

安全学基礎

－ ヒューマンファクター －

システム創成学科



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からざる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。

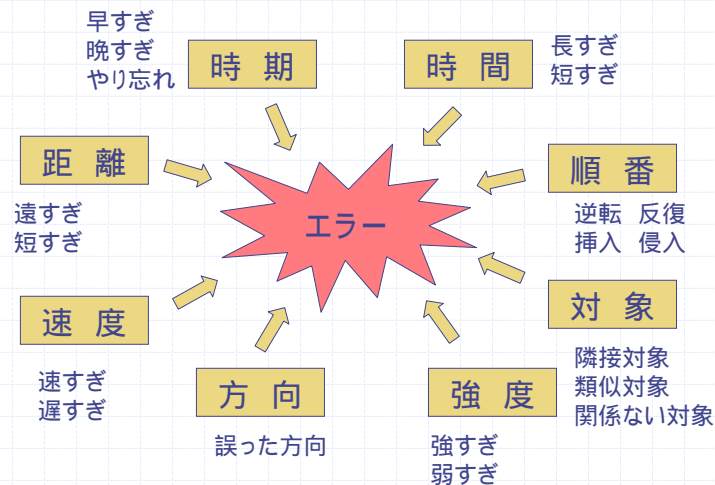


ヒューマンエラーの分類

- ◆ 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、推測に基づいて行われる。



エラーモード(基本的表現形)



出展: E.Hollnagel, 1993



人間信頼性解析(HRA)

- ◆ 不安全行為の可能性・頻度とその影響を定性的・定量的に評価するための手法
- ◆ 第1世代HRA(-1990)
 - 機械装置に対する信頼性解析の応用
 - 人間行動の決定はブラックボックスで扱う
- ◆ 第2世代HRA(1990-)
 - 第1世代HRAの欠点克服(確信的エラーへの対応)
 - 人間行動の決定メカニズム(認知心理)を考慮



人間信頼性解析(THERP)の手順

1. 必要な情報の収集(資料・観察・聞き取り)
2. 作業分析(要素的行為への分解)
3. 作業イベントツリーの構築
4. エラーモードによる基本エラー率の割当て
5. 行動形成因子(P S F)の評価
6. ステップ間の従属性の評価
7. 作業失敗確率の計算
8. エラーに気づいて回復する効果の補正
9. 感度解析と不確かさ評価



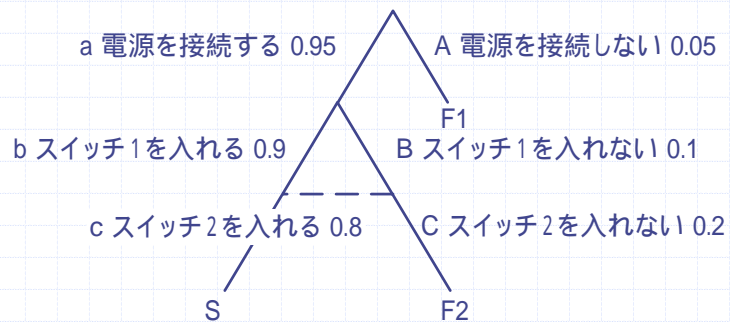
THERPにおけるエラーモード

- ◆オMISSION:必要な行為のやり忘れ
- ◆COMMISSION:行為は行われたが不適切
 - 必要でない行為の実行
 - 実行順序の間違い
 - 実行タイミングの間違い
 - 対象・方向などの選択の間違い
 - 強度・実行時間などが適切でなかった



作業イベントツリー

1. 装置に電源を接続 $HEP = A + BC$
2. スイッチ1を入れる $= 0.05 + 0.1 \times 0.2$
3. スイッチ2を入れる $= 0.07$



行動形成因子 (PSF)

- ◆ 標準的な作業条件からのずれによるエラー率の変化を補正するために考慮すべき状況因子

外的 PSF		内的 PSF
状況特性 ・ 構造上の特徴 ・ 環境特性 ・ 作業時間	仕事・機器特性 ・ 知覚の必要性 ・ 運動の必要性 ・ SR 整合性	・ 訓練・経験 ・ 実務能力・技能 ・ 性格・知性 ・ 意欲・態度 ・ 情緒 ・ 緊張 ・ 関連知識
ストレッサー		
心理的 ・ 突発性 ・ 持続性 ・ 作業スピード	生理的 ・ 持続性 ・ 疲労 ・ 苦痛	



THERPの従属性モデル

従属性	条件付確率	
	先行作業に成功し 後続作業にも成功	先行作業に失敗し 後続作業にも失敗
ZD	BHSP	BHFP
LD	$(1+19BHSP) / 20$	$(1+19BHFP) / 20$
MD	$(1+6BHSP) / 7$	$(1+6BHFP) / 7$
HD	$(1+BHSP) / 2$	$(1+BHFP) / 2$
CD	1	1

BHSP : 事前成功確率 BHFP : 事前失敗確率

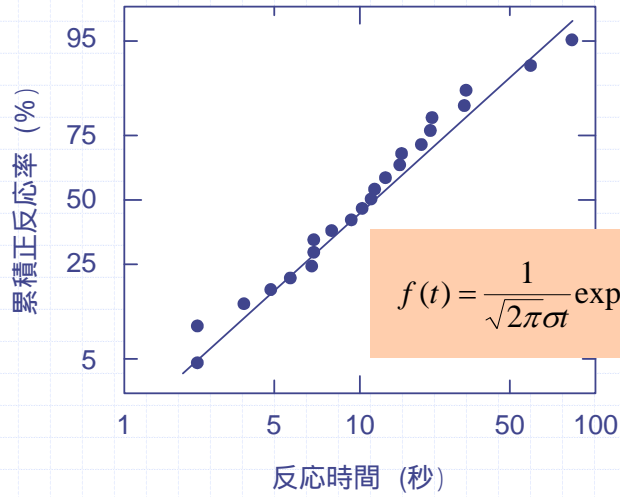


作業失敗確率の計算

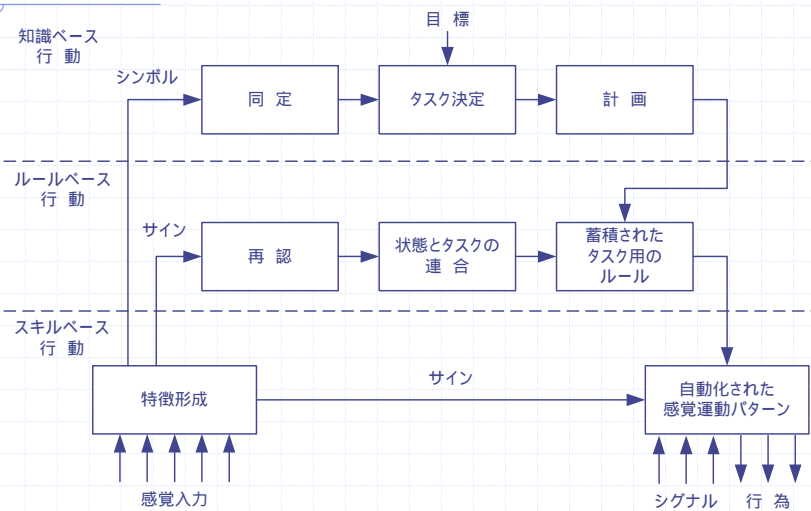
ステップ (失敗事象)	基本 エラー率	高ストレス 補正(×2)	従属性 補正	エラー率
1(A)	0.05	0.1	—	0.1
2(B)	0.1	0.2	ZD	0.2
3(C)	0.1	0.2	HD	0.6
作業全体のHEP = A + BC				0.22

利用可能時間と作業の信頼性

— 時間信頼性相関 (TRC) —



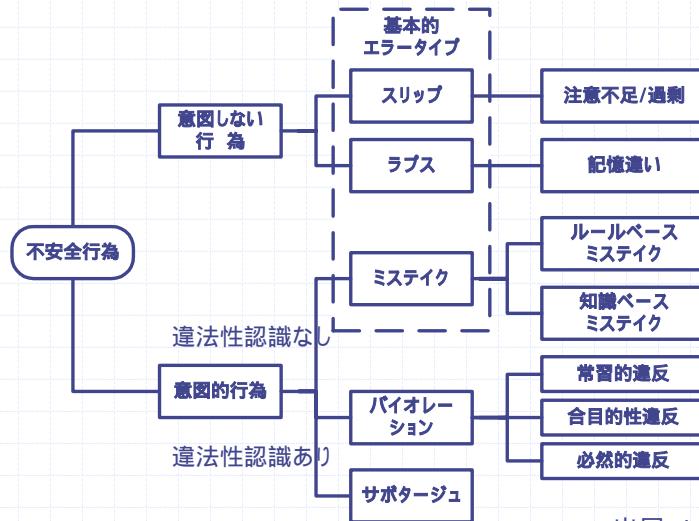
SRKモデル



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

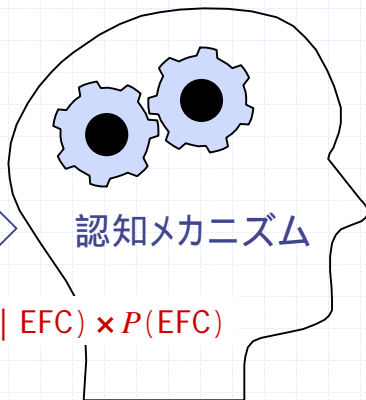
個人的要因
環境的要因
社会的要因



情況



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状況が形成される。
 - 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



違反促進状況(VPC)

- ◆ 違反を助長し、促進するような状況
 - 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状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か周辺部に配置
- ◆ 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)

- ◆メンタルモデルと統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