間)
機械に関する危険性等の通知	(1) 残留リスクマップ、残留リスク一覧の作成	2時間

表15 H22～H25 事故型・起因物 集計

Table with 23 columns: 事故型 (Accident Type) and 起因物 (Cause). Rows include categories like 送配電線等, 電力設備, 電気設備, 人力クレーン等, 人力運搬機, 人力機械, 手工具, 人力機械工具等, はしご等, 玉掛用具, その他の用具, 用具, その他の装置・設備, その他の装置等, 足場, 支保工, 階段・さんば, 開口部, 屋根・はり・もや・けた・合衆, 作業床・歩み板, 通路, 建築物・構築物, その他の板設物・構築物・構築物等, 仮設物・構築物・構築物等, 仮設物・構築物・構築物等, 爆発性の物等, 引火性の物, 可燃性のガス, 有害物, 放射線, その他の危険物・有害物等, 危険物・有害物等, 金属材料, 木材・竹材, 石・砂・砂利, その他の材料, 材料, 物質・材料, 荷役の物, 機械装置, 荷, 地山・岩石, 立木等, 水, 異常環境等, 高温・低湿環境, その他の環境等, 環境等, 環境等, その他の起因物, その他の起因物, 起因物なし, 起因物なし, 分類不能, 分類不能, その他. Each cell contains a count and a percentage in parentheses.

() 内は死亡(内数)

表 16 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	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
8	技能・安全教育	技能教育 安全に関する教育・訓練	作業標準のない非定常作業や突発作業（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 17 根拠に基づく安全理論（EBS）で利用できるエビデンスの区分

区分	説明及び具体例
情報	<p>情報として提供される事例やデータなど。例えば</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害情報 ・ 典型災害事例 ・ 災害統計 ・ 機器の信頼性・安全性データ ・ FMEA、FTA、ETA による信頼性解析結果
実績	<p>歴史や経験に裏付けられた技術・戦略・制度など。 例えば</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ISO12100 に定めたリスク低減戦略 ・ モジュール方式による適合性評価制度 ・ 第三者認証に基づく CE マーキング制度
理論	<p>自然法則や論理などの理工学に裏付けられたシステム構築理論、安全性立証法など。例えば</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 物理や化学などの自然法則 ・ フェールセーフシステムの構築理論 ・ 安全確認形のシステム構成理論

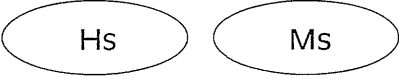
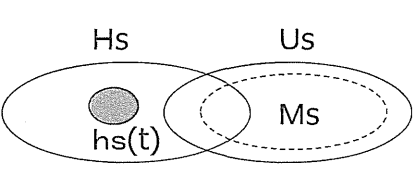
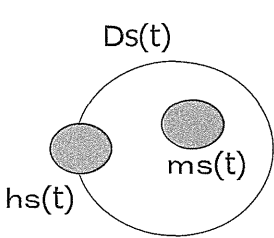
表 18 根拠に基づく安全理論（EBS）で利用できる基本原則

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 19 根拠に基づく安全理論（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

表 20 保護方策区分の類型

保護方策区分	類型	災害防止条件	関係図
0	エネルギーの制限	$E_W \leq \epsilon_H$	該当なし
1	領域の分離	$H_s \cap M_s = \Phi$	
2a	早期回避 (接触回避)	$\cdot h_s(t) \cap U_s = \Phi$ のとき $W(t) = 1$ $\cdot h_s(t) \cap U_s \neq \Phi$ のとき $W(t) = 0$	
2b	直前回避 (可動部の停止)		
3a	危険点 近接	可動部の 移動速度の 抑制など	
3b		人体の移 動速度の 抑制など	

注) E_W : 機械の可動部から人体に対して伝達されるエネルギーの最大値
 ϵ_H : 人体に危害を及ぼさないことが確認されているエネルギーの最大値
 H_s : 作業者の作業領域 M_s : 機械の可動部の動作領域 Φ : 空領域
 $h_s(t)$: 時刻 t において作業者が現に存在している領域
 $m_s(t)$: 時刻 t において機械の可動部が現に存在している領域
 $D_s(t)$: 機械の停止時間内に機械の可動部が移動することを考慮した領域
 $W(t) = 1$: 機械の運転許可、 $= 0$: 機械の運転禁止

表 21 最高無負荷電圧

動作条件	最高無負荷電圧		
	直流出力の場合	交流出力の場合	
厳しい電撃の危険を伴う環境の場合	113 V _{peak} 以下	68 V _{peak} 以下	48 V _{r.m.s} 以下
厳しい電撃の危険を伴わない環境の場合	113 V _{peak} 以下	113 V _{peak} 以下	80 V _{r.m.s} 以下
作業者に対して保護機能があり、溶接トーチが機械的に保持されている環境の場合	141 V _{peak} 以下	141 V _{peak} 以下	100 V _{r.m.s} 以下
プラズマ切断	500 V _{peak} 以下		

表 22 危険低減装置要求

低減していない無負荷電圧 (交流出力の実効値の場合)	低減無負荷電圧 (交流出力の実効値の場合)	動作時間 (s)
80V _{r.m.s} を超え 100V _{r.m.s} 以下	48V _{r.m.s}	0.3
48V _{r.m.s} を超え 80V _{r.m.s} 以下	48V _{r.m.s}	2

表 23 安衛則と IEC 規格との主な相違

(a) 厳しい電撃の危険を伴う環境

安衛則第 332 条	IEC 60974-1
<p>・船舶の二重底若しくはピークタンクの内部、ボイラーの胴若しくはドームの内部等導電体に囲まれた場所で著しく狭いところ</p> <p>・墜落により労働者に危険を及ぼすおそれのある高さが 2m 以上の場所で鉄骨等導電性の高い接地物に労働者が接触するおそれがあるところ</p>	<p>アーク溶接作業に伴う電撃危険性が、通常のアーク溶接作業に比較して増大する環境である。次が例示される。</p> <p>a) 動きの自由が制限され、その結果作業者が導電性部品との物理的な接触を伴う窮屈な姿勢（ひざを突く、座る、横になるなど）で溶接することを強いられる場所。</p> <p>b) 導電性部品によって全体的に、又は部分的に制約及び制限されており、作業者が避けられないか、若しくは偶然に接触してしまう危険性が高い場所。</p> <p>c) 湿度又は発汗によって、人体の皮膚抵抗、及び附属品の絶縁抵抗値がかなり低下する、ぬれた、湿った、若しくは高温の場所。</p>

(b) 電撃防止装置と危険低減装置との主な相違

		電撃防止装置	電圧低減装置
			低減無負荷電圧
最高無負荷電圧 交流実効値(V)	48V 以下		48V 以下
	48V を超え 80V 以下		48V 以下 動作時間：2 秒
	80V を超え 100V 以下		48V 以下 動作時間：0.3 秒
最高無負荷電圧 交流実効値(V)		30V 以下 動作時間：1.5 秒未満	
始動抵抗		260 Ω 以下	200Ω を超えた場合

表24 プリプレグ特性の調査試験

No.	Test Property	Test Method(s)		No. of Replicates per Batch
		ASTM	SACMA	
1	RESIN CONTENT	D 3529, C 613, D 5300, D3171	RM 23, RM 24	3
2	Volatile Content	D 3530	---	3
3	Gel Time	D 3532	RM 19	3
4	Resin Flow	D 3531	RM 22	3
5	Fiber Areal Weight	D 3776	RM 23, RM 24	3
6	IR (Infrared Spectroscopy)	E 1252, E 168	---	3
7	HPLC (High Performance Liquid Chromatography)*	---	RM 20	3
8	DSC (Differential Scanning Calorimetry)	E 1356	RM 25	3

* Sections 5.5.1 and 5.5.2 of MIL-HDBK-17-1E describe detailed procedures that will be used when extracting resin from prepreg and performing HPLC tests.

表25 複合材料パネルの物理特性

Physical Property	Test Procedure	No. of Replicates per Batch
Fiber Volume	ASTM D 3171 ¹ or D 2584 ²	See note 3
Resin Content	ASTM D 3171 ¹ or D 2584 ²	See note 3
Void Content	ASTM D 2734 ⁴	See note 3
Cured Neat Resin Density	ASTM D 792	See note 5
Glass Transition Temperature (dry ⁶)	SACMA RM 18	3
Glass Transition Temperature (wet ⁷)	SACMA RM 18	3

Notes:

1. Test method used for carbon or graphite materials.
2. Test method used for fiberglass materials.
3. At least one test shall be performed on each panel manufactured for qualification (see appendices A and B).
4. Test method may also be applied to carbon or graphite materials.
5. Data or neat resin sample should be provided by material supplier for each batch of material.
6. Dry specimens are as-fabricated specimens that have been maintained at ambient conditions in an environmentally controlled laboratory.
7. Wet specimens are humidity aged until an equilibrium moisture weight gain is achieved, per section 3.2.

表26 複合材料パネルの強度特性試験 (Reduced Sampling)

Figure No.	Test	Method Reference	No. of Specimens Per Test Condition			
			CTD ¹	RTD ²	ETW ³	ETD ⁴
9 or 10	0° (warp) Tensile Strength	ASTM D 3039	1 x 4	3 x 4	3 x 4	1 x 4
9 or 10*	0° (warp) Tensile Modulus, Strength and Poisson's Ratio	ASTM D 3039	1 x 2	3 x 2	3 x 2	1 x 2
11	90° (fill) Tensile Strength	ASTM D 3039	1 x 4	3 x 4	3 x 4	1 x 4
11*	90° (fill) Tensile Modulus and Strength	ASTM D 3039	1 x 2	3 x 2	3 x 2	1 x 2
12	0° (warp) Compressive Strength	SACMA SRM 1	1 x 6	3 x 6	3 x 6	1 x 6
13*	0° (warp) Compressive Modulus	SACMA SRM 1	1 x 2	3 x 2	3 x 2	1 x 2
14	90° (fill) Compressive Strength	SACMA SRM 1	1 x 6	3 x 6	3 x 6	1 x 6
15*	90° (fill) Compressive Modulus	SACMA SRM 1	1 x 2	3 x 2	3 x 2	1 x 2
16	In-Plane Shear Strength	ASTM D 5379	1 x 4	3 x 4	3 x 4	1 x 4
16*	IN-PLANE SHEAR MODULUS AND STRENGTH	ASTM D 5379	1 x 2	3 x 2	3 x 2	1 x 2
17	Short-Beam Shear	ASTM D 2344	--	3 x 6	--	--

* strain gages or extensometers used during testing

Notes:

1. Only one batch of material is required (test temperature = -65 ± 5°F, moisture content = as fabricated⁵).
2. Three batches of material are required (test temperature = 70 ± 10°F, moisture content = as fabricated⁵).
3. Three batches of material are required (test temperature = 180 ± 5°F, moisture content = per section 3.2).
4. Three batches of material are required (test temperature = 180 ± 5°F, moisture content = as fabricated⁵).
5. Dry specimens are as-fabricated specimens that have been maintained at ambient conditions in an environmentally controlled laboratory.

表27 複合材料パネルの強度特性試験 (Robust Sampling)

Figure No.	Test	Method Reference	No. of Specimens Per Test Condition			
			CTD ¹	RTD ²	ETW ³	ETD ⁴
9 or 10	0° (warp) Tensile Strength	ASTM D 3039	1 x 7	5 x 7	5 x 7	1 x 7
9* OR 10*	0° (warp) Tensile Modulus, Strength and Poisson's Ratio	ASTM D 3039	1 x 4	5 x 4	5 x 4	1 x 4
11	90° (fill) Tensile Strength	ASTM D 3039	1 x 7	5 x 7	5 x 7	1 x 7
11*	90° (fill) Tensile Modulus and Strength	ASTM D 3039	1 x 4	5 x 4	5 x 4	1 x 4
12	0° (warp) Compressive Strength	SACMA SRM 1	1 x 11	5 x 11	5 x 11	1 x 11
13*	0° (warp) Compressive Modulus	SACMA SRM 1	1 x 4	5 x 4	5 x 4	1 x 4
14	90° (fill) Compressive Strength	SACMA SRM 1	1 x 11	5 x 11	5 x 11	1 x 11
15*	90° (fill) Compressive Modulus	SACMA SRM 1	1 x 4	5 x 4	5 x 4	1 x 4
16	In-Plane Shear Strength	ASTM D 5379	1 x 7	5 x 7	5 x 7	1 x 7
16*	In-Plane Shear Modulus and Strength	ASTM D 5379	1 x 4	5 x 4	5 x 4	1 x 4
17	Short-Beam Shear	ASTM D 2344	--	5 x 11	--	--

* strain gages or extensometers used during testing

Notes:

1. Only one batch of material is required (test temperature = -65 ±5°F, moisture content = as fabricated⁵).
2. Five batches of material are required (test temperature = 70 ±10°F, moisture content = as fabricated⁵).
3. Five batches of material are required (test temperature = 180 ±5°F, moisture content = per section 3.2).
4. Five batches of material are required (test temperature = 180 ±5°F, moisture content = as fabricated⁵).
5. Dry specimens are as-fabricated specimens that have been maintained at ambient conditions in an environmentally controlled laboratory.

表28 複合材料パネルの難燃性特性試験

Fluid Type	Test Method	Test Temp. (°F)	Exposure ¹	Number of Replicates ²
Jet Fuel JP-4	ASTM D5379 ³	180	See note 4	5
Hydraulic Fluid	ASTM D5379 ³	180	See note 5	5
Solvent	ASTM D5379 ³	Ambient	See note 5	5

Notes:

1. Soaking in fluid at ambient temperature (immersion)
2. Only a single batch of material is required
3. Shear strength only
4. Exposure duration = 500 hours ±50 hours
5. Exposure duration = 60 to 90 minutes

表 29 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	6
回答なし	2
合計	84

表 30 回答企業の業種

業種	該当企業数	業種	該当企業数
D	3	E-27	1
E-09	3	E-28	2
E-14	7	E-29	8
E-15	3	E-31	8
E-18	1	E-32	5
E-19	1	Eで小分類の 分類不可能	4
E-22	2	I	4
E-24	8	分類不可能	1
E-25	3	回答なし	3
E-26	17	合計	84

業種の分類記号の意味は本文中の【参考】を参照

表 31 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

表 32 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

表 33 保護方策の不具合に関連した災害

	設備の種類	件数
①	固定式ガード	38 (29.4%)
②	インタロック式ガード	57(44.2%)
③	① +② (ガード)	73 (56.6%)
④	保護装置	25 (19.4%)
⑤	制御システムの安全関連部	26 (20.2%)
	総計	86(66.7%)

- ・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 66.7%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。

表 34 危険点近接作業に関連した災害

作業内容	件数
段取り	1
加工	6
運転確認・調整	13
トラブル処理	12
保守・点検・修理	6
清掃・除去	9
材料や製品の扱い	4
その他	6
総計	57 (44%)

- ・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、危険点近接作業に関連した災害は 44%を占めていた。

表 35 広大領域内で発生した災害

作業内容	件数
段取り	11
加工	3
運転確認・調整	11
トラブル処理	8
保守・点検・修理	11
清掃・除去	7
材料や製品の扱い	1
その他・不明	4
総計	46 (36%)

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、
広大領域内で発生した災害は 36% を占めていた。

表 36 誤った機械の起動で発生した災害

作業内容	件数
段取り	0
加工	0
運転確認・調整	4
トラブル処理	1
保守・点検・修理	5
清掃・除去	1
材料や製品の扱い	1
その他・不明	4
総計	16 (12%)

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、
誤った機械の起動で発生した災害は 12% を占めていた。

表 37 覆・囲い等（保護装置を含む）の災害防止効果の推察

	設備の種類	件数
②	固定式ガード	38 (29.4%)
②	インタロック式ガード	57 (44.2%)
③	② + ② (ガード)	73 (56.6%)
④	保護装置	25 (19.4%)
	総計	79 (61.2%)

・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、
覆い・囲い等（保護装置を含む）設備対策の不具合に起因した災害が
61.2% 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。

表38 企業と働く人の両方を考慮した
総合的リスクマネジメント戦略の試案

	企業活動のリスクマネジメント	働く人の総合的リスクマネジメント
意味	・企業活動を阻害する可能性のある要因をリスクと捉え、これらを合理的に可能な範囲内まで低減	・働く人の安全や健康は勿論のこと、快適な職業生活の継続を阻害する可能性のある要因をリスクと捉え、これらを可能な限り低減
具体的内容	・企業活動を最適化するための経営管理、生産管理、人的資源管理、財務管理、知財管理など	・職場で死亡災害や休業災害を発生させないことは当然として、働く人が長期的に安定した労働条件や安心できる職場環境の下で、他の人と協調しながら自己の能力を存分に発揮できる状態の実現など、職業生活のあり方に関する本質的な議論が必要
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・両者を対立したものでなく相互補完性のあるものと捉えることで、職場を対象とした総合的なリスクマネジメント戦略を構築 ・単に上司からの指示を受けて企業活動の一環として受け身の活動に徹するのではなく、各々が自己の職業生活を主体的に守り抜くという観点からの参加意識が必要 	

表 39 機械安全および労働安全における前提条件の違い

	目標	戦略	リスク概念
Guide51	機械安全 円滑な流通 安全の定義：受け入れ不可能なリスクがないこと リスクの定義：危害のひどさと発生率	機械安全 個別最適 隔離と停止が基本	個別最適 リスクアセスメント（隔離と停止） リスク対応：残留リスクの移転 検証：適合性評価
Guide 73	労働安全 重篤な労働災害の根絶 安全の定義：未然防止のための仕組みと戦略	労働安全（危険源の多様性） 全体最適 演繹的アプローチ 止められない機械設備の存在 （危険点近接作業、広大領域内作業など）	全体最適 総合的リスクマネジメント リスク対応：不確定性への対応 検証：妥当性確認
	一般分野 リスクの全体最適 リスクの定義：不確かさ	より普遍的な全体最適	全体最適のリスクマネジメント

別添 1 国内外の関連情報の抽出結果

<他機関の公開情報>

1. 他機関が実施したヒアリング調査及び現地調査の結果

1) 2006年に、日本機械工業連合会が三菱総研に委託して「海外における機械安全に関連する法体系と運用の実態に関する調査報告書」を作成している。

http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/2006/17anzen_07.html

この調査の主たる対象は欧州である。このうち、93～134ページはドイツでのヒアリング調査の結果であり、この内容が本調査研究で大変参考になる（特に、121～129ページはノイドルファ氏との面接調査であり信頼性が高い）。

2) 同様の報告書として、2010年に日機連が三菱総研に委託して実施した「米国における機械安全推進方策の動向に関する調査研究報告書」がある。

http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/2010/21anzen_07.html

これは、対象が米国ということと調査研究の方向性が異なるという差異はあるが、本調査研究と同様にヒアリング調査及び米国での現地調査を行っており、調査項目の設定等も含めて参考になる。

3) 2006年に日機連が欧州各国（英国、ドイツ、フランス、ポーランド、ハンガリー、チェコ）の適合性評価制度を対象に現地調査を行った際の報告書「EU基準認証制度の現状と問題点」がある。

http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/2006/17jigyo_21.html

これは、主に2003年の欧州のニューアプローチ政策の見直しに伴う制度変更時の対応を調査したものである。特に28ページ以降が参考になる。

4) 現地調査は行っていないが、関連情報として日機連の「機械安全認証制度の創設に関する調査研究報告書」がある。

http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/2006/17anzen_05.html

2. 調査に有益な他機関の問答集とチェックリスト

1) HSE が、User, Purchaser, Installer, Supplier or importer, Designer or manufacturer, Exhibiter, Regulator に分けて法規制等をガイドしている。

<http://www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/>

2) HSEが、本調査に関連する問答集やチェックリストなどを公開している。

（一般） <http://www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/faq.htm>

（供給者） <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg270.pdf>

（購入者） <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg271.pdf>

<調査項目の関連情報>

1. 欧州での法規制や社会制度の概要

当所を始めとして既に多くの情報が公表されており、改めて調査するまでもない。

1) やや古いですが、中央労働災害防止協会から「最新・安全衛生世界の動き」、中災防新書(2002)が公表されている。

2) 古い資料だが、日本損害保険協会から「海外の安全防災に係る法令・規則に関する調査・研究報告書」が公表されている(ドイツは1992年と2001年の改訂版、フランスは1993年と2001年の改訂版、イギリスは1991年版、オランダは1994年版)。

3) 当所の図書館にローベンス報告の翻訳がある(小木和孝ほか、労働における安全と保健－英国の産業安全保険制度改革－、労働科学研究所出版部)。

4) その他、日本機械工業連合会が多くの調査を実施している。

<http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/2013.html>

2. 機械安全に関するILO関係の情報

1) 以下のアドレスにILO関係の条約及び勧告の一覧表がある。

<http://www.ilo.org/public/japanese/region/asro/tokyo/standards/list.htm>

2) 以上のうち、機械安全に関連する条約及び勧告には次のものがある。

① ILO第119号条約

機械の防護に関する条約(1963年)。日本は昭和48年(1973年)に批准。安衛法第43条は本条約を日本国内で実施するための国内法としての性格を有する。

http://www.ilo.org/public/japanese/region/asro/tokyo/standards/st_c119.htm

② ILO第118号勧告

機械の防護に関する勧告(1963年)。機械の製造者と使用者の両方に対して必要な対策を要求している。

http://www.ilo.org/public/japanese/region/asro/tokyo/standards/st_r118.htm

3) ILOが、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もの(2011年)。当所の齋藤上席も参画。特に2ページ目の図がポイント(と思う)。

(Code of Practice on Safety and Health in the Use of Machinery)

http://www.ilo.org/safework/info/standards-and-instruments/codes/WCMS_164653/lang--en/index.htm

3. 欧州の機械安全に関する指令や規格

当所を始めとして既に多くの情報が公表されており、改めて調査するまでもない。

1) 以下に、機械指令に関連する情報のアドレスを示す。

(機械指令：2006/42/EC)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:EN:PDF>

(機械指令の日本語訳)

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/eu/>

また、以下は機械指令の解説書のようにです。

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guide_application_directive_2006-42-ec-2nd_edit_6-2010_en.pdf

2) 忘れてならないのが、欧州機械安全の原点であるBS5304:1988 (Code of practice for

safety of machinery) である。この規格の英文版及び日本語訳を当所で保管予定。

3) 具体的な保護方策は、A. ノイドルファ氏の「国際規格対応 安全な機械の設計」、NPO安全工学研究所 (2002)に詳しい。この一冊に、具体的な保護方策はほとんど網羅されている。

4) 他の指令及び個々の規格は、膨大な情報が周知されているために省略する。

4. 欧州の労働安全衛生に関する指令、規格、法規など

1) 欧州での労働安全衛生関係法令に関する詳しい内容が、当所のホームページにある以下のアドレスに詳述されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/topics/law/law.html>

2) 欧州での労働安全衛生指令 (89/391/EEC) が、当所のホームページにある以下のアドレスに詳述されている (「枠組み指令」とも呼ばれる)。

http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/eu/law/directive/89_391_EEC/index.html

3) 上記指令に関連する労働安全衛生関係の指令 (小指令など) の一覧が、以下の報告書の 38~41 ページに記載されている。

http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/2006/17anzen_07.html

また、当所のホームページの以下のアドレスにも記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/eu/law/directive/directives-jap.html>

さらに、中央労働災害防止協会「最新・安全衛生世界の動き」の 63~65 ページに記載されている。

4) 別添 pdf (EU労働安全関係指令一覧) の指令の原文及び翻訳が、当所の図書館に紙ファイルとして保管されている。

5) 上記指令に関連する指令や規格の 2011 年段階での関係を、アイスランドの専門家が別添パワーポイント (欧州の労働安全衛生の解説) に記載している。

5. イギリスでの機械安全と労働安全衛生に関する法規等

1) 労働安全衛生法の原点として、1974 年のイギリス労働安全衛生法がある。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/uk/law/HealthandSafetyatWorkAct1974/index.html>

また、この法律の日本語訳が当所のホームページの以下のアドレスに記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/uk/law/HealthandSafetyatWorkAct1974/mokuji.html>

2) 上記の法律の重要概念に“合理的に実行可能な範囲において”(So far as is reasonably practicable) がある。この意味は、以下の文献などを参照されたい。

<http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarplance.htm>

<http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf>

3) 機械関係の規則として 1992 年に制定された PUWER (The Provision and Use of Work

Equipment Regulations) がある。特に、3 番目のアドレスでは全文を見ることができる。なお、当該規則は 1998 年に改正されたようである。

<http://www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/puwer.htm>

<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg291.pdf>

<http://www.legislation.gov.uk/uksi/1998/2306/contents/made>

<http://www.ucl.ac.uk/medicalschoo/lsa/safety/docs/ProvUseofWorkEquipment.pdf>

4) EU の労働安全衛生指令 (枠組み指令、89/391/EEC) をイギリスの国内法に取り込むために、1992 年に労働安全衛生管理規則 (Management of Health and Safety at Work Regulation) が制定された。なお、当該規則は 1999 年に改正されたようである。

<http://www.hse.gov.uk/pubns/books/l21.htm>

5) 以上のように、イギリスでは 1992 年に機械の労働安全に関する法規制等が再構築され、1990 年代の後半に (多分、有効性の検証を伴って) 見直しが行われたようである。

6) HSC (安全衛生委員会) と HSE が安全衛生規則の手引きを作成している。イギリスでも、指針、準則、規則の違いなどについて混乱が生じているようである。この点が、当所のホームページの以下のアドレスに記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/uk/law/ShortGuideHSC13/ShortGuideHSC13.html>

7) 特に有益な情報が HSE 及び HSC で得られることがある。

<http://www.hse.gov.uk/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Health_and_Safety_Commission

<http://www.publichealth.hscni.net/directorate-nursing-and-allied-health-professions/hsc-safety-forum>

6. フランスでの機械安全と労働安全衛生に関する法規等

1) 全体解説が当所のホームページの以下のアドレスに記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/france/law/laborlaw/lawindex2/index.html>

2) フランス労働法典 (Code du Travail) の労働安全衛生関係部分の日本語訳が、当所のホームページの以下のアドレスに記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/france/law/laborlaw/lawindex2/mokuji.html>

3) 特に有益な情報が INRS で得られることがある。

<http://en.inrs.fr/>

7. ドイツでの機械安全と労働安全衛生に関する法規等

1) 当初は、日本で機械安全法を構築する際の参考事例として、ドイツ機器・製品安全法 (GPSG 法) (2004年5月1日施行) とドイツ製品安全法 (ProdSG 法) (2011年12月1日施行) が参考になると思われた (別添 PDF の英語版参照)。

以下はドイツ製品安全法のドイツ語版 (2011年) である。

http://www.dguv.de/dguv-test/de/_pdf/pdf_aktuelles/_ProdSG2011.pdf

しかし、これらの法令には技術的要求事項に関する記載はなく、あまり参考にはならないと思われる（むしろ前述した以下のILOの資料の方が参考になる）。

(Code of Practice on Safety and Health in the Use of Machinery)

http://www.ilo.org/safework/info/standards-and-instruments/codes/WCMS_164653/lang--en/index.htm

2) ノイドルファー氏が、「安全な機械の設計」のpp. 13-14にCEマーキングとGSマークの比較を記載している。これが簡潔で一番わかりやすい。

3) ちなみに、PrdSGについては、日本国内でも様々な意見があるようです。

<http://www.jmcti.org/mondai/pdf/p507.pdf>

<http://www.consumer.go.jp/seisaku/caa/anzen/arikata/file/3bu.pdf>

<http://www.consumer.go.jp/seisaku/caa/anzen/arikata/file/gaiyo.pdf>

4) ドイツにおける労働安全衛生関係法令の体系が、当所のホームページの以下のアドレスに記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/eu/topics/reference/germany/index.html>

5) 1996年に制定された新労働安全衛生法関連の情報が、当所のホームページの以下のアドレスに記載されている。

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/germany/law/lawlecture.html>

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/germany/law/index1.html>

<http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/germany/law/ArbSchG/mokuji.html>

6) ドイツにおける労働者保護のための監督体制が「最新・安全衛生世界の動き」の138ページに記載されている。連邦政府と同業者保険組合の2系統による方式に特徴がある（概略図を別添PDFに示す）。

7) NPO安全工学研究所がドイツのBGIA・BG関係情報を以下のアドレスで公表している。

<http://www.safetylabo.com/bgiabginform.html>

8) ドイツの社会保険制度を経済振興公社が日本語で公表している。

http://www.nrw.co.jp/investment_guide/employees_and_social_security/the_german_social_security_system.html

9) 特に有益な情報がBAUAやDGUVで得られることがある。

<http://www.baua.de/en/Homepage.html>

<http://www.dguv.de/inhalt/index.jsp>

<労働災害や機械災害の発生状況>

1. 欧州での労働災害の発生状況

1) 欧州での労働災害の発生状況に関する内容が、当所のホームページにある以下のアド