

# ヒューマンエラー 理論と対策

産業技術総合研究所  
中田 亨

## 第1部

# ヒューマンエラー防止の理論

1-1

# 人間はどのように間違えるのか

---

# 人間はなぜ間違えるのか？

- 原因不明
  - 将棋のプロ棋士でも単純ミスをする
  - 間違い型にパターンがあるのだが・・・雑多で奇妙
- そこで、逆に考える  
「人間はなぜ間違えないのか？」
  - 手遅れになる前に気付くから

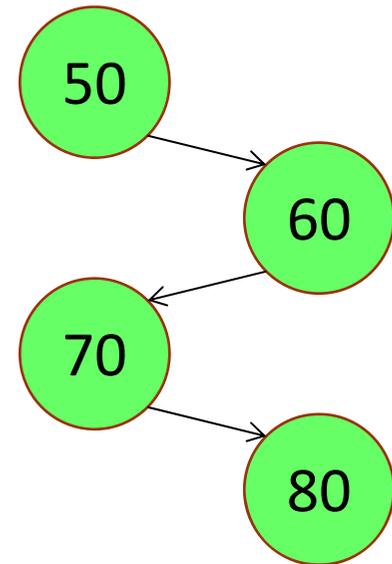
# マイアーとバーグの馬取引問題

1. \$50で馬を買った。
2. その馬を\$60で転売して、\$10儲け。
3. その馬を、\$70で買い戻したので、\$10損。
4. 最後に、その馬を\$80で転売して、\$10儲け。

- 差し引き合計、 $\$10 - \$10 + \$10 = \$10$ 儲けた

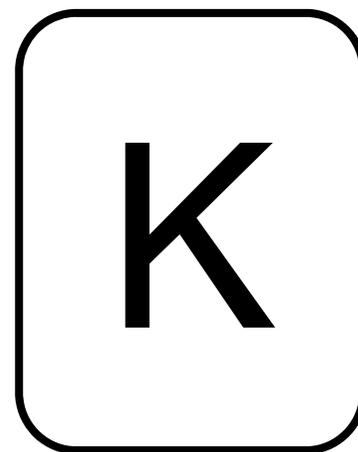
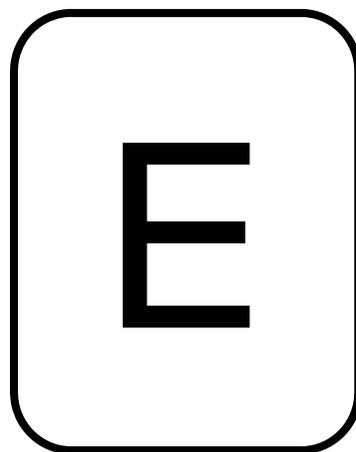
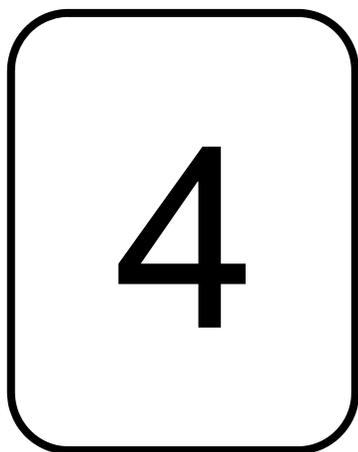
- こう考えるとどうか？

- まず、自転車を\$50→\$60で転売
- 次に、テレビを\$70→\$80で転売
- 儲けの合計は？



## 4枚カード問題

- 4枚のカードが、机の上に置かれている
- 「母音の文字が書かれているなら、裏面に偶数の数字が書かれている」という規則がある
- 規則が守られているかを調べたい
- どのカードをめくればよいか？
  - Wason の「4枚カード問題」



## 同じ問題のはず？

- 「未成年はお酒を飲んではいけない」という規則がある。
- 規則が守られているかを調べたい。
- どの人を調べればよいか？

素面

酔っ  
つて  
いる

15才

40才

## 答え方の傾向

4

7

E

K

素面

酔っている

15才

40才

- 同じ問題なのになぜ違う？
  - 正解率 5% と 100%

1-2

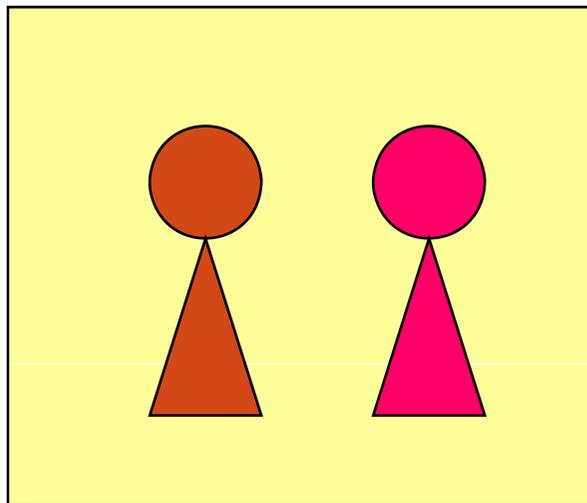
知っておきたい

産業でのヒューマンエラー事例

---

# 事例1:Y大学病院 1999年

- 1月11日(月) 午前8:20
- 患者A(74歳):心臓病手術の予定
- 患者B(84歳):肺手術の予定
- エレベータと一緒にのせられ1階
- 看護師から手術室看護師へ受け渡し
  - 二人並べて「AさんとBさんです」と言った



## 実は気付いていたかも・・・

- 「人違いではないか？」という疑念おこる
  - 顔、入れ歯、髪型、病状、剃毛、体重
    - Aの背中 of フランドルテープ:「何だこれは」とはがされる
- じゃあ、電話で確認しよう
  - 「顔が違うようだが、Aさんは手術室に下りているか？」
  - 「確かにAさんは下りています」
- さっき、声をかけた際
  - 「Bさん、寒くないですか」「寒くないです」など、やりとり
    - 実は: 麻酔前投薬、難聴
- ま、大丈夫だろう・・・と

吉田敏子「患者取り違い事故はなぜ起きたか」文芸社

- 「不審な所があったら絶対に乗るな」(徒然草)

# ボパール 1984年12月2日

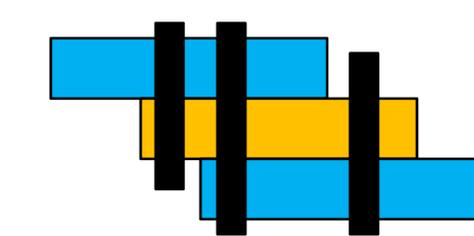
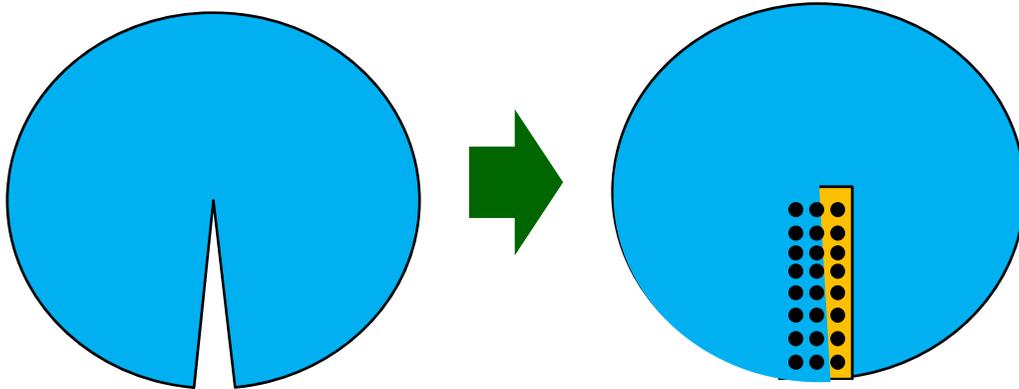
- インド、殺虫剤工場
- 危険な中間生成物
  - 水と反応し、加熱、毒ガスを発生
- 事故の発端
  - 危険性を知らない人が、パイプ洗浄作業
  - 残り水を切らずに、パイプを付け戻す
    - 手順遵守は、もともと安全文化として無かった
- 周辺住民:2500名以上が死亡する事故に

## ボパール： 6重の安全装置は役立たず

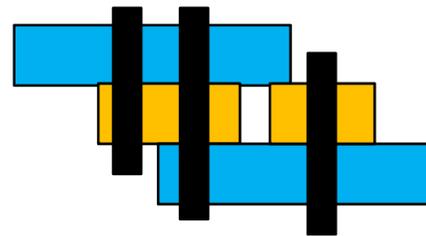
安全装置	実態
圧力計	履歴付けず、急上昇を見抜けず
ガス漏れセンサ	他所に転用中。 いつもは臭いで検知していた。
タンク温度計	25°Cで振り切れる。 反応で200°C越えだった
タンク冷却装置	整備の後、電源接続忘れ。 冷媒を他所に転用中
中和剤投入装置	故障中。 そもそも容量不足でもあった
ガス焼却装置	部品持ち去り中

# 事例：1985年日航機墜落事故

- 1978年に尻餅事故 → 後部圧力隔壁を修理

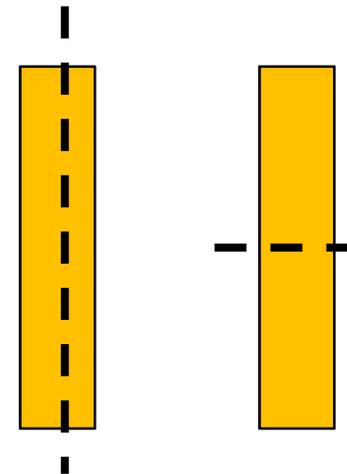


(正)3列リベット補修



(実際)無断で切断

どちらが  
罪深い切断？



# 某証券 株大量誤発注事件

- 某社株をいよいよ上場
- 初値を探りたい
- 1株を61万円で売るには、どっち？
  
- 610,000@1
- 1@610,000
  
- 被害額は？
- 裁判で東証にも責任があると認定
  - 注文取り消しが反映されなかった点

# 事例 今日は今でも1年後

- ある食品工場にて
- 1年間ある賞味期限を、印刷当日の日付で誤記
  
- しかし、情状酌量すべき事情はある
  - 非定常作業：割り込み作業で手打ち入力だった
  - 表示が粗雑：「120113」←「年月日」の文字なし
  - パッケージが変更になったばかりだった
    - アルミパックに改良！
    - ついでに、表示も変えちゃえ！
    - 変えなければ良かった。「壊れてなければ直すな」
    - 変えすぎなければ良かった。「2つの変化を同時に試すな」
- 情報にシビアな会社では、取締役CIOが取り仕切る

# ビザンチン故障

- ミスや故障なら、沈黙型故障の方がまし。
- 中途半端に作動すると被害甚大に
- 1966年、米空母 Oriskany. 炎上。乗組員44人死亡
  - 発光弾を誤って甲板に落とす。
  - 落下の衝撃でスイッチが入り燃えだす。
  - あわててそれを弾薬庫の中に投げ戻した。
- 1979年、スリーマイル島原発事故
  - 計器盤が間違った情報を提示するというビザンチン故障
  - それを信用して、非常用炉心冷却装置をわざわざ止めた
- 教訓: 異常事態ではまず事態の完全停止。「とにかく事態を止める方法」を訓練でおさらいしておく。
- 語源: 「ビザンチン将軍問題」という論理パズルが通信工学にはある

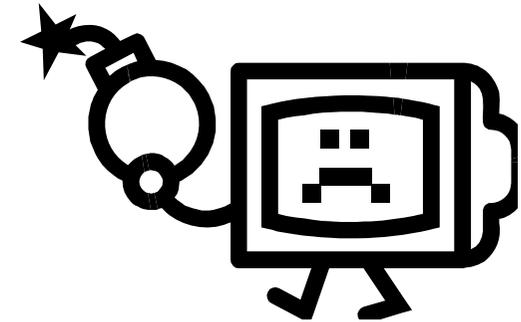
1-3

# ヒューマンエラーを取り巻く情勢

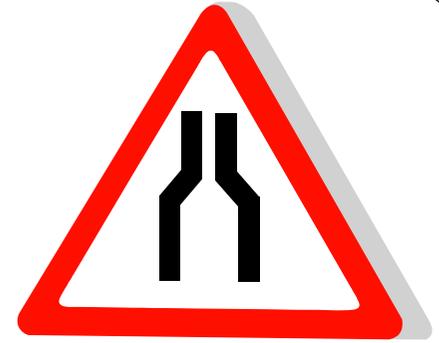
---

# ヒューマンエラーはなぜ深刻か？

1. どこでも起こりえる
  - 全業種、全場面
2. 被害が大きい
  - “大事故はまれ”という経験則が通用せず
3. 防ぎにくい・減らない
  - 人間のエラー発生確率はゼロにはならない
4. 組織運営・経営の課題が、エラーになって表に出る
  - 新システムに買い換えられれば・・・
    - 「レガシーシステム問題」(古い設備から抜け出せない問題)



# 「品質」の厳格化



- 高度な業種にはノーミスが必須
- 昔：不確かな事へは“安全余裕”をつける
  - 少し余計に足しておく
- 今：設計通りに作らないとダメ
  - 建設：配筋本数の相違 → 耐震偽造騒ぎに
  - 医療工場：全てのゴミを捨てずに冷蔵
- 「仕事の不確かさ」が責められる。（「ミス」に対してではない）

# 拡大する“品質”の対象範囲

- 高機能製品 → メーカーの責任が広い
  - 昔：運転手が自分でポンピングブレーキしなさい
  - 今：ABS装置がブレーキ制御
    - わざとブレーキをゆるめることも
    - 「このクルマ、ブレーキがかからないぞ！」
- サービス品質：顧客の意向の正確な理解
  - 注文「〇〇できる機械が欲しい」
  - 実際には設置できなかった・・・
  - 設置したら別の問題が出現した・・・
  - 使ってみたら無駄な機能だった・・・
  - もっと安いものでよかった・・・



## 果てしなき修理

- 修理・改良が、別問題を引き起こす。
- 修理・改良によって、ワースト1の問題は解決したが、今度はワースト2の問題が登場する
  - 乗客閉じ込め列車火災(桜木町事故)
    - ➔乗客が自力脱出可能にする(ドアコック)
    - ➔脱出後に轢かれる(三河島事故)
    - ➔事故時は列車停止(防護無線)
    - ➔トンネル内で火災で停止(北陸トンネル火災事故)
  - リコール➔配線の付け替え➔圧着不良➔発熱➔発火➔再度リコール➔……

# 内部の敵 > 外部の脅威

- 事務ミス
  - 不正行為の隠れ蓑になる
- 内部統制の方が問題
  - 会計上：会計士が業務フローのUMLモデルを書く時代
  - 防犯上：内部犯行がヤバイ。
    - 顧客情報持ち出し事件
    - 業務妨害行為

従業員を監視する？

ホーソン効果の問題

物やデータを監視する？

システム導入の問題

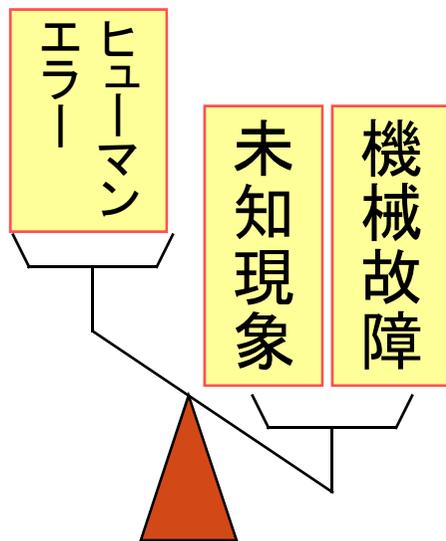
ミスをさせないようにする？

ヒューマンエラー対策の問題

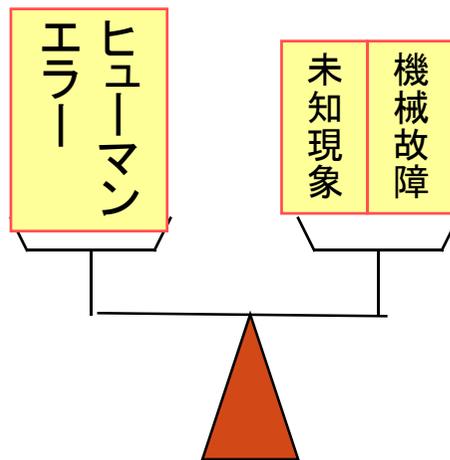
# 事故 > 内部の敵

- 目的を持った犯行より、事故の方がヤバイ
- 企業の安全文化(Safety Culture)の問題
  - チェルノブイリ事故を受けて、IAEAが1991年に提唱
  - BPのメキシコ湾岸原油流出事故:CSO 安全担当役員が必要との指摘
  - テネリフェ空港事故(1977):CRM (乗務員のチームワーク管理)が重視される

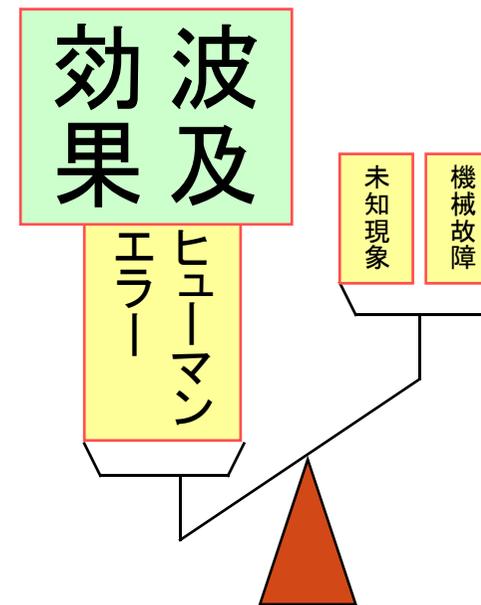
# ヒューマンエラーが主役に



50年前まで



1970年ごろ



現在

なまじ自動化したので  
被害が大きい

## 安全工学の激変期

- 「安全工学」がありながら、事故はあいかわらず起こっている。
- 大事故は、むしろ最近になるほど多い。
- 単純な事故は減っているのかもしれないが、「組織事故」が深刻。
- 食品問題などの社会問題で、「安全」の考え方・同意形成に悩む。
- 心理・法律・哲学など広く取り入れた「安全学」が必要。

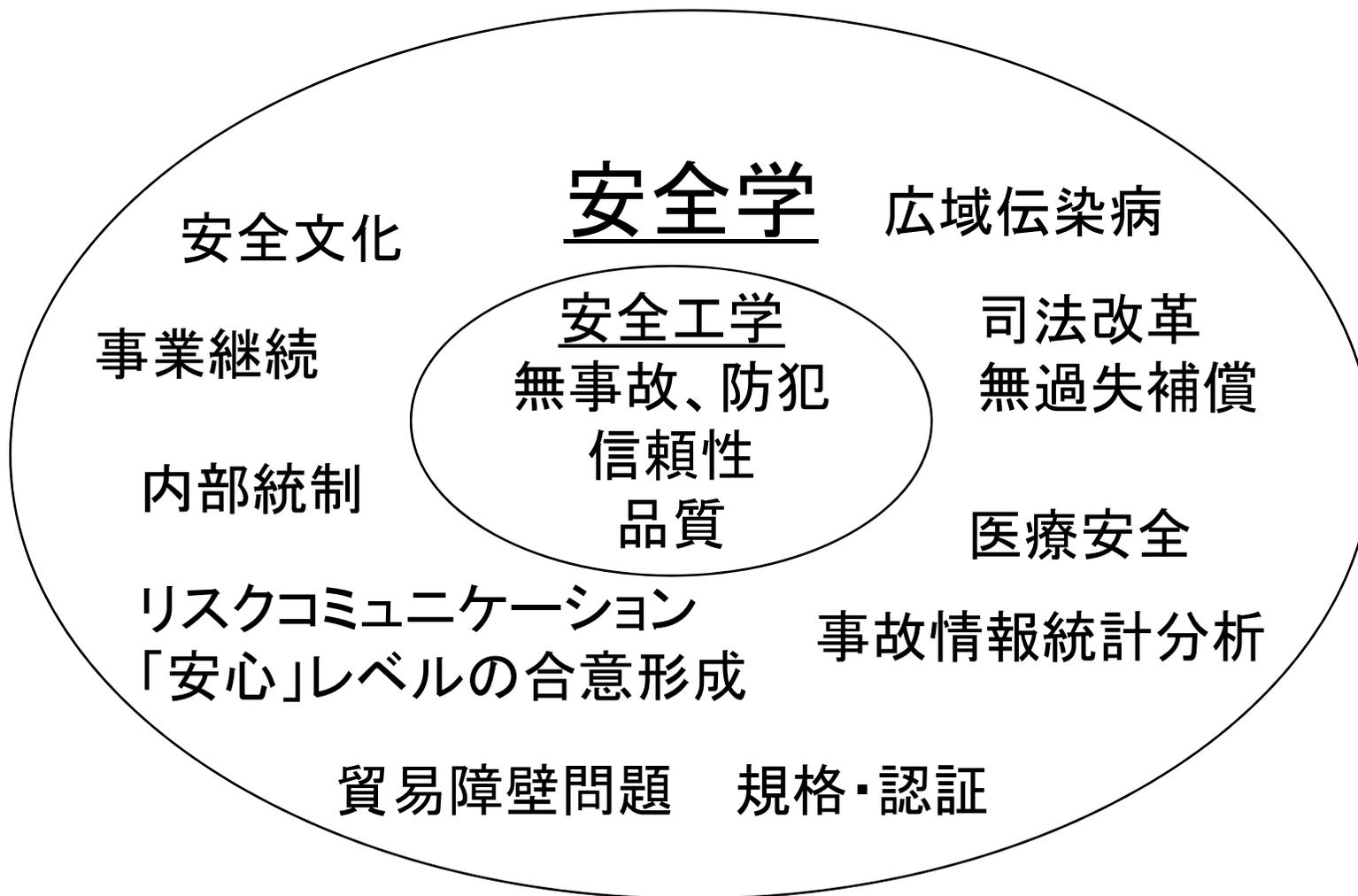
# 安全工学周辺の考え方の変化

従来	最近
ミス、エラー、誤差	不確かさ
事故は努力で回避できる	事故はいつか必ず起こる
「安全」	防護 (protection)
度数率(事故件数)重視	強度率(死者数)重視
無事故	事業継続
間違えない個人	負けない組織(Resilience)
指導、通達、教育	コミュニケーション
自力対策。自己検証	第三者認証
事業部署の安全努力	内部統制
既知の危険源への対策	未知の危険源。安全立証
新技術は良い技術	予防原則(未知=危険→規制)
刑事裁判、過失罪	裁判外、処罰は無効、分析と予防
ユーザは犠牲者。保護	主体的ユーザ、知る権利

# 「安心」の英訳語？

- “reliability” が候補だが、しっくりしない
- 「安全・安心」の2個は日本だけ？
  - Safety とアンシンの違いが不明確
    - 専門家の言うことと、消費者のとらえ方の違い？
  - 日本：
    - 牛の全頭検査：アンシンのためにやっている
    - 携帯電話こたつ中低温やけど裁判：ユーザの勝ち
    - ゼロリスク選好。代替物が多い社会。
  - 米国：
    - 政府の規制を嫌う傾向。貿易障壁化を嫌う。
    - 費用便益分析だけで済ます（絶対安全など無理）
    - 911テロ以降は、アンシンを求める傾向も

# 「安全工学」と「安全学」



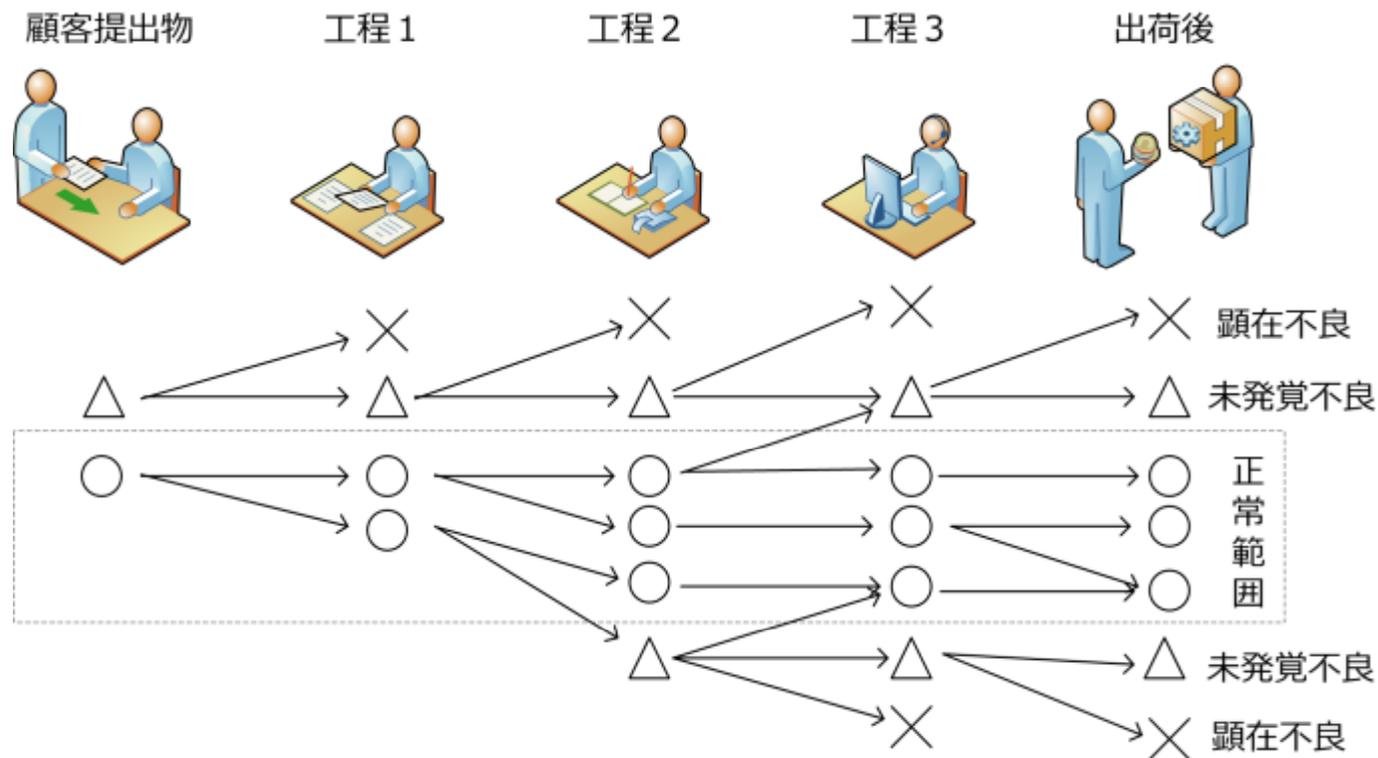
1-4

# 間違いをどう考えるべきか

---

# そもそも「間違い」とは？

- 定義できない:「塞翁が馬」
- 責められない場合あり
  - 例:顧客の年齢さば読み
- 仕事に含まれる「不確かさ」として考える



# ヒューマンエラーを防ぐ3つの力

力	意味	効果	強めるには
間違い 検知力	間違いが潜在していることを事故が起こる前に発見できる度合い。	事故件数を減らす。最も重要。	発見を助ける手立て。(目印、ポップアウト効果、検算など)
間違い源 逆探知力	どこから間違いを含み、どこからやり直せばよいか判定できる度合い。	事故復旧コストを抑える。2番目に重要。	トレーサビリティの手立て(記録、検査の頻繁化)
作業成功 力	間違いが少ない度合い。	ランニングコストを抑える。(普段は目に付くが、相対的重要度は最も低い)	手順の適切化。作業者の補助。訓練と教育。

# 正直な告白が事故を防ぐ

- レンチ1本を紛失した空母の整備員
  - 上官に報告
  - 艦長まで報告が上がる
  - 訓練停止。全力で搜索。全機を陸上基地へ帰還。
  - 告白した整備士は表彰。
- メガネを忘れた新幹線運転手
  - 運転途中で気付く。裸眼でも一応見えた。
  - 運行指令に報告
  - 列車停止。対向列車で交代乗員を送り込む
- 自分のミスを即時に言ってもらえる組織は強い
  - 恥ではない。表彰してもいい。

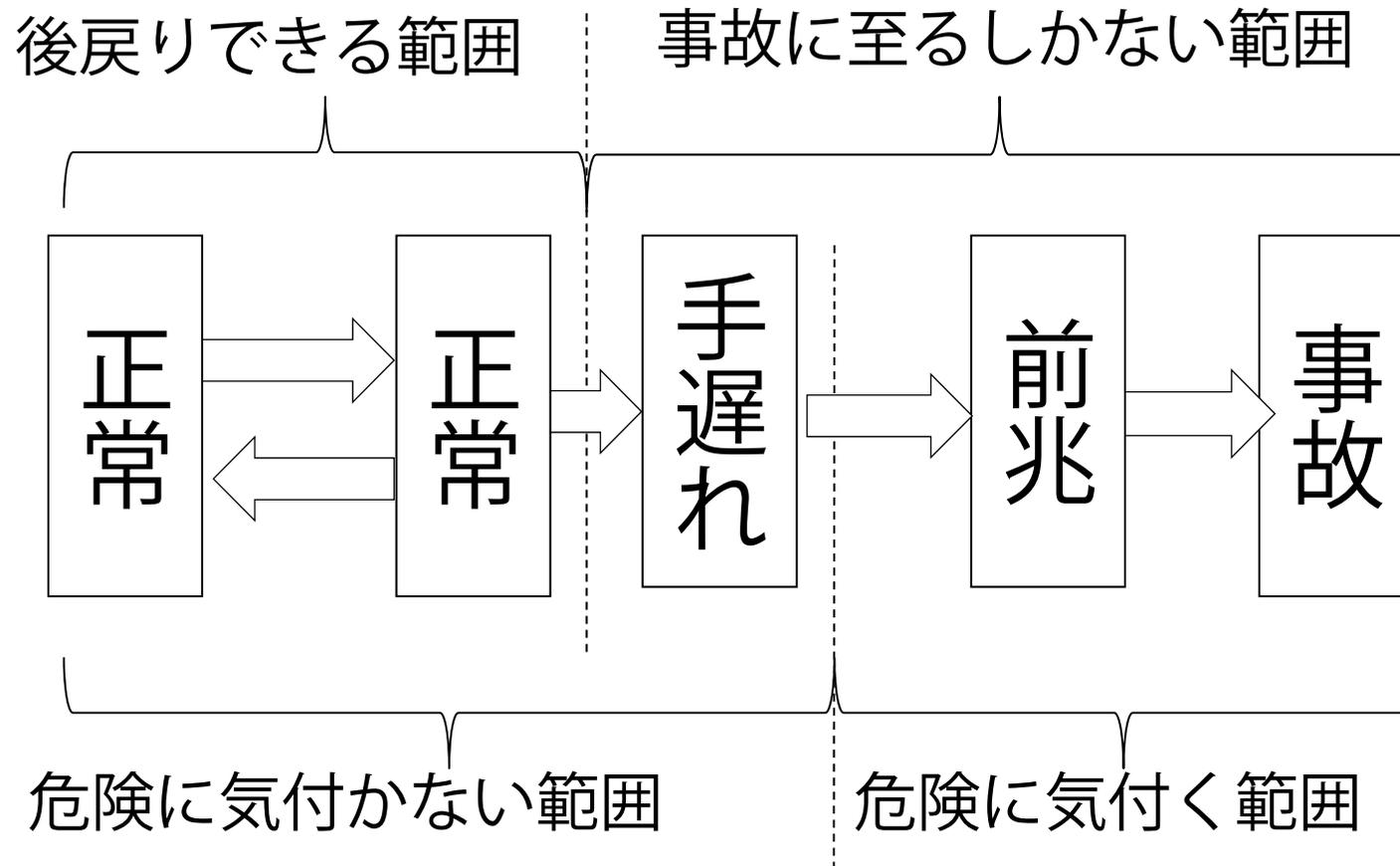
## 間違い検知力!!

こんにちははみさなんおんげきですか？

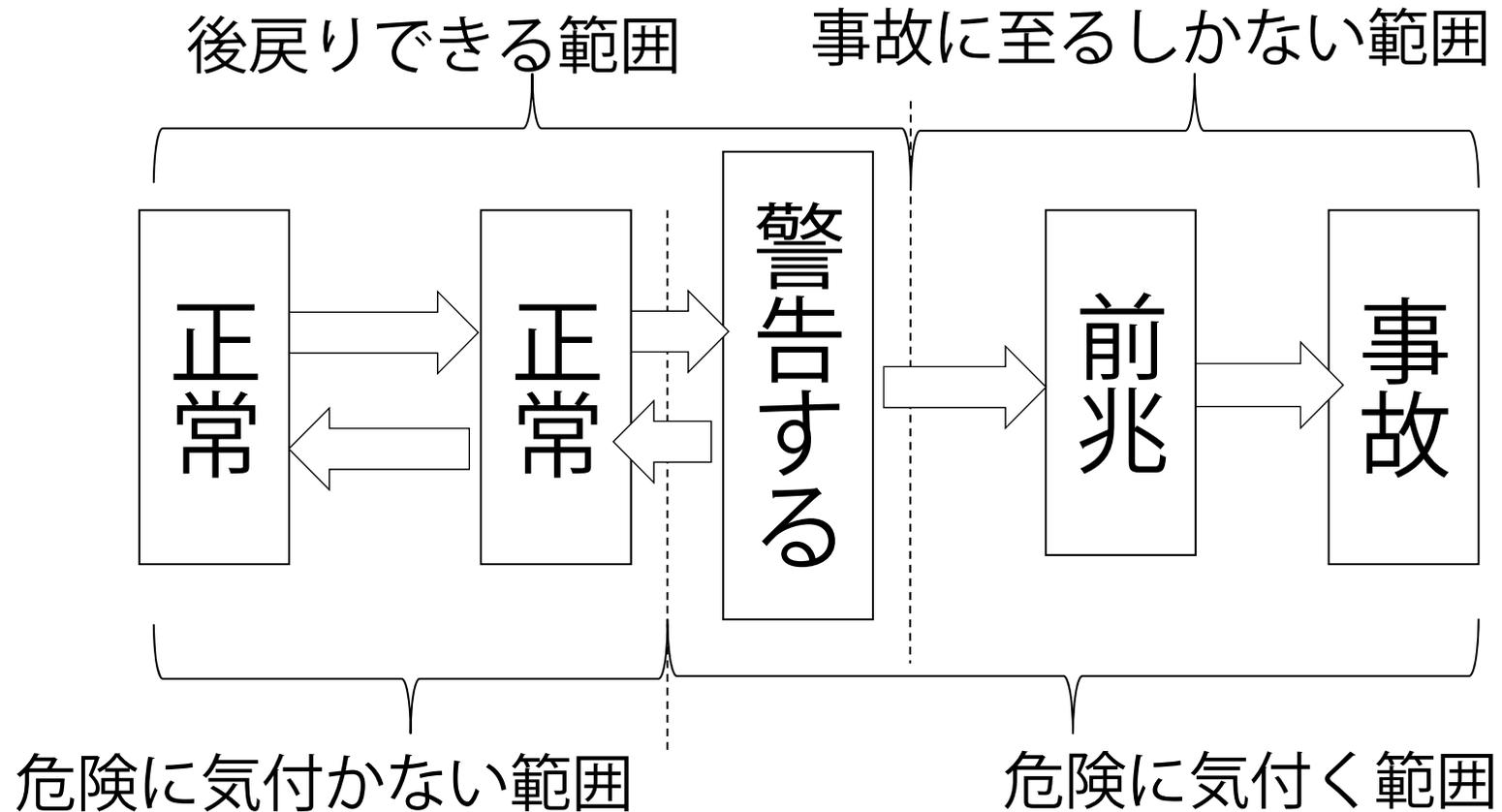
わたしはげんきです。

にんんげはもじをにしんきするときそのさしいよとさいごのもさじえあいてつれば じばんゆんはめくちちややでもちんやとよめる。

# 事故になる構図



# 事故にならない構図



## 第2部

# 問題解決の考え方

2-1

# 人間の注意力を誘導・制御する

---

# 人間を用心深くする方法 (1)起きろ

- ①強制覚醒
  - 起きていないと止まるしくみ
- ②小事故誘導
  - 大事故の前に、異変や小被害が出るしくみ
  - 高速道路のカーブ



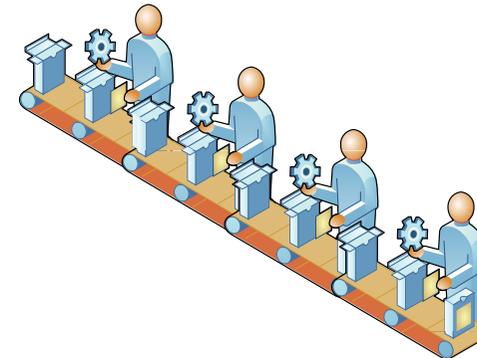
握ってないと電車停止



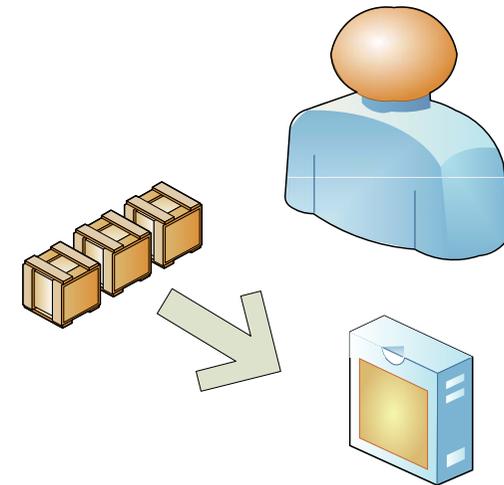
道路の盛り上げ

# 人間を用心深くする方法 (2) 関心

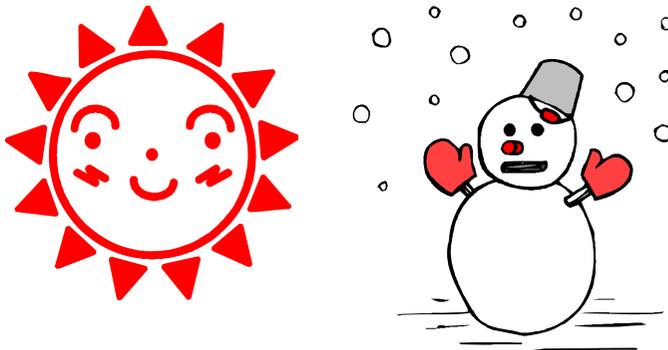
- ③ 関心を持たせる
  - 作業に楽しさ、やりがいを
    - 田植え歌
    - セル生産方式
- ④ 関心を減らさない
  - イライラの原因をなくす
    - 気温・湿度を快適に
    - 機械の遅さを改善する



流れ作業は漫然化



やりがいのある分担に



## 人間を用心深くする方法 (3) 声出し

- ⑤五感と体を同時に使う
  - 声を出し、手足を動かそう
  - 指差し呼称

- ⑥二人作業班
  - 互いにチェック。復唱する。
  - 半々に仕事を分けるのではない
  - ボケとツッコミ (『ペア・プログラミング』)
  - 「自己客観視」することがねらい

ツッコミ式チェック  
(反論させる)

報告式チェック  
(状況を答えさせる)

○×式チェック  
(はい・いいえだけ。  
手抜きしやすい)

# 「ものものしさ」を適切に！

- 復唱はものものしい → 恥ずかしい
- 厳重な作業には、ものものしさの演出を
- 江戸町奉行所の捕縛縄は5色あった
  - 季節によって使い分けた
  - 捜査と逮捕は「神意による行動」
  - 粗雑な道具を使わない

「普段とは違うのだぞ」  
と思わないと、大まじめな  
動作は恥ずかしい。  
道具・雰囲気・準備を  
普段と変えるべき。



逆さ屏風：喪中は普段の逆にする

# 人間を用心深くする方法 (4)油断防止

## 7. 達成感の保留

- 途中で気を抜かせない
- ATMで、現金出しは手順の最後に置かれている



総員整列。最後に儀式。途中で気を抜かない

## 高名の木登り(徒然草)

- 高い所にいる人は何も注意しない。すでに自分で警戒しているから。
- 軒先ほどの高さに降りてきたら、「あやまちすな。心して降りよ」と注意
- 現代の建設現場でも、足場の2段目(1m強)からの落下が多い。「魔の2段目」

2-2

# 作業の道具・環境の改善

---

# ミスを防ぐ作業ツールの工夫

1. ゾーニングを整える
  - 仕事の交通整理
2. “なぞらえ”で分かりやすく
  - 作業状況をモノでたとえる
  - 鉄道のタブレット
3. 書類を読みやすく
  - ポップアウト効果を使う

# 場所の意味と、流れの向きを統制



正しい分解・組み戻し



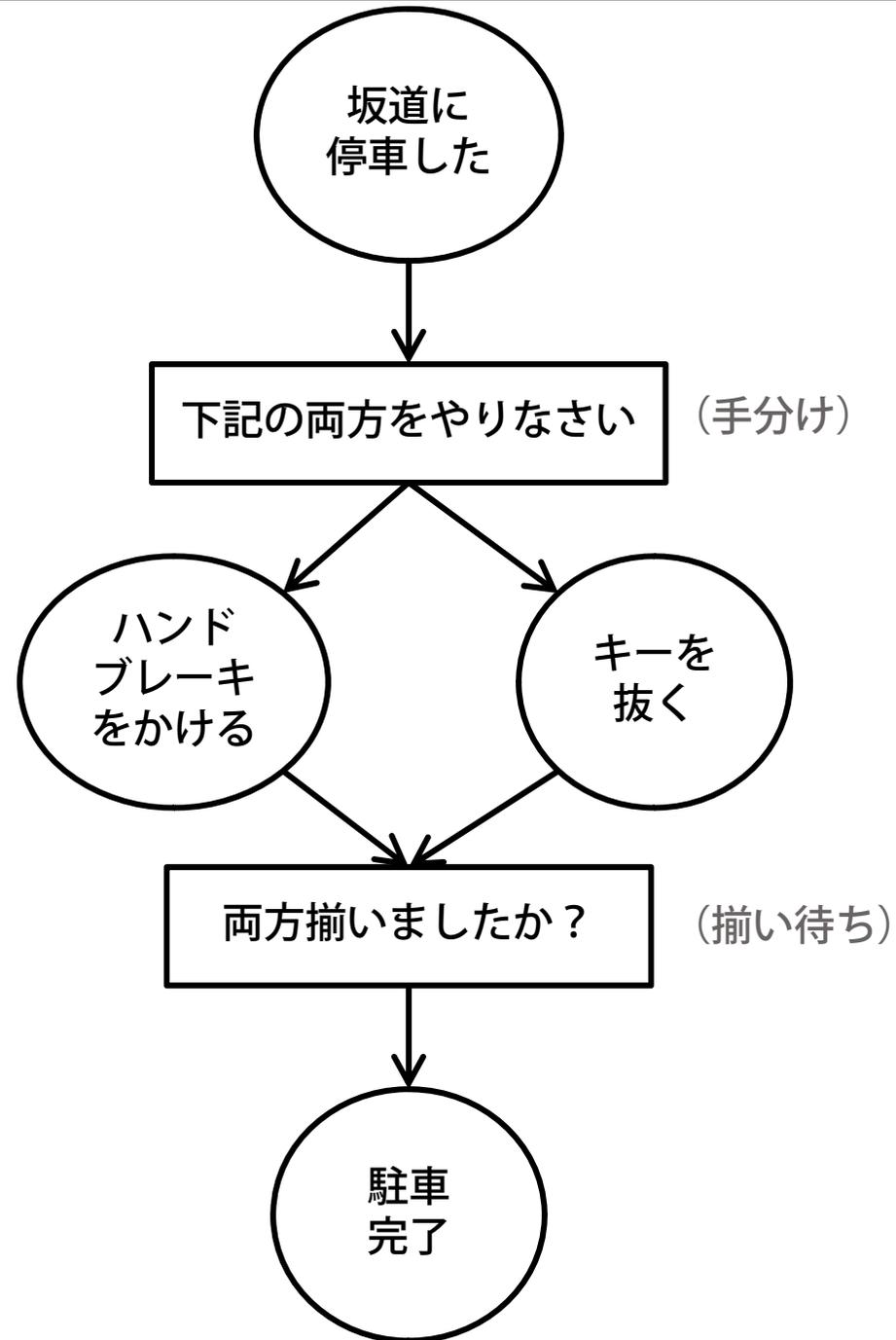
これではダメ  
(時間かかる。紛失する)



汚染を逆流させるな！

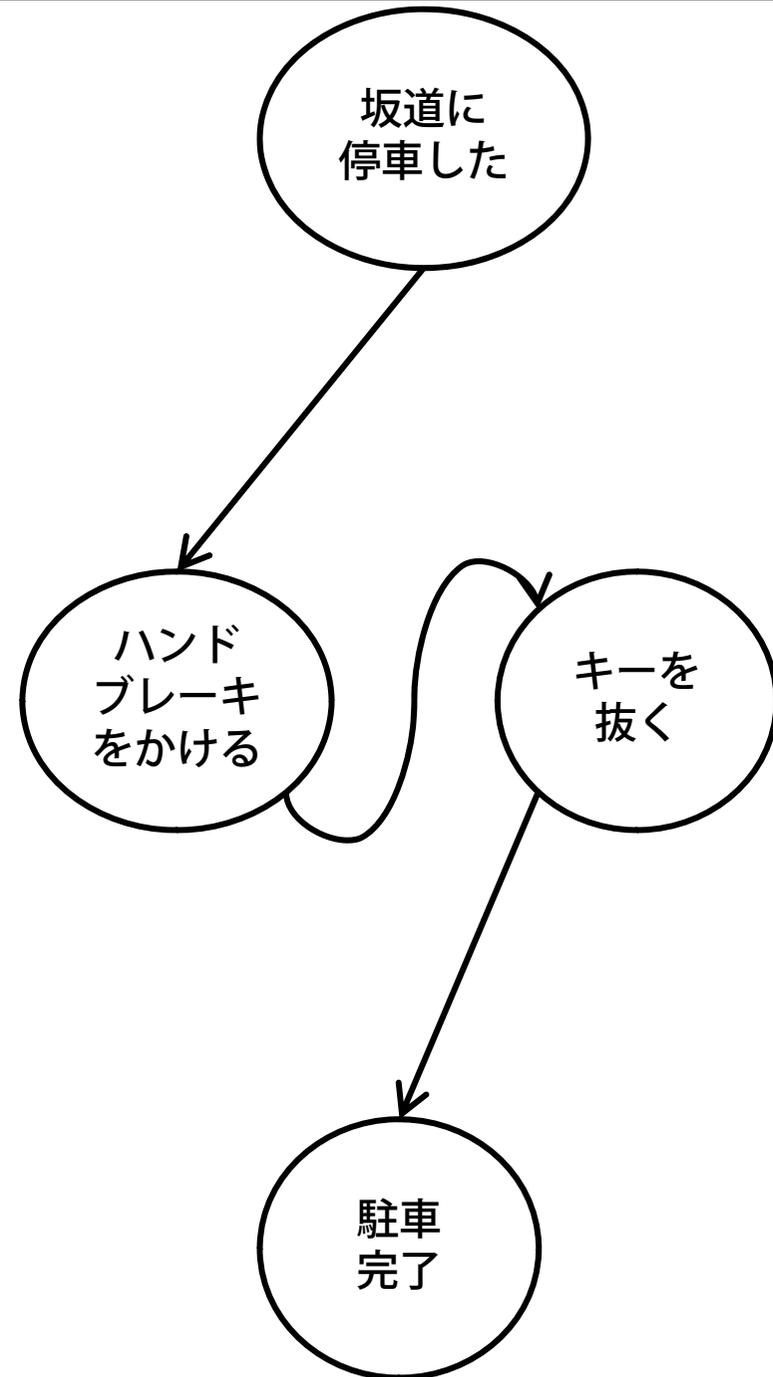
# 「やり忘れ」が 起こるわけ

それは、  
揃い待ち合流  
が含まれてい  
るから

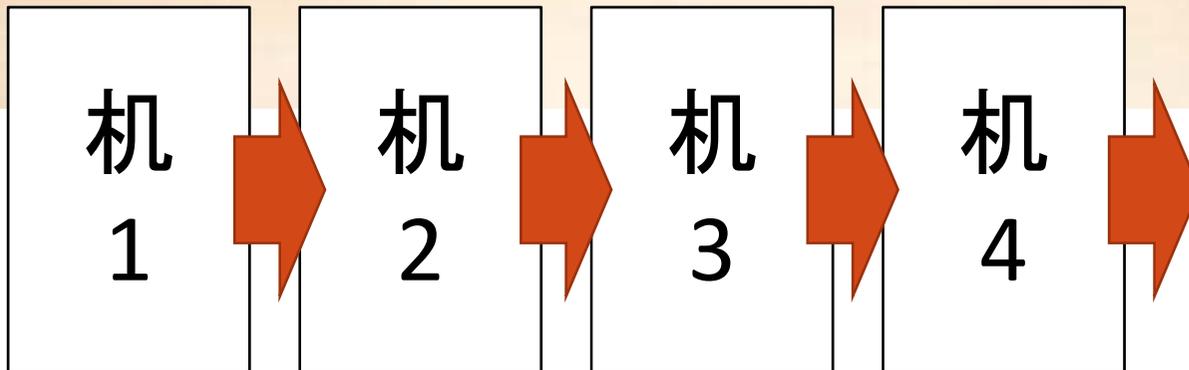


# 「やり忘れ」を 無くすには

揃い待ち合流  
を無くそう。  
手順を固定する



# 一本道とゾーニングの調和



手順飛ばし防止  
汚染逆流防止  
汚染源特定容易化

# モノで状況をたどる



列車の通行許可証

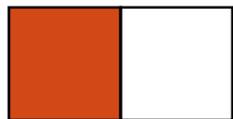
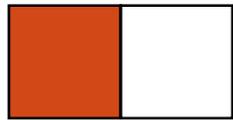
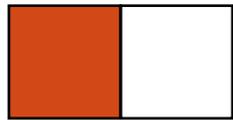


飛行機のドアの動作モード管理（鍵ストラップ）



Starbucks の  
豆乳入り商品  
引き替え札

# 目立ち効果「ポップアウト」



どれが逆？



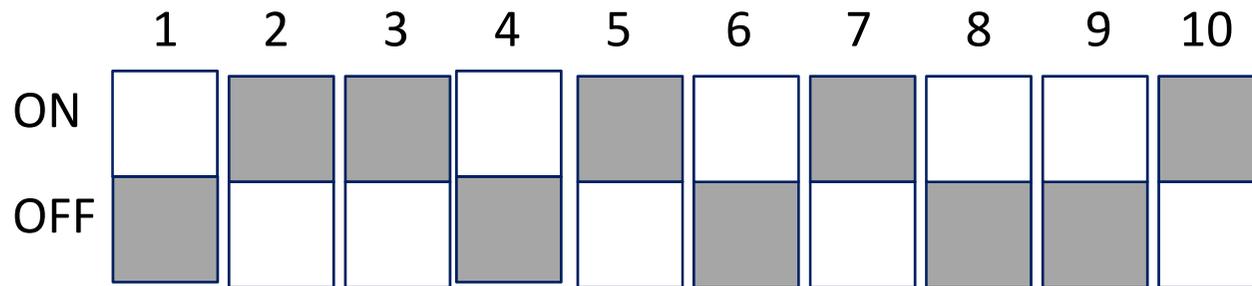
どれが逆？



誰かいる？

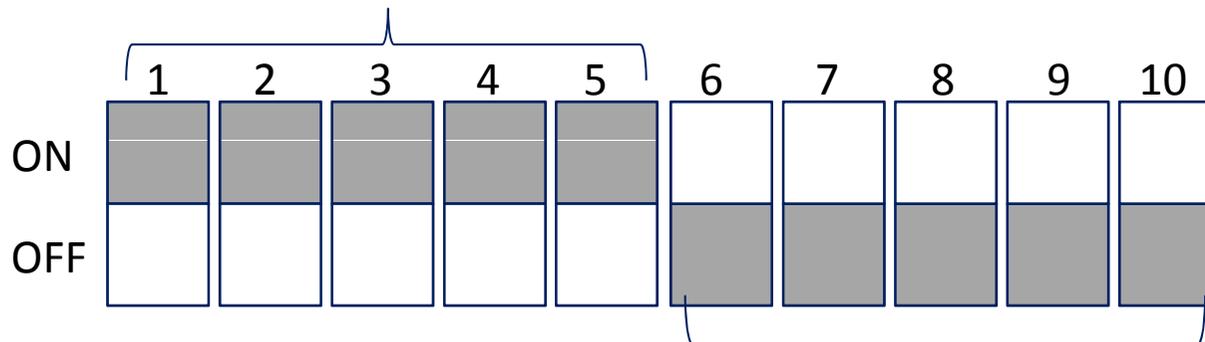
# ポップアウト効果の利用例

- 機材を使用後は「初期設定値」に戻すこと
- しかし、忘れる、まちがえる



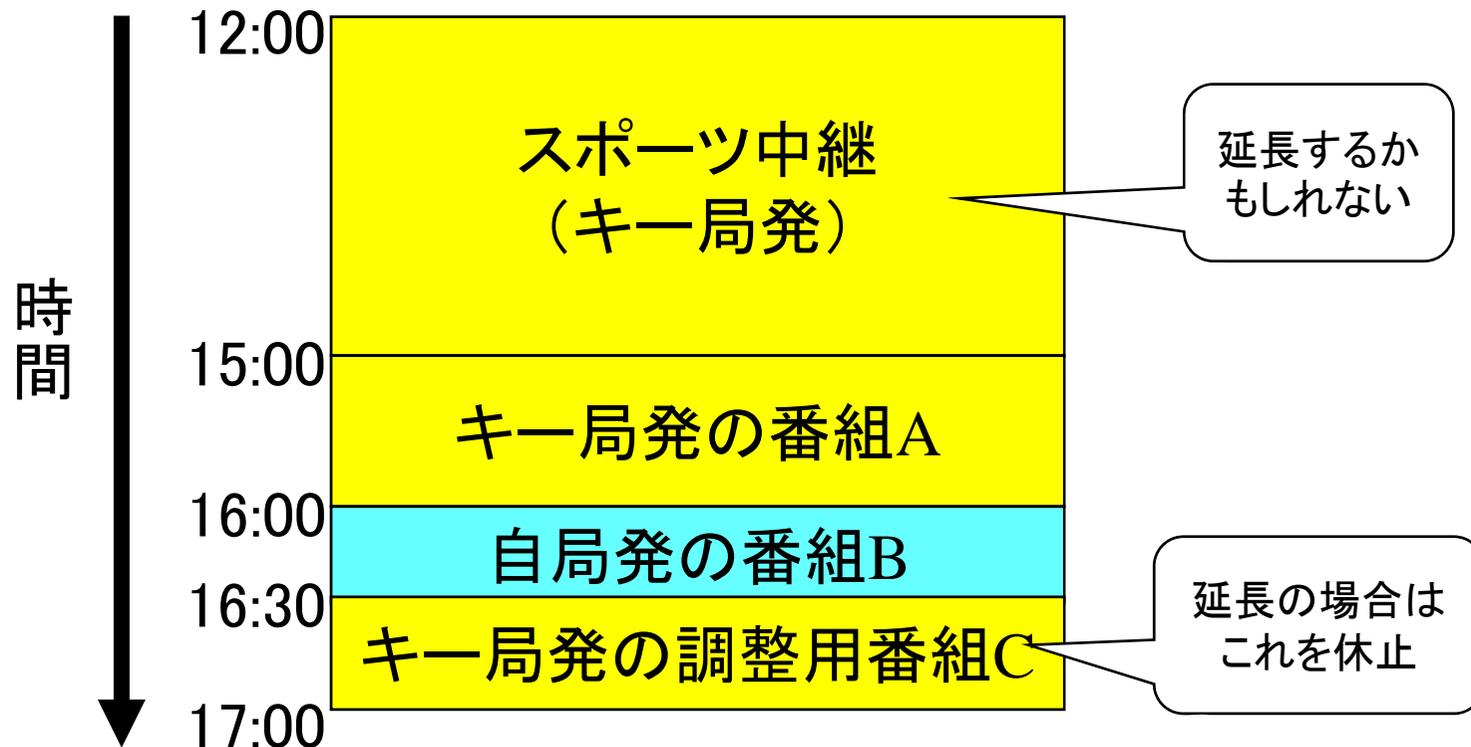
これに戻せと  
言われても無理

使用後はONに戻せ

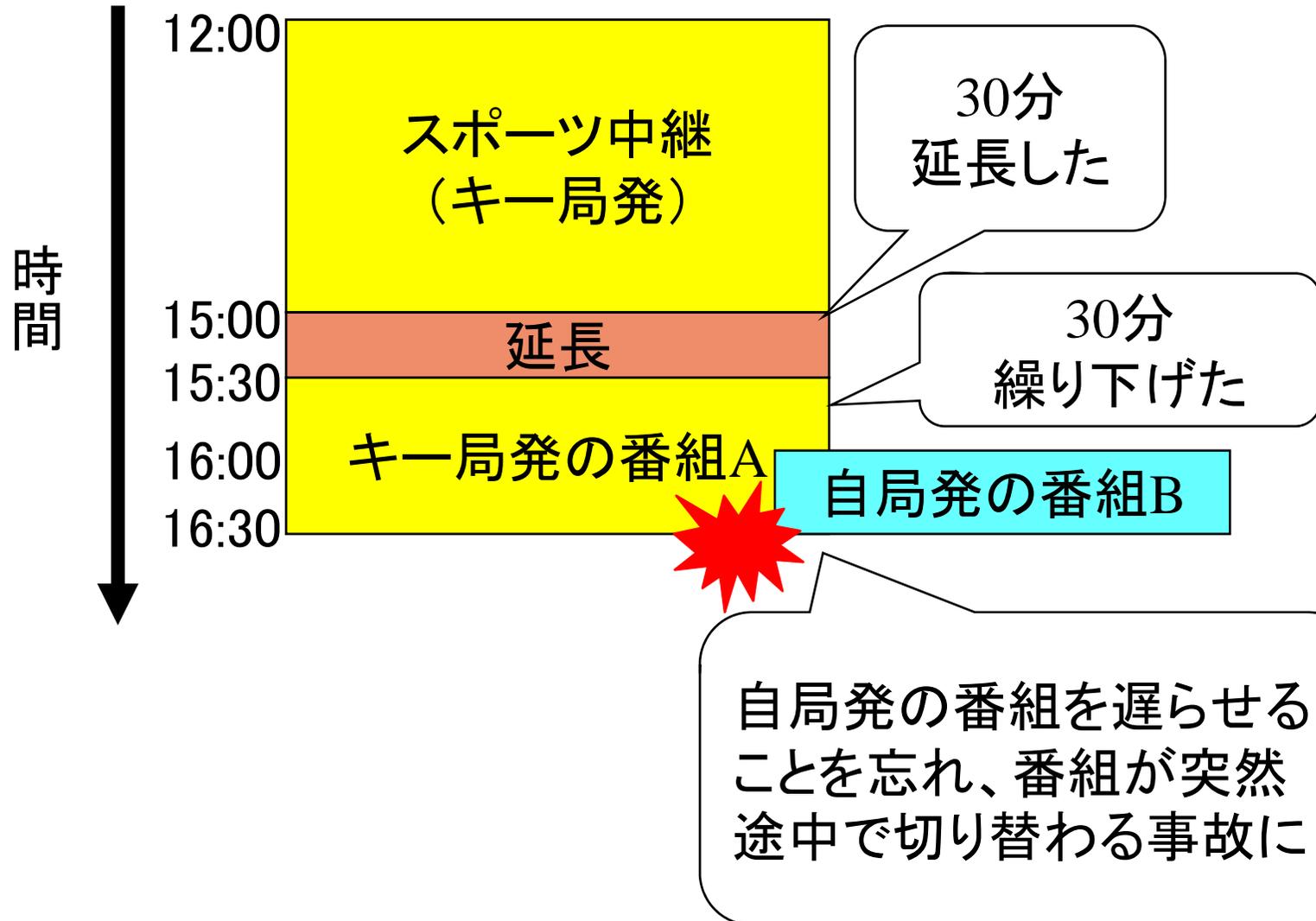


使用後はOFFに戻せ

# ある放送事故 その背景



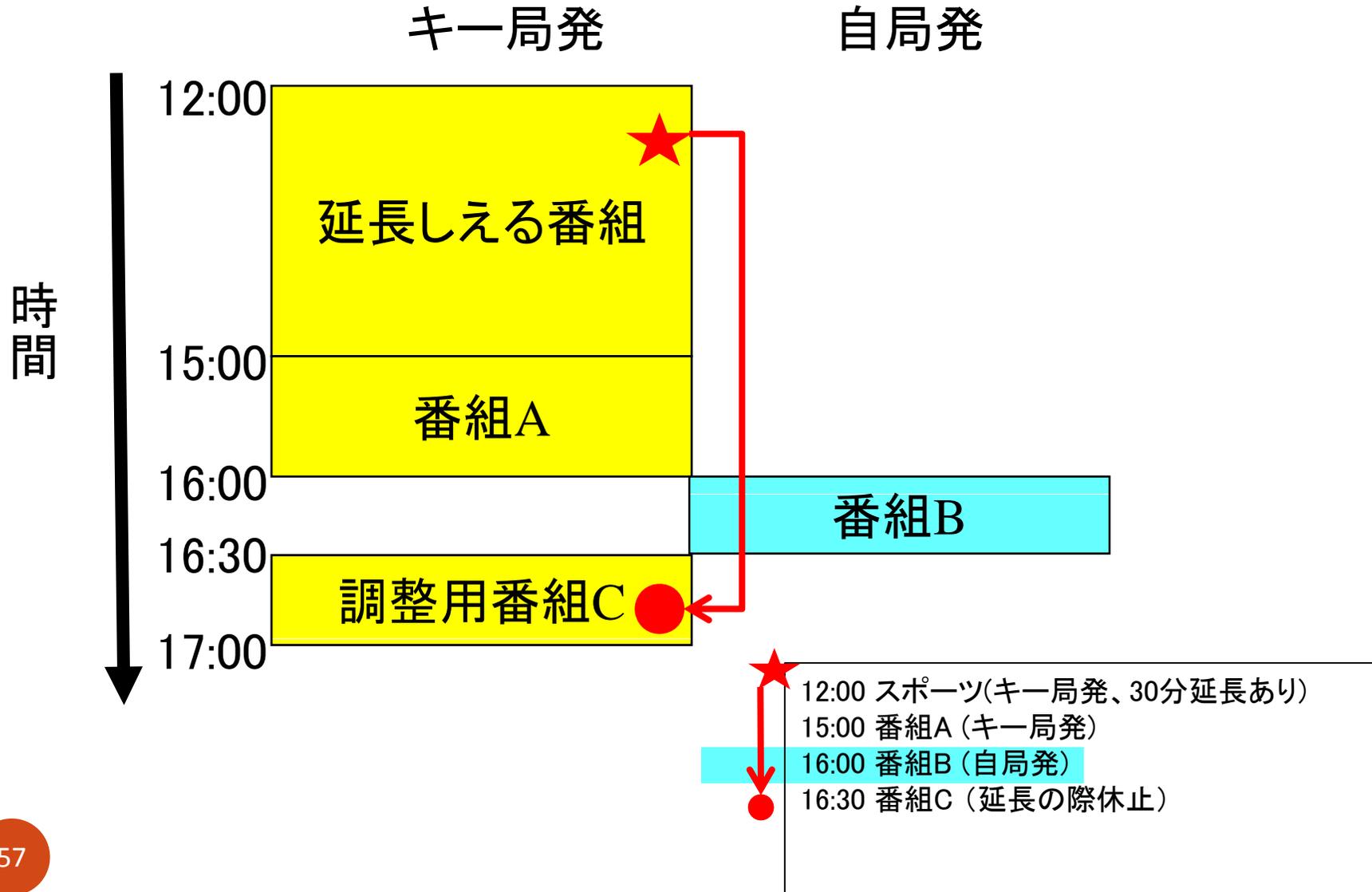
# 案の定延長したのだが・・・



## どう表示していたか？

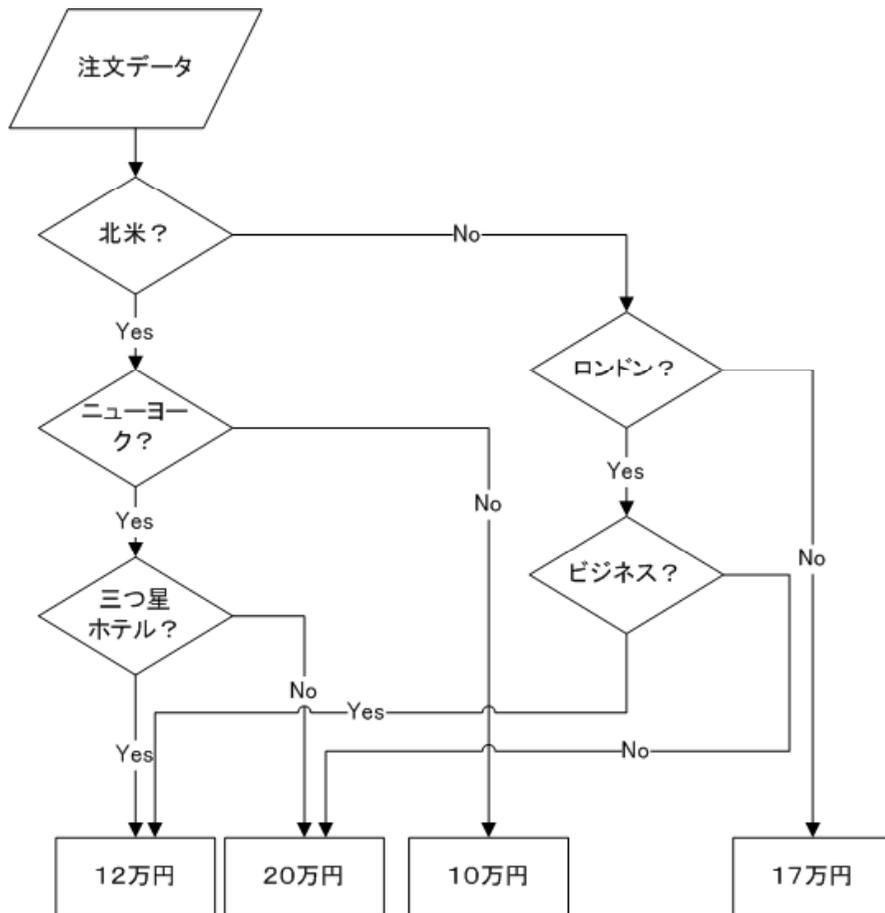
- 12:00 スポーツ(キー局発、30分延長あり)
- 15:00 番組A (キー局発)
- 16:00 番組B (自局発)
- 16:30 番組C (延長の際休止)

# どうすれば要点を見つけやすいか？



# フローチャートの廃止 表への代替

1970年代のソフトウェア学界：  
フローチャートが、仕事の「構  
造化」に適さないことを認識



方面	北米		欧州		
	ニューヨーク	シカゴ	ロンドン	パリ	
都市					
条件	三つ星ホテル	五つ星ホテル	-	ビジネス	観光
料金	12万	20万	10万	12万	17万

品名	焼き魚定食			
タイプ	サバ	ほっけ	さんま	さわら
下ごしらえ	振り塩	-	振り塩	西京ミソ
焼き	6分	6分	7分	7分
仕上げ	大根おろし	大根おろし	大根おろし	ショウガ

ワンポイントイラストは、強い味方

# 実験手順



# 実験手順

## ダメなマニュアルの書き方

定義主義:「〇〇は〇〇できる」

分散主義:「〇〇については〇〇を参照」

法律のような完備性はあるが、  
読解困難、手順確定せず

- 道路交通法を読ませて車の運転させても無理

例

- 「原料数量が確定しており、温度管理などについて問題がないと判断した場合の作業は、通常作業扱いとして実施することができる。」
- 「加熱作業において、ワークから生成した残滓の扱いについては、環境安全管理規則加熱編18頁参照。」

# 良いマニュアル

- 手順主義 (not 定義)
- ワンストップ主義 (not 参照)

## 仕上げ指定未定での加工の手順

1. 原材料の量が確定しているか確認
2. 工程管理に問題がないか判断
3. 長尺物の場合は〇〇〇〇する。
4. 通常作業と同様に実施

# チェックリストの作り方

---

# ポップアウトを考えた書式にする

圧力値	3 気圧	設定者 山田	確認印
-----	------	-----------	-----

こんなチェックリストはダメ

加熱時刻	9時30分～10時20分	設定者 山田	確認印 鈴木
------	--------------	-----------	-----------

<input type="checkbox"/> 緊急停止(理由: )	実施者	承認印
-------------------------------------	-----	-----

圧力値	3 気圧	設定者 山田	確認印 鈴木
加熱時刻	9時30分～10時20分	設定者 山田	確認印 鈴木
<input type="checkbox"/> 緊急停止(理由: )	実施者	承認印	

# チェックリストのあるべき姿

1. 簡易マニュアルではない
  - 「作業の手順」と「作業結果の検査方法」は別物
2. 汎用ではない
  - 「厳密検査用」と「日常用」とは別物
3. 使うタイミングが指示されている
  - 最良のタイミングで検査する
4. 簡単明瞭である
  - 単純な文。成否のぶれのない判定。見やすさ。
5. 短い
  - 1頁以内。10項目以内。

# 1. 簡易マニュアルではない

- 長大なマニュアルの欠点を背負わすな
  - マニュアルが長い・難解・詳細すぎるならば、チェックリストとは別に「簡易マニュアル」を作る
- 作業と、その検査は分離しよう
  - 作業中は、自分の作業は正しいと思っている
  - 作業中は、やりかけ途中だから、仕事の成否が判定できない。
  - 作業中に、検査も課すと、難しく、共倒れになる。

## 2. 汎用ではない

- 検査にもいろいろある
  - 制度:「いつもの確認」から「法定検査」まで
  - 重要度:「接客品質」から「法令抵触」まで
  - 網羅性:「よくある事案」から「例外ケース」まで
  - 対象:「書類上の不備」から「管理体制」まで
- チェックリストは、それぞれ分けて作ろう
  - 特徴がまちまちのチェックを連続して行ってはいけません。

### 3. 使うタイミングが指示されている

- 使ってもらわなければ意味がない
  - チェックリストを使うこと自体を忘れてしまう
  - 「いつ、使え！」はハッキリと
- 早すぎるタイミングでは意味がない
  - 仕事の途中では、ことの成否が未定である
- 手遅れでは意味がない
- 仕事へ、割り込みの邪魔をしない
  - 一区切りついた所で、一息入れて、チェック

## 4. 簡単明瞭である（論理面）

- 二重否定は禁止
  - 「Aではない場合を除き」→「Aならば」
- 曖昧は禁止。何を何するか、明記せよ。
  - 「Aではない場合」→「BかCかDの場合」
  - 「A(注1)ならば」→「ナニナニのAならば」
  - 「Aに注意せよ」→「Aの〇〇を調べ、△△に記入」
- 参考情報は不要
  - 「なお、〇〇もご参照」 → それで何するかを書く
- 一発KO方式がよい
  - 1つでも「×」ならダメというチェックが楽

## 4. 簡単明瞭である（見やすさ）

- 活字を正しく使う
  - 小さすぎないこと。太すぎや細すぎないこと。
  - 「丸ゴシック体」が無難
- 文字装飾より、レイアウトを整える
  - 小見出しや、早見表は、わかりやすい
  - 傍点、下線、太字、色の強調は、最後の手段
- 目線の流れを簡単に
  - チェック欄を右往左往させない

## 5. 短い

- 10項目以内
- 1枚紙以内（名刺大～A4大）

### <短くするコツ>

1. 不急不要な項目は削る
  - 忘れがちで、忘れたら一発アウトの項目だけ残す
2. 字数も減らす
3. 何段階かに小分けにする
4. 担当者を手分けする
5. 対処方法は別書類にまかせる
  - 「ならどうする」は簡易マニュアルに書く

# レイアウトの基本形

一発KO方式なら、  
チェックボックス箇条書き

- 本人確認したか？
- 金額は10万円以下か？
- 午後2時半前か？

全てOKなら、……。

やや複雑なチェックなら、  
早見表 & 選択肢

チェック項目		該当を丸で囲む	
ご本人か？		本人	違う
金額は？		10万超	以下
業務は？	振込	14:30過ぎ	14:30前
	その他	(確認不要)	

↑ 惰性でチェックを入れられるリスクあり

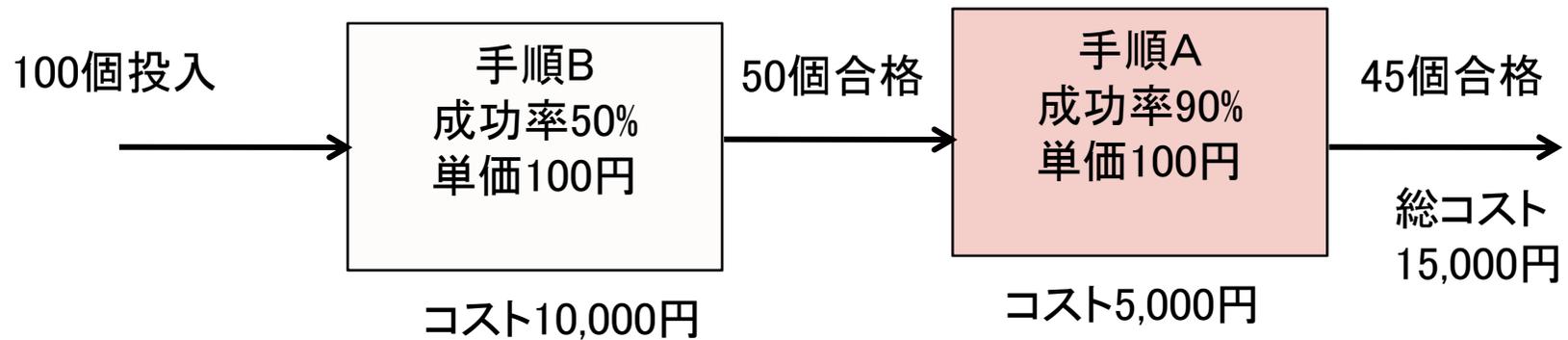
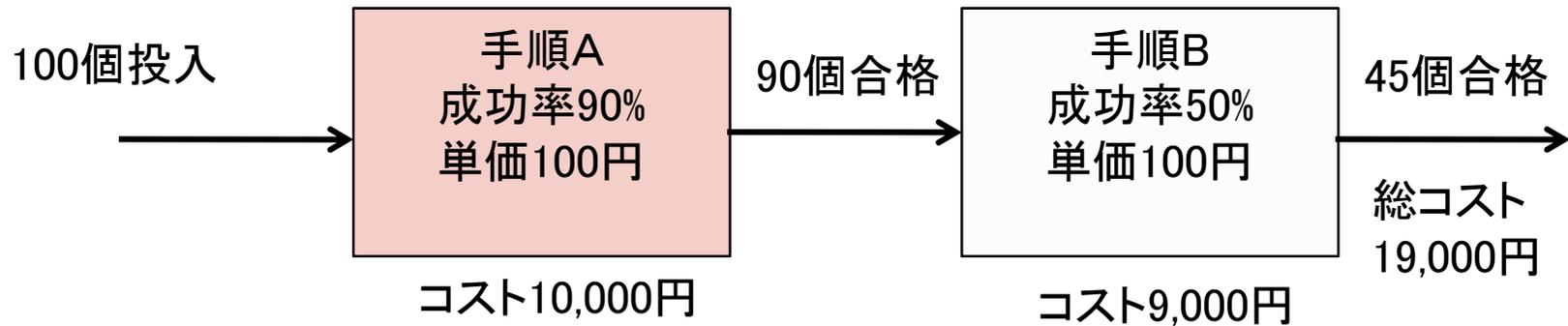
2-3

# 段取りの設計はどうする

---

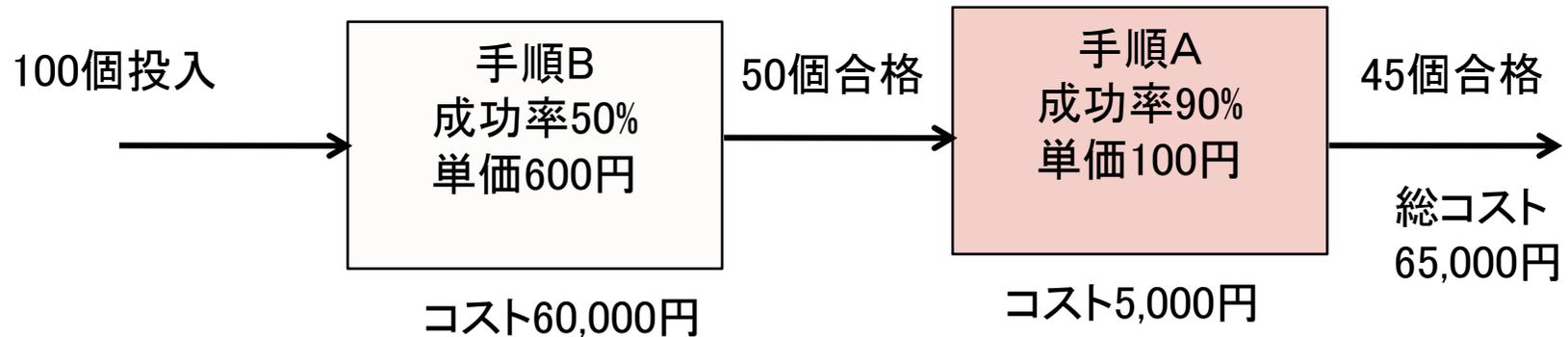
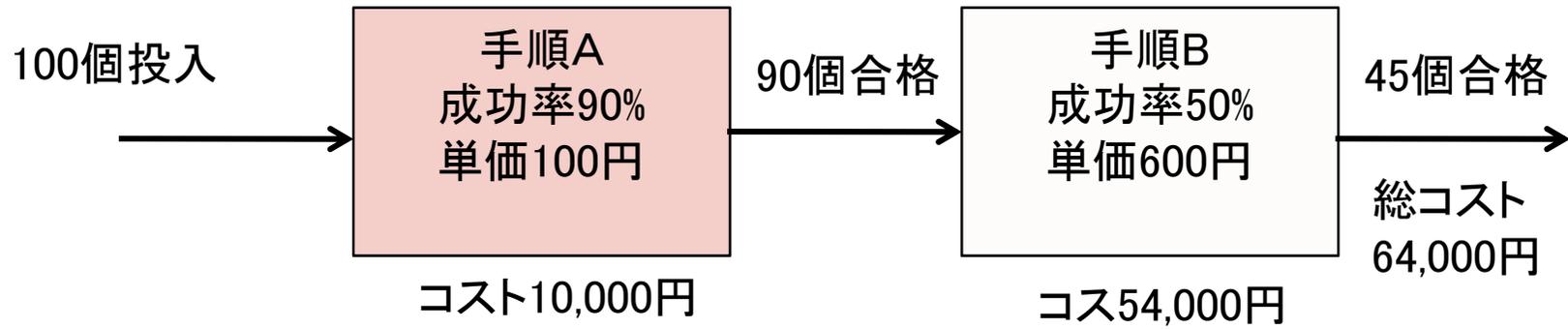
# 手順とランニングコスト

- 原則：ダメ出しは早めに



## 手順とランニングコスト その2

- 原則：最初はケチに



# 手順設計の原則その1 「必須性」

- 実施が必須の手順は、
  - 成功率の低いものから取りかかる。
    - 失敗が多い手順は、直後に検査手順を設ける。
  - なるべく、コストの低いものから取りかかる。
- 不急・不必須の手順は後回し
  - 余力があれば実行
    - 成功率の高いものから
    - コストの低いものから
    - 例：高血圧の患者には、まず確率の高い本態性高血圧を疑って治療。（いきなり稀な病気の検査をしない。）



## 手順設計の原則その2 「因果律」

- 手戻りが無いようにする
  - 料理を作ってから客の注文を聞いてはダメ
- 順不同で入れ替え可能な場合
  - 意味が近い手順はまとめる
    - 作業の意味が把握でき、覚えやすい
  - 手順飛ばしが起こりにくい場合は、手順は作業者の裁量に任せる。
    - 作業完了がチェックしやすければ、手順飛ばしは少ない
  - 手順飛ばしが多い場合は、手順を一つに固定
    - 作法として決めたり、機械による誘導。

## 手順設計の原則その3 「記憶能力」

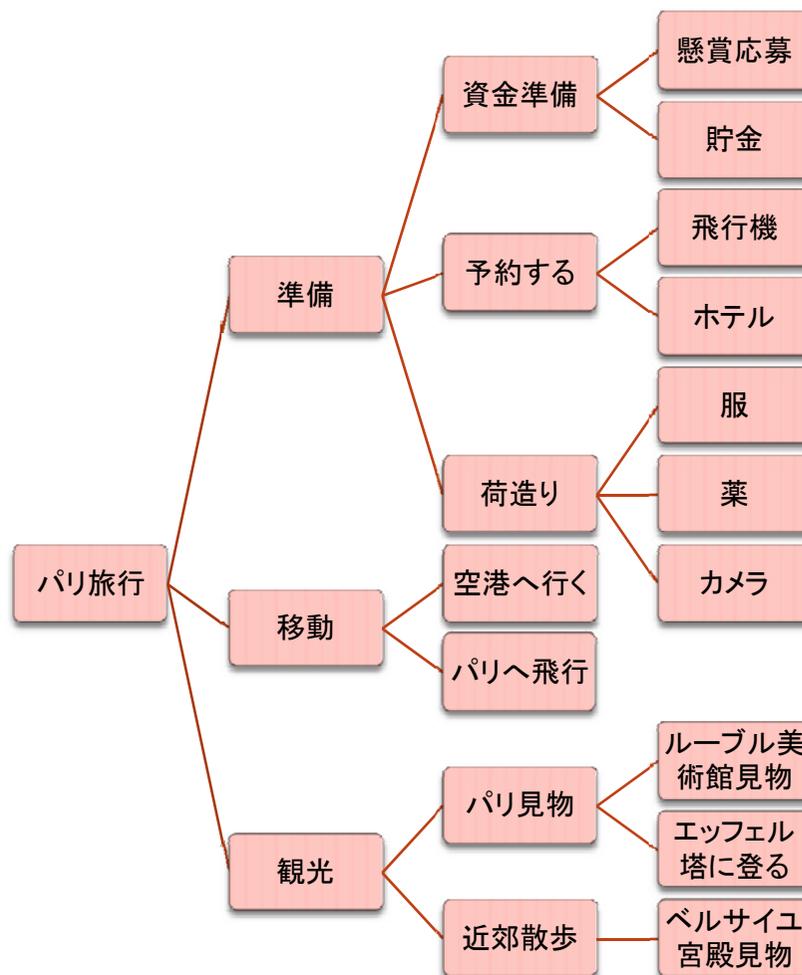
- 忘れてはいけない手順は、
  - 通常は、なるべく最初に行う
  - 最初にできない場合
    - 区切り目を意図的に付ける
      - 例: 弓道八節
      - 足踏み、胴造り、弓構え、打起し、引分け、会、離れ、残心
    - 達成感を感じさせるものは、最後に行う。
      - ATMの現金受け取り手順

## 手順設計の原則その4 「外部制約」

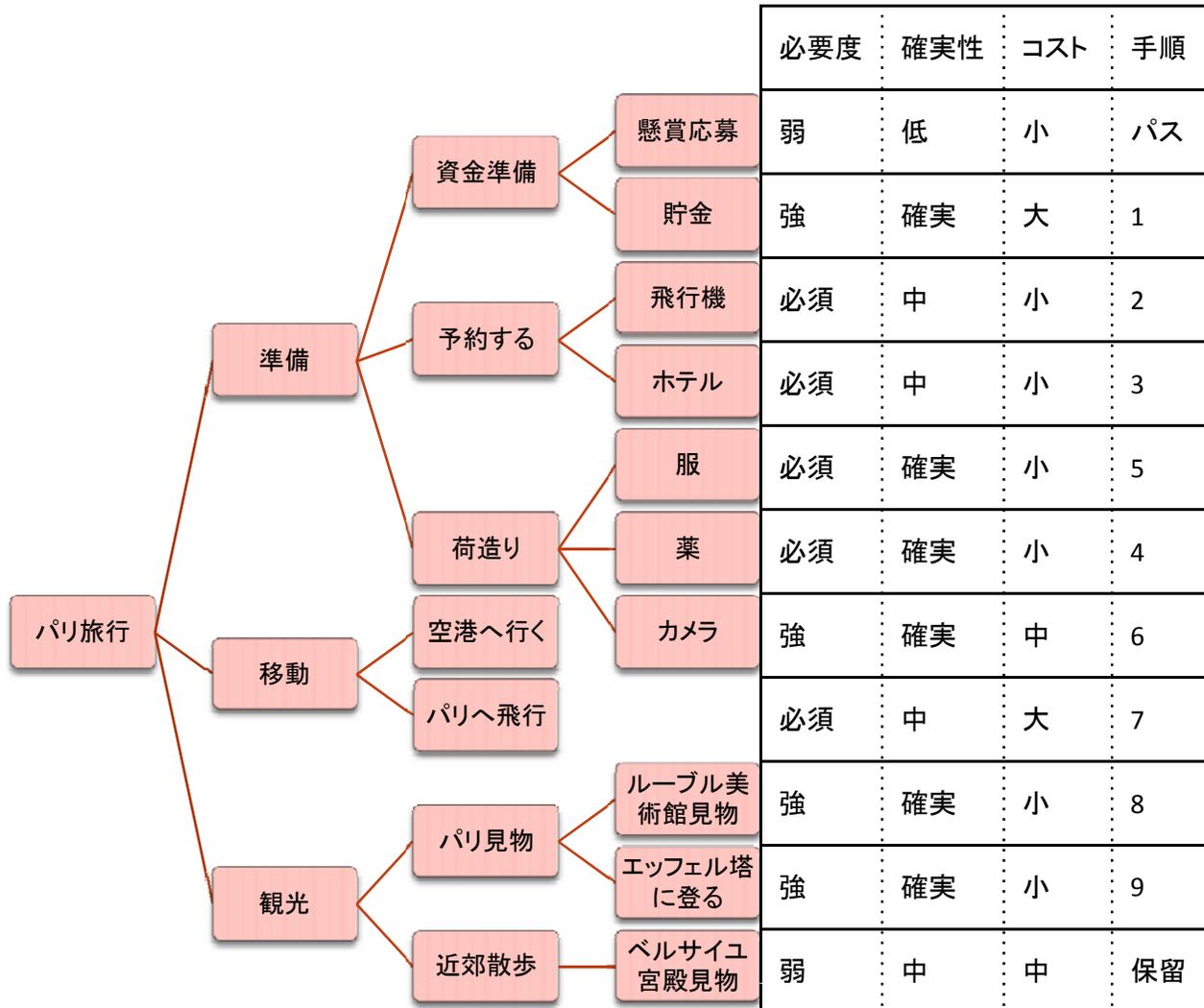
- 汚染・落下の制約
  - きれいなものから作業
  - 上から下へ作業
- 時間の制約：間に合うか
  - 劣化・腐敗しないタイミングか？
  - どれだけ時間がかかるか？
- 資源の制約
  - 一度に機械・場所・電力を取り合わないか？

# 手順の設計は難しいけれど、 タスクツリーを使うと楽

仕事には、  
大目的、  
中目的、  
小目的という  
樹構造がある



# タスクツリー



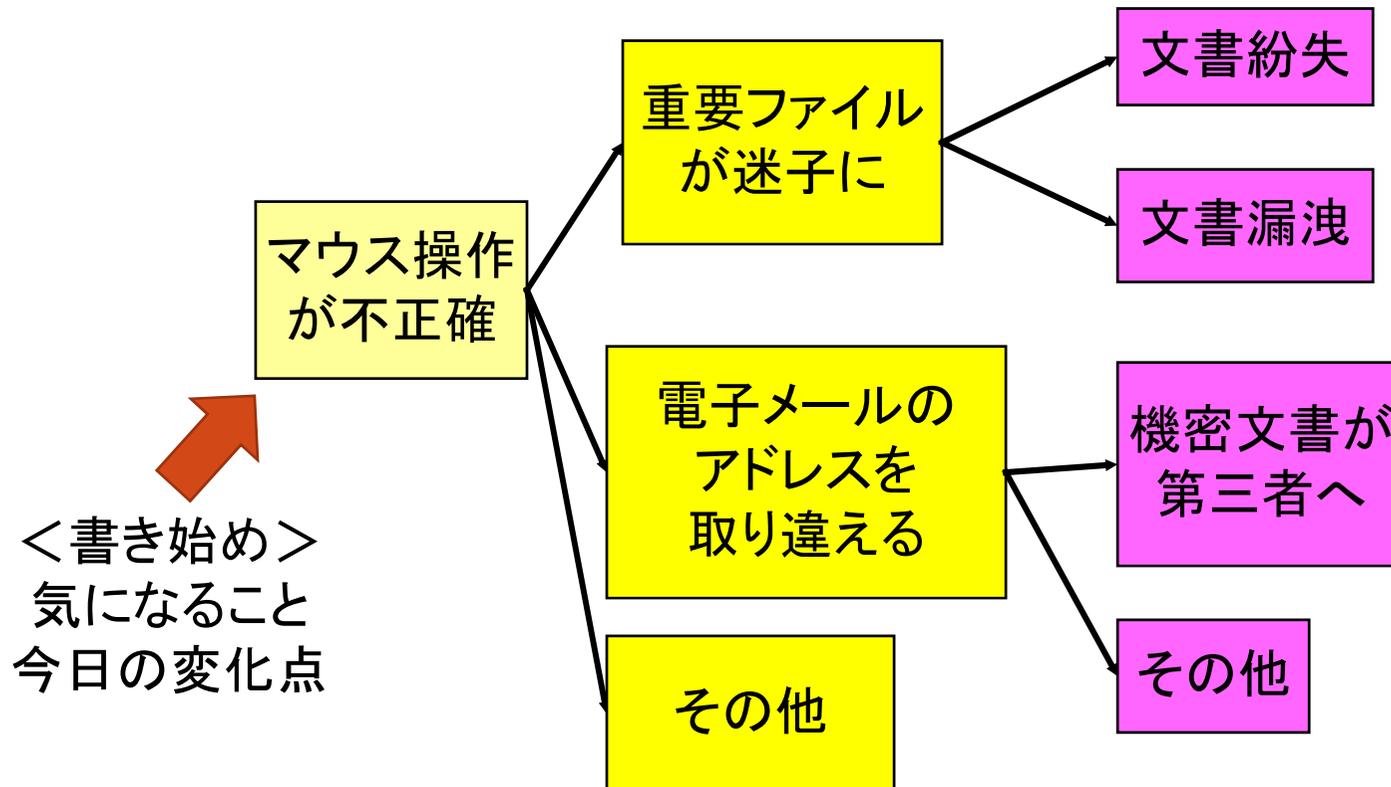
2-4

# 解決策を組み立てる

---

# Event Tree Analysis (ETA)

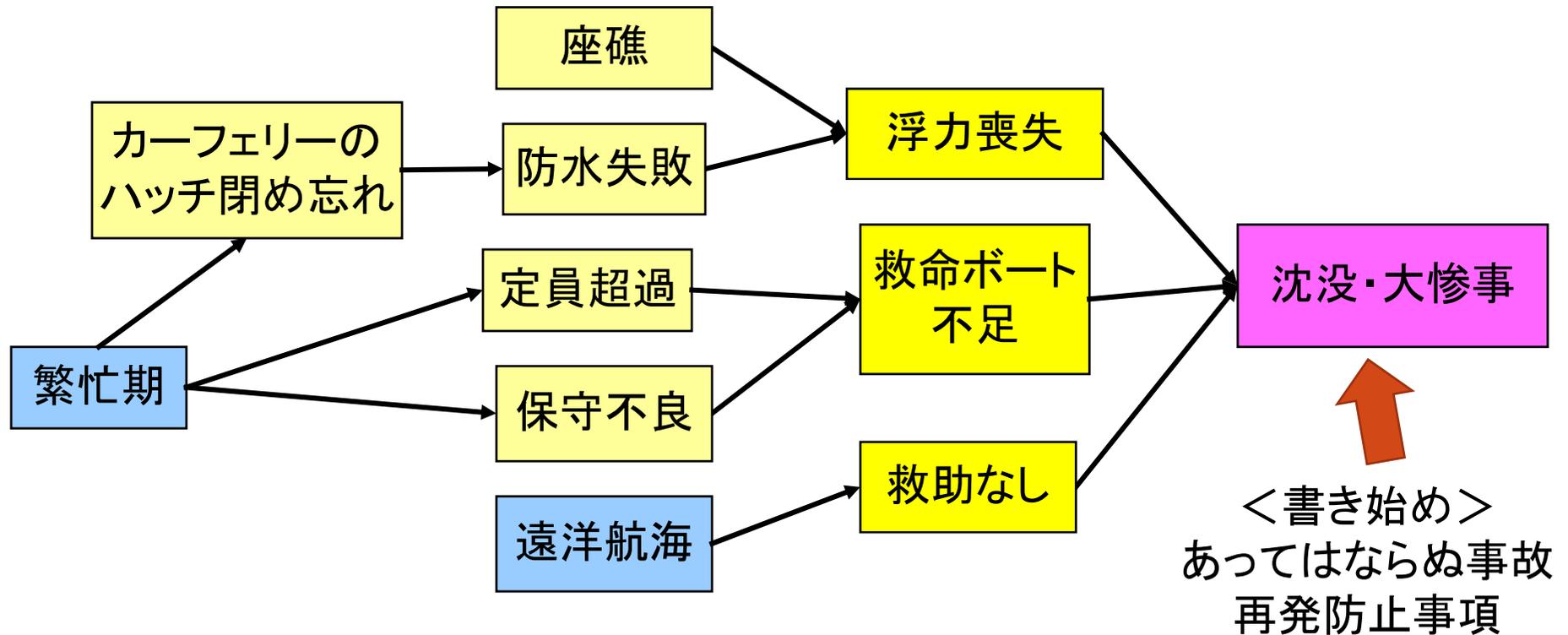
## きっかけ演繹法, (KY 危険予知)



- 朝礼で「今日の変化」や「よくあるミス」を取り上げる
- ワンミスがどこまで広がるか？
- 矢印を切る「AしてもBにならない都合の良い話はないか？」

# Fault Tree Analysis (FTA)

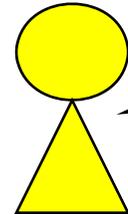
## 結果帰納法, (なぜなぜ分析)



- 反省会で「再発防止を誓った事故」を取り上げる
- 事故成立の条件を、逆向きに考える
- 矢印の切断を考える

# 縦割りの弊害

同じ問題存在を  
ばらばらに見ている

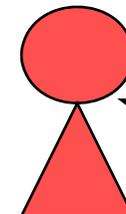


人事

こまかなトラブルが散発  
社員教育上の解決は？



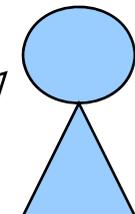
問題の存在



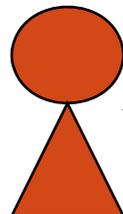
現場

現場改善  
での解決は？  
(生産性改良)

採算は？  
設備投資は？  
リスクは？  
安全投資額は？



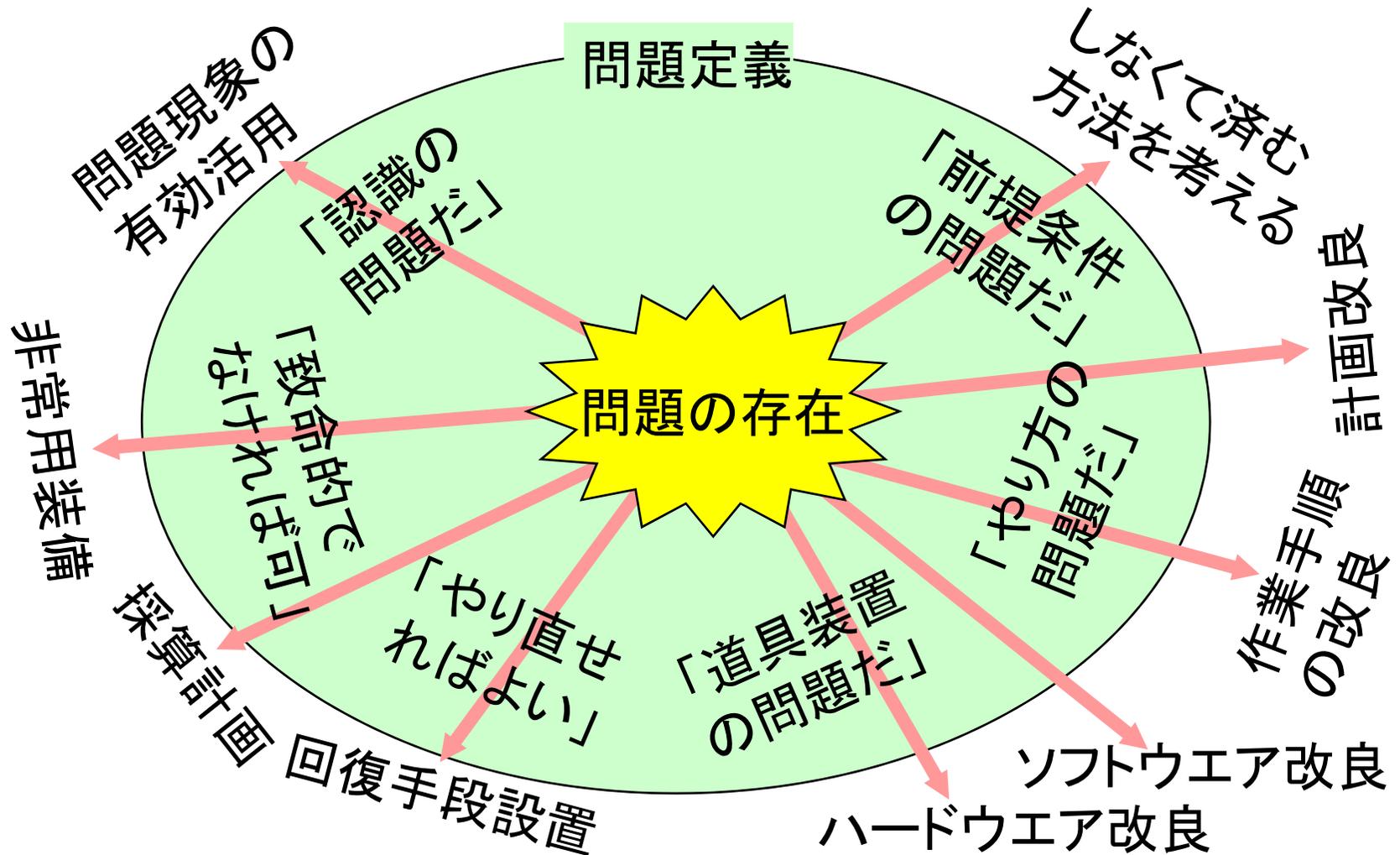
経営



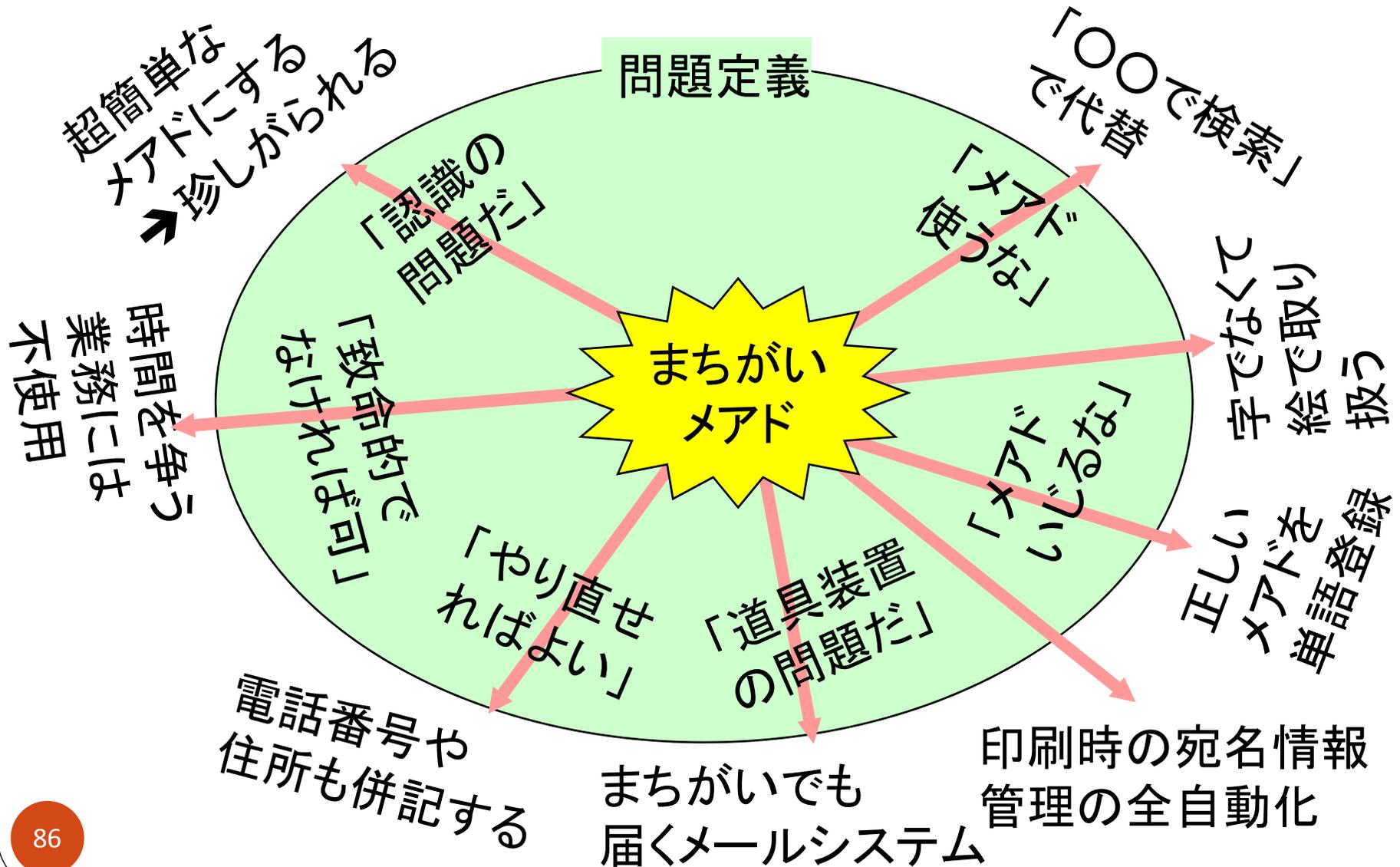
設計

安全設計で  
の解決は？

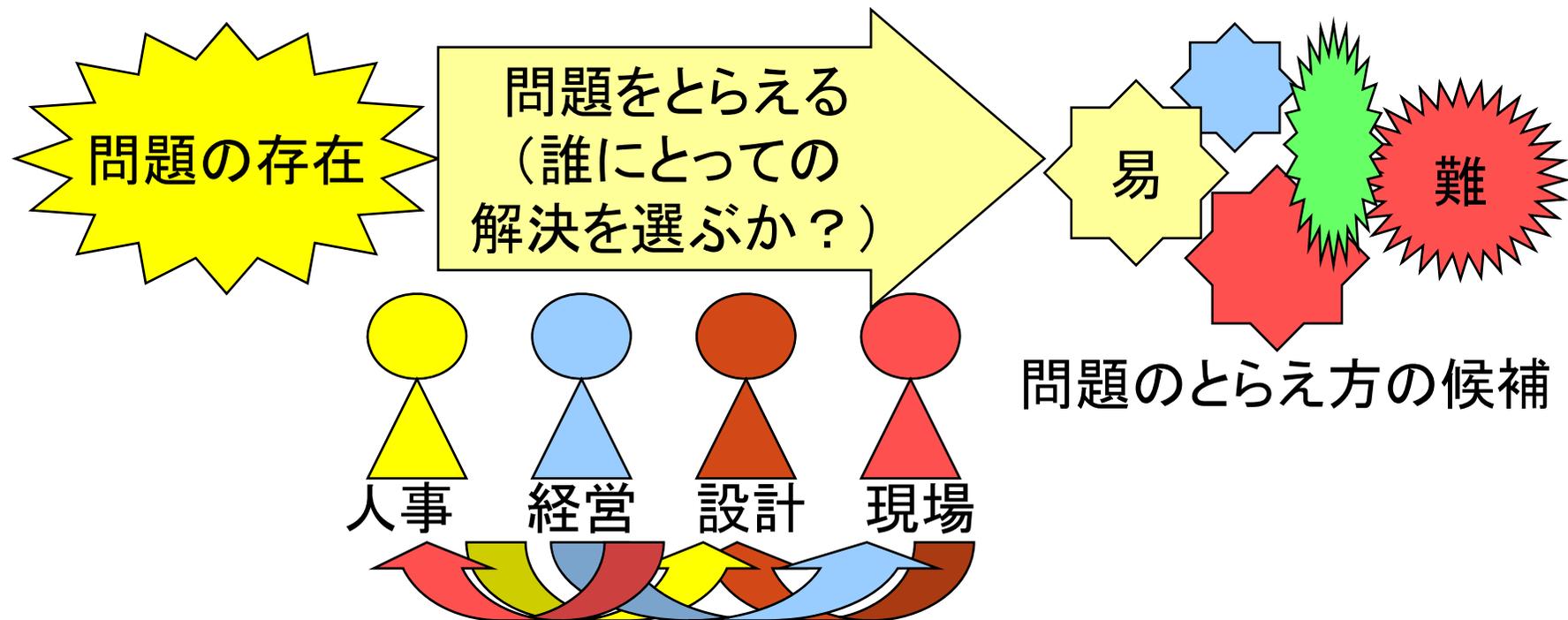
# 問題の捉え方はいろいろありえる



# 例：封筒にまちがったメールアドレスを印刷



# タスクフォース（横串集団）



- 相互連絡して最良解決を選ぶ
- 最良の解は自分の見ている解ではないかも

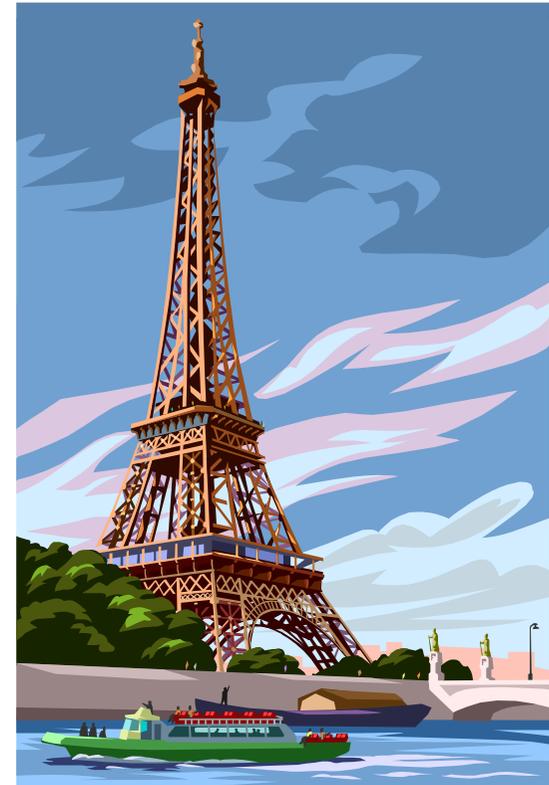
2-5

# 現場へのアプローチ

---

# エッフェル塔建設 死者ゼロ

- ただし、終業後、ふざけて転落死1名
- エッフェルのマネジメント
  - 高所作業は少数精鋭
  - 地上でプレハブを徹底
  - 落下防止設備を設置
  - 危険な現場は自分が入る



着工1887年  
完成1889年

## スリーマイル島 1979年3月28日

1. 二次冷却水のポンプ故障
  2. 補助ポンプを使用（実は無効）
    - 弁が閉鎖されていた：注意札の陰で気付かず
  3. 一次冷却水の沸騰
  4. 圧力逃し弁が「開」で固着
    - ランプ表示は「閉」
      - 「表示＝実際」ではない
    - 以後気付くまで一次冷却水が流出
- 問題点：日ごろの保守、安全装置、人員の知識
    - 故障しやすい部品（ポンプ・弁）の、だまし運転

# 米国航空安全報告システム (ASRS)の発足経緯

- 1974年 ワシントンダレス空港付近墜落事故
  - 空港の近くに山がある → 危ない
  - 以前に他社機が同様事故の寸前になった
  - 情報をその社内で周知
  - 社の壁を越えて伝わらなかった
- 連邦航空局(FAA)が情報収集制度発足
  - 失敗。FAAは取り締まり官庁。処罰が怖い。
- 出直し。NASAのAmes研究所が代行
  - 成功

# ASRS用紙(表)

- 用紙が簡素：記入が楽
  - 本人の経験度
  - 問題の場所、結果
  - 選択肢で答える
- 本人から直接本部へ
  - 所属会社を經由しない

DO NOT REPORT AIRCRAFT ACCIDENTS AND CRIMINAL ACTIVITIES ON THIS FORM. ACCIDENTS AND CRIMINAL ACTIVITIES ARE NOT INCLUDED IN THE ASRS PROGRAM AND SHOULD NOT BE SUBMITTED TO NASA. ALL IDENTITIES CONTAINED IN THIS REPORT WILL BE REMOVED TO ASSURE COMPLETE REPORTER ANONYMITY.

IDENTIFICATION STRIP: Please fill in all blanks to ensure return of strip. NO RECORD WILL BE KEPT OF YOUR IDENTITY. This section will be returned to you. (SPACE BELOW RESERVED FOR ASRS DATETIME STAMP)

TELEPHONE NUMBERS where we may reach you for further details of this occurrence:  
 HOME Area \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Hours \_\_\_\_\_  
 WORK Area \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Hours \_\_\_\_\_

NAME \_\_\_\_\_ TYPE OF EVENT/SITUATION \_\_\_\_\_  
 ADDRESS/PO BOX \_\_\_\_\_ DATE OF OCCURRENCE \_\_\_\_\_  
 CITY \_\_\_\_\_ STATE \_\_\_\_\_ ZIP \_\_\_\_\_ LOCAL TIME (24 hr. clock) \_\_\_\_\_

PLEASE FILL IN APPROPRIATE SPACES AND CHECK ALL ITEMS WHICH APPLY TO THIS EVENT OR SITUATION.

EXPERIENCE		
Describe your qualifications:	<input type="checkbox"/> A & P <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> repairman <input type="checkbox"/> inspection authority <input type="checkbox"/> FCC <input type="checkbox"/> other _____	
What is your technician/maintenance experience in years?	lead technician _____ technician _____ repairman _____ avionics _____ other _____	
FACTORS		
Location	_____	
Was training a factor?	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> I was instructing <input type="checkbox"/> I was receiving training	
What other factors may have contributed?	<input type="checkbox"/> lighting <input type="checkbox"/> work cards <input type="checkbox"/> briefing <input type="checkbox"/> weather <input type="checkbox"/> manuals <input type="checkbox"/> other _____	
Check items which were involved in the event:	inspection <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no installation <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no loading <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no scheduled maintenance <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no repair <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no MEL <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no logbook entry <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no * Other _____ fault isolation <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no (* Describe in the Describe Event/Situation section)	
Component/System/Sub-system Involved: _____		
Was maintenance deferred?	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no When was problem detected? <input type="checkbox"/> routine inspection <input type="checkbox"/> while aircraft was in service at gate <input type="checkbox"/> in-flight <input type="checkbox"/> taxi <input type="checkbox"/> pre-flight <input type="checkbox"/> other _____	
CONSEQUENCES/OUTCOME		
<input type="checkbox"/> flight delay <input type="checkbox"/> gate return <input type="checkbox"/> aircraft damage <input type="checkbox"/> improper service <input type="checkbox"/> flight cancellation <input type="checkbox"/> in-flight shut down <input type="checkbox"/> rework <input type="checkbox"/> air turn back <input type="checkbox"/> other _____		
AIRCRAFT/AIRWORTHINESS STATUS	MISSION	OPERATOR
<input type="checkbox"/> aircraft released for service <input type="checkbox"/> aircraft records completed <input type="checkbox"/> aircraft required documents aboard <input type="checkbox"/> not released for service <input type="checkbox"/> unknown	<input type="checkbox"/> passenger <input type="checkbox"/> cargo <input type="checkbox"/> business <input type="checkbox"/> training <input type="checkbox"/> pleasure <input type="checkbox"/> other _____	(Check all that apply) <input type="checkbox"/> air carrier <input type="checkbox"/> government <input type="checkbox"/> military <input type="checkbox"/> commuter <input type="checkbox"/> corporate <input type="checkbox"/> part 121 <input type="checkbox"/> part 135 <input type="checkbox"/> charter <input type="checkbox"/> repair station <input type="checkbox"/> FBO <input type="checkbox"/> self employed <input type="checkbox"/> flight school <input type="checkbox"/> other _____
TYPE OF AIRCRAFT (MAKE/MODEL) AND ENGINE TYPE		
type of aircraft _____ aircraft zone _____	series _____ engine model _____	ATA Code _____ other _____

NASA ARC #277D MAINTENANCE FORM Rev Date: 06/1/98

自宅住所記入欄を切り取って返送

# ASRS用紙(裏)

- 謝らない: 始末書ではない
- 各自が原因と対策を考える
  - 現場が一番知っている
  - 現場にもっと考えさせる
  - 収集本部の負担軽減

<書き方のポイント>  
主原因、関連要因、防ぐ方法、  
改良できる箇所を、  
自分でよく考えて、  
項目立てて書きましょう

The image shows the back side of the ASRS reporting form. It includes the following sections and annotations:

- Header:** NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION and AVIATION SAFETY REPORTING SYSTEM.
- Text:** NASA has established an Aviation Safety Reporting System (ASRS) to identify issues in the aviation system which need to be addressed. The program of which this system is a part is described in detail in FAA Advisory Circular 00-46D. Your assistance in informing us about such issues is essential to the success of the program. Please fill out this form as completely as possible, enclose in a sealed envelope, affix proper postage, and send it directly to us.
- Note:** AIRCRAFT ACCIDENTS SHOULD NOT BE REPORTED ON THIS FORM. SUCH EVENTS SHOULD BE FILED WITH THE NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD AS REQUIRED BY NTSB Regulation 830.5 (49CFR830.5).
- Instructions:** Please fold both pages (and additional pages if required), enclose in a sealed, stamped envelope, and mail to:  
NASA AVIATION SAFETY REPORTING SYSTEM  
POST OFFICE BOX 180  
MOFFETT FIELD, CALIFORNIA 94035-0189
- Section:** DESCRIBE EVENT/SITUATION. This section is circled in red. Below it, a red arrow points to the bottom section.
- Bottom Section:** CHAIN OF EVENTS and HUMAN PERFORMANCE CONSIDERATIONS. This section is also circled in red. It includes sub-sections like "How the problem arose", "Contributing factors", "How it was discovered", "Corrective actions", "Perceptions, judgments, decisions", "Actions or inactions", and "Factors affecting the quality of human performance".

自宅住所記入欄を切り取って返送

# 簡単報告表

いつ	どこの	何が	どうなっていた	どうした	誰がした	担当者コメント
9/2(月) 9:00	フライス A	ドリル	欠損	交換	田中	了解(佐藤)
9/3(火) 13:21	加熱器	内壁	ゴミ付着	清掃	鈴木	調査します (佐藤)
9/9(月) 11:12	加熱器	チャック	ネジ緩み	締め直し	田中	了解(佐藤)

- 現場や現物に貼っておく
  - 書いた人も、その後の状況を見届けられる
- エクセルに入れて、各項目並べ替え
  - どこが悪い
  - いつが危ない
  - 事象ごとのつながりがあるか

# 指示を守ってくれない理由

(John Keller のARCSモデル理論)

4ない	原因	改善	意欲
自分には関係無い	やる意味がわからない	親しみやすい実例を引き合いに出して説き起こす。	これは大事だ
面白くない	<ul style="list-style-type: none"><li>•マンネリの内容</li><li>•無味乾燥な文書</li><li>•見る気がしない</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•真新しさを入れる</li><li>•楽しいイラスト</li><li>•体験型の教育</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•面白そうだ</li><li>•聞いてみよう</li></ul>
できる自信がない	ハードルが高い	<ul style="list-style-type: none"><li>•はじめは簡単なレベル</li><li>•徐々に、各自に創意工夫を求める</li></ul>	できそうだ
できてもうれしくない	<ul style="list-style-type: none"><li>•誰も見てくれない</li><li>•できなくても困らない</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•ほめる。</li><li>•今日できたことが、明日の仕事で生きるように</li></ul>	やってよかった

「やってみせ、言って聞かせて、させてみせ、ほめてやらねば、人は動かじ」(山本五十六)

# ホーソン効果：注目されれば頑張る

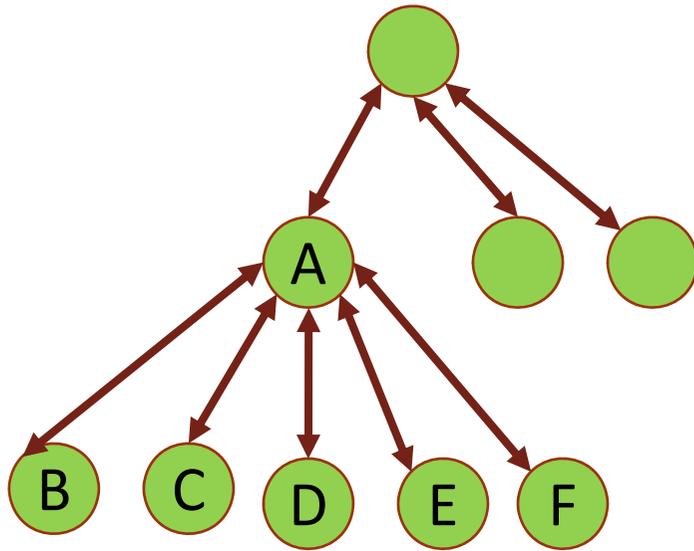
- 作業員のパフォーマンスはモチベーション次第である。
  - ホーソン実験 (Hawthorne Experiment)
    - Western Electric社の Hawthorne 工場 (1928-1932)
  - 仕事ぶりを注目されると、いつもよりがんばる
  - 仕事の設計に、作業者が関与すると、パフォーマンスは良くなる
  - 規則を守るかどうかは、仲間内の雰囲気しだい

# コイル巻作業の速度比較実験

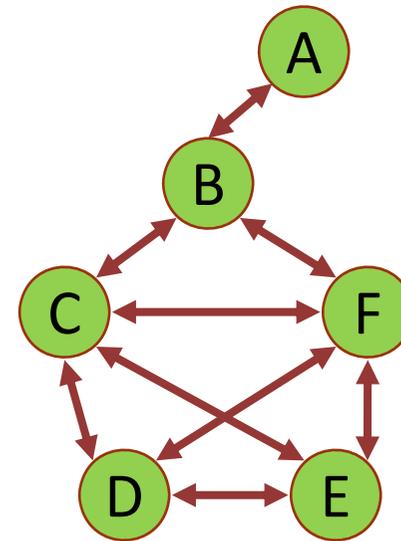
- 暗い照明チーム vs. 通常の明るさ
- 暗いけど、注目されると頑張った

実験日	暗照明(被験者チーム)		通常の生産ライン	
	照明(ワット)	生産量	照明(ワット)	生産量
09/13	100	112	100	107
10/25	75	113	100	108
12/6	60	115	100	111
12/27	50	116	100	111
01/17	40	117	100	112
02/28	25	114	100	109
03/01	100	116	100	114

# 班とモラル



公式には  
「上長がまとめる」  
ピラミッド型



実際は、同僚内で調整する

- 仲良しグループ(あうんの呼吸)
- 段取り
- 作業スピード(速すぎず、遅すぎず)
- モラル、規則の順守
  - 安全度はグループ依存

# Safety by walking around

- 航空業界の標語
  - 「歩き回って安全をつくる」という意味
  - 他部署を通りかかり、「どないや？」
- 三現主義
  - 問題発生なら、百聞を一見にしかず
  - 現場、現物、現状を見る
- その場の人々に、優しく、聞き出す
  - 白黒を迫らない3択
    1. 「このままでよい」
    2. 「対策すべし」
    3. 「対策したいがコストがかかる」(←グレーな回答を集める)



仕事を優しく見られると  
手を抜かない

- 顧客
- 他部署の人
- 自分の家族