

システム安全と ヒューマンファクター

古田一雄(東京大学)

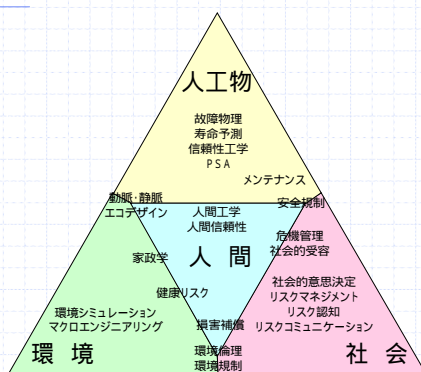


安全とは

安全 安らかで危険のないこと
Safe けがをしていない状態(solidus)

- ◆人間への危害または資材の破損の危険性が、許容可能な水準に抑えられている状態(JISZ8115)
- ◆受容できないリスクから免れている状態(JISC0508)

安全のパースペクティブ



安全と安心

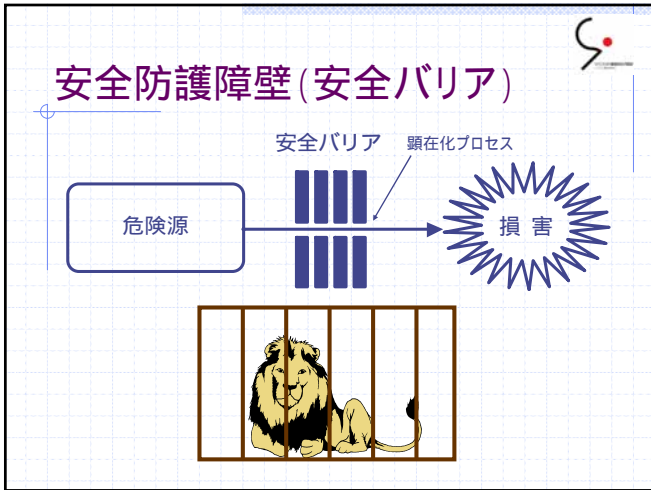
- ◆安全に関する主観的感情であり、安全が確保され自分自身に人的経済的損害が発生しないと見込まれる心理状態
 - 安心に対応する英語はない Peace of mind?
- ◆安全は安心の必要条件ではあっても十分条件ではない

危険源とリスク

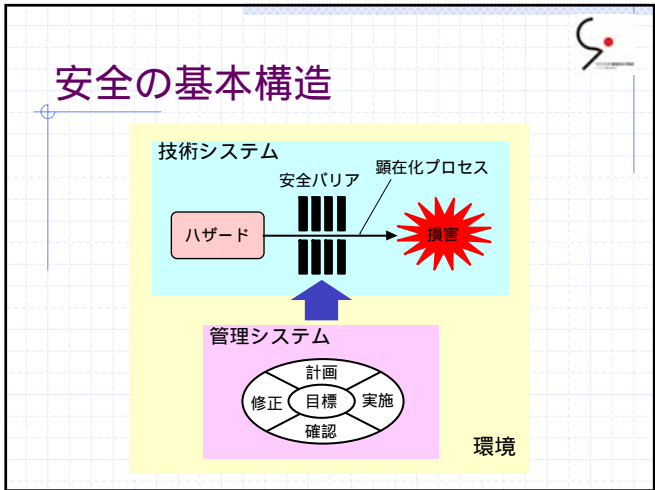
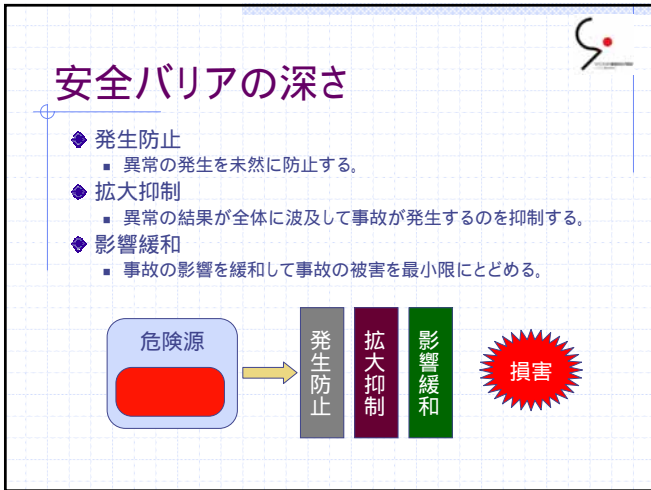
- ◆危険源(ハザード)
 - 人間や人間が価値をおく対象に対して損害その他の望ましからざる結果を及ぼす可能性のある物・行為・現象など USNRC
- ◆リスク
 - 人間や人間が価値をおく対象に対して危害を及ぼす物、力、状況などを特徴付ける概念で、その大きさは損害の発生確率と規模によって表現される USNRC

危険源の例

- ◆物質・実体
 - 薬品、高圧ガス、猛獣、自動車、水、人間、...
 - ◆行為
 - 戦争、道路横断、スポーツ、入浴、睡眠、...
 - ◆現象
 - 地震、気象、燃焼、発病、景気変動、...
- 世の中にハザードでない存在はない!**



- ## 安全バリアの種類
- ◆ 物理的バリア
 - 安全を脅かす事象や行為を物理的に阻止
 - ◆ 機能的バリア
 - 安全を脅かす事象や行為の過程に積極介入
 - ◆ 記号的バリア
 - 実体表現を人間に認識させて不安全行為を抑制
 - ◆ 概念的バリア
 - 意味内容によって不安全行為を抑制



- ## ヒューマンファクターとは
- ◆ 安全には機械装置の振舞いだけでなく、人や人間組織の行動が深く関わっている。
 - 名古屋空港中華航空機墜落(1994)
 - JCO臨界事故(1999)
 - 横浜市大病院患者取違い事故(1999)
 - ◆ システムの安全における人間行動に関する問題を総称してヒューマンファクター(HF)と呼ぶが、安全に対する人間行動の寄与にはプラス面もマイナス面もある。

- ## ヒューマンエラー(HE)
- ◆ 事故や災害などの望ましくない結果の要因となった人の行為、あるいは期待される標準的行為からの逸脱
 - ◆ HF専門家のHEの考え方
 - HEは事象の原因ではなく結果である。
 - HEには多様なタイプがあり、一律に論ずることはできない。
 - 重大なHEは偶然にではなく必然的に起る。

ヒューマンエラーの分類

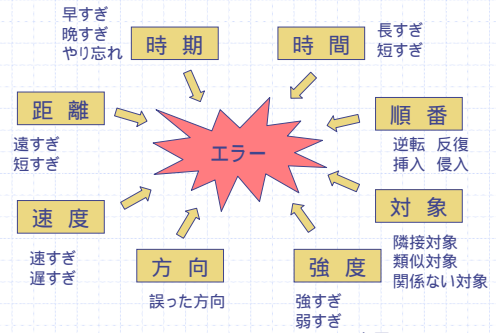
◆表現形

- 影響の重大性や、標準的行為からの観察された行為形態のずれの観点から行われる分類で、客観的判定が可能である。

◆因子形

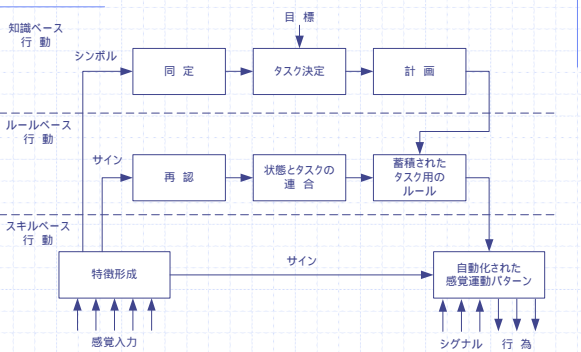
- 行為決定に至る認知メカニズムや、行為が誘発された条件・原因の観点から行われる分類で、推測に基いて行われる。

エラーモード(基本的表現形)



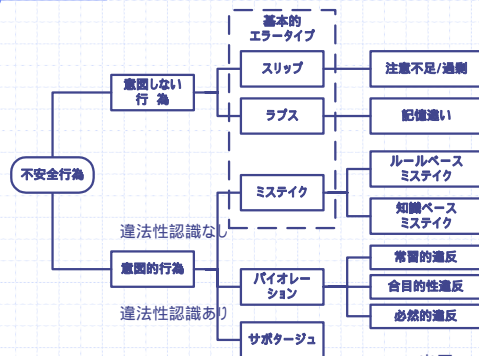
出展: E.Hollnagel, 1993

SRKモデル



出展: J.Rasmussen, 1983

不安全行為の分類



出展: J.Reason, 1990

不安全行為の新しい考え方

個人的要因
環境的要因
社会的要因

状況

認知メカニズム

$$HEP = P(\text{不安全行為} | \text{EFC}) \times P(\text{EFC})$$

◆過誤強制情況(EFC)

人にエラーを犯すことを不可避とさせるような情況

共通行動条件(CPC)

- ◆ 人間行動の形成に共通的に影響を及ぼす因子で、これらのいくつかが不適切だと過誤強制情況が形成される。

- リソース(物資と人員)の入手性
- 訓練・経験の程度
- コミュニケーションの質
- ヒューマンインタフェースと運用支援
- 手順や計画の有無
- 作業場の物理的環境(温度、照度、騒音など)
- 同時に追求すべき目標の数と目標競合の可能性
- 利用可能時間
- グループ協調の質
- 組織管理の質と組織的支援の有無

違反促進情況(VPC)

- ◆違反を助長し、促進するような情況
 - 時間圧・人手不足
 - 知識・経験の不足
 - 現場の実態に合わない、使いにくいシステム
 - 違反の常習化や違反による成功体験
 - 強い責任感と旺盛な創意工夫意欲
 - 検査、監査体制の不備
- ◆悪意がない限り、違反の原因は人間の属性よりも人間をとりまく情況側にある場合がほとんどである。

ヒューマンエラー防止対策(1)

- ◆PSFを改善し、EFCが発生しないようにする
 - 気温、湿度、照明、騒音レベルなど、作業環境を人の活動にとって快適な状態に保つ
 - 作業負荷(身体的、心的負荷)を適正範囲に保つ
- ◆作業負荷を適正なレベルに保つ方法
 - 人に期待する役割やタスクを適切に設計する
 - タスクの特徴、人の認知特性にマッチするようにインタフェースを設計する

ヒューマンエラー防止対策(2)

- ◆役割配分、タスク設計
 - 人に期待する役割が能力限界を超えないようにした上で、タスクを標準化、マニュアル化
- ◆配置設計による作業負荷の低減
 - 身体移動や視線移動の流れに合わせてインタフェース要素を配置
- ◆情報提示、配置設計への重要度の反映
 - 要素の重要度に応じて優先順位づけし、重要なものは中央に、重要でないものは省略が周辺部に配置
- ◆知覚と操作の整合性の確保
 - 表示器と操作器の配置を一致させるなど、知覚と操作の間に自然で一貫性のある対応関係を保つ。

ヒューマンエラー防止対策(3)

- ◆メンタルモデルと整合したインタフェース設計
 - 利用者が設計者と同様なメンタルモデルを獲得することを助長するようなインタフェース設計を工夫
- ◆十分な時間的余裕の確保
 - 時間信頼性相関を考慮して、必要な人間信頼性が達成できるだけの時間的余裕を確保
- ◆円滑なチーム協調の実現
 - チーム間で情報共有がしやすい情報提示など、円滑なチーム協調ができるように配慮

組織事故

- ◆組織内部に潜む欠陥が、知らず知らずのうちに拡大して発生し、その影響が個人レベルにとどまらず組織全体、あるいは社会に及ぶ事故
 - チェルノブイリ原発事故
 - スペースシャトル・チャレンジャーの爆発
 - 山一証券の倒産
 - JCO臨界事故
 - 雪印乳業食中毒事件
- … など

安全文化とは

- ◆文化
 - 組織における規範、価値、宗教、法律、イデオロギー、概念のような象徴的な表現の総体
- ◆安全文化
 - 安全に関する諸問題に対して最優先で臨み、その重要性に応じた注意や気配りを払うという組織や関係者の態度や特性の集合体

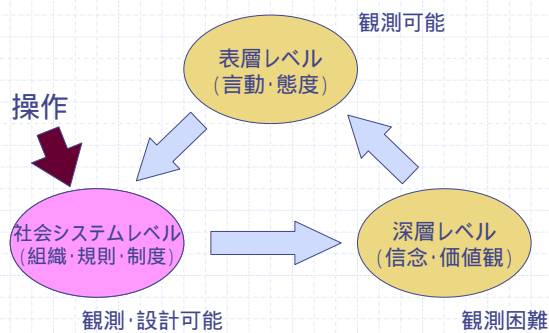
安全文化の要素

- ◆ 経営レベル
 - 安全ポリシー声明、管理機構、資源配分、自己規制
- ◆ 管理者レベル
 - 責任の明確化、安全慣行の明確化と管理、資格認定と訓練、賞罰、監査と見直し
- ◆ 個人レベル
 - 問いかける姿勢、厳密で慎重な方針、情報交流

安全文化のエンジニアリング

- ◆ 報告する文化
 - 安全情報システムの構築、情報に立脚した文化
- ◆ 正義の文化
 - 許容される行動の範囲の明確化、賞罰
- ◆ 柔軟な文化
 - 状況に順応して組織自身を再構成する能力
- ◆ 学習する文化
 - 正しい教訓を導いて改革を実施する意思と能力
- ◆ 議論する文化
 - 疑問点を積極的に表明して問題意識を共有する態度

安全文化の3要素



まとめ(システム思考)

- ◆ 目標指向
 - 最終目標が何であるかを意識し、多様な手段の中から目標達成に最善の手をつくす。
- ◆ マクロな視点
 - 問題を常にマクロな視点で捉えてシステム各部の働きに着目するとともに、全体のバランスに配慮する。
- ◆ フィードバックと学習
 - 状況変化に対応できるよう、現状を分析・評価して結果をフィードバックするとともに、学習が行われるような仕組みを用意する。