

リスクアセスメントに関する考察

—平成 26、27 年度 TC5 活動報告書—

2016 年 4 月 19 日

安全技術応用研究会

TC5(国際規格調査研究委員会)

目次

はじめに	3
1. 研究の目的.....	5
2. ISO 12100:2010 附属書 B の説明	6
2.1. 危険源、危険状態、危険事象の例	6
2.2. 危険源	6
3. 提案する危険源/危険事象リスト	9
4. 提案するリスクアセスメントシート	11
5. 記入例	14
6. 今回の変更点のまとめ	20
7. まとめ	21

はじめに

この委員会のことの発端は、危険源という言葉の意味がいろいろな意味に使われていることだった。危険源は「hazard、危害を引き起こす潜在的根源。注記 1 用語“危険源”は、その発生原因（例えば、機械的危険源、電氣的危険源）を明確にし、又は潜在的な危害（例えば、感電の危険源、切断の危険源、毒性による危険源、火災による危険源）の性質を明確にするために修飾されることがある。（注記 2 は省略）」と定義されているが、書籍・文献等によっては危険状態、危険事象の意味として使われたり、危険区域（危険領域）の意味として使われていることもある。このような用語の混乱は、リスクアセスメントの議論でも、何を議論しているか分からなくなりがねない。

以上の問題意識から議論を重ねたが、その中で、本研究会でリスクアセスメントをする際に標準的に使用する危険源/危険事象リストの改訂の必要性に迫られた。そこで、ISO 12100:2010 の附属書 B の危険源について、リスクアセスメント実施の観点から議論し、いくつかの項目を追加した方がよいと判断するに至った。

本報告は規格の定義にできる限り忠実にすることを旨としたが、会員諸氏にお使いいただき、TC5 での議論では出し切れていないことに気がつかれたら、ご指摘いただきたい。

2016 年 4 月 19 日

TC5 国際規格調査研究委員会

委員長	福田 隆文	（長岡技術科学大学）
委員	石坂 和雄	（元ブリヂストン）
	井上 洋一	（IDEC）
	佐柳 光昭	（新日鐵住金）
	森貞 晃	（日本信号）
	村上 聡	（日本信号）

補足

2016 年 4 月 19 日に月例会で、本報告書の概要を報告し、議論を行った。

その中で、9 ページの「11 制御システムによる危険源」、「12 ワークステーション及び作業工程設計による危険源」は危険事象であるので、これらを追加することは表の整合性を損なうという観点と、リスクアセスメントでの見落としを防ぐために入れるという観点で様々な意見が出た。また、「8 人間工学原則無視の危険源」も危険事象ではないかとの疑問の指摘、13 ページで提案のリスクアセスメントシートで「危険源」欄を ISO12100:2014 附属書 B.1 に習って原因と結果を書くようにするなら、9 ページの表もそのように分けた方がよいとの指摘など、多くの意見がでた。

また、リスクアセスメント自体の意義、いつどの様に行うべきかの議論もあり、今回提案の危険源リストはメーカーに於ける設計段階でのリスクアセスメントを念頭に置いているが、他の段階（例えば、メーカーの設計段階でも構想段階、詳細設計段階でのリスクアセスメント、ユーザの行う企画・構想段階、設計段階、試運転の各段階でのリスクアセスメント、作業現場でのリスクアセスメント）での危険源リストはどうあるべきか検討すべきであるとの指摘もあった。

以上のことから分かるように、この報告書は、議論が集結して得た最終解を示しているわけではなく、今後も議論を重ね、また実際に機械のリスクアセスメントで使用したりしながらに改良する必要がある。

したがって、本報告書は完結版ではないが、2015 年末までの TC5 における議論をいったんまとめたものとして、安全技術応用研究会に提出する。今後、本報告を基に議論が発展することを願っている。

1. 研究の目的

(1) TC5 委員会の目指すこと及び研究の背景

安全技術応用研究会の目的は、具体例「機械、生産設備の設計者、生産設備の管理者、安全を所管している管理者等が困っていることを研究し具体的に提言すること」であり、過去に、安全機器の特徴や使い方の報告や、ガードの使用方法、設計者のリスクアセスメントと使用者のリスクアセスメントの違いなどを研究報告している。リスクアセスメントに関して、月例会でもしばしば様々な課題が取り上げられている。本研究では、以下の課題に着目した。

- ① 危険源、危険箇所、危険状態、危険事象、危害のひどさ等、リスクアセスメント用語が正しく解釈されているか
- ② それぞれの用語が示す内容を明確に切り分けたリスクアセスメントが行われているか

(2) 研究の狙い

下記について、リスクアセスメントのあるべき姿を明らかにし、そのガイダンスを提示する。

- ① ISO 12100:2010 (JIS B 9700:2013) におけるリスクアセスメント用語を再確認し、附属書との整合を確認しながらそれぞれの用語が示す内容(範囲)を理解し、安全技術応用研究会で提案している「危険源/危険事象リストの改訂」を提案する。
- ② リスクアセスメント実施者による解釈の違いが出ず、一様なリスクアセスメントを可能とするリスクアセスメントシート及び記載方法を提案する。

上記の提案により、リスクアセスメントが実施しやすくなり、第三者がリスクアセスメント内容を明快に理解及び確認することができ、より適切なリスクアセスメントを実現できることを目的とする。

(3) 研究すべき項目

研究した結果を、下記の順番で報告する。

- ① ISO 12100:2010 附属書 B の説明
- ② 危険源/危険事象リストの提案
- ③ リスクアセスメントシートの提案
- ④ 提案するリスクアセスメントシートの記入例

2. ISO 12100:2010 附属書 B の説明

2.1. 危険源、危険状態、危険事象の例

ISO 12100:2010 の附属書 B では、機械類の設計において安全性を確保するためのリスクアセスメント及びリスク低減プロセスの文書化と妥当性確認について明確化させるため、設計者の手助けとなるように危険源、危険状態、危険事象について表 B.1～表 B.4 の個々の表に例が示されている。

危険源とは、危害を引き起こす潜在的根源のことであり、危険状態とは、人が少なくとも一つの危険源に暴露される状態を表す。また危険事象とは、危害をもたらす事象のことであり、附属書 B ではそれぞれを体系的にまとめられている。

旧規格である ISO 14121:1999 の附属書 A では、リスト化された危険源／危険事象を同定することになるが、ISO 12100:2010 の附属書 B では危険源、危険状態、危険事象の例を記載し、各リストを組み合わせることで同定することになる。ただしすべてを網羅されてはいない。

2.2. 危険源

附属書 B の表 B.1 において危険源を、機械的危険源、電氣的危険源などをタイプ別に 10 項目に分類している。危険源のタイプ又はグループ毎に、原因と結果が分けて書かれている。同一の原因であっても条件によって異なる結果になることがあるため、1 行ごとに見るのではなく、適切な原因と結果を組み合わせることで危険源を記述することが必要である。(表 2-1 参照)

表 2-1 ISO 12100:2010 附属書 表 B.1 より (5～7 頁)

No.	種類又はグループ	危険源の例	
		原因	結果
1	機械的危険源	－加速度, 減速度 －角張った部分 －固定部分への可動要素の接近 －切断部分 －弾性要素 －落下物 －重力 －床面からの高さ －高圧 －不安定 －運動エネルギー －機械の可動性 －可動要素 －回転要素 －粗い, 滑りやすい表面 －鋭利な端部 －蓄積エネルギー －真空	－ひ(轢)かれる －投げ出される －押しつぶし －切傷又は切断 －引込み又は捕捉 －巻き込み －こすれ又はすりむき －衝撃 －噴出による人体への注入 －せん断 －滑り, つまずき及び墜落 －突き刺し又は突き通し －窒息

No.	種類又はグループ	危険源の例	
		原因	結果
2	電氣的危険源	- アーク －電磁気現象 －静電現象 －充電部 －高圧下の充電部に対する距離の不足 －過負荷 －不具合(障害)条件下で充電状態になる部分 －短絡 －熱放射	－やけど －化学的影響 －体内の医療機器への影響 －感電死 －墜落、投げ出される －火災 －融溶物の放出 －感電
3	熱的危険源	- 爆発 －火炎 －極端な温度の物体又は材料 －熱源からの放射	－やけど －脱水 －不快感 －凍傷 －熱源からの放射による傷害 －熱傷
4	騒音による危険	－キャビテーション －排気システム －高速でのガス漏れ －製造工程(打ち抜き, 切断など) －可動部分 －表面のこすれ・ひっかき －バランスの悪い回転部品 －音の出る空圧装置 －部品の劣化・摩耗	－不快感 －認識力の喪失 －バランスの喪失 －恒久的な聴覚喪失 －ストレス －耳鳴り －疲労 －口頭伝達又は聴覚信号の妨害の結果としての他のもの(例えば, 機械的, 電氣的)
5	振動による危険源	－キャビテーション －可動部分の調整ミス －移動式装置 －表面のこすれ・ひっかき －バランスの悪い回転部品 －振動する装置 －部品の劣化・摩耗	－不快感 －腰部の障害 －神経疾患 －骨関節障害 －脊柱・脊椎骨の外傷 －血管障害
6	放射による危険源	－電離放射源 －低周波電磁放射 －光放射(赤外線, 可視及び紫外線), レーザも含まれる －無線周波数帯電磁放射	－やけど －目及び皮膚への障害 －再生機能への影響 －遺伝上の突然変異 －頭痛, 不眠症など
7	材料及び物質による危険源	－エアゾール －生物学的及び微生物学的(ウイルス又は細菌)な作用物質 －可燃性 －ほこり －爆発性 －繊維 －引火性 －流体 －ヒューム －ガス －ミスト －酸化剤	－呼吸困難, 窒息 －がん －腐食 －再生機能への影響 －爆発 －火災 －感染 －突然変異 －中毒 －過敏症

No.	種類又はグループ	危険源の例	
		原因	結果
8	人間工学原則の無視による危険源	－接近 －指示器及び視覚表示ユニットの設計又は位置 －制御装置の設計，位置又は識別 －努力(身体的) －明滅，まぶしさ，影及びストロボ効果 －局部照明 －精神的過負荷／負荷不足 －姿勢 －反復動作 －視認性	－不快感 －疲労 －筋骨格障害 －ストレス －ヒューマンエラーの結果としての他のもの(例えば，機械的，電氣的)
9	機械が使用される環境に関連する危険源	－ほこり及び霧 －電磁妨害 －雷 －湿度 －汚染 －雪 －温度 －水 －風 －酸素不足	－やけど －軽微な疾病 －滑り，墜落 －窒息 －機械又は機械部分上の危険源の結果としての他のもの
10	危険源の組合せ	－例えば，反復動作＋努力(身体的)＋高温環境	－例えば，脱水症状，認識力の喪失，熱射病

表 B.2 では、代表的な危険源の例を可能性のある重大な結果と共にイラストにて記載されている。表 B.3 では、表 B.1 に示されている一つ以上の危険源への暴露の場合に危険状態をもたらすことのある作業について、機械のライフサイクルの各段階における例を記載している。

また、表 B.4 では実際の機械類で発生する危険事象の例が示されており、特に表 B.1 には記載されていない制御システム、ワークステーション及び/又は作業工程設計について記載されている。

3. 提案する危険源/危険事象リスト

TC5 専門委員会では、リスクアセスメント実践技術(Ⅰ)に記載の危険源/危険事象リストと、ISO 12100:2010 附属書 B の危険源/危険事象リストを基に議論し、表 3-1 に至った。表 3-1 の内容に至った過程は、後述する。

表 3-1 TC5 専門委員会が今回提案する危険源/危険事象リスト

No.	符号	危険源の種類	危険源の例	備考
1	A B C	機械的な危険源	A. 形状、位置(不安定)、重力(高さ)、質量/速度の運動エネルギー、機械強度不足、可動要素(回転要素含む) B. 弾性要素、加圧下の液体/気体、真空効果の蓄積エネルギー C. 押しつぶし、せん断、切傷/切断、巻き込み、引込み/捕捉、衝撃、突刺し、擦過にすれ、高圧流体の注入/噴出	ISO 12100:2010 附属書 B 表 B.1 より 従来のシートより 変更なし(危険源の例は追記・修正あり)
2	D	電氣的な危険源	充電部への直接/間接接触、高圧充電部への接近、静電気、短絡/過負荷による熱放射、溶融物の放出	
3	E	熱的な危険源	高温/極低温物体・材料への接触による火傷/熱傷、高/低温環境による健康障害	
4	F	騒音による危険源	過大な音源による聴力損失、平衡感覚喪失、口頭伝達/音響信号の障害	
5	G	振動による危険源	振動による血管障害、劣悪な姿勢での全身振動	
6	H	放射による危険源	低周波、マイクロ波、電磁波、紫外線、γ線、X線、レーザ光、α線/β線/電子ビーム、中性子線	
7	I	材料/物質の危険源	機械で処理・加工・排出される有害性液体/気体への接触による傷害、危険物の火災/爆発、ウイルス、微生物などの病原体による疾病	
8	J	人間工学無視の危険源	無理な姿勢、照度の過不足、精神的なストレスなど人にエラーを誘発させる、高頻度な反復動作、機器/環境的な要素、手動制御器、表示器の不適切な設計・配置	
9	K	機械の使用環境の危険源	粉塵/ミスト、電磁妨害、雷、湿度、汚染、雪、温度、水、風、酸素不足による	
10	L	組合せの危険源	上記の危険源の組合せ	
11	M N O P Q	制御システムによる危険源	M. 機械の運動部又は機械に締め付けられたワークピースの落下又は排出 N. 可動部を止めることが出来ない O. 保護装置の抑制(無効化または故障)から生じる機械の動作 P. 制御されない運動(速度変化を含む) Q. 意図しない/予期しない起動	ISO 12100:2010 附属書 B 表 B.4 より
12	R	ワークステーション及び作業工程设计による危険源	作業区域の直接視認性の喪失	

「危険源/危険事象リスト」は、ISO 14121:1999 が ISO 12100:2010 に統合された際に、ISO 14121 の附属書 A の危険源/危険事象リストが ISO 12100:2010 附属書 B に移行したことを受け、安全技術応用研究会で見直したものが、現行の「リスクアセスメント実践技術(Ⅰ)」で示されている。

つまり、表 3-1 の No.1-10 は、ISO 12100:2010 の附属書 B より、「危険源の例」として示される表 B.1 に基づき構成したものである。リストの「No.」は、ISO 12100:2010 の表 B.1 の番号(No.)に対応する。また、「No.」及び「符号」(A～L)は、現行のテキスト「リスクアセスメント実践技術(Ⅰ)」巻末にある「表 I. 危険源/危険事象リスト(簡易版)」に対応するが、「危険源の例」には追記・修正を施してある。

表 3-1 の No.11,12 は、今回の研究で新たに追加した項目である。具体的には、ISO 12100:2010 の表 B.4(危険事象の例)から、特に「危険源/危険事象リスト(No.1-10)」では取り上げられていない「制御システムによる危険源」と「ワークステーション及び作業工程設計による危険源」について取り上げている。これらの危険源は、ISO 12100:2010 の表 B.4 では、単に「制御システム」と「ワークステーション及び作業工程設計」と記載されている。

しかし、危険事象の内容より、それぞれの不具合又は設計の誤り(検討不足)が原因であると考え、「危険源の種類」に No.11、12 として記載した。また、ISO 12100:2010 の表 B.4 では、「ワークステーション及び作業工程設計」に関係する危険事象は複数挙げられているが、「作業区域の直接視認性の喪失」を除いた項目は表 3-1 の No. 8「人間工学無視の危険源」に該当するため、No. 12 からは除外した。以上の結果、削除した部分を表 3-2 の斜体で示す。

表 3-2 今回の審議で特に検討した事項（斜体部）

No.	符号	危険源の種類	危険源の例	備考
11	M N O P Q	制御システムによる危険源	M. 機械の運動部又は機械に締め付けられたワークピースの落下又は排出 N. 可動部を止めることが出来ない O. 保護装置の抑制(無効化または故障)から生じる機械の動作 P. 制御されない運動(速度変化を含む) Q. 意図しない/予期しない起動 <i>R. 制御システムの故障または設計不良によるその他の危険事象</i>	ISO 12100:2010 附属書 B 表 B.4 より
12	R	ワークステーション及び作業工程設計による危険源	<i>一過度の努力</i> <i>一ヒューマンエラー/誤挙動(意図しない及び/又は設計によって故意に誘導された)</i> ・作業区域の直接視認性の喪失 <i>一苦痛を伴う疲れる姿勢(一高頻度での反復的取扱い)</i>	

4. 提案するリスクアセスメントシート

図 4-1 に現行のリスクアセスメントシートを示す。次に、図 4-2 に提案する新たなリスクアセスメントシートを示す。現行シートから提案シートへの変更点を以下に示す。

- (1) 「危険箇所/危険源」は項目を分けて、危険源に関しては、表 3-1 の危険源/危険事象リストおよび ISO 12100:2010 附属書 B の表 B.1 の危険源の例に準拠して、原因と結果を記載することとした。但し、ISO/TR 14121-2 を参照、試行し、「原因/結果」は同じ欄で表現できると判断した。
- (2) 「危険事象/災害想定」の項目は、「災害想定」を単独で記載することとした。
- (3) 「危険事象/災害想定」の項目は、「危険事象」に関して、ISO 12100:2010 附属書 B の表 B.3 の「危険状態」と表 B.4 の「危険事象」に分けて記載することとした。現行シートでは、「危険状態」は作業名で分かるという理由で省かれていたが、ISO 12100:2010 及び ISO/TR 14121-2 に従い、それぞれ記入することとした。

安全技術応用研究会



リスクアセスメントシート

グループ名

事業所名

事業名

対象工程(設備)名

対象範囲(作業)

作業標準(学識)

RA実施日

RA実施者

NO	装置名	危険箇所/危険源	作業名	リスクの相違			現在の対策状況	現状の 突発性 評価	追加の保護対策	突発性確認の掲載	残存リスクに対する処置
				大 A	中 B	小 C					

図 4-1 安全技術応用研究会の現行のリスクアセスメントシート

グループ名

安全技術応用研究会

SS-TAP

事業所名		現場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業記録(手順)		RA実施日		リーダー:		RA実施者	
								有・無		年 月 日(曜日)				メンバー:	
NO	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源NO.符号)	危険状態	危険事象	災害想定	ケガの リスク A	火災の リスク B	爆発の リスク C	現在の対策状況	現在の 安全性 評価	追加の 保護対策	妥当性 確認の 結果	残留リスクに 対する 対策

図 4-2 提案するリスクアセスメントシート

5. 記入例

今回提案するリスクアセスメントシートを用いて試行した 2 つの事例を示す。

(1) 記入事例-1: 伸張試験機

安全技術応用研究会での講習会教材(リスクアセスメント実践技術(Ⅰ)及び同(Ⅱ))であるリスクアセスメントシート(図 5-1)について、今回の提案したリスクアセスメントシートで記載したものを図 5-2 に示す。図 5-1 事例-1-1(テキスト教材現行シート)及び図 5-2 事例-1-2(提案シート)を参照のこと。

(2) 記入事例-2: 塗装ロボット

塗装ロボットについて、今回提案したリスクアセスメントシートで記載した例の一部を図 5-3 に示す。

安全技術応用研究会

事例 1-1-1: 伸張試験機 テキスト教材現行 **リスクアセスメントシート**

事業所名		職場名		対象工程(設備)名		対象期間(作業)		作業経路(手順)		RA実施者	
		材料試験所		小型伸張疲労試験機 NO.1号機		全作業		(有)・無		リーダー: メンバー:	
NO	装置名	危険箇所/危険源	作業名	テグのラベル ひどさ A	リスクの 程度 A+B 大	現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護対策	追加性確認の根拠	残留リスクに対する処置	
1	駆動伝達機構	モーターとベベル (1-C/引込みの危険源)	・主作業(試験) ・ベベルの点検、 調整、交換作業	7	4 11 重大	モーターとベベルの外側カバーがあるの みで内側が開放状態	△	駆動伝達部を固定式の囲いガードで覆う	ISO14120で示す要求事項を満たし、 ISO13857で規定する安全距離を満たす 作業経路に記述する	「ガード取り外し時は電源遮断」 所の警告表示をする 一作業経路に記述する	
2	駆動伝達機構	伸張調整機構とクラン クシャフト間 (1-C/せん断危険源)	・主作業(試験) ・伸張調整機構 ・クランク調整	7	4 11 重大	伸張調整機構とクラングシャフト 間の部分は開放状態	×	テストサンプル交換のたび(1日1回以上)調 整する必要があるため、固定式ガードと可 動式ガードを組み合わせた両方ガードを設 置する(詳細は別紙に記述)	1に同じ および、ISO14119 ガードと可 動式、ISO13849 制御システムの安全 関連部	可動ガード部に注意表示をす る	
3	駆動伝達機構	伸張調整機構と左右 ガイド間 (1-C/引込み危険源)	・主作業(試験) ・ガイドロッド部への 注油	7	4 11 重大	伸張調整機構と左右ガイド間の 部分は開放状態	×	この部分も場所がガード設置が困難な ため、同上	同上	同上	
4	駆動伝達機構	伸張調整機構とマシン 取り付け部間 (1-C/引込み危険源)	・主作業(試験) ・伸張調整機構 ・伸張調整機構とマシン 取り付け部間の調整	4	4 8 大	伸張調整機構とマシン取り付け 部間の部分は開放状態	×	同上	同上	同上	
5	試験材料固定部	固定フレームと可動 フレーム間 (1-C/押流し危険源)	・主作業(試験)	4	4 8 大	固定フレームと可動フレーム 間の部分は開放状態	×	同上	同上	同上	
6	試験材料固定部	可動フレームと伸縮 スライダ用近接スイ ッチ間 (1-C/引込み危険源)	・主作業(試験) ・近接スイッチの確認 ・近接スイッチの交換 調整	7	4 11 重大	可動フレームと伸縮スライダ間の部分 は開放状態	×	同上 さらに光センサーを使用し、取付け 位置を離せば危険源はなくなる	同上	同上	
7	試験材料固定部	可動フレームと近接 スライダ取付けフレーム 間 (1-C/引込み危険源)	・主作業(試験) ・近接スイッチの確認 ・近接スイッチ取付け 部の調整	7	4 11 重大	可動フレームと近接スライダ取付け フレーム間の部分は開放状態	×	同上 光センサーの取付けフレームも可動 フレームから離れた位置に設置す れば引き込みの危険源はなくなる	同上	同上	
8	計測機構	減速器出力軸とベベル ギヤ間 (1-C/引込み危険源)	・主作業(試験) ・ベベルギヤへの 注油	4	4 8 大	減速器出力軸とベベルギヤ間の 部分は開放状態	×	駆動伝達部を固定式の囲いガードで 覆う	ISO14120で示す要求事項を満たし、 ISO13857で規定する安全距離を満たす 作業経路に記述する	「ガード取り外し時は電源遮断」 所の警告表示をする 一作業経路に記述する	
9	制御盤	制御盤内の露出端子 (2)充電部の感電 危険源)	・主作業(試験) ・過負荷保護電線の リセット作業	4	4 8 大	端子カバーなし	×	充電端子部を絶縁物で覆う(フイン ガープロテクタ)または囲う(オプスタッ クル)	IEC 60204-1 機械の電気装置一 般安全事項による	充電マークによる警告	

図 5-1 記入事例-1-1:テキスト教材現行シート(伸張試験機)(次頁に続く)

リスクアセスメントシート

事例 1-1-1: 伸張試験機 テキスト教材現行

グループ名

作業箇所	装置名	危険箇所/危険源	作業名	対象工程(設備)名	対象範囲(作業)			作業標準(手順)	RA実施日		リーダー:	メンバー:	実施性確認の根拠	残存リスクに対する処置
					全作業				年	月				
NO	装置名	危険箇所/危険源	作業名	危険事象/災害想定	リスクの程度			現状の安全評価	追加の保護対策	追加の保護対策	追加の保護対策	追加の保護対策	追加の保護対策	追加の保護対策
					A	B	A+B							
10	制御盤	制御盤内の露出端子 (2/充電部の感電危険源)	主作業(試験) ・漏電遮断機の リセット作業	機器のリセット中に露出した端子部に接触、感電する	4	4	大	×	端子カバーなし	充電端子部を絶縁物で覆う(フタ/カバー/プロテクタ)または両方(オプスタックル)	IEC 60004-1 機械の電気装置一般規定事項による	充電マークによる警告を する	残存リスクに対する処置	
11	汎用PLC	駆動部の不意の起動 試験機の可動部 (9/電線経路の危険源)	試験片の取付け、 取外し作業	試験片の取付け/取外し中に不意の起動で、手を可動部で押しつぶされ骨折する	4	4	大	×	再始動防止機能が保証されていない	不意な起動/再始動の防止制御は設計上で構築する(セーフティはセーフティ/PLCを60947/電機三原則設置、IEC 61000電磁両立性用する)	ISO 12100, ISO 13849-1, IEC 60204-1による再始動防止(試験と停止), IEC 60947/電機三原則設置、IEC 61000電磁両立性			
12	過負荷保護器	駆動部の不意の起動 試験機の可動部 (1-C/引込込み危険源)	過負荷保護器の リセット作業	過負荷保護器のリセット時、不意の起動で、手を可動部に引き込まれ接触する	7	1	大	×	再始動防止機能が保証されていない (制御システムの設計不足)	同上 ISO12100 再始動防止(試験と停止)を構築する(セーフティを60947/電機三原則設置、IEC 61000電磁両立性用する)	同上 ISO12100 再始動防止(試験と停止)を構築する(セーフティを60947/電機三原則設置、IEC 61000電磁両立性用する)			
13	試験機本体	試験機本体の落下 (10-Aと9/組合せの危険源)	試験作業	地震や試験機の振動で移動し試験機本体が台上から落下して身体が下敷きになる	10	4	重大	×	試験機が台上に固定されていない (床への固定)	試験機のベースプレートを専用床台に固定する 地震対策として機械の安定性を確保する	ISO 12100の要求事項(安定性に関する規定)に基づき機械の安定性安全設計をする	地震対策も含め、専用床台も床へ固定する		
14	操作パネル	制御盤内の回路短絡 (2/充電部の感電危険源)	・操作盤の入力、 ボタンの操作 ・電線の投入、遮断 の作業	制御盤内の回路が短絡して漏電し、操作時に感電する	4	4	大	△	漏電遮断機あり	制御盤の接地(水及び塵埃)、および漏電を感知すると一時制電圧が遮断される機能を付ける	ISO 12100, IEC 60204-11による電源の遮断(エンクロージャによる保護)	アース線の実装 エンクロージャの扉に警告表示(漏電の危険源)をする		

図 5-1 記入事例-1-1:テキスト教材現行シート(伸張試験機)



リスクアセスメントシート

事例-1-1-2:伸張試験機 提案シート

グループ名

事業所名		現場名	材料試験係		対象工程(設備)名		全作業		対象範囲(作業)		作業担当者(手続)		RA実施日		リーダー	RA実施者
		材料試験係		小型伸張疲労試験機 NO.1号機		全作業		有・無		年 月 日(曜日)		メンバー				
NO	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険原因 (危険源NO.符号)	危険状態	危険事象	災害想定	リスクの 大きさ	現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護対策	妥当性検証の根拠	残留リスクに 対する措置			
1	駆動伝達機構	モーターブリーとベルト間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・ベルト張力の点検、調整、交換作業	モーターブリーとベルトの間に手が挟み込まれる	モーターブリーとベルトの間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	11	重大	モーターブリーとベルトの外側カバーがあるのみで内側が開放状態	△	「ガード取り外し時は電源遮断」の警告表示をする →作業標準書に記載する			
2	駆動伝達機構	伸張調整機構とクランクシャフト間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・伸張調整機構のクランクシャフトの調整	伸張調整機構とクランクシャフトの間に手が挟み込まれる	伸張調整機構とクランクシャフトの間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	11	重大	伸張調整機構とクランクシャフト間の間に手が入り込む危険源(1-C)を遮断する	×	「ガード取り外し時は電源遮断」の警告表示をする →作業標準書に記載する			
3	駆動伝達機構	伸張調整機構と左右ガイド間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・ガイド調整への注油	伸張調整機構と左右ガイド間の間に手が挟み込まれる	伸張調整機構と左右ガイド間の間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	11	重大	伸張調整機構と左右ガイド間の間に手が入り込む危険源(1-C)を遮断する	×	「ガード取り外し時は電源遮断」の警告表示をする →作業標準書に記載する			
4	駆動伝達機構	伸張調整機構とマシン取り付け架台間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・伸張調整機構のマシン取り付け架台の調整	伸張調整機構とマシン取り付け架台間の間に手が挟み込まれる	伸張調整機構とマシン取り付け架台間の間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	8	大	固定フレームと可動フレーム間の部分は開放状態	×	同上			
5	試験材料固定部	固定フレームと可動フレーム間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・試験材料の固定	固定フレームと可動フレーム間の間に手が挟み込まれる	固定フレームと可動フレーム間の間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	8	大	固定フレームと可動フレーム間の部分は開放状態	×	同上			
6	試験材料固定部	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・伸張調整機構の調整	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が挟み込まれる	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	11	重大	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が入り込む危険源(1-C)を遮断する	×	同上			
7	試験材料固定部	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・伸張調整機構の調整	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が挟み込まれる	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	11	重大	可動フレームと伸張調整機構間の間に手が入り込む危険源(1-C)を遮断する	×	同上			
8	計測機構	減速器出力軸とペダルギア間の間に手が入り込む危険源(1-C)	・主作業(試験) ・ペダルギアの注油作業	減速器出力軸とペダルギア間の間に手が挟み込まれる	減速器出力軸とペダルギア間の間に手が挟み込まれる	手の骨折又は捻挫	7	4	8	大	減速器出力軸とペダルギア間の間に手が入り込む危険源(1-C)を遮断する	×	「ガード取り外し時は電源遮断」の警告表示をする →作業標準書に記載する			
9	制御盤	制御盤内の端子	・主作業(試験) ・電気配線の確認	端子から電圧が漏れ出る	端子から電圧が漏れ出る	電気のショック及び火災	4	4	8	大	端子から電圧が漏れ出る	×	「ガード取り外し時は電源遮断」の警告表示をする →作業標準書に記載する			

図 5-2 記入事例-1-2:提案シート(伸張試験機) (次頁に続く)

グループ名

事例 1-1-2:伸張試験機 提案シート

リスクアセスメントシート

安全技術応用研究会

S&TAP

事業所名			機種名	対象工程(設備)名		作業標準(手順)		RA実施者		リーダー:		メンバー:			
			材料試験機	小型伸張疲労試験機 NO.1号機		全作業		有 ・ 無		年	月	日	曜日		
No	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源の符号)	危険状態	危険事象	災害想定	リスクの算出			現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護対策	妥当性確認の程度	残存リスクに 対する処置
					ケガの ひどさ A	リスクの 発生 頻度 B		リスクの 大きさ A+B							
10	制御盤	制御盤内の露出端子	・主作業(試験) ・測電遮断器のリセット作業	2.電気的危険源 充電部に感電危険源 (2-D)	充電部分に手を出す	露出した端子部に接触し、感電する	電気的ショック及びひびれ	4	4	8	端子カバーなし	×	充電端子部を絶縁物で覆う (フィンガープロテクタ) または はし翫う(オプスタックル)	IEC 60204-1 機械の電気装置 一般要求事項による	充電マークによる警告をする
11	汎用PLC	駆動部の不意の起動 試験機の可動部	・試験片の取付け取りし作業	9.機械の使用環境の危険源 電磁妨害での不意の起動による危険源(9-K)	試験機の可動部に手を出す	不意の起動で、手を可動部に接触し、押しつぶされる	手の骨折	4	4	8	再起動防止機能が保証されていない	×	不意な起動/再起動の防止 IEC 60204-1による再起動防止(起動と停止) (セーフティリール又はセーフティPLCを使用する) IEC 60947(低電圧開閉装置、 IEC 61000(電磁両立性	ISO 12100, ISO 13849-1, IEC 60204-11による再起動防止(起動と停止), IEC 60947(低電圧開閉装置、 IEC 61000(電磁両立性	
12	過負荷検出器	駆動部の不意の起動 試験機の可動部	・過負荷検出器のリセット作業	11. 制御システム不具合の危険源 11.1. 制御システム不具合の危険源(11-O)	過負荷検出器のリセット作業中に手を出す	不意の起動で、手が可動部に接触し、引き込まれる	手・指の怪滅	7	1	8	再起動防止機能が保証されていない (制御システムの設計不良)	×	同上 ISO12100 手動開閉に関する原則 O) IEC13850 による 非常停止ボタンの設置 テンを装置する	同上 ISO12100 手動開閉に関する原則 O) IEC13850 による 非常停止ボタンの設置 テンを装置する	地盤対策も含め、専用床台も床へ固定する(規定)に基づき試験機の本質的安全設計をする
13	試験機本体	試験機本体の落下	・主作業(試験)	10.組合わせの危険源 重力、不安定性による押し潰し危険源 10-L(1-Aと9-Kの組み合わせ)	試験中に機体に接近する	地震や試験機の移動で移動し、試験機本体が台より落下して身体が下敷きになる	死亡	10	4	14	試験機が台より固定されていない	×	試験機のベースフレームを 専用床台に固定する (安全性に関する規定) に基づき試験機の本質的安全設計をする	ISO 12100(基本事項 (安全性に関する規定) に基づき試験機の本質的安全設計をする	地盤対策も含め、専用床台も床へ固定する
14	操作パネル	操作パネル	・主作業	2.電気的危険源 障害により充電部となる部分での感電危険源 (2-D)	制御盤内の回路が短絡し操作パネルのスイッチ等が充電部となったこと 充電部となったこと	充電部となった充電部に接触し、感電する	電気的ショック及びひびれ	4	4	8	測電遮断器あり	△	制御盤の接地(本体及びケーブル) IEC 60204-1による接地の電圧 (エンクロージャによる保護)	ISO 12100, IEC 60204-11による電圧の遮断 (エンクロージャによる保護)	アース線の表示 エンクロージャの側に警告表示 (感電の危険源)をする

図 5-2 記入事例-1-2: 提案シート(伸張試験機)

グループ名

事例ー2:塗装ロボット 提案シート

リスクアセスメントシート

安全技術応用研究会

事業計画		職場名		対象工程(設備)名		対象範囲(作業)		作業標準(手順)		RA実施日		リーダー		RA実施者	
○○工場		△△課 × × 係		塗装ロボット		自動塗装から修正塗装まで		年 月 日 (曜日)		メンバー					
No	装置名	危険区域 (危険箇所)	作業名	危険源 原因/結果 (危険源/NO.着者)	危険状態	危険現象	災害想定	リスクの程度 A B C D E	現在の対策状況	現状の 安全性 評価	追加の保護対策	追加防護部の機能	残存リスクに 対する処置		
1	搬送コンベアワーク		・運送中の介入 (落下物を拾う)	ワークの転落は床面での 切傷に至る確率約10% 危険源(1-C)	・落下物を拾うため に手で触る	・落下したワーク の端部で手を 切傷する	・手の切傷	1 4 5 中	保護具使用などの表示なし	×			保護具の使用など 現場 表示と作業標準に 規定		
3	塗装ブース	ロボットの 可動部(アーム)	・運送中の介入 (落下物を拾う)	ロボットの可動部 (アーム)による 骨格の機械的な 危険源(1-C)	・落下物を拾う ためロボットに 接近する	・ロボットの マニピュレータに 身体を衝突される	・頭部又は胸部を 骨折する	10 4 14 重大	出入口開口部あり、進入可能	×	光カーテンの設置(ワークと 人との防護で区別する) 安全マットを入りに設置	ガードインテンディング装置 ISO 14119 (JIS B 9710) 制動システムの安全関連 部 ISO 13849 (JIS B 9705) 電気的接触保 護設備 IEC 61496 (JIS B 9704) 圧力検知式保護装置 IEC 13856			
9A	ロボット	ロボットの アームと柱 の間	・ディレーティング 作業	ロボットの可動部 (アーム) 電磁誘起による 不意の起動による 危険源(9-K)	・ロボットアーム と柱の間に人が 近づく	・電磁波ノイズ などにより 突然起動し、 ロボットと柱の 間で身体を 押しつぶされる	・肋骨を骨折 (死亡)	10 1 11 重大	電磁妨害への対応なし	×	不用意な起動/再起動の 防止制御を設計上で 構築する(モータリール 又はモータリールを使用 する)電磁両立性を 確認させる	ISO 12100 (JIS B 9700)、 ISO 13849-1 (JIS B 9705-1)、IEC 60204-1 (JIS B 9960-1)による再 起動防止(起動と停止)、低 電圧閉鎖面IEC 60947 (JIS C 8201)、 IEC 61000 (JIS C 61000) 電磁両立性			
9B	ロボットの 可動部 (アーム)		・運送中の介入 (落下物を拾う)	ロボットの可動部 (アーム) 制動システムの故障 により停止しない 危険源(11-N)	・ロボットアームが 運送速度で人に近 づく	・ロボットアーム が停止せず ロボットに 身体を衝突 される	・肋骨又は胸部を 骨折する	10 1 11 重大	安全関連部が独立していない 制動リレーが不足	×	不用意な起動/再起動の 防止制御を設計上で 構築する(モータリール 又はモータリールを使用 する)電磁両立性を 確認させる	ISO 12100 (JIS B 9700)、 ISO 13849-1 (JIS B 9705-1)、IEC 60204-1 (JIS B 9960-1)による再 起動防止(起動と停止)、低 電圧閉鎖面IEC 60947 (JIS C 8201)			
10	ロボット 操作盤		・運送中の介入 (ロボット付着の異 物除去)	ロボットの可動部間 操作盤からの 現場環境特性等 による危険源 (12-R)	・第3者が、集づく ず回遊させたロー ールに 手を入れる	・ローールが回転 し、ローール間 へ手を引き込 まれる	・手を複雑骨折 する	10 1 11 重大	操作盤よりローールの状態が 確認できない ローールに保護装置がない	×	・操作盤にモニター装置の 設置 ・ローール操作面がガードと インタロック付をスイッチ 設置	ISO 12100 (JIS B 9700)、 ISO 13849-1 (JIS B 9705-1)、IEC 60204-1 (JIS B 9960-1)による再 起動防止(起動と停止) ガードインテンディング装置 ISO 14119 (JIS B 9710)			

図 5-3 記入事例-2: 提案シート(塗装ロボット)

6. 今回の変更点のまとめ

2 章から 5 章に記載した事項を提案シートの項目に沿って、表 6-1 に示す。

表 6-1 今回の変更点一覧

No	項目	変更内容
1	装置名	・ 変更なし
2	危険区域(危険箇所)	・ 危険区域(危険箇所)と危険源は単独で記載
3	作業名	・ 変更なし
4	危険源 原因/結果 (危険源 No,符号)	・ 危険源/危険事象リストに、No.11,12 を追加 ・ 危険区域(危険箇所)と危険源は単独で記載 ・ 原因と結果を記載することとした
5	危険状態	・ 項目追加
6	危険事象	・ 危険事象と災害想定を単独で記載
7	災害想定	
8	リスクの程度	・ 変更なし
9	ケガのひどさ A	
10	アクセス頻度 B	
11	リスクの大きさ	
12	現在の対策状況	
13	現状の安全性評価	
14	追加の保護方策	
15	妥当性確認の根拠	
16	残留リスクに対する処置	

7. まとめ

今回の議論では、ISO 12100:2010 の危険源/危険事象リストを議論の基とし、危険源という用語の意味の確認から入った。危険源/危険事象リストは、リスクアセスメントに用いるものであるから、その実施に当たっての問題点を議論した。特に ISO 14121:1999 附属書 A には、「制御の不調」等に関して記述があったが、ISO 12100:2010 附属書 B の表 B.1 からはなくなった。これは、「制御の不調」は危険源ではなく危険状態・危険事象だからと理解できるが、リスクアセスメントで「制御の不調」を見落とすことは問題であるとの結論に至った。このような議論の結果を本報告書で示した。

本報告書の中身は、学術的な新知見があるわけではないが、機械安全の実現で大切なリスクアセスメント、とりわけ危険源同定が適切に行えるという実践的な視点で見直している。

ただし、今回の報告ですべてが解決した訳ではないと思っている。会員各位がリスクアセスメントを行う上で見いだした問題をぜひ TC5 にフィードバックしていただきたい。