

2017年11月10日

『カラクリ』安全

“しくみ”を用いた安全確認型システム
第二回向殿安全賞功績賞

TI安全リスクアドバイザー
石原立憲

機械安全にかかわる最近の法規制

平成19年7月31日

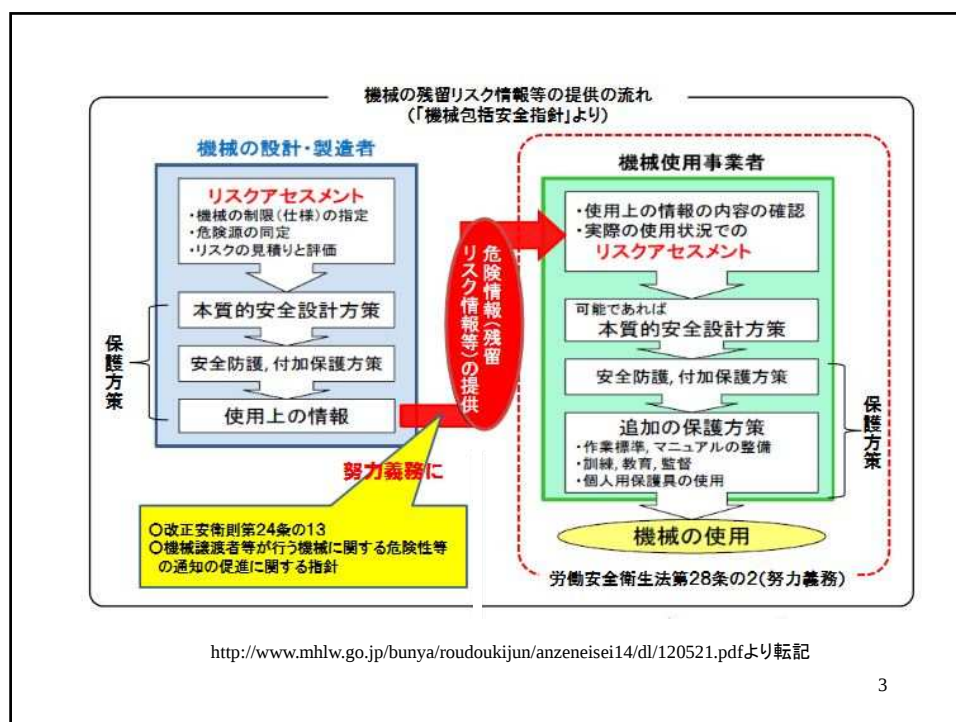
「機械の包括的な安全基準に関する指針」改正

平成13年6月にISO-DIS(Draft International Standard)12100を参考に厚生労働省で策定
⇒国際安全規格の制定に合わせた全面改正

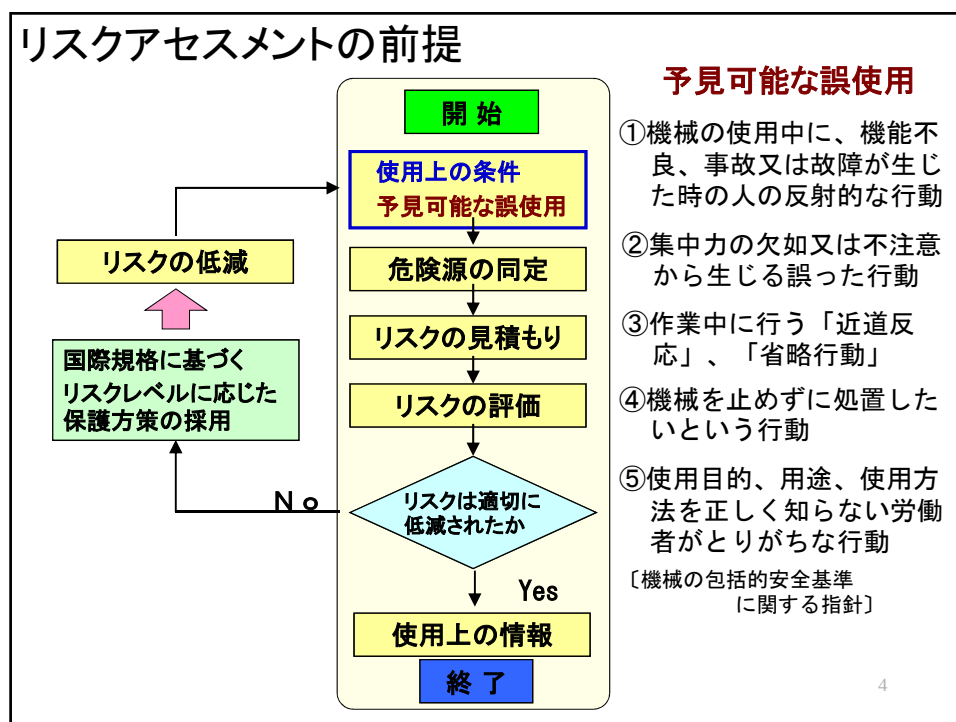
平成24年4月1日

「労働安全衛生規則第24条13」改正

機械を提供する側は指針に則り機械のリスクを
低減した後、残るリスクを情報として使用者側に
提供することが努力義務化された。

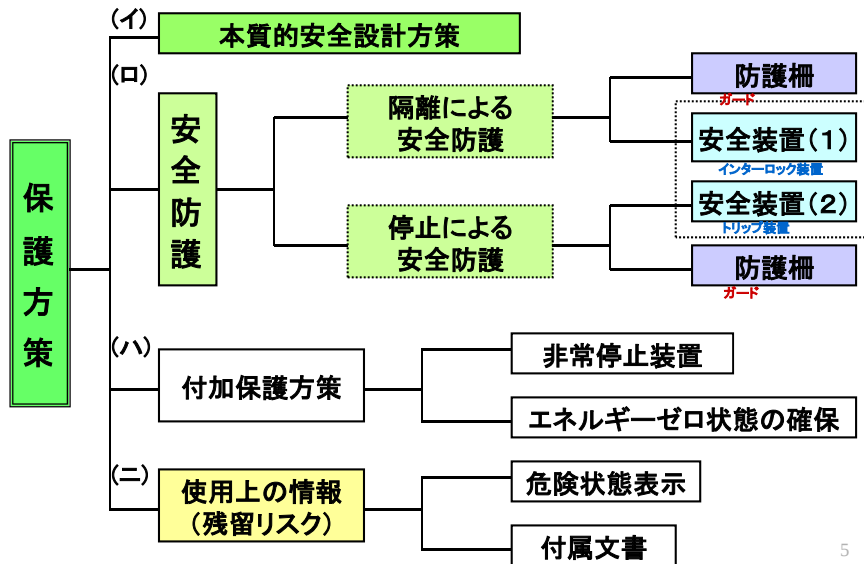


3



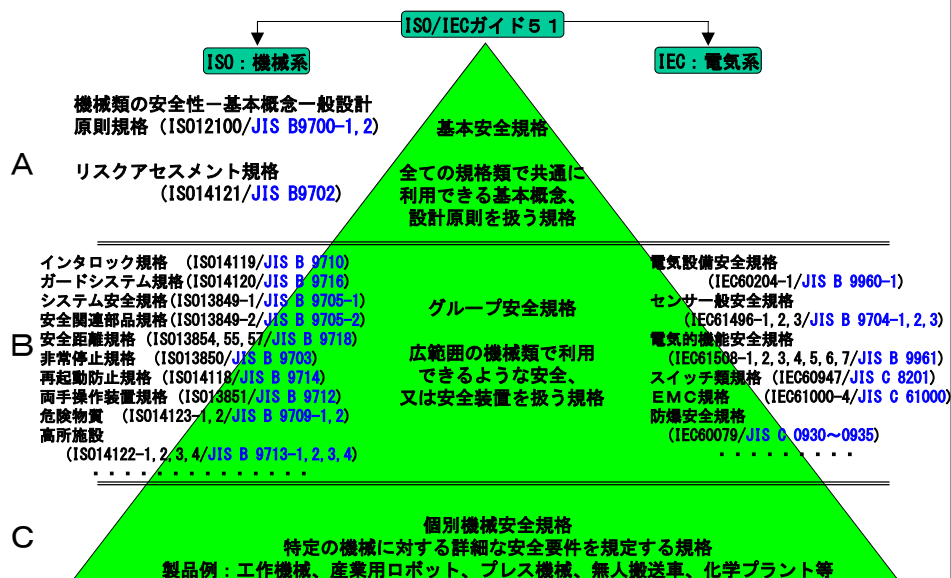
4

規格で示される主要な保護方策



機械安全の国際規格と国内規格（JIS）

産業機械から一般消費者の電化製品まですべてを規制

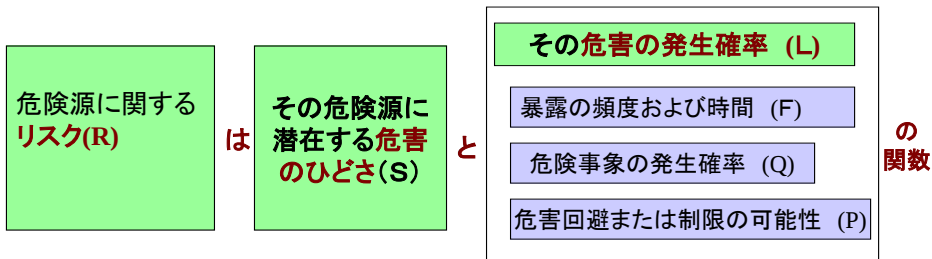


安全とは？

国際安全規格の定義

安全＝許容可能でないリスクがないこと

(freedom from risk which is not tolerable)



7

Copyright all Reserved 石原立憲

安全に関する国際規格を勉強しても
その言っている意味を理解するのは
なかなか大変

規格を鵜呑みで使用すると、進歩につ
ながらない。



安全確保の原理・原則を知ることが
規格を正しく理解した安全システムを
構築するために必要。

8

Copyright all Reserved 石原立憲

安全確保の原理

〔安全確保の前提〕

1. 人は間違いを犯す。 **予見可能な誤使用は生じるとして対策をとる**
2. 機械は故障する。

〔安全確保の原理〕

力（権威、エネルギー）を持つ方が
安全確保に全責任を持つ仕組み、
システムでなければならない。

9

Copyright all Reserved 石原立憲

○権威は力を持つ

経営者・管理者が人の安全確保に全責任を
持つシステムでなければならない。

- ① 安全確保に対するトップのコミットメントと
管理者の率先垂範
- ② 決めたこと（手順・ルール）を守らせる
マインドマネジメント

教育：ルール遵守の必要性を理解させるための
補助手段

訓練：安全な行動を行わせるための補助手段



教育、訓練、KYT、指差呼称で人のミスをゼロには
できない

Copyright all Reserved 石原立憲

○設備は力(エネルギー)を持つ
設備が人の安全確保に全責任を持つ
システムでなければならない。

◎安全確認型システム
故障≠事故⇒責任を持つ

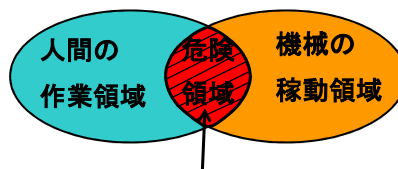
×危険検出型システム
故障≈事故⇒責任を持たない

11

Copyright all Reserved 石原立憲

危険源とは
危害を引き起こす潜在的根源

エネルギーを持って稼動して
いる機械＝危険源



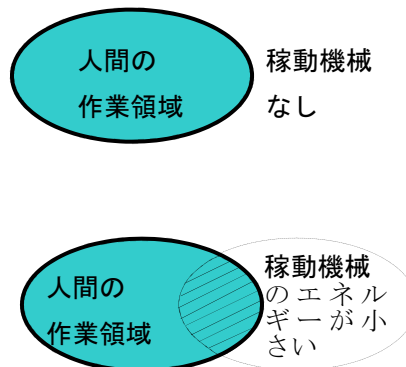
災害の発生する場所

12

Copyright all Reserved 石原立憲

確定的に安全が確保された状態 (確定的安全)とは？

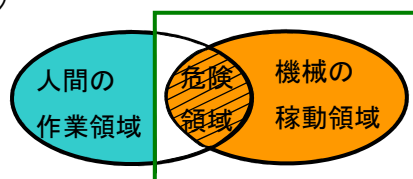
① 本質安全



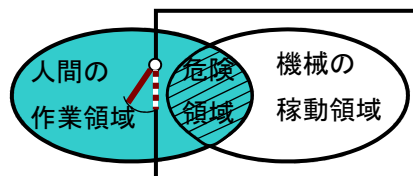
13

Copyright all Reserved 石原立憲

② 隔離安全 (稼働している機械が人から隔離された状態)



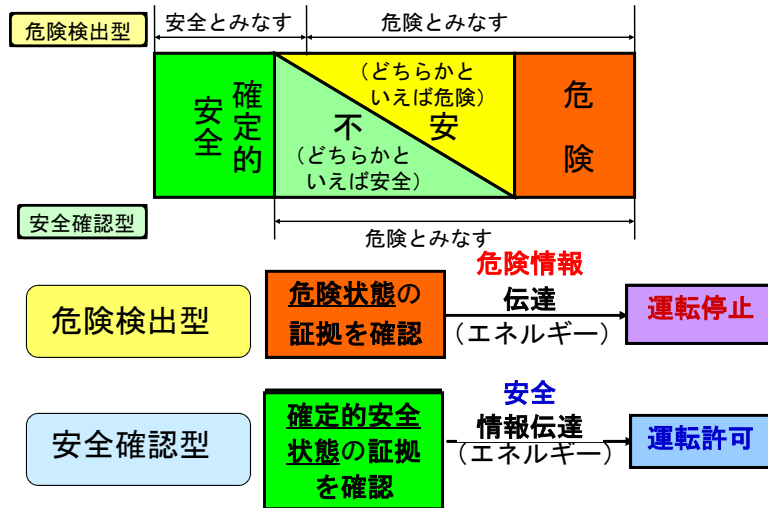
③ 停止安全 (機械へのエネルギー供給が遮断され、保有しているエネルギーがゼロになった状態)



14

Copyright all Reserved 石原立憲

責任を持つ安全システム (安全確認型と危険検出型の違い)



15

Copyright all Reserved 石原立憲

安全確認型システムの要件

安全確認型システムが成立するための3つの要件

要件1 確定的安全状態が存在する

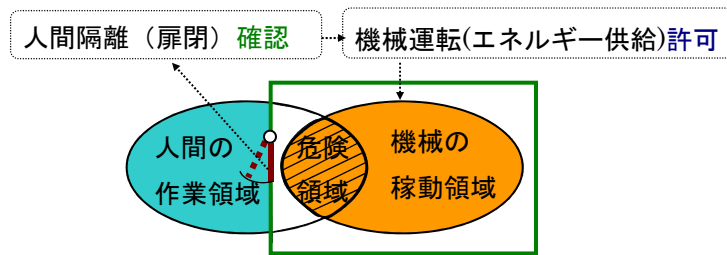
- ・ 隔離安全状態
- ・ 停止安全状態

(飛行機の場合は停止安全状態が存在しないので安全確認型システムは構築できない)

Copyright all Reserved 石原立憲

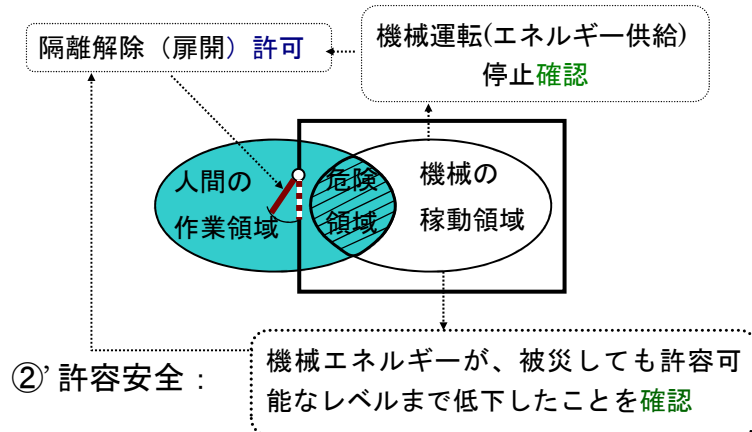
条件2 確定的安全状態が確認される時に機械の
運転を許可する

- ① 隔離安全状態を確認した情報（エネルギー）で
機械の運転を許可する



Copyright all Reserved 石原立憲

- ② 停止安全状態（機械の運転が停止した状態）を確認
した情報（エネルギー）で、機械稼動領域への人の
侵入を許可する。



18

Copyright all Reserved 石原立憲

要件 3 確定的安全状態が確認されない時には
機械の運転を許可しない（停止する）

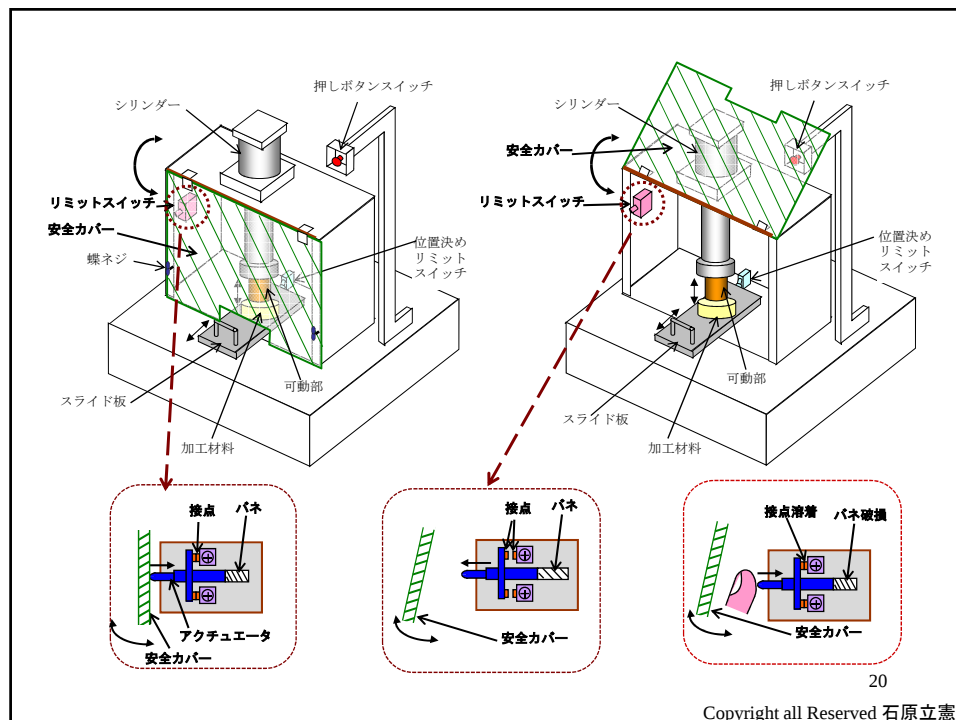
フェールセーフな機構にする。

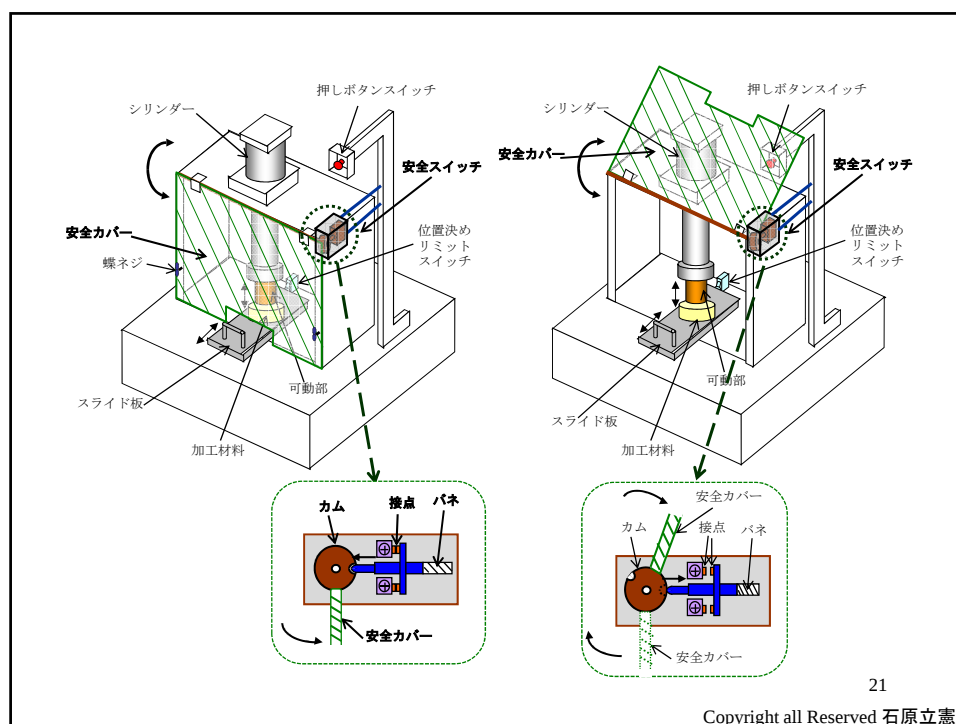
確認、許可の機能が故障

→直ちに停止安全へ移行

19

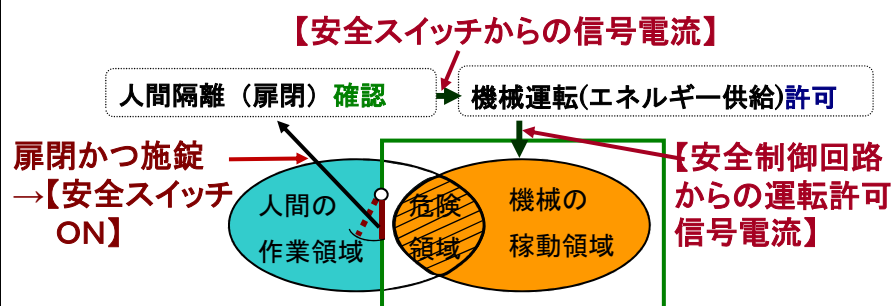
Copyright all Reserved 石原立憲



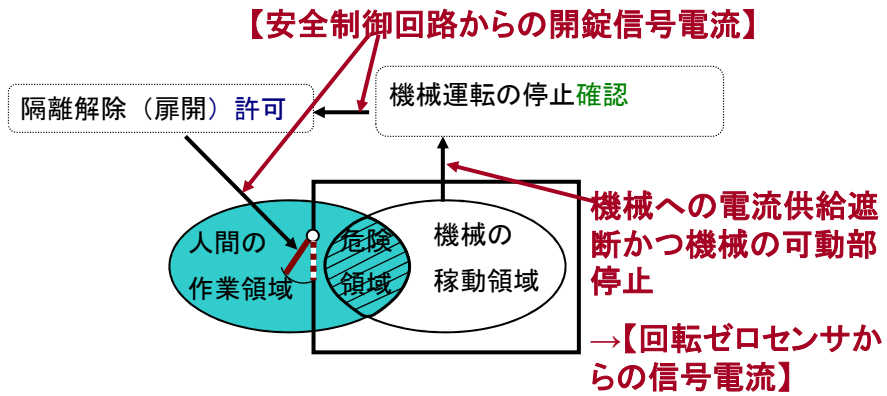


電氣的制御による安全確認型システム例

〔隔離安全〕

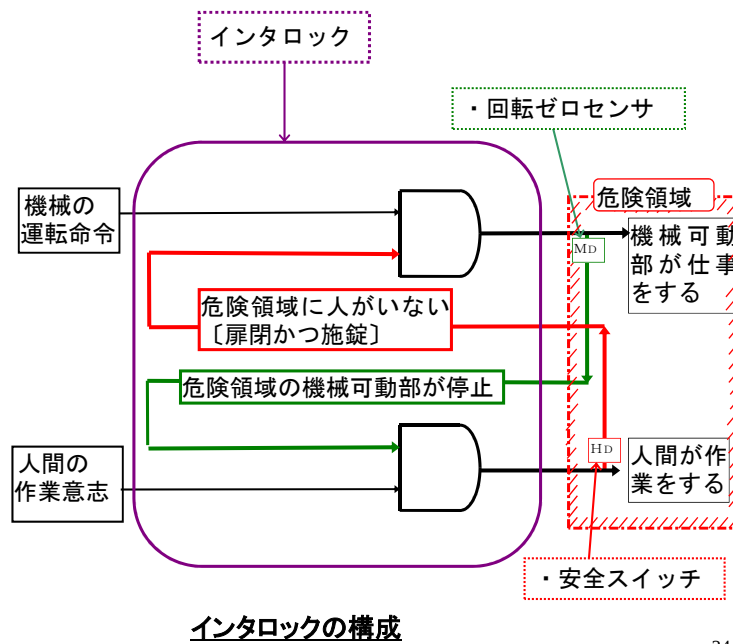


【停止安全】



23

Copyright all Reserved 石原立憲



24

Copyright all Reserved 石原立憲

電氣的安全回路の持つべき要件

- (1) 安全関連部と非安全関連部との分離
- (2) 安全情報は高エネルギー状態で伝える
故障時及び周囲に存在する電磁ノイズ等の外乱対策
- (3) ユネイトな情報伝達（否定回路を設けぬこと）
- (4) 非対称誤り特性
装置が故障(劣化)する時、安全側(機械が停止する側)に故障する
- (5) 無効化防止
- (6) クローズドタイプのブレーキ

etc.

詳細は国際安全規格(ISO12100)に規定

25

Copyright all Reserved 石原立憲

電氣的制御による安全確認型構築の問題点

- ①電氣の専門家でないと構築できない。
高度な知識が必要
⇒安全対策は電氣屋さん任せ。
- ②既存設備の改善は一般に難しい。
 - ②-1 電氣パネル内に改造に必要なスペースが確保できない場合がある。
 - ②-2 電氣パネルの増設は、コストの関係から採用が難しい場合がある。
 - ②-3 生産計画との関係で電氣パネルの改造・増設に必要な時間がとれない場合がある。

Copyright all Reserved 石原立憲

“しくみ”を用いた安全確認型システムの特徴

安全センサ、安全スイッチ、制御回路といった高度な電気的手段を用いずに、人の意識を介せず正しい行動を行わせる「フールプルーフなしくみ」を用いる。



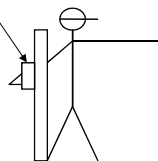
- 構造が簡単
電気や機械の専門家でなくても構築可能
- 機械的な構造が主
電気的手段に比べ、コストが安い。
既存設備の安全化に適用し易い。
- 化学プラントにも適用可
電気的手段の場合は防爆構造の安全スイッチ等がない。

Copyright all Reserved 石原立憲

“しくみ”を用いた安全確認型

1 危険源との安全距離を確保しないと運転できない“しくみ”

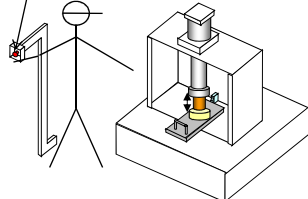
押している時しか起動できない
ボタン式スイッチ



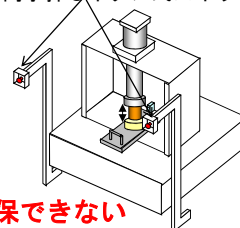
可動部

- ・可動部に手が届かない状態(隔離安全状態)でないと運転できない。
- ・可動部に近づこうとするとスイッチから手が離れるため、可動部が停止する(停止安全状態になる)。

押しボタン式スイッチ

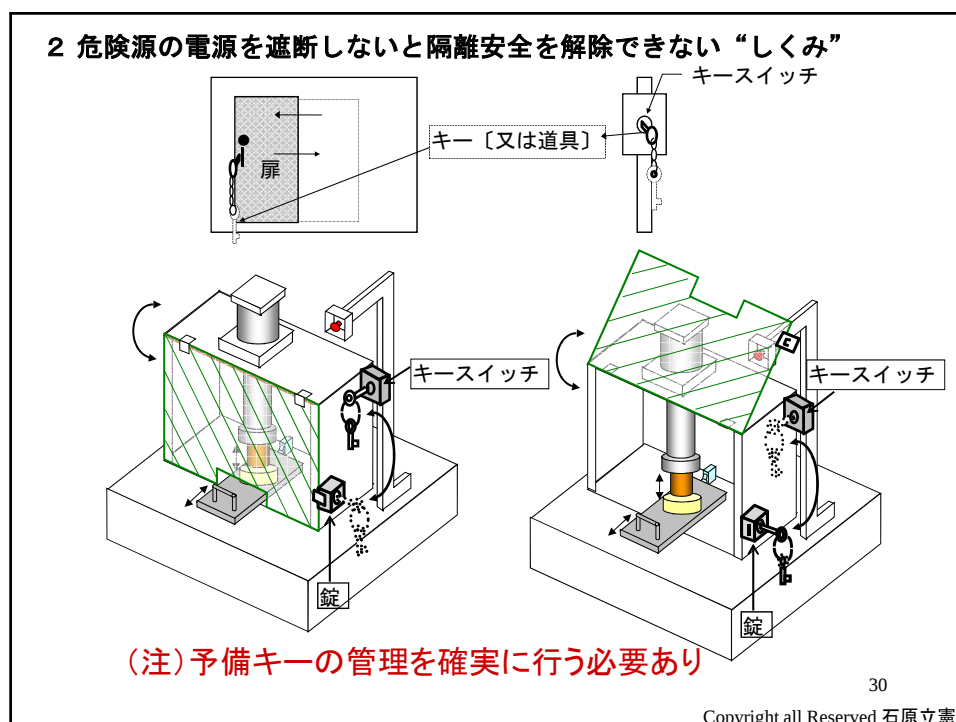
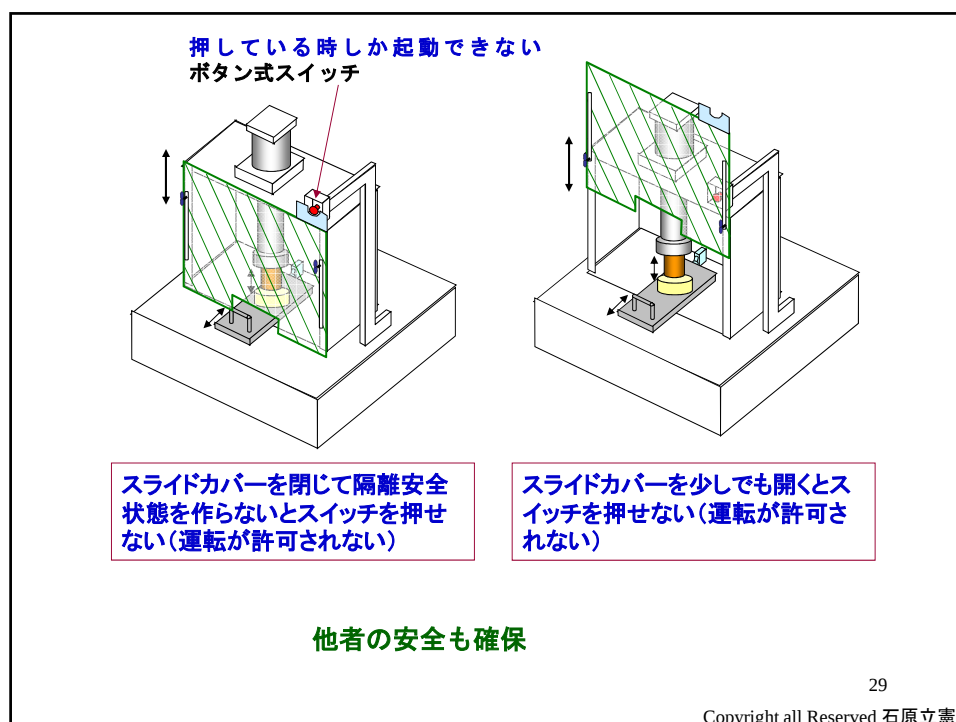


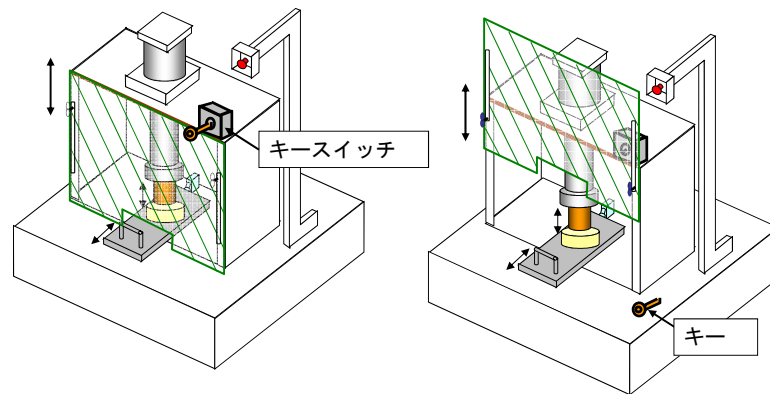
両手押しボタン式スイッチ



Copyright all Reserved 石原立憲 欠点：他者の安全は確保できない

28



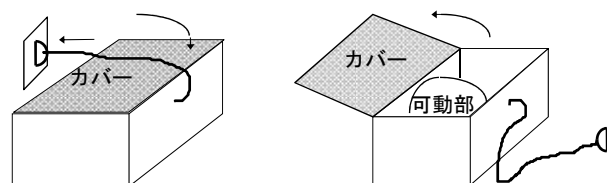


予備キーの管理不要

31

Copyright all Reserved 石原立憲

3 エネルギーの供給ラインで隔離安全用のカバーをロックする“しくみ”

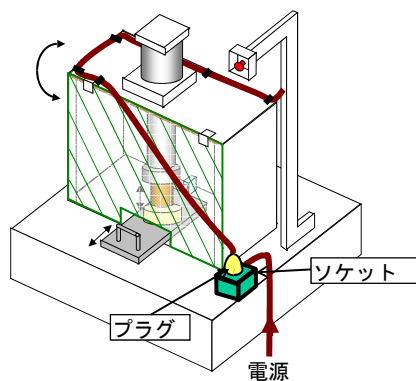


カバーを閉じて可動部に接触できない「隔離安全状態」を作らないとプラグをコンセントに差し込むことができない(運転が許可されない)。また、プラグをコンセントに差し込むと、電源コードでカバーがロックされる。

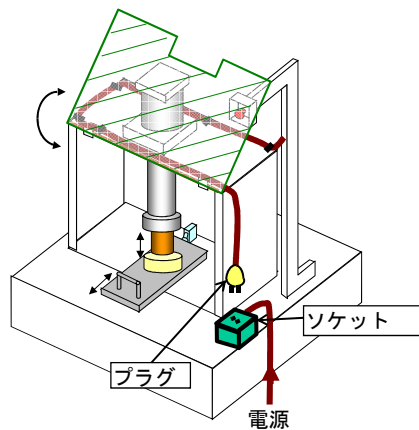
プラグをコンセントからはずして「停止安全状態」を作らないと、カバーを開いて可動部に接触することができない。また、カバーを開いている限りプラグをコンセントに差し込むことはできない。

32

Copyright all Reserved 石原立憲



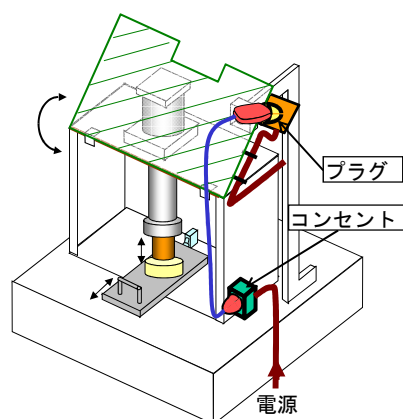
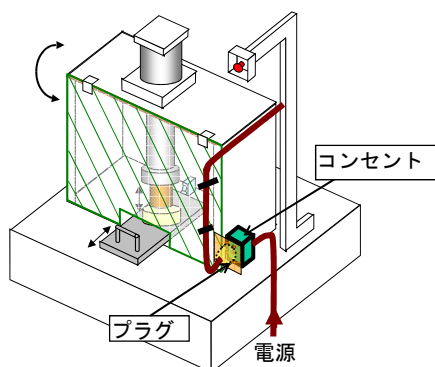
カバーを閉じて「隔離安全状態」を作らないとプラグをコンセントに差し込むことができない(運転が許可されない)。また、プラグをコンセントに差し込むと、電源コードでカバーがロックされる。



プラグをコンセントから外して「停止安全状態」を作らないと、カバーを開くことができない。また、カバーを開いている限りプラグをコンセントに差し込むことはできない。

33

Copyright all Reserved 石原立憲



(注) 延長コードによる無効化を防ぐため、コンセント、プラグは特殊形状のものを必要。

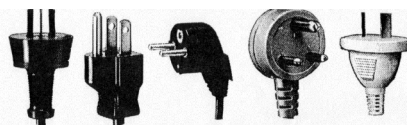


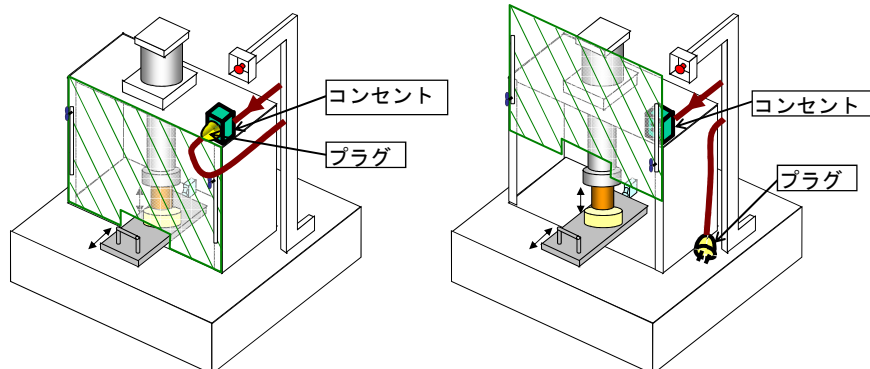
図 1 接続できないプラグ

34

(53)

安全 Vol.49, No.4, 1998

Copyright all Reserved 石原立憲

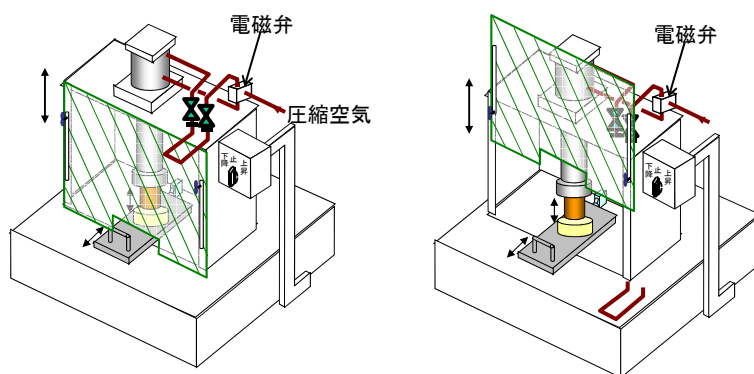


カバーを閉じて「隔離安全状態」を作らないと電源のプラグをコンセントに差し込むことができない(運転が許可されない)。また、プラグ取り付けると、このプラグでスライドカバーがロックされる。

プラグを外して「停止安全状態」を作らないと、カバーを開いて可動部に近づくことができない。また、スライドカバーを開いている限りプラグを取り付けることはできない。

延長コードによる無効化は不可能

Copyright all Reserved 石原立憲

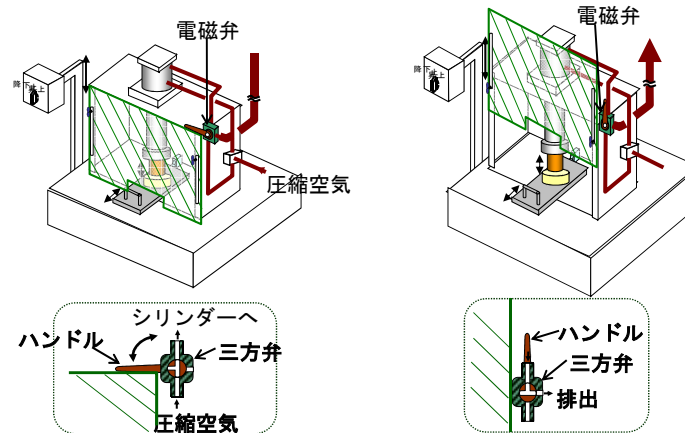


カバーを閉じて「隔離安全状態」を作らないと駆動用圧縮空気の配管(短管)を取り付けることができない(運転が許可されない)。また、圧縮空気の短管を取り付けると、この短管でスライドカバーがロックされる。

圧縮空気の短管を外して「停止安全状態」を作らないと、カバーを開いて可動部に近づくことができない。また、スライドカバーを開いている限り短管を取り付けることはできない。

36

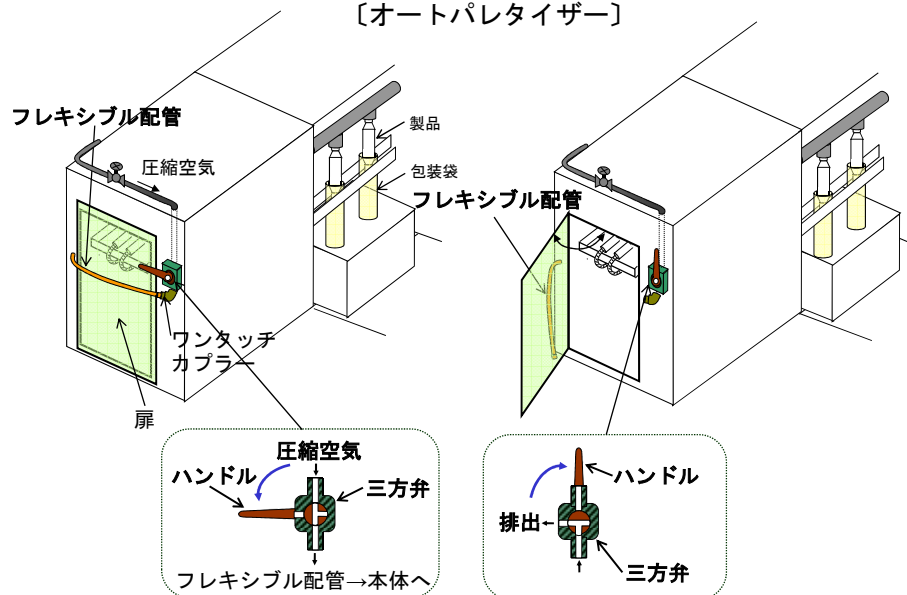
Copyright all Reserved 石原立憲

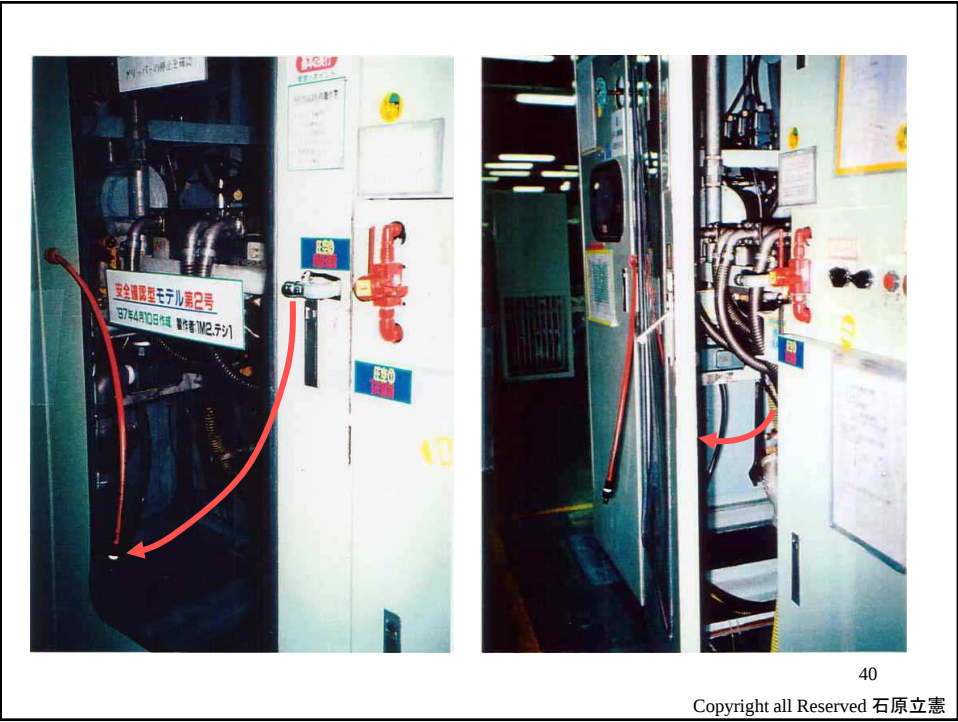
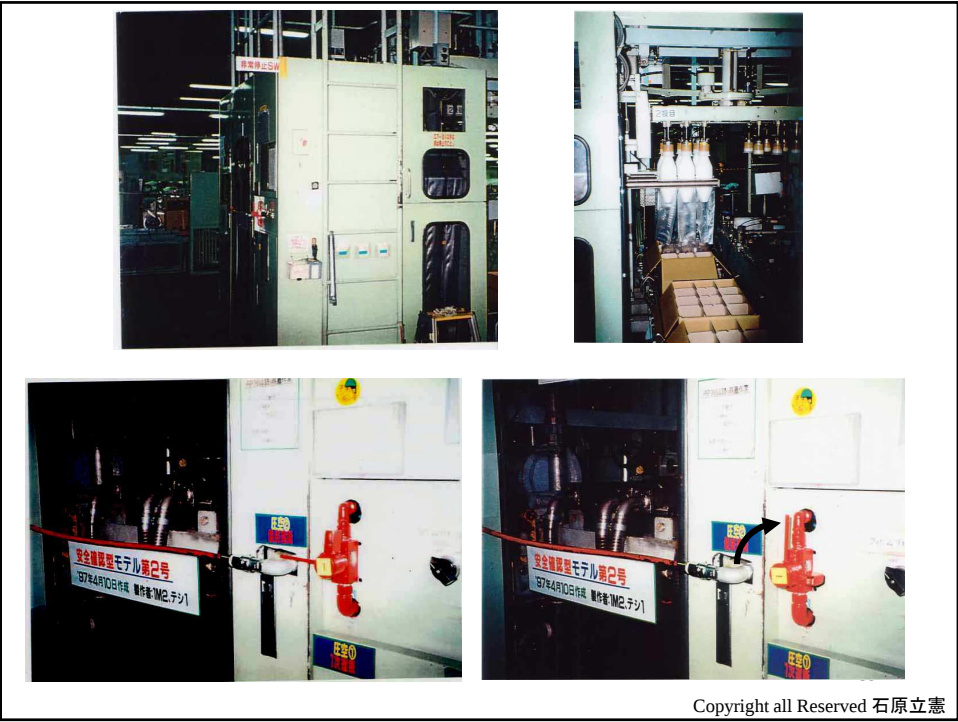


カバーを閉じて「隔離安全状態」を作らないと駆動用圧縮空気の三方弁を運転側(シリンダーに空気を送る側)にすることができない(運転が許可されない)。また、この状態だと、三方弁のハンドルでスライドカバーがロックされる。

三方弁を停止側(シリンダーへの圧縮空気送気を停止してシリンダー内圧を排出する側)に動かすことで「停止安全状態」を作らないと、スライドカバーを開いて可動部に近づくことができない。また、スライドカバーを開いている限り三方弁のハンドルを運転側にすることはできない。

駆動用圧縮空気配管と三方弁を用いた“しくみ”の例 〔オートパレタイザー〕





電気的手段を用いた安全確認型と“しくみ”を用いた安全確認型システム

	安全状態の確認		運転の開始・継続	特 徴
	人と危険源との隔離	危険源の停止 (エネルギー遮断)		
電気的手段	・マットセンサ ・光センサ ・安全スイッチ	・電流ゼロセンサ ・回転ゼロセンサ ・圧力ゼロセンサ	・安全リレー等を用いた相互インタロックを介して、安全な時だけ出力をだす	・センサで直接検知する ・検知した安全情報のエネルギー(電流、圧力など)で運転を開始／継続させる (フェールセーフな手段)
しくみ	①危険源から人が離れないとスイッチ操作ができない仕組み ②危険源を安全カバーなどで覆わないと電源を投入できない仕組み	③危険源に人が近づこうとすると電源が切れる仕組み ④危険源の電源を切らないと安全カバーなどを開くことができない仕組み	・同左の組み合わせ(仕組みを通して人が直接電源を切り切りする)	・運転や作業の開始あるいは危険源への接近に必要な動作、操作で安全状態を作り出す ・使用する道具(タブレット等で安全情報を伝える) (フールプルーフな手段)

確認のためのセンサや制御回路は不要

41

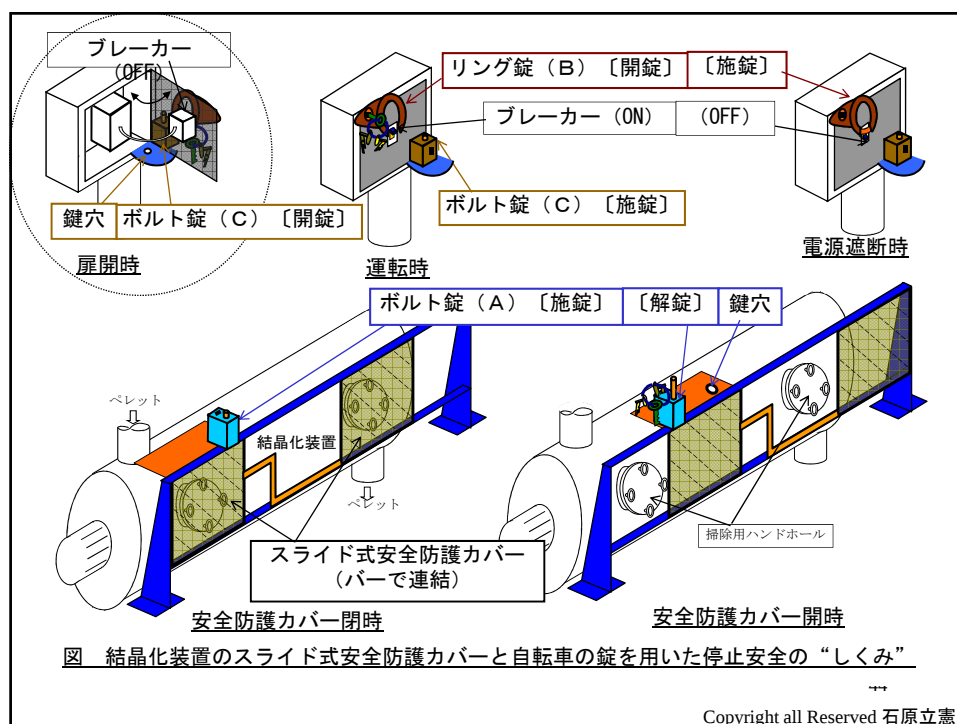
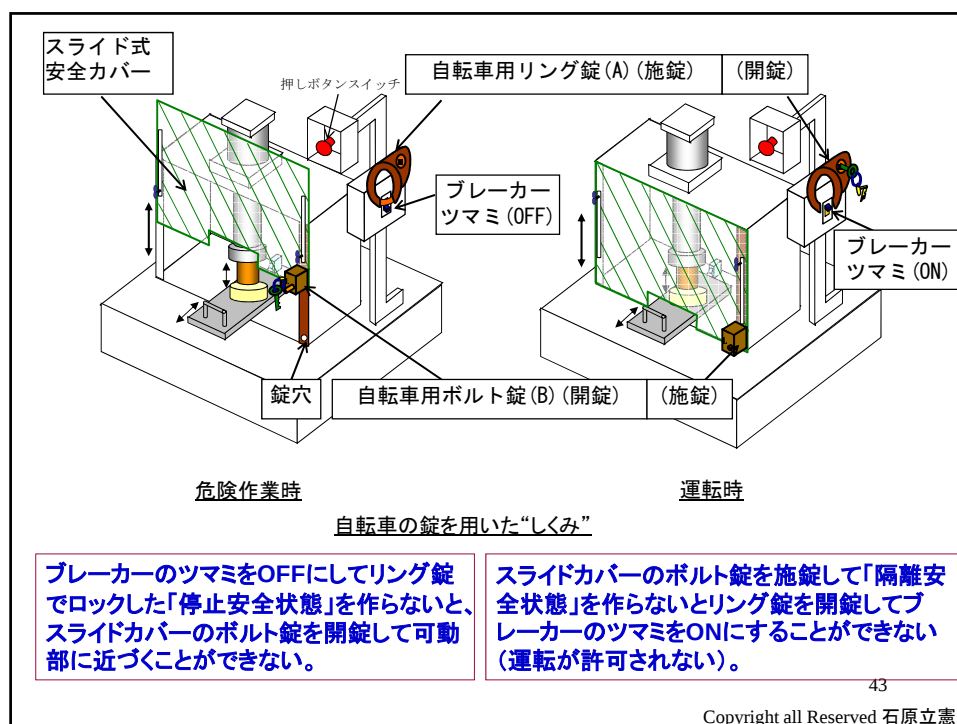
Copyright all Reserved 石原立憲

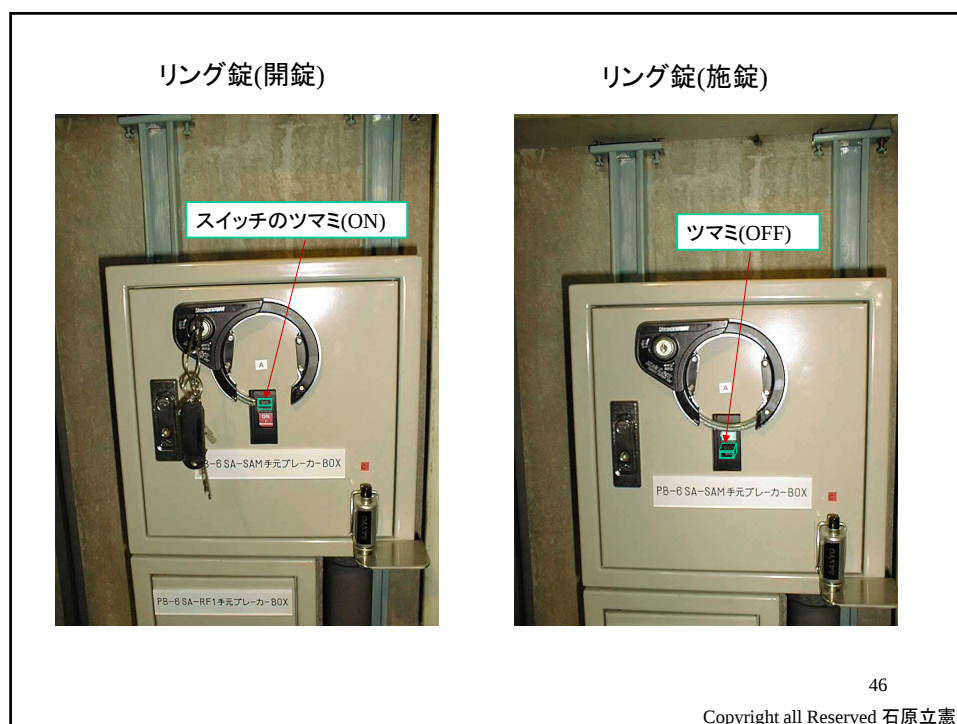
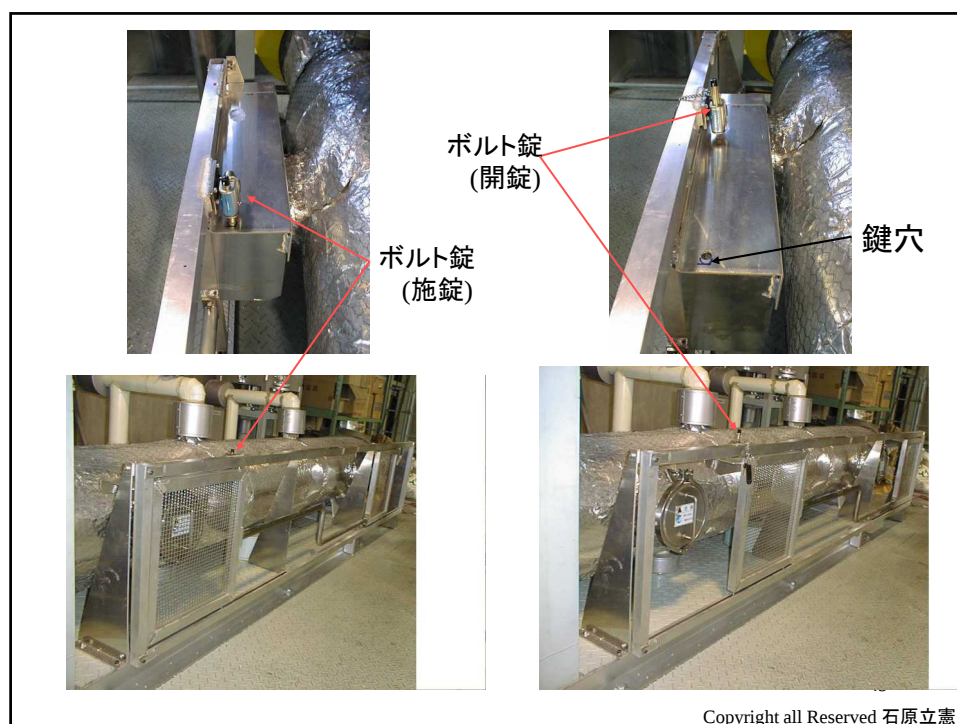
“しくみ”を用いた安全確認型システムと 電気的手段を用いた安全確認型システムの違い

	“しくみ”を用いた 安全確認型システム	電気的手段を用いた 安全確認型システム
構成	フールプルーフな手段 (仕掛け、道具)を用いる	フェールセーフな構成要素 (センサ、リレー等)を用いる
特徴	- 主として作業従事者が考案 ・比較的安価 - 既存設備の改善が比較的容易 - 手作り (オーダーメイド)	- 専門家による設計が必要 - 比較的高価 - 既存設備の改善は一般に難しい - 既成要素の組み合わせ (セミオーダー)

42

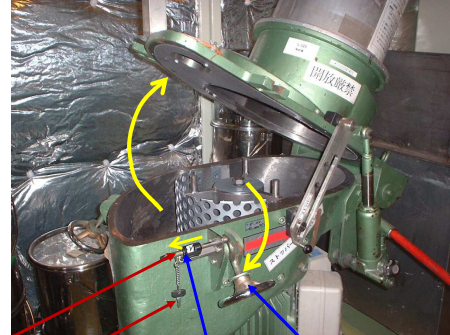
Copyright all Reserved 石原立憲





解碎機

悪い例



リング錠

ブレーカOFF

→リング錠施錠

→キー取外し

ボルト錠のキー

ブレーカ用リング錠のキー

ボルト錠

蓋止め金具

ボルト錠 開錠

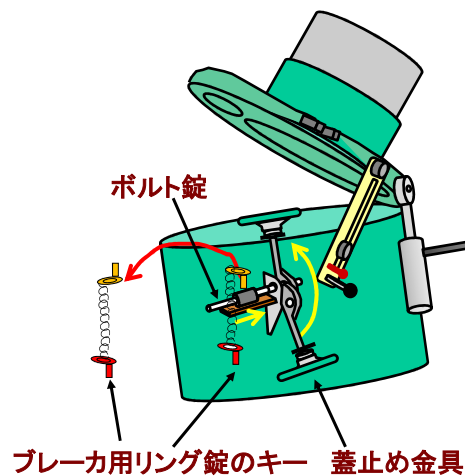
→蓋止め金具 外す

→蓋開

47

Copyright all Reserved 石原立憲

問題点



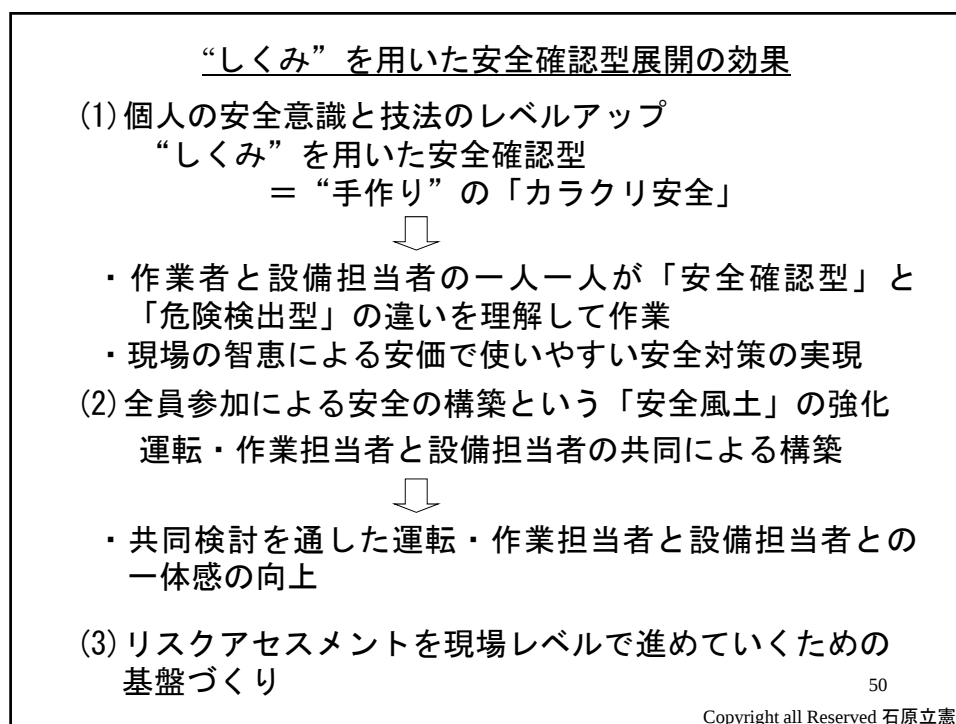
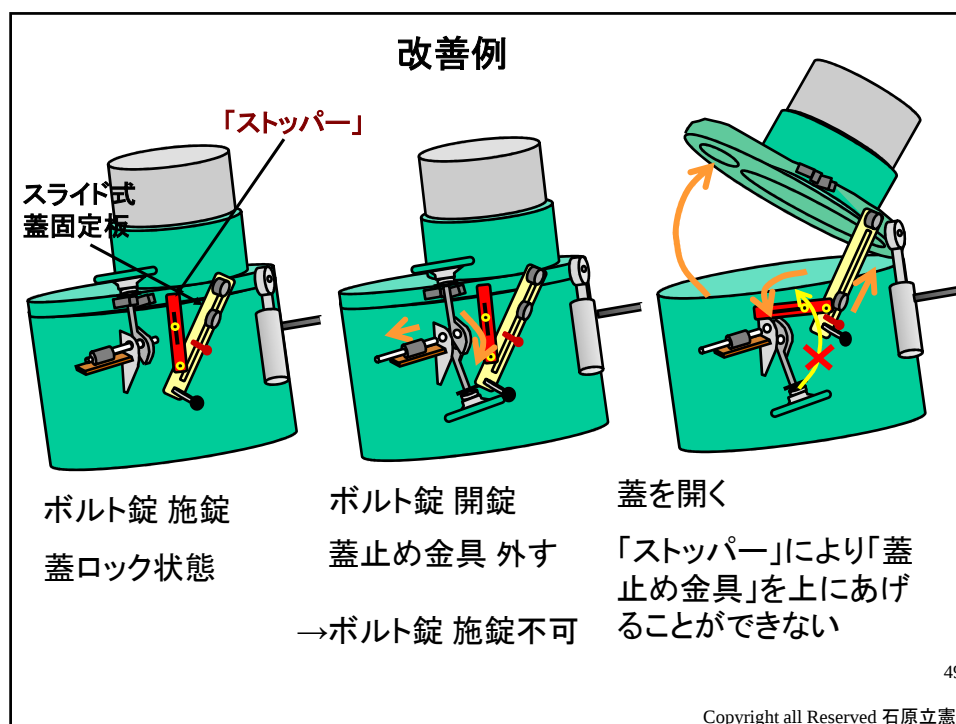
蓋を開けた状態で蓋止め
金具を上にあげ施錠する
ことが可能



蓋をあけたままでブレーカ
ON (運転)可能

48

Copyright all Reserved 石原立憲



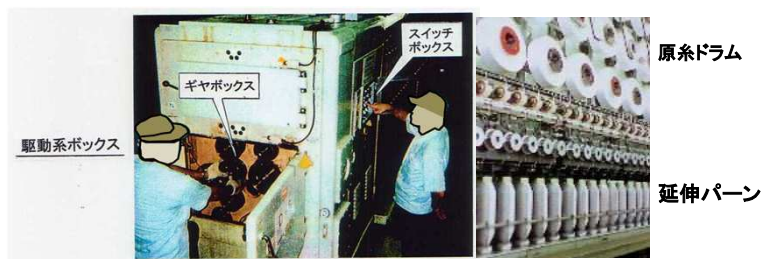
設備安全化のポイント

- 新設・改造設備は、ISO12100に則った「設計時のリスクアセスメント基準」を制定して、安全化を図る。
- ハイリスクの設備は安全確認型システムにする。
- 設備対応を行わずに「作業標準」で対処している（逃げている）作業の見直し、削減を図る。

51

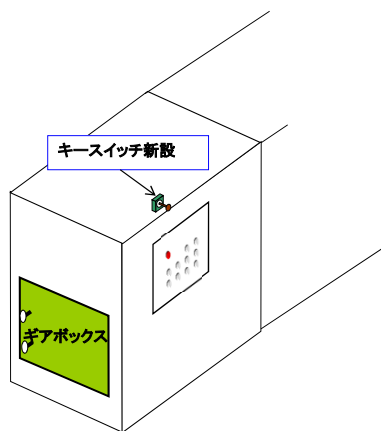
Copyright all Reserved 石原立憲

設備対応を行わずに「作業標準」で対処している 作業の見直し・削減例



52

Copyright all Reserved 石原立憲



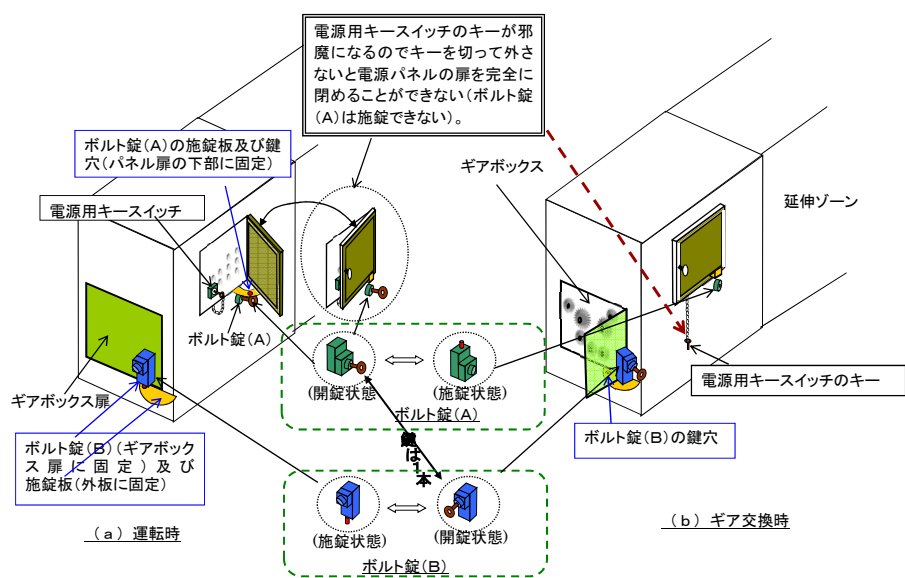
《問題》
時間に余裕がない場合は
キースイッチを切らずにギア
ボックスを開け作業している
ことが判明。

「作業標準」 守られず！

図 事故直後の対策

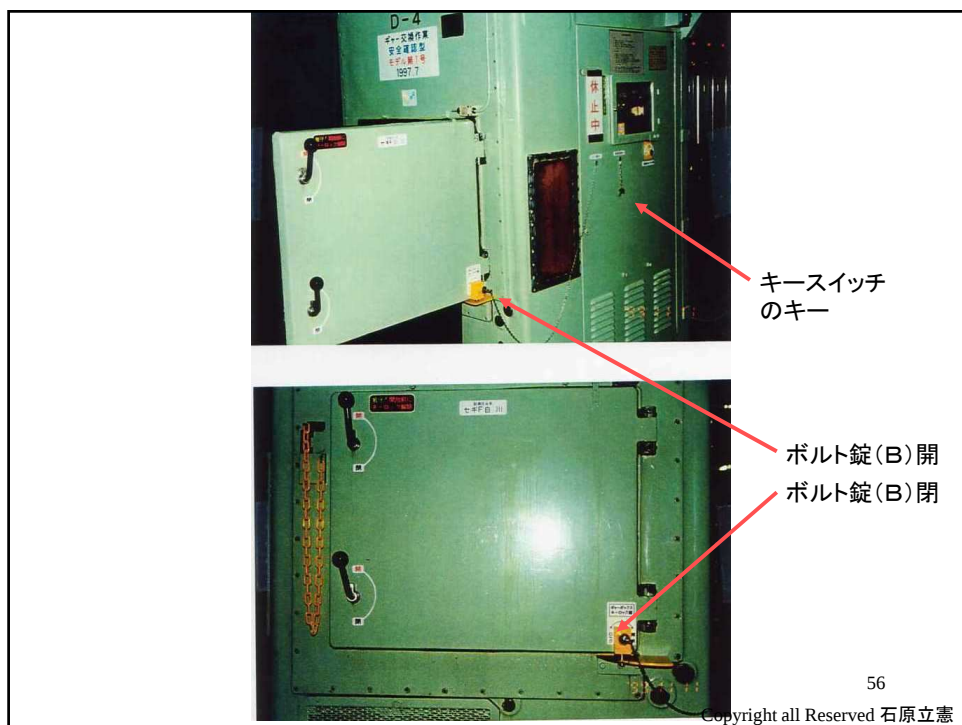
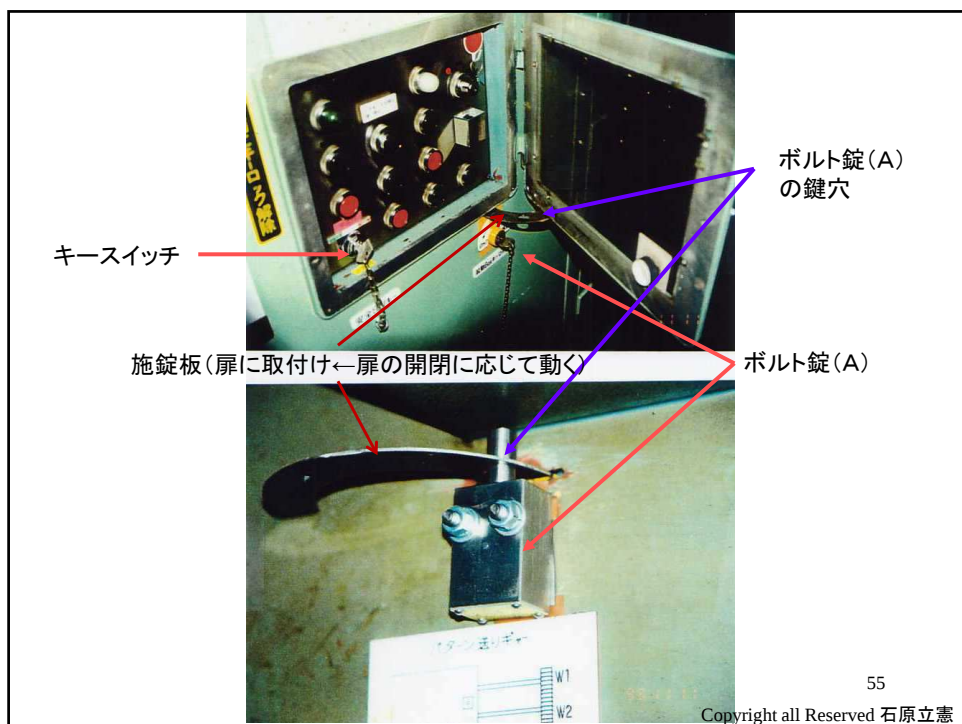
53

Copyright all Reserved 石原立憲



54

Copyright all Reserved 石原立憲

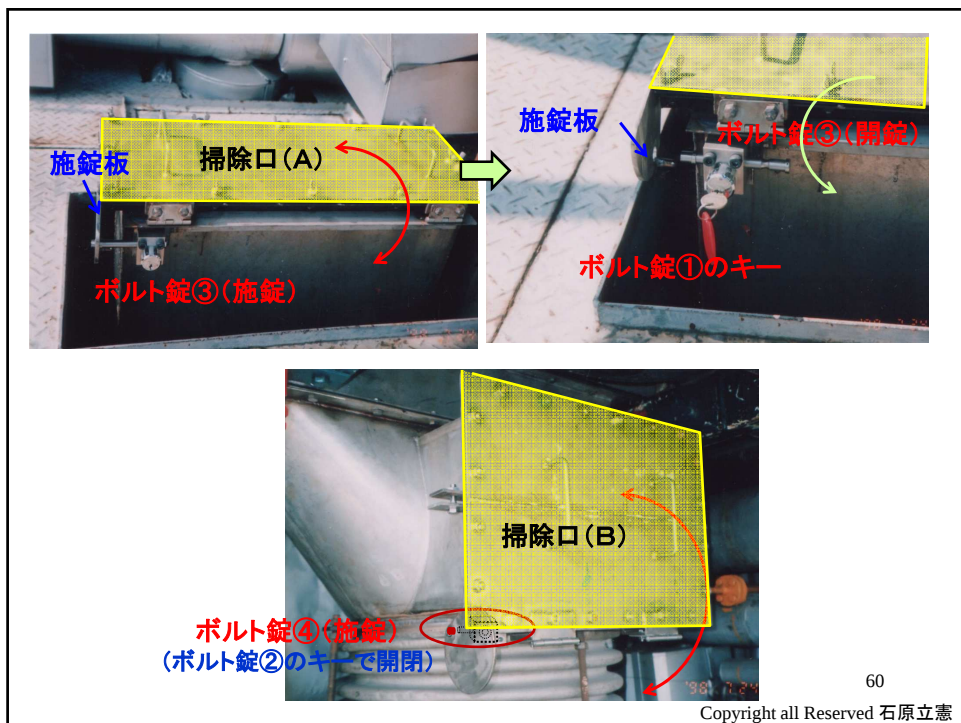


粉体投入設備（内部点検・掃除）



59

Copyright all Reserved 石原立憲



60

Copyright all Reserved 石原立憲

http://www7b.biglobe.ne.jp/~ishihara-kt/index.html

「安全レベルの向上」と「安全管理の効率化」を両立させるために

安全確保の原理・原則を考えるホームページ

更新日: 2017年11月3日(最終: 2017年2月3日)
(内容はWhat's new? を見てください)

確定的安全と確率的安全

Top page	はじめに	ホームページの目的	What's new	確定的安全と確率的安全	ホームランファクトリー
安全確保の考え	しくみの原則	安全管理の考え方	安全確保の考え方	安全確保の考え方	安全確保の考え方
安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方

私の考える「安全確保の原理・原則」は次のとおりです。

安全確保の原理・原則

「最高に安全が確保された状態」であるためには、「人は間違いを犯す」「機械は故障する」ということを前提として、『力の強いほうが安全確保の全責任を有する仕組み・システム』にしなければならぬ。

[生産現場で仲間の安全を真剣に考えている管理者の皆さんへ](#)
↑クリックしてください

「リスクアセスメント」や「機械安全」に関心をお持ちでしたらメニューの「はじめに」を、
「行動安全の防止(ヒューマンエラー対策)」に関心をお持ちでしたら
「社会心理学的視点からヒューマンファクター」(メニューの「ヒューマンファクター」)
を読んでいただければ幸いです。

IT安全リスクアドバイザー 代巻 石原 幸三

61

「安全レベルの向上」と「安全管理の効率化」を両立させるために

安全確保の原理・原則を考えるホームページ

Top page	はじめに	ホームページの目的	What's new	確定的安全と確率的安全	ホームランファクトリー
安全確保の考え	しくみの原則	安全管理の考え方	安全確保の考え方	安全確保の考え方	安全確保の考え方
安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方	安全管理の考え方

確定的安全と確率的安全

確定的安全と確率的安全

ここでは、確定的安全状態とはどういうことなのか、確定的安全状態を有する手段である「安全確認型システム」とはどのようなものであるのか、について説明した後、安全確認型システムの理解を深めるための簡単なシステムである「しくみ」を用いた安全確認型について説明します。

1. 確定的安全と確率的安全
2. 安全確認型と信頼性
3. 安全確認型システム採用のメリット
4. 安全確認型システムの基本型
5. 安全確認型の構造
6. 「しくみ」を用いた安全確認型システムとは
7. 「しくみ」を用いた安全確認型システムの基本型と応用事例
 - (1) 機械安全スイッチを用いた安全確認型システムの構造
 - (2) 安全確認型システムの構造
 - (3) 安全確認型システムの構造
8. 「しくみ」を用いた安全確認型システムの応用事例
 - (1) 機械安全スイッチを用いた安全確認型システムの構造
 - (2) 安全確認型システムの構造
 - (3) 安全確認型システムの構造
9. 「しくみ」を用いた安全確認型システム採用時の留意点
10. 確定的安全を用いた安全確認型システム
11. 「しくみ」を用いた安全確認型システムVDR

【参考】
第76回全国産業安全衛生大会 講演資料
「しくみ」を用いた安全確認型システム

中央労働災害防止協会「働く人の安全と健康」
投稿文(2002年 No.1~No.4)

ここに説明とは別に、「しくみ」を用いた安全確認型システムのより詳細な説明および事例集について、「しくみ」を用いた安全確認型システム」に記載してあります。簡単に説明した「しくみ」を有する際の参考にして下さい。

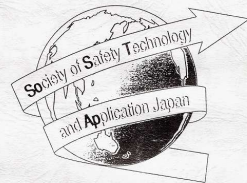
本「しくみ」を用いた安全確認型の概要と社内内への展開に関して、2014年11月2日に「第二回 内閣安全賞 功績賞」を受賞することができました。

近畿ホームページの目的」にも述べたように、本ホームページは、「安全技術応用実証」とは異なる一歩人として作成しています。そのため、安全確認型についての内容は研究安全と一切関係がありません。もし誤っておきます(誤用・悪用は責任を負いません。)

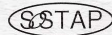
安全確保の原理・原則

62

“しくみ”を用いた安全確認型システム



1997年10月
安全技術応用研究会
TC2 作業システム部会



目次

1. 緒言	… 1
2. 「しくみ」を用いた安全確認型」とは	… 3
3. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」の工学的位置付け	… 5
4. 「安全確認型」システム構築の考え方	… 5
5. 「電気的手段を用いた安全確認型システム」と 「しくみ」を用いた安全確認型システム」との違い	… 7
(1) 電気的手段を用いた安全確認型システム	
(2) “しくみ”を用いた安全確認型システム	
6. “しくみ”の方式、手段	…10
区分Ⅰ：隔離安全	…12
区分Ⅱ：停止安全	…17
区分Ⅲ：許容安全	…27
7. “しくみ”を構築するための小道具（ユニット）	…32
8. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」使用時の留意点	…33
9. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」の構築の考え方	…39
10. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」の事例	…40
11. 終わりに	…41

〔別添〕

“しくみ”を用いた安全確認型システム 事例集
“しくみ”のための小道具事例集

目次

1. 諸言
2. 「しくみ」を用いた安全確認型」とは
3. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」の工学的位置づけ
4. 「安全確認型」システム構築の考え方
5. 「電気的手段を用いた安全確認型システム」と「しくみ」を用いた安全確認型システム」の違い
6. “しくみ”の方式、手段
区分Ⅰ 隔離安全
区分Ⅱ 停止安全
区分Ⅲ 許容安全
7. “しくみ”を構築するための小道具（ユニット）
8. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」使用時の留意点
9. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」構築の考え方
10. 「しくみ」を用いた安全確認型システム」の事例
11. 終わりに

〔別添〕

“しくみ”を用いた安全確認型システム 事例集 ←30事例
“しくみ”のための小道具事例集

http://www7b.biglobe.ne.jp/~ishihara-kt/index.html

「安全レベルの向上」と「安全管理の効率化」を両立させるために

安全確保の原理・原則を考えるホームページ

更新日: 2017年11月3日(最終: 2017年2月2日)
(内容はWhat's new? を見てください)

Top page	はじめに	ホームページのご案内	What's new?	確定的安全と確率的安全	ヒューマンファクター
ヒューマン	安全確保の考え方	しくみ事例集	ヒューマンエラー	安全時の考え方	リスクアセスメント
	に留意して読解	連絡先	プライバシー		

しくみ事例集

私の考える「安全確保の原理・原則」は次のとおりです。

安全確保の原理・原則

「最高に安全が確保された状態」であるためには、「人は間違いを犯す」「機械は故障する」ということを前提として、『力の強いほうが安全確保の全責任を有する仕組み・システム』にしなければならぬ。

[生産現場で仲間の安全を真剣に考えている管理者の皆さんへ](#)
[クリックしてください]

「リスクアセスメント」や「機械安全」に関心をお持ちでしたらメニューの「はじめに」を、
「行動安全の防止(ヒューマンエラー対策)」に関心をお持ちでしたら
「社会心理学より見たヒューマンファクター」(メニューの「ヒューマンファクター」)
を読んでいただければと思います。

IT安全リスクアドバイザー 代表 石原 幸三

65

「安全レベルの向上」と「安全管理の効率化」を両立させるために

安全確保の原理・原則を考えるホームページ

Top page	はじめに	ホームページのご案内	What's new?	確定的安全と確率的安全	ヒューマンファクター
ヒューマン	安全確保の考え方	しくみ事例集	ヒューマンエラー	安全時の考え方	リスクアセスメント
	に留意して読解	連絡先	プライバシー		

“しくみ”を用いた安全確認型システム

ここで公開する資料は、安全技術応用研究会のTC-2(作業システム部会)で、1997年10月に“しくみ”を用いた安全確認型システムとしてまとめたものを2006年12月に一部改定したものです。
本資料は、1997年に印刷して会員企業に配布されましたが、安全技術応用研究会では今後とも改訂・増刷する予定がましいとのことなので、安全技術応用研究会の了承を得てここに公開することとしました。

タイトル及び目次は下記のとおりです。それぞれのところをクリックして下さい。

“しくみ”を用いた安全確認型システム

目次

1. 緒言
2. “しくみ”を用いた安全確認型とは
3. “しくみ”を用いた安全確認型システムの工学的位置付け
4. “安全確認型”システム構築の考え方

【別添】

[“しくみ”を用いた安全確認型システム 事例集](#)

“しくみ”のための小道具事例集

30事例

▲ ページの先頭に戻る

◀ 「確定的安全」と「確率的安全」に戻る

Toppage

66

論理に基づいた安全対策で 被災リスクと マネジメントリスクの低減を！

〔参考〕

①安全確保の基本原則

「生産現場において人はなぜルールを無視するのか」
社会心理学より見たヒューマンファクター
2000予防時報203

②“しくみ”を用いた安全確認型

「“しくみ”を用いた安全確認型システム」
中防災「働く人の安全と健康」2001年1月～4月

③「安全レベルの向上」と「安全管理の効率化」を両立させるために 安全確保の原理・原則を考えるホームページ

<http://www7b.biglobe.ne.jp/~ishihara-kt/index.html>

石原立憲 Copyright Reserved

安全技術応用研究会 月例会のご案内

機械安全について

- リスクアセスメントはどう進めればいいのか？
- 3ステップメソッドのステップ1:本質的安全設計方策ってどうすればいいの??
- そもそも、安全対策ってどのような手順で進めたらよいの??

こんなお悩みはありませんか？

こういった**安全対策の悩みについて、議論する場が東京、大阪にあります。**



【月例会参加でこんなメリットがあります】

- ・社内の安全対策で困っていること／課題解決に必要な安全技術の提案・展開方法などが相談ができる
- ・国内外の機械安全の安全技術の変化や潮流を知ることができる
- ・最新の国際規格、労働安全関連の国内法令等の情報をいち早く入手できる
- ・国際規格、国内法令の内容への疑問点について説明が受けられる

一度、お気軽に
ご参加ください



ホームページ <http://www.sostap.org/>