

セーフティアセッサ(SA)資格試験 学科試験問題について

セーフティアセッサ資格試験における学科試験の出題範囲と問題の出題について説明します。受験時の参考にして下さい。なお、試験中は、配布される資料以外のテキストや参考資料および計算機は一切使用できません。

1. 出題範囲

セーフティアセッサ資格認証基準 NECA0901(2016)に示すセーフティアセッサに要求される知識要件が出題範囲となります。この知識要件を表1に示します。

表1: セーフティアセッサに要求される知識

No.	要求知識/規格	要求される知識
1	基本安全規格 ISO/IEC Guide51	ISO/IEC Guide51 を頂点とする機械安全規格の体系と概要
2	リスクアセスメント及びリスク低減 ISO12100	本質安全・隔離・停止の原則 ①リスクアセスメント手法②3ステップメソッド③保護方策などについての知識
3	ガードとインターロック・安全距離 ISO14119、14120、13854、13855、13857	①ガードおよびインターロックの設計②上肢・下肢の安全距離 ③人体部位の接近速度に基づく安全防護物の位置決めなどについての知識
4	機械の電気装置－第1部 IEC60204-1	①感電保護②保護ボンディング ③制御機能(ホールドツウラン, 両手操作, イネーブル) ④オペレータインタフェース(非常停止, 表示灯, 押しボタン) ⑤停止カテゴリ⑥警告表示 などについての知識
5	制御システムの安全関連部－第1部 ISO13849-1	①PL の定義②PL 計算に必要なファクタ(カテゴリ, MTTFd, DCavg, CCF)などについての知識
6	制御システムの安全関連部－第2部 ISO13849-2	①妥当性判断②基本安全原則と十分吟味された安全原則などについての知識
7	E/E/PES 制御システムの機能安全 IEC62061	①SIL の定義②SIL の計算に必要なファクタ(アーキテクチャ, ハードウェア故障耐性, PFHD, SFF, CCF, DC)などについての知識(SIL 計算そのものは対象外)
8	機械安全の安全原則 ISO12100、14118	①安全確認型システム②再起動防止制御③安全関連部と非安全関連部などについての知識
9	技術者倫理	①労働災害、機械による災害の現状と災害事例 ②技術者倫理、法令順守(コンプライアンス)などについての知識
10	各国法令(日本の場合下記) ・労働安全衛生法、労働安全衛生規則 特に、労働安全衛生法第二八条の二、労働安全衛生規則第二四条の十～十三、第一百一条～第一百十一条 ・危険性、有害性の調査及び必要な措置の実施 ・機械の包括安全指針 ・構造規格、規則(構造規格、規則の具体的な内容は含まないものとする) ・機械に関する危険性の通知 ・機械の安全基準(機械による危険の防止)	①法令の体系②主な国内法令の概要③主な国際法令 ④その他(OHSMS の概要) などについての知識。 ③④については、具体的な詳細な内容は含まない基本的な部分のみ
11	機械安全対策事例	規格に基づく実際の安全対策などについての知識
12	残留リスクの通知 安衛側第24条の13通知に関する指針	残留リスクマップ、残留リスク一覧の作成

2. 設問および出題パターン

セーフティアセッサの学科試験では、表 1 の要求される知識として規格や法令等(以下規格等)の主要な語句や数字は問いますが、計算問題【問 E】のような設問では、計算のための基準値等は資料として試験に添付されますので暗記の必要はありません。特にセーフティアセッサ試験では、規格等の要求事項を理解して、安全に関する知識や考え方を実践で生かせるかどうかを問います。ケーススタディ試験では、その総合力を問うこととなりますが、学科試験では、そのための背景となる知識と理解を中心に問います。従って、設問は、選択問題だけでなく、記述式の問題も含まれています。

主な出題パターンは以下の 5 通りですが、あくまでも代表的な出題パターンの説明ですので、これ以外の出題パターンもあり得ます。

1) 多肢選択問題

5 つの選択肢の中から 1 つの解答を選択する問題

【問 A】次の記述のうち、適切でないものを 1 つ番号で選びなさい。

厚生労働省:「機械の包括的な安全基準に関する指針」より

- ① 安全上重要な機構や制御システムにおける非対称故障モードの構成部品とは、複数の故障モードが存在する部品や回路において、特定の故障モードの発生する確率が他のものよりも極端に高くなるような特性を部品や回路に持たせて、安全側に(一般的には機械が停止する側に)故障する確率を高くした構成部品である。
- ② 安全上重要な機構や制御システムの故障の確率を低くするための冗長化は、複数の回路を並列的に構成することにより、一部に故障が生じても機能を維持する構造である。
- ③ 安全防護は、安全防護領域について、固定式ガード、インターロック付き可動式ガード等のガード又は光線式安全装置、両手操作制御装置等の保護装置を設けることにより行う。
- ④ 本質的安全設計方策には、安全防護、付加保護方策、使用上の情報の提供が含まれる。
- ⑤ 誤操作による危害を防止するため、操作装置等は、安全防護を行うべき領域内に設けることが必要な非常停止装置等のものを除き、当該領域の外に設ける。

2) 記述問題

設問に対して簡潔な文章で述べたり、説明したりする問題

【問 B】ISO12100:2010(JIS B 9700:2013)において、本質的安全設計方策は、最も重要なステップです。

機械の本質的安全設計は、様々な要因や側面を考慮してリスク低減目標を達成しなければなりません。幾何学的要因の考慮もその中の 1 つです。以下の問いに答えなさい。

- (1) 危険区域に人が誰もいないことをオペレータが主操作位置から確かめることが求められる場合、どのように設計するか例をあげて簡潔に説明しなさい。
- (2) 機械的コンポーネントの形状及び相対位置を考慮した設計について、押しつぶしの危険源の回避を考慮してどのように設計するのか例をあげて簡潔に説明しなさい。
- (3) 幾何学的要因として端部や角部の形状等があげられます。これらに対し、設計的にどのような考慮が必要か例をあげて簡潔に説明しなさい。

3) 語句選択問題

空欄に最も適する語句を語句群より選択する問題

【問 C】下表は、IEC60204-1:2005 (JIS B 9960-1:2008) で規定している押しボタンの色と意味を整理したものです。以下の問に答えなさい。

- (1) 下表の空欄 (ア)~(シ) に最も適当な語句を語句群より選択し、番号で答えなさい。
- (2) IEC60204-1 では、押しボタン類を識別するための補助手段を用いる場合、異なる機能に同じ色を用いてもよいとされています。用いてもよいとされる色の3色と補助手段の例を2つ語句群より選択し、番号で答えなさい。

色	意味	説明	適用例
(ア)	(イ)	危険状態または(イ)時に操作する	(ウ) (イ)機能の始動
(エ)	(オ)	(オ)発生時に操作する	(オ)状態を抑制するための介入 中断した自動サイクルを再始動するための介入
(カ)	正常	正常状態の始動のために操作する	—
青	(キ)	必須の行動を要する状態に対して操作する	(ク)機能
(ケ)	規定しない	(ウ)以外の機能の一般的開始操作	起動(ON) 停止(OFF) (コ)に用いることを優先
(サ)			起動(ON) 停止(OFF)
黒			起動(ON) 停止(OFF) (シ)に用いることを優先

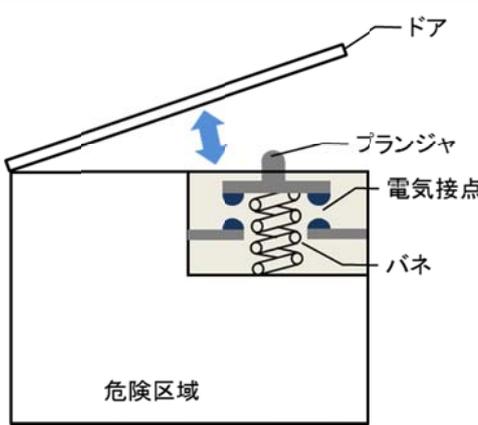
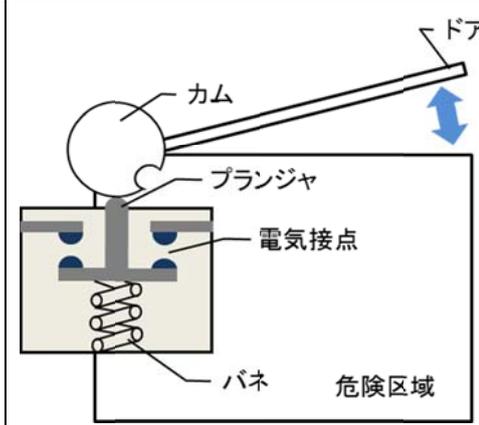
【本説明では語句群は省略しています】

4) 図解問題

設問の図に対して簡潔な文章で述べたり、説明したりする問題

【問 D】下図のような構造の2種類のドアスイッチ A と B があります。以下の問に答えなさい。

- (1) 下表の(ア)~(エ)の故障モードにおける不具合動作をそれぞれ記入しなさい。
- (2) ドア開のとき、ポジティブな機械的作用の原理を適用したドアスイッチは、A と B のどちらか答えなさい。
- (3) A をインターロックスイッチとして使用した場合のデメリットを簡潔に述べなさい。
- (4) B を防護ドアのインターロックスイッチとして採用する場合の要件を2つあげなさい。

		A	B
構造			
動作	ドア開	ドアを開くと電気接点がバネの力でOFFする	ドアを開くと、その力がカムを介してプランジャに伝達され、電気接点がOFFする
	ドア閉	ドアを閉めると、その力が直接プランジャに伝達され電気接点がONする	ドアを閉じるとバネの力で電気接点がONする
故障モード	バネ折損	(ア)	(イ)
	電気接点溶着	(ウ)	(エ)

5) 計算問題

設問で与えられた条件、数値、算出式等を用いて解を導き出す問題

【問 E】ある加工設備で非常停止回路を構築します。

使用する安全コンポーネントは、非常停止スイッチ×1 個、安全リレーモジュール×1 台と出力機器のコンタクタです。安全回路のシステム要件は、下表の通りです。PLr=d とした場合、以下の問に答えなさい。

- (1) PLr=d を考慮して構築する非常停止回路のブロックダイアグラムを作成しなさい。
- (2) システム要件の稼働条件等から、コンタクタの MTTFd を算出し、安全コンポーネントパラメータ表の MTTFd 値を求めなさい。また、DC 見積り表より DC を求め、その方策を番号で答えなさい。
- (3) システム要件から、非常停止スイッチの MTTFd を算出し、安全コンポーネントパラメータ表の MTTFd 値を求めなさい。
- (4) (1) で作成したこのシステムのブロックダイアグラムをもとに、CCF \geq 65 としてこのシステムの PL 値を求めなさい。
- (5) PLr=d に対してこのシステムが妥当か答えなさい。

①システム要件

非常停止	・非常停止スイッチが押されると、コンタクタをオフして加工設備の動力源を遮断する。
	・非常停止スイッチは、IEC に適合し、直接回路動作機能等を備える。
	・1 日に 1 回程度押すと想定する。
安全リレーモジュール	・非常停止スイッチがオフだと、コンタクタをオフして加工設備の動力源を遮断する。
	・システムの構成を 2 重化することで、2 重化不一致による故障診断を行う。
	・起動スイッチが溶着した場合、加工設備の再起動不可。
	・EDM 機能でコンタクタの溶着を監視する。
	・端子間短絡を常時監視しており、異常時にはコンタクタをオフする。

・稼働日数:220 日/年、稼働時間:8 時間/日、サイクルあたりの平均時間:3 分

②安全コンポーネントパラメータ

名称	条件	B10d	MTTFd(年)	DC _{avg} (%)
非常停止スイッチ	2NC 接点	1.00E+05	(3)	99
安全リレーモジュール	安全入力×2	—	100	99
コンタクタ	ミラーコンタクタ付	4.00E+05	(2)	(2)

$$MTTFd=B10d/(0.1 \times nop)$$

$$nop=(dop \times hop \times 3600s/h)/tcycle$$

hop: 平均運転時間(1 日当たりの時間数)

dop: 平均運転日数(1 年当たりの日数)

tcycle: コンポーネントの連続 2 サイクルでの開始と開始の間の平均時間(サイクル当たりの秒数)

$$1/MTTFd=1/MTTFd1+1/MTTFd2+1/MTTFd3+\dots+1/MTTFdi$$

$$DC_{avg}=(DC1/MTTFd1+DC2/MTTFd2+\dots+DCi/MTTFdi)/(1/MTTFd1+1/MTTFd2+\dots+1/MTTFdi)$$

③DC 見積もり表 (EO: 出力装置)

方策		DC
1	動的試験なしの単一チャンネルによる出力監視	適用ごとに、信号の切替頻度がどの程度頻繁に行われるかによって0%~99%に変動する。
2	動的試験なしの出力の相互監視	適用ごとに、信号の切替頻度がどの程度頻繁に行われるかによって0%~99%に変動する。
3	回路短絡検出なしの動的試験による出力の相互監視(マルチ I/O)	90%
4	出力信号及び論理(L)内の中間結果の相互監視, プログラムフローの一時的, かつ, 論理的ソフトウェアの監視, 並びに静的障害及び回路短絡の検出(マルチ I/O)。	99%
5	アクチュエータ監視なしの冗長化された遮断経路	0%
6	論理又は試験装置によるアクチュエータのうちの一つを監視する冗長化遮断経路	90%
7	論理及び試験装置によるアクチュエータを監視する冗長化遮断経路	99%
8	間接監視(例えば, 圧力スイッチによる監視, アクチュエータの電氣的位置監視)	適用によって, 90%~99%に変動する。
9	処理による障害検出	適用によって, 0%~99%に変動する。この方策だけでは, 要求パフォーマンスレベル“e”を満足するのに十分ではない。
10	直接監視(例えば, 制御バルブの電氣的位置監視, 機械的に結合した接点要素による電気機械装置の監視)	99%

④MTTFd

表示	範囲
low	3年 ≤ MTTFd < 10年
medium	10年 ≤ MTTFd < 30年
high	30年 ≤ MTTFd < 100年

⑤DC

表示	範囲
none	DC < 60%
low	60% ≤ DC < 90%
medium	90% ≤ DC < 99%
high	99% ≤ DC

⑥PL

カテゴリ	B	1	2	2	3	3	4	
DC avg	none	none	low	Medium	low	medium	high	
MTTFd	low	a	-	a	B	b	c	-
	medium	b	-	b	C	c	d	-
	high	-	c	c	D	d	d	e