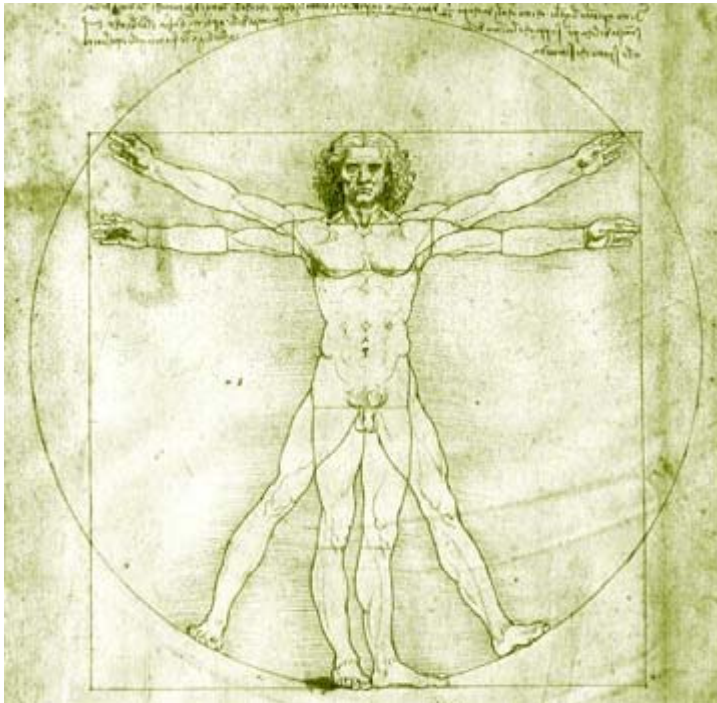


医療安全管理研修

医療安全へのヒューマンファクターズアプローチ



ヒューマンファクター工学

—人間中心のシステムの構築—

自治医科大学医学部
メディカルシミュレーションセンター
センター長
医療安全学教授 河野龍太郎

“ヒューマンファクター”とは

- **human factor** = 人的要因、システムにおける人間側の要因のこと
 - リスクの高い医療システムを低リスクシステムへと変える
- 
- **ヒューマンファクター工学の考え方**が大変有効と考えられる

内 容

1. ヒューマンファクター工学の背景
2. 人間の特性に環境を合致させる
3. ヒューマンファクター工学のモデル
4. 人間の能力を引き出す
5. 医療ヒューマンファクター工学

内 容

1. ヒューマンファクター工学の背景

2. 人間の特性に環境を合致させる

3. ヒューマンファクター工学のモデル

4. 人間の能力を引き出す

5. 医療ヒューマンファクター工学

1. ヒューマンファクター工学の背景

- 事故の分析の中から生まれてきた
- 産業界も事故の原因は**個人のヒューマンエラー**として処理されることが長い間続いた
- **対策は、「注意喚起」**



事故分析の方法の開発
エラーに対する考え方が変化



- 人間の注意喚起だけでは、事故防止には**限界**があるということが分かってきた。

ヒューマンファクター工学の起源

- 人間が道具を獲得した時をその起源する
- 生産活動における科学的管理



人間工学や工学心理学
などの影響

現実には起っている事故の解析の結果から少しずつ体系化が試みられてきたものであり、今後
も発展していく

スリーマイル島原子力発電所2号炉(TMI-2)事故

- 1979年3月28日、米国ペンシルベニア州スリーマイル島原子力発電所2号炉で事故
- 原子力発電プラントは、安全第一の現代におけるもっとも堅牢なシステムの1つ
- 小さな故障の修理作業から大きな事故に発展
- 事故拡大の原因の1つが、**運転員の判断**
- 緊急炉心冷却装置ECCS(Emergency Core Cooling System)を運転員が手動で停止



誤解しやすい計器やランプの表示方法、不適切な教育訓練、ずさんな管理体制

TMI原子力発電所

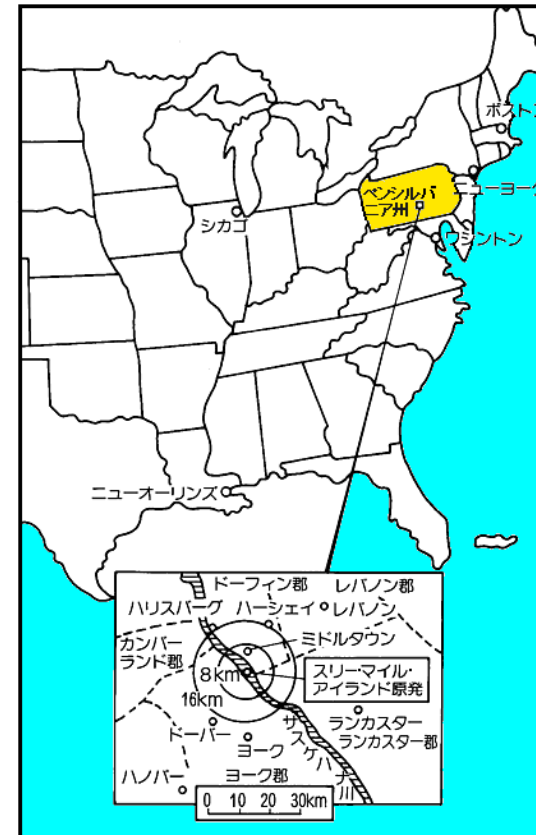


図1 スリー・マイル・アイランド
原子力発電所の位置

(注) 原子力発電所はサスケハナ川の中州であるスリーマイル島に設置されている。

[出典] 科学技術庁原子力安全局(編): 米国原子力発電所事故調査報告書第3次、
原子力安全委員会月報 昭和56年6月号(通巻第33号)、p.34

スリーマイルアイランド(TMI)原子力発電所地点図

TMI発電所2号炉(TMI-2)は、ワシントンD.C.の北北西約160km米国ペンシルバニア州都 Harrisburg 南東20kmの、サスケハナ川中州に設置されている

1979年3月28日アメリカスリーマイル島原子力発電所2号炉で2次冷却水の復水浄化器の樹脂移送用配管の目詰まりを発端として炉心溶融事故が起きた。



バルブ開け忘れ

1979年3月28日アメリカスリーマイル島原子力発電所2号炉

2次冷却水の復水浄化器の樹脂移送用配管の目詰まりを発端として炉心溶融事故が起きた。

(1) 第18431号

事故 米原発

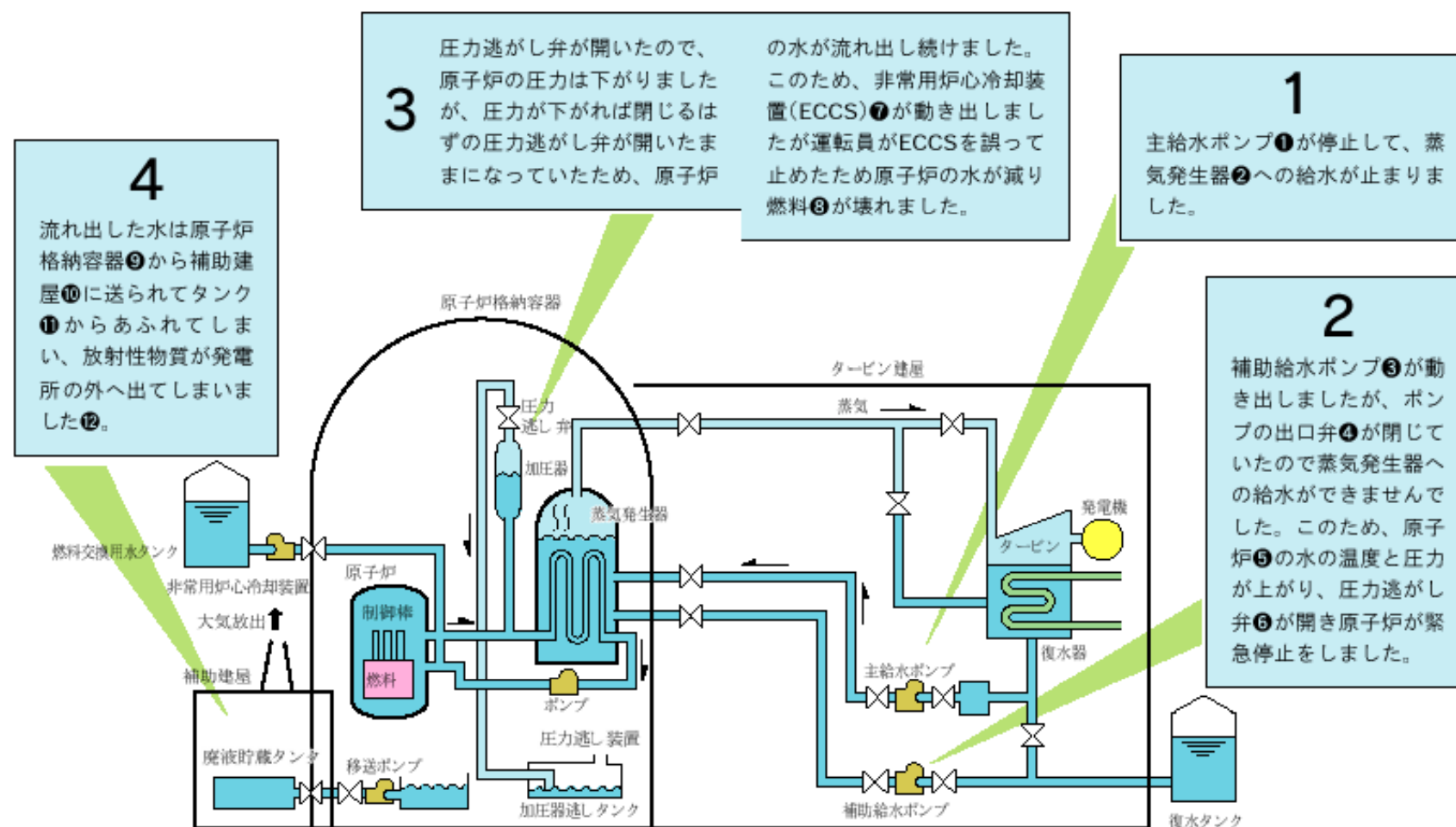
主要因 人為ミス

手動バルブ開け忘れ

補助給水ポンプ動かず

原発立地関係道
通産原因

1979年3月28日、アメリカのペンシルベニア州にある三マイル島原子力発電所（TMI）で、2号炉で重大な事故が発生した。この事故は、原子力発電史上最も深刻な事故の一つとして知られている。事故の発端は、2次冷却水の復水浄化器（R）の樹脂移送用配管の目詰まりによる炉心溶融であった。この目詰まりは、運転員が手動バルブを開け忘れたことが原因とされている。この事故は、原子力発電の安全性に対する懸念を高め、原子力規制の強化を促した。また、この事故は、原子力発電の立地と周辺住民との関係にも大きな影響を与えた。事故発生後、原子力規制委員会（NRC）は、事故の原因を調査し、原子力発電の安全性を向上させるための措置を講じた。この事故は、原子力発電の歴史の中で最も重要な出来事の一つとして記憶されている。



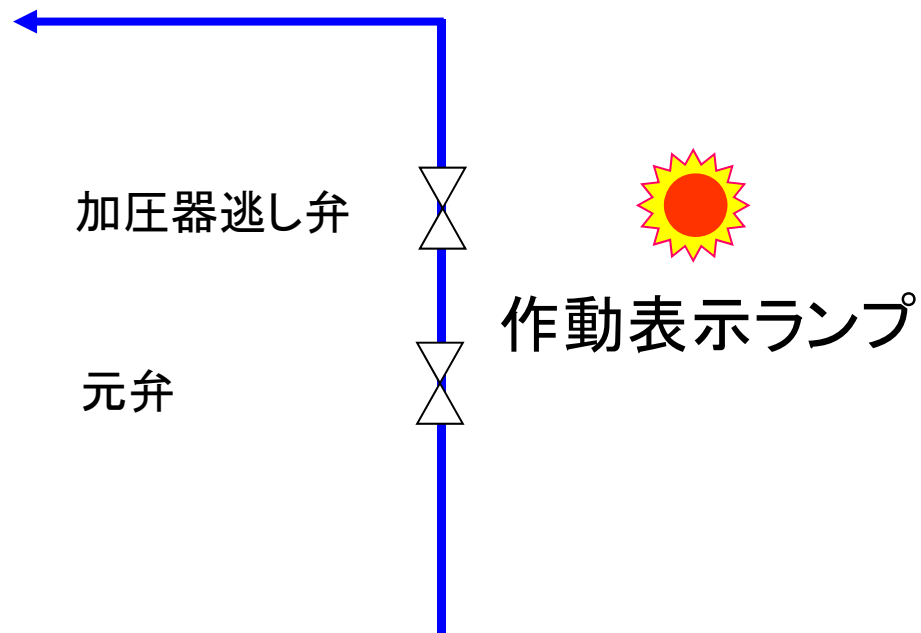
スリーマイルアイランド(TMI)原子力発電所の事故

〔出典〕 核燃料サイクル開発機構：サイクルポケットブック(1999年11月)、p.46-47

TMI-2事故概要

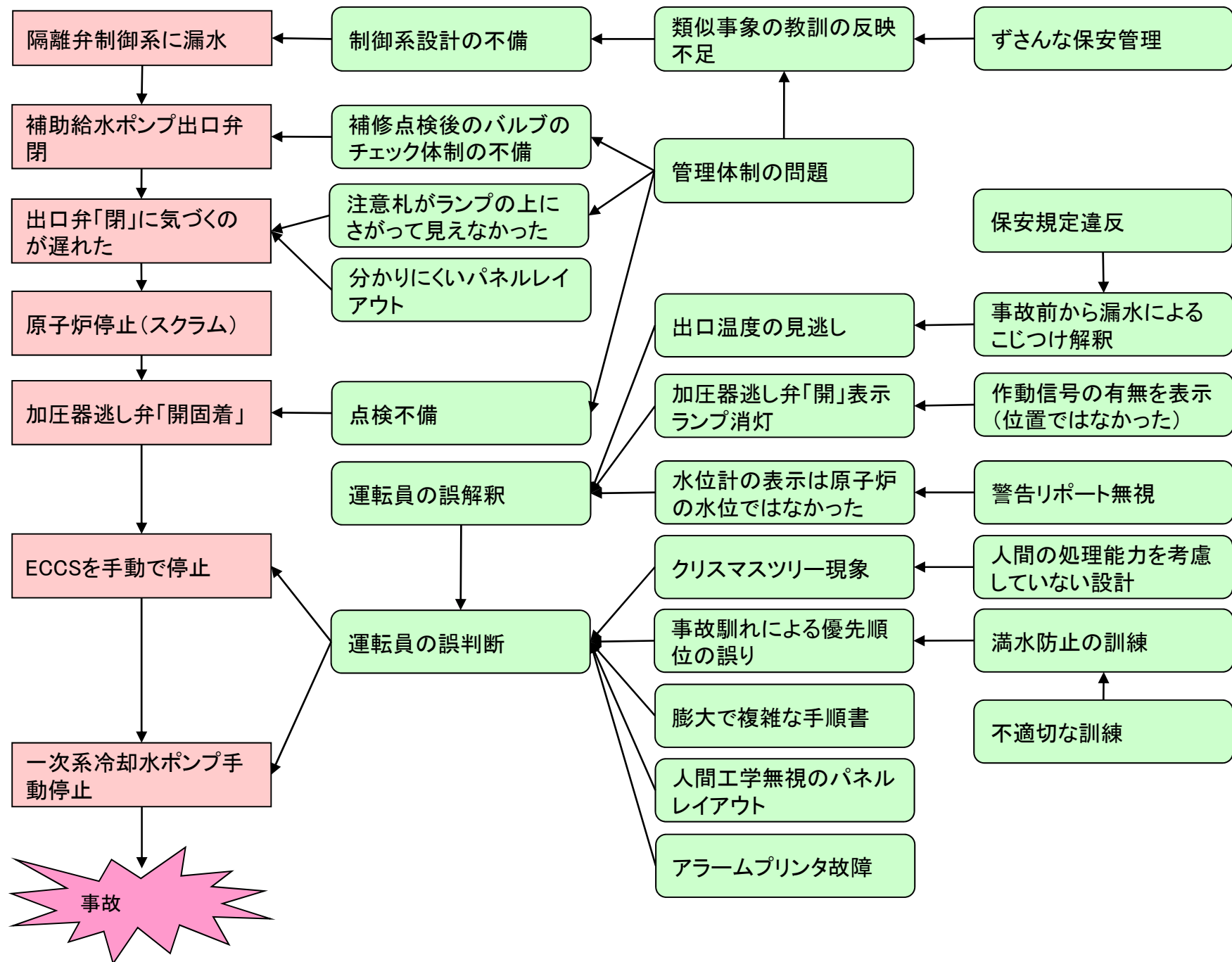
TMI-2事故の経過





加圧器逃し弁のランプ表示

加圧器逃し弁の実際の弁の位置を示すものではなく、作動ランプがついていた。これは弁の開または閉状態を示すものではなく、主弁を開くためパイロット弁が動作しているあいだのソレノイド電流を表示する特殊構造のものだった。



米国スリーマイル島原子力発電所2号炉(TMI-2)事故の事象の連鎖と背後要因の概要

原子力におけるヒューマンファクター研究

- ・ 原子力業界は、緊急時に対応しなければならない
人間の問題をあまり考慮していなかったことに気がついた



- ・ 原子力におけるヒューマンファクターの問題が認識されるようになり、いろいろな研究や現場での取り組みが、世界中で行なわれるようになった。

チェルノブイル事故(1986.4.26)

最悪事故、炉心が溶融

ソ連原発 一千人超す死者？

西側に対策の助言要請

【モスクワ29日共同通信電】チェルノブイル原子力発電所事故で、ソ連当局は、死者がすでに1000人を超えていると発表したが、西側諸国は、この数字を信じていない。西側諸国は、ソ連当局に、事故の真相を明らかにし、被害者の救済に努めるよう要請している。

タスは「二人死亡」

【モスクワ29日共同通信電】タス通信社は、チェルノブイル原子力発電所事故で、死者が2人であると発表している。



炉心溶融 放射能が拡散

【モスクワ29日共同通信電】チェルノブイル原子力発電所事故で、炉心が溶融し、放射能が拡散している。ソ連当局は、放射能の拡散を抑制するために、さまざまな措置を講じている。

数万避難と 西側筋語る

【モスクワ29日共同通信電】西側諸国は、チェルノブイル原子力発電所事故で、数万人が避難しているとしている。西側諸国は、ソ連当局に、避難者の救済に努めるよう要請している。

天皇陛下即位60年 6000人が...

【東京29日共同通信電】天皇陛下即位60年を記念して、政府主催の記念式典が、東京で挙行された。式典には、約6000人が参加した。

大佛次郎賞

【東京29日共同通信電】大佛次郎賞が、東京で授けられた。受賞者は、大佛次郎氏である。

朝日新聞

発行所：東京朝日新聞社
印刷所：東京朝日新聞社
電話：(03) 5561-1111
電報掛：5561-1111
郵便番号：100-8201
東京都千代田区千代田1-3-1

工香の

茶

主な記事から

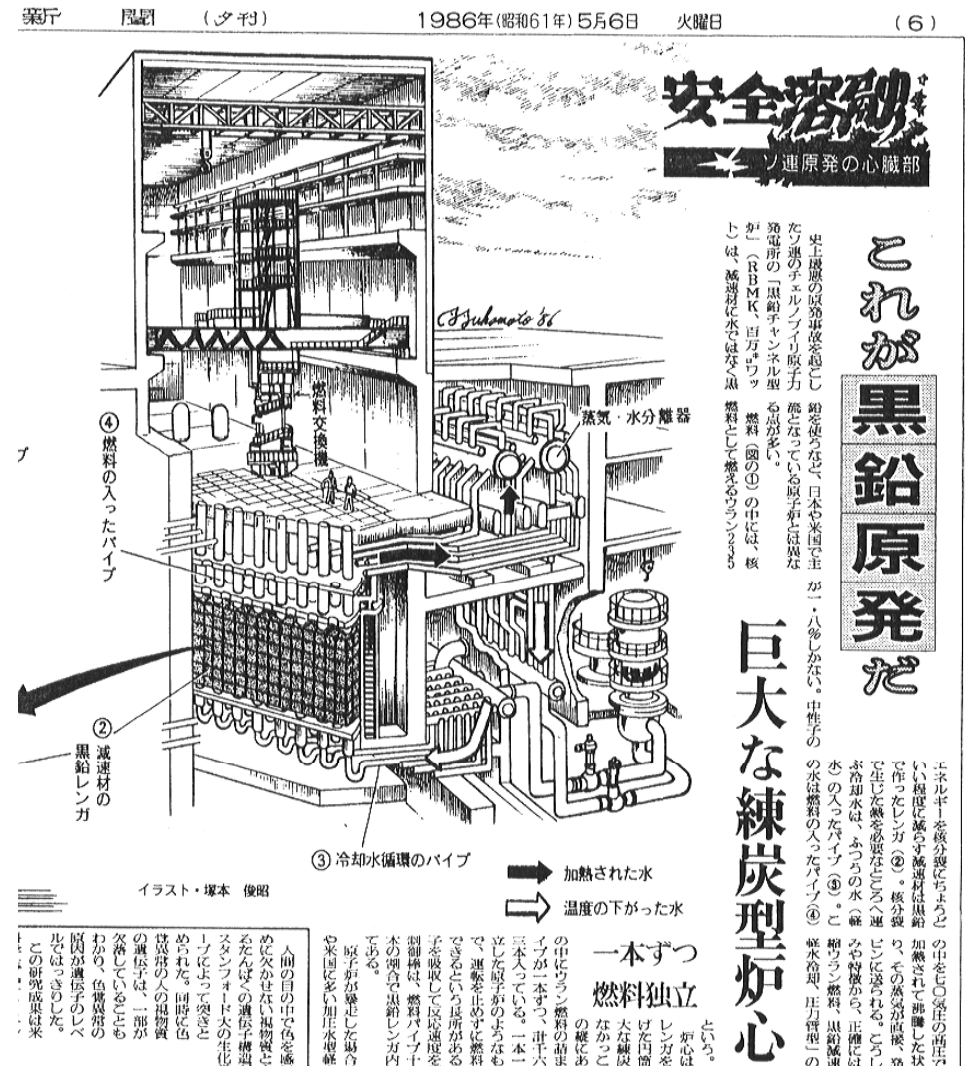
パリで朝日新聞の仏語版
財政再建一時棚上げ提言
月山で不明の8人を救出
(社会面)

チェルノブイル発電所4号炉事故

- 炉特性特殊
- 炉停止時に試験
- 試験強行
- 安全装置除外
- 各種違反行為



出力急増、爆発



チェルノブイル事故の経過

危険な試験を計画

非常用炉心冷却装置除外

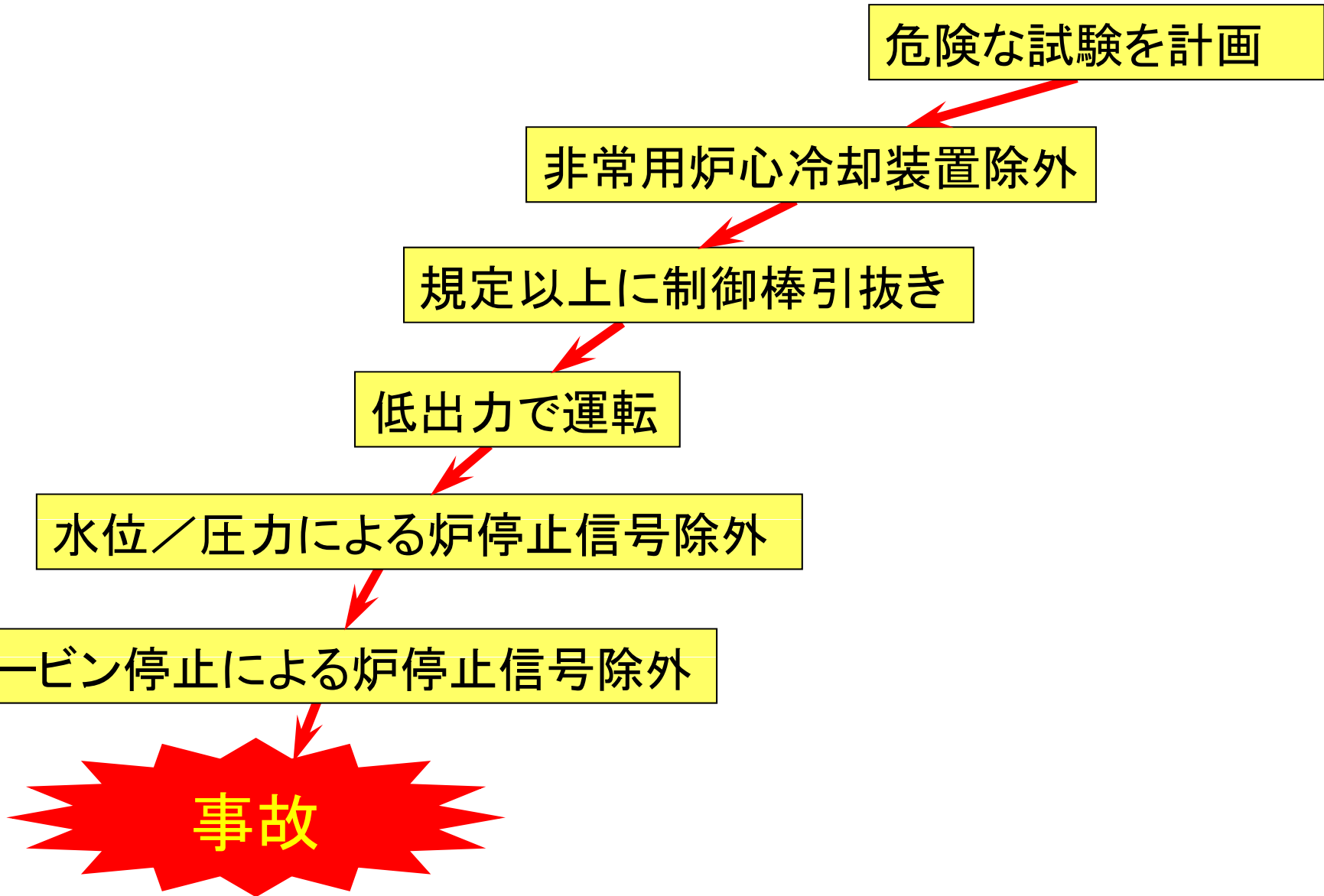
規定以上に制御棒引抜き

低出力で運転

水位／圧力による炉停止信号除外

タービン停止による炉停止信号除外

事故



セーフティカルチャー

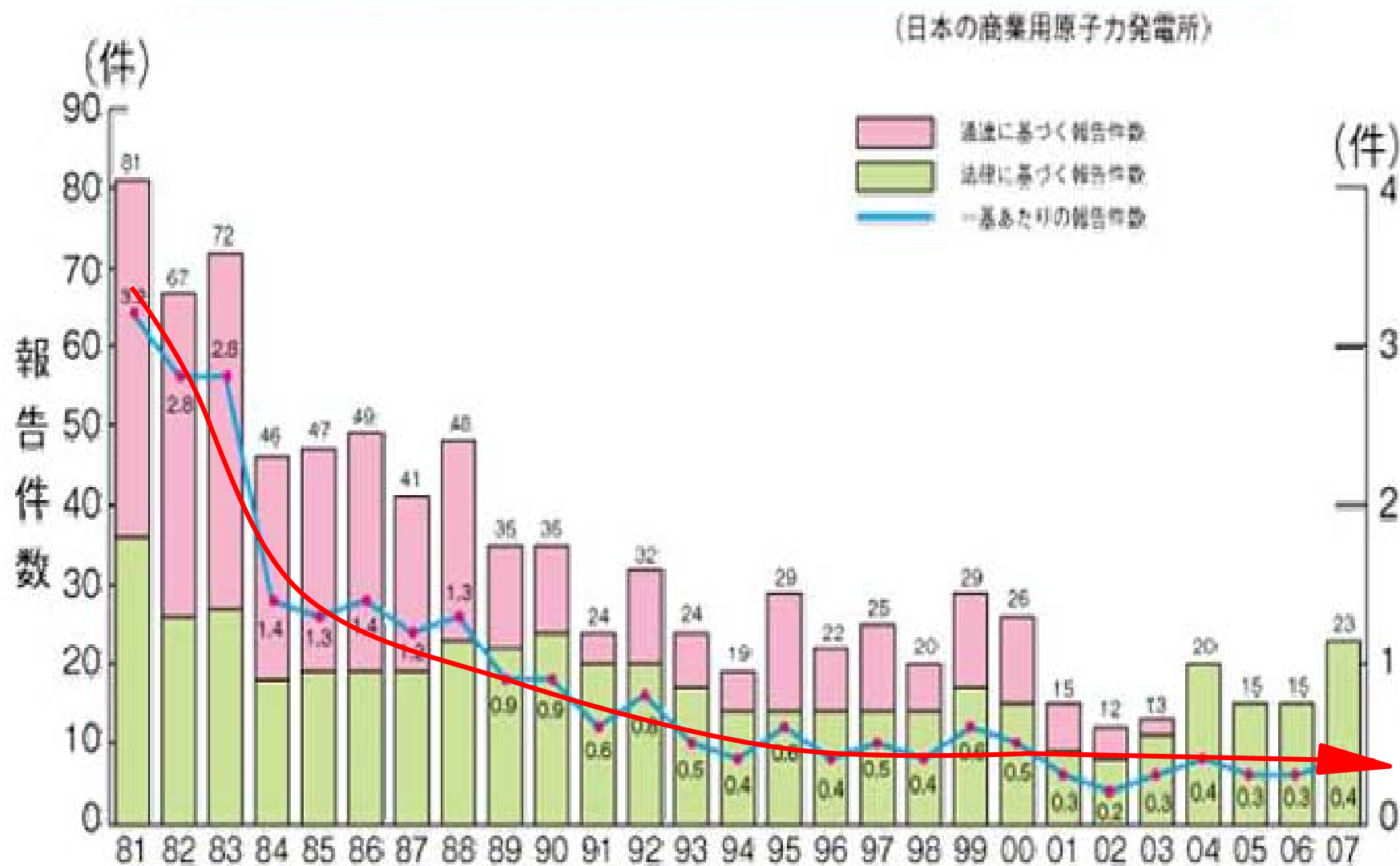
- ・ チェルノブイル発電所4号機事故が契機
 - RBMK型炉(電気出力 100万kW)
- ・ IAEAが事故報告書(INSAG-1, 1986.9)で安全文化に言及
- ・ 設計不備、管理の不備、安全優先意識の欠如
- ・ Safety Cultureとは、
「原子力プラントの安全確保に、その重要性にふさわしい注意が最優先で払われるようにするために、組織や個人が備えるべき特質である」

セーフティ21

- ・ チェルノブイル事故が契機
- ・ 1986年8月
- ・ 通産省の安全性高度化計画
「原子力発電安全確保対策のより一層の充実について ― セーフティ21 ―」
- ・ 官民協力してヒューマンファクター研究を進めていくことを宣言

国	民間
通産省 (財)原子力発電技術機構 ヒューマンファクターセンター 1987.10.1 科学技術庁 日本原子力研究所 人的因子研究室 1989.4.1	(財)電力中央研究所 ヒューマンファクター研究センター 1987.7.1 電力会社 東京電力(株)ヒューマンファクターグループ 1991.7.1 (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所 1992.3.25

日本における原子力のヒューマンファクター研究機関



原子力における事故件数の推移

出典:「原子力・エネルギー」図面集2009 5-27

(b) 航空システム

- パイロットや管制官、整備士などのヒューマンファクターの問題に着目
- 第二次世界大戦中、パイロットの山に激突事故が連続して発生
- 原因調査→パイロットが高度計を読み間違え
高度計の表示方法に問題



高度計をパイロットに理
解しやすい表示

墜落事故が減少



作業環境に着目

高度計(読めますか?)



4,160ft

高度計(読めますか?)



29,820ft

高度計(読めますか?)

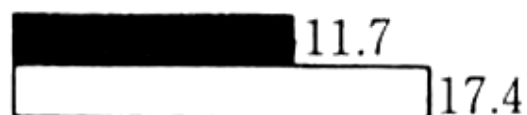


8,300ft



4 160ft

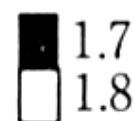
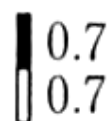
1 000ft以上の表示に
おける読み誤り(%)



理解に要する
時間(秒)

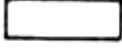


29 820ft



8 300ft



 パイロット 97名
 大学生 79名

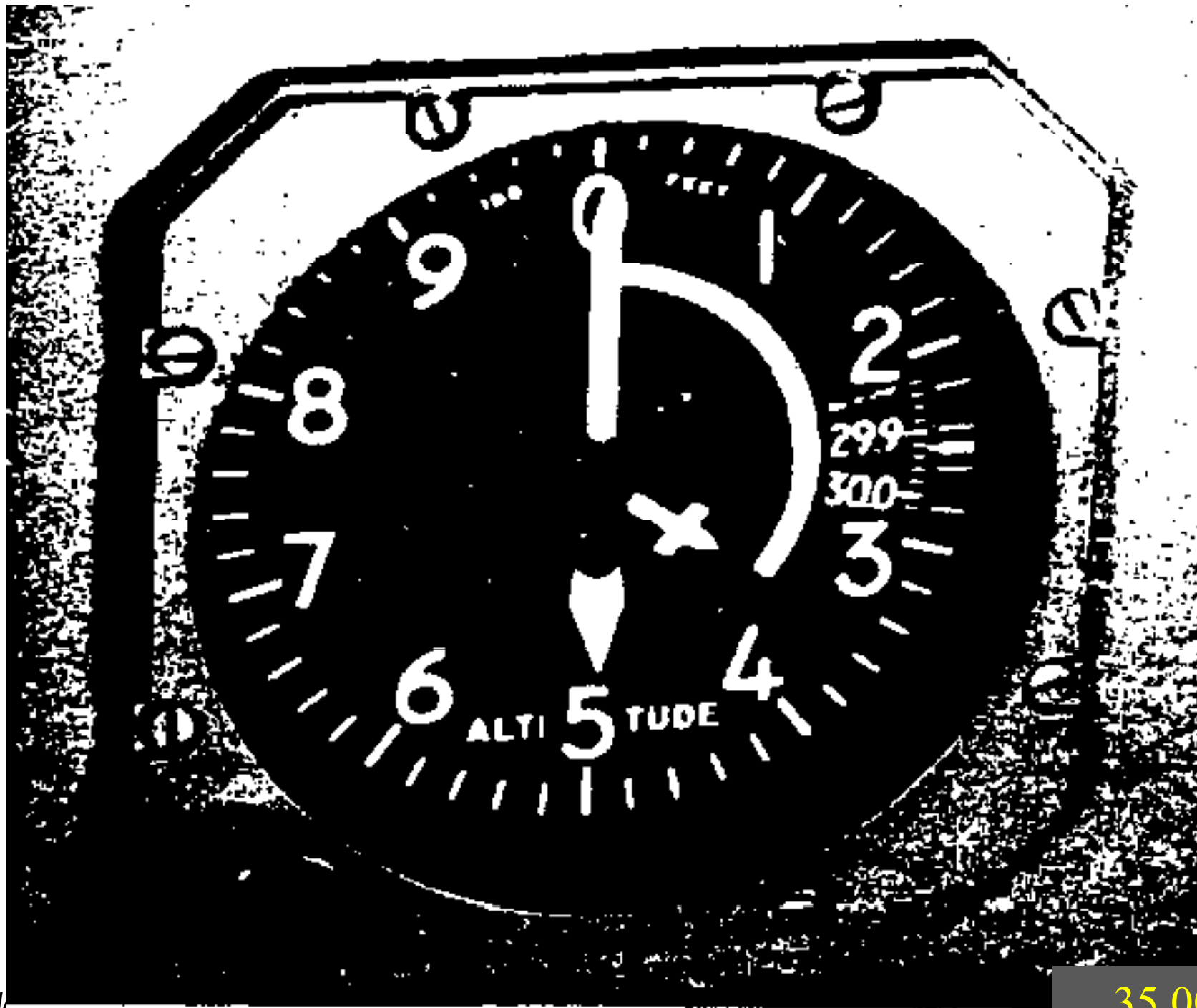
ユナイテッド航空389便B727型機墜落事故 (1965年8月16日)

事故の概要

- ・ シカゴ・オヘア国際空港に向かう国内線であった389便は着陸に向けて航空管制の指示で、巡航高度35000フィートから降下した。
- ・ 進入管制官は「高度6000フィートで高度を維持せよ」と、この高度で水平飛行して待機するように指示した。
- ・ しかし389便はなおも降下を続け現地時間の21時21分に空港から45km離れたミシガン湖の湖面に激突した。搭乗者(乗客数 24 乗員数 6)に生存者はいなかった。当時は夏の薄暮の宵の入りの状況であった。

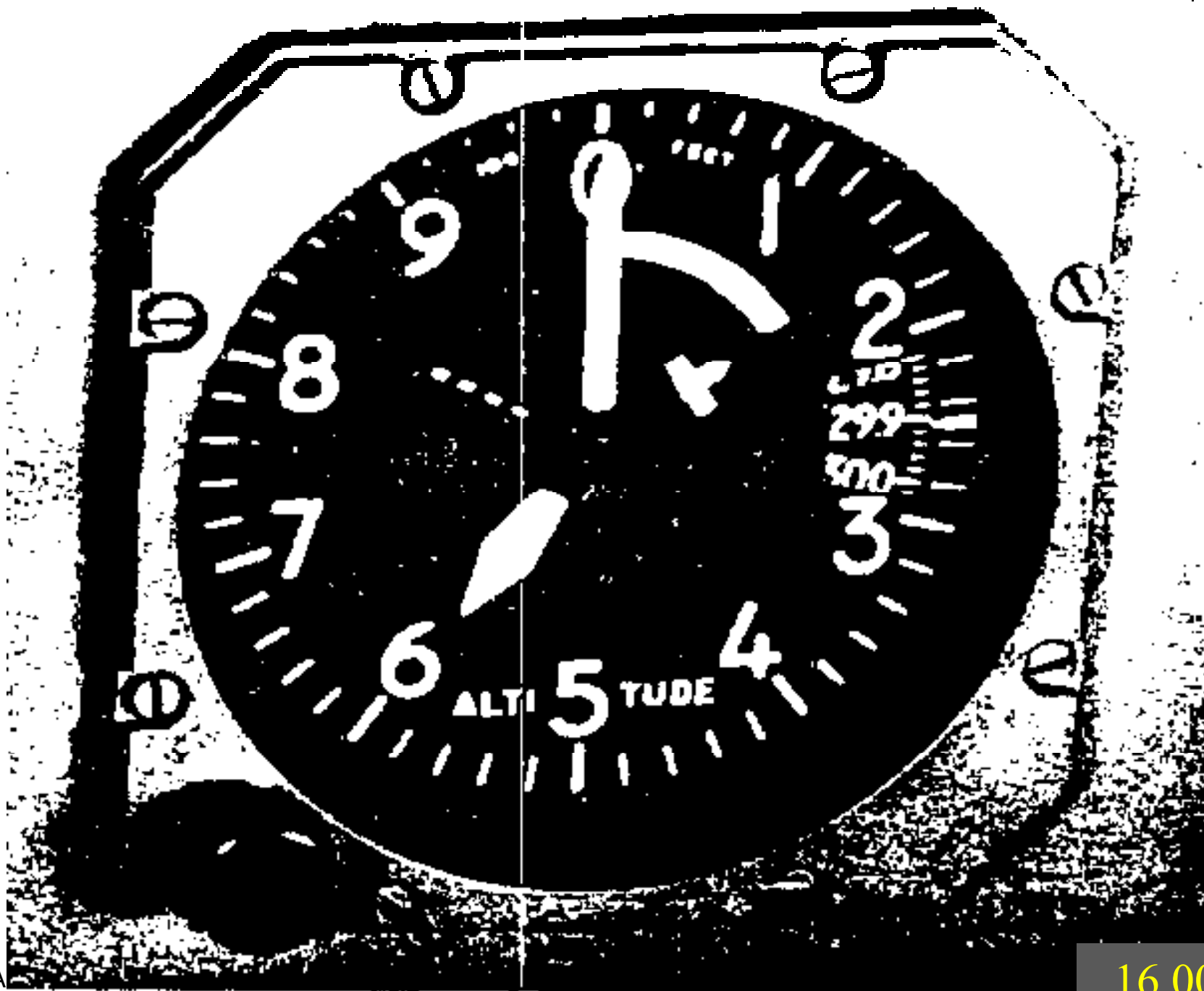
389便墜落事故の原因

- 航空事故調査委員会は、389便のパイロットが指示された6000フィートで何故水平飛行に移らなかったかについて、合理的な説明はできないとして「**原因不明**」とした。
- 一方では、事故はパイロットが高度計を誤読した人為的ミスとの主張もある。
- 事故機に装着されていた高度計が三針式(1万、千、百を表す針で構成されている)であったため、降下を指示された際に既に**6000フィートになっていたにもかかわらず、1万の針を誤読し16000フィートと認識**し激突したのではないかと？
- 同様の誤読による事故はイギリスで実際に発生していた。
- しかしこの説に対しては、操縦乗員が外部監視をしていたはずであり、迫り来る水面に気付くはずではないかと？との疑問も提示されている。



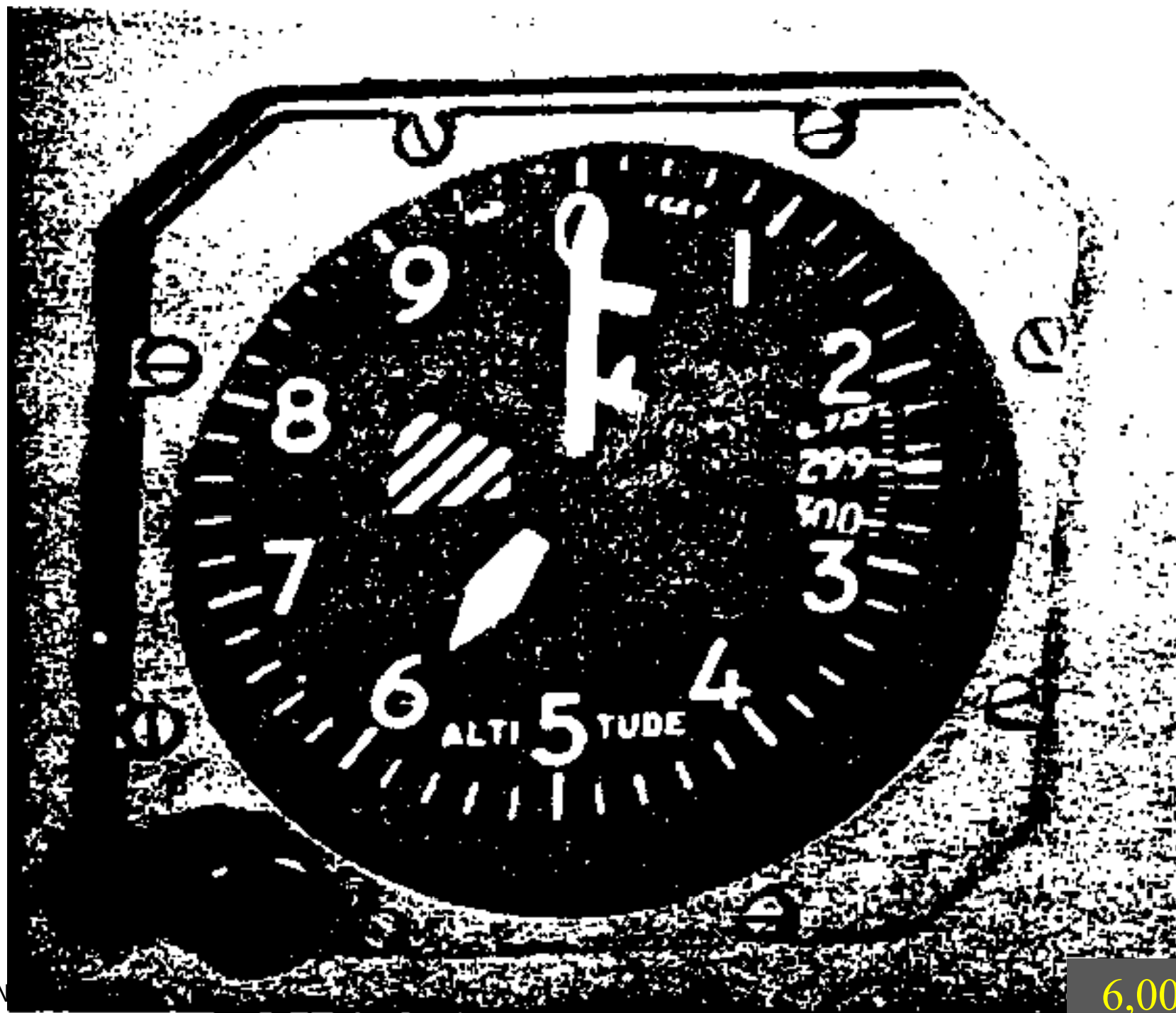
KAW

35,000ft



KAWA

16,000ft



KAWAN

6,000ft



KAWAN

570ft



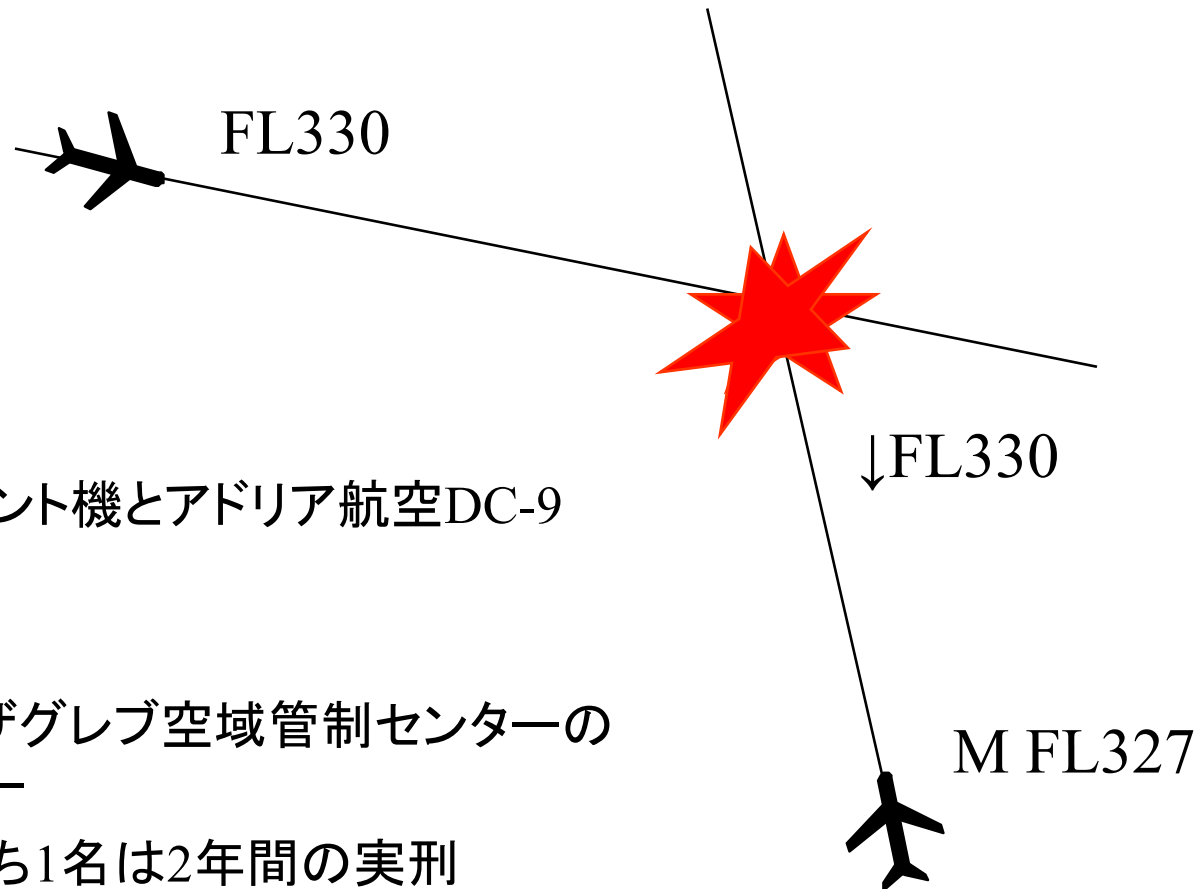
1996年11月12日

複雑な要因が重
なっている

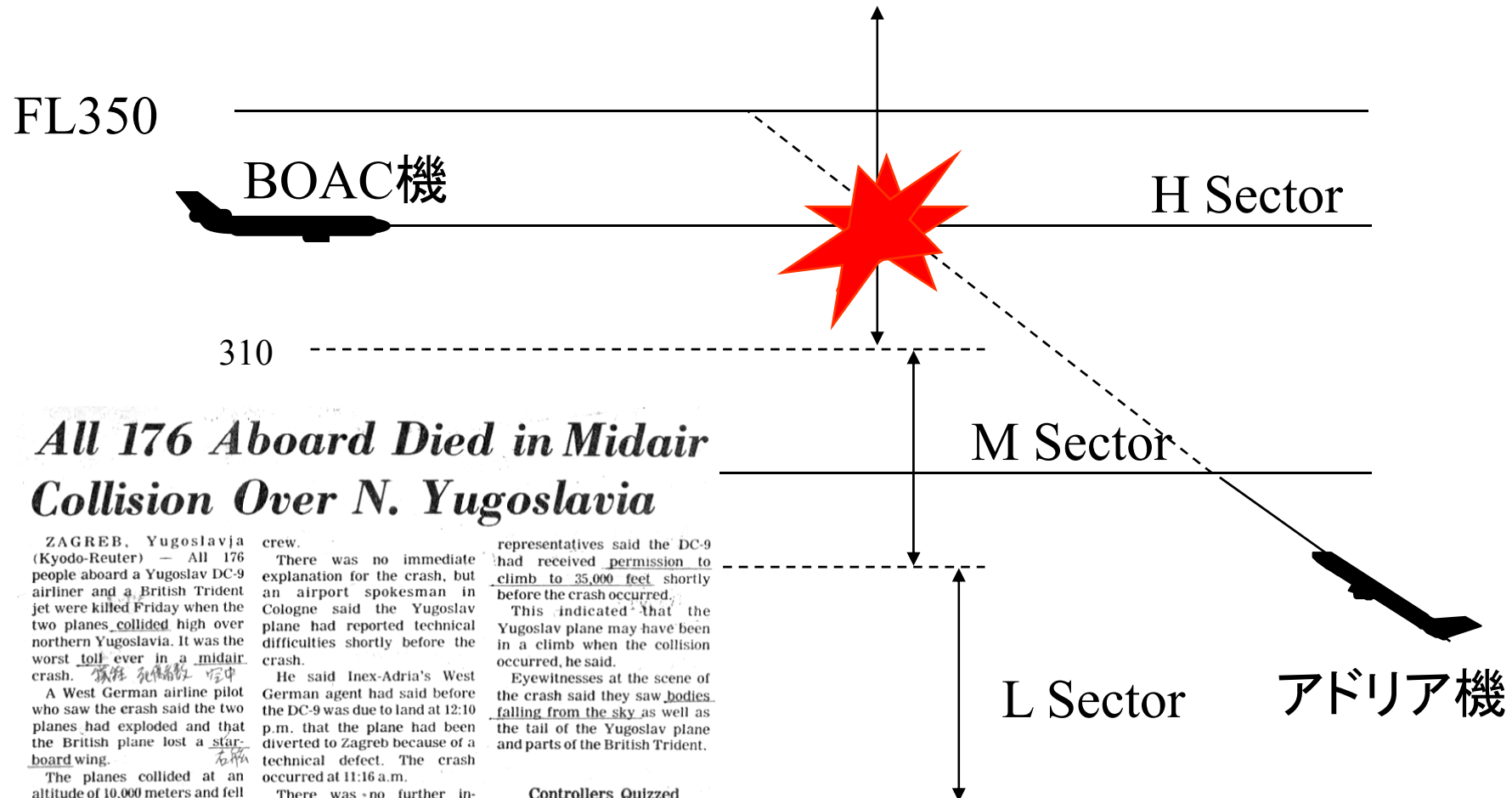


ザグレブ空域管制センターでの空中衝突(1)

- ◆1976年9月10日
- ◆英国航空トライデント機とアドリア航空DC-9機が空中衝突
- ◆176(+1)名死亡
- ◆ユーゴスラビア・ザグレブ空域管制センターの管制官の指示エラー
- ◆管制官8名処分うち1名は2年間の実刑



ザグレブ空域管制センターでの空中衝突(2)



All 176 Aboard Died in Midair Collision Over N. Yugoslavia

ZAGREB, Yugoslavia (Kyodo-Reuter) — All 176 people aboard a Yugoslav DC-9 airliner and a British Trident jet were killed Friday when the two planes collided high over northern Yugoslavia. It was the worst toll ever in a midair crash. 機体 空中

A West German airline pilot who saw the crash said the two planes had exploded and that the British plane lost a starboard wing. 右舷

The planes collided at an altitude of 10,000 meters and fell to earth near Vrbovec, about 40 kilometers northeast of here. Authorities at the scene said there were no survivors.

The Yugoslav airline Inex-Adria said its DC-9 was

crew. There was no immediate explanation for the crash, but an airport spokesman in Cologne said the Yugoslav plane had reported technical difficulties shortly before the crash.

He said Inex-Adria's West German agent had said before the DC-9 was due to land at 12:10 p.m. that the plane had been diverted to Zagreb because of a technical defect. The crash occurred at 11:16 a.m.

There was no further indication on the nature of the trouble.

The pilot of a Lufthansa Boeing 737 said he was flying at 29,000 feet when he saw the collision.

representatives said the DC-9 had received permission to climb to 35,000 feet shortly before the crash occurred.

This indicated that the Yugoslav plane may have been in a climb when the collision occurred, he said.

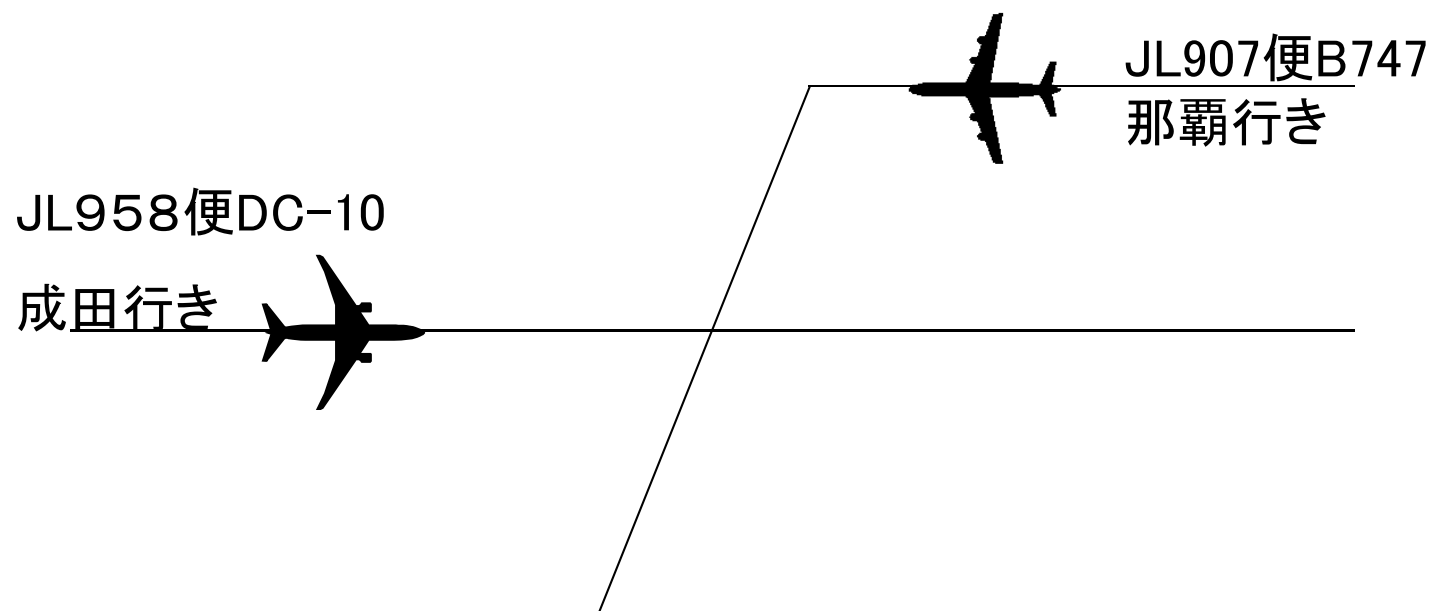
Eyewitnesses at the scene of the crash said they saw bodies falling from the sky as well as the tail of the Yugoslav plane and parts of the British Trident.

Controllers Quizzed
BELGRADE (AP) — Yugoslav authorities questioned several air traffic controllers Saturday on the air collision that killed all 176 persons aboard two airliners.

H Sectorに情報が伝わっていなかった。

焼津上空ニアミス事故

- 2001年1月31日午後3時55分ころ、羽田発那覇行き、B747型機と釜山発成田行き、DC-10型機が焼津上空で、ニアミスを起こした。両者の間隔は、110m（機長の報告では約10m）。衝突回避に伴う操作により、100人の負傷者が出た。



航空管制官の指示 対 TCASの指示

- ・ JAL907便の機長は、、、
 - 管制官：衝突回避のために、**降下せよ**
 - TCAS：衝突回避のために、**上昇せよ**
 - 「TCASに従え、しかし、最終的には機長が判断せよ。」
 - 相手の航空機(JL958便)が見えていた
- ・ JAL958便の機長は、、、
 - TCASに従った



指揮命令系統の一本化の失敗

日航機ニアミス事故の控訴審、管制官 2人に逆転有罪判決

静岡県焼津市上空で2001年1月、日本航空機同士が異常接近(ニアミス)して乗客57人が重軽傷を負った事故で、業務上過失傷害罪に問われた国土交通省東京航空交通管制部の管制官、靱井(もみい)康子(39)、同蜂谷(はちたに)秀樹(33)両被告の控訴審判決が11日、東京高裁であった。

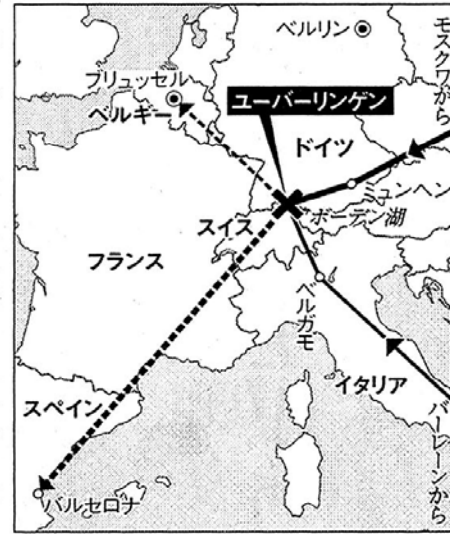
須田賢裁判長は、1審・東京地裁の無罪判決を破棄し、靱井被告に禁固1年6月、執行猶予3年(求刑・禁固1年6月)、蜂谷被告に禁固1年、執行猶予3年(同1年)の逆転有罪判決を言い渡した。

(2008年4月11日15時35分 読売新聞)

露旅客機が空中衝突

独南部で貨物機と

71人全員絶望



遺体が見つかった。

スイス・チューリヒ空港

の管制当局者は三日、記者

会見し、事故原因は管制官

の指示に従った旅客機と、

衝突防止装置（TCAS）

の誤作動によるものとして

説明した。二機の警告に

従った貨物機が、ともに飛

行高度を下けたためとの見

方を示した。

官は旅客機に対して衝突

前、三回にわたって高度を

下げるよう指示。旅客機は

三回目高度を約二百十三

メートルに下げよう緊急指示した

のを受け、約一万九百七十

メートルからようやく急降下を

始めた。最初の二回の指示

を無視した理由は不明。

一方、旅客機と同高度で

飛行していた貨物機のパイ

ロットは、同機に搭載して
いたTCASの警戒音に反
応して高度を急に下げ、一
万七千五百九十メートルで旅客機と
衝突した。同当局者は「貨
物機が従前の高度を維持し
ていれば、衝突は起きなか
った」と語った。

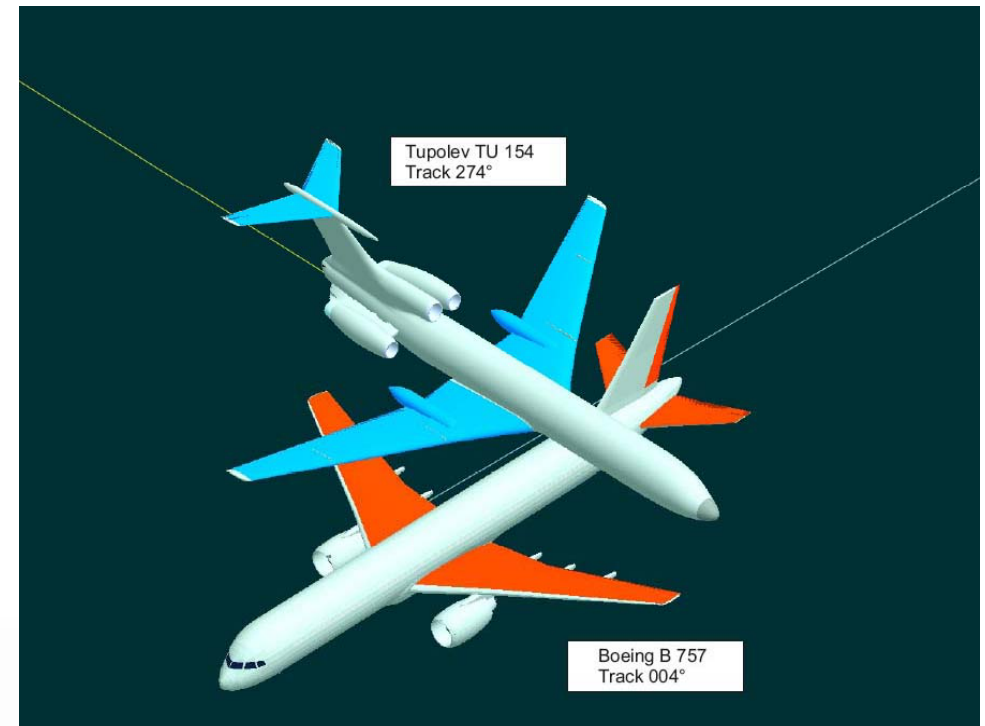
旅客機の乗客は全員がロ
シア人で、うち五十二人は
スペインのリゾート地へ向
かう子どもたちだった。イ
ンターファクス通信は、そ
の大半が、ロシア南部バシ
コルトスタン共和国の大統
領府要人・閣僚の家族だっ
たと報じた。モスクワの日
本大使館によると、日本人
乗客は確認されていないと
いう。〈関連記事15面〉

【ユーバーリンゲン（ド
イツ南部）二日＝貞広貴志】
スイス国境に接するドイツ
南部ボーデン湖の北岸ユー
バーリンゲン上空で一日午
後十一時四十分（日本時間
二日前六時四十分）ごろ、
ロシア・バシキール航空の
モスクワ発バルセロナ行き
ツポレフ154型旅客機

（乗員十二人、乗客五十七
人）と国際宅配便大手「DHL
（本社・ベルギー）保有の
ボーイング757型貨
物機（乗員二人）が空中衝
突、両機とも大破、炎上して
地上に落下した。両機の搭
乗者計七十一人の生存は絶
望視されており、十二人の

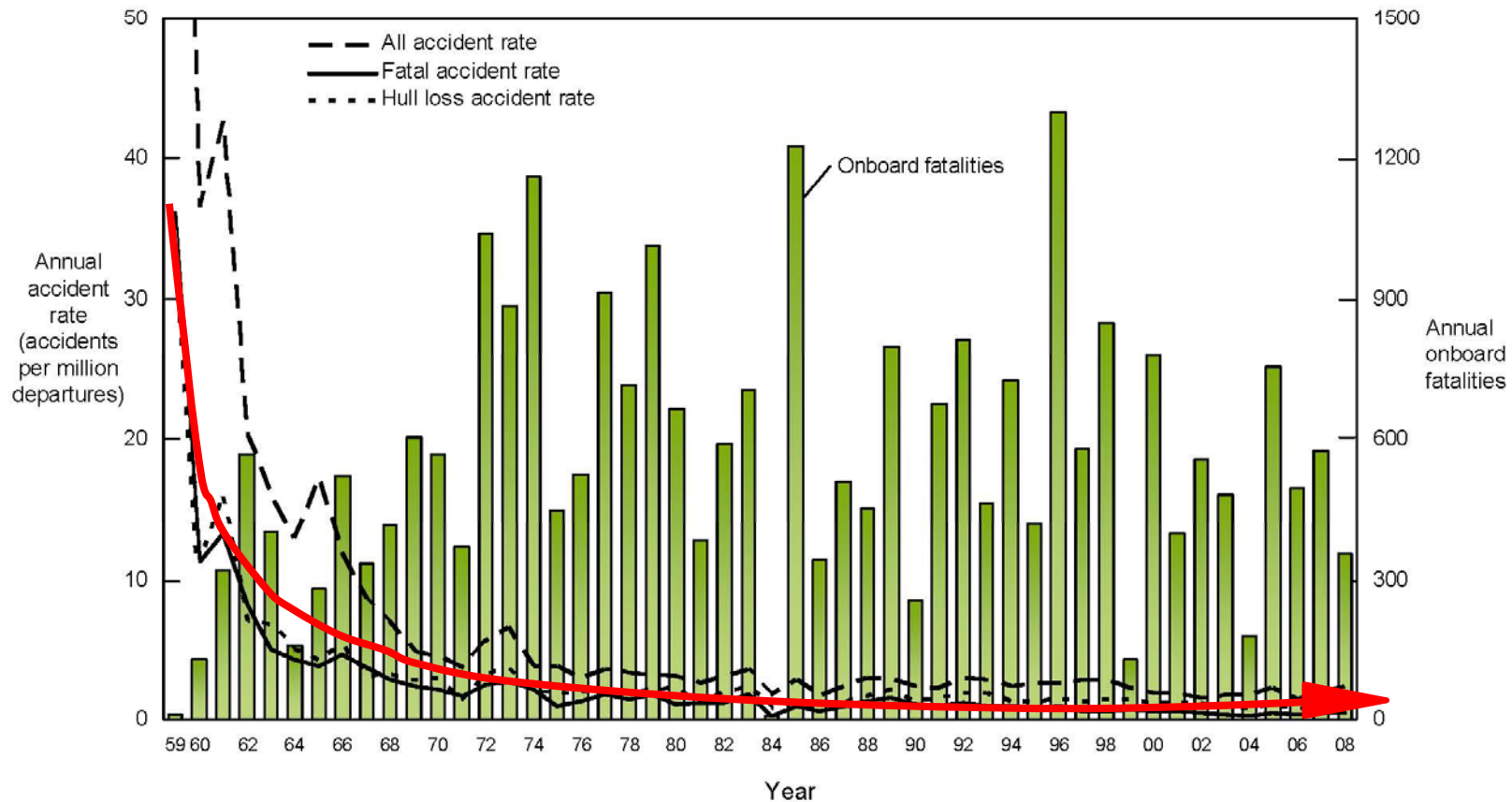
2002年7月1日23
時40分ころ

読売新聞
2002年7月3日



Accident Rates and Onboard Fatalities by Year

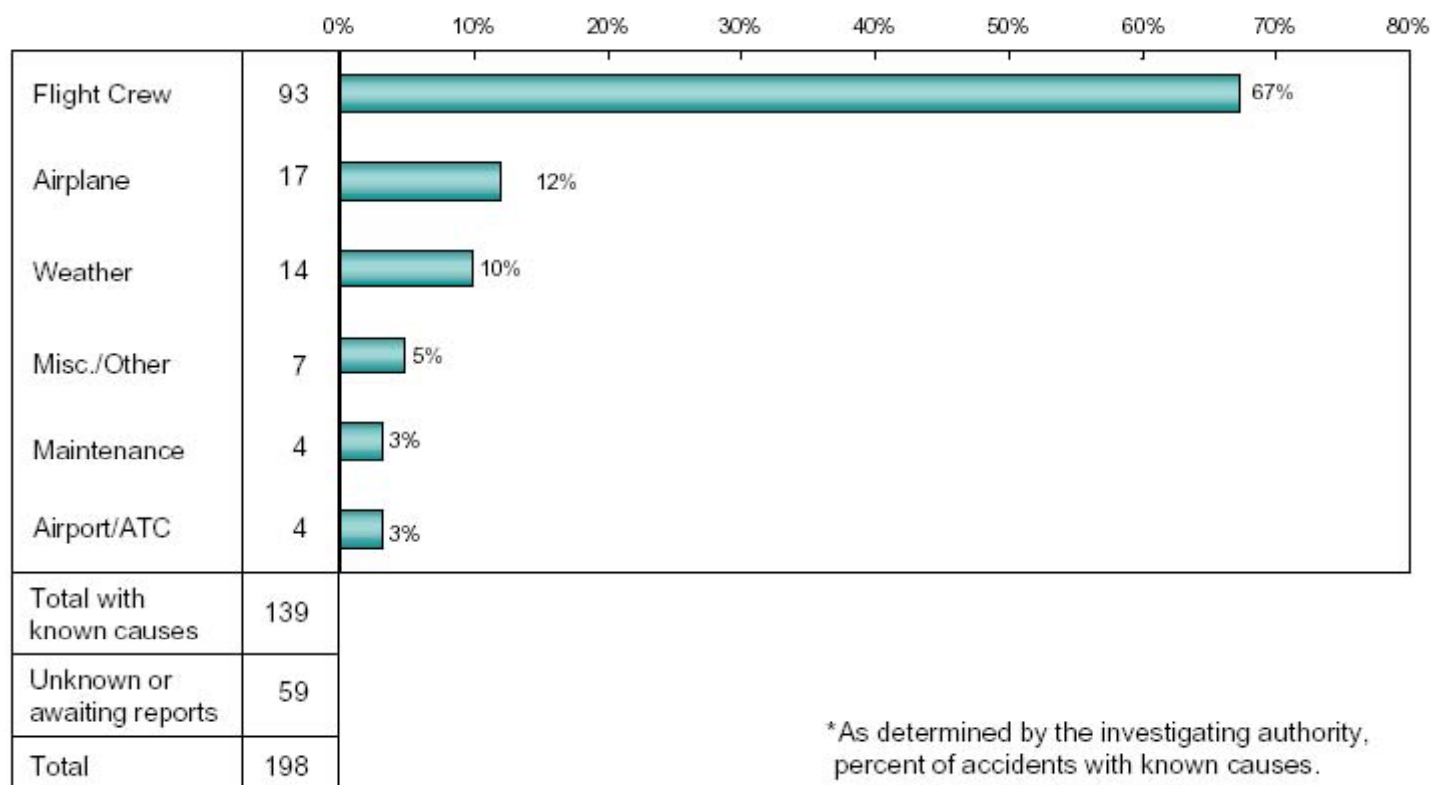
Worldwide Commercial Jet Fleet – 1959 Through 2008



航空事故データ(原因)

Accidents by Primary Cause*

Hull Loss - Worldwide Commercial Jet Fleet - 1993 through 2002

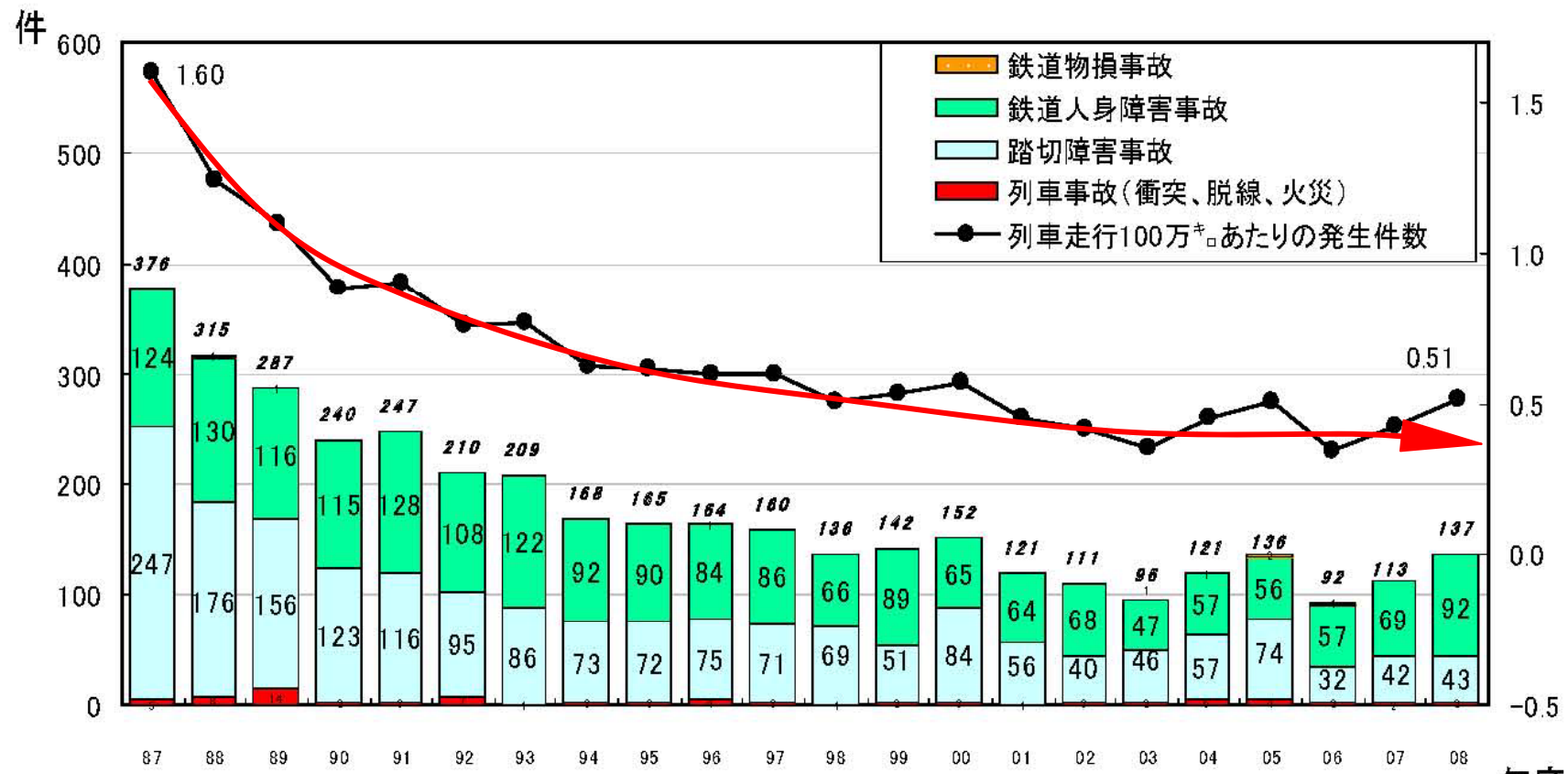


ヒューマンファクターが一番多い

鉄道事故

- ・ 2001年7月19日昼ころ、京浜急行蒲田駅転落事故
- ・ 幸い軽いけがで済んだ





鉄道における事故件数の推移

交通事故

携帯電話中の交通事故

7割が「操作中」に発生

「かける時」と「出る時」

携帯電話が原因となった人身交通事故は、六月一か月間に全国で百二十九件起き、その七割は電話をかけた後に出たりする時に集中していることが六日、警察庁が初めて行った特別調査の結果でわかった。同庁は、携帯電話の急速な普及で今

警察庁 6月調査

後も事故が増える恐れがある。携帯電話が原因の人身事故として、自動車教習所で使われる交通教則本を改正して、「走行中は携帯電話を使わない」などの内容を新たに盛り込むなど、ドライバーマナーの向上を指導する。

調査によると、六月中の県内のケースがあった。

「走行中は使

後、事故が増える恐れがある。携帯電話が原因の人身事故として、自動車教習所で使われる交通教則本を改正して、「走行中は携帯電話を使わない」などの内容を新たに盛り込むなど、ドライバーマナーの向上を指導する。

携帯電話やカーナビ使用中の事故例

携帯電話でメールを見ようとして発生した事故

- 運転中、運転席の右前方に置いてあった携帯電話にメールが届いたため、これを確認しようと脇見をし、対向車線に進入。対向車の側面に衝突した。

カーナビの画像を注視していて発生した事故

- 運転中、前方の信号が赤となったため、前車に続いて減速し、停車しようとしたが、カーナビに表示された地図情報を注視していたため、前方を走行していた車に接近したことに気付くのが遅れた。
- これに気づき、誤ってアクセルを踏んでしまい、前の車に追突して同車を前方に押し出し、信号停車中の前々車に追突させた。

<http://www.npa.go.jp/koutsuu/keitai/sokuhou1.htm>

道路交通法第71条第1項第5号の5

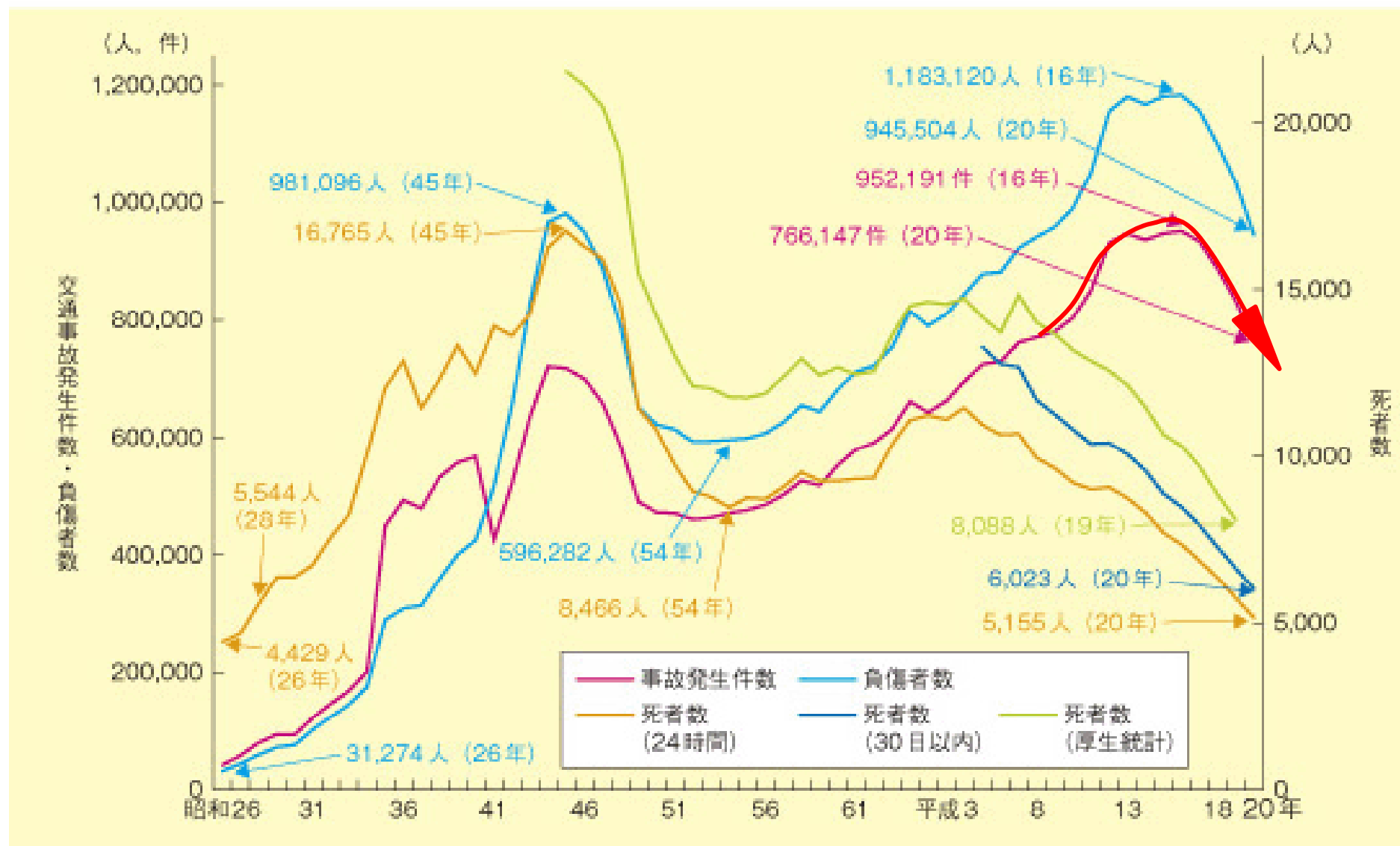
(運転者の遵守事項)

自動車又は原動機付自転車(以下この号において「自動車等」という。)を運転する場合においては、当該自動車等が停止しているときを除き、携帯電話用装置、自動車電話用装置その他の無線通話装置(その全部又は一部を手で保持しなければ送信及び受信のいずれをも行うこと^エできないものに限る。)を通話(傷病者の救護又は公共の安全の維持のため当該自動車等の走行中に緊急やむを得ずに行うものを除く。)のために使用し、又は当該自動車等に取り付けられ若しくは持ち込まれた画像表示用装置(道路運送車両法第四十一条第十六号 若しくは第十七号 又は第四十四条第十一号 に規定する装置であるものを除く。)に表示された画像を注視しないこと。

3ヶ月以下の懲役、又は5万円以下の罰金

反則金: 普通自動車の場合 9千円、点数2点

第1-1図 道路交通事故による交通事故発生件数，死者数及び負傷者数



道路交通における事故件数の推移

労働災害

業 種	平成21年確定値		平成20年確定値		平成19年確定値	
	死亡者数 (人)	構成比 (%)	死亡者数 (人)	構成比 (%)	死亡者数 (人)	構成比 (%)
全 産 業	1,075	100.0	1,268	100.0	1,357	100.0
製 造 業	186	17.3	260	20.5	264	19.5
鉱 業	9	0.8	8	0.6	13	1.0
建 設 業	371	34.5	430	33.9	461	34.0
交 通 運 輸 業	12	1.1	29	2.3	29	2.1
陸上貨物運送 業	122	11.3	148	11.7	196	14.4
港 湾 荷 役 業	10	0.9	9	0.7	9	0.7
林 業	43	4.0	43	3.4	50	3.7
そ の 他	322	30.0	341	26.9	335	24.7

事故が発生しているという現実がある！

- ・ 航空機墜落事故
 - ・ 原子力発電事故
 - ・ 鉄道事故
 - ・ 自動車事故
 - ・ 労働災害
 - ・ 医療事故
 - ・ 企業の倫理問題
- など、、、



事故が実際に発生しているという現実

- ヒューマンファクターという言葉の使用は航空業界が最も早かった。
- 航空業界だけがヒューマンファクターの研究をやっていたのではなく、それぞれの産業分野で事故の分析と再発防止対策が研究されてきた。
- ヒューマンファクターという言葉が使われてはいなかった。



内容は今日のヒューマンファクター工学そのもの

ヒューマンファクター工学の背景

- ・ さまざまな事故
 - ・ 鉄道、航空、化学プラント、自動車など
 - 原子力では
 - ・ 1979年3月23日TMI-2事故
 - ・ 1984年4月26日チェルノブイル4号炉事故
 - ・ 1999年9月30日JCO事故
- ・ 事故分析によると事故原因に占める人間の割合が高い

事故分析の結果

事故原因に占める人間の割合が高い
原因を人間の個人のエラーに帰属

類似事故が連続して発生



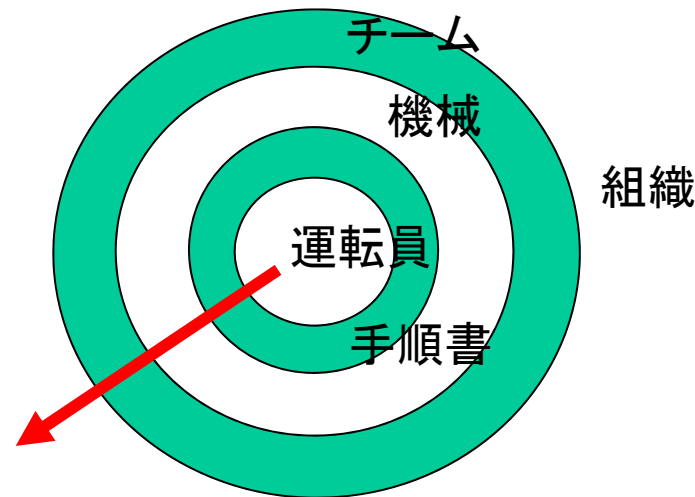
個人のエラーのせいするには無理がある



例：機械の設計や手順に問題がある？

事故原因のドーナッツ化現象

- ・ 事故原因を最後のスイッチを間違っって押した人間個人にするのではなく、人を取り囲む環境(広義)に帰属させるように、だんだんなっている傾向
- ・ (池田:JR東日本安全研究所)



事故の解析の中で生まれてきたのが ヒューマンファクター工学

- ・ 事故の分析を行なうと、**人間の問題**が出る
- ・ 人間の問題を調べ、再発防止策、あるいは、ヒューマンパフォーマンス向上の方策を考えるのが、**ヒューマンファクター工学**



- ・ 今日、航空機や原子力では、**システムにおける人間の問題**を考える場合、「ヒューマンファクター(工学)」の観点から問題解決を考えるようになっている

パフォーマンスが向上

- システム設計の際、最初からヒューマンファクターを考慮しておけば、人間のパフォーマンスが向上
- ヒューマンエラー低減だけでなく、生産性も向上



ヒューマンファクター工学に注目

パフォーマンス : 目に見える人間の能力のこと

内 容

1. ヒューマンファクター工学の背景

2. 人間の特性に環境を合致させる

3. ヒューマンファクター工学のモデル

4. 人間の能力を引き出す

5. 医療ヒューマンファクター工学

2. 人間の特性に環境を合致させる

- 人間が運転するのに操作しにくい、または、誤解を与えるような設備
- 操作する側に立って、操作する人が間違いにくい、操作しやすい作業環境を用意することが重要



人間中心のシステム設計は
ヒューマンファクター工学のゴール

中華航空A300-600R機事故

- 1994年4月26日午後8時16分、台北発名古屋行き
の中華航空A300-600R機が名古屋空港への着陸
中に急上昇して失速、墜落し、乗客・乗員271名の
うち264名が死亡した。

エアバス炎上 63人死亡

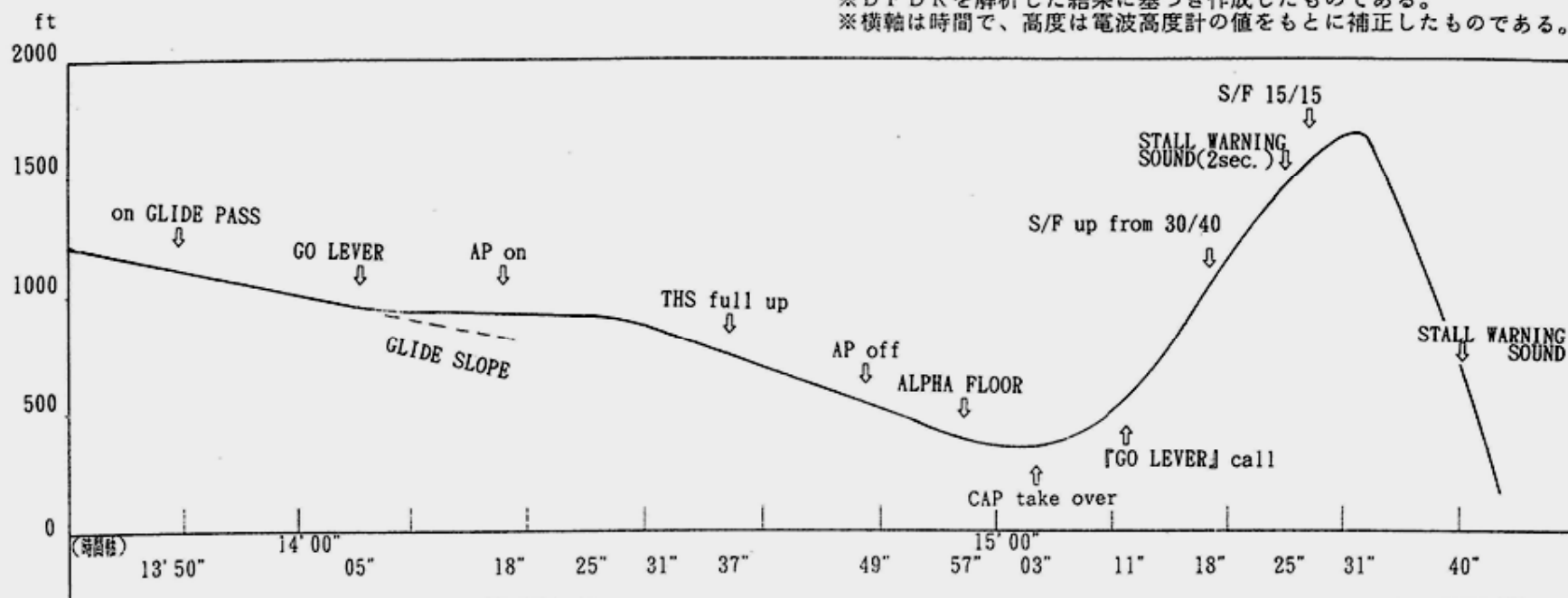


事故の経緯

- 着陸進入中、副操縦士が誤って「ゴー・レバー」を作動
- ゴーアラウンドモード→推力が増加、機体が上昇
- モードを解除を試みた→解除失敗
- 着陸のため、操縦桿を押し下げた→昇降舵が下がり、機首下げの状態
- 自動操縦装置はゴーアラウンド状態維持のため水平安定板(尾翼)が前に傾き、機首上げの方向に作動
- 水平安定板と昇降舵が「へ」の字
- あきらかに、上昇しようとエンジン推力を増加→機体が急上昇→失速状態→墜落

付図5 拡大航跡図

※ D F D R を解析した結果に基づき作成したものである。
 ※ 横軸は時間で、高度は電波高度計の値をもとに補正したものである。



	(時間軸)	13' 50"	14' 00"	05"	18"	25"	31"	37"	49"	57"	15' 00"	03"	11"	18"	25"	31"	40"
PITCH (度)		3.9	4.0	5.3	4.6	1.2 1.8	3.5	5.5	8.6	10.6	21.5	36.2	52.2	43.8	-12.0		
AOA c (修正後) (度)		6.5	6.3	5.0	4.6	5.3	7.1	9.6	12.2	10.4	8.7	11.9	24.5	32.1			
CAS (kt)		139	141	145	146	141	138	129	127	128	135	124	87	102			
EPR #1/#2		1.09/1.08	1.10/1.09	1.18/1.17	1.03/1.03	1.01/1.01	1.00/1.00	1.04/1.04	1.04/1.04	1.30/1.30	1.35/1.52	1.47/1.27					
ELEVATOR *1 (度)		0.7	0.3	3.5	5.6	6.0	8.5	9.9	9.9	14.1	14.1	14.1	11.7	11.3	-10.2		
THS *2 (度)		-5.3	-5.3	-5.3	-6.7	-9.5	-12.3	-12.3	-12.3	-12.3	-12.3	-11.3	-8.1	-7.4	-7.0		

設計思想：機械の判断を優先

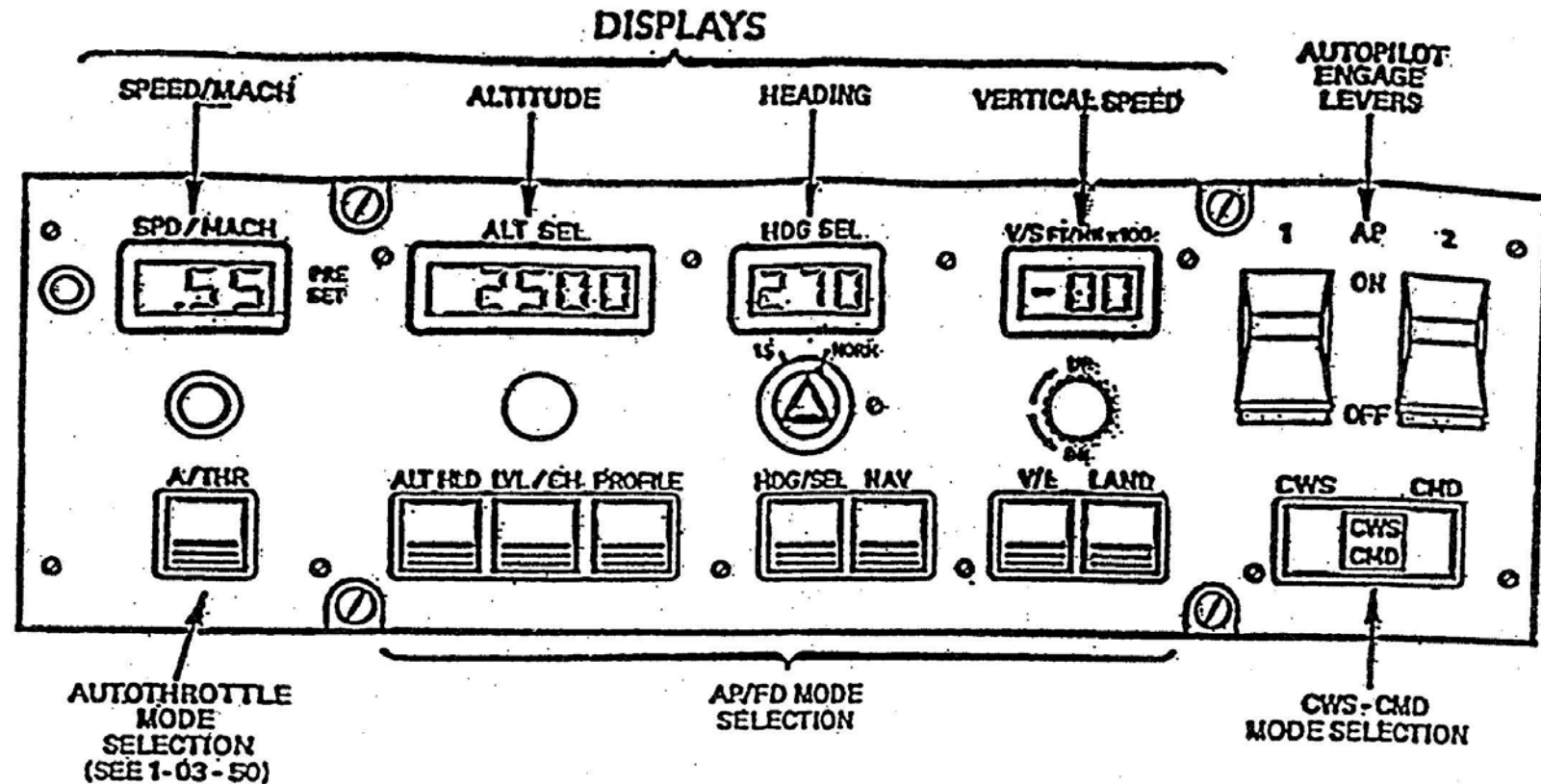
- エアバス社の設計思想

“人間の判断と機械の判断が異なったときは、機械の判断を優先させる”

- 事故報告書

「機長及び副操縦士の、FD (Flight Director) のモード変更及びAP (Auto Pilot) のオーバーライド機能に関し理解に欠ける点があったこと。このことについては、航空機製造会社作成のFCOM (Flight Crew Operating Manual) のAFS (Automatic Flight System) に関する記述が分かりにくいことが寄与したものと考えられる」

航空機の操作が分かりにくい



ゴー・アラウンド・モードからLANDモードに入れることはない。あるとすればヒューマンエラーだ。だから受け付けない

マニュアルが分かりにくい

 **A300-600**

FLIGHT CREW OPERATING MANUAL

AUTOMATIC FLIGHT SYSTEM

AUTOPILOT / FLIGHT DIRECTOR

AP IN CMD DESCRIPTION

1.03.64

PAGE 3 / 4

REV 18

SEQ 100

DISENGAGEMENT

AP can be disconnected :

- intentionally
 - by setting the AP lever to OFF (which disconnects the respective AP)
 - by action on either AP disconnect pushbutton located on the control wheels (which disconnects both AP's if they were engaged).
 - when a force above threshold (15 daN) is applied on the stick in pitch except in land and go-around modes.
- automatically
 - if one of the engagement conditions is no longer met (which disengages the respective AP).

Intentional disconnection or automatic disconnection (when the last engagement condition does not concern the FD) does not cause mode disengagement. Modes remain available with the FD.

Disconnection of the engaged AP (or of the two, if engaged) causes the red MASTER WARNING to be lit in front of each pilot and the flashing of a red AP OFF warning message on the left ECAM CRT. At the same time an aural warning (CAVALRY CHARGE) sounds.

In addition below 200 ft radio altitude, at the time of disengagement, a red AUTOLAND light flashes on the glare shield, in front of each pilot, if LAND mode is engaged in LAND TRACK phase.

AP OFF, CAVALRY CHARGE and AUTOLAND warnings will be cancelled by pressing either AP disconnect p.b.

AUTOMATIC COMPENSATION IN CASE OF ENGINE FAILURE

An automatic compensation (on YAW axis) is made by the AP when an engine fails if the following conditions are met :

- An AP is engaged in CMD
- SLATS are extended to at least 15°
- The AP is not in ROLL OUT or ALIGN phase.

In the other cases, use RUDDER TRIM to obtain stabilized straight and level flight.

Note : YAW DAMPER provides an additional compensation (on YAW axis) if an AP is engaged in CMD with SRS or GO AROUND modes.

SUPERVISORY OVERRIDE FUNCTION

This function is available with AP in CMD in the following cases :

lateral : in VOR mode and in capture phase of LOC and LAND modes

longitudinal : in GLIDE SLOPE capture phase of LAND mode.

During these phases, the pilot, by applying a load (above a threshold) on the control wheel, operates a control surface deflection proportional to the load applied. When the pilot releases his load, the AP guides again the A/C along the flight path corresponding to the mode engaged.

Outside these phases, supervisory override is not available.

AUTOPILOT OVERRIDE

Torque limiter installed between each AP actuator and the corresponding flight control channel allows the pilot to override the AP by disconnecting the actuator from the flight control.

However AP remains engaged and when override effort is released the AP comes back in control.

Loads to be applied are as following.

Pitch 20 kg nose down ONLY in LAND and GO AROUND R
46 kg nose up } modes.

Roll 15 kg

Yaw 65 kg

This override was conceived in order to protect the pilot against AP abnormal behaviour.

CAUTION

On the longitudinal axis, the autopilot override does not cancel the AP autotrim orders. So with AP in CMD, if the pilot counteracts the AP (elevators order) the AP will move the THS (autotrim order) so as to maintain the A/C on the scheduled flight path. A risk of out of trim is real and may lead to a hazardous situation in land and go-around mode only.

Mod. : 5051 + 7187

AI / V-F 1000

On the l
not can
CMD, if
order) th
as to ma
A risk o
hazardo
only.

CAUTION

On the longitudinal axis, the autopilot override does not cancel the AP autotrim orders. So with AP in CMD, if the pilot counteracts the AP (elevators order) the AP will move the THS (autotrim order) so as to maintain the A/C on the scheduled flight path. A risk of out of trim is real and may lead to a hazardous situation in land and go-around mode only.

マニュアルによる対策

- ・ ゴーアラウンドモードで自動操縦中、手動操縦を強行すると危険であることがマニュアルには書いてあったが、表現が抽象的だった。

本来、危険であることがわかっているならば、機械側がカバーすべき

人間優先か機械優先か

- ・ ヨーロッパでは**機械の操縦を優先**
- ・ 米国では**人間の操縦を優先**



どっちがいいか？

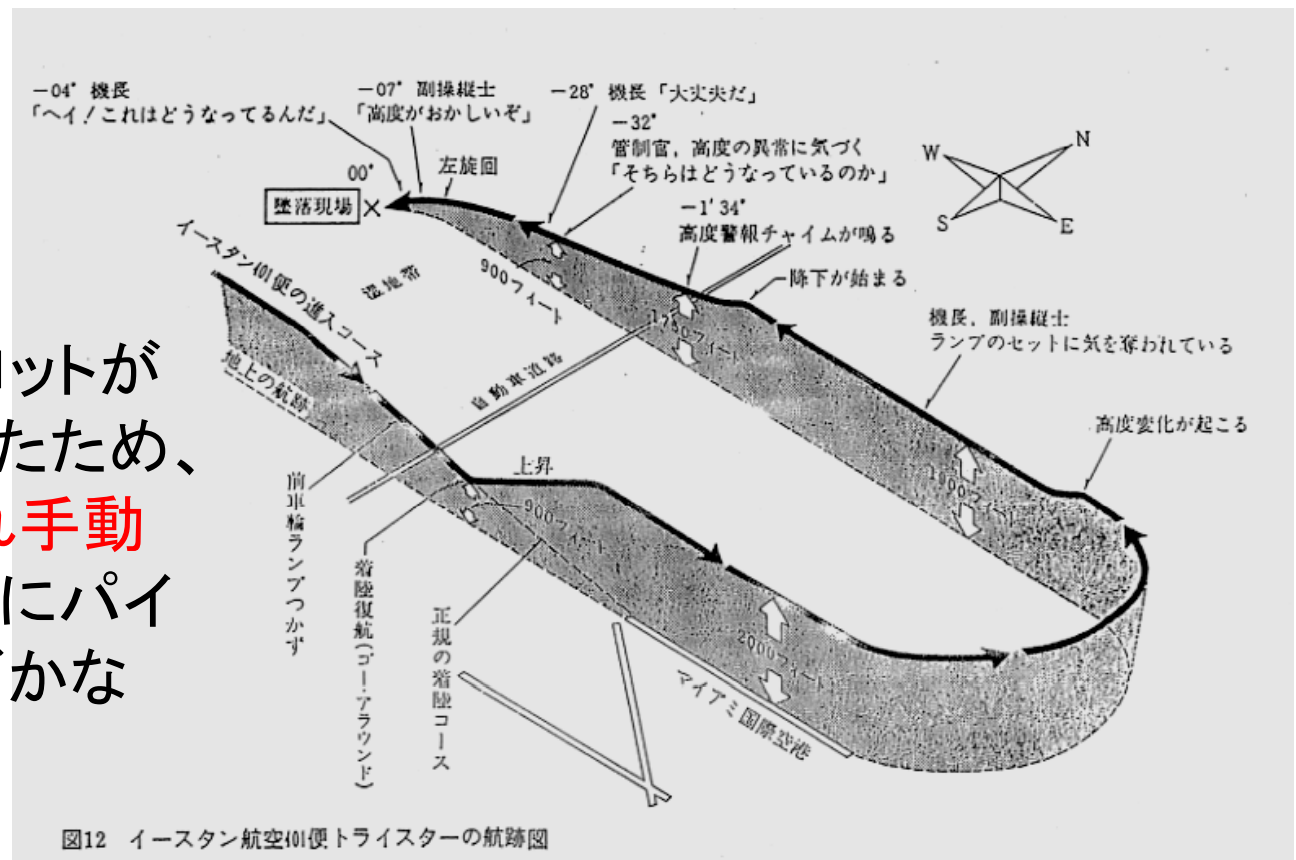
人間優先の事故

1972年12月29日、イースタン航空401便ロッキードL1011機がマイアミ空港西北西のエバーグレイズ国立公園の湿地帯に墜落し、103名死亡、73名が重軽傷を負った。事故機は着陸進入中ノーズギアの青色の警告灯が点灯しなかったため自動操縦を用いて着陸復行した。問題解決中にパイロットが誤って操縦桿を押したため、**自動操縦が解除され手動操縦**となり、このことにパイロットたちは全く気づかなかった。

L1011マイアミ事故

- ・ 管制官「そちらはどうなっているんだ？（高度のこと）」
- ・ パイロット「大丈夫だ（ランディングギアのランプのこと）」

問題解決中にパイロットが誤って操縦桿を押したため、**自動操縦が解除され手動操縦**となり、このことにパイロットたちは全く気づかなかった。



人間がシステムを中心となる設計

- 人間の思考パターンや行動特性を考慮していない設備、手順書など→ヒューマンエラーが引き起こされやすくなる
- 人間の特性が考慮されていない場合、エラーを起こした当事者ばかりを責めることができるだろうか。



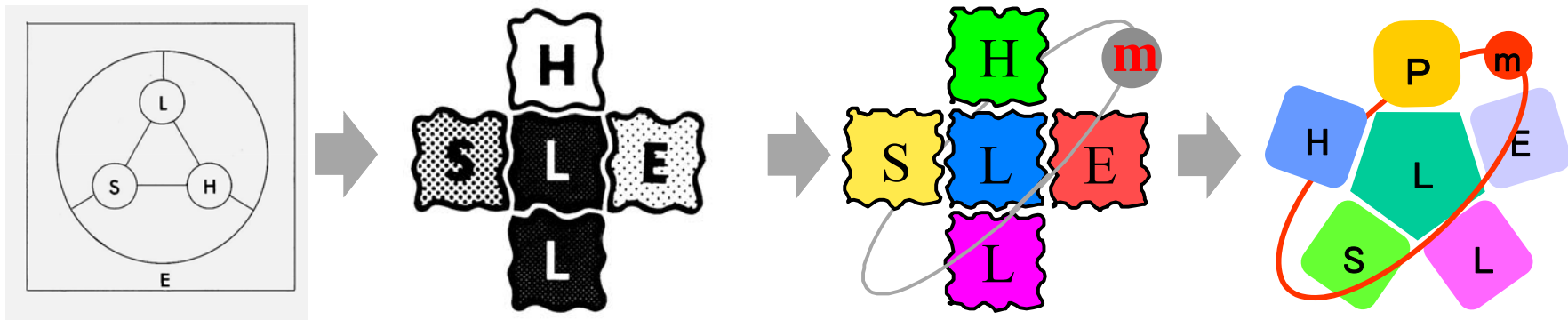
人間の特性を考慮した、人間がシステムの
中心となる設計が重要

内 容

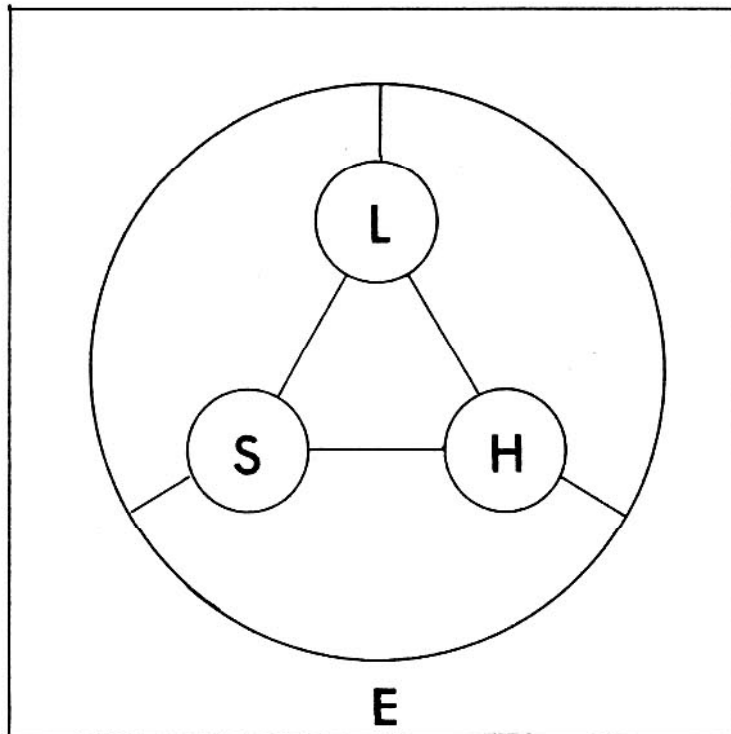
1. ヒューマンファクター工学の背景
2. 人間の特性に環境を合致させる
3. ヒューマンファクター工学のモデル
4. 人間の能力を引き出す
5. 医療ヒューマンファクター工学

3. ヒューマンファクター工学のモデルと定義

- ・ ヒューマンファクター工学の概念を理解するためには、**SHELモデル**が参考になる。
- ・ SHELモデルの開発がそのままヒューマンファクター工学の考え方の変遷を示している。



最初のHF工学の説明モデル



L: Liveware(人間)

S: Software

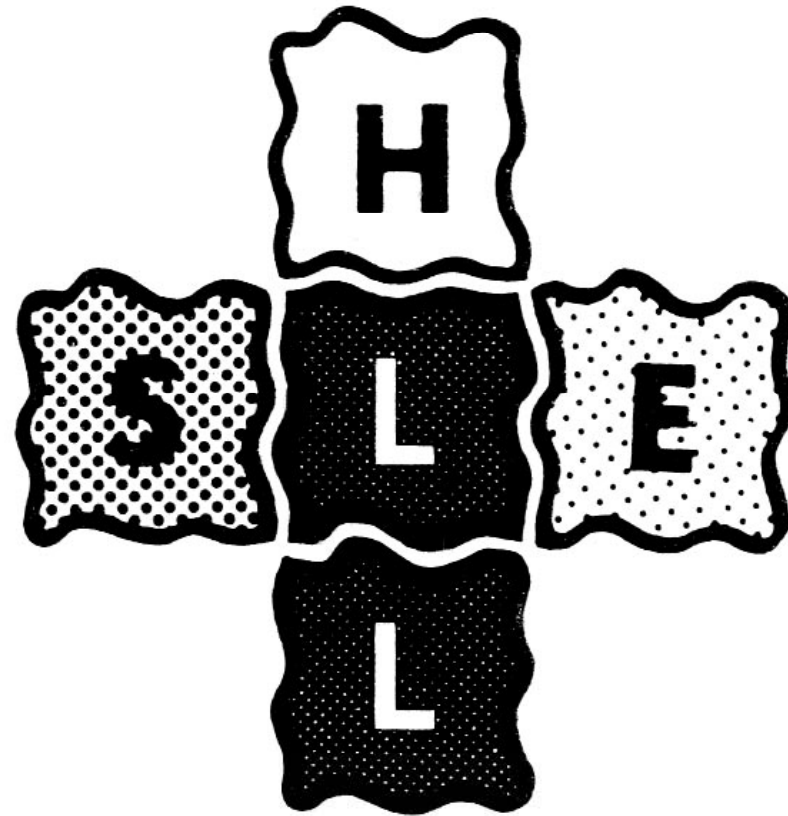
H: Hardware

E: Environment

Figure 1.1. The SHEL model illustrating the interrelationships between the three types of system resource and their environment.

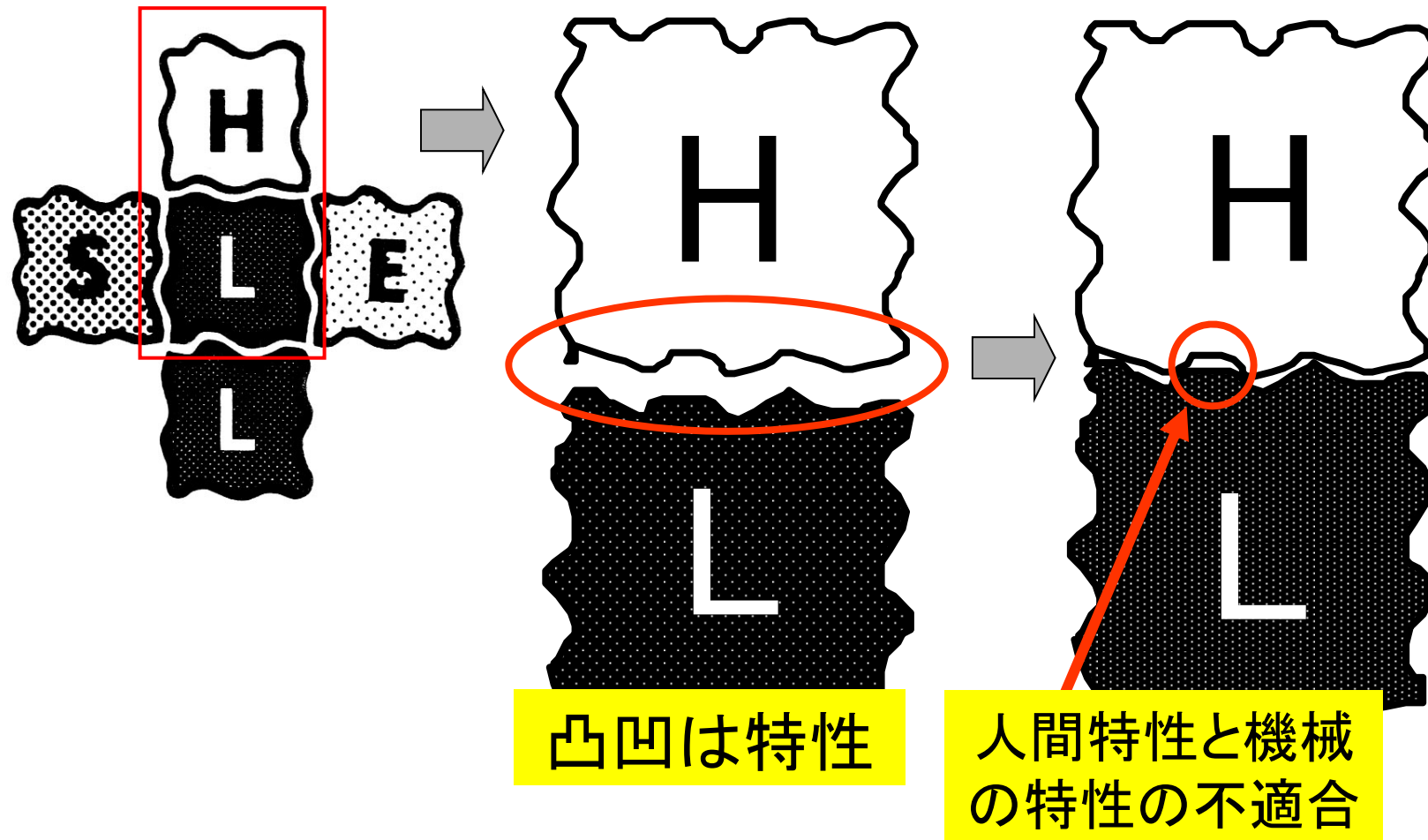
E. EdwardsのSHELモデル(1972)

タイル型のHF工学の説明モデル



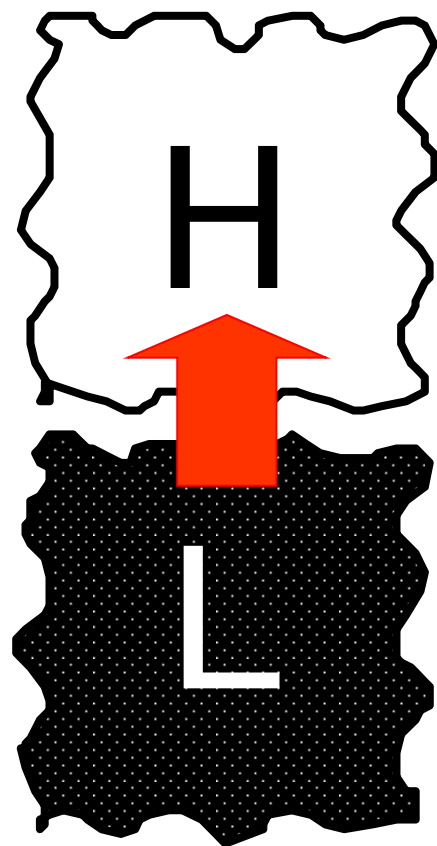
F. H. HawkinsのSHELモデル(1987)

SHELモデルによるエラーの説明



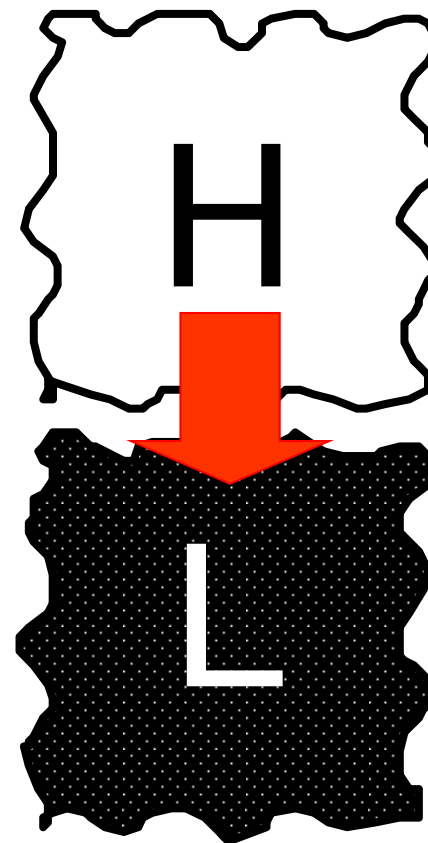
F. H. HawkinsのSHELモデル(1987)

機械中心



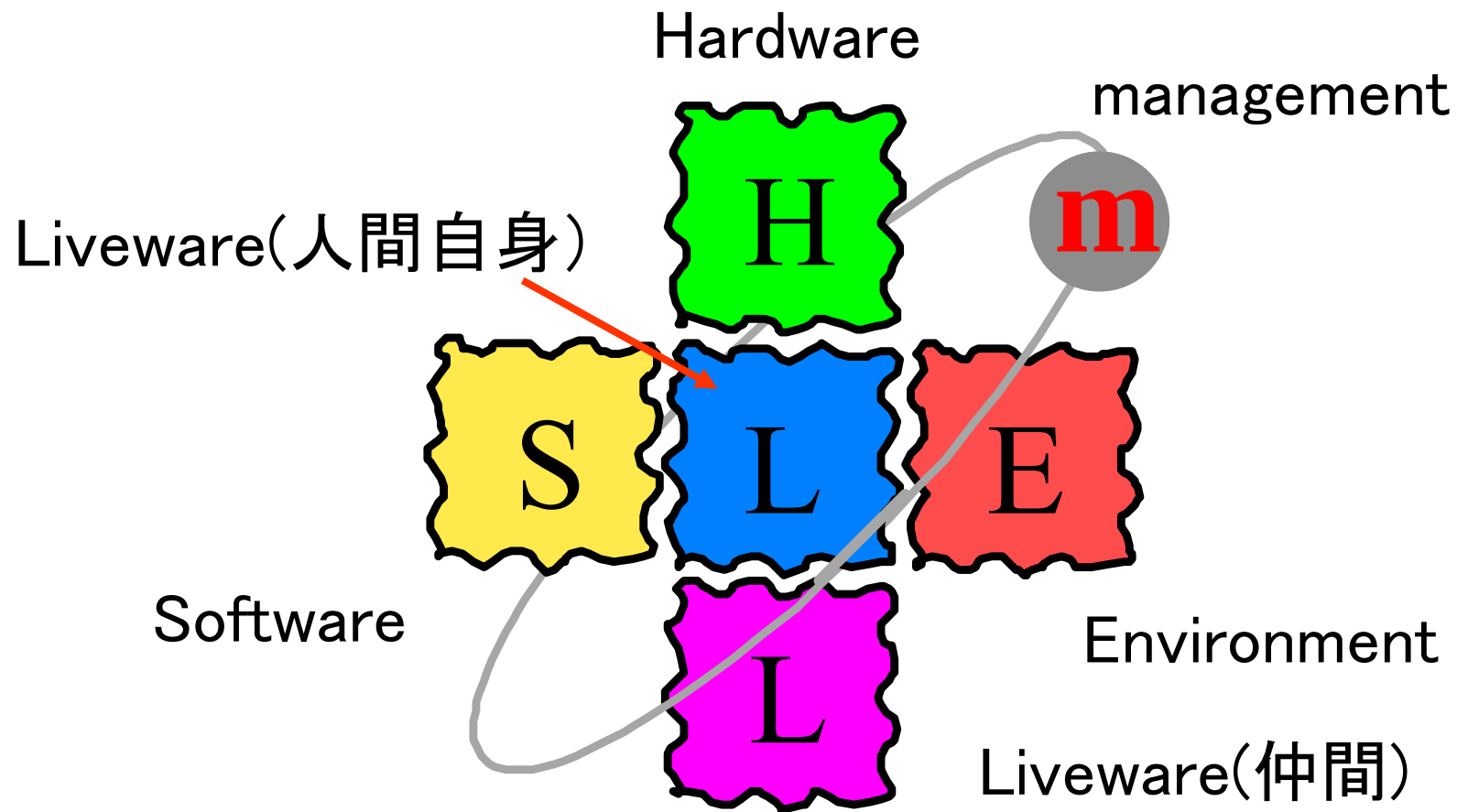
環境に人間を
適合させる

人間中心



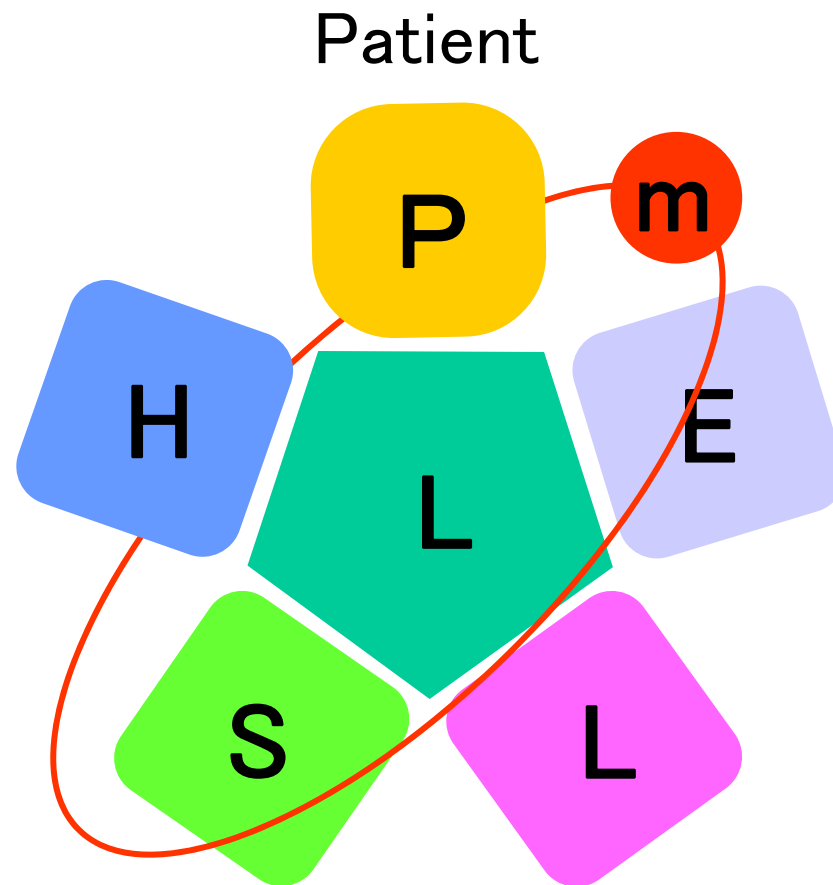
人間特性に環境を
適合させる

「m」を加えたHF工学の説明モデル



河野のm-SHELモデル(1994)

「P」を加えたHF工学の説明モデル



河野のP-mSHELL(2002)

「ヒューマンファクター」の使い方

- ・ 二つの使い方
 - 1. 要素としての一つ(〇〇ファクター)
「その事故には疲労、睡眠不足といったヒューマンファクターが関係していた。」
 - 2. 体系付けられた知識(〇〇学)
「事故防止にはヒューマンファクターからの知見が必須である。」
- ・ human factor(s)
- ・ Human Factors
- ・ Human Factors Engineering

HFの要素としての定義

大川雅司：人間工学用語辞典、日刊工業新聞社1976年

- システムにおける工学的、生理学的、心理学的な人的要因

(財)発電設備技術検査協会、原子力発電信頼性向上調査委員会報告
1988年

- 期待されたシステムの特徴からの偏り、あるいは不具合が、システムと人間との関連により生じた場合の人間側の要因

全日空総合安全推進委員会、ヒューマンファクターへのアプローチ1986年

- 人間、機械、環境系の設計および運用の際に考慮されるべき、人間の特性、能力に関するもの

電中研ヒューマンファクター研究センター、電中研レビュー、No.32、1995年

- ある社会システムが有機的にパフォーマンスを発揮するために関わる要因(・人間の心理・生理・身体・社会的な特性、・人間と他のシステム構成要素の相互作用等)

HFの知識体系としての定義(その1)

Edwards, E. Human Factors in Aviation, edited by Wiener, E. L. & Nagel, D. C., Academic Press, 1988

- The technology concerned to optimize the relationships between people and their activities by systematic application on the human sciences, integrated within the framework of system engineering.

黒田勲、小特集:ヒューマンファクター、電気学会雑誌10月号、1993年

- 機械やシステムが、有効かつ安全にその機能を発揮するために必要な人間の能力、人間の限界、人間の特性などに関する知識の集合体である。

日本航空技術研究所、ヒューマン・ファクターガイドブック、1995年

- 環境の中で生きる人間をありのままにとらえて、その行動や機能、限界を理解し、その知識をもとに人間と環境の調和を探究し、改善すること

HFの知識体系としての定義(その2)

全日空総合安全推進委員会、ヒューマンファクターズへの実践的アプローチ、1993年

- 人間にかかわる多くの学問領域での知見をシステムの安全性や効率向上に実用的に活用しようとする総合的学問／技術の体系（もっと実践的にいえば有用な概念・知識と手法の集まり）のこと

日本エアシステム

- 人間を取り巻く環境の中で安全に快適に効率よく働けるようにするため、人間の特性・能力・限界に関する知見を総合的に応用し、人間と機械やシステムとの調和のとれた共存について探求する実践的学問

ヒューマンファクター工学の定義

定 義(例)

ヒューマン ファクター	人間や機械等で構成されるシステムが、安全かつ効率よく目的を達成するために、考慮しなければならない人間側の要因
ヒューマン ファクター 工学	人間に関する基礎科学で得られた知見を、人間や機械等で構成されるシステムに応用して、生産性、安全性および人間の健康と充実した生活を向上させるための応用的科学技術

医療ヒューマンファクター工学の定義

定 義(例)

ヒューマン ファクター	人間や機械等で構成されるシステムが、安全かつ効率よく目的を達成するために、考慮しなければならない人間側の要因
医療ヒュー マンファク ター工学	人間に関する基礎科学で得られた知見を、人間や機械等で構成される医療システムに応用して、生産性、安全性および医療システムに係る人間の健康と充実した生活を向上させるための応用的科学技術

内 容

1. ヒューマンファクター工学の背景
2. 人間の特性に環境を合致させる
3. ヒューマンファクター工学のモデル
4. 人間の能力を引き出す
5. 医療ヒューマンファクター工学

TMI-2事故

朝日新聞 1979年(昭和54年)3月29日 木曜日 33500号 (日刊)

炉心破損の疑い 米原発事故

五百人汚染の恐れ
安全装置作動せず

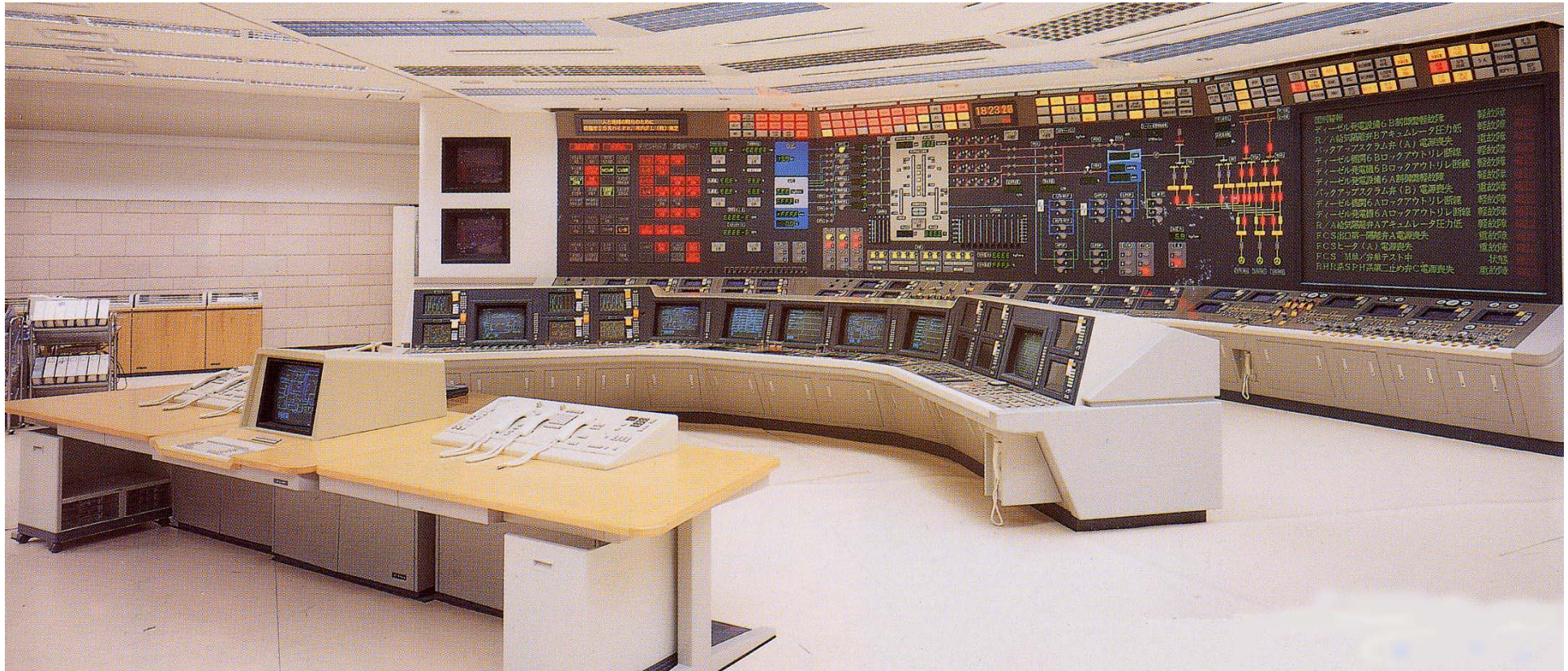
十キロ先で

警報が数多く鳴動。どれが重要なのか？
全体が見えない
あちこちに移動
情報共有は音声コミュニケーション頼り
緊急時の人間の信頼性は低くなる

朝日新聞
夕刊
朝日新聞東京本社
〒100 東京都千代田区千代田2-1-1
電話 03-5561-2111
販売部 03-5561-2112
印刷部 03-5561-2113
〒100 東京都千代田区千代田2-1-1
電話 03-5561-2111
販売部 03-5561-2112
印刷部 03-5561-2113

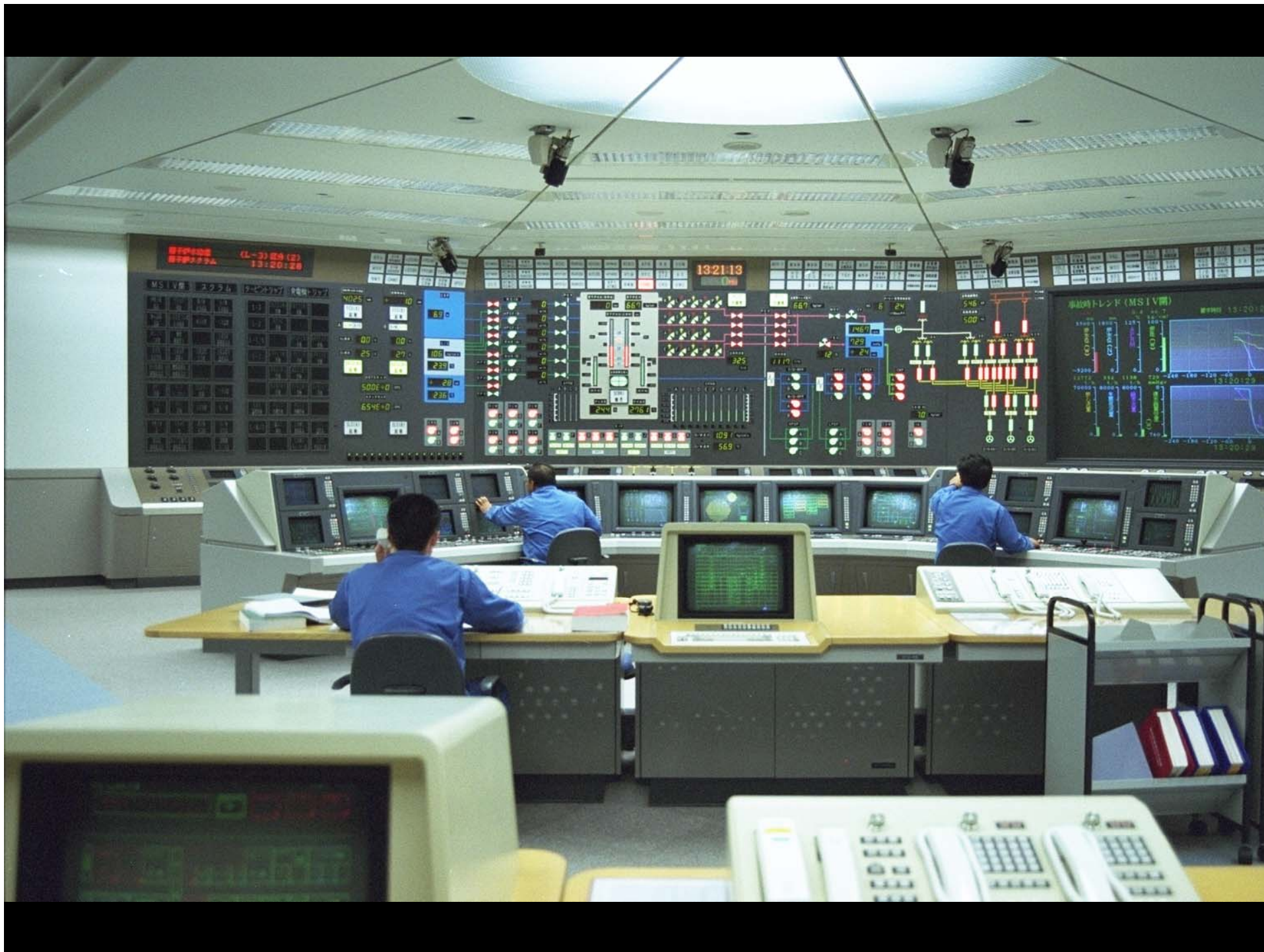
伊藤 甲子 主な記事から

第三世代原子力発電プラント中央制御盤



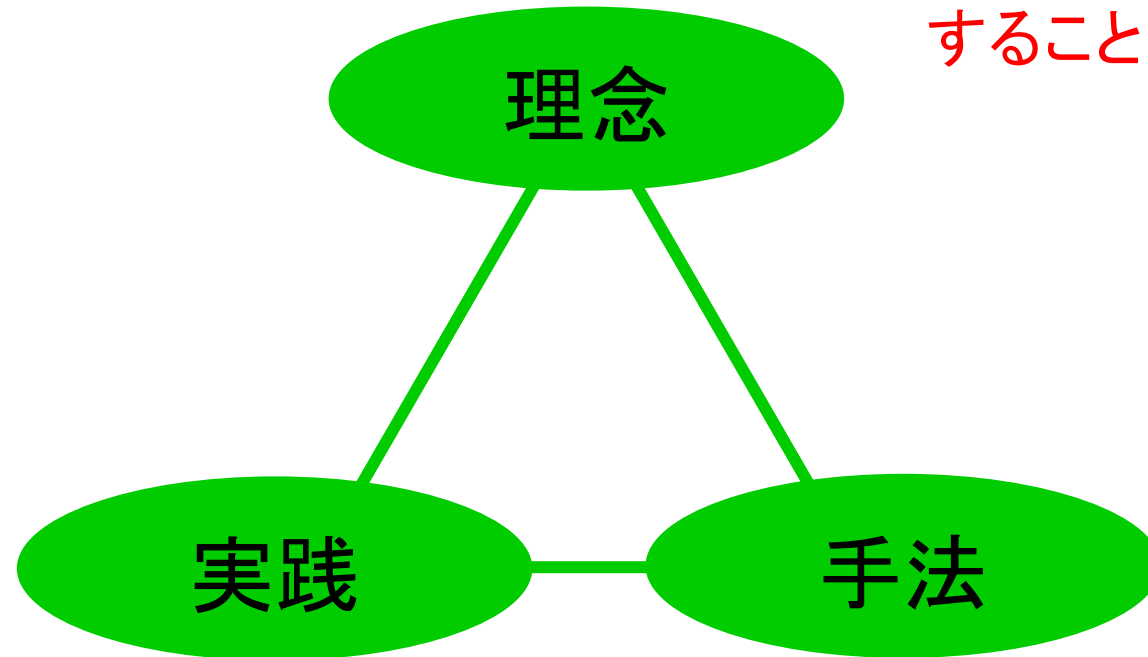
ヒューマンファクター工学の知見を応用

実験結果：エラーが低減、パフォーマンスが向上



人間尊重主義

一人ひとりの人間
を差別なく大事に
すること

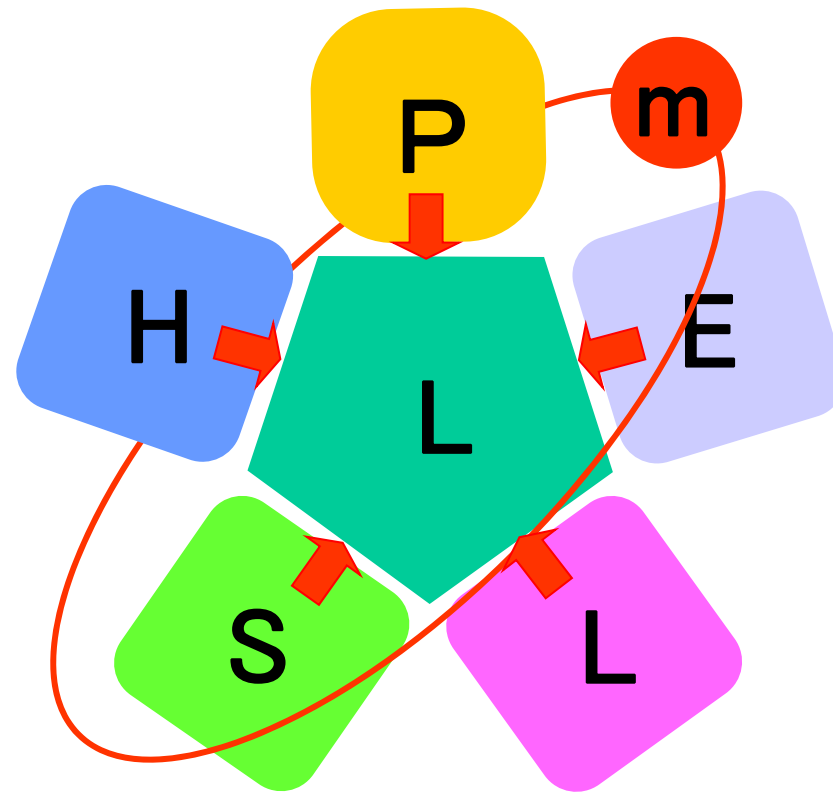


現場への適用

理論やデータに
基づく手法

ヒューマンファクター工学の基本

ヒューマンファクター工学の目的

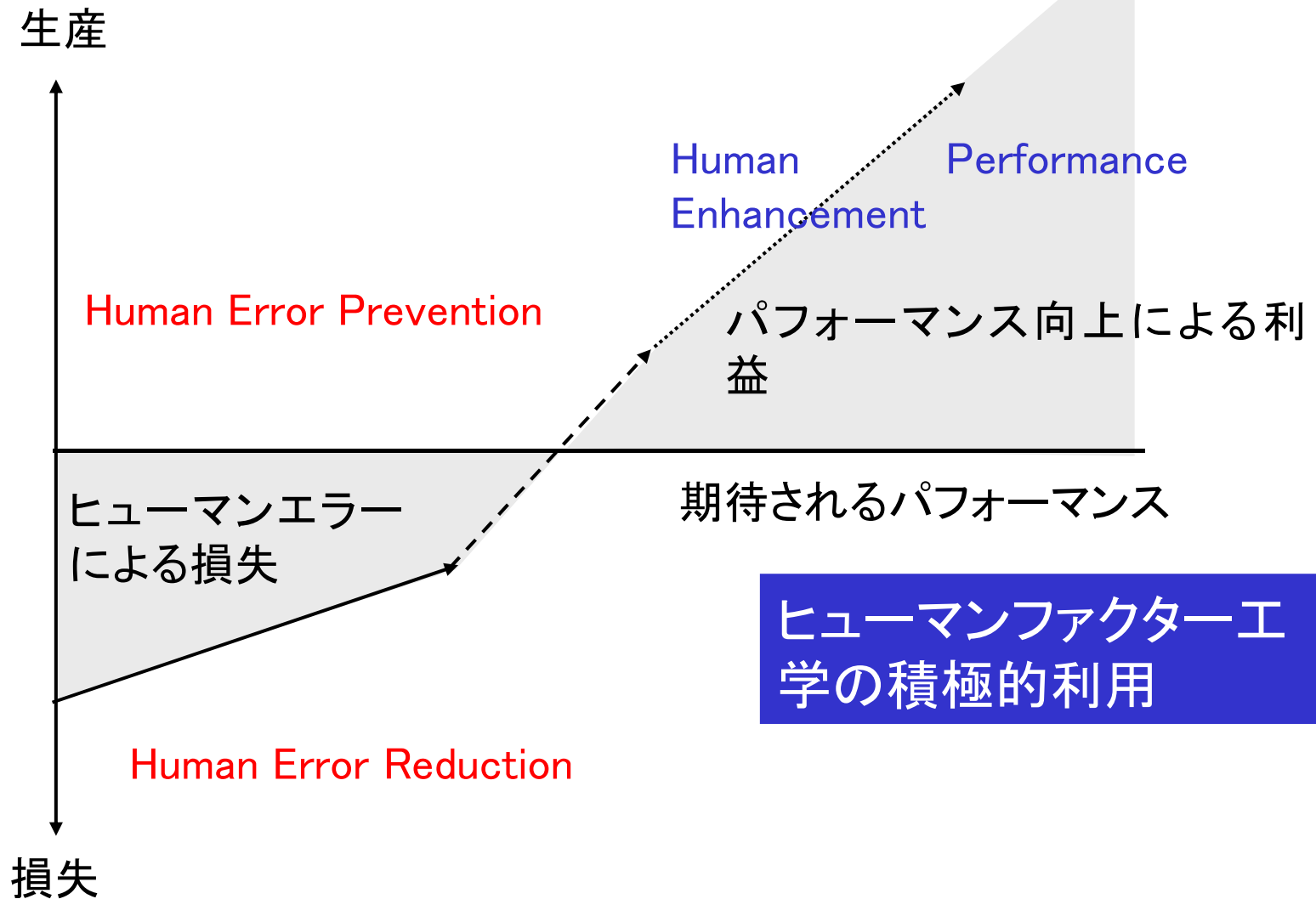


人間中心のシステム

ICAO発行ヒューマンファクター訓練マニュアル(P. 1)

1.1.1 ヒューマンパフォーマンス(Human Performance)は殆どの航空事故で事故原因に関わる要因(Causal Factor)として取り上げられている。事故率を減らしたいと願うならば、ヒューマンファクター(Human Factors)の問題を良く理解し、しかも重大な事が起きる前に対処するようにヒューマンファクターの知識を幅広く適用していかなければならない。重大な事が起きる前の(proactive)対処とは、ヒューマンファクターの知識が運航に従事する人々の資格付与の過程で適用されるだけでなく、システム(組織、体制、規則等々)が設計されて運用が開始される前の段階、即ちシステムを設計して承認される段階で適用されるべきことを意味している。ヒューマンファクターに対する認識が広まっていけば、航空をより安全で効率的にする唯一且つ最大の機会を国際的にもたらすことになる。この章の目的は、ヒューマンファクターを構成する色々な要素の概観を示し、その意味を理解することにある。

エラー低減→防止→能力拡大へ



HF工学は取り扱い範囲が広い

- ・ 人間工学
 - －「人間が取り扱う機械器具・道具あるいは環境などを、人間にとって使いやすいものになるように設計したり改良したりする科学」(長町、1986)
- ・ ヒューマンファクター工学
 - － 人間工学よりも取り扱い範囲が広い
 - ・ 勤務体制、組織管理、チーム編成、人間の適性、教育・訓練なども含まれる

内 容

1. ヒューマンファクター工学の背景
2. 人間の特性に環境を合致させる
3. ヒューマンファクター工学のモデル
4. 人間の能力を引き出す
5. 医療ヒューマンファクター工学

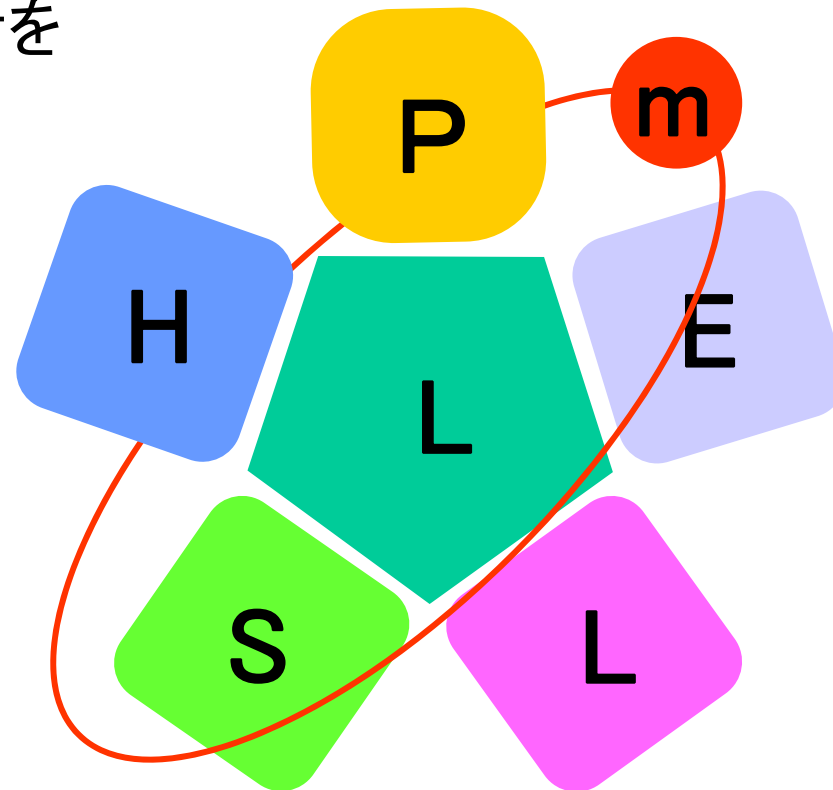
5. 医療ヒューマンファクター工学

- 医療システムへ応用すると大きな成果が期待
- HF工学の知識体系には人間の心身機能やタスク遂行能力、チームや組織などに関する知見の占める割合が大きい。
- 現実の航空や原子力システムで成果
- 人間の介在が多いので、ヒューマンファクター工学の知見は直ちに医療の現場に適用できる
- 制御対象である患者も人間。それを制御する医師、看護師、検査技師、その他、栄養士といった病院関係者すべてが人間

医療ヒューマンファクター工学

医療従事者の健康
と充実した生活を
向上

Patient



医療システムのリスクを低減し、効率を向上

ヒューマンファクター工学が期待できる

- 人間を制御対象→様々な問題
- 医療の特性を十分考慮して、ヒューマンファクター工学の知見を適用する必要
- ただし、人間の特性は他のシステムに従事する人間とほとんど同じ特性
- 医療ヒューマンファクター工学は医療システムのリスクを低減し、効率を向上
- 医療従事者の健康と充実した生活を向上させるために大きな成果が期待

まとめ

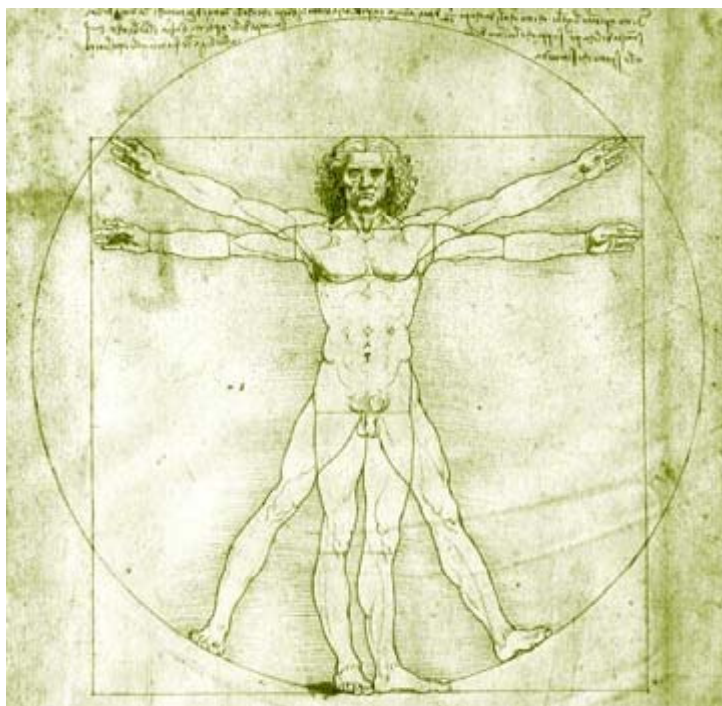
- ・ ヒューマンファクター工学は、過去の事故事例の分析の中から生まれてきた。
- ・ 過去の事故を分析すると、事故原因に占める人間の問題の割合が高かった。



- ・ ヒューマンファクター工学は、人間中心のシステムをめざす。
- ・ エラー低減から能力拡大へ
- ・ 今後の最大の問題は、組織文化を含めた広義のヒューマンファクターである。

医療安全管理研修

医療安全へのヒューマンファクターズアプローチ



ヒューマンファクター工学

—人間中心のシステムの構築—

自治医科大学医学部
メディカルシミュレーションセンター
センター長
医療安全学教授 河野龍太郎