

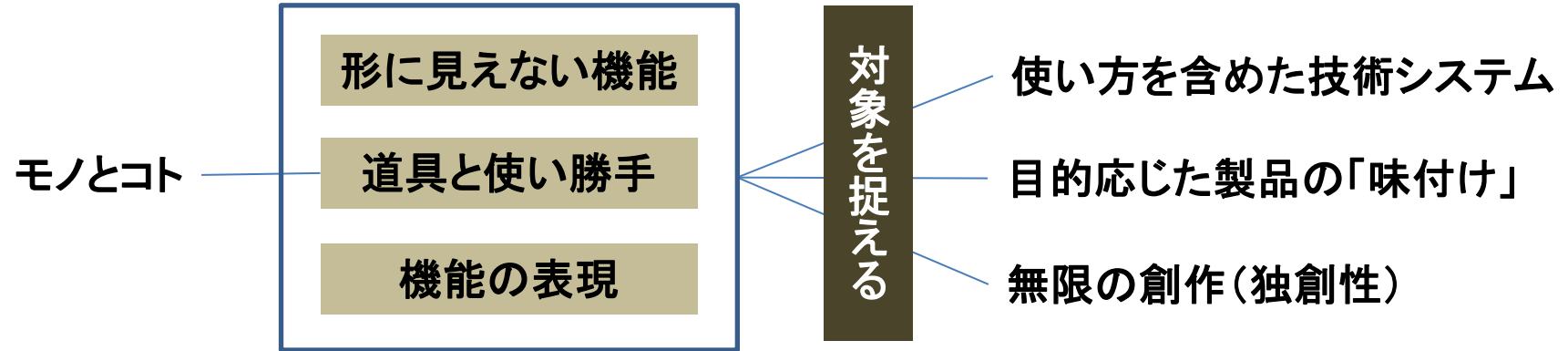
機能展開とN-F-S展開を用いた開発企画

機能を考え、開発課題を切り出し、
良さを測って開発、使い勝手を製品に積み込む

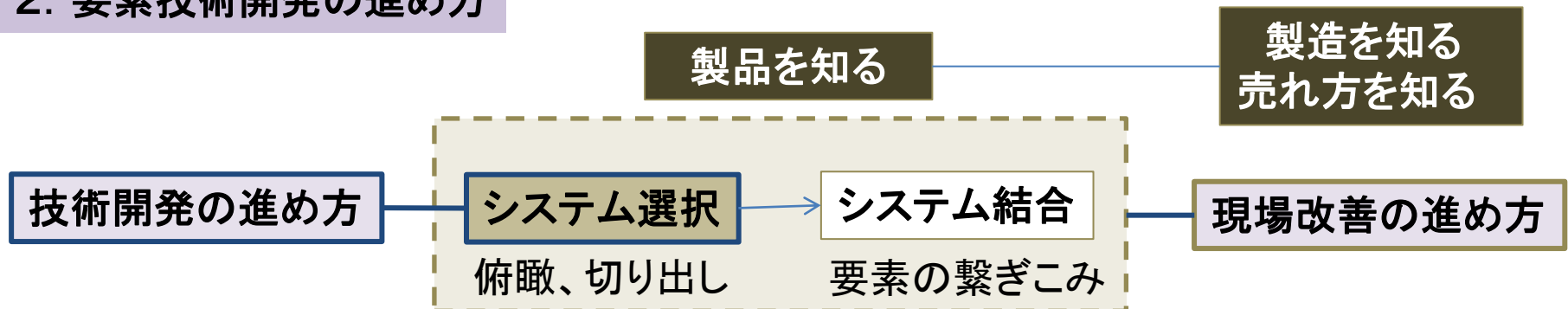
京都産学公連携機構 スーパーコーディネータ
平野 正夫
hirano-m@kyoto.or.jp

話題提供の趣旨

1. 機能発想の開発 → 製品機能の「味付け」「独創化」



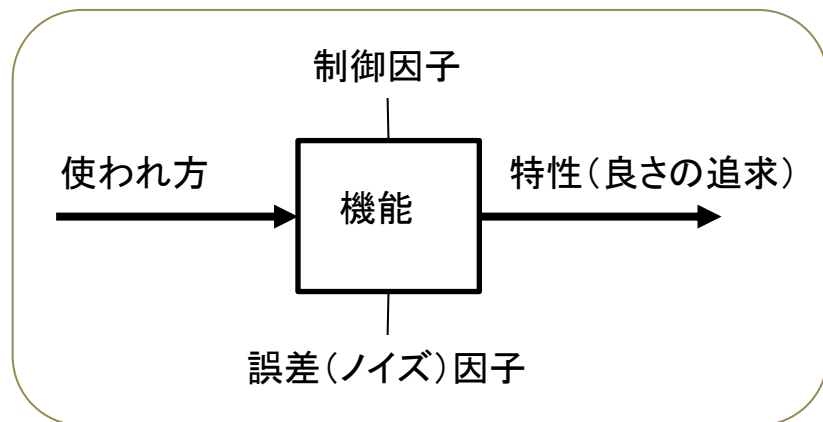
2. 要素技術開発の進め方



1. 機能発想の開発

品質工学の使い方学習

業務での実戦で困っていることは？



会員

- 職場で理解されない
- 適用が難しい
- 成果が出ない
- ...

講師

- 勉強になっていないか
- なぜこの課題なのだろう
- 課題と実験が微妙にずれている...
- 継続会員が少ないのはなぜ？



品質工学は企画を教えていないな！

モノとコト

形に見えない機能

道具と使い勝手

機能の表現

課題対象を捉える

製品機能の「味付け」「独創化」

使い方を含めた技術システム

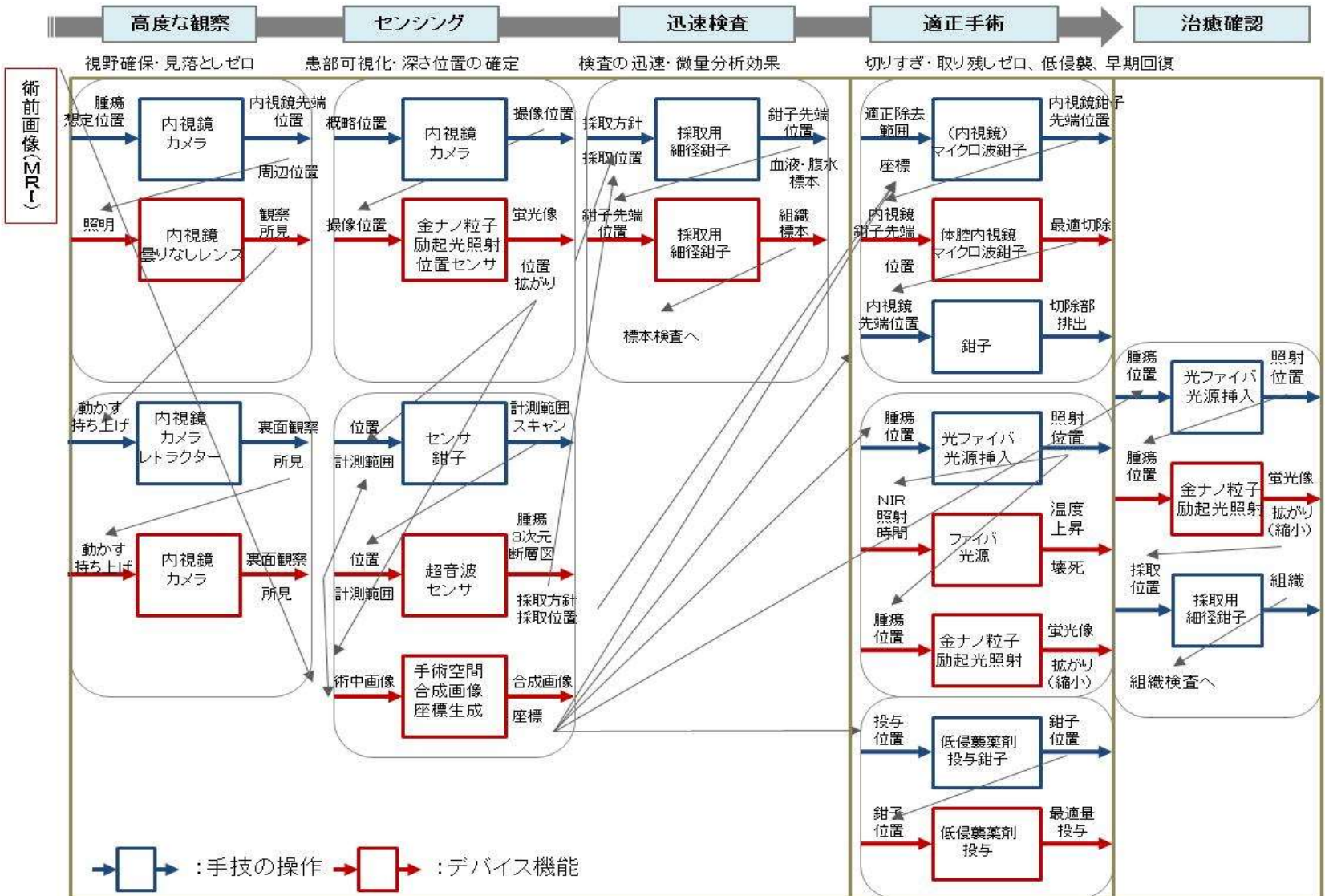
目的応じた製品の「味付け」

無限の創作（独創性）

開発対象を捉える(高機能内視鏡システムの機能展開)

システムを俯瞰し、シーズとシーズの繋がり、成果の予測、不足技術を抽出する

内視鏡手術の機能展開例(手技の機能とデバイスの機能を連携させた表現)

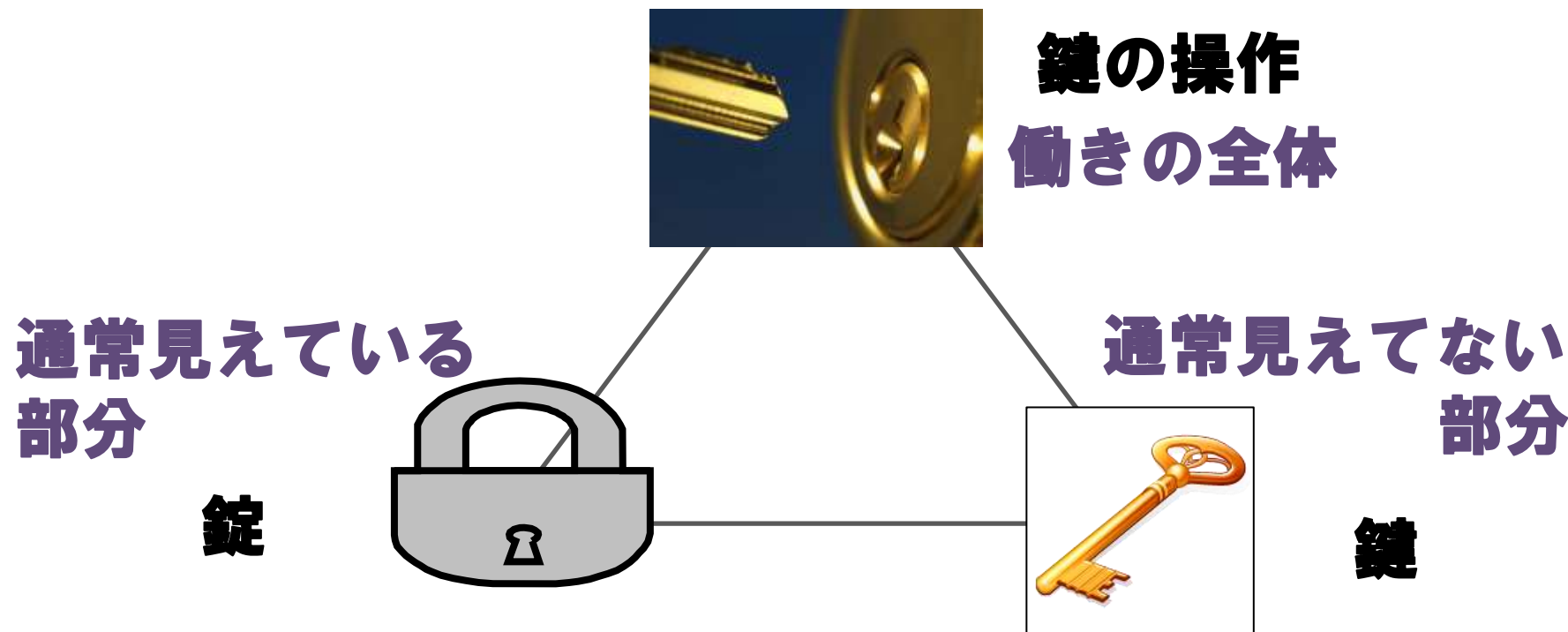


形に見えない機能

エピソード FM・COCOLOのDJ寺平ヒロさんの会話

「鍵が壊れている」・・・って、日本語の表現がおかしくないですか？

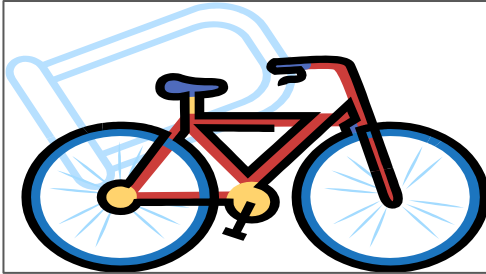
「錠前が壊れている」というのが事実、これが正しい表現ではないですか？



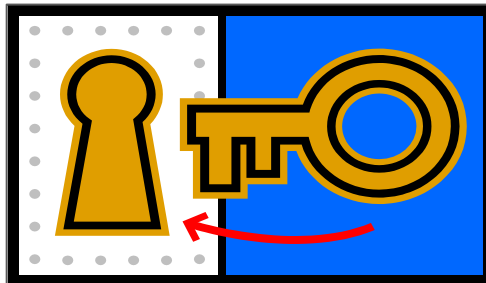
会話の中で「鍵」と言った場合、それを英訳すると、文脈から判断して「key」または「lock」や「lockset」という。
「鍵をなくした」という場合の「鍵」は「key」ですし、「鍵を掛ける」という場合は「lock」という風に。

錠と鍵の関係、それらの機能を考える

使われ方



現場

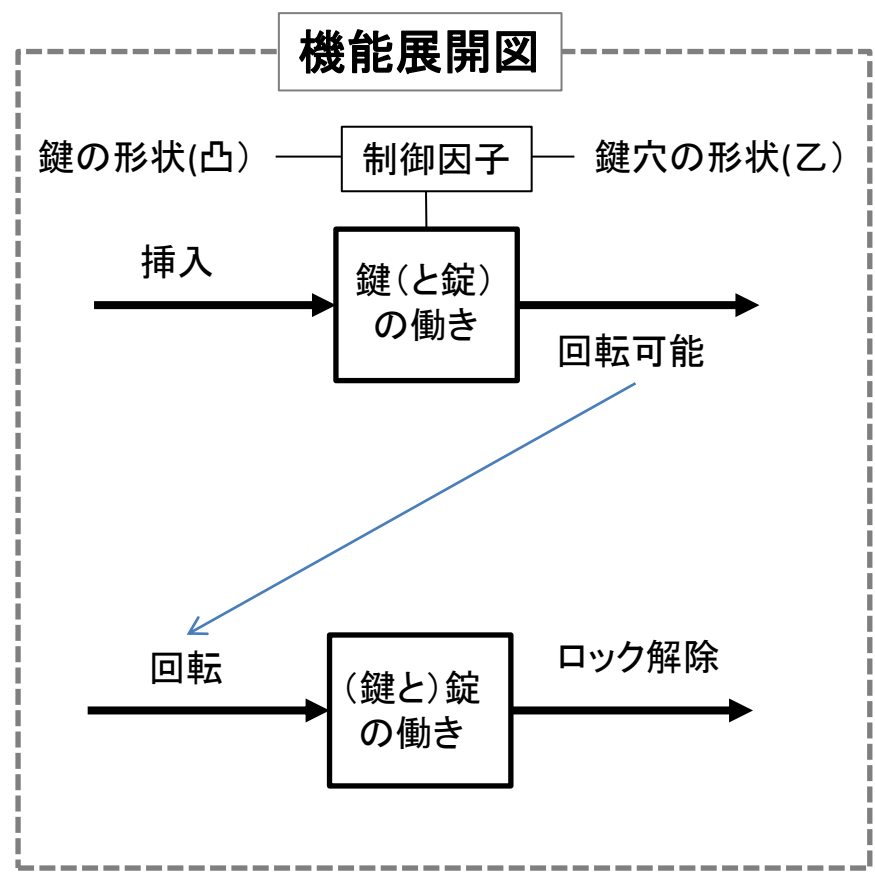


現物

表現の拡張的な使われ方

形に見えない働きを、機能で捉え、機能表現を創る

錠と鍵の関係、それらの機能を「機能展開」する



正しい鍵を錠前に差し込むと、
鍵穴の突起と鍵の溝が揃い、
シリンダーに鍵を完全に挿入できる



機能の汎用性 (ANALOGY) ... 錠と鍵の電子化



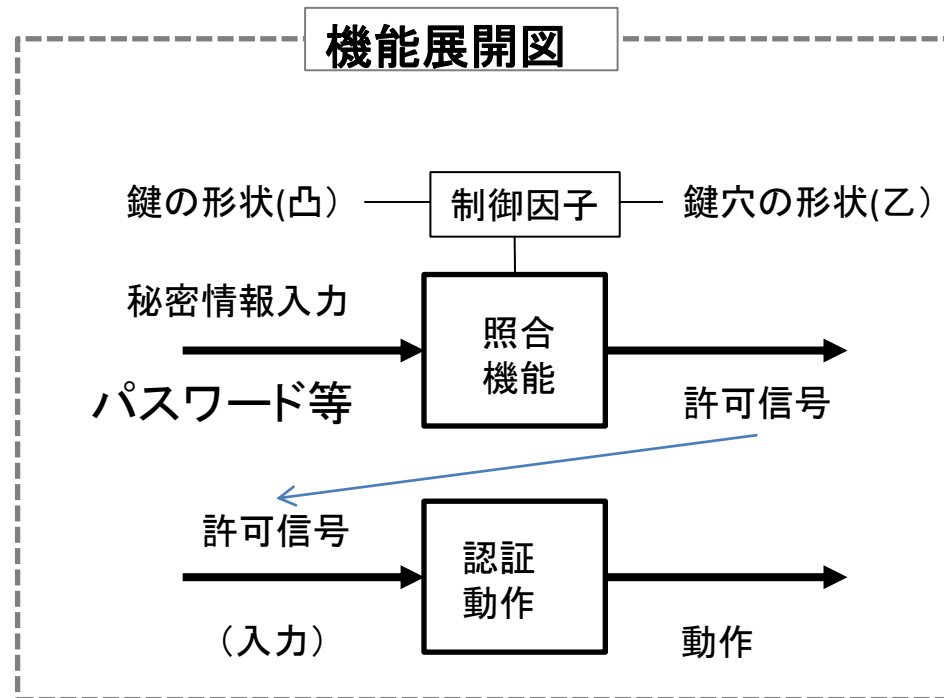
生体照合
指紋、血管、顔



電子ボタン



ICカード



形に見えない機能・・・ものづくりに多く見られる

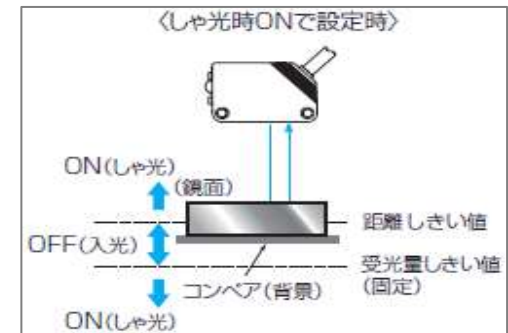
工程が技術化されてないとき、現象が見えないとき、時間経過（過程がある）があるとき



リフローはんだ付け
装置がブラックボックス



ワイヤーボンディング
高速現象／過程の存在



コンベア上の製品が
トランスデューサ

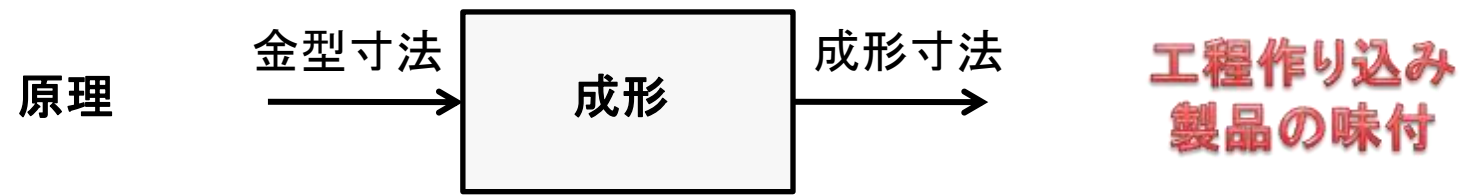
装置の外に働きの対象がある

自動化された製造ラインの場合(工程別検査がない)

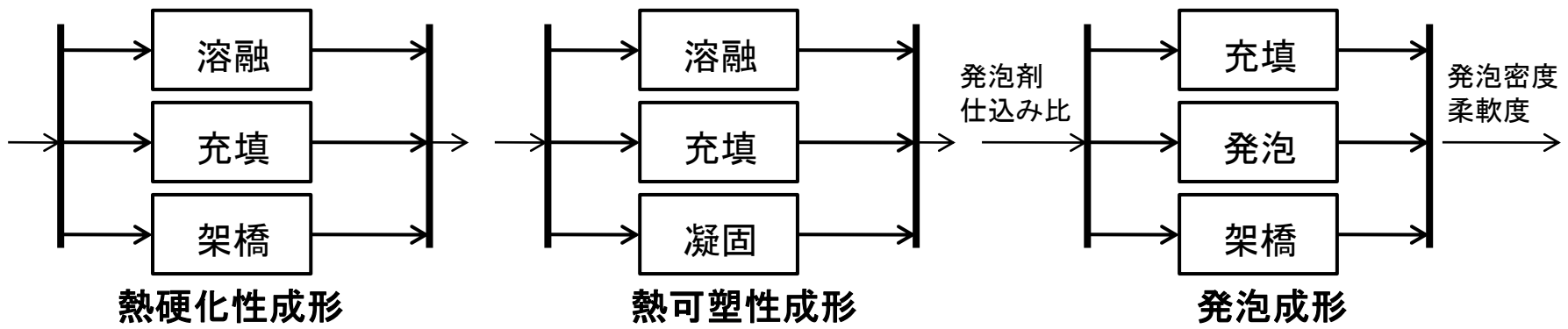
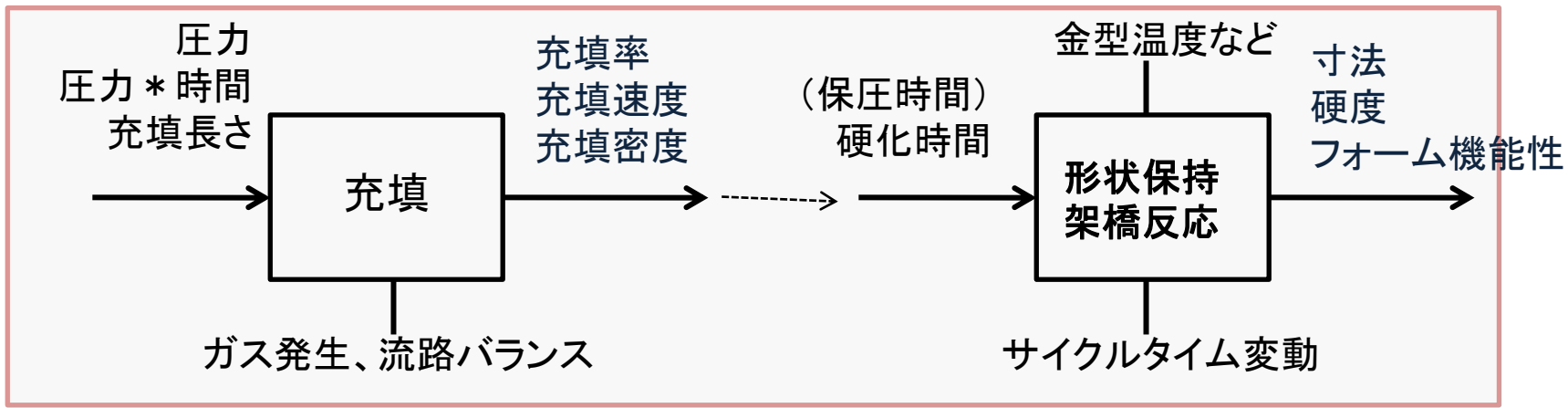


装置だけ見ていたり、製造不良だけを見ていると、開発課題(対象)が見えてこない

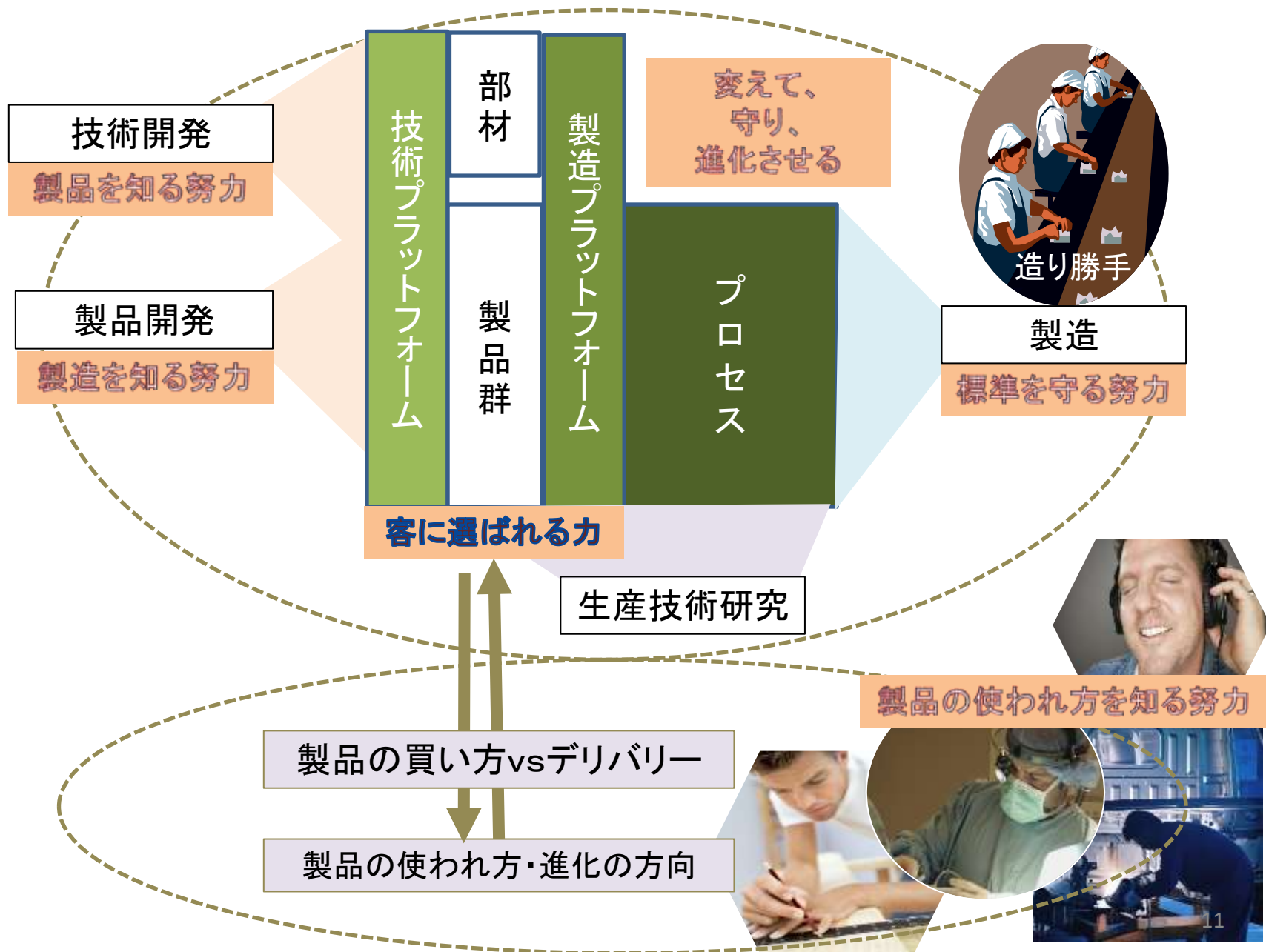
成形を、「工程の過程」で見してみる



工程の過程で見してみる → 固有技術を総動員する



企画に必要な「俯瞰力と現場体験」・・・鳥の目と虫の目のウォッチング



対象の把握について

「鳥の目」と「虫の目」



遠くから見る

気がついた!



近づいてみる

四方から観る

写真を撮る

スケッチをする

美しい!
素晴らしい!
珍しい!

どうなっているのか?
もっと知りたい!

周りを調べる

手に取って観る

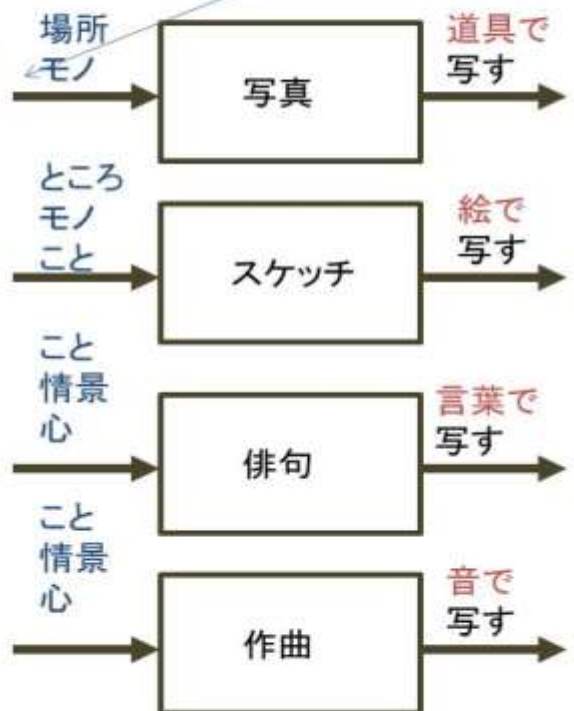
手で触ってみる

持ち帰って調べる

匂いを嗅いでみる

舐めてみる

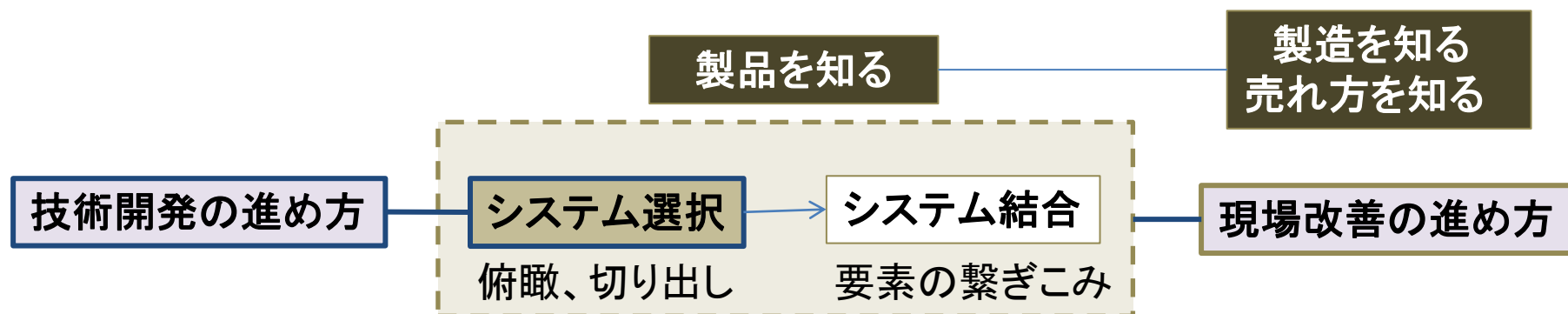
発見や感動を写す



感動したことを
どうなっているかを

写す(記録)
表現する
人に伝える

2. 要素技術開発の進め方



システム選択(分解して開発)

特性の計測技術開発

調達部品の評価(計測機能性評価)

パラメータ設計(要素技術)

システム(結合して製品設計)

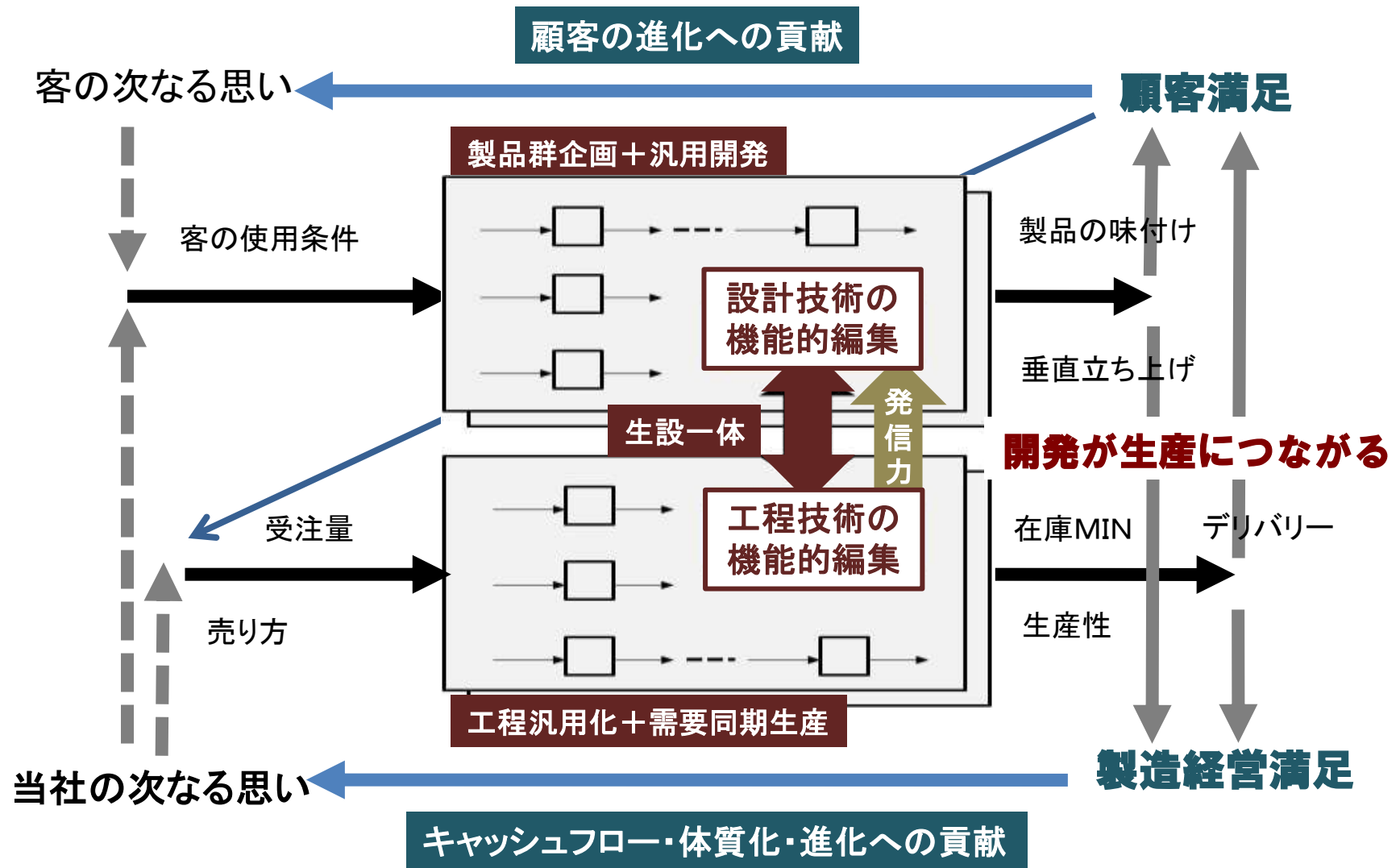
製品設計(チューニング)

製品設計の生産引き取り

- ・生設一体の設計基準)
- ・売れ方／売り方の最適

「経営満足」を生み出す生産革新・・・生設一体のススメ

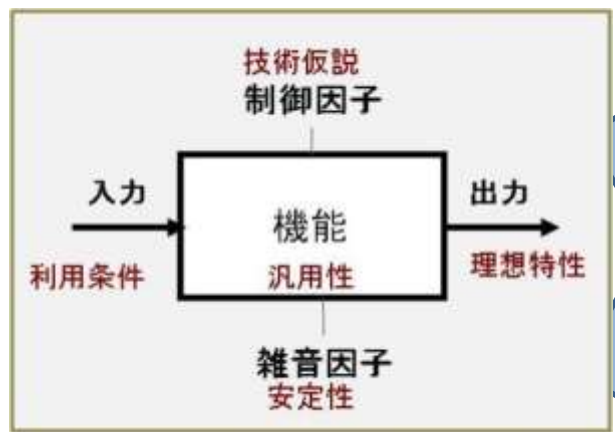
- 製品力は、製品群企画と汎用開発力、製品の味付けなどにより作られる
- 生産力は、売り方に見合った工程汎用化と生産弾力化(需要同期)が望まれる
- 開発リードタイムは、技術作り込み、生設一体化、製造の開発への発信力により実現される



モノづくり開発の変革・・・やり方は機能発想

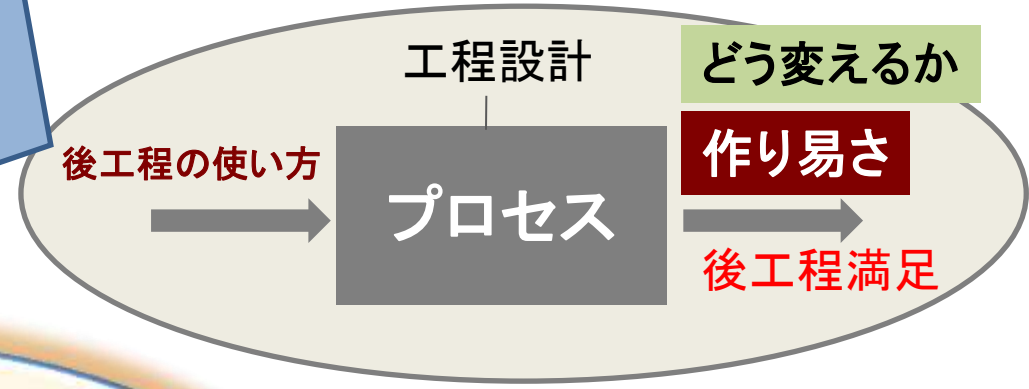
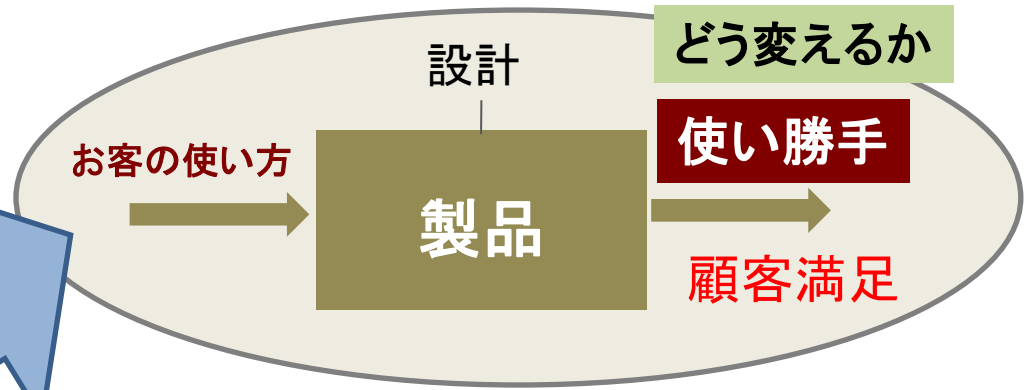
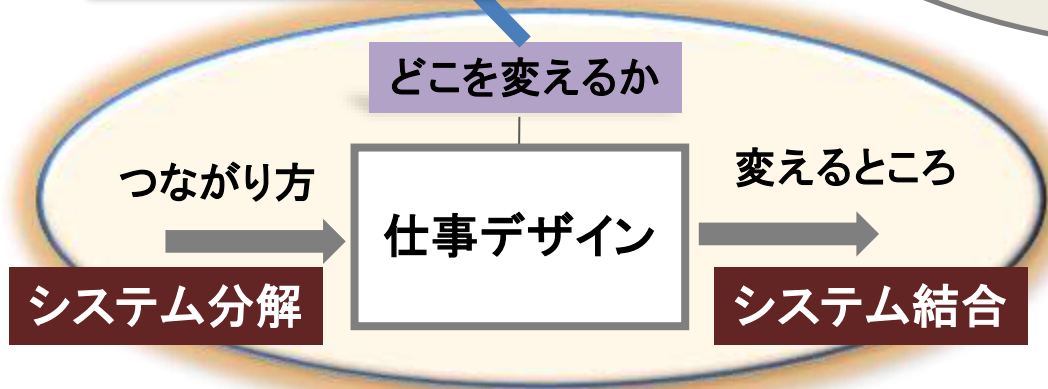
製品やプロセスを「機能・システムで捉える」

品質工学の機能の考え方



注力するアプローチ:

課題化プロセスを重視



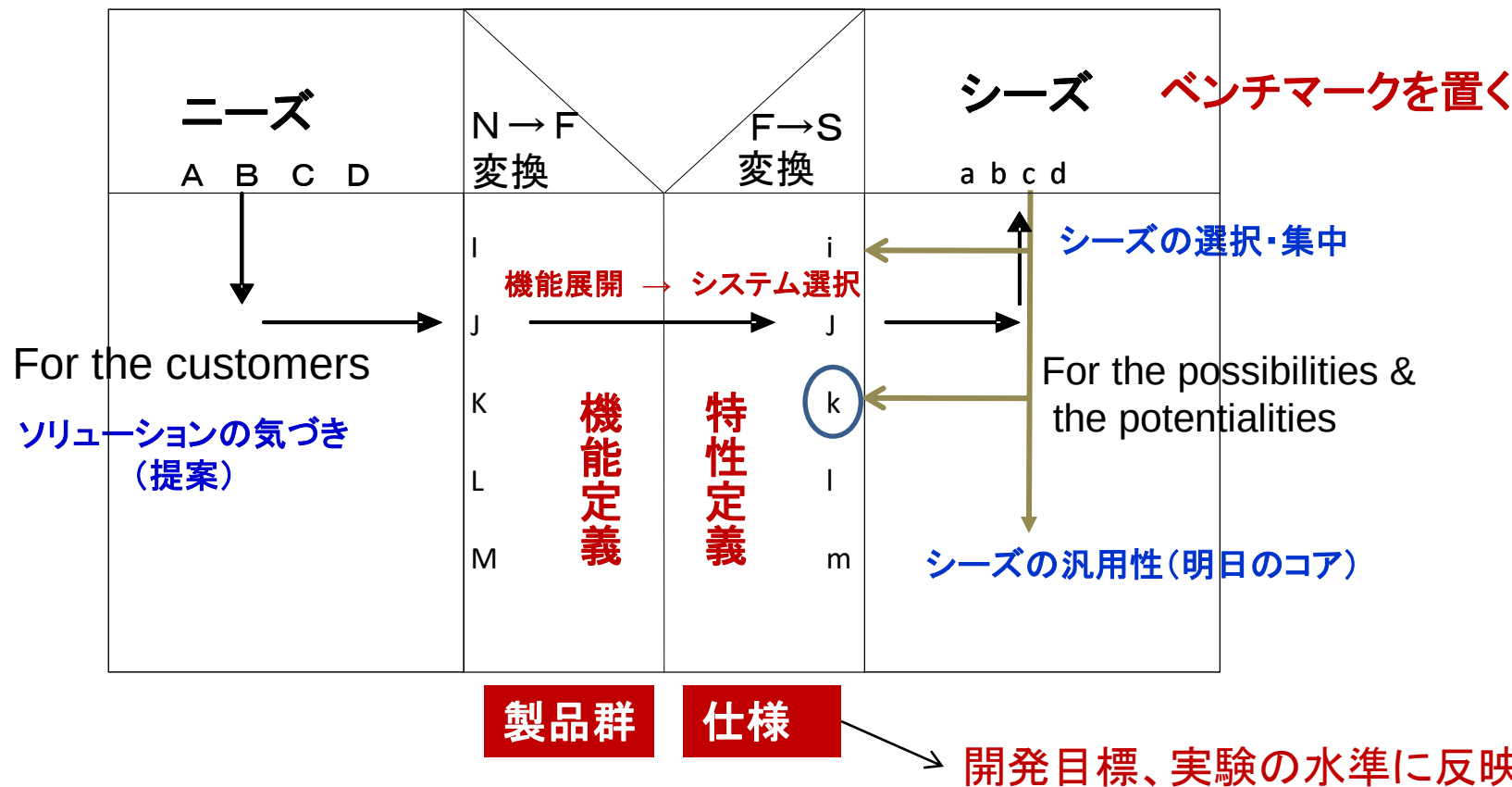
注力するアプローチ:

自社らしさ・独創性

製品群企画と技術選択のための「N-F-S変換表」

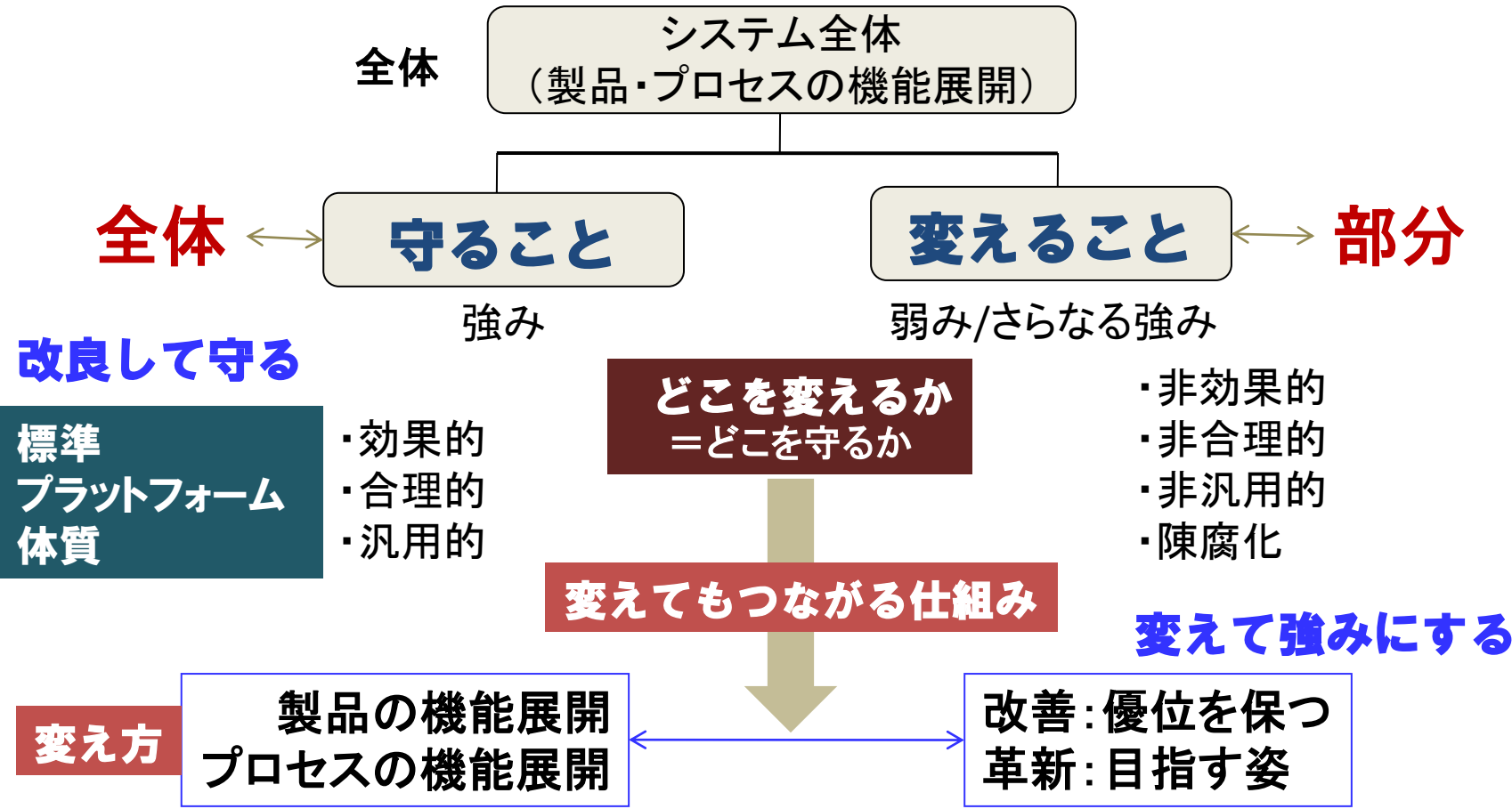
- 技術選択する前に、考える順として「N→F→S」にこだわる。
- シーズ選択肢は、無限にある。
- N-F-S展開により、シーズの出口戦略、製品化の群企画、シーズの汎用を図る
S-Fを逆変換すれば、シーズの汎用性(展開性)がわかる
- 汎用開発テーマでは、テーマ評価(トライアージ)になる

Need-Function-Seed Deployment



全体最適の技術革新・・・変えていけないこと、変えてよいこと

- 仕事を仕組み・システムの機能で捉える
- 仕事全体や製品群の「全体」を俯瞰し、「機能のつながり」を点検する
- 仕組みが機能化されると、「手段が異なっても、入出力の関係性は変わらない」



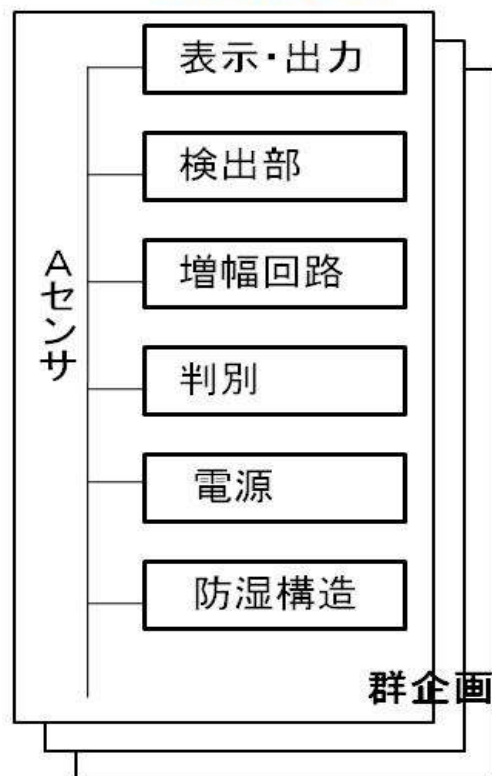
機能展開から「どこを変えるか」を発見する

- 製品もプロセスも機能で表現できる
- システムを分解してサブシステムの機能を定義する
- サブシステム間の機能のつながりを見つける
- 心臓部となるシステム、客の使用と関係するサブシステムを高機能化する
- 客の仕様に関するサブシステムは多様化する

どこを変えるか！

ブロック図 形で見える

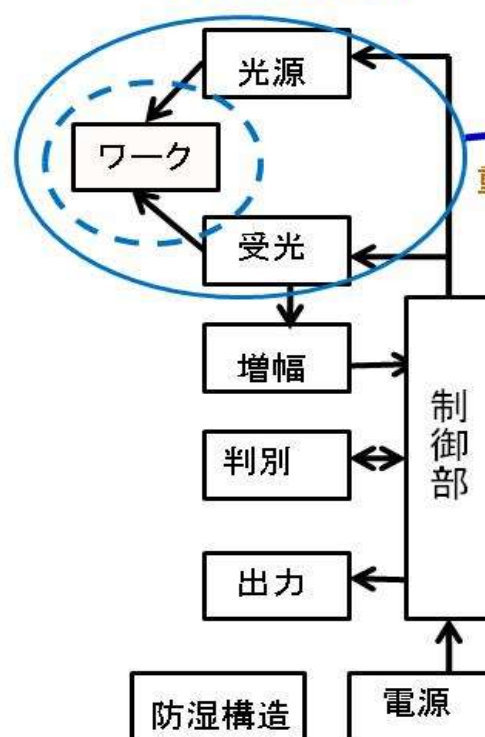
全体構成を示す



【かたち】

フロー図

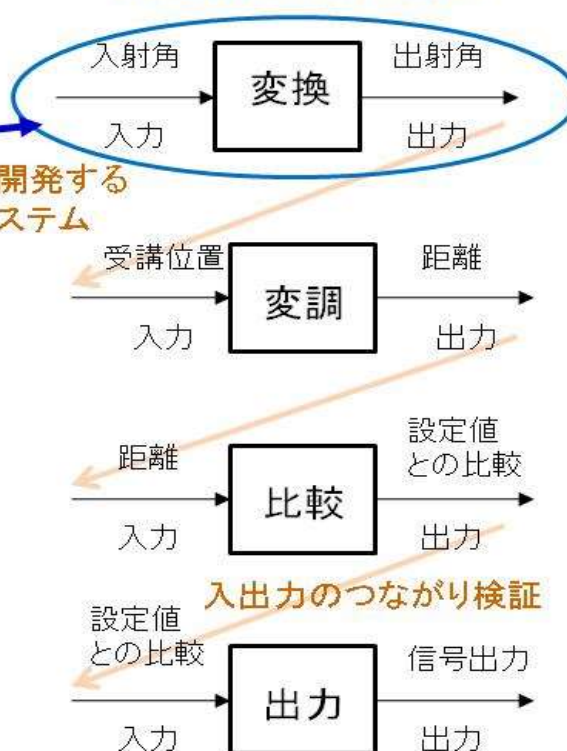
信号の流れを示す



【信号のつながり】

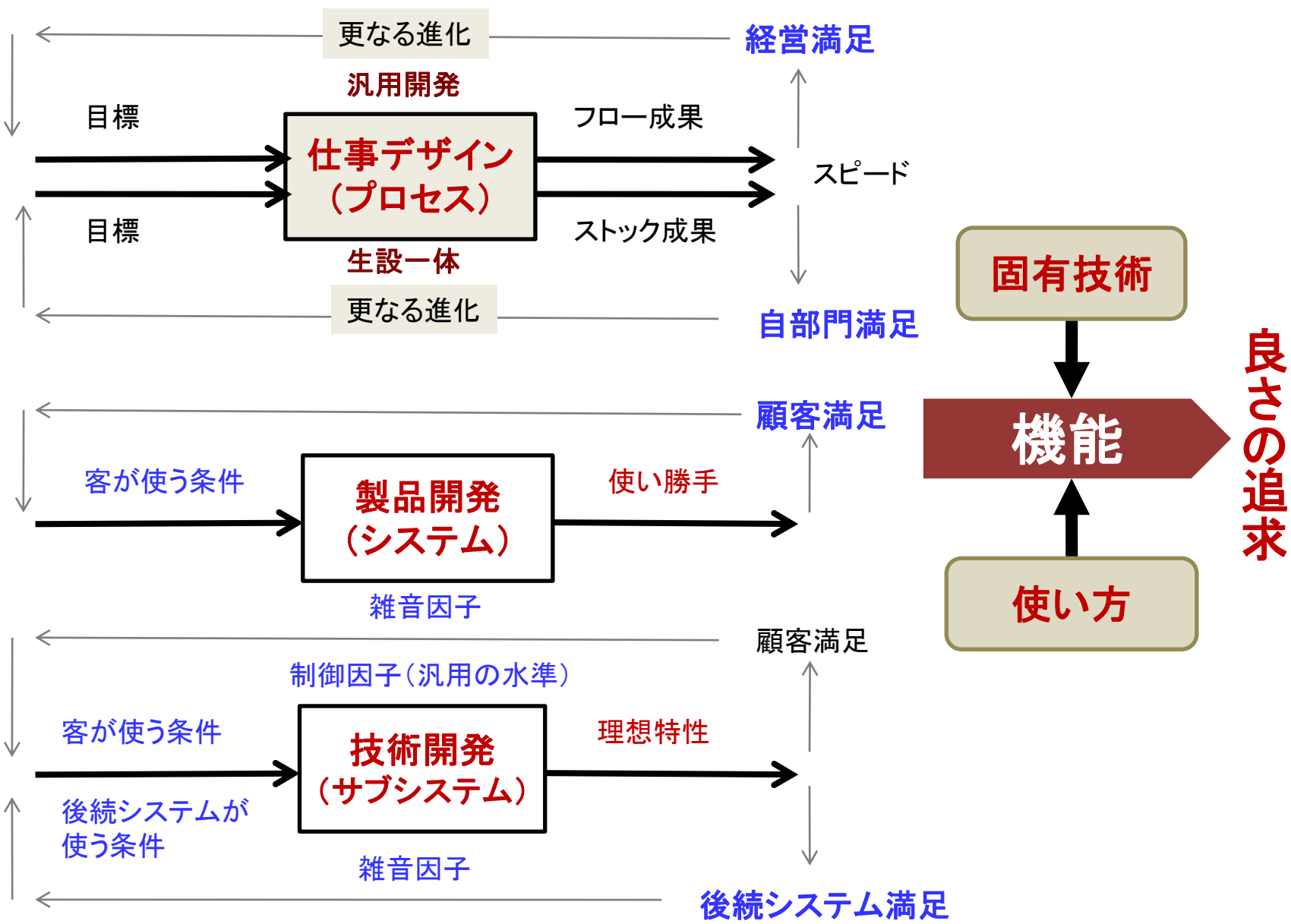
機能展開図 形で見えない

入力と出力の関係(働き)



【働きのつながり】

あくまで機能で考え抜き、「良さの追求」に徹する



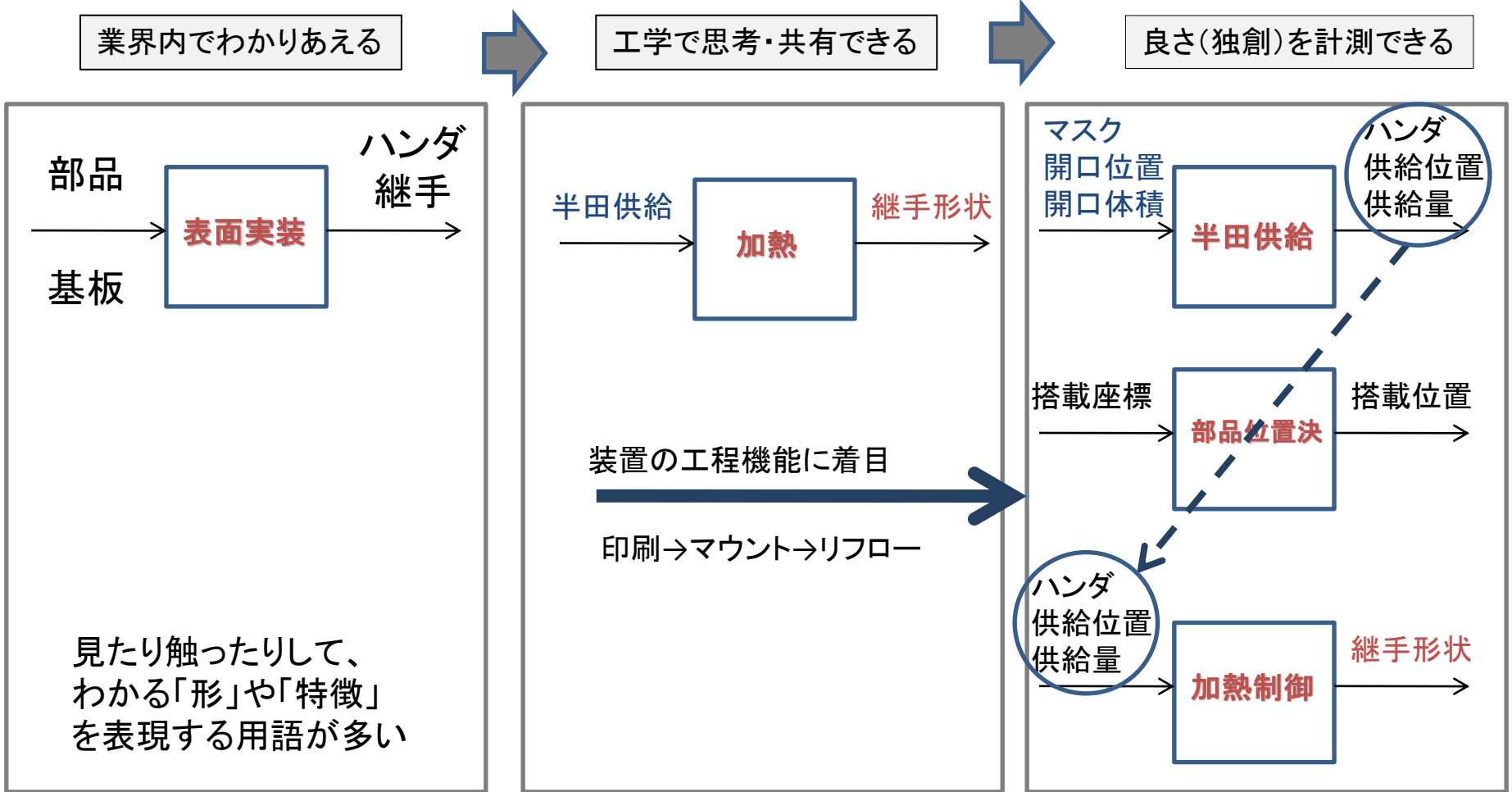
機能表現の3段階展開

慣用語から技術語へ、計測できる特性へ言い換え、計測の工夫で独創化

業界・現場語の機能もどき表現

工学用語の機能表現

計測できる特性の機能表現



基板実装の場合(用語が工学的でないことが多い)

「材料・設計・工程の調和」による技術化

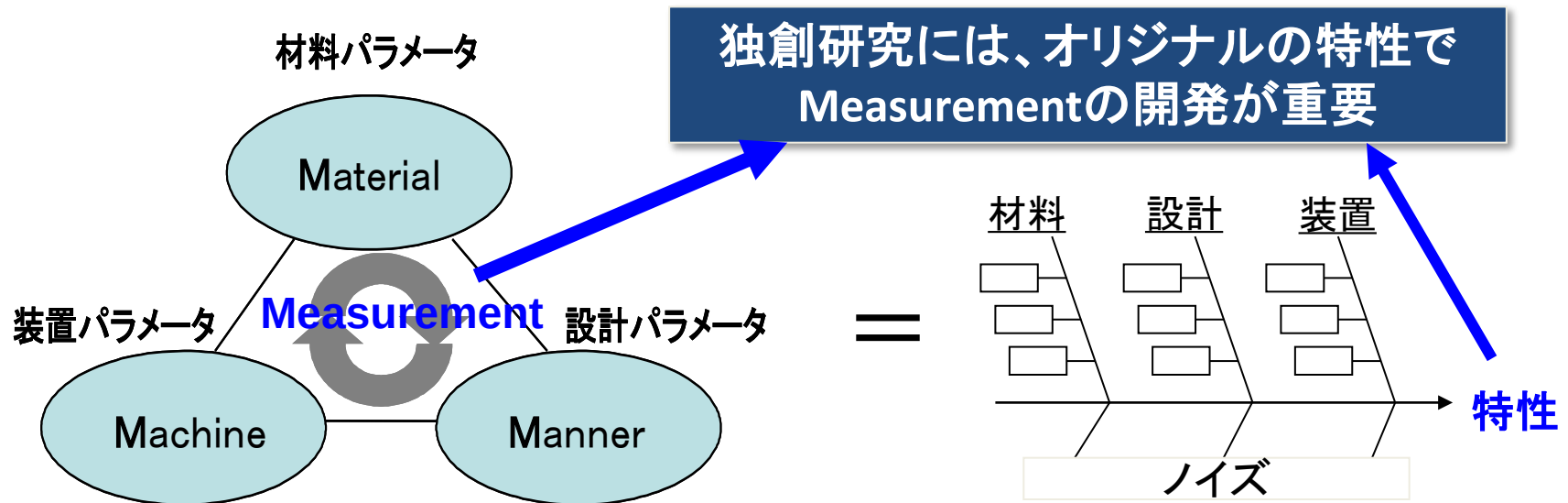
Trinity Engineering (IEの変形:Hirano Way) の活用

理論

- 全ての技術システムは、「3Mの組合せ」である・・・3Mの連立方程式を解く要領で使う
- 研究を生産へ円滑につなぐ／生設一体のために、3Mを調和的に進化させる
一般法則 Material>Manner>Machineの順に効果・副作用が大きい

応用(変えかた・手順)

- 3Mの調和的進化・・・研究・設計はMaterialとManner, 生産はMachineが手の内にある
- 効果的・経済的改善手順 Manのばらつき排除→Machine(工程改善)→ Manner・Materialの順

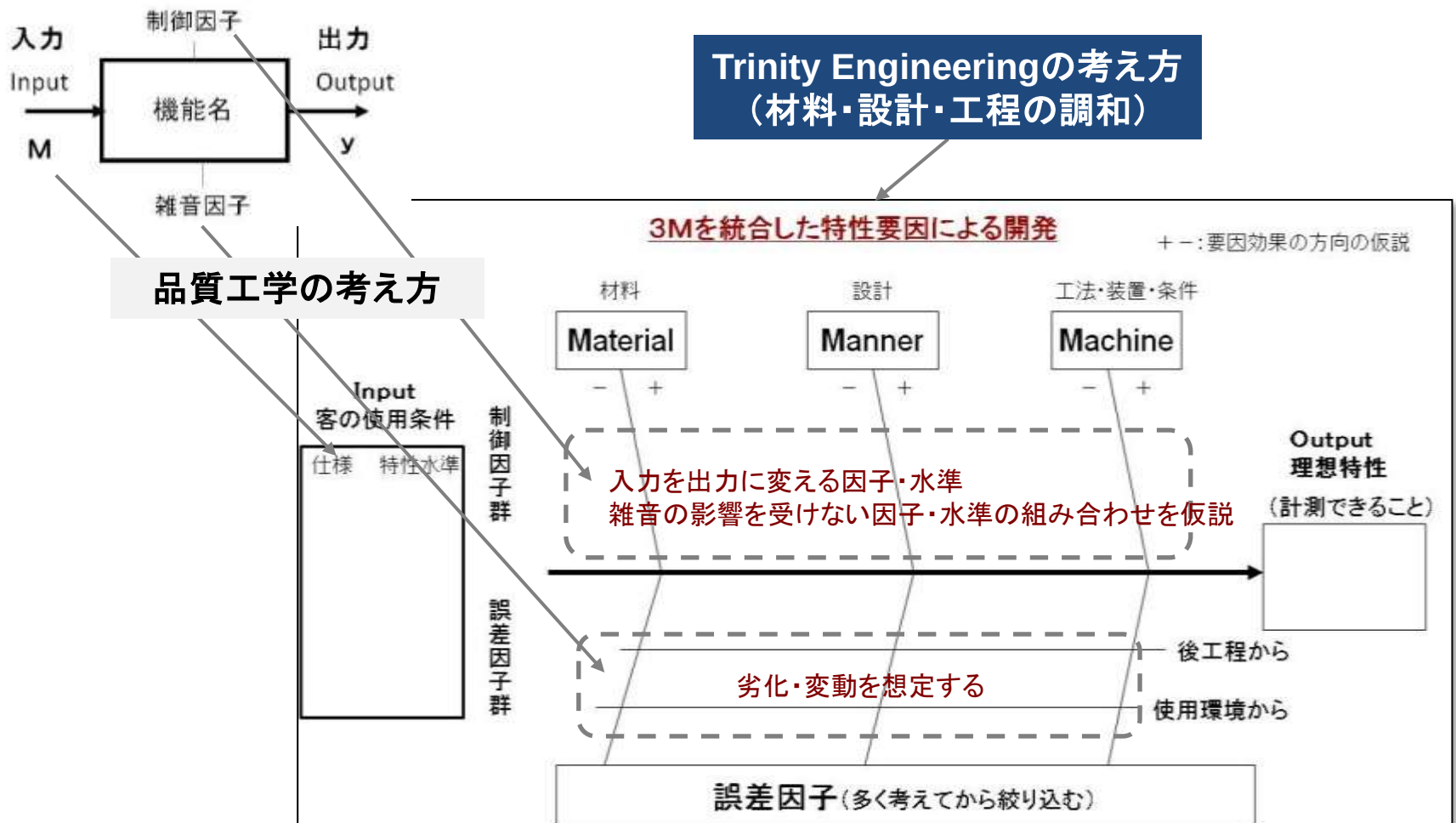


3Mの調和(考え方(+機能(考え方)で企画) → 矯正発想で仮説の偏りを防ぐ

Trinity Engineering

パラメータ設計の仮説立て: 3Mを軸にした特性要因で強制発想する例

- 技術仮説の発想で偏りや漏れを防ぐため、得意な多面的枠組み(ここでは3M)で、要因を沢山書き出す
- 機能展開を併用すると「システム選択」が適切になる
- 極力既存の生産インフラを活用する(垂直立ち上げのためには、既知の工程条件を利用する)

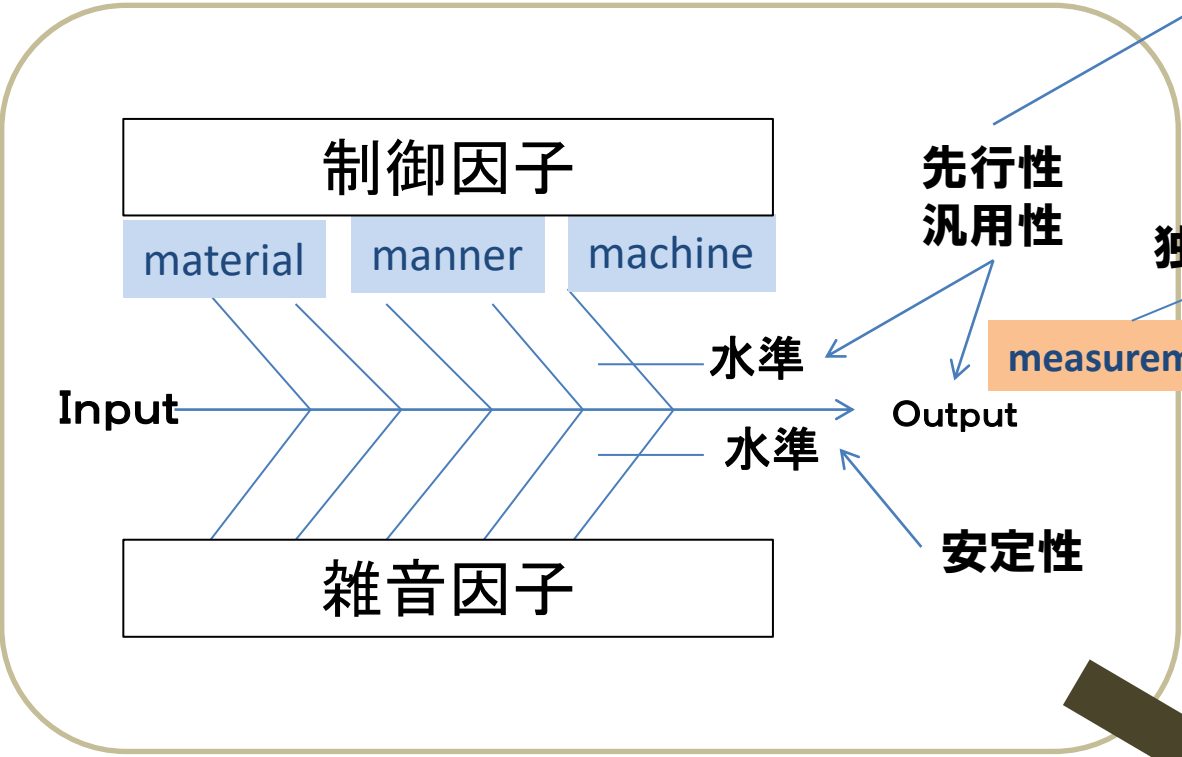
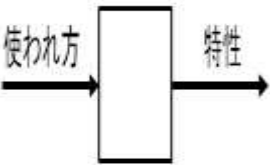


固有技術と品質工学を総動員する汎用開発・技術化

システム機能展開

システム選択

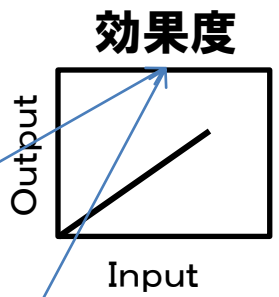
固有技術を総動員 特性要因図
実験計画 (QEステップ)



先行性
汎用性

独創性

安定性



要因効果図
主効果
利得

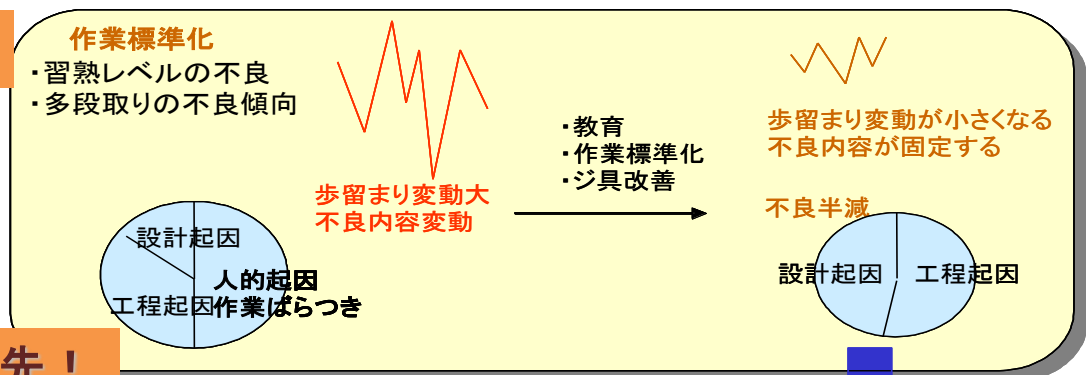
3. 現場改善の進め方・・・モノづくりの改善には順番(定石)がある

- 製品標準化よりもプロセス標準化が先
- 工程革新の要諦は、変更管理・・・変更は1個／回、変えて良ければ標準化、悪ければ戻す
- プロセス標準化は、作業標準化→工程改善→設計改善の順に進める
- 不良が出るのは、人の影響と標準化(技術化)の不足が原因
- 人への対応を飛ばすと、改善効果がばらつく (しくみ化／機械化・ジグ化をしないと逆戻りする)

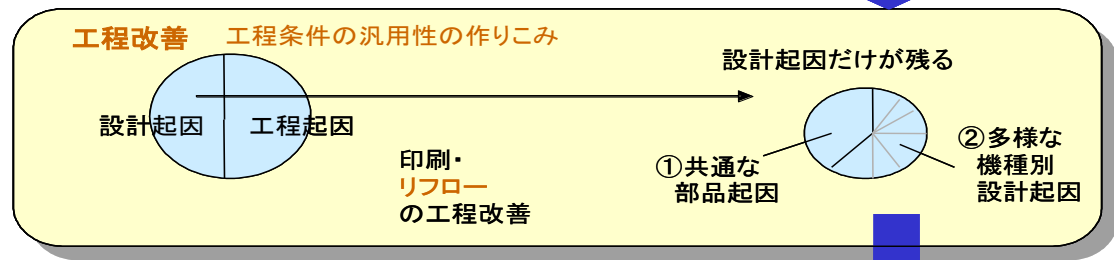
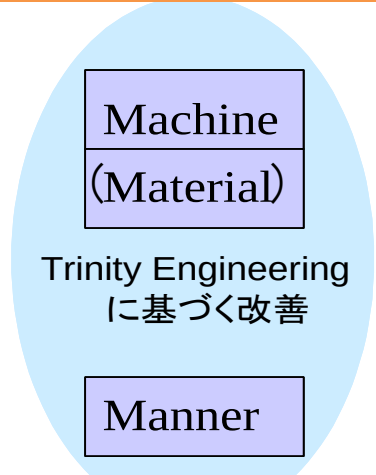
変更順序: 教育→製造工程変更→設計変更

「人の過度の裁量」を抑制！

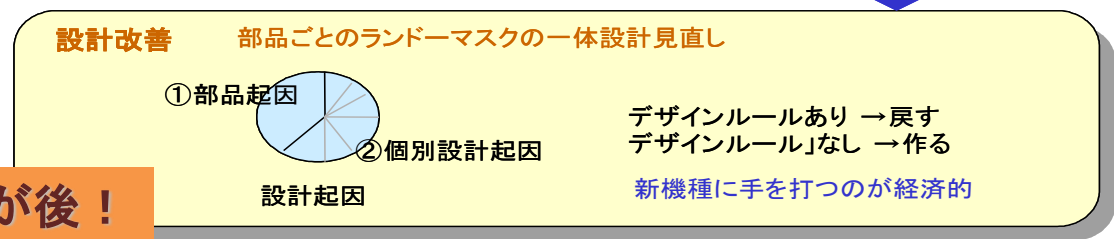
Man



「プロセス・イノベーション」が先！



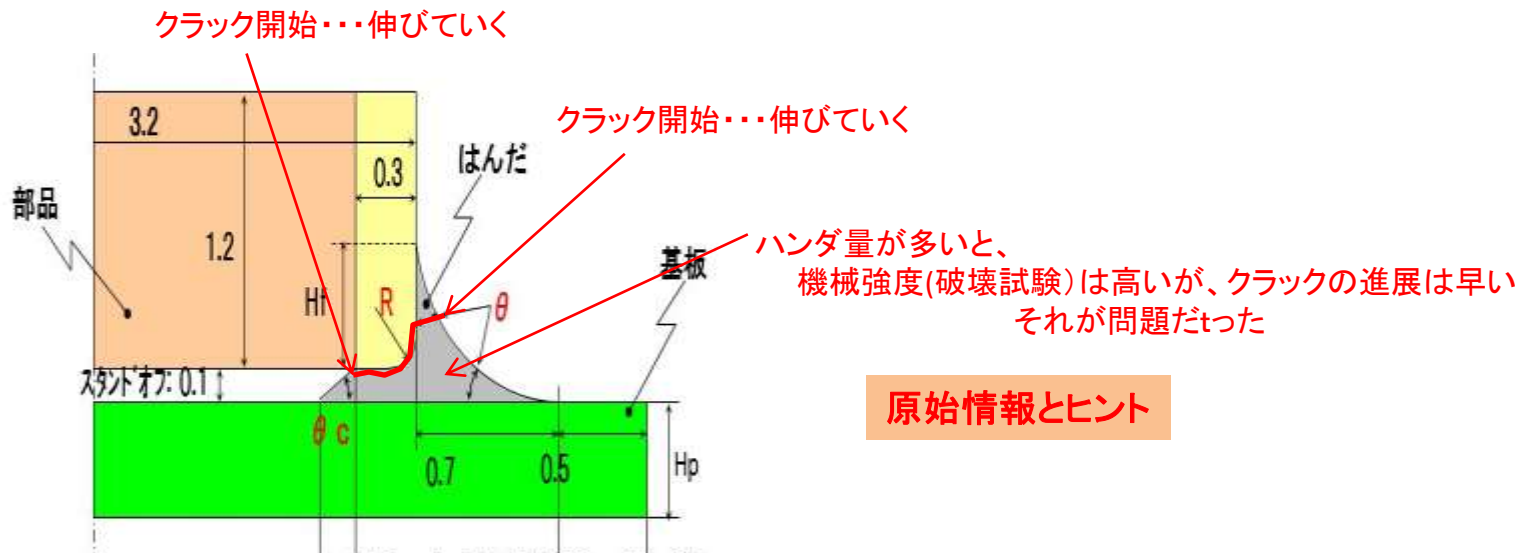
「プロダクト・イノベーション」が後！



課題: チップ部品の耐ヒートサイクル性が高いはんだ付け形状を見つける

演習:

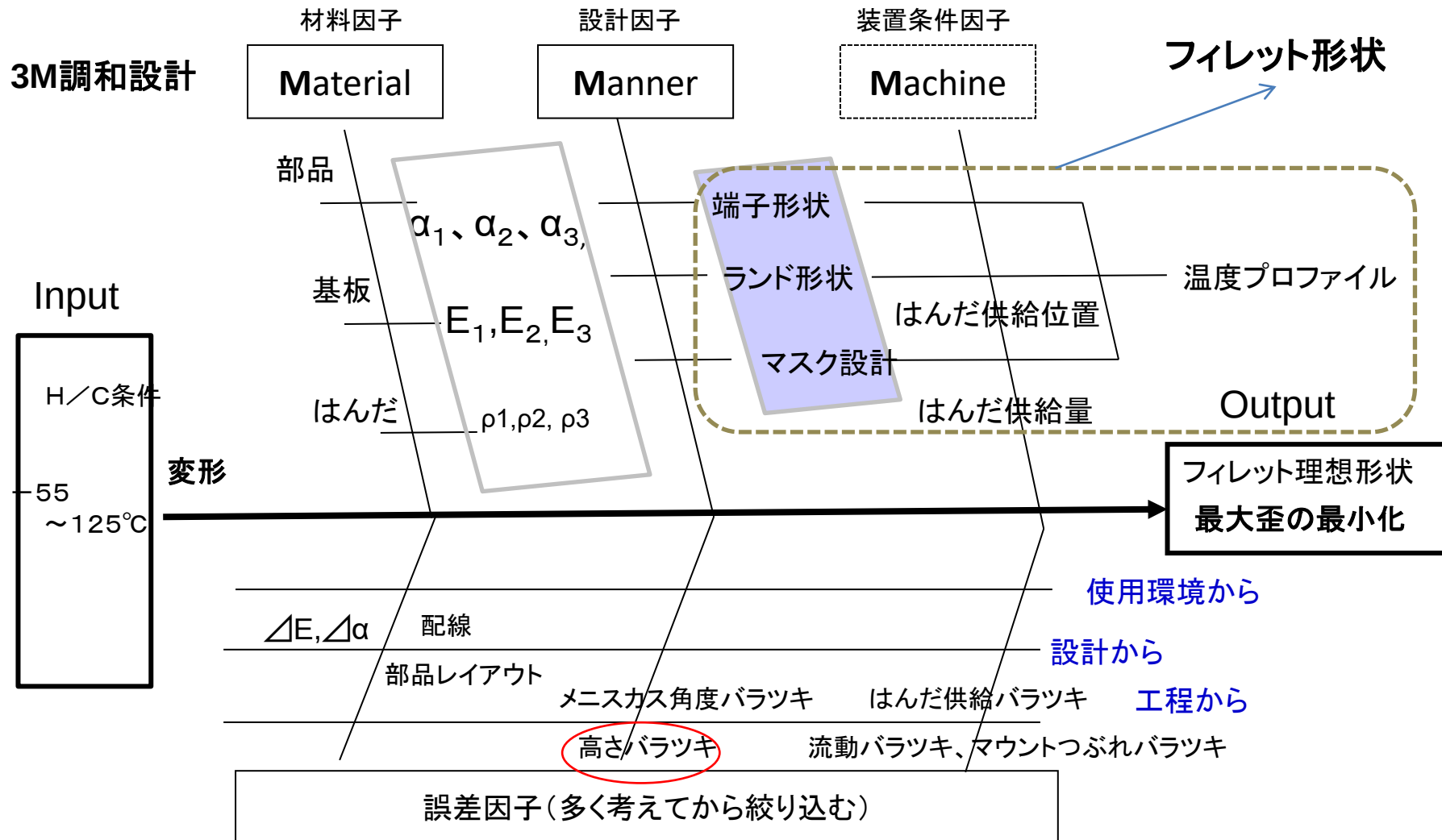
- (1) チップ部品が、 -55°C – $+125^{\circ}\text{C}$ の温度サイクルに対して、
はんだ「クラックを生じないはんだ付け形状」を、パラメータ設計で評価する。
評価する計測または計算(CAE)できる理想特性を考案し、機能図を書け。



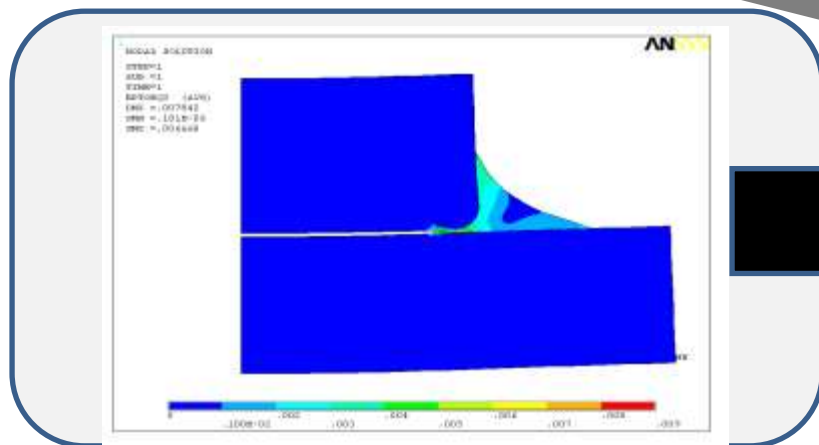
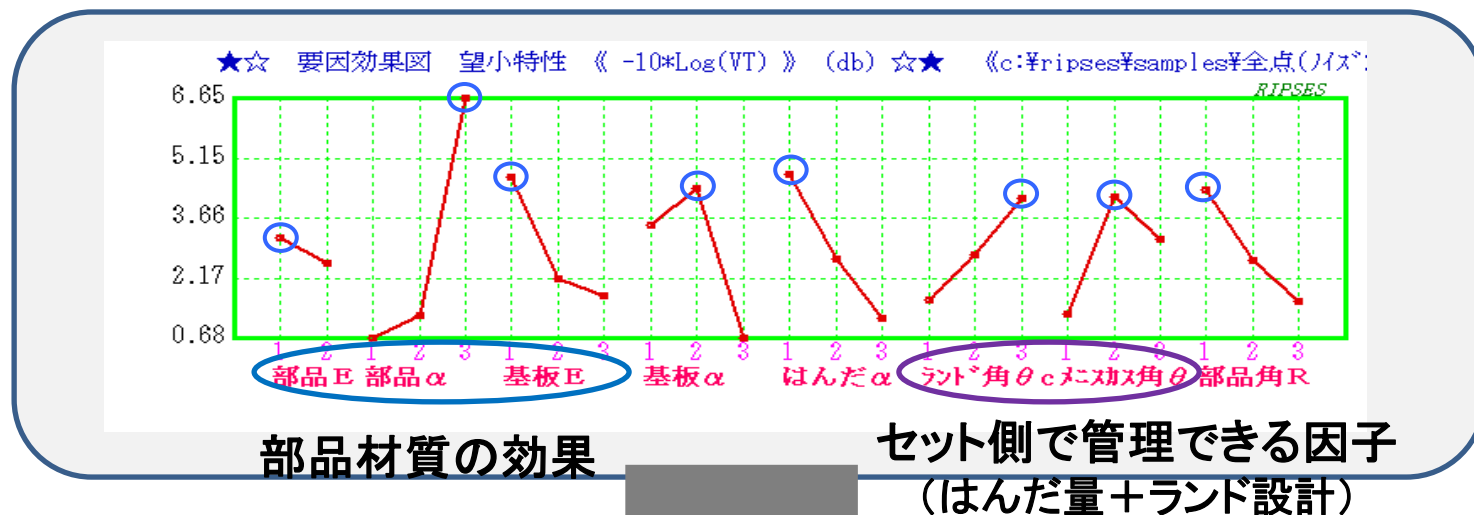
事例:CAE+TMを用いた低ひずみ接合の最適化実験

低歪はんだ接合を実現する「3M-特性要因」(仮説)

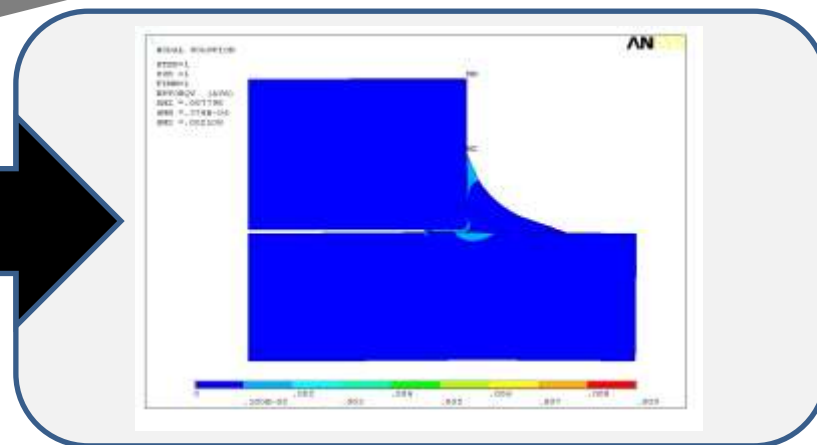
●形では見えない因子(=材料)の要因効果を忘れがち



事例：低歪はんだ接合を実現する要因効果



従来設計



最適設計