
社会の安全と安心へのHI応用

- 組織事故の解析 -

JR福知山線事故をケーススタディとして

平成19年2月2日



横浜国立大学
安心・安全の科学研究教育センター
丹羽雄二

私のHI研究

- 分かりやすいHIデザイン
 - 現業よりの声
- 工学に偏らない設計
 - User requirementsからSpecific requirements
- 実績
 - 異常時のインタフェース
 - 解釈の低減化→何をすべきか短文やアイコンで伝える
 - “At a glance” principle→状態をパターンで表示
 - 将来のインタフェース
 - Human-machine communication



JRの洗練されたInterface

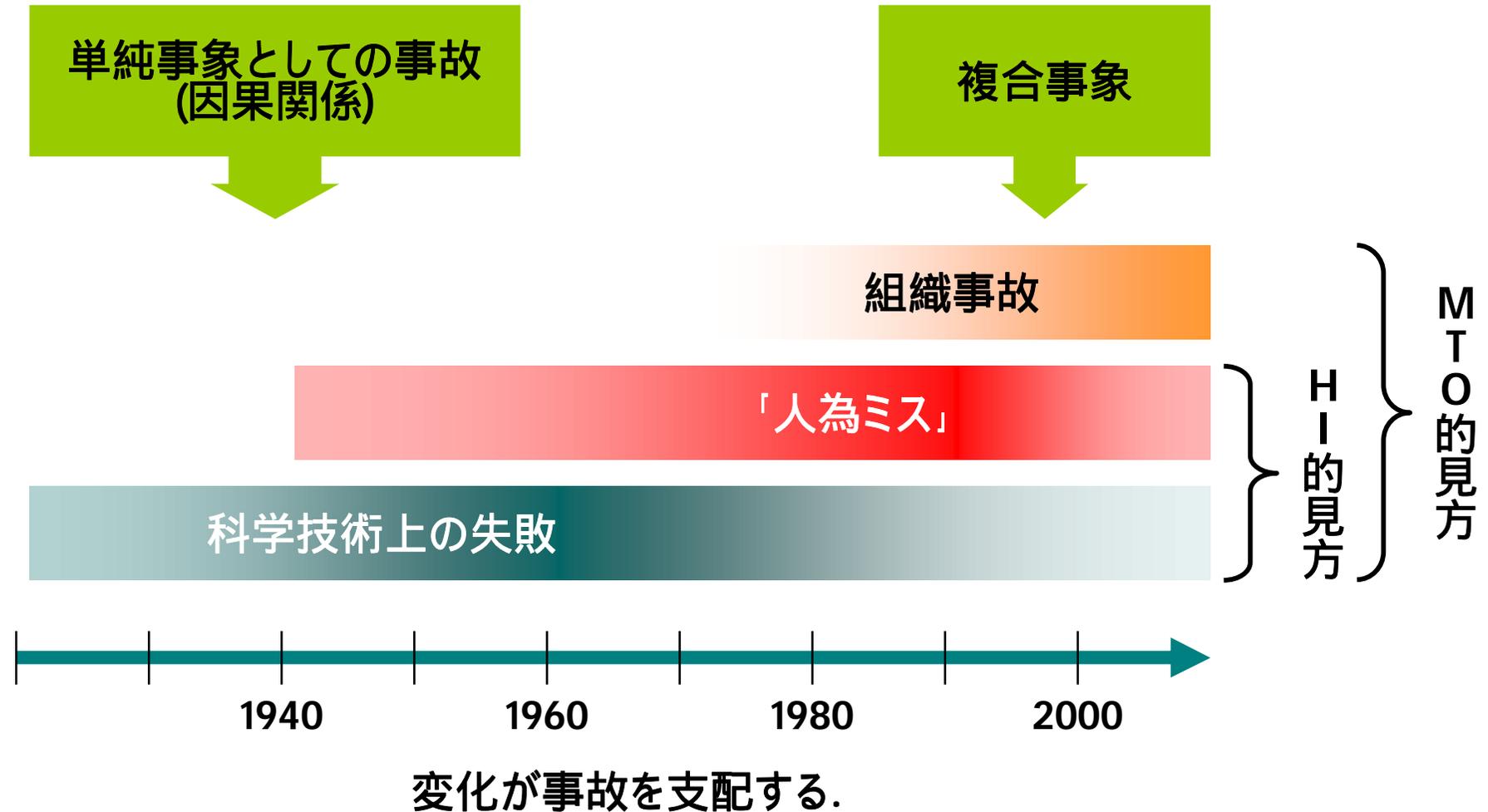
- 私鉄は素朴な運転席 (CRTはなし: 近鉄京都線)
- JRは運転席にもCRTを備える
- 安全表示 (ドアの開閉状況) も運転士が監視可能



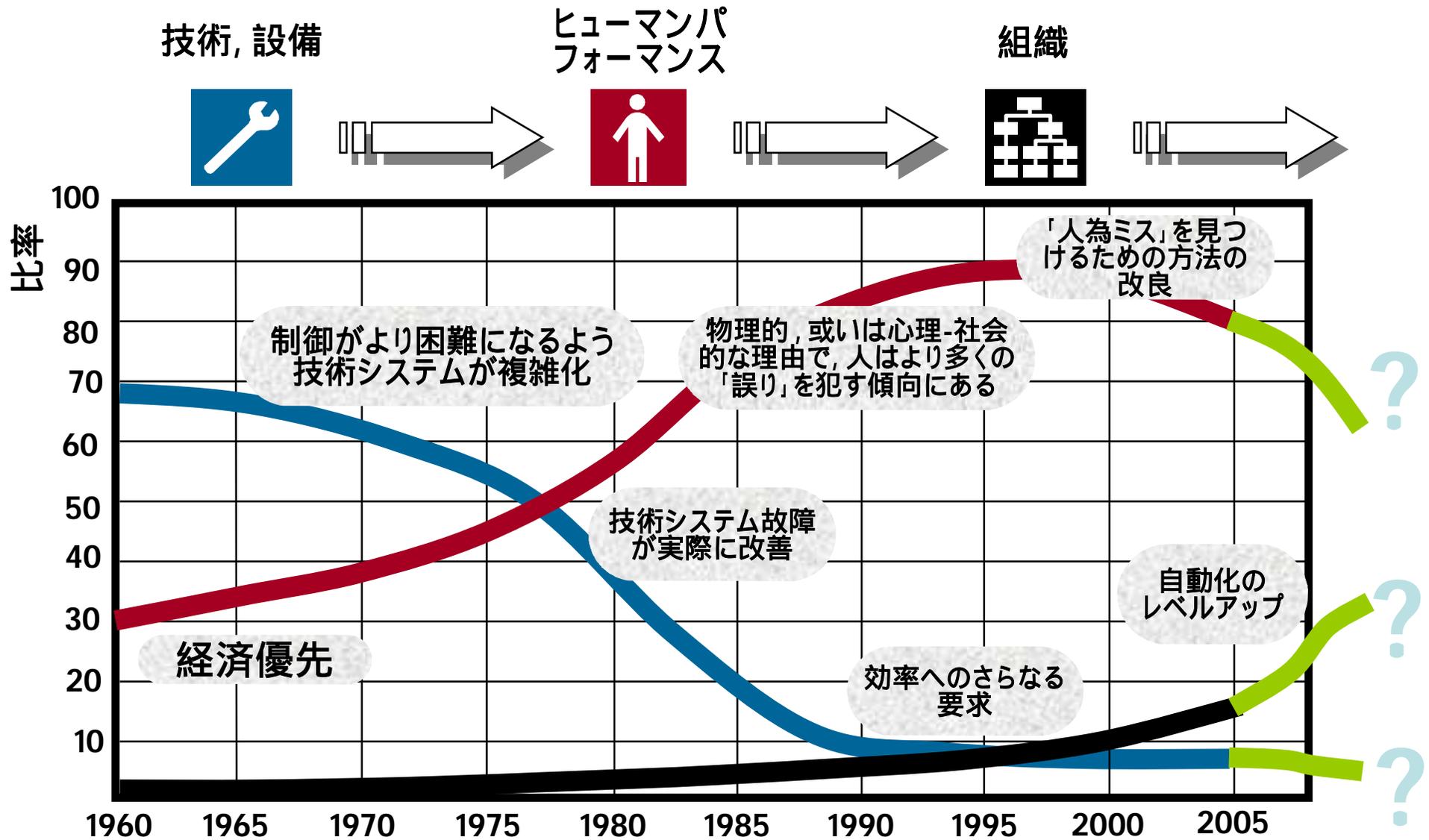
E223系
207系も同じような
インタフェースを装備

でも惨事に・・・

最近の安全問題に関するパラダイムシフト



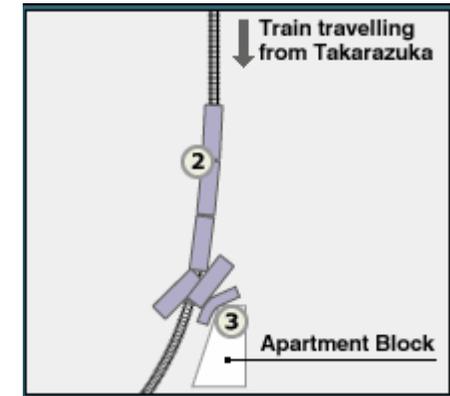
最近の災害事故動向



JR事故の解析結果例-ETTO (Hollnagel)



2005年4月25日午前9時18分にJR西日本の列車は、尼崎のカーブで脱線し、そのままマンションに激突。その結果、107人死亡、555名負傷



規制, 規準

列車が最大速度基準限界値以内 (70km/h)で走行すること. (予想スピード >116km/h前後).

条件: 列車は非常にシビアなスケジュールと頻度で運行される. これを達成できない運転手は社内の再教育 ("日勤教育")にかけられる.

ETTO-効率, 規則遵守トレードオフ

効率

時間内に, 計画通り次の駅に達すること. 列車は前の駅でオーバーランで90秒の遅延



ETTO経験則

個人への影響

不確実性の下における判断

認識的な基礎事項

情報入力過大, 不足への反応

認知スタイル

職場において

上手く言っているように思える
本当は重要でない。

通常OKでチェックする必要性がない。
数え切れないくらい同じ事をしている
他の誰かによってチェックされるだろう。

他の誰かによってチェックされた。
この方法の方がはるかに迅速である。
現在, 時間がない(または, リソース)
やり方を忘れた。

いつもそうしている。

それはXに似ている。(それはたぶんXだ)

私たちはこれを完了させなければならない。

Xをあまりに多くを使用してはならない。

組織

ネガティブ報告

冗長度減少

「生産」目標を達成させる

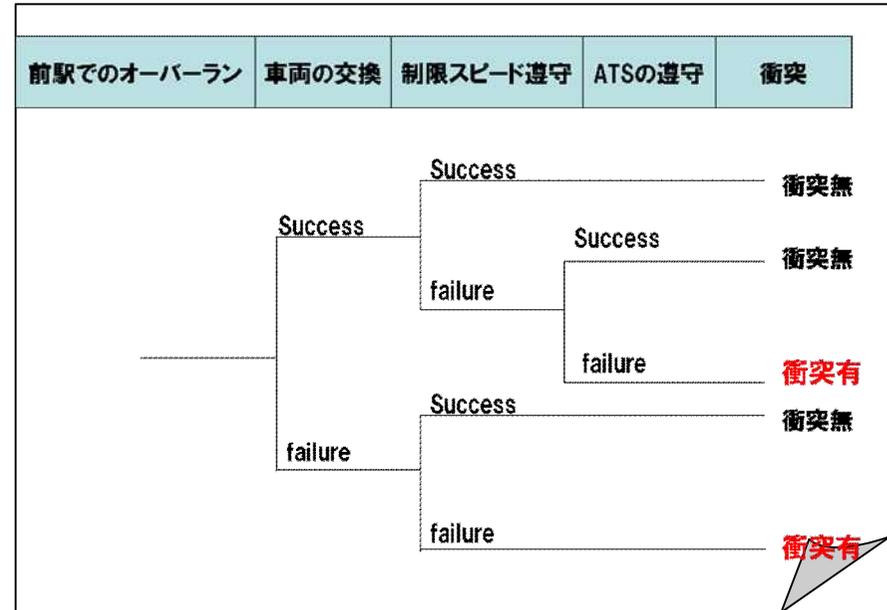
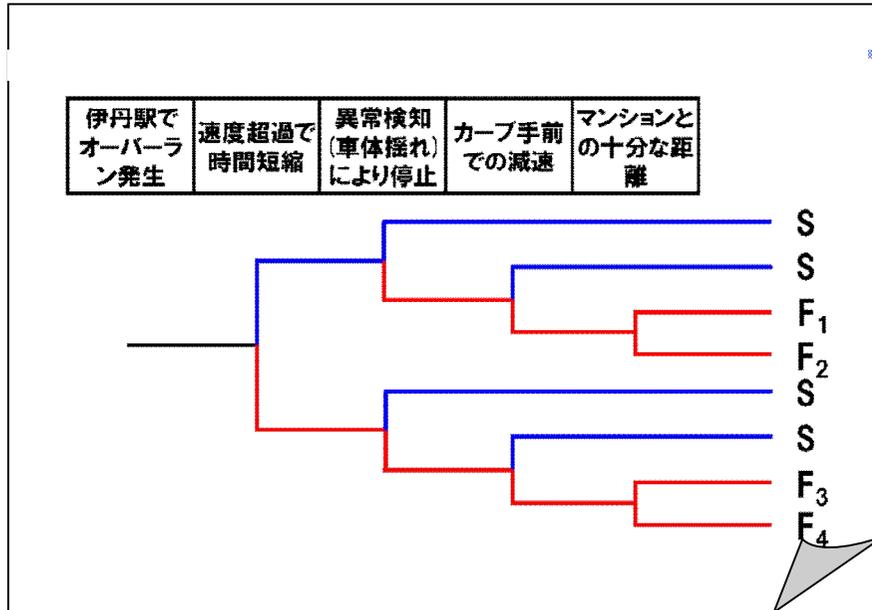
不要なコストを削減する。

過剰規制



素朴な解析

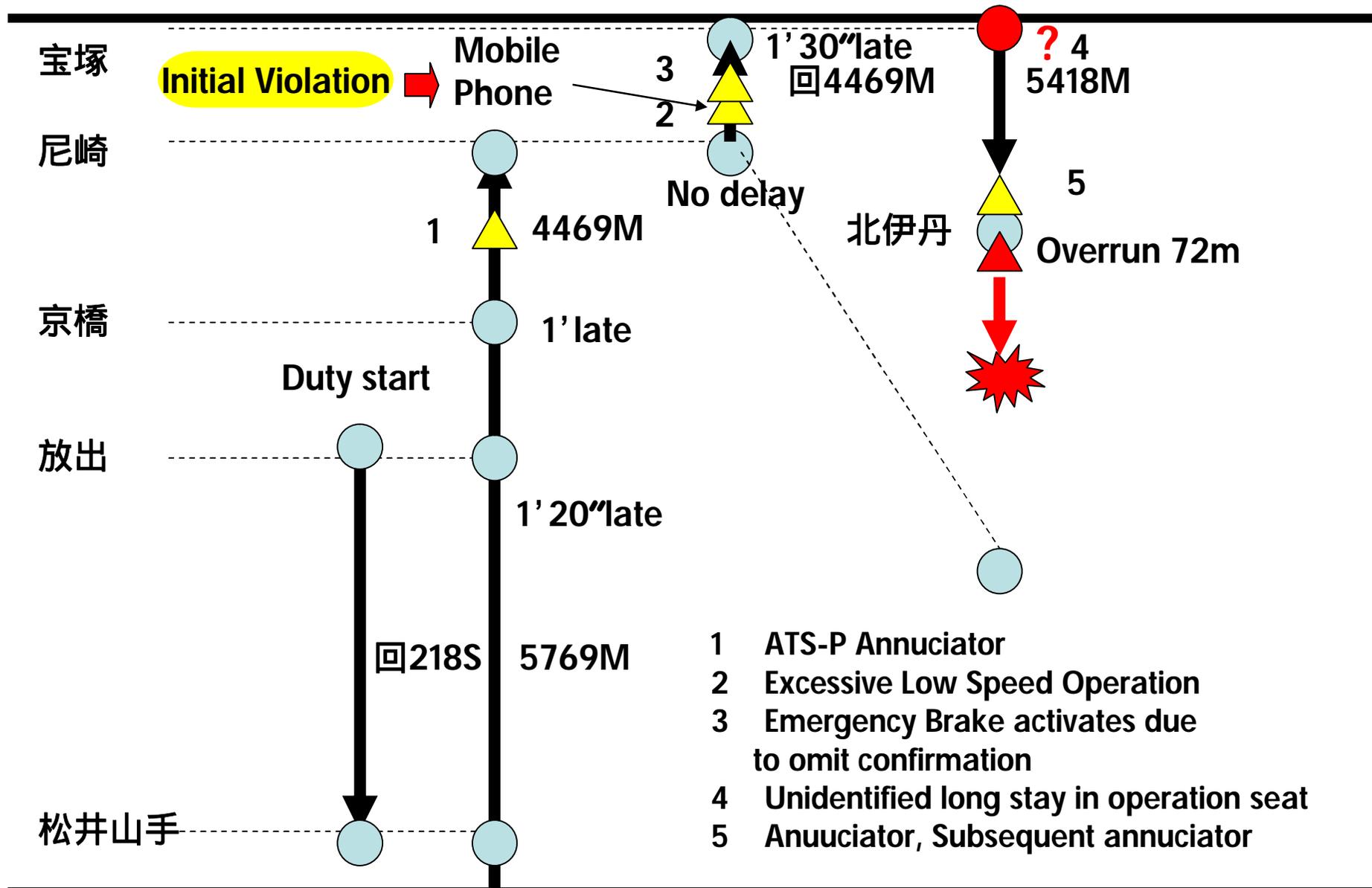
● イベントツリー解析(フォールトツリー解析)



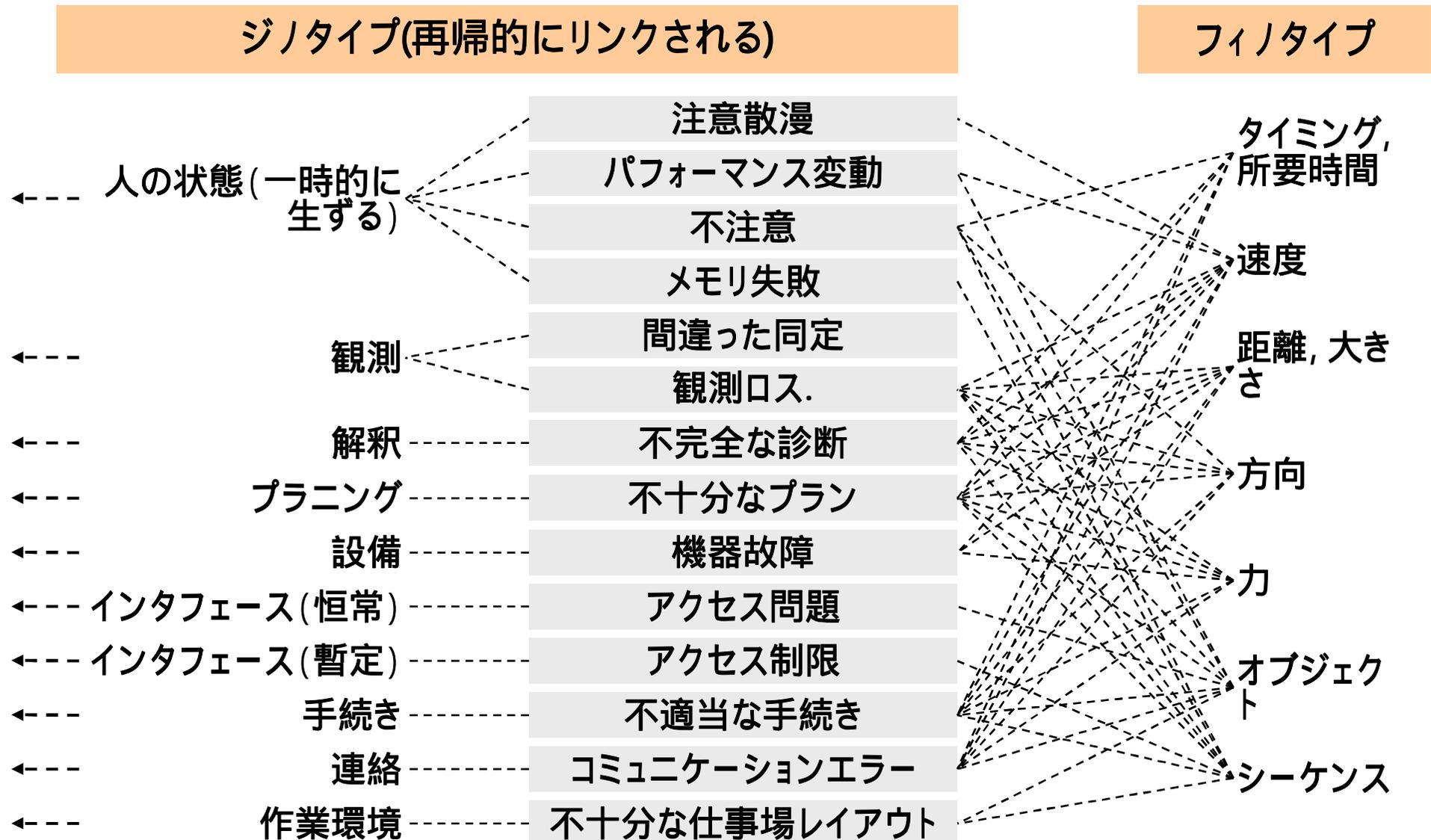
横浜国大 高度リスクマネジメント技術者育成ユニットの学生の解析による

起因としてオーバーラン
 その他原因に**Violation**を挙げている→専門家として(しかし)一般的な原因究明
 不十分なマスコミ報道に基づく解析

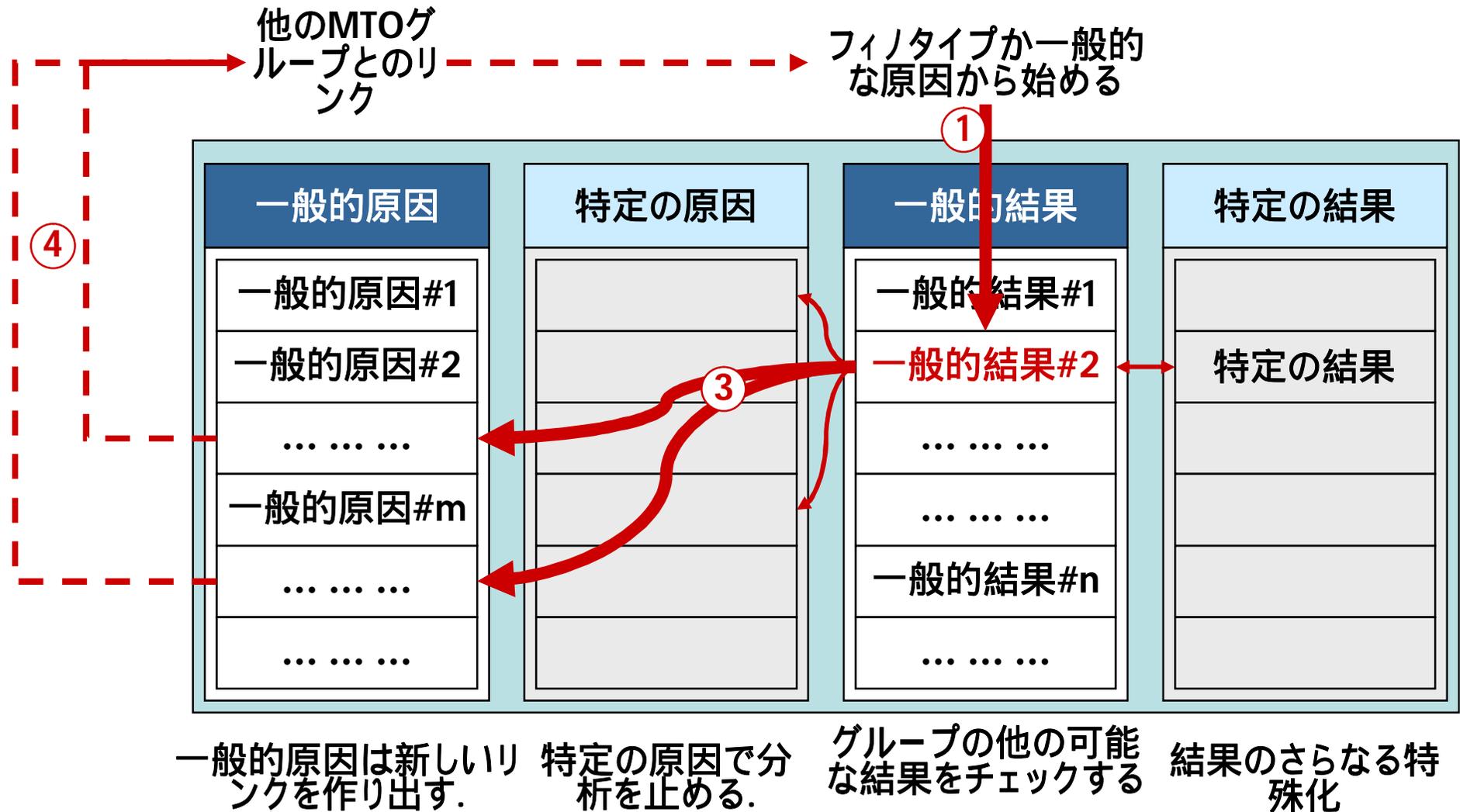
4月25日の運転士の行動



事故分析のシステムマティックな方法 (Hollnagel)

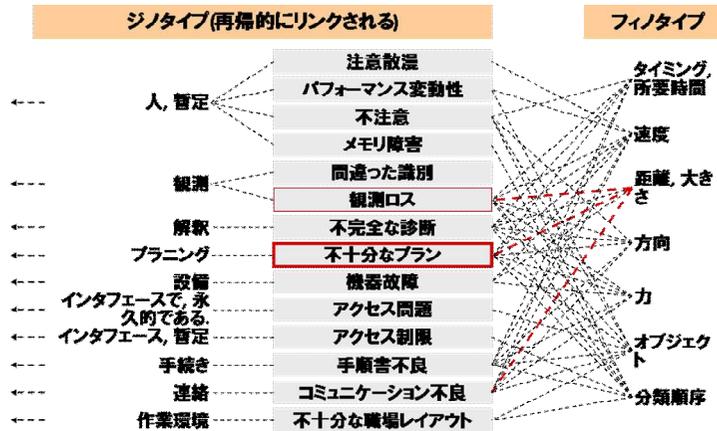


CREAMの基本的考え (Holnagel)



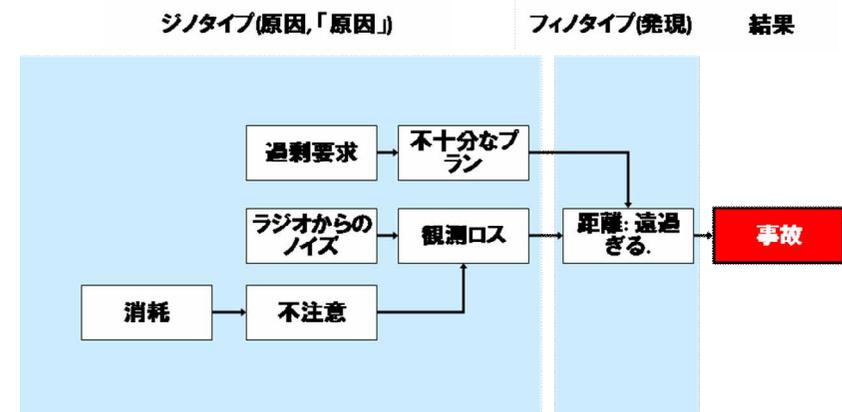
CREAM解析例

2000/3 アメリカの列車事故(死傷者なし)



特定の原因	一般原因	一般結果
目標エラー, 不十分なトレーニング, モデルエラー, 事前条件見落とし, 副作用を見落とす, 違反, 短過ぎる計画立案	注意散漫 メモリ障害 間違った推理 過剰要求 不十分な知識	不十分なプラン
優先度付け失敗 相反する基準	不完全な診断 通信障害	優先順位エラー

特定の原因	一般原因	一般結果
予期していなかったタスク, 並列タスク	不十分なタスク配分 不利な周辺環境	過剰要求
特定原因なし	デザイン故障 通信障害	不十分な仕事場レイアウト
特定原因なし	一般的要因なし	不十分なチーム・サポート
交替制の仕事, 変更スケジュール, シフトゾーン変化	不完全な診断 コミュニケーション不適	不規則な労働時間



より現実的な方法のヒント

事故の背後には様々な原因あり

Bluntな端の故障は、以前に他のどこかで起こっている。

風土, 社会的規範

政府

権威

組織

マネジメント

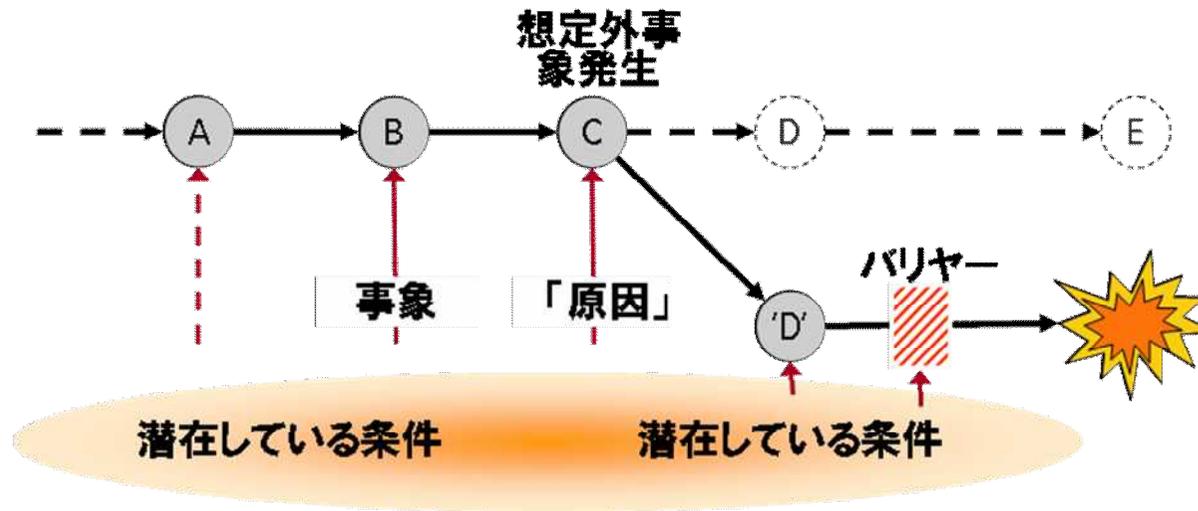
仕事場

作業

Sharpな端の故障は現在起こったものである。



事故モデル



Initiating
Event

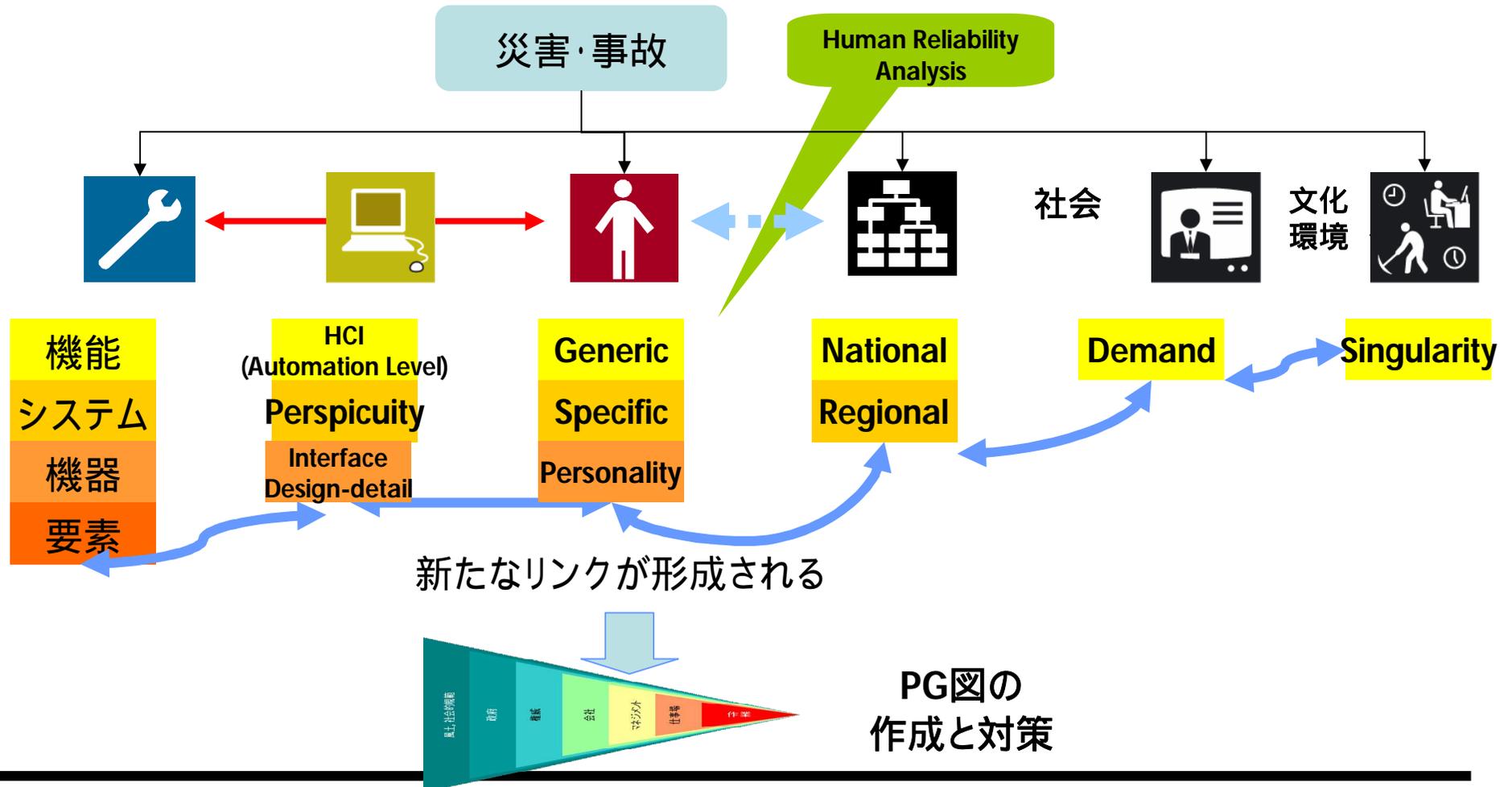


事故・災害

Blunt-Sharp End Chain

事故・リスク解析の提案

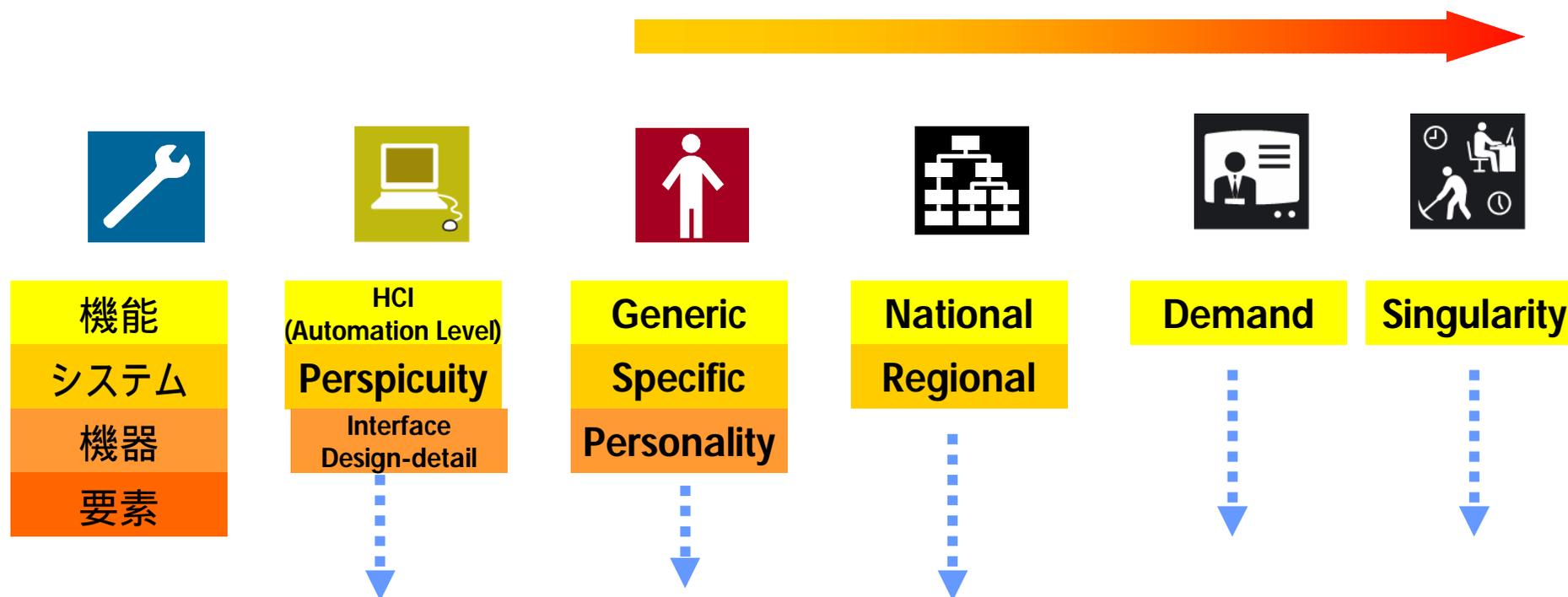
- Chainモデルの解析は将来の課題 - 基本的に1つのBlunt-Sharp Endモデルで解析を試みる
- MTOよりさらに深い解析が必要という考えは必要



分析方法の詳細説明-2

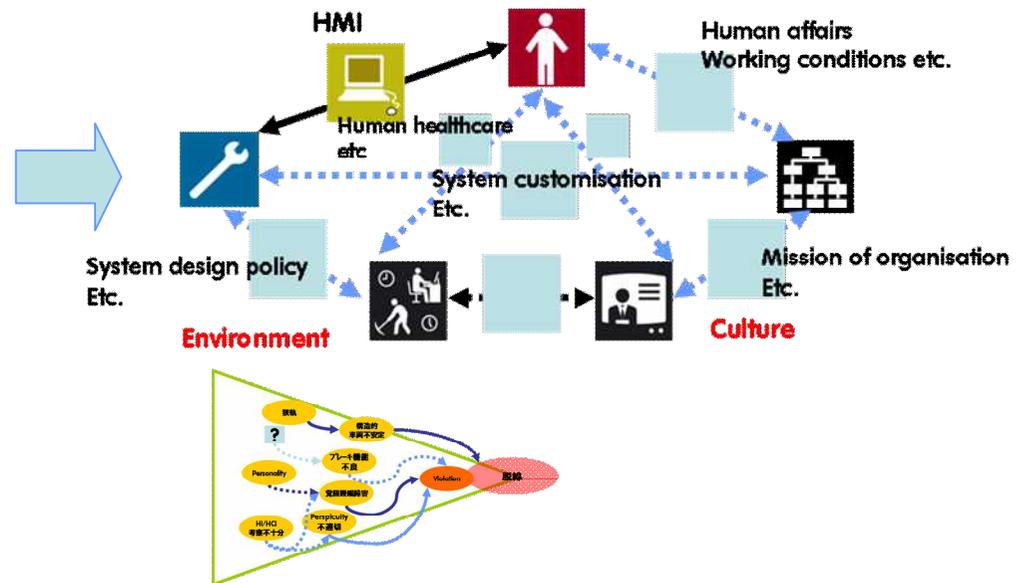
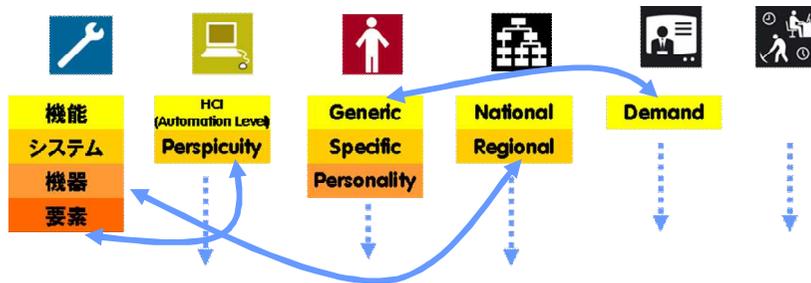
- 観測しやすいMTO, HMIについては, レベルを設けて, 各々のレベルで原因を調査する

To blunt end



分析方法の詳細説明-3

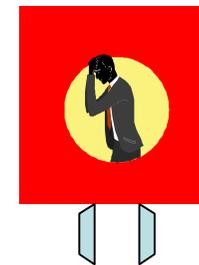
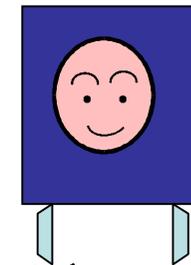
- MTO , interface各々のレベルで考えられる要因を整理する
- 因果関係を考察する
 - 実は , MTO,E,C間のinterface問題に帰着する場合が多い.



- PG図を作成する

T(技術)よりの原因

- 現在でも技術的原因(機器, パーツ)は不明
 - 事故前の蛇行動
 - 台車は人命救助のため切断
- 機能レベル→「止める」機能に問題
- システムレベル→ブレ - キシステム
 - 0番台(1~4両目), 1000番台(5~7両目)でブレーキシステムが異なった
 - 非常用ブレーキの誤投入防止が裏目?
 - B8と非常用のストローク長め
- システムの混用→重要な「文化・環境因子」
 - 組織因子より根が深い
- 3'6"で一吋スピード出し過ぎ??
 - 狭軌では元々不安定
 - 標準軌への改軌も長期的視野に入れるべき



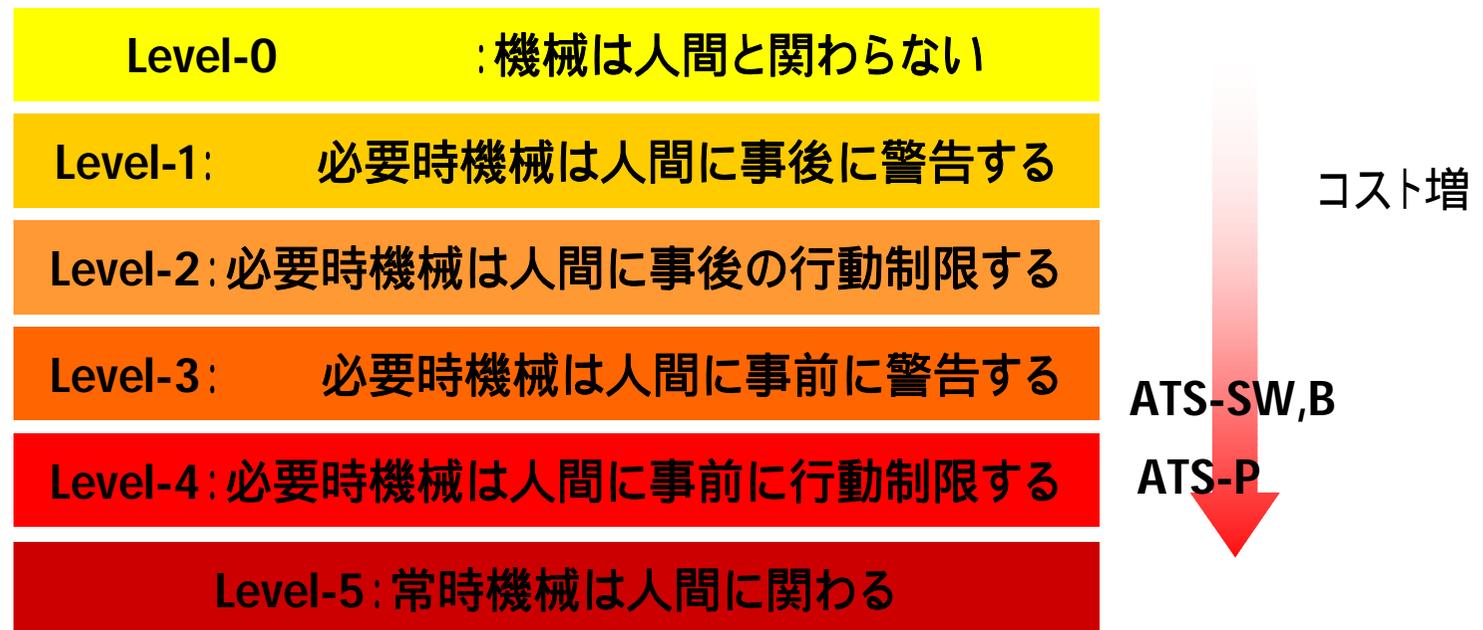
人間・機械協調系のアイロニー

- 変遷: 効率向上のための機械化 → 人間・機械が協調して共通の目標を達成する
- 機械主, 人間従の時代に (自動化のアイロニー-2)
 - 機械の都合に人間が自己をチューニングして合わせてしまう
 - 潜在的な人間へのPressure → エラーの引き金に?
- Ex. 携帯電話
 - 高機能化
 - Power sourceに配慮のないまま, 発展
 - 電池切れでコンビニに



自動化の問題

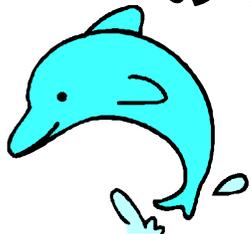
- システム明快度 (Perspicuity)
 - 自動化のレベル (T. Sheridan) と似て異なる問題
- 機械が人間にどこまで「お節介」に干渉するかのレベル (Niwa改, 2003)



・環境に応じて設計すべき

JR事故のケース

- ATSのPerspicuity
 - 福知山線はATS-SW方式を採用
 - ATS-P(注) 地上装置を、重要な信号機付近にのみ**拠点設置(拠点P)** **Level-4**のperspicuity, 高度な情報処理, 速度照査で自動停止→JR東西線に設置
 - システムも設置拠点少なし(実情に合わない拠点設置)→結果としてLow perspicuityに(PでもSWでも結果は同じ)
 - 乗り入れでPerspicuityが変わるのも問題
- 本来, Perspicuityはユーザーの意見で決められるもの→ユーザーへのPressure



- ユーザー不在設計は一般の化学プロセスプラントでも見られる
- 最新技術先行のインタフェース設計等
- Micro Soft Word-勝手なformat変え



注: 停止信号・速度制限の位置、勾配、距離等の情報を地上装置・地上子から列車へ伝送
列車→自車の制動性能と走行距離から刻々の上限速度を照査

M(ヒト)の問題-1

- **Generic**

- Violationはエラーモードとしては、挙げられていたものの、(Ex. J. Reason)人間信頼性評価では取り上げられなかった
- Violationさらに、Abandonment of missionメカニズムの体系的な研究が望まれる

- **Specific**

- **睡眠覚醒障害・ナルコレプシー、体内時計不調の増加**
 - 機械化による単純、監視中心作業の増加 ITの普及
- 睡眠覚醒障害に対する組織の理解とバックアップ
 - Never bushing!
- HI / HCIの見直し
 - 昨今の自動車



M(ヒト)の問題-2

- Personality

- Specificに影響する
- 先天的なもの→真面目, 思い詰め, 野心家
 - ADHD, アスペルガー症候群?
- Personalityとエラーのmappingはこれからの課題
- さらにスコープを拡大させると履歴, 家庭環境もpersonalityの形成に影響するので, 将来の課題としてエラー防止の観点から考えることも必要



ヒトの問題-3

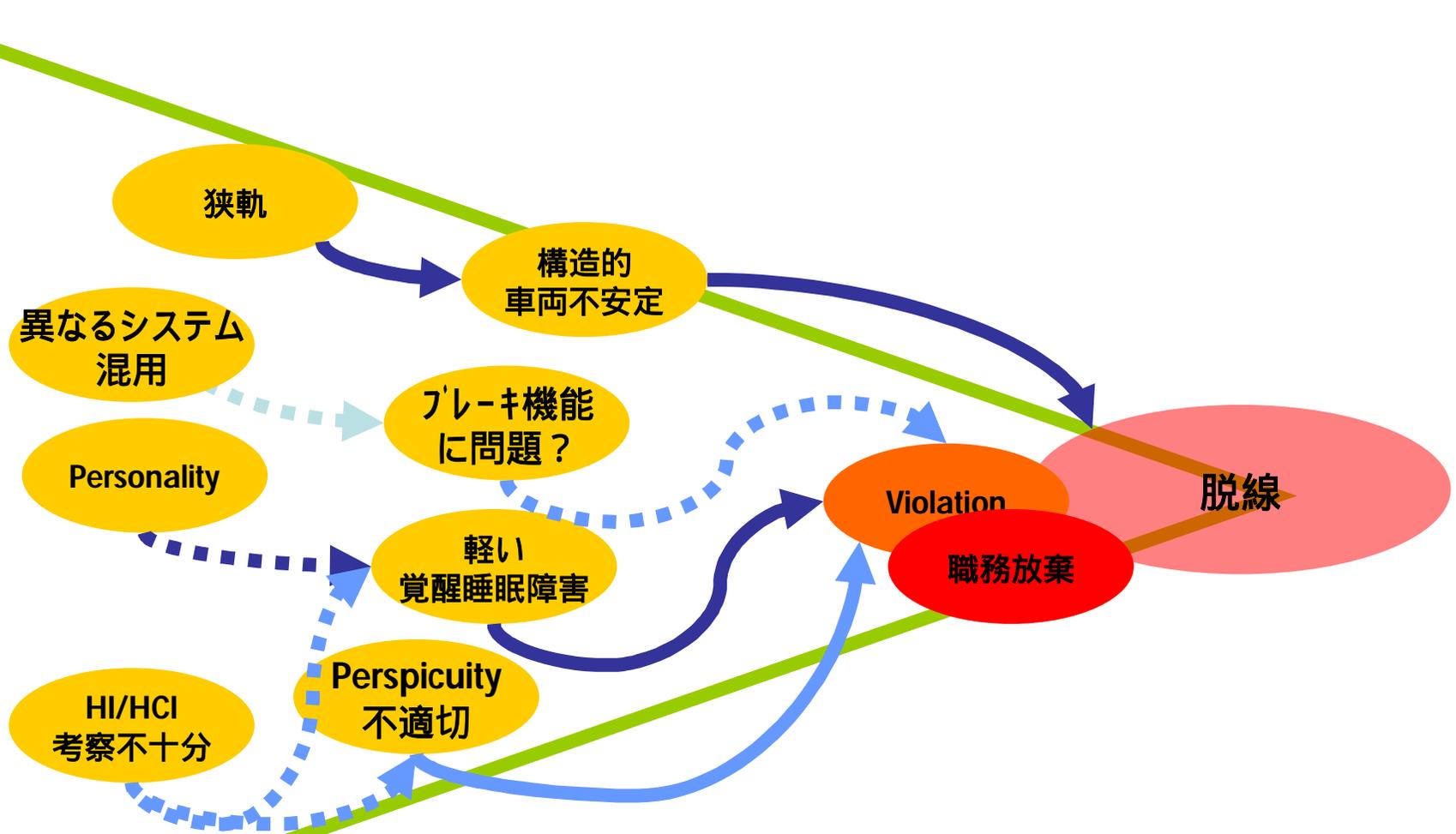
試験項目	速度目測	速度調節	距離目測	停止位置	停止衝動	制動操作	出区点検	応急処置	運転時分	機器取扱い	運転動作	非常の措置	計
本件運転士の得点	100	85	90	100	100	75	97	96	92	100	90	95	1,120
平均点	98	97	91	97	97	78	89	93	94	100	97	88	1,118

事実調査に関する報告書の案
(意見聴取会用)

- 運転士全員が受けているわけではない
- 平均的技能の持ち主
- 身体は問題なし (体格指数多め)
- **非常の措置** → 優れている
- **速度調節, 制動動作, 運転動作** → 平均を下回る

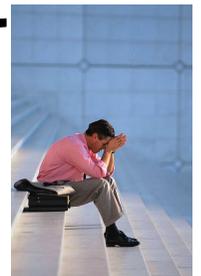
若干, 細かい運転の技能を習得の必要があった可能性

今までのまとめ



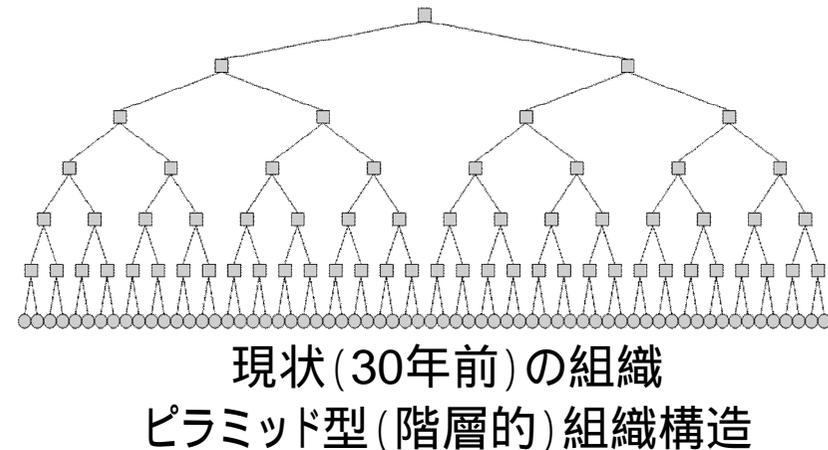
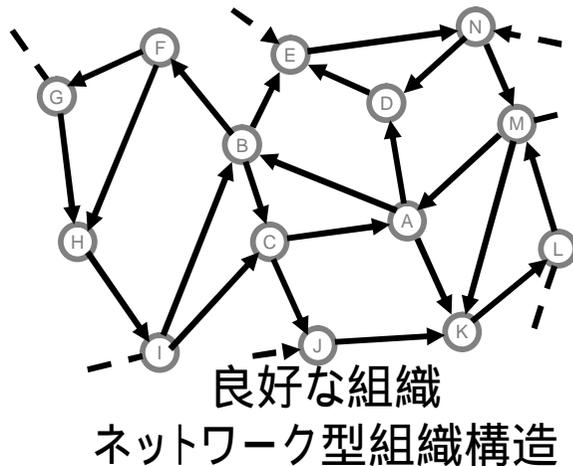
根深き問題 - 組織

- 定量的リスクアセスメント(QRA)でも, 納得できる方法論は未確立
 - CREAM, ATHEANA, MERMOS(第2世代HRA)でも基本的には陽に扱えない
- しかしながら, 最近の災害(日本も)は組織の悪さが原因となっているものが多い
 - 東電, 関電, JR西日本, 三菱自動車, JCO, チェルノブイル, ソニー, パロマ, 不二家, 関西テレビ
 - 「安全文化」の確立では解決には成らない
 - 安全文化とは何? レトリック?

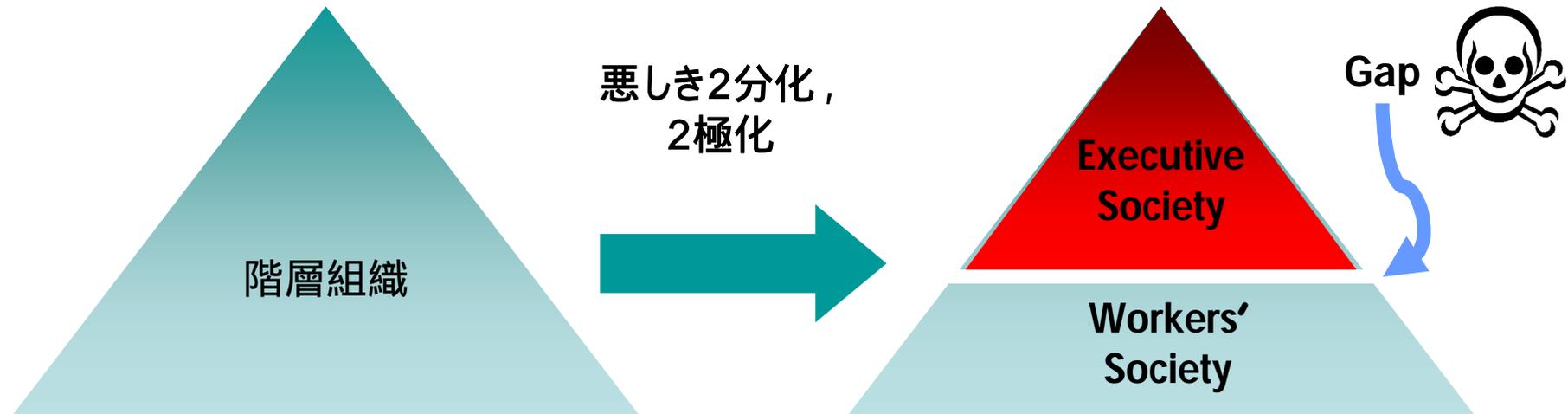


日本での組織事故不祥事の増加

- Globalization (American Standards) の受け入れ
 - 年功序列, 生涯雇用の廃止, 成果主義
- 組織構造の変化
 - 30年前の考え (産業能率大学セミナーより)



今日日本の組織構造は？

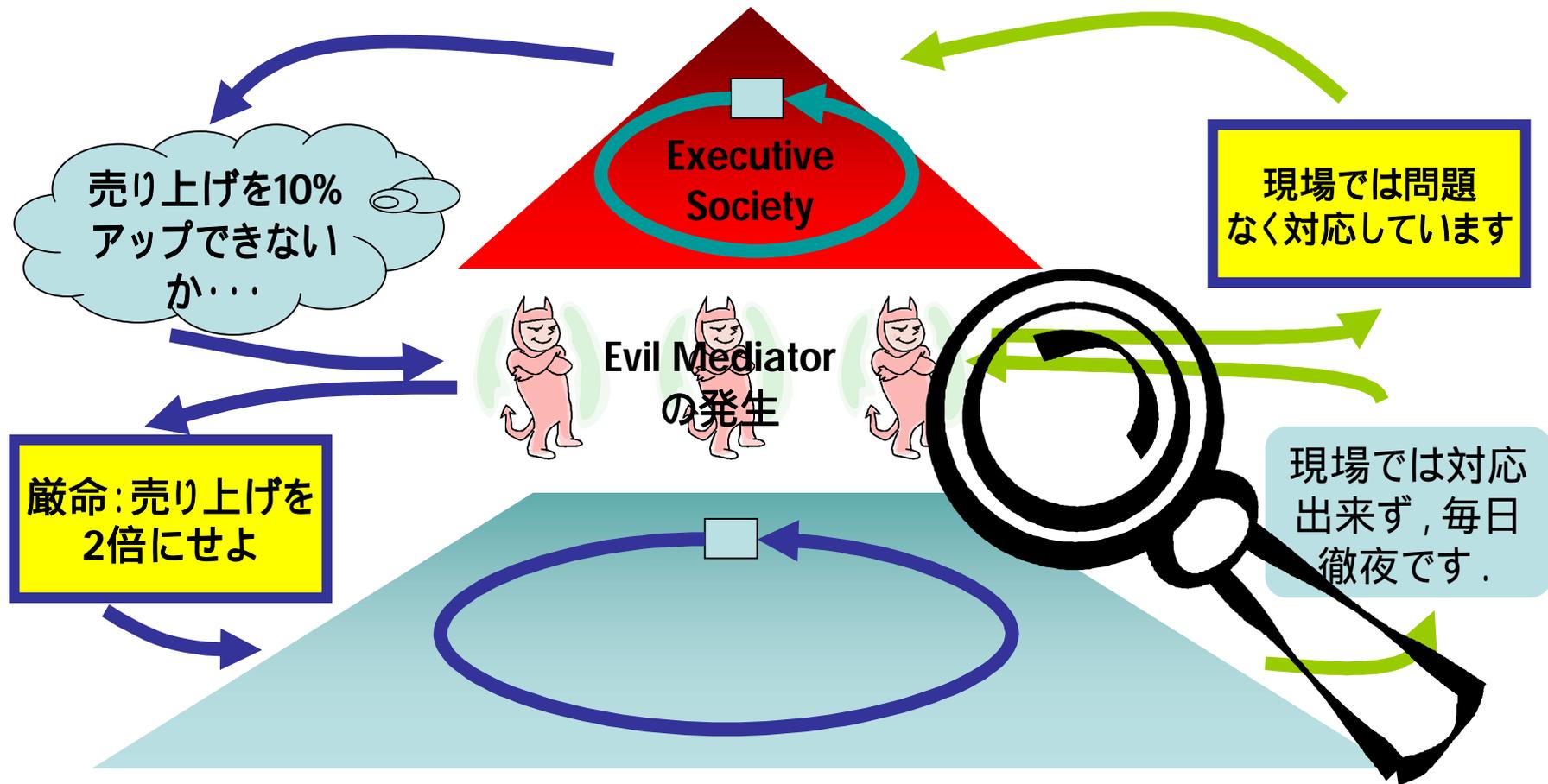


- 欧米の組織並みに

- Ex. 研究所 Researcher, Technician明確な区別
- Ex. NASA→チャレンジャー事故誘発
- WorkerからExecutiveになるケースは希
- お互いのSocietyでは使用言語, 文化, 考えも異なる
 - コミュニケーションギャップ
 - Workerの諦め→やる気の喪失, 会社人間の減少

さらに悪いことに・・・

- Executives-Workers interfaceに悪しきmediatorが発生



昇進の道を絶たれた中間管理職の逆襲？

Evil Mediator

- 所謂, 日本語の“Yes-man”が成りやすい
 - 本来, 現場と経営はConflictをおこすもの
 - 視野が上のみ, 昇進, あわよくばExecutive入りを目指す
- Executiveも頼みやすい
 - 無理難題もたやすくAccept
 - Executiveの勉強不足もウソでカバー
 - 虚言, 誇張, …etc.
- Workerには恐怖政治を強いる
 - 相互監視制度(江戸時代の5人組)
 - 上へのスタンドプレイ→(日勤教育)
 - 人事部門との連携
- 会社の本来のミッションを忘れる
 - 「ヒトは宝」は忘却の彼方
 - 「安全」の忘却



「事故者に対する再教育」実体

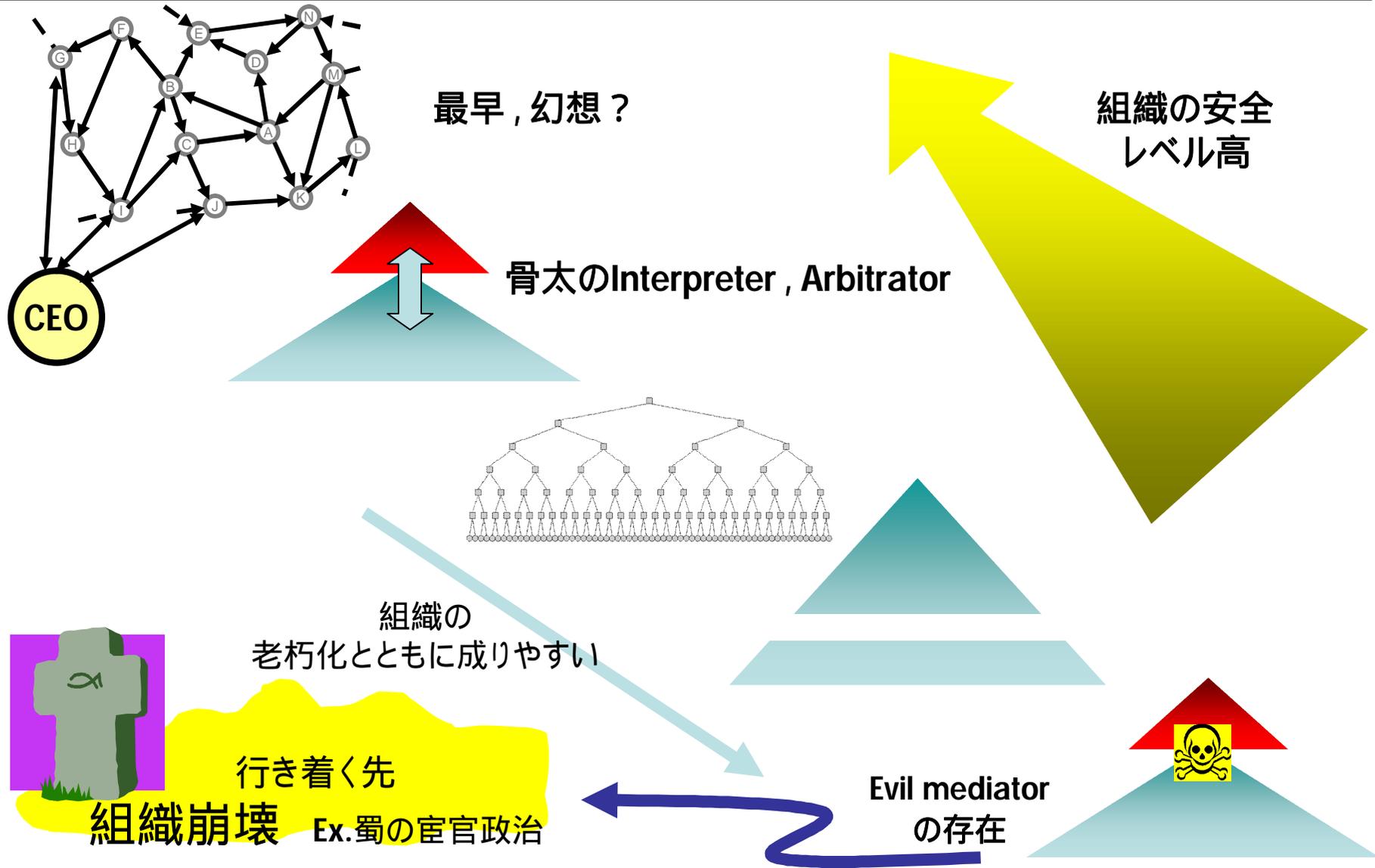
平成15・16年度に発生した再教育対象事故等に関して大阪支社の運転士
に対して行われた事故者に対する再教育に係る事故区分等と再教育日数との関係

	件数 (件)	平均 (日)	中央値 (日)	最大 (日)	最小 (日)
責任事故等	17	15.4	14	31	1
反省事故Ⅰ	19	13.4	11	32	3
反省事故Ⅱ	86	9.5	7	44	1
その他	241	4.6	2	41	1
計	363	6.7	4	44	1

事実調査に関する報告書の案
(意見聴取会用)

- 「その他」の多さの実体は何か
- Regulationの不明確さ
 - 所属長が日勤教育の要否を判断
- 草むしり等はさせていないと供述(京橋電車区長 談)
 - しかしながらストレスを感じるものもいたよう(給料もカット)
 - Guidelineはあるが細かい内容については、現業に委ねられていたよう

組織レベル



National-日本独特の組織風土

- 一つになれない国家→足の引っ張り合いも世界一
 - オリンピック
 - 自動車レース フォーミュラ1
 - HONDA , TOYOTA , BRIDGESTONE , JT (Mild Seven)
 - 半導体
 - 256 D-RAM 東芝
- 農耕民族？→競争よりも談合→リバウンド
- 第2次対戦敗戦
 - 建前と本音の乖離 , 建前社会に→犯罪の陰湿化
- 人口のバランスの崩れ , →団塊の世代 , 少子化



不透明で分かりにくい組織

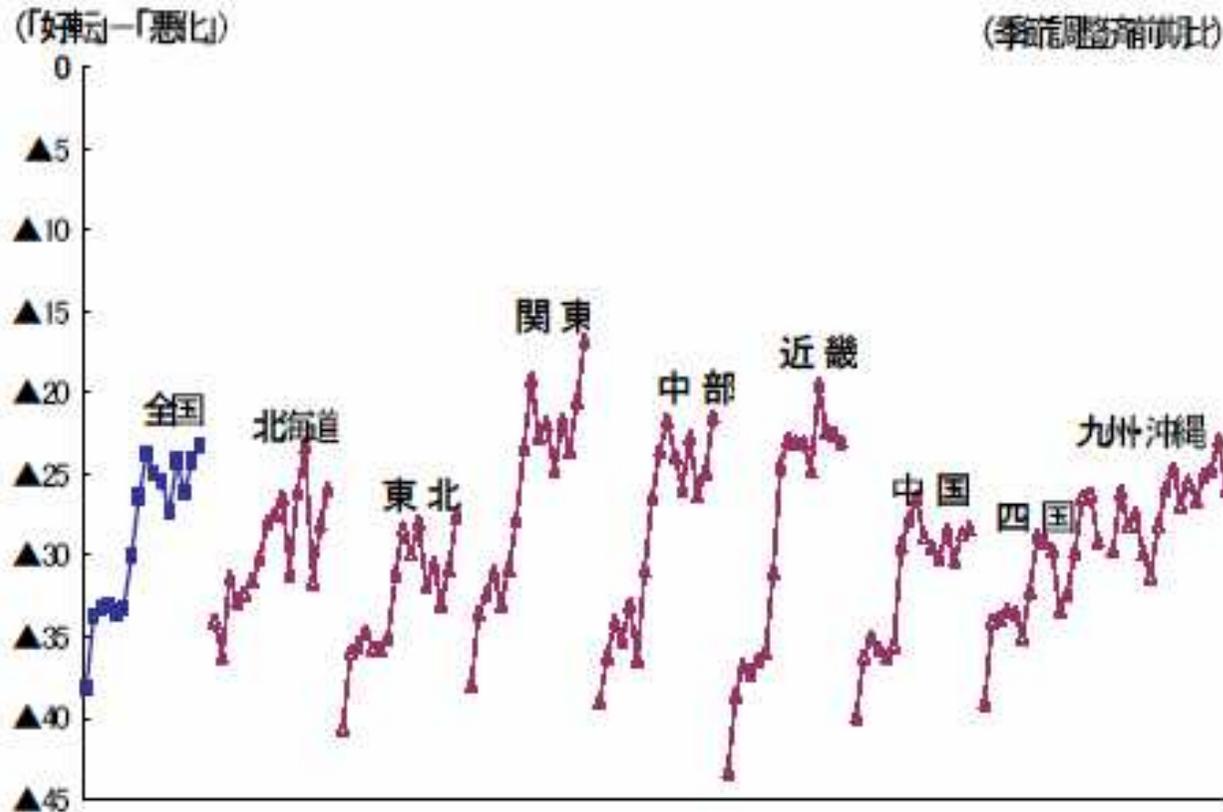
Regional-関西独特の組織風土

- 組織近代化の遅れ
 - 番頭・丁稚体質 → Evil mediatorを産みやすい企業風土
 - 役員世襲制 → 経営層の勉強不足
 - 過度の合議制 → 遅い意思決定と行動
- 過度のアウトソーシング
 - 関西, 特に大阪には中小企業がひしめく
 - Mother Companyの基盤技術のBlack-box化,
 - 独自技術育成困難
- 私鉄との激烈な競争
 - JRはスピードと車両デザインで勝負-207系



中小企業白書より

• 2002年頃のどん底状態の影響



資料 中小企業経営者意識調査(中小企業経営者)

(注)1. 地域区分は、各経済産業局管内の都道府県により区分している。

2. 関東は、新潟、長野、山梨、静岡の各県、中部は、石川、富山の各県、近畿は、福井県を含む。
九州沖縄は九州各県と沖縄県の合計。

3. 2002年第I四半期～2005年第IV四半期の値。

社会のdemand

- 快適に, 安価で且つ早く
 - でもリスクを背負うのは嫌
 - 安全のために金を払うのも嫌
 - でも災害事故に巻き込まれるのはもっと嫌



公共企業体へのdemand

収入狙い, 勉強不足のマスコミが代弁

実現不可能な世論形成

組織ExecutiveへのPressure

関西の特異性 (singularity)

- 関西人は総じて、せっかち(いだち/いらち)

- How late is late?

- JR西日本では, 1分
- イギリスの旧国鉄では, 5分
- ニューヨークの地下鉄では, 6分

From
NY Times

- 反中央(東京) 規則破りの風土

- Interesting Example

- バス

- 京都, 大阪
- 横浜

- エレベータ

- 京都, 大阪
- 横浜

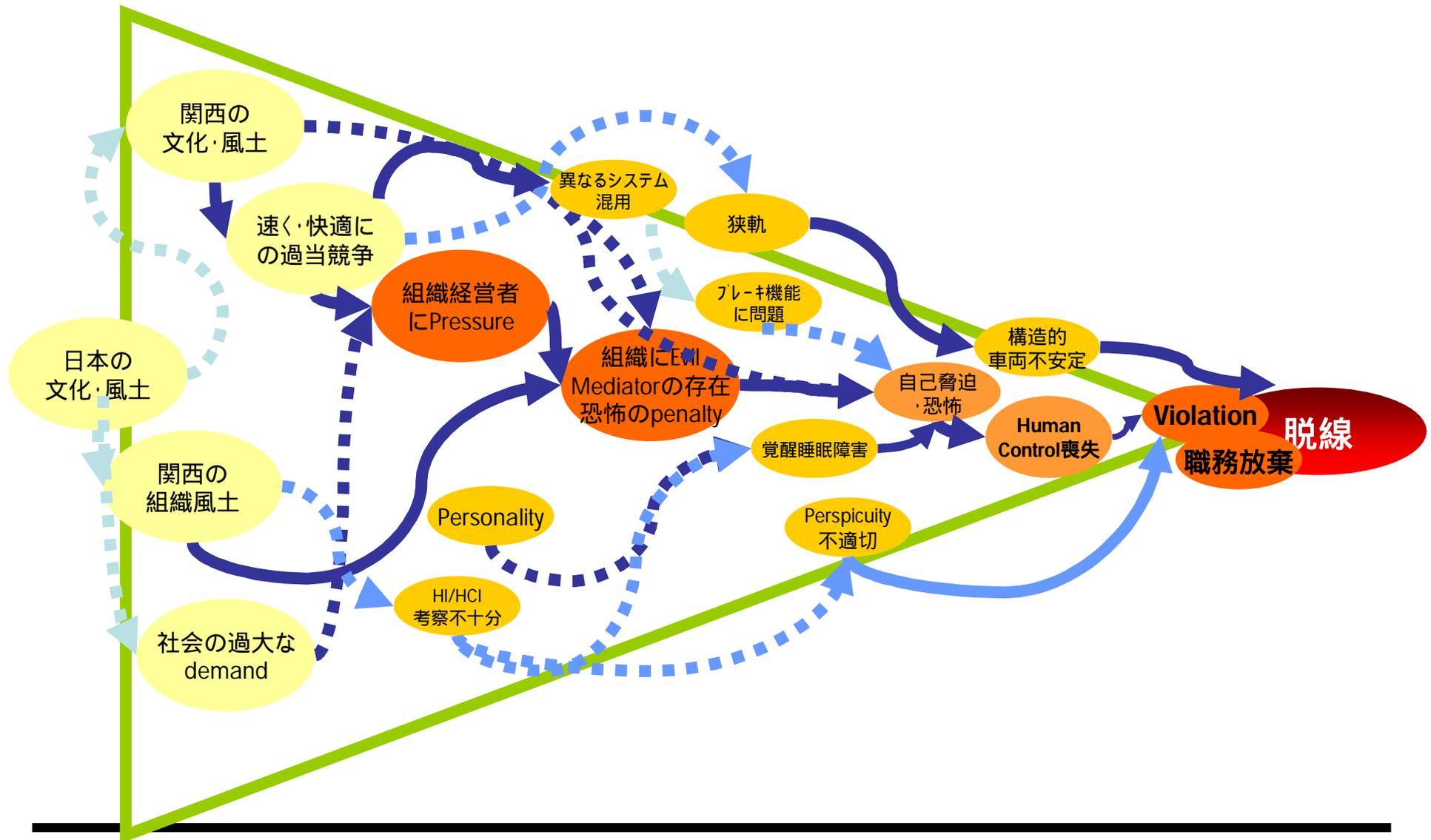


時刻通りに近い運行

スムーズな流れ
左に滞留

連なって運転
片方満員, 片方
乗客少なし

JR事故-PG図



JR事故 - 結論

Blunt End (社会的・文化的要因)

- T (Technology)-ハードウェアの故障は特定出来ないまま、最終報告に？
 - 少なくとも狭軌システムは再考すべき→競争するなら…
 - システムの混在はHuman Errorを招く
- O (Organization)-総論として、「欧米型」の組織事故といえる
 - それに日本の特殊性が加わった
 - Punishment, 過剰な国内競争, 完璧性, 失敗を認めない風土, 不透明な人事システム
- M (Human)-人に対するメンタル・ケアの遅れ
 - 神経疾患で社会人として抹殺される

Sharp End (災害・事故)

事故発生の防止策

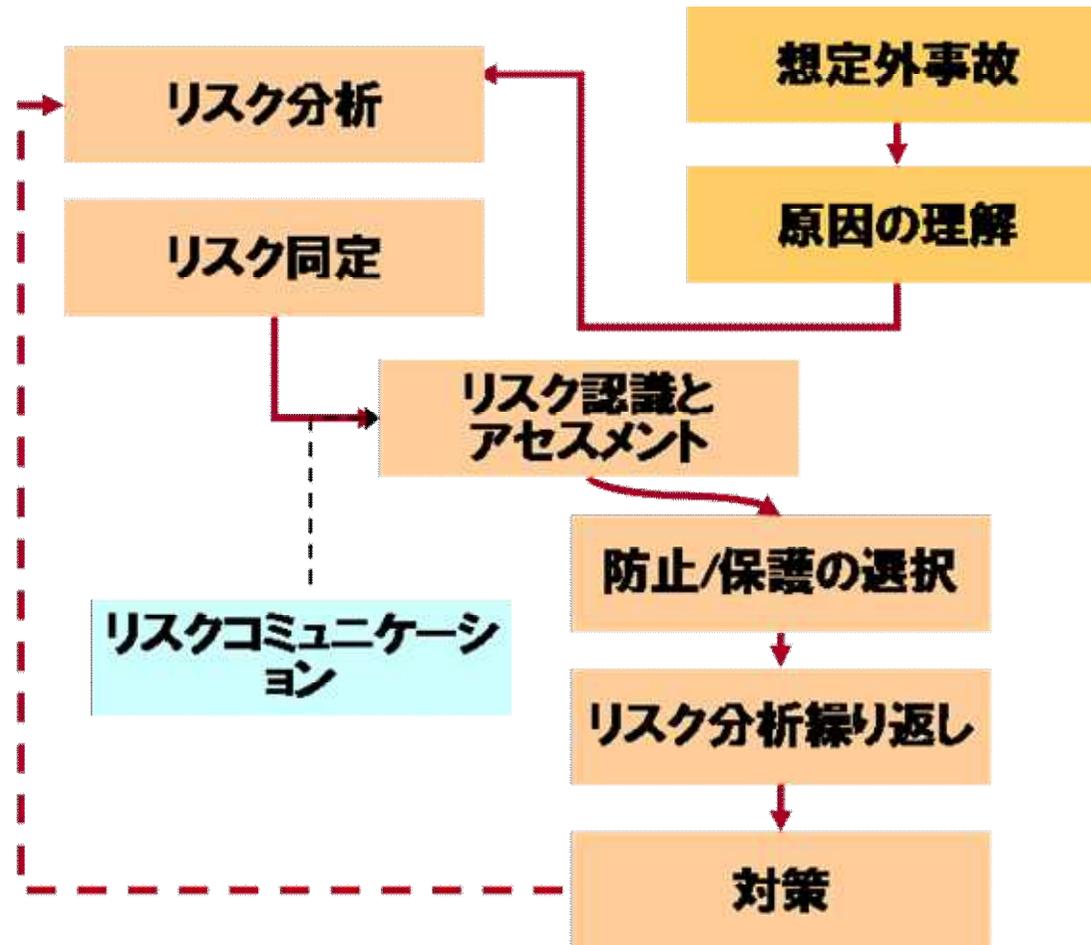
- PG図のBlunt endについては, 変えることが極めて困難
- Linkを切る方策を立案する
 - Ex. Evil mediatorの発生防止
 - 透明性のある人事システム, interpreterの育成プログラムの考察, 成果主義の見直し→(現在の成果主義は駄目, 本来評価すべきでない人間が評価している)
 - Ex. HI設計へのPerspicuityの積極的な研究, 人を守るHIの研究と実装
 - Ex. 「関西」(反東京)からより広い視野を



我々自身の心がけ
リスクの感覚を研ぐ
→災害は等しく全員に降りかかる, 災害明日は我が身

組織風土の変革に向けて

- 安全マネジメントの確立



さらなる組織安全に向けて

どうしたら変化を引き起こすことができるか?
制御のオプション/ツールは何か?

脅威の本質:
- 通常
- 不規則
- 前例のない

