



失敗の解剖学

産業の垣根を越えて、失敗の普遍的構造を理解する

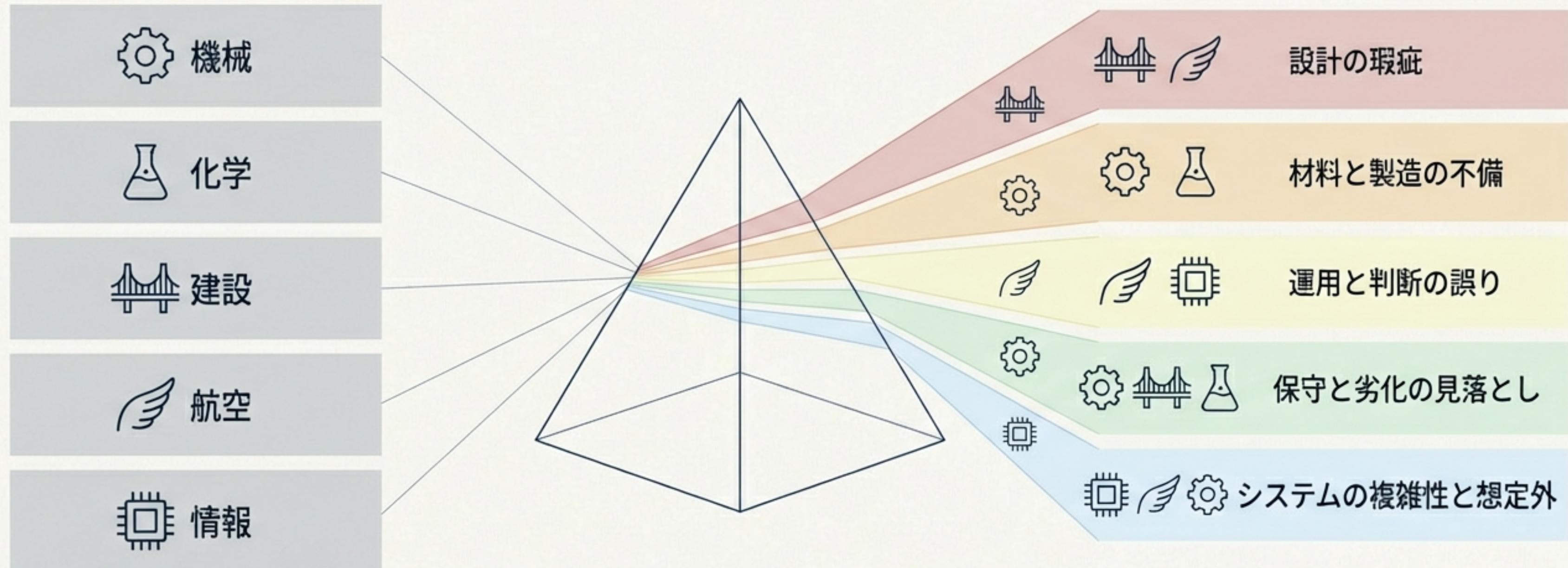
失敗は、一つの業界に留まらない。それは普遍的な現象である。

機械、化学、建設から航空宇宙、情報システムに至るまで、失敗はあらゆる領域で発生している。これらの多様な事象を個別に見ていては、その本質を見抜くことはできない。



真の教訓を得るには、業界で分類するのではなく、根本原因によって解剖する必要がある。

本プレゼンテーションでは、数百の事例を分析し、業界の壁を越えて共通する「失敗の病理」を抽出する。目的は、個々の事象の羅列ではなく、未来の失敗を防ぐための普遍的な知見を得ることである。



失敗の解剖が明らかにする、5つの根源的病理

我々の分析は、無数の失敗事例が、以下の5つの基本的な病理、あるいはそれらの組み合わせに起因することを示している。

1



設計の瑕疵

図面上で既に運命づけられた失敗

2



材料と製造の不備

物質とプロセスに起因する脆弱性

3



運用と判断の誤り

システムと人間の相互作用における破綻

4



保守と劣化の見落とし

時間という静かなる敵による崩壊

5



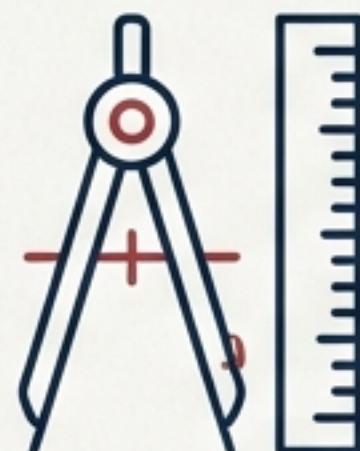
システムの複雑性と想定外

個々の正しさが生む、全体の誤謬

1. 設計の瑕疵

Flaws in Design

設計とは、未来の失敗を未然に防ぐ行為である。これらの失敗は、最初の部品がられる前に決定されていた。



タコマ橋の崩壊 (1940)

Aerodynamic Flutter
Weak H-girder Design (X)

設計が空気力学的な振動を考慮しておらず、特定の風速で自己崩壊に至った。
[建設]

ホテルハイアットリージェンシー 空中通路落下 (1981)

Original Design Modified Design

施工性を優先した設計変更が、連結部の荷重を倍増させ、崩壊を引き起こした。
[建設]

水雷艇友鶴の転覆 (1934)

CG (Center of Gravity)
Metacenter

過大な武装要求によりトップヘビーな設計となり、根本的な復原性が欠如していた。
[船舶・海洋]

アリアン5型ロケットの爆発 (1996)

Ariane 4 Ariane 5

Horizontal Velocity Data
Overflow
Self-Destruct Sequence Initiated

旧型機のソフトウェアを流用した結果、飛行データがオーバーフローを起こし、自己破壊シーケンスが作動した。
[航空・宇宙]

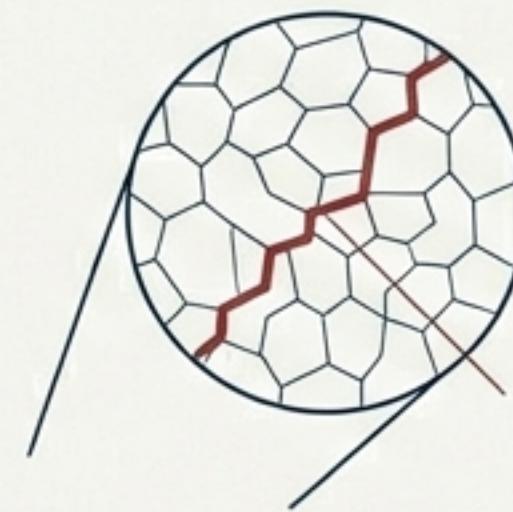
2. 材料と製造

Deficiencies in Materials & Manufacturing

優れた設計も、不適切な物質や製法の前では無力である。失敗は、モノそのものの物理的現実に宿っていた。

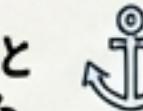


リパティー船の脆性破壊 (1943)

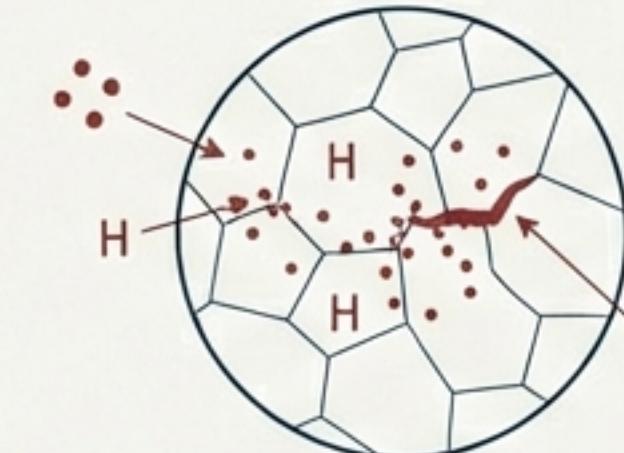


Brittle Fracture
at Low Temp

低温の海域で、溶接方法と鋼材の品質が原因となり、船体がまるでガラスのように脆性破壊した。
[船舶・海洋]



高強度ボルトの水素脆化による破損 (-)



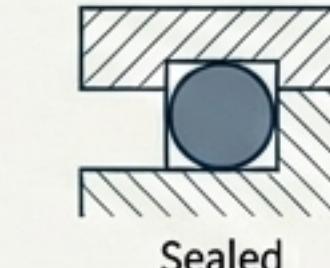
Hydrogen
Embrittlement
Crack

製造プロセス中に水素が金属内部に侵入し、材料の韌性を著しく低下させる「水素脆化」という既知の現象が見過ごされた。

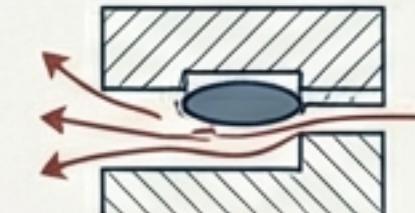


スペースシャトル・チャレンジャー号の爆発 (1986)

Normal Temperature



Low Temperature



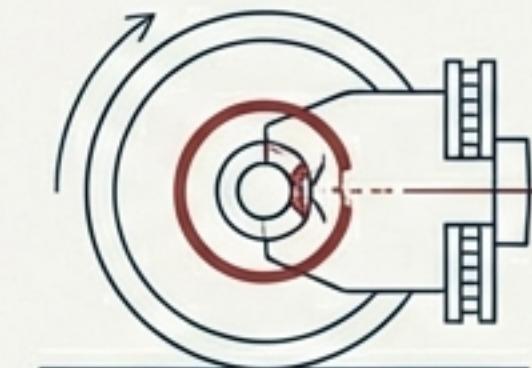
Hot Gas Leakage
Lost Elasticity



Oリングシールのゴム材が想定外の低温で弾性を失い、高温ガスの漏洩を許した。

[航空・宇宙]

JR新幹線ブレーキディスク固定ボルトの破損 (2002)



ボルトの材質もしくは製造上の欠陥が、高速走行中の破断という重大インシデントに繋がった。



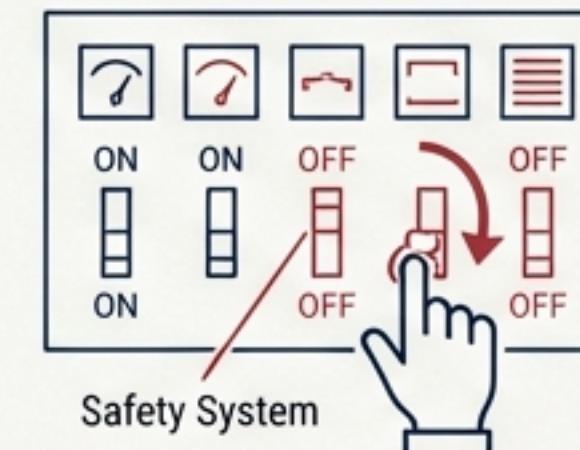
3. 運用と判断の誤り

Errors in Operation & Judgment

最も予測不能なコンポーネント
は、常に人間である。システム
は正しくとも、その運用が破綻
を綻を招いた。



「チェルノブイリ原発事故 (1986)」



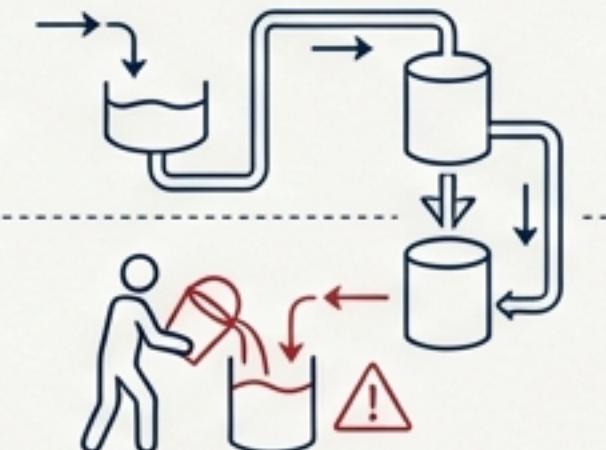
安全実験のため、オペレーターが規則
に反して意図的に複数の安全システム
を無効化した。



原子力

「JCO臨界事故 (1999)」

Official
Process



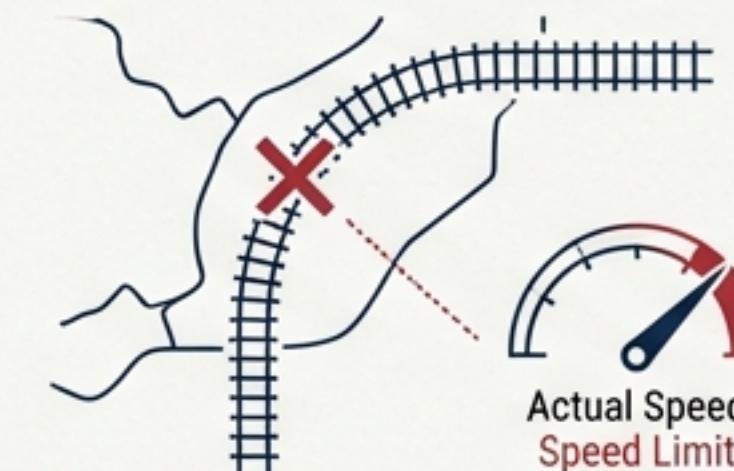
Actual
Process

生産効率を優先するあまり、正規のプロ
セスを逸脱し、バケツでウラン溶液を
扱うという危険な近道が選択された。



原子力

「福知山線脱線事故 (2005)」

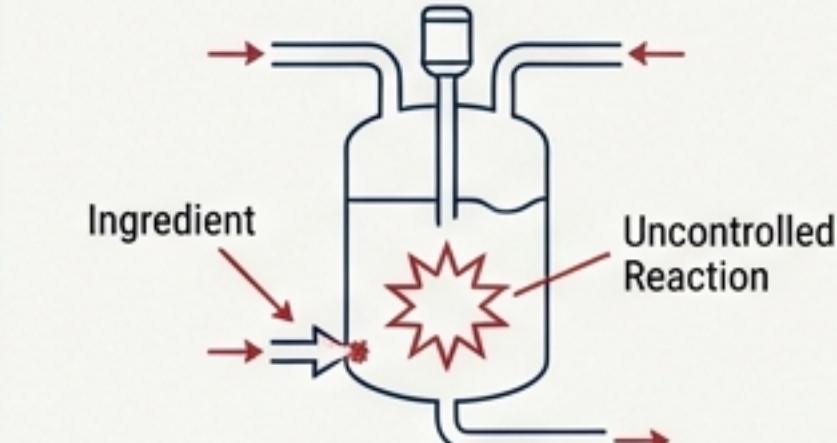


遅延回復へのプレッシャーから、運転
士が制限速度を大幅に超過してカーブ
に進入した。

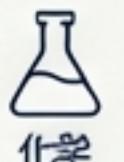


鉄道

「界面活性剤製造装置での爆発 (1989)」



作業員が独自の判断で原料の投入位
置を変更した結果、過酸化水素が爆
発的に反応した。



化学

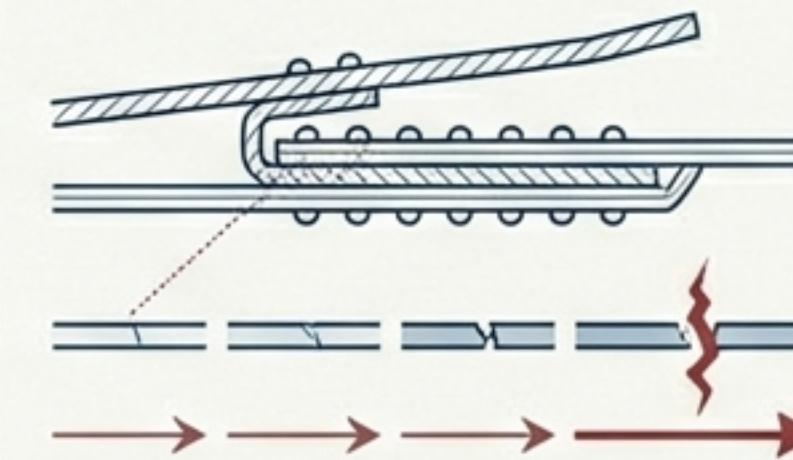
4. 保守と劣化の見落とし

Oversights in Maintenance & Deterioration

時間は、あらゆる構造物にとって静かなる敵である。失敗は突如として起こられず、静かに成長していた。



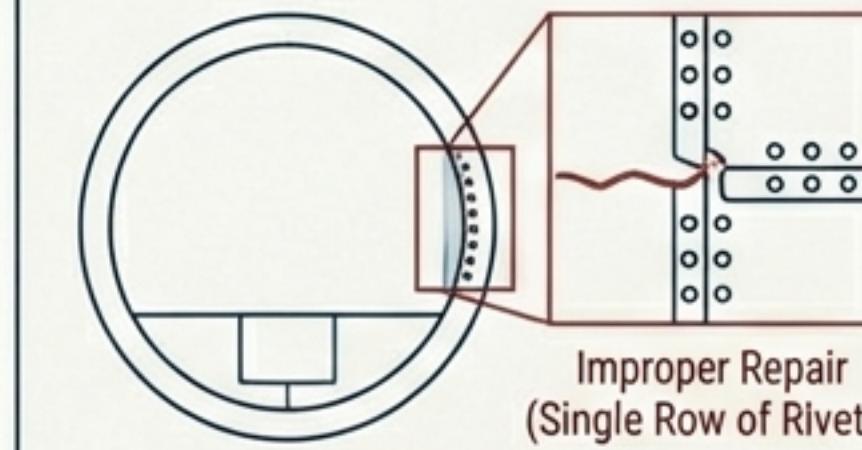
「アロハ航空243便胴体剥離事故 (1988)」



長年の運用による金属疲労の微細な亀裂が、メンテナンスで検知されず、飛行中に胴体上部が吹き飛んだ。



「御巣鷹山 日航ジャンボ機墜落事故 (1985)」

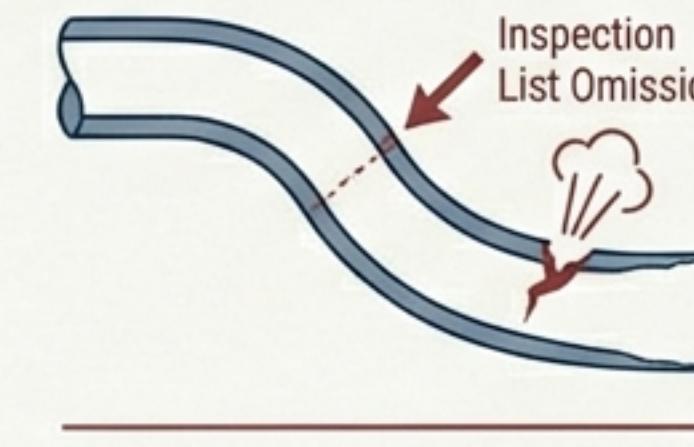


Improper Repair
(Single Row of Rivets)

事故の7年前に行われた後部圧力隔壁の不適切な修復が、飛行中の破壊を引き起こした。



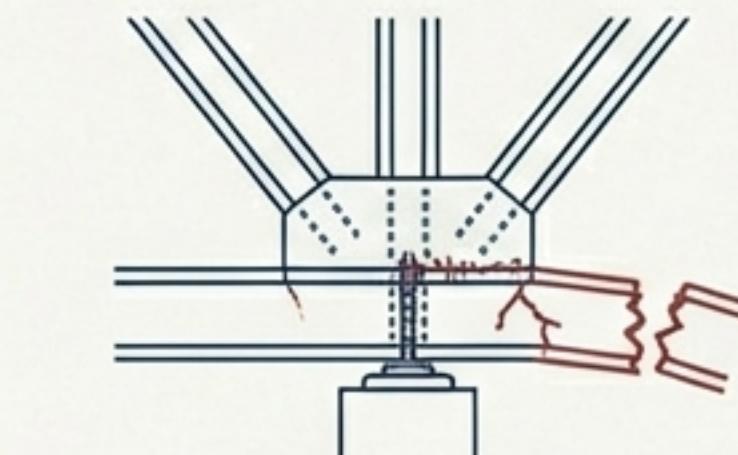
「美浜発電所 配管破断事故 (2004)」



配管の腐食による減肉が、長年にわたり検査リストから漏れていたため検知されず、高温高圧の蒸気噴出に至った。



「韓国 聖水大橋の崩落 (1994)」



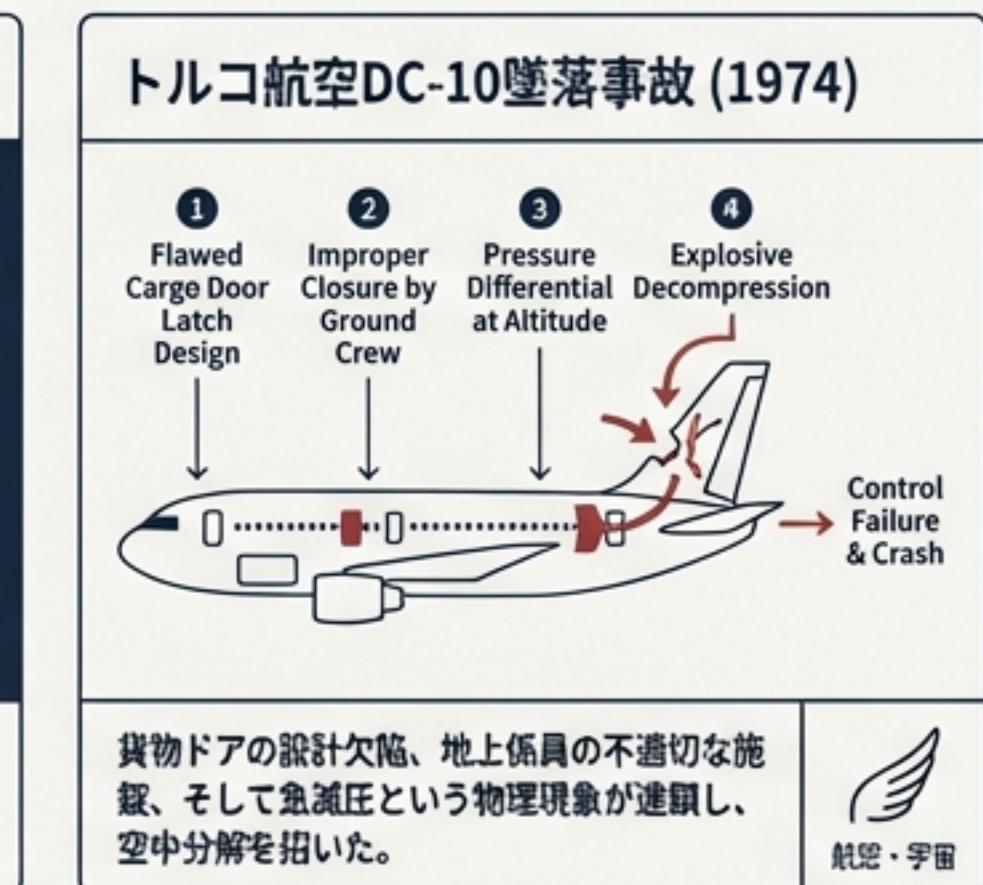
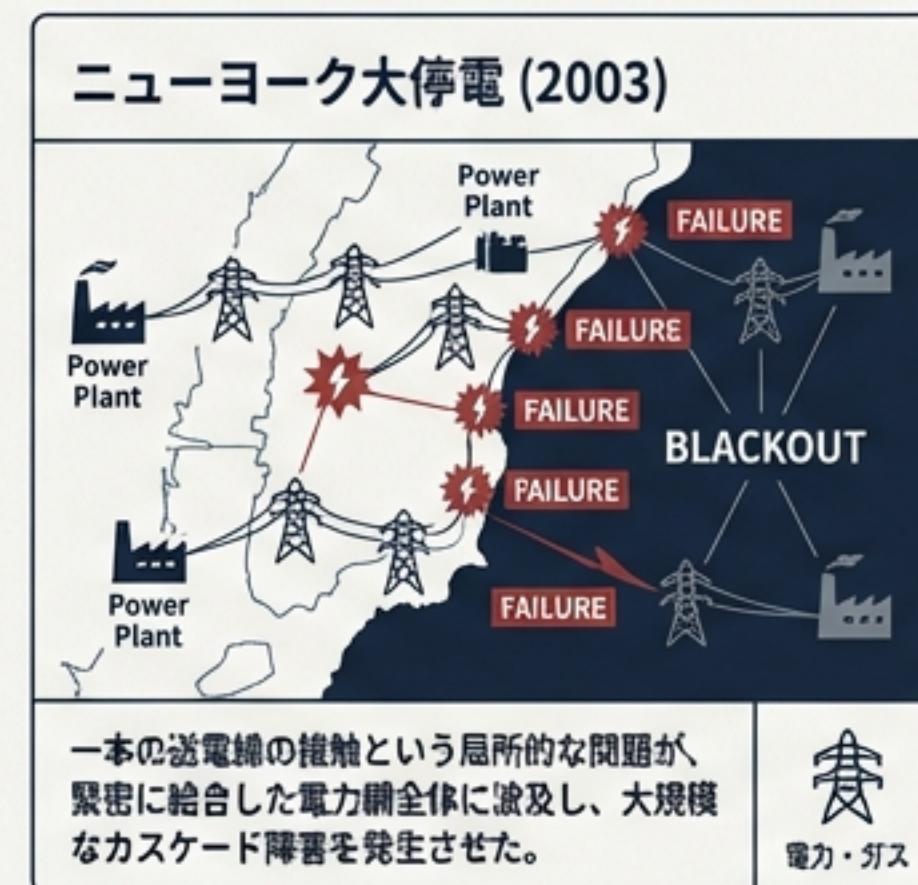
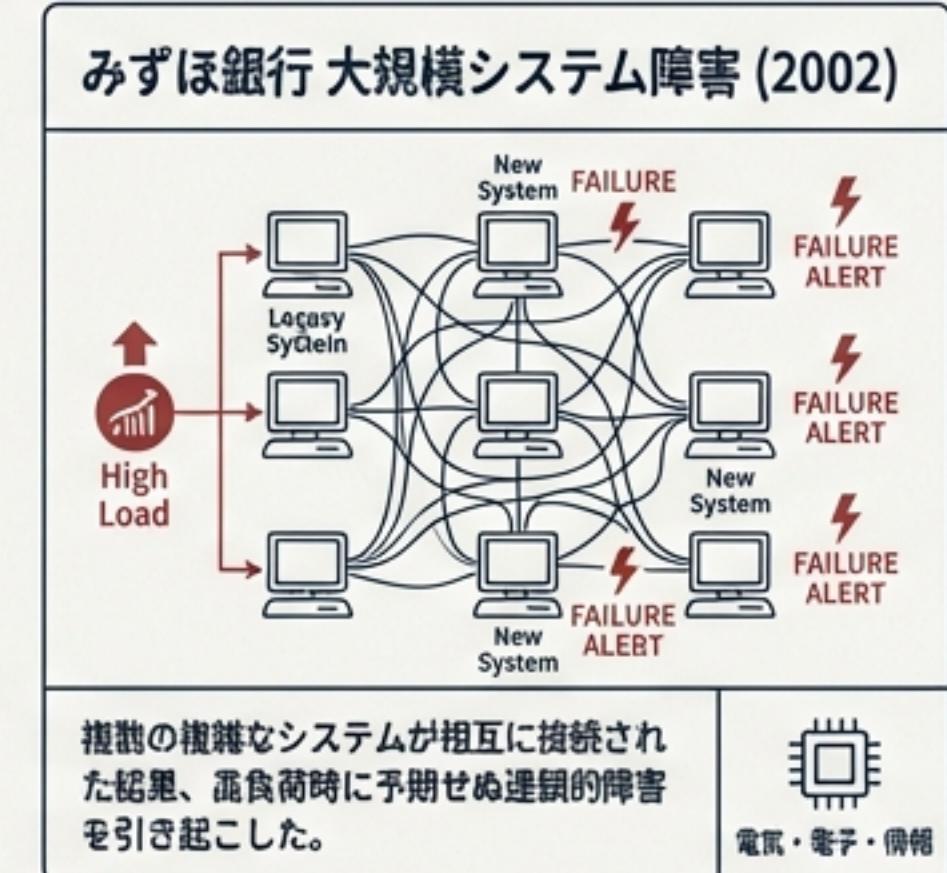
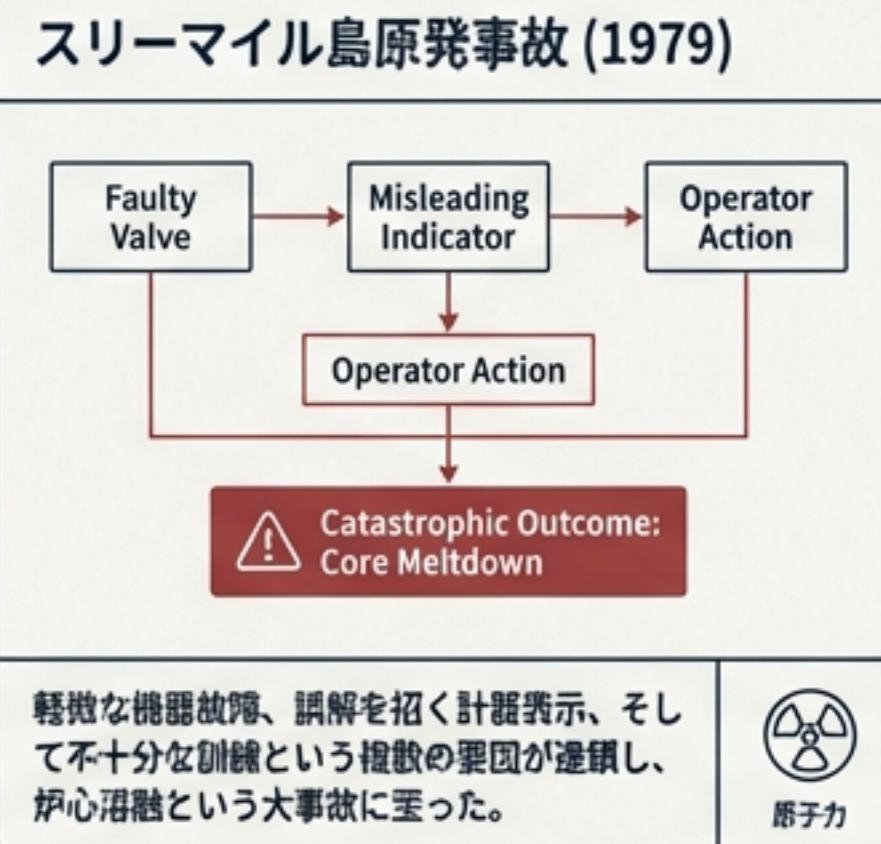
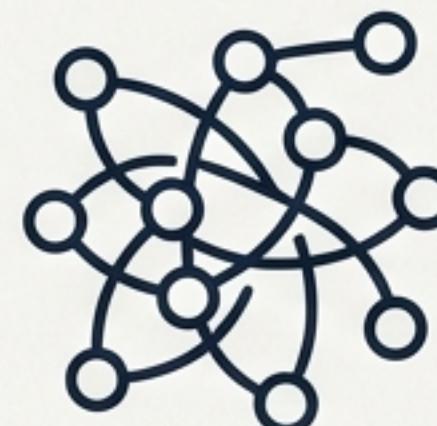
接続部の疲労亀裂や腐食が、適切な点検・補修の欠如により進行し、橋桁が崩壊した。



5. システムの複雑性と想定外

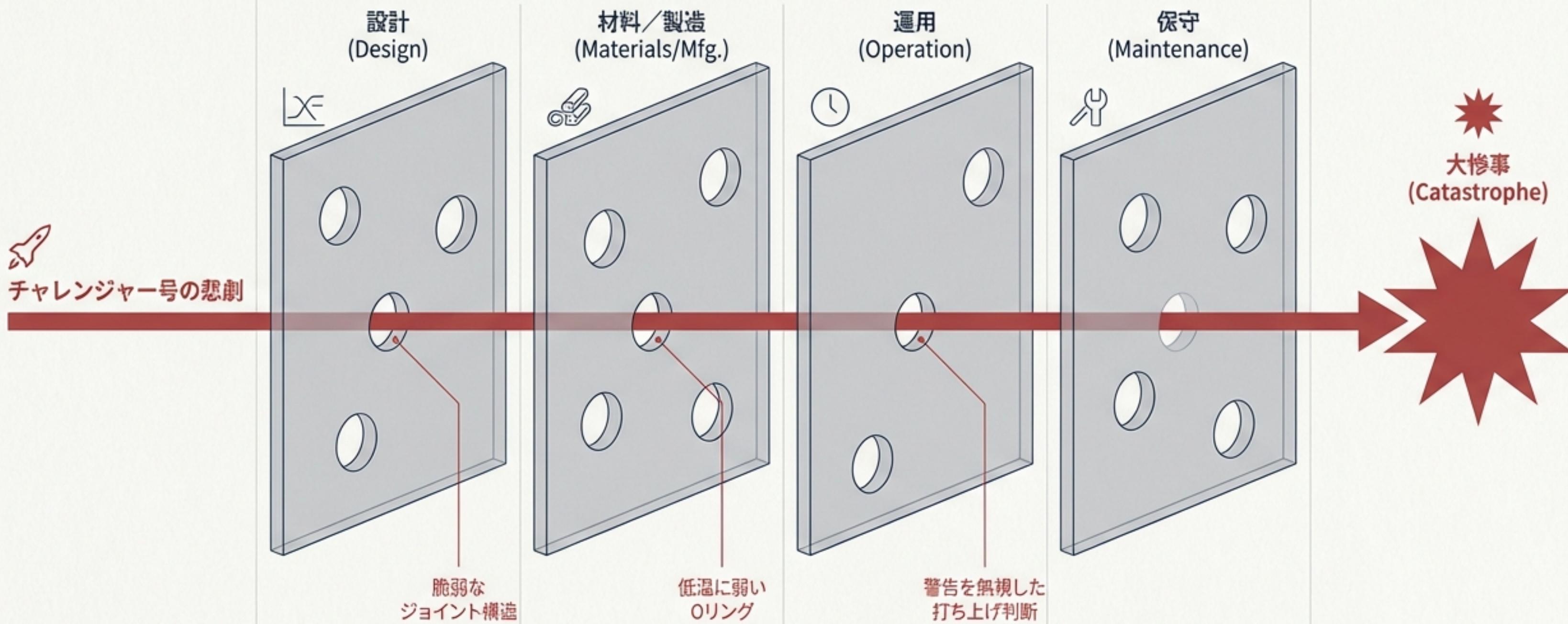
System Complexity & The Unforeseen

個々の部品が正しくても、
システム全体が間違うことがある。
失敗は、要素の間にある「関係性」
に潜んでいた。



大惨事は、単一の原因では起こらない。 複数の防御壁が、同時に破られたときに発生する。

多くの大事故は、一つの病理だけでは説明できない。設計上の弱点を、不適切な材料が補えず、運用上のミスが見逃され、保守の不備がそれを助長する。失敗は、これらの要因が連鎖した結果なのである。



失敗の解剖は、未来をより強靭にするための設計図である。

失敗の根本原因にある普遍的なパターンを認識することで、我々はより優れた設計を生み出し、より堅牢な材料を選び、より安全な手順を定め、そしてより注意深く保守を行うことができる。

失敗は終着点ではなく、学習のためのデータである、学習のためのデータである。
この知見を活かし、警戒を怠らないことこそが、未来の惨事を防ぐ唯一の道である。

