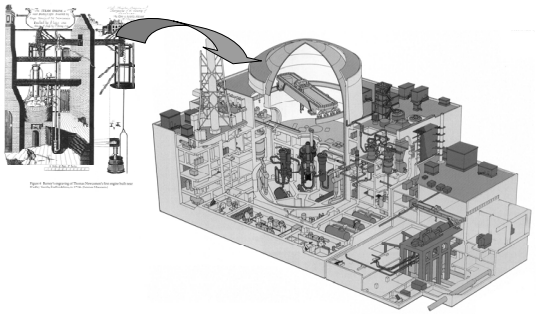
産業社会におけるリスクとリスクマネージメント

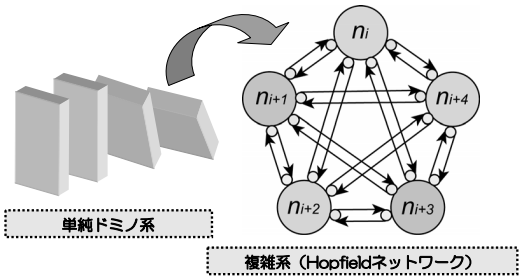
関西大学工学部　小澤　守

科学哲学会，京都　3 Oct., 2004

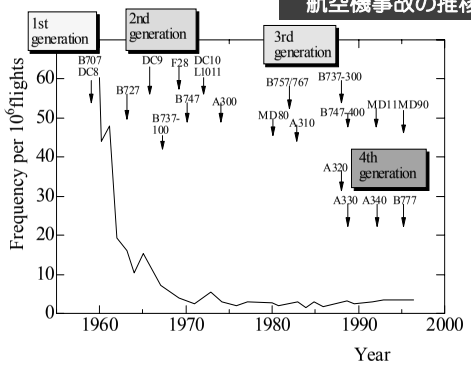
産業発展と複雑性の増大



産業システムの量的質的変化



航空機事故の推移



1979-1990の世界の主な災害

火災 79-90	累積度数	海難 79-90	累積度数	航空機事故 79-90	累積度数	気象災害 90-92	累積度数	感染症 90-92	累積度数
11	37	23	27	21	63	82	60	40	34
21	34	30	22	44	55	144	39	60	25
30	25	40	18	70	48	250	24	94	22
40	20	50	16	80	45	320	20	143	18
50	13	70	14	90	44	400	15	200	15
64	10	113	13	107	40	523	10	290	11
76	9	193	12	140	23	700	8	500	10
95	6	227	11	163	13	950	6	623	9
100	5	300	9	181	7	1000	5	800	6
121	4	400	5	257	5	1729	4	1075	5
170	3	500	3	301	2	6304	2	2829	2
200	1	1500	1	329	1	140000	1	7289	1

SIGMA. Natural catastrophes and major loss in 1979-90 (Swiss Reinsurance Co., Zurich, Switzerland)

Heinrichの法則（1931年）

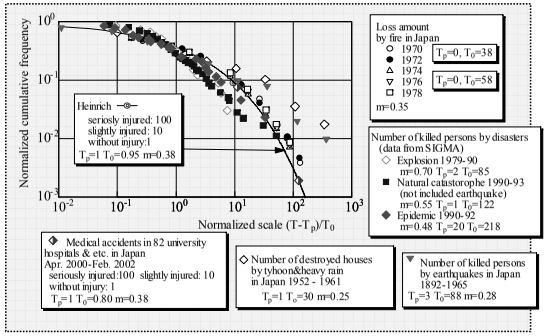
同一の人間に類似な災害が330回起こるとき

３００の下に数千の不安全行動と不安全状態がある．

災害を防げば傷害はなくなる．

不安全行動・状態をなくせば災害も傷害もなくなる

災害規模の確率分布則２



リスクの発生

- ものつくりにおいては必ず「決断・決定」が付きまとう．
- 物理現象には必ず現象のばらつき・変動，計測の不確かさが付きまとう．社会現象においても同じである．
- すべての現象を把握することは不可能である．
- したがってものつくりにおいてはある程度の余裕を見て「エイ，ヤ-」と決めざるを得ない．
- この余裕はコストと二律背反の関係にある．
- Fluctuationの大きなところで事故は発生する．

リスクのFramework

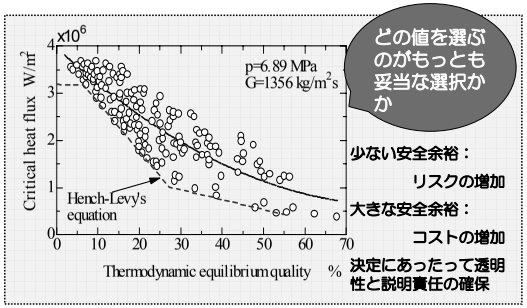
@「われわれの設計した機械には，あんがいわれわれがわかっていないところが多いのである」（武田康生）

@「従来から考えられてきた誤差の範囲からはるかに逸脱し，それゆえに無視されてきた大きな出来事は，実は思いのほかシステマティックに起こっている．．．もしかするとそれらを包含できるフレームワークがあるかもしれない」（井出）

@感染症の発生曲線から何がでてくるか

カオス挙動，次元，アトラクター

産業システムにおける変動と不確かさ



どの値を選ぶのがもっとも妥当な選択かか

少ない安全余裕：

リスクの増加

大きな安全余裕：

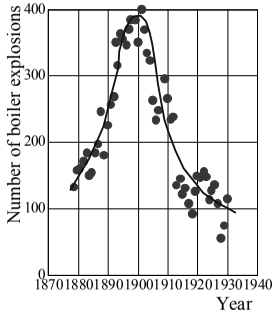
コストの増加

決定にあったって透明性と説明責任の確保

危険分析Risk Analysisの３要素

宮城島一明，食品衛生研究Vol.52, No.7, pp.7~19

- Risk assessment（危険評価）
  - 危害因子の同定
  - 危害因子の特性把握
  - 暴露評価
  - 危険の特性把握
- Risk management（危険管理）
  - 危険評定（問題の同定，全体像の把握，ランキング，リスクアセスメントポリシーの確立，アセスメント委託，アセスメント結果の検討）
  - 危険管理方策の吟味（利用可能管理方策の同定，適切な管理方策の選定，最終決定）
  - 危険管理施策の実施
  - 監視と再検討（管理方策の有効性評価，危険管理の再検討）
- Risk communication（危険関連情報の伝達）



ボイラ破裂事故数の推移

（石谷による）

第3者検査の重要性

ボイラの高圧化とともに激増したが，第3者検査の導入により激減，ただし0にはならない

複雑系に対するモニタリングの重要性

LCAを効果的に行い，リスクを回避するための基本：

Mass Flow, Energy Flow, 故障，亀裂などリスクに直結する特性量のモニタリングが必要

かつての国鉄は鉄道技術研究所の指導のもと，営業運転中の新幹線の列車に1箇所，車軸の亀裂，疲労などの検出のためのモニタリングを行っていた．

特に車軸の疲労などの問題はデータが極めて限定されており，日常の運転が実験である．原子炉も同じと見てよい．新幹線では一度だけ車軸が折損した．

車軸の記録をトレースしたところ当該車軸を製造中に停電があったことが判明：車軸を軽くするために高周波焼入れし，これを研削中に停電があり，焼きなまし状態になった．その結果同じロットの車軸をすべて交換した（中村宏の談話）

トレーサビィティの重要性

多くの機械装置，部品はトレーサビリティがある程度確保されている

モニタリングの有効性事例

日本原燃再処理工場

- 再処理工場使用済み燃料貯蔵プール水漏れを引き起こした250箇所不正溶接見逃し，経産省原子力安全・保安院からの厳しい行政指導，原燃側は下請け業者による不正溶接が原因と報告（朝日新聞2003.7.6）
- ずさんな管理体制と非難

BSE全頭検査の成果として８頭目，9頭目の例のように生後30ヶ月以下の牛にも症例の存在が明確に，現在１２頭．

米国BSEに日本は全頭検査を要求しているが，３０％近く依存する現状で如何に対処するか．カナダ産の牛でありアメリカのせいではない？？米国で食べているのだから安全？？食品安全委員会２０ヶ月以下容認の方向．

JAS-MD81,87型機：エンジンコンプレッサー第８番目ステータ損傷，クラック，全体で２５機すべて検査した結果，１８機に取り付けられている２０基＋予備１基，計２１基のエンジンで亀裂発見（朝日2004.1.21）

社会を構成するシステムはすべて実験中であるという認識・・・

全てのシステムは実験・試行中であるという認識が必要（すべての事象を把握しているわけではない）．

データベースを構築するのに数十年のスパンが必要（金属疲労などのデータベースはごくわずか）．

フライングであったとしても，予防原則（予警主義）に従えば，責められるべきでない．

不安全を喧伝するのは簡単であるが安全性を証明するのは難しい．安全と安心のギャップをどう埋めるか．