

安全技術との出会い ・ 想い

2022年6月10日
村田機械株式会社
今枝幸博

略歴

- 1959年 愛知県にて誕生
- 1982年 自動車部品メーカーに入社
- 1990年 村田機械株式会社に入社
- 2010年 SEMI Technical Committee Award受賞
- 2016年 システム安全修士（専門職）長岡技術科学大学
- 2019年 研究開発本部配属、現在に至る
- 2021年 中央災害防止協会 緑十字章受賞

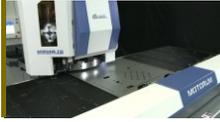
CONFIDENTIAL

muratec

会社名 **村田機械株式会社**
 代表取締役社長 **村田大介** 本社 **京都市伏見区** 資本金 **9億円**
 従業員数 **【連結】7,800名** **【単独】3,600名** ※2021年4月現在
 売上高 **【連結】2,567億円** **【単独】1,922億円** ※2021年3月期

企業理念 **私たちは、つねに新しい技術を創造し、お客さまに喜ばれる製品の提供を通じて、社員ひとりひとりの幸せと豊かな社会の実現をめざします。**

主な事業

繊維機械事業部 繊維機械 ・ポルテックス精紡機、自動ワインダー 	L&A事業部 自動倉庫 保管システム 搬送システム など 	クリーンFA事業部 半導体工場向け搬送保管システム など 
工作機械事業部 (旋盤) 平行2軸型CNC旋盤 など 	工作機械事業部 (シートメタル加工機) タレットCNCプレス ファイバーレーザ加工機 など 	情報機器事業部 デジタル複合機/フクシミリ UTM内蔵型ネットワークストレージ など 

Copyright(C) 2017 Murata Machinery Group. All Rights Reserved. 村田機械株式会社 3

社会人になった頃（1980年代）

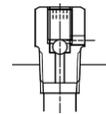
- 自動車部品メーカーの製品評価部門に配属
 エンジンの実機評価、試験機の改良・新規設計
 - ✓エンジンの内部に組み込まれるため、毎日全分解、再組立てをして台上試験を行った
 - ✓機械の設計・製図、設計知識の学習と共に、旋盤、フライス加工から溶接、制御盤の設計、製作まで
 - 商品企画および潤滑装置の開発
 - ✓工作機械用高速スピンドルの潤滑システム、およびその評価試験機の開発
 - 納期に迫られることなく課題や新技術に取り組めた
- 今思えば、よく怪我をせず技術・技能が習得できた

転機（1990年代）

- 1990年 村田機械株式会社に入社
✓L&A事業部にてスタッククレーン制御設計担当
- 1990年 油圧リフターエア抜き作業中死亡事故
- 1995年香港のエアカーゴターミナルの引き合いからコミッション、技術トレーニングまで担当
✓要求仕様に英国BSに従うとあり、規格の調査から始める
- 1995年11月8日 自らも装置の設計を担当していた自動倉庫設備で火災が発生し、死者3名（内1名は当社社員）
- 1998年以降、サービス支援で全国を行脚し、各社で**マル秘**の設備をじっくり眺める機会を得る

1.油圧リフターによる事故

- 長期出張から帰宅当日のお昼休み
- エア抜き作業中に虫ねじを落とした
- リフターが下降し胸部圧迫
- 休憩時間中の一人作業のため発見が遅れた



事故後動力機構を油圧から電動式に仕様変更
(本質的安全設計方策)

よく知っている人の死亡事故に衝撃をうける

2.エアカーゴターミナル



内部設備の一部 Box Storage System



The Bulk Cargo Distribution System

内部設備の一部 Container Storage System



Overhead bridges link

受注要求事項

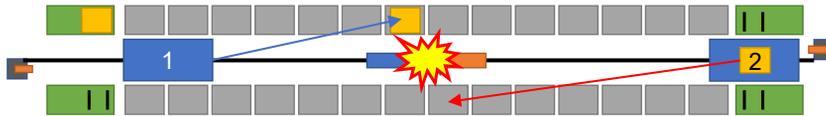
- British Standardの原則適用
 - ✓インテグレータ（コンサル企業）製品の使用
- 内製制御基板使用不可
 - ✓汎用コンポーネント(PLC)での高能力稼働
- 受注分担企業間での仕様整合を直接行う
- 分厚い英語の仕様書は存在したが、詳細仕様は受注に向けた打合せにより決定した
- 仕様が固まった後に安全方策の仕様打合せに移る

実施した安全方策の一例

- 機械のダウン対策を重視（荷物は遅延できない）
 - ✓冗長制御系構成
- 1レール2台走行仕様
 - ✓ダウン時のバックアップ機能

衝突防止インターロックで仕様に見合う製品が存在しない

- ✓独自のインターロック構成を構築した
(機能の実現が精一杯)



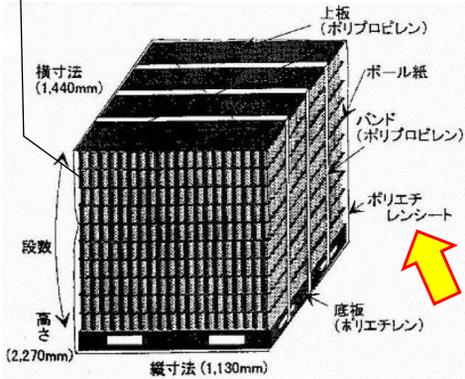
学び

- 設備の要求能力を満たす仕様の検討に必死だったが、その後に安全方策を要求された。
 - ローカルインターロックで能力ダウンはできず、実装の当てが無く窮地に追い込まれた
 - ✓何をどうすれば実現できるのか、情報を探り、知恵を絞った
- ⇒全体像を把握していないと落とし穴にハマる
- 機械安全技術は個人の経験則だと思っていたが、国際規格として存在していると知った

3.倉庫火災



スチール
缶



失敗学会HP：失敗知識データベースより

火災事故

- 入社年数の若い知人が亡くなった
- 消火活動に協力し、クレーン操作を担当し、火元近くまで上昇するも、消火できず逃げられなかった
- 操作は習熟していたものの、インターロック等で動けなくなるまで、とっさの判断ができなかった
- 最初の発見は、火災の火煙を検知したと思われる機体の異常発報後、現場確認で火災を知る
- 法規定を満たすスプリンクラーが設置してあったが、消火できなかった
- この事故をきっかけに消防法施行規則の改正に繋がったが、最近でも倉庫火災は発生している

消防法施行規則の改正（H10.7.24）



- 平成10年自治省令第31号
- 平成10年消防庁告示第5号
- 消防予第119号 ラック式倉庫の防火安全対策ガイドライン
 - ✓ラック式倉庫を4等級に分類
 - ✓有効散水半径が2.3mであって、ヘッ드의呼びが20に限る
 - ✓放水圧力が1kg/cm²以上で、かつ、放水量が114L/min以上
 - ✓ポンプの吐出量は、感度種別に応じた同時開放個数に、130L/minを乗じて得た量以上

学び

- 知らないことの恐ろしさを実感
 - ✓原理や原則を知っているか
- 火種を作らない、入れない
 - ✓本質的安全設計方策
- 限界を知る。ダメなら逃げる
 - ✓モノは作り直せるが命は一つ
 - 材料特性を知り、適切な安全係数を採用する
 - シャーピンのように弱いところを作って逃がす
 - 許容範囲内で最大能力を発揮する

機械安全知識への渴望

- 自分のよく知る人が業務で亡くなる
- 世の中には機械安全の規格がある
- CEマーキング取得の業務を行う
⇒ 知識欲に駆られる



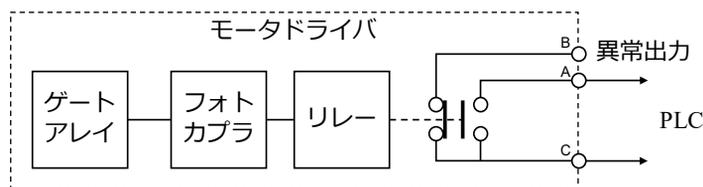
技術者コミュニティー（2000年代）

- 自らの興味に向くまま安全の技術を学び、議論ができる技術者コミュニティーを探る
- 機械安全を通じて多くの方と巡り合い、議論し教えを乞うことができた
- 現地でSATを担当するNBメンバーとの議論では、機械安全の体系をどう考えるのか、C規格の要求事項を守れないとき何ができるのかを実体験できた
- 規格開発のTFにも参画し、成立させる困難さ、投票メンバーの思惑や背景を知る
- そうこうする間にお声掛け頂き、講習講師を務めるようになる

内緒話

- サービスコールの救援で日本のみならず、世界も回ったが、
- ついでに視た各種の「**マル秘**」設備の知見は、今日のリスクアセスメントに大いに役に立っている
- 地域、人種、年代による考え方、文化の違いの片鱗に触れ、肌感覚で感じた
- 日本の常識は世界の非常識、世界の常識は日本の非常識

危険検出型への疑問と悩み



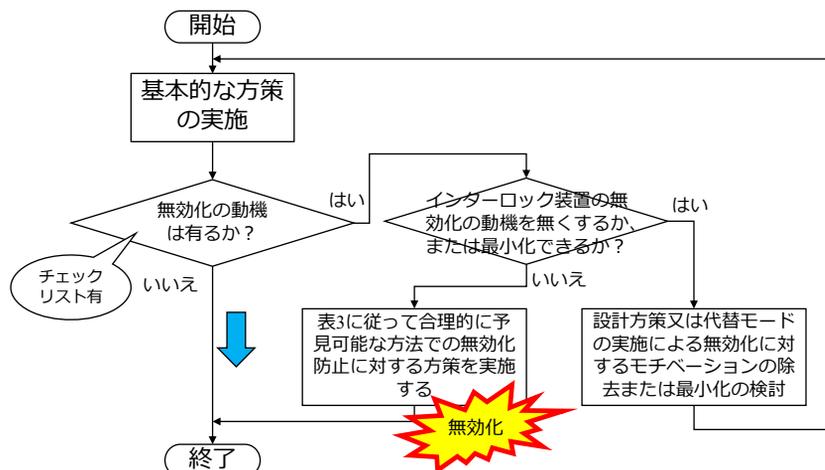
インターフェース部で、正常信号の正論理接続が望ましいのは知っていたが、どこまで論理を反転すべきか答えが出なかった（そもそも製品が存在しなかった）

- モータドライバの異常信号により、PLCからブレーキ作動指令を行う
- フォトカプラの故障により、ドライバ異常信号が発出されず、ブレーキを掛けられず、終端バッファに衝突する事象を実体験
- 幾世代か後、ゲートアレイ出力にて、**異常**と**→異常**の切替機能が追加された

続編 非常停止SWの生産中止

- とある企業の設計者との会話で「非常停止SWが生産中止で困っている」と言われる
- メーカーを超えて互換性のあるコンポーネントで疑問に思い、よくよく尋ねてみると・・・
- 機械の構造上、渡り配線経路が難しく、2a接点使用で複数個機械に接続していた
 - 直ちに仕様を変更するよう進言
- モニタ用の2a接点のみを持つ非常停止SWがかつて市販されていた？

ここが肝(核心)と感じた例 ISO 14119:2013 より



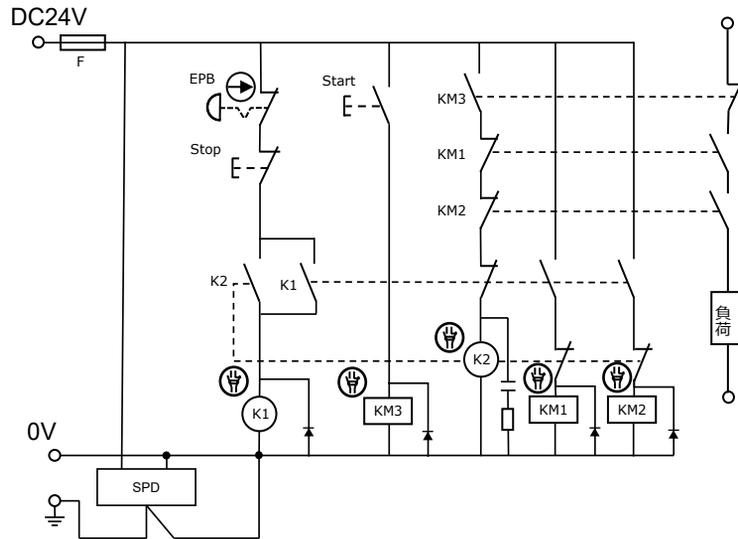
技術者の技量を問う

ISO 13849-1 附属書F (参考) CCFの見積もり

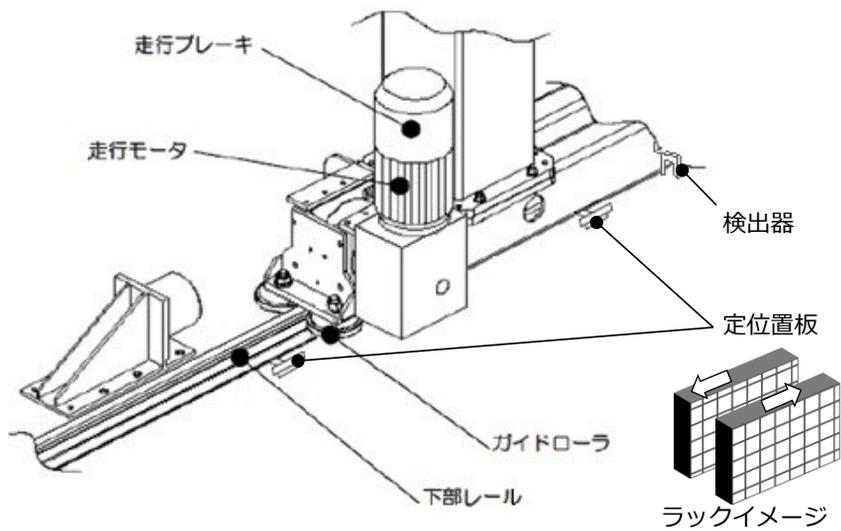
No.	CCFに対する方策	得点
1	分離または隔離	
	信号経路の物理的な分離、例えば、 <ul style="list-style-type: none"> 配線および配管での分離 動的試験によるケーブルの短絡および断線の検出 各チャネルの信号経路の個別シールド プリント基板上での回路間の十分なクリアランスおよび沿面距離 	15
2	多様性 (ダイバーシティ)	
	異なる技術方式、設計または物理的原理の使用、例えば、 <ul style="list-style-type: none"> 第1チャネルは電子またはプログラマブル電子方式で、第2チャネルは電気機械式のハードワイヤ方式 安全機能の各チャネルは異なる信号によって始動 (例えば、位置、圧力または温度) および/または、 デジタルおよびアナログによる測定 (例えば、距離、圧力または温度) および/または、 異なる製造業者によるコンポーネント	20
3	設計、適用または経験	
3.1	過電圧、過圧力、過電流、過熱などに対する保護	15
3.2	使用のコンポーネントは“十分吟味されている”	5

No.	CCFに対する方策	得点
4	査定・分析	
	制御システムの安全関連部の各部分に対して、FMEAが実装されており、その結果は、設計段階においてCCFを回避するために考慮されている。	5
5	適格性 (能力) ・訓練	
	CCFの原因および結果を理解できる様な設計者の訓練	5
6	環境面	
6.1	電気電子システムに対して、適切な規格 (例えばIEC 61326-3-1) に従ったCCFに対する汚染防止および電磁妨害の防止 (EMC)。 流体システム：圧力媒体の濾過。ほこりの侵入の防止。圧縮空気の水抜き、例えば、圧力媒体の純度に関してはコンポーネント製造業者の要求事項に従う。 注記 流体システムと電気システムとの組合せに対しては、これらの両面を考慮することが望ましい。	25
6.2	他の影響 温度、衝撃、振動、湿度のような全ての環境関連 (例えば、関連の規格で規定される) の影響に対して耐性の要求事項を考慮する。	10
	合計	100
	合計得点	CCFを回避するための方策 ^{注)}
	65以上	要求事項に適合 (カテゴリ2, 3, 4の場合)
	65未満	要求事項に不適合 ⇒ 追加方策の選択
	注 ¹⁾ 技術方式の方策が関連しない場合でも、この欄で算定された得点は、包括的な計算の時には考慮することができる。	

EN 954-1でのカテゴリ 2 の非常停止回路例



危険な作業は機械に任せる



Safety and beyond (2020～)

- 規格だけを読んでいても規格開発者の意図を汲みとれないことが多々ある。
- 規格開発者の立場にもなったこともあるが、参画メンバー個々の思惑もある。
- 規格に答えを求めても、欲しい答えがそのまま書いてあるわけではない。
- 「規格の行間を読め」とも聞かすが、そもそもの目的は何だったのか。
- **原理・原則を知ることが重要**

(機械の声を代弁すると)

- 人の心は読めない(それでも相互に意思疎通はしたい)。
- 機械は付度しない。
プログラムされた通り、指令の通りに動く。時には物理法則など万物の理論に基づいてその内在するエネルギーを開放する。
- 技術は常に進歩する(昔取った杵柄は朽ちる)。
- そもそもISO/IECは多国間自由貿易のルールである(WTO/TBT協定)。

「そんなはずはない！」 ← 現実に起きている。

そう思っているのはあなただけ

最後に

機械の安全化を行うための3原則

1. 人はミスをする
2. 機械は故障する
3. 絶対安全はない

これらを知ったうえで、安全な機械は
設計者の「**思いやり**」によって
できあがると考える。

ご清聴ありがとうございました

END