

トラブルの経験と情報としての活用技術

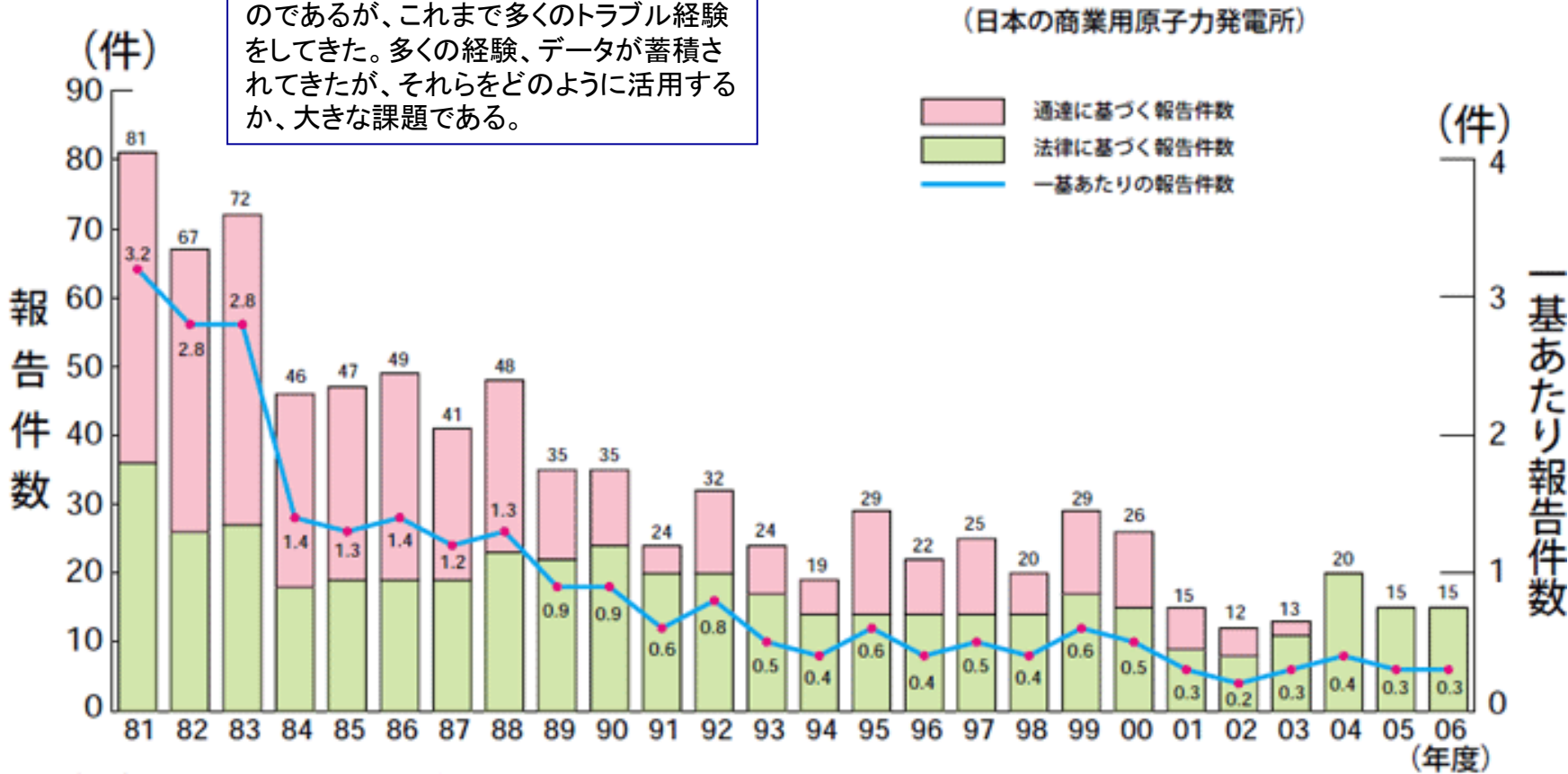
Development of Application System of Experienced Data and Information
on Plant Design and Operation

宮野 廣
Hiroshi MIYANO

法政大学 大学院システムデザイン研究科 客員教授
日本保全学会 特別顧問

日本の原子力発電所のトラブル報告件数

トラブルが少なくなってきたことを示すものであるが、これまで多くのトラブル経験をしてきた。多くの経験、データが蓄積されてきたが、それらをどのように活用するか、大きな課題である。



- (注1) 報告件数は試運転中及び建設中のものを含む。
- (注2) 一基あたりの報告件数は、営業運転中の報告件数を年度末営業運転基数で除した値。ただし、1999年度は、営業運転を停止している日本原子力発電(株)東海発電所で発生したトラブルを含んでいることから、当該原子炉を加えた52基で除している。
- (注3) 原子炉等規制法の規則改正(2003年10月)に伴い、通達に基づく報告は法律に基づく報告に一本化された。

原子力プラントのデータベース

(公開データ)

国の審議会での検討資料類

原子力施設運転管理年表(JNES発行)

原子力施設公開情報ライブラリー(NUCIA)

日本原子力学会標準「高経年化対策実施基準」AESJ-SC-P005 のデータベース(PLM標準)

国内外の学術講演会の論文、講演集など

(非公開データ)

電気事業者のデータベース(電事連、原子力技術協会のデータ)

プラントメーカーのデータベース

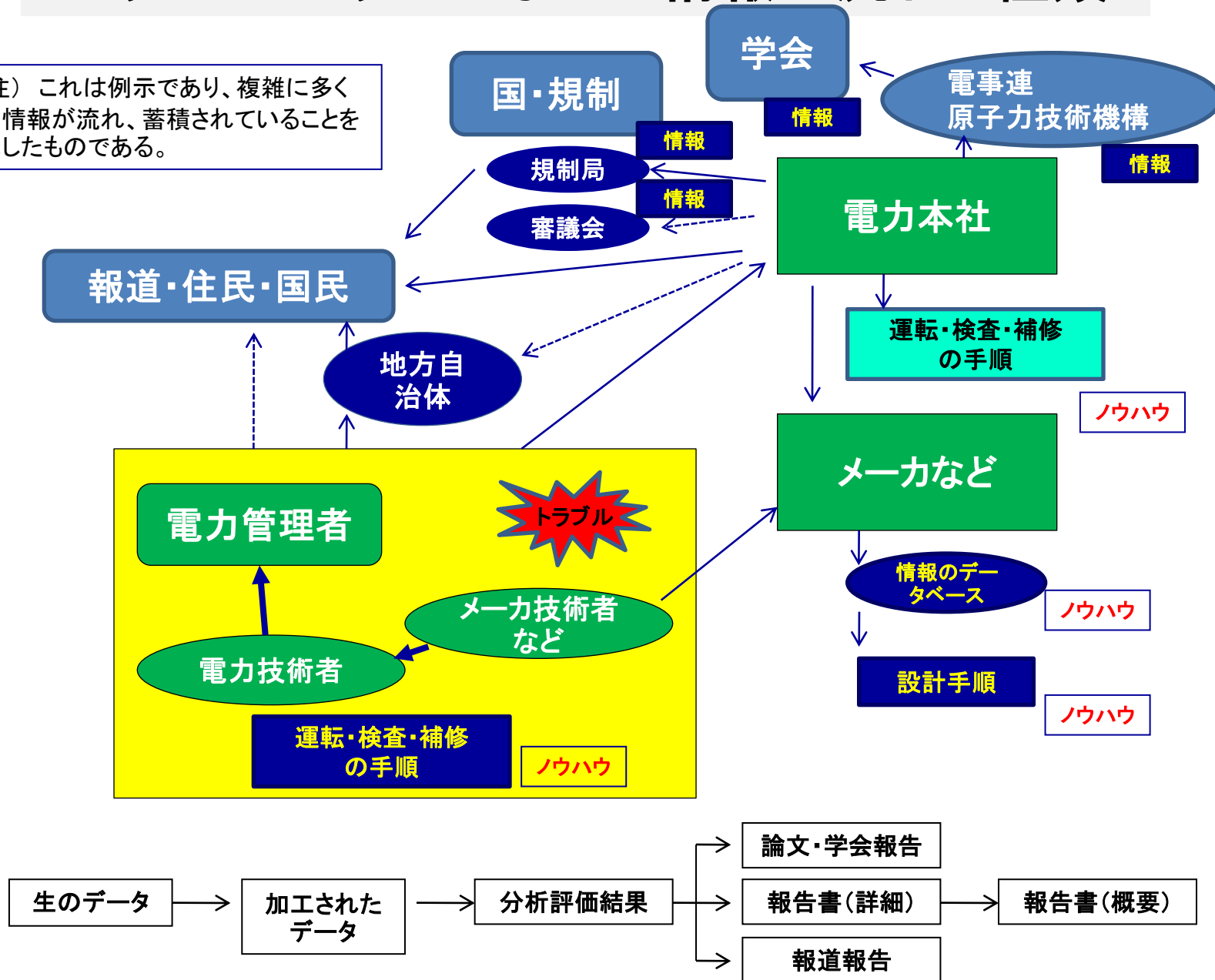
機器メーカー・ベンダーのデータベース

国際的なデータベース

iGALL: International Generic Ageing Lessons Learned Guideline

プラントのトラブルなどの情報の流れと種類

(注) これは例示であり、複雑に多くの情報が流れ、蓄積されていることを示したものである。



情報の知識化に向けてーその課題

- ・ トラブルの発見者によるが、少なからず事態の状況は脚色される
- ・ 原因の同定においては、判断ミスや間違いで発生したのではなく、予測不可能な事態により偶発的に発生した、止むを得ないものに落とし込みがちになる
- ・ 他への波及を押しとどめる無意識の判断が働く
- ・ 全ての情報が網羅されない
- ・ 予測シナリオが優先され、それに係わる情報のみが残る可能性がある
- ・ 検討の過程が省略され、結論のみが残りがちになる

原子力の安全確保への姿勢はどうあるべきか(クローズかオープンか)

手続き的知識(ノウハウ) [Procedural Knowledge] の扱い

宣言的知識 [Declarative Knowledge]、記述的知識 [Descriptive Knowledge]

とのつながり

情報の蓄積 - 世の中のリスク -

どれだけの人、技術者が即理解できるか

➡ 認知

「失敗百選」より



信楽高原鉄道での
列車正面衝突



大阪千日デパート
ビル火災



三菱自動車の
リコール隠し



ごまかしの安全管理
による食中毒

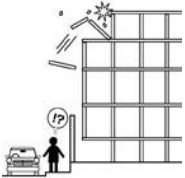


原子力発電所の
トラブル隠し

汎用化・普遍
化により初め
て役に立つも
のとなる



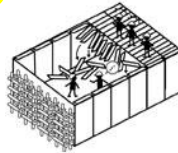
原子力発電所
2次配管ギロチン破断
配管減肉による



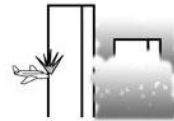
ビル解体工事での
外壁崩落事故



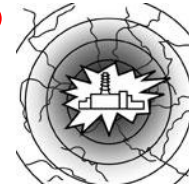
建設現場の墜落災害
安全帯不適正使用に
よる事故



体育館建設工事
コンクリ柱崩壊事故



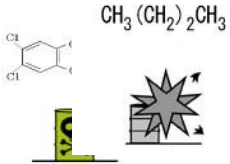
ニューヨーク 9・11
テロ



チェルノブイリ原発
爆発事故



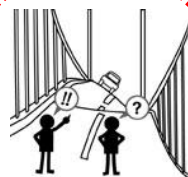
TMI原子力発電所
炉心溶融事故



化学工場での爆発事故

分かり易い事例

難しいという事例



タコマ橋の崩壊

自動振動
流体振動

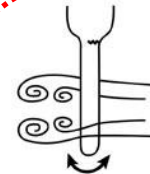


スケネクタディー号
脆性破断事故
(標準船リバティ)

脆性破壊
破壊力学

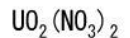


阪神・淡路大地震
(神戸地区火災)



高速増殖炉もんじゅでの
2次系Na漏えい事故

流体振動



JCOウラン加工工場
での臨界事故

金属疲労

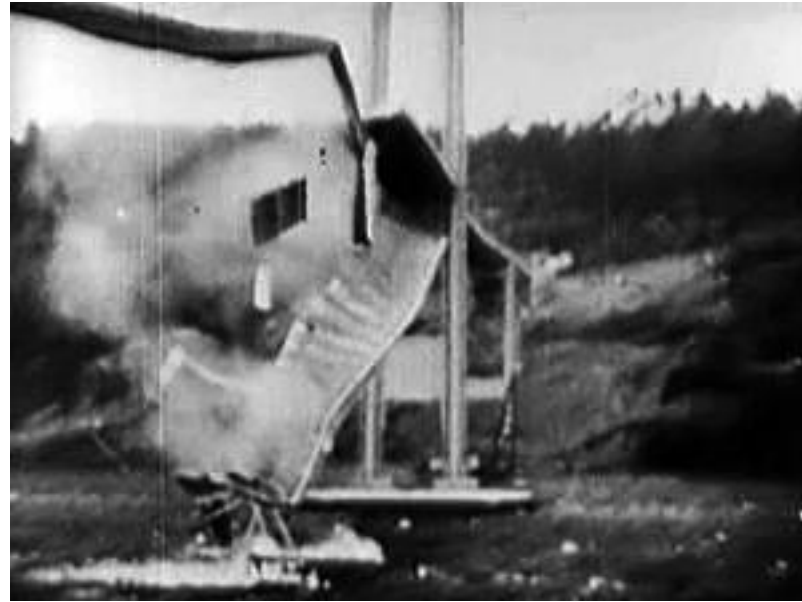
御巢鷹山
日航ジャンボ機墜落

米国 ワシントン州 タコマ橋の崩壊

1940年3月9日に完成、11月7日に激しい振動により崩壊した。

原因は、橋桁の剛性不足と予測していなかった風による自励振動であった。

技術者のみならず、多くの人にカルマン渦による振動は怖いというイメージを植え付けた。



「タコマ橋は、構造物の設計において考慮されるべき静的な荷重に対して、設計的にも施工的にも十分な配慮が払われていた。本事故は、考慮外にあった動的な力、すなわち風による門の振動が原因と考えられる。つり橋に及ぼされる空気力学的な影響について、実験的にも理論的にも、今後一層の研究を進めることが望ましい。」

なぜトラブルにまでになってしまったのか

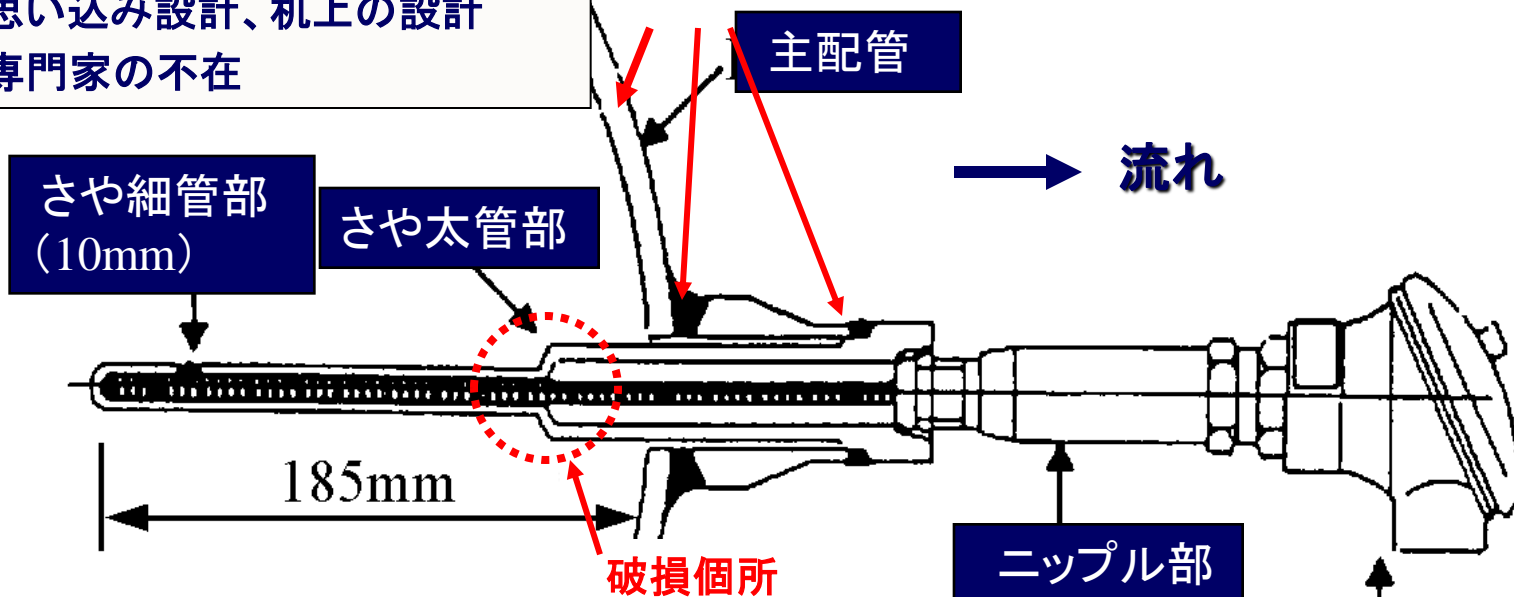
— 流力振動への洞察 —

なぜ:

- 単純な構造
- 事前評価によるカルマン渦検討
- 思い込み設計、机上の設計
- 専門家の不在

バウンダリーが重要、
「これだけ注意すればいい」との思い込み

なぜ、重大なトラブル
になってしまったのか



計り知れない損失 10年以上も停止

温度計取付部の断面図

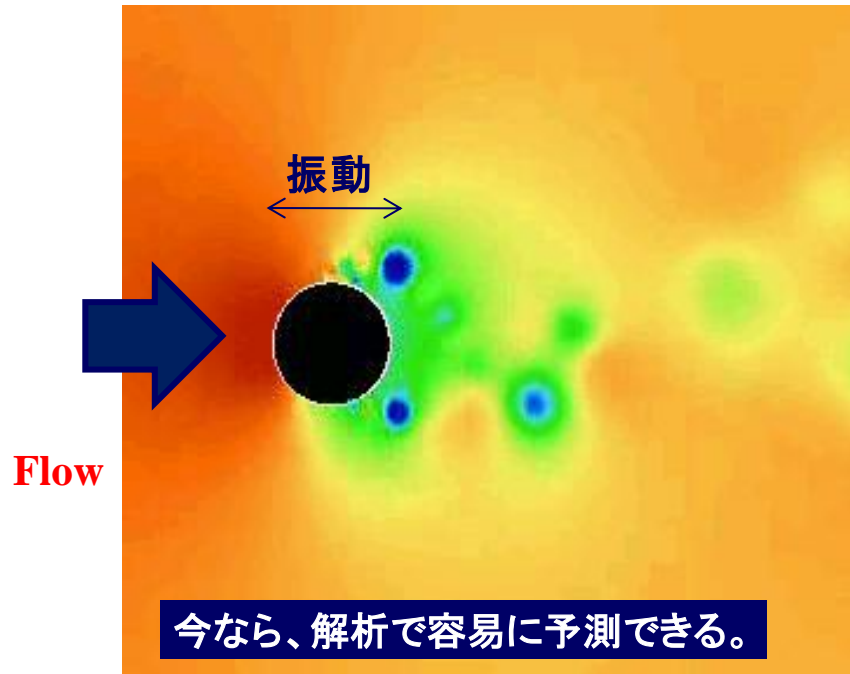
止まったのは、これが原因ではない。

温度計の流体・構造物連成振動

— 試験における観察結果 —

「対称渦」の可視化写真

専門家ならわかる、という知識では、それを生かすことは難しい、ということを示している。

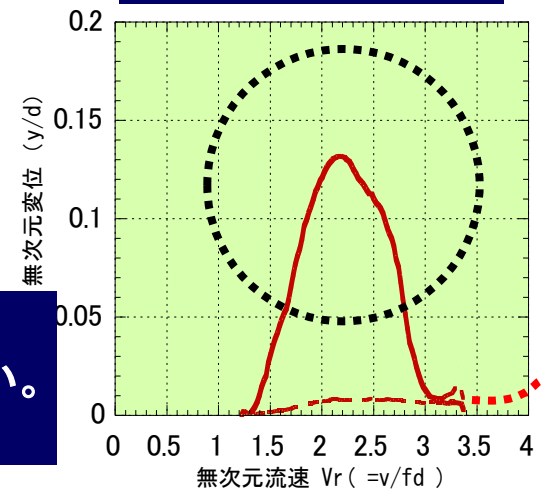


「これだけ注意すればいい」との思い込み

カルマン渦領域

専門家ならわかる

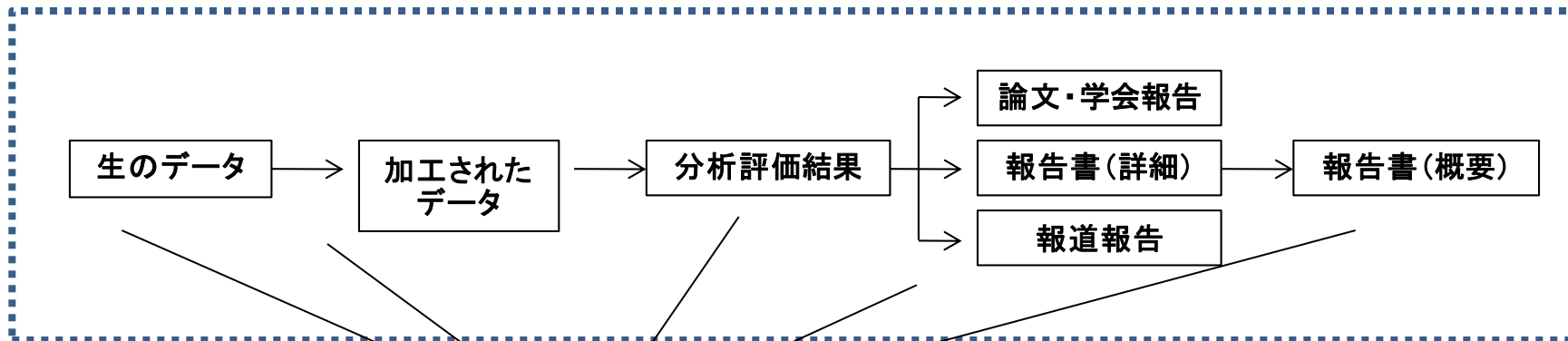
双子渦領域



- これで、壊れることはない。
- 機械系では壊れたことはない。
- 現象を見たことはない。

情報の形態とその活用の課題

知恵というのは個人の技量の問題だけではなく、知識を生かす仕組みにある

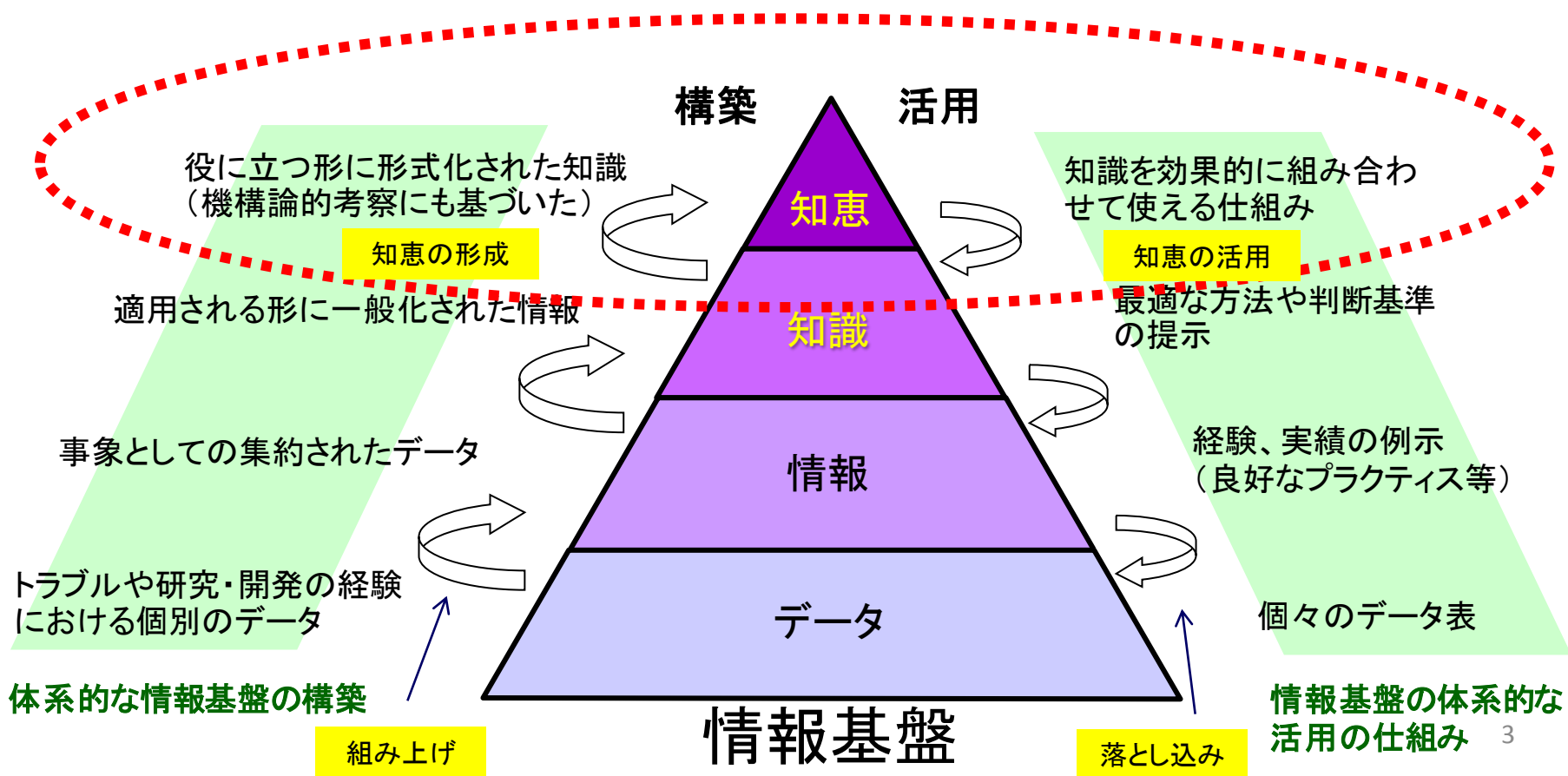


現在のデータベースの基本

これを活用するのは個人の力量に依存している。

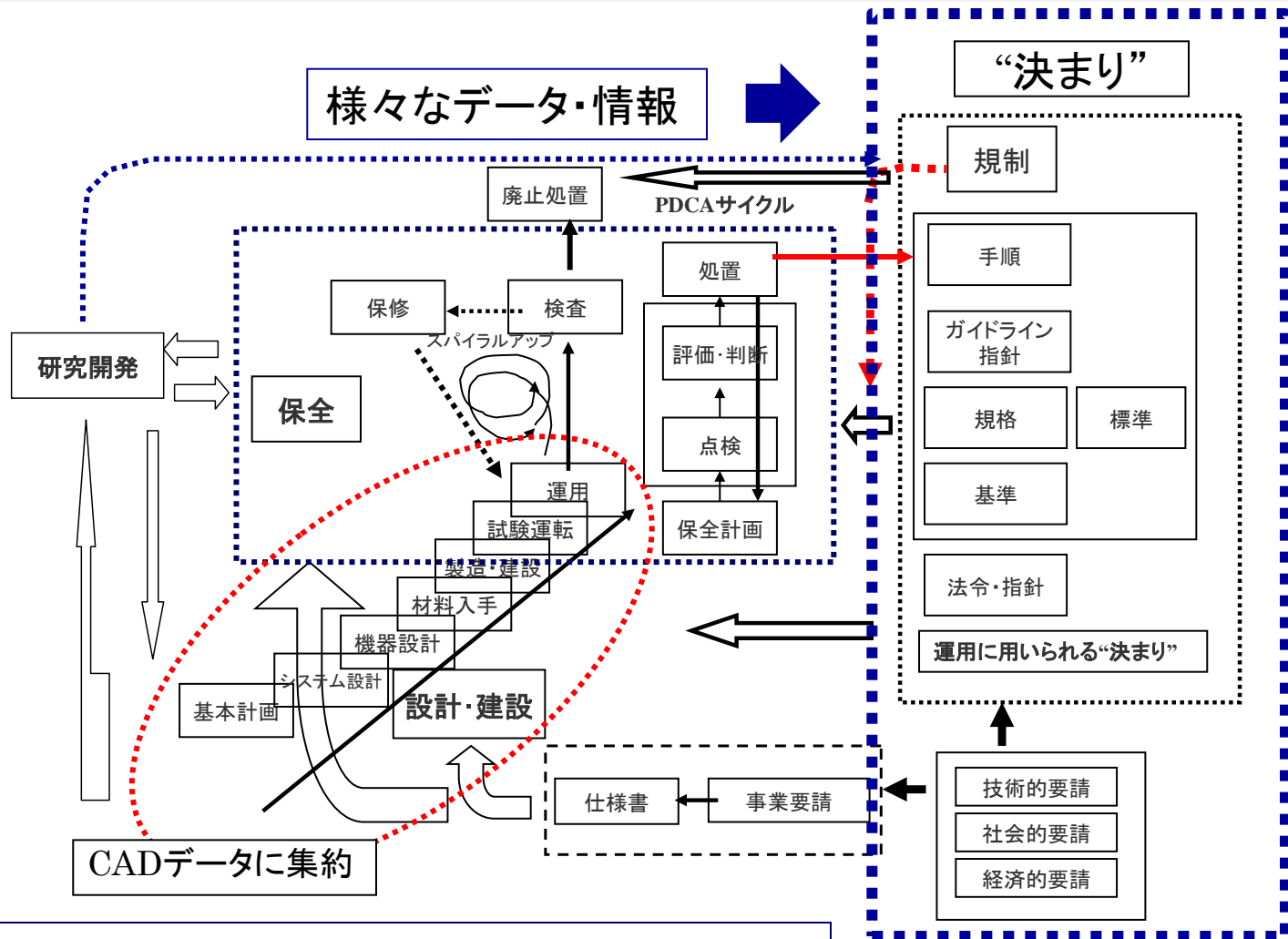
課題： これらの知識を活用する仕組みを機械化する

情報基盤の構築と活用の流れ



課題： 組み上げ、落とし込みの仕組みと知恵の形成・活用の仕組みの構築

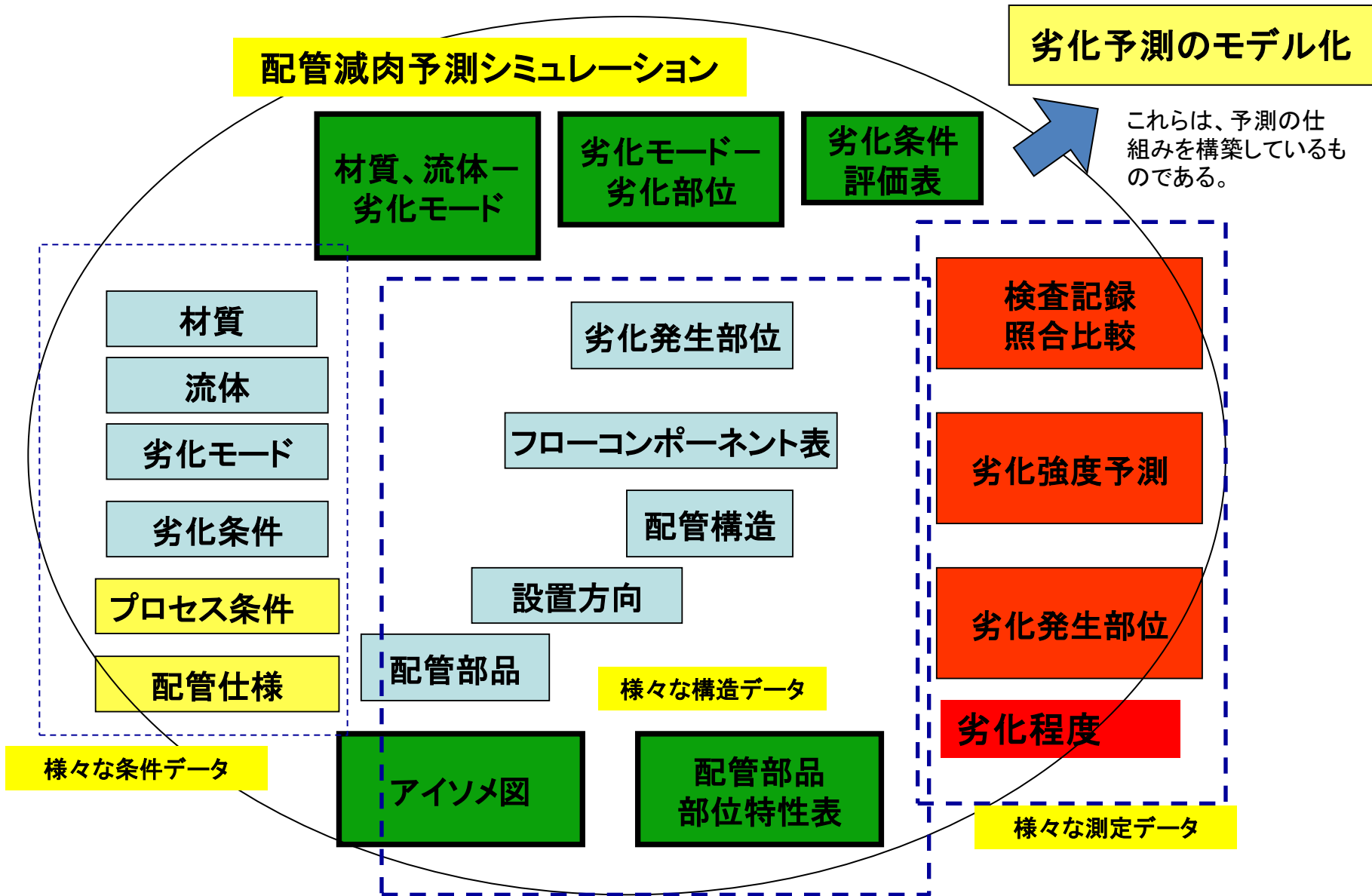
プラントの設計・建設・運転・保全の流れ



発電プラントを例に取り、設計・建設・運用・保守等の流れを示した。膨大な経験、知識がある。また社会的制約など様々な環境知識と合わせて、どのようにそれらを活用できる仕組みを作り上げるか、が大きな課題である。

今取り組んでいるデータベースの活用事例

“配管劣化”予測／管理の要素と劣化予測モデルの開発



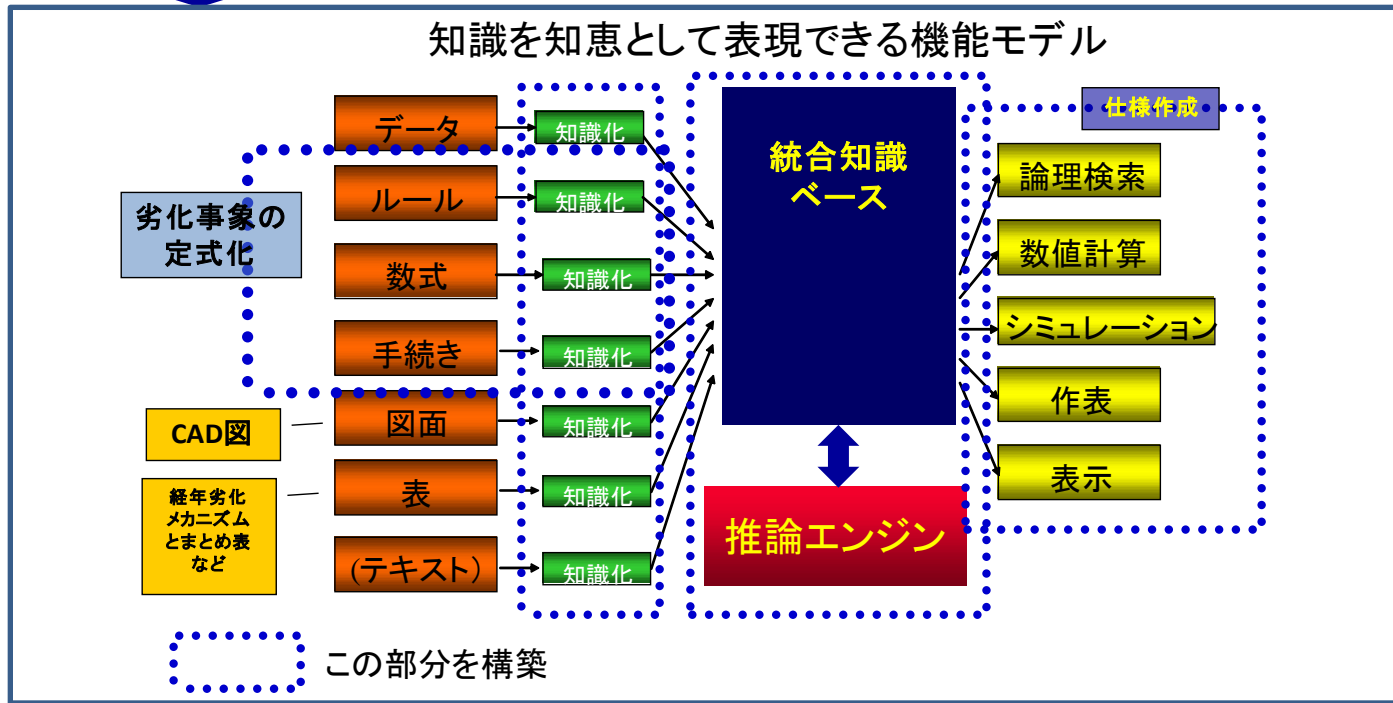
知恵の構築

配管減肉に適用する場合の例

INPUT: 得ようとする命題

- 例 ① この配管で耐圧は大丈夫か
- ② この空間の流れ状態を得たい
- ③ 10年後のSCC健全性は
- ④ この設計はトラブルのリスクは

この仕組みが“知恵”



判断は、人(個人、使用者)である。

最終判断する仕組みを構築するものである。それぞれに選択肢があり、「**どれを選択することが妥当か**」、もしくは「**どれを選択すれば、結果がどうなるか**」、などの**判断が知恵**となる。

OUTPUT: 得られる結果

- 例 ① この部分はASMEでは危ない
- ② 流れのシミュレーションを得る
- ③ リスクxx程度で割れ発生個所有
- ④ ある範囲の条件で、トラブルが発生する可能性(リスク)提示

まとめにかえて

- 情報の知識化、知恵化が重要となってくる。
- 「体感できないトラブルをどのように体感し、身につけていくか」
- 高速コンピュータの時代であり、多くの情報を適切に処理することで、単なるデータが知識となり知恵とすることができる。
- 変件事象をシミュレーションできる仕組みを開発することで、知恵を構築する仕組みに展開する。
- 多くの記述的知識を予め組み込み知識化しておくことで、データとして取り込んだ手続き的知識(ノウハウ)を知恵として活用できるようになる