



**品質保証・品質管部門リーダー向け：「機能発想の開発とマネジメント」のススメ！**

**「研究・開発・製造の連携」により、  
製造を体質化、事業をスピード化、持続化する**

～機能発想を、「モノづくり、ことづくり、仕事デザイン」に、汎く利用する～

1. 改善を繰り返し、製造を体質化する！  
⇒不良ゼロ、新製品の垂直立ち上げを実現する！  
⇒客に近い製造、キャッシュフローを握る製造を利して、製造経営を行う！
2. 機能発想と品質工学を、製品革新、生産革新、生設一体、製造経営 および  
研究・開発・製造を連携するマネジメントに利用しませんか！
3. サプライチェーンの上流から戦略調達し、下流へ新機能／改善を提案する！  
サプライチェーンで共創を行い、製品に機能連鎖を起こそう！

## 「機能発想の開発」のススめ！

- 経営満足と顧客満足を両立させる
- 企業に、改善の連鎖を生み、社会満足（＝イノベーション）を創る
- サプライチェーンの川上（仕入）と川下（売り）に、機能の連鎖を創る  
『サプライチェーンでの戦略的共創』を事業成長に繋げる

## 機能発想を「マネジメント」に使う！

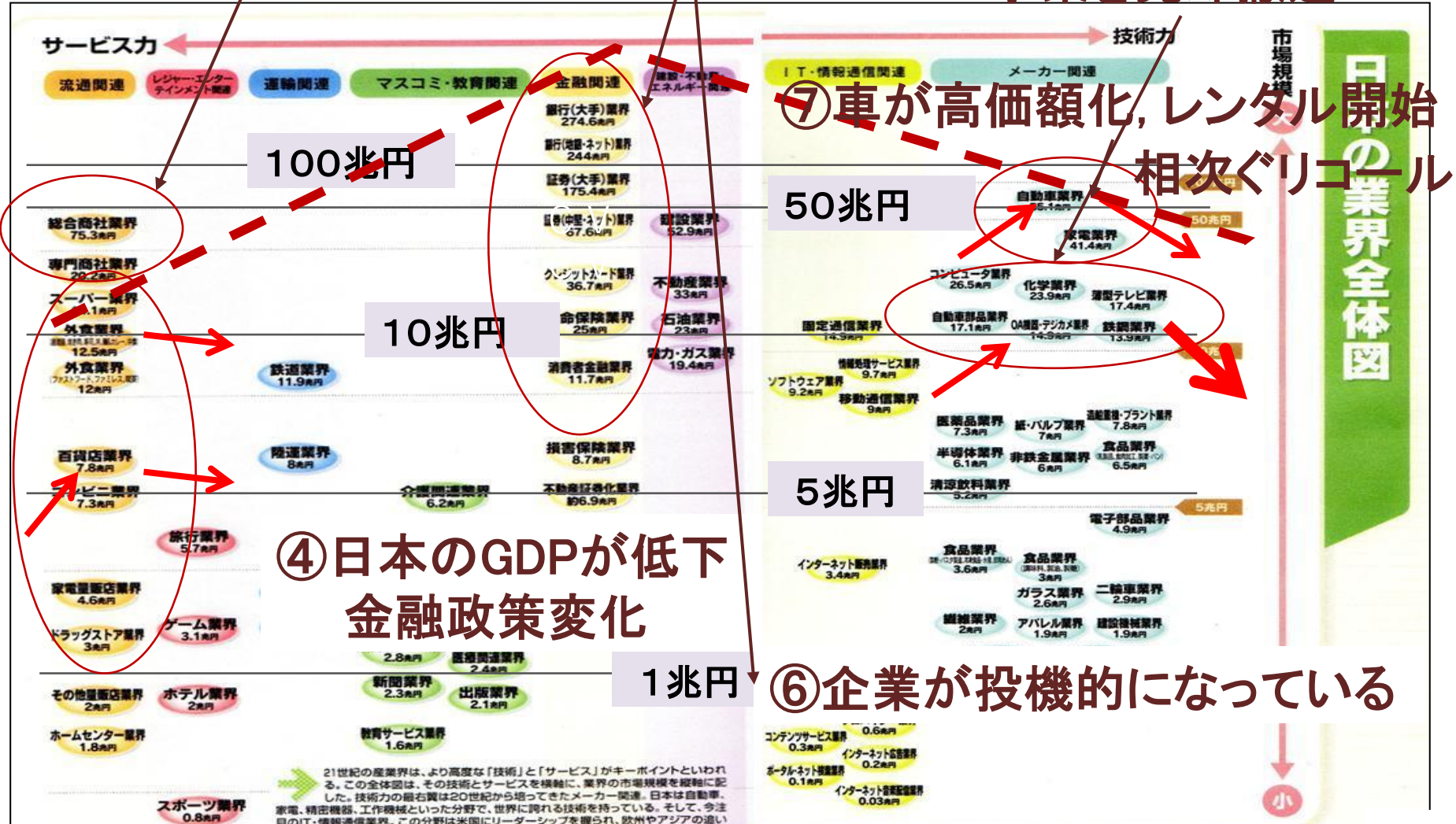
- ・ 機能性評価で、優れた機能特性をもつ材料や部品を戦略調達する
- ・ 戦略調達により、優れた機能の製品を作り、顧客満足や独創性を高める
- ・ 安定な製造をつくり、設計に繋いで、生設一体を作る
- ・ 機能展開によって、生設一体プラットフォームを描き、仕事に後工程満足を作る
- ・ 改善を繰り返し、製造を体質化する 不良ゼロ、新製品の垂直立ち上げを実現
- ・ 客に近い製造、キャッシュフローを握る製造の特性を利して、製造経営を行う

## 低価格化で失った付加価値を回復しよう！デジタル化の影響を抑止しよう！

- 「研究・開発・製造の連携」により、  
製造を体質化、事業をスピード化、持続化する
- サプライチェーンで「共創イニシアティブ」を発揮し、  
サプライチェーンの付加価値を線・面に増殖しよう！

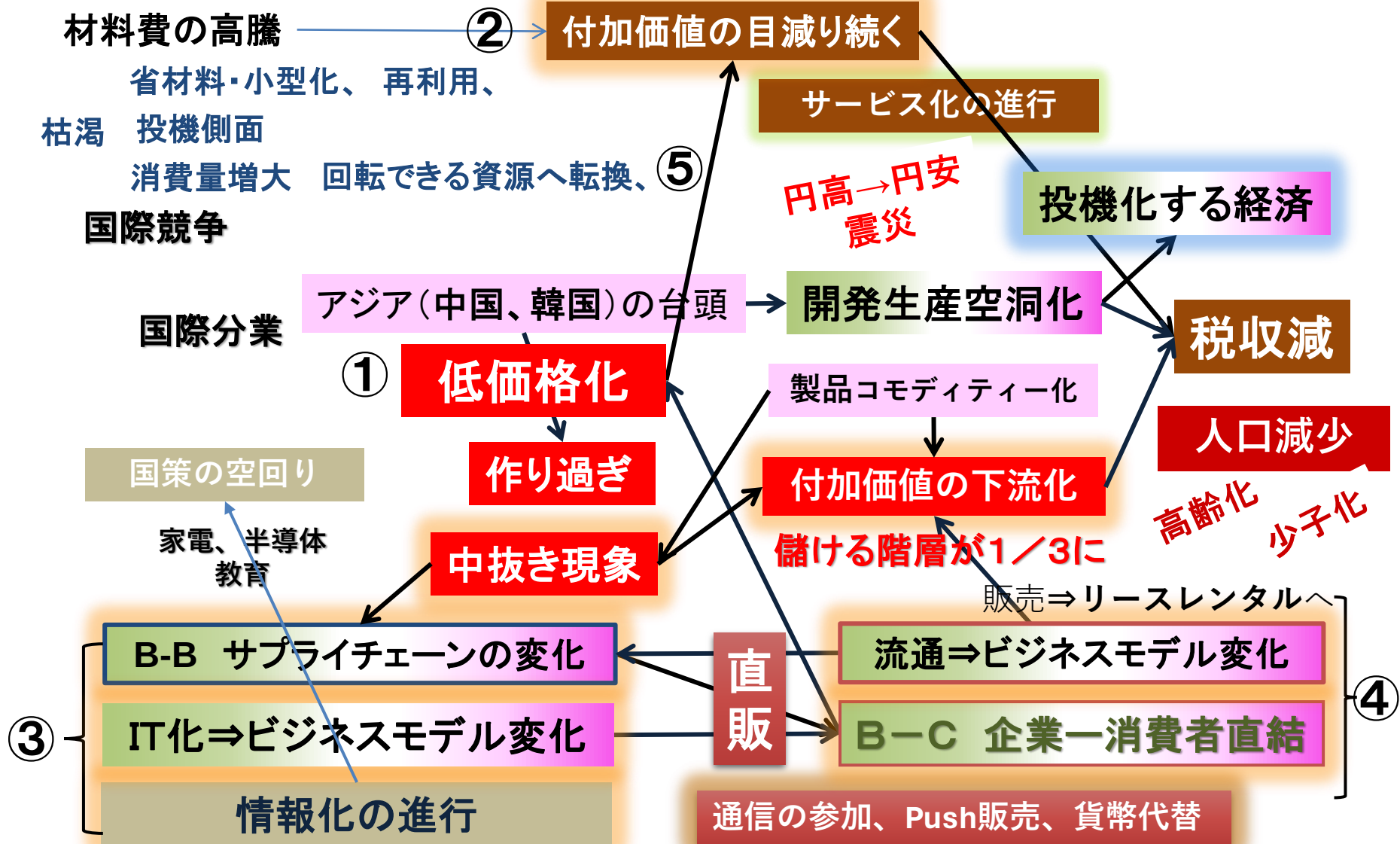
# 失われた30年：日本の産業地図から見えること

- ② サービス化が進行      ⑤ 金を貸さない金融      ③ 家電：低価格が進行  
事業を売却撤退



① 数年、10年を比較すると変化が見える！

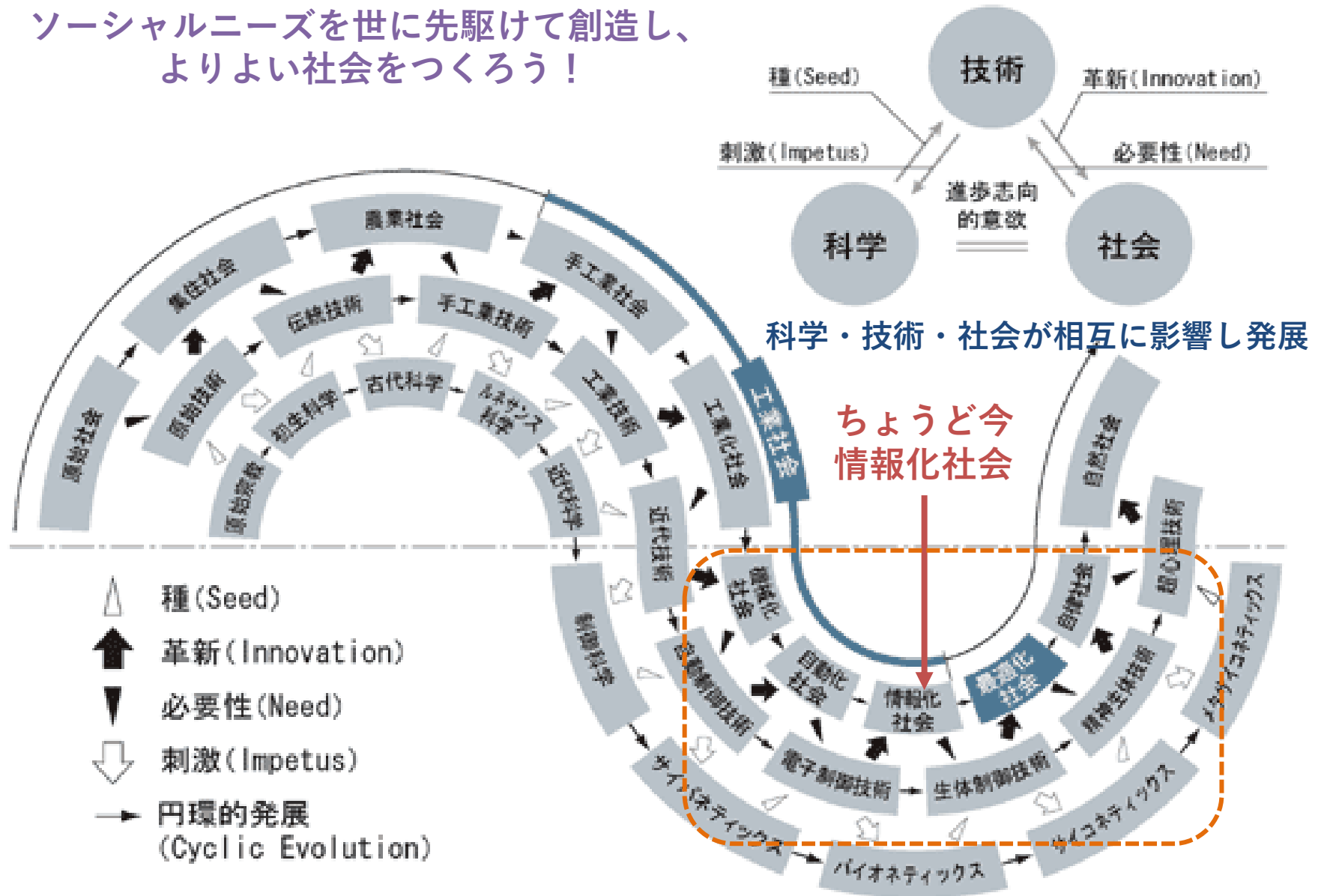
# 日本のモノづくりは、情報化と共に変化



事業を見るとき: 企業名で見る→産業構造／製品の連鎖で見る！

## 「SINIC(サイニック)理論」：未来予測を重視したオムロン創業者立石一真

ソーシャルニーズを世に先駆けて創造し、  
よりよい社会をつくろう！

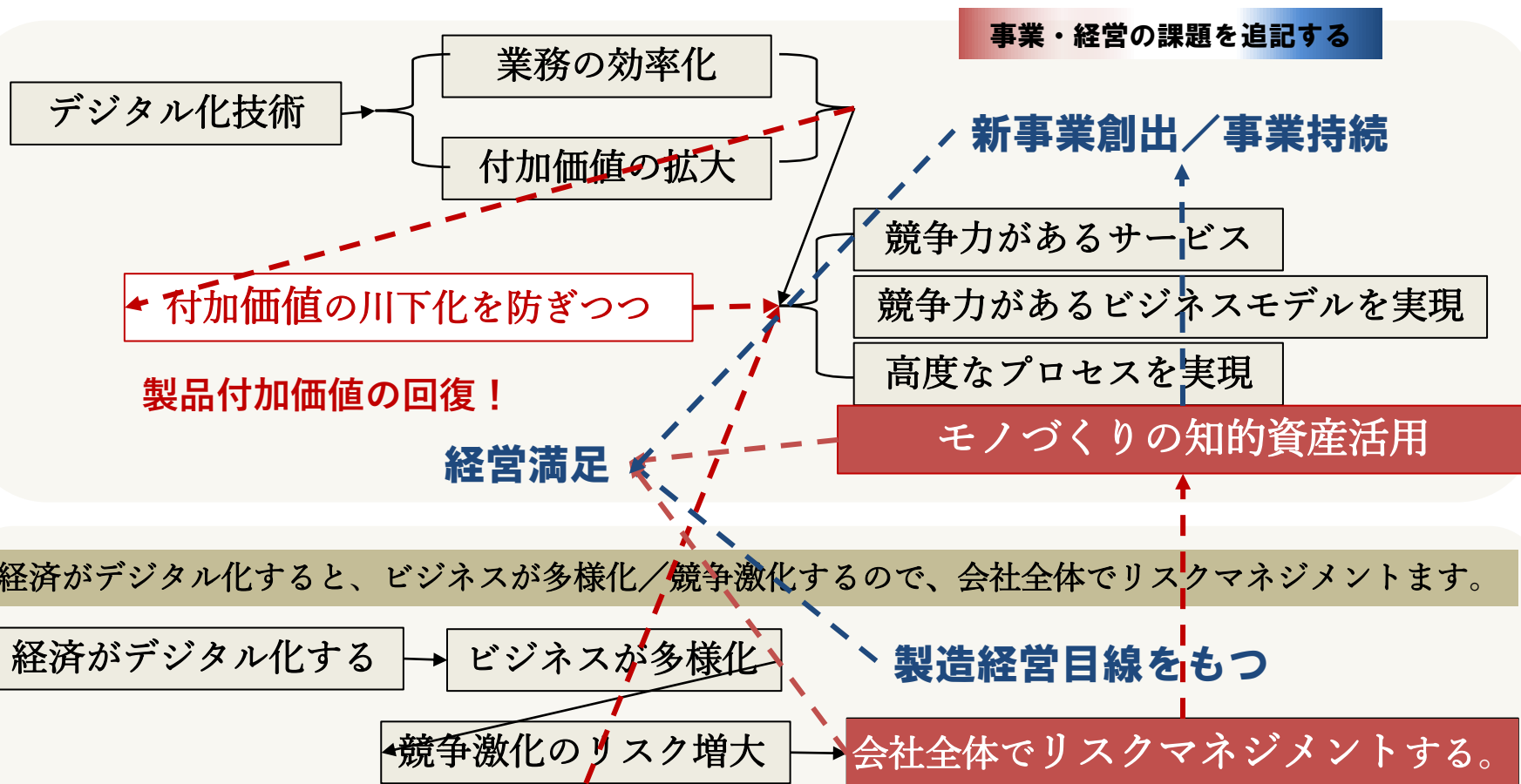
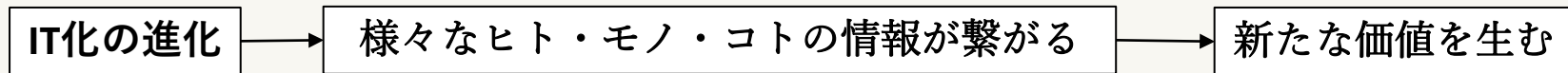


SINIC: Seed-Innovation to Need-Impetus Cyclic evolution：立石一真が1970年国際未来学会で発表

# 「経済のデジタル化」についての一考察

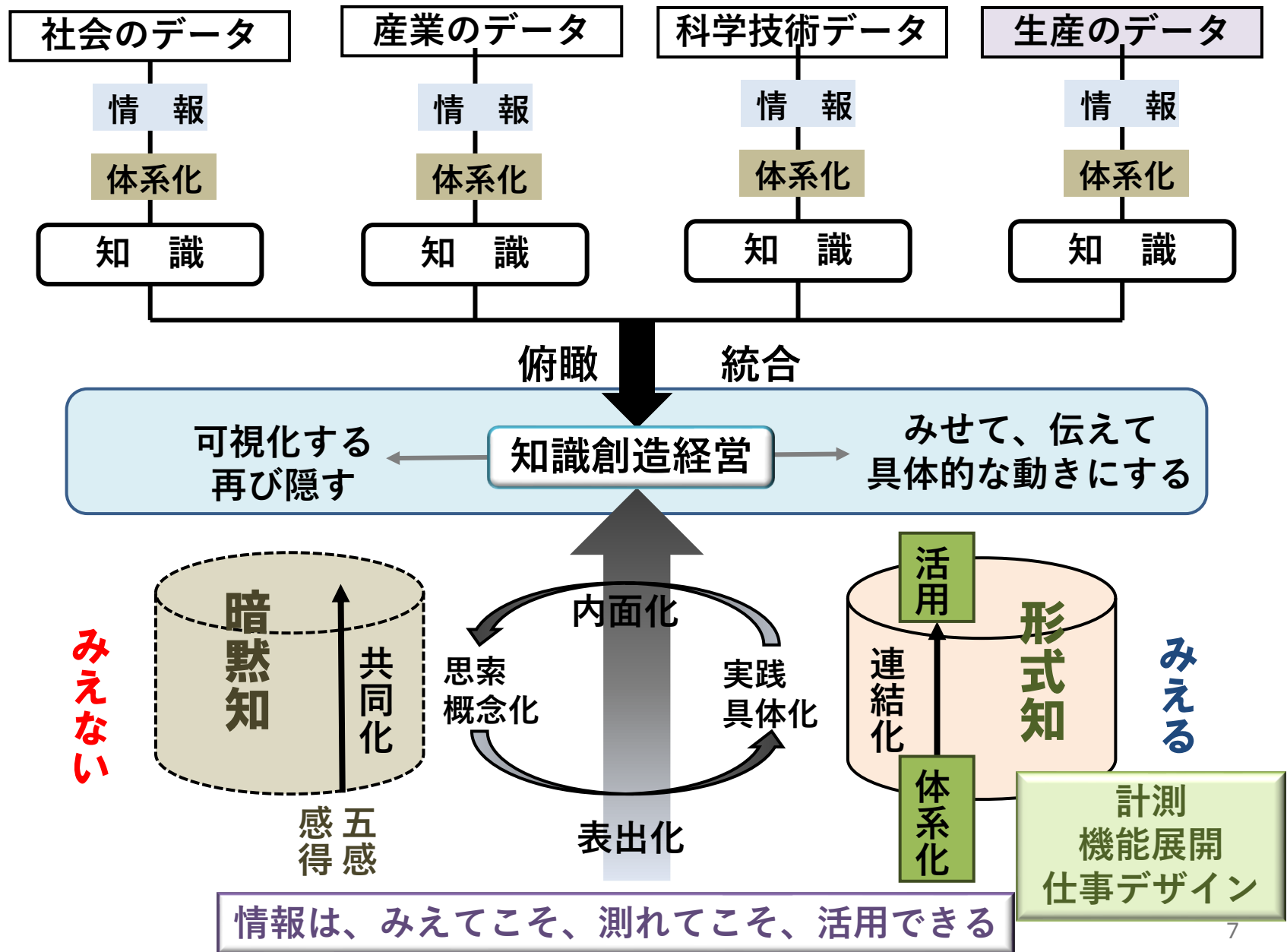
2024.2.22 Microsoft Edgeを使い、『デジタル化』を検索し、連結図にしてみました。

デジタル化とは、ITの進化により様々なヒト・モノ・コトの情報が繋がり、新たな価値を生み出すこと。



# 出来てますか、知識創造経営（技術－科学－社会等の情報を活用する）

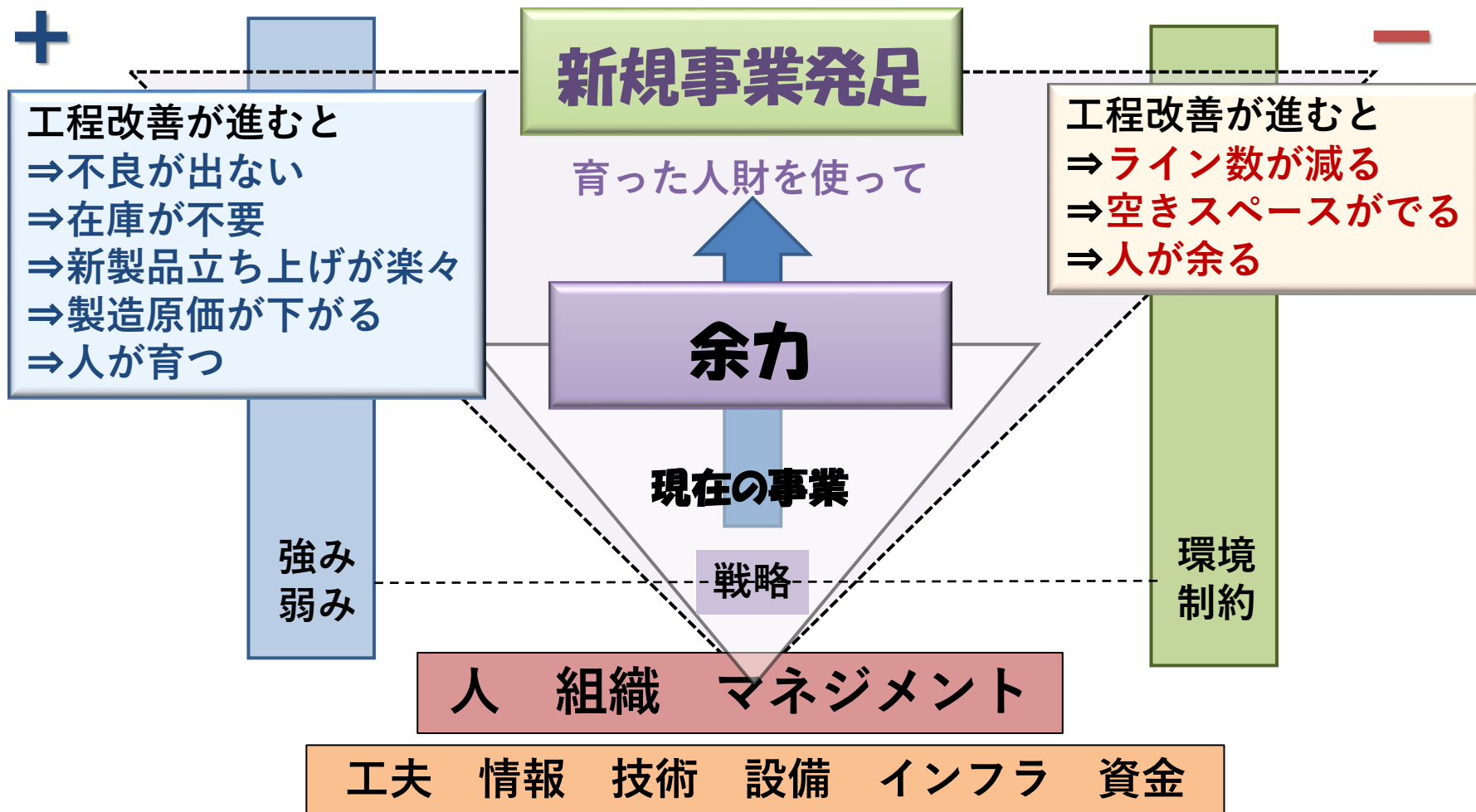
野中郁次郎先生「知識創造経営とは」を引用改編



# モノづくりは、改善して、余力を作ってこそ、「成長の素」ができる 効率化／最適化はゴールではない、余力を作るステップである

工程改善を尽くしてライン数が半分になった。  
今製造しているのは、設計良品と設計要変更が半々だ。

→ あなたなら、  
どうする？



生産革新を新規事業づくりの機会にする！

# 現状のモノづくりの問題と課題(問題解決)

## 問題

### (1) 日本は不振とはいふけれど

- ・ GDPが急激に低下・・・
- ・ 強味をもっと生かす・・・
- ・ 日本は材料・部品は強い！

### (2) 日本の製造業の特徴

- 21C型企業の台頭
- × 低い生産性（資本回転率）
- × 産業変革の遅れ・・・
- ☆ 増加する外部依存

### (3) 産業構造変化

- ・ 世界規模の競争と共創
  - アジアとの連携
  - 製造の海外拠点
- ・ 人口減少下のモノづくり経営
- ・ 新産業創成のネットワーク化
- ・ サービス化への潮流

- ・ 事業継続と供給責任
- ・ SCのリスクマネジメント
- ・ メーカーは現場で経営できる

命題：人口減少、GDP低下は仕方がない。それでも、情報化のマイナス影響をプラス効果（付加価値増）に変える。

家電の停滞  
自動車のリコール  
投機化傾向  
見えない国の支援

課題は

## 課題

- ・ 世界のリーディング産業継続  
材料加工・部品等（京都のお家芸）
- ・ 改善の連鎖を生む  
社会ニーズのイノベーションを創造
- ・ 変化対応力をつける経営  
儲けながら変わっていく
- ・ ビジネスモデルを強化
- ・ 世界マルチ拠点へ進出（製造・販売）
- ・ サプライチェーンで戦略調達/共創  
付加価値の線・面の増殖（産業力）
- ・ 製造経営を実施（現場から経営）  
ヨコ型マネジメント

## モノづくりの因数分解

$$[\text{モノ作り}] = [\text{モノ}] \times [\text{作り}]$$

製品革新

プロセス革新

顧客満足の積み込み

経営満足の作り込み

調和発展

# 今、なぜ開発設計の効率化か

## 研究・開発・製造の今日的課題

問題解決は、問題を一旦棚上げし、活動を「良さの追求」へ転換する！

(1) 顧客満足と経営満足の両立

客の現場を見る

客の進化を提案する

(2) 製品とプロセスの調和・変革は、機能発想で 

(3) 生設一体化：製造から開発を見る

プラットフォームづくり  
新製品で群企画を実施



(4) 進化を持続する開発



一番現ナマを動かしているのは誰か？

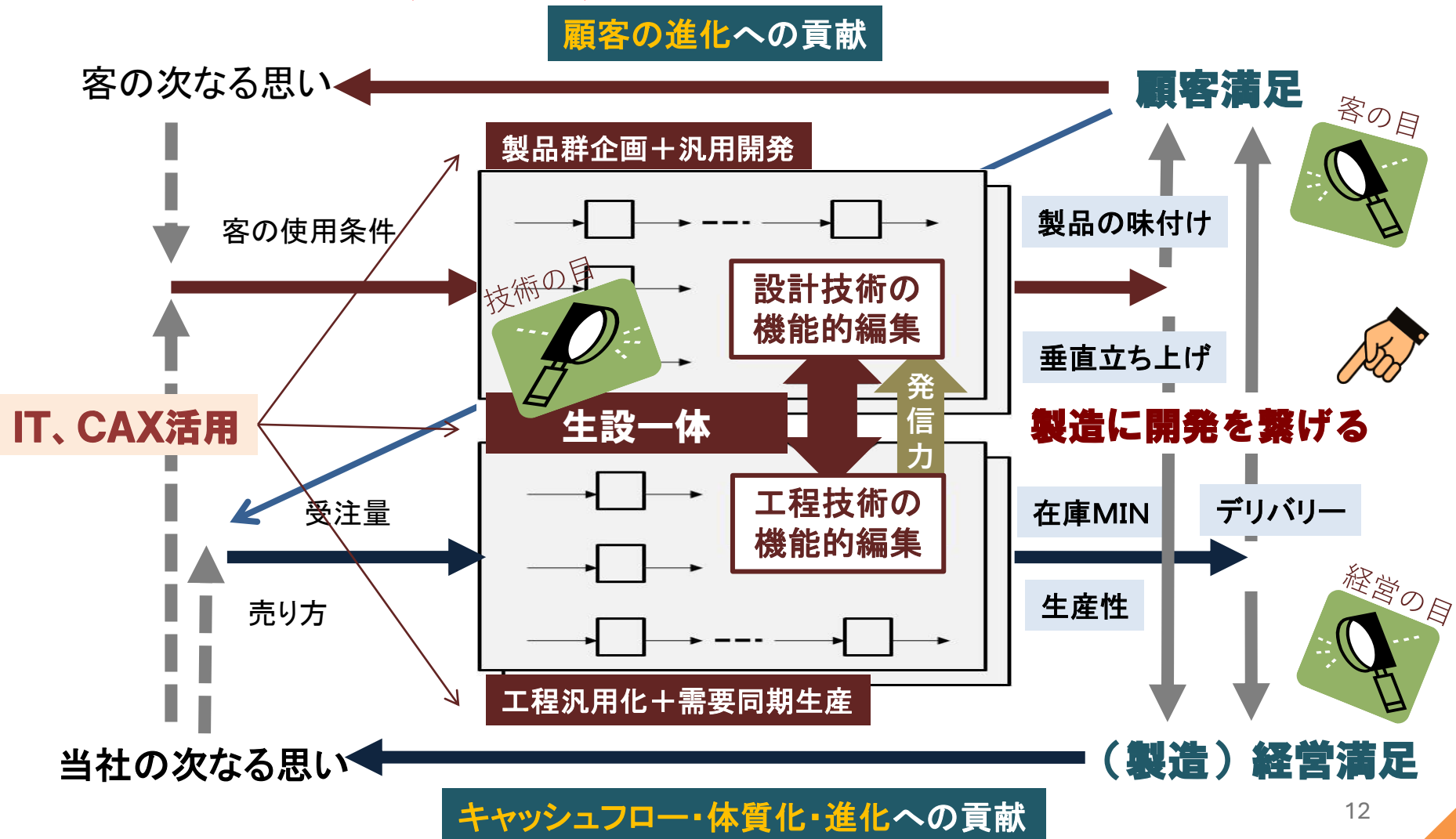
研究、開発 << 製造

●「変えずに守ること」と「変えてよいこと」を見分ける

●事業効率化は、事業の本質化・体質化・持続化の可否で判断する！

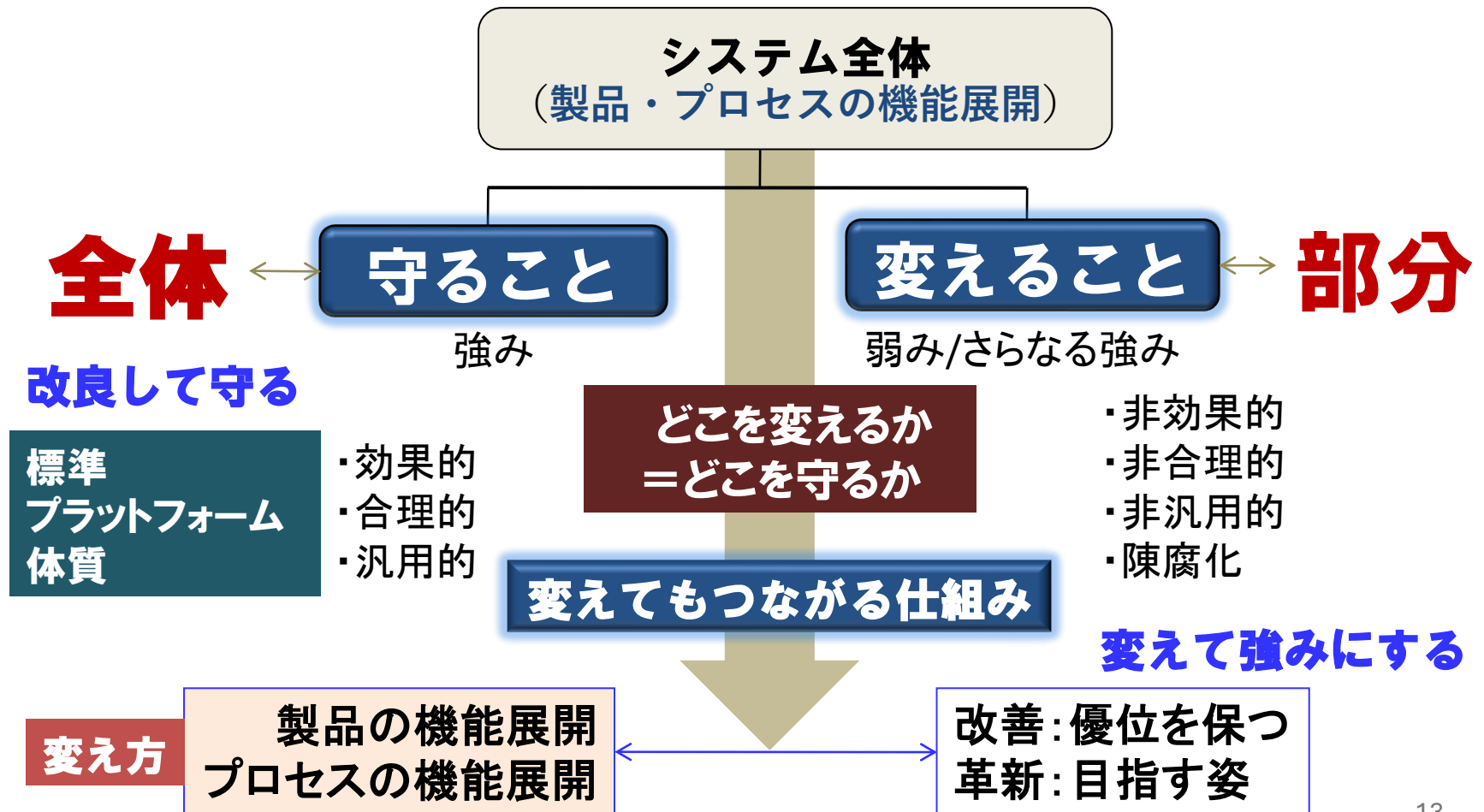
# 生設一体のススメ: まず、客と繋がる製造から開発を見る

- 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、不良ゼロの製造安定と、売れ方に見合った弾力生産(需要同期)から生まれる
- 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  
(オフライン)



# 日々改善の変え方： 変えずに守ること(全体)、変えてよいこと(部分)

- 仕事を仕組み・システムの機能で捉える
- 機能展開図を描いてみる
- 仕事全体や製品群の「機能展開図全体を俯瞰」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」
- 変えて守ることの大切さ(企業の体質・遺伝子)

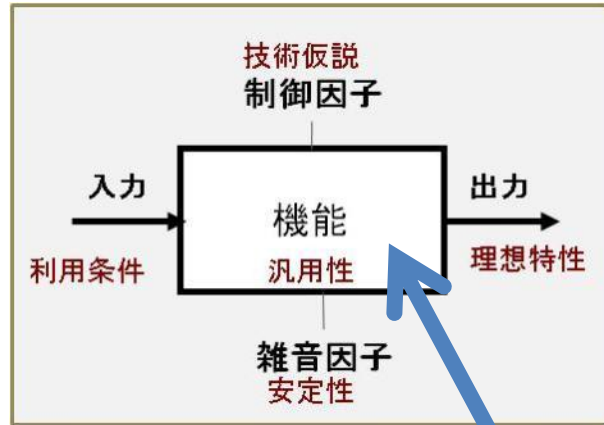


# 製品とプロセスの変革は、「機能発想」で

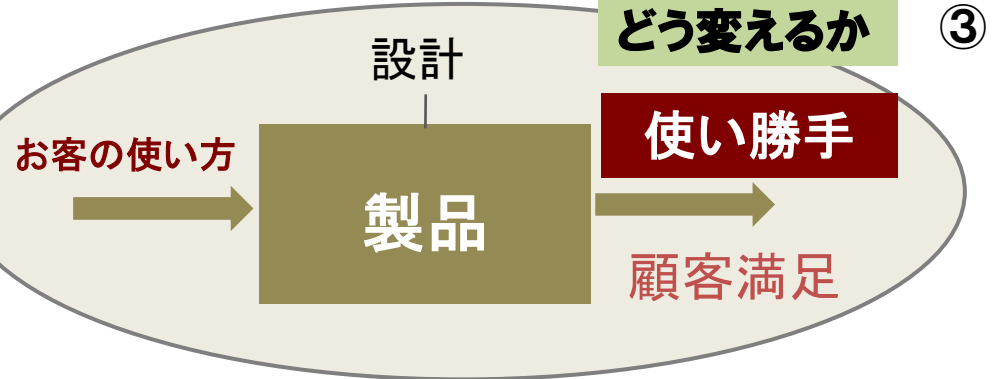
◆製品やプロセスを「機能のシステムで捉える」

◆「お客は誰か」、そして「どこを変えるか」「どう変えるか」①②③

## 品質工学の機能の考え方



課題化プロセスを重視



システムを機能単位に区切り、機能展開図を描き、仕事の繋がりを点検！

# 機能展開の作り方、そして「どこを変えるか！」

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

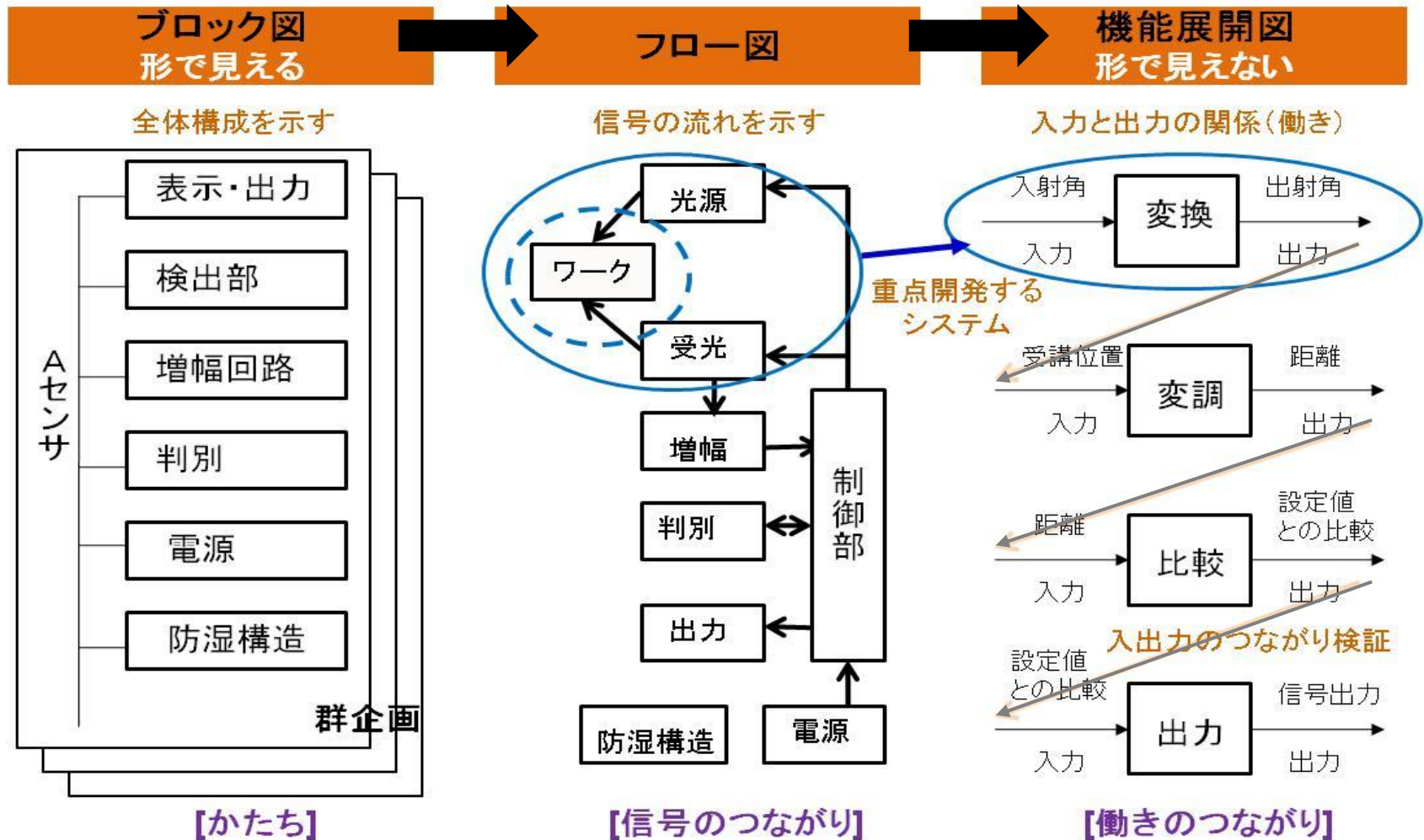
◆心臓部となるシステム、客の使用と関係するサブシステムを高機能化する

◆客の仕様と関係するサブシステムは多様化する

ワーク研究が必要

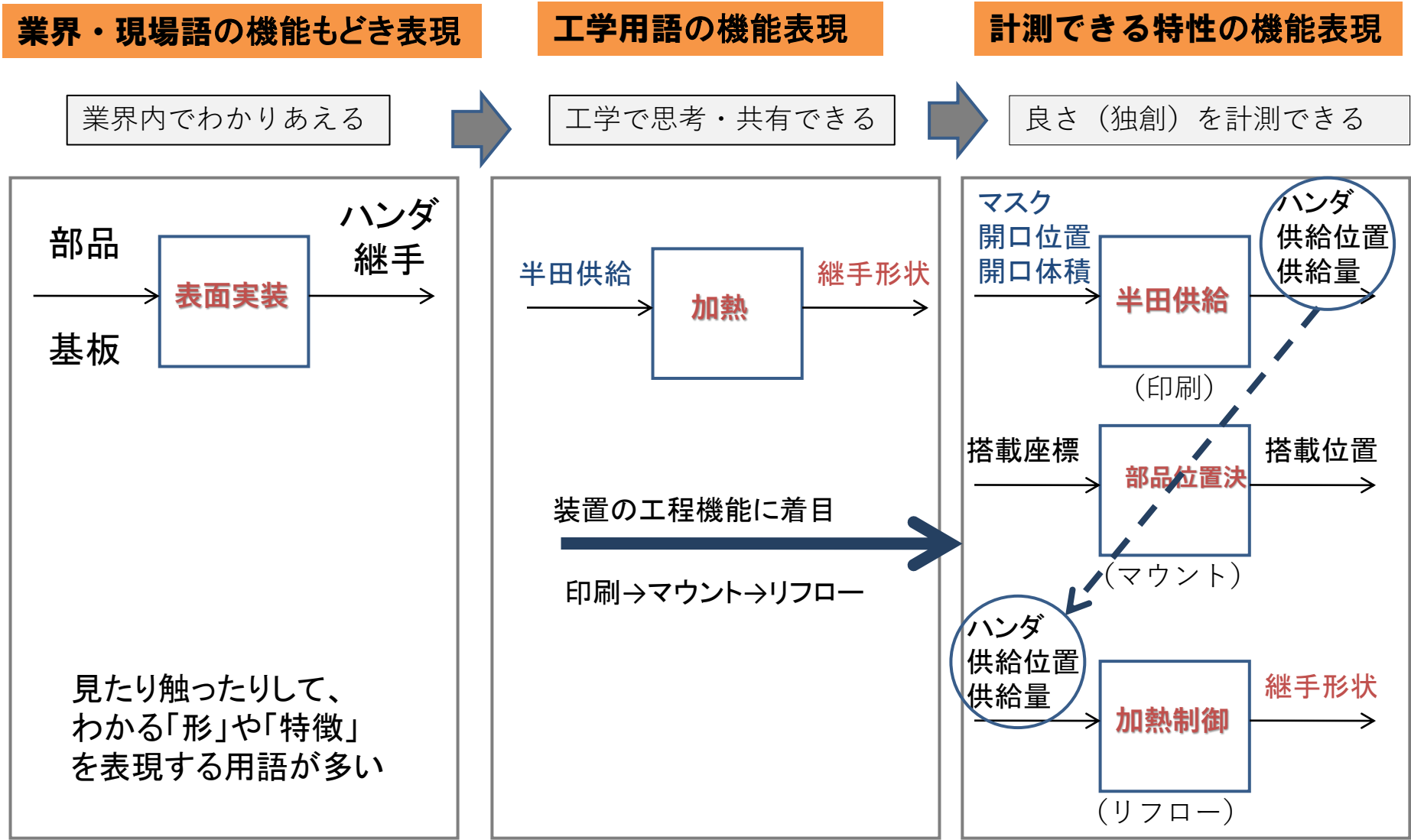
エネルギー変換部！

どこを変えるか！



# 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



# 技術・製品を変えるには ⇒ 「機能発想で、良さを追求する！」

■製品の味つけと主要部品の戦略調達は、機能性評価で行う(開発不要)

■基礎研究・・・基本機能で研究

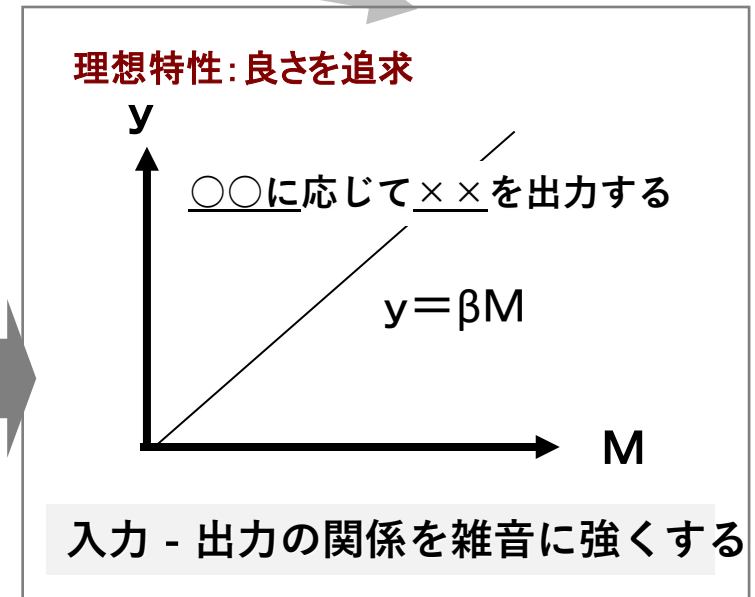
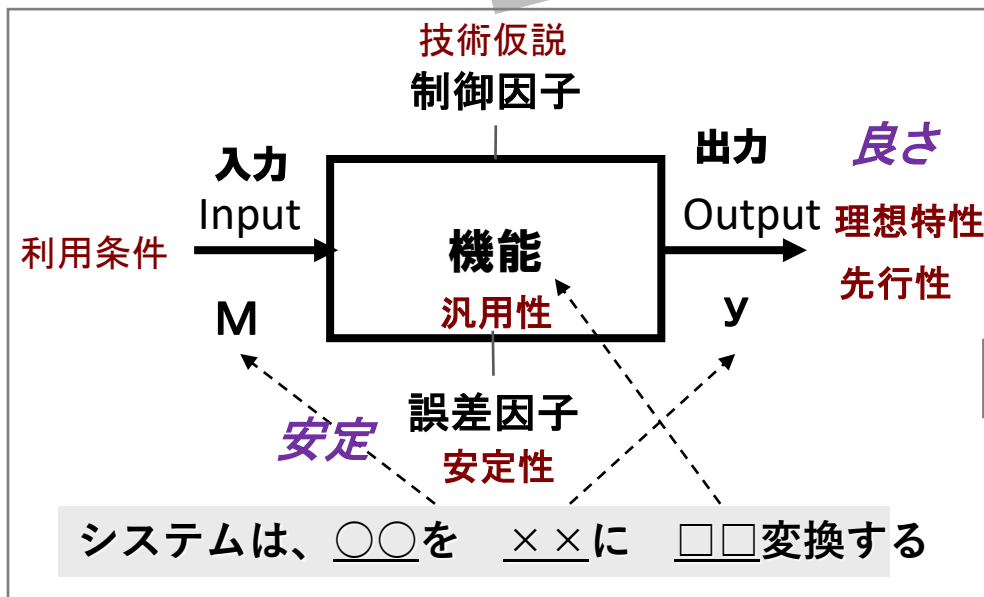
■応用研究・・・目的機能で研究

➡製品の機能性を評価する

➡部品の機能性を評価する

➡パラメータ設計をする

## 機能発想で！ どう変えるか 良さを追求する！



Step1 機能を言葉 (S V O C) で定義する

Step2 まず、outputを定義する。

目的機能の場合、inputは使用条件にする

Step3  $y$  と  $M$  の関数関係を理想状態になるよう工夫する

Step4  $y$  を合理的、できれば独創的な特性値とする

Step5 特性値を計測可能にする

1点の良さ追求に賭ける！  
(理想特性)

# 「材料・設計・工程の調和」による技術化

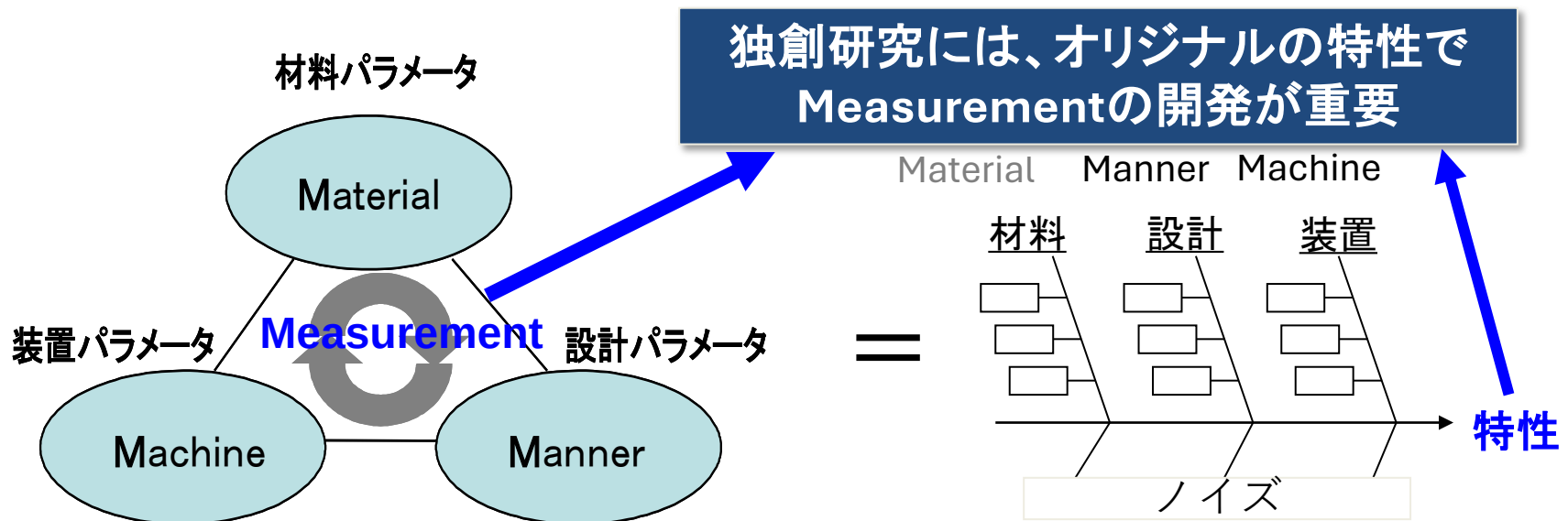
## Trinity Engineering (IEの変形) の活用

### 理論:

- 全ての技術システムは、「3 Mの組合せ」である・・・3 M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、3 M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):

- 3 M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
- 効果的改善の手順「**Man**のばらつき排除→**Machine**(工程改善)→ MannerとMaterial」の順

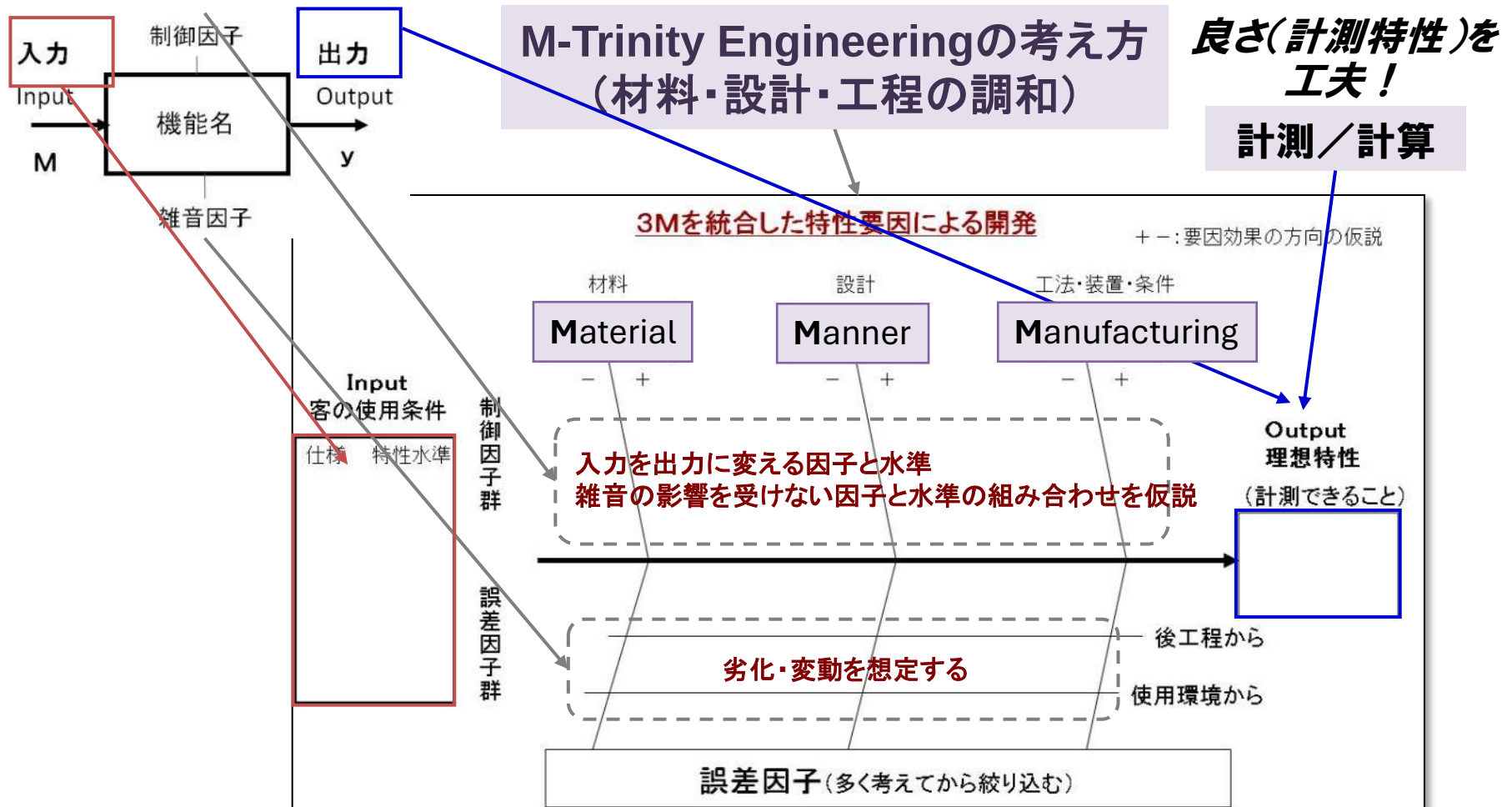


3Mの調和 (考え方) + 機能 (考え方) で企画 → 3Mの強制発想で仮説の偏りを防ぐ

**M-Trinity Engineering**

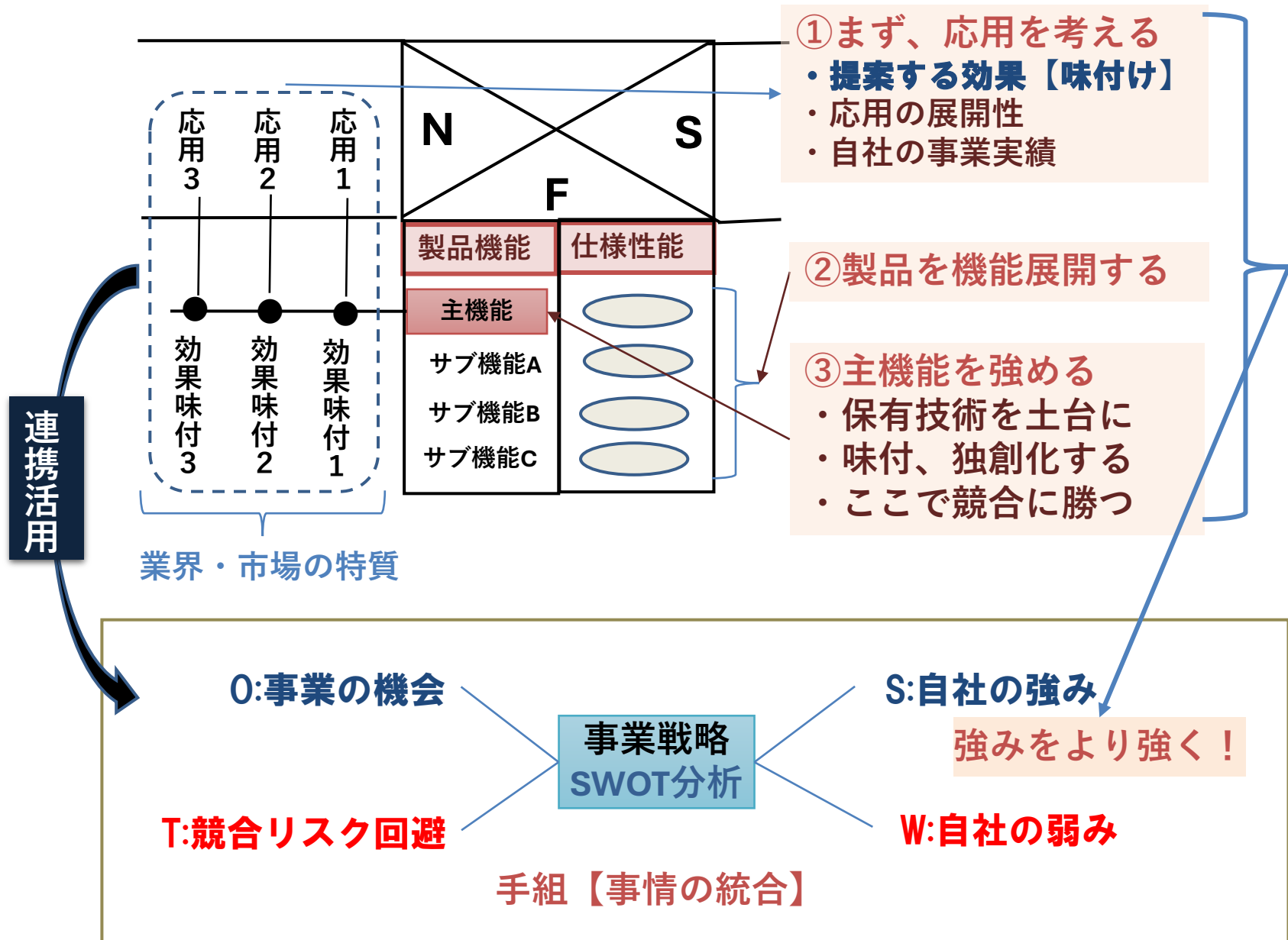
## 技術化のススメ:「材料-設計-工程の調和」と「計測とCAEの活用」

- 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、特性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)
- パラメータ実験になれば、CAEに切り替えてみる。



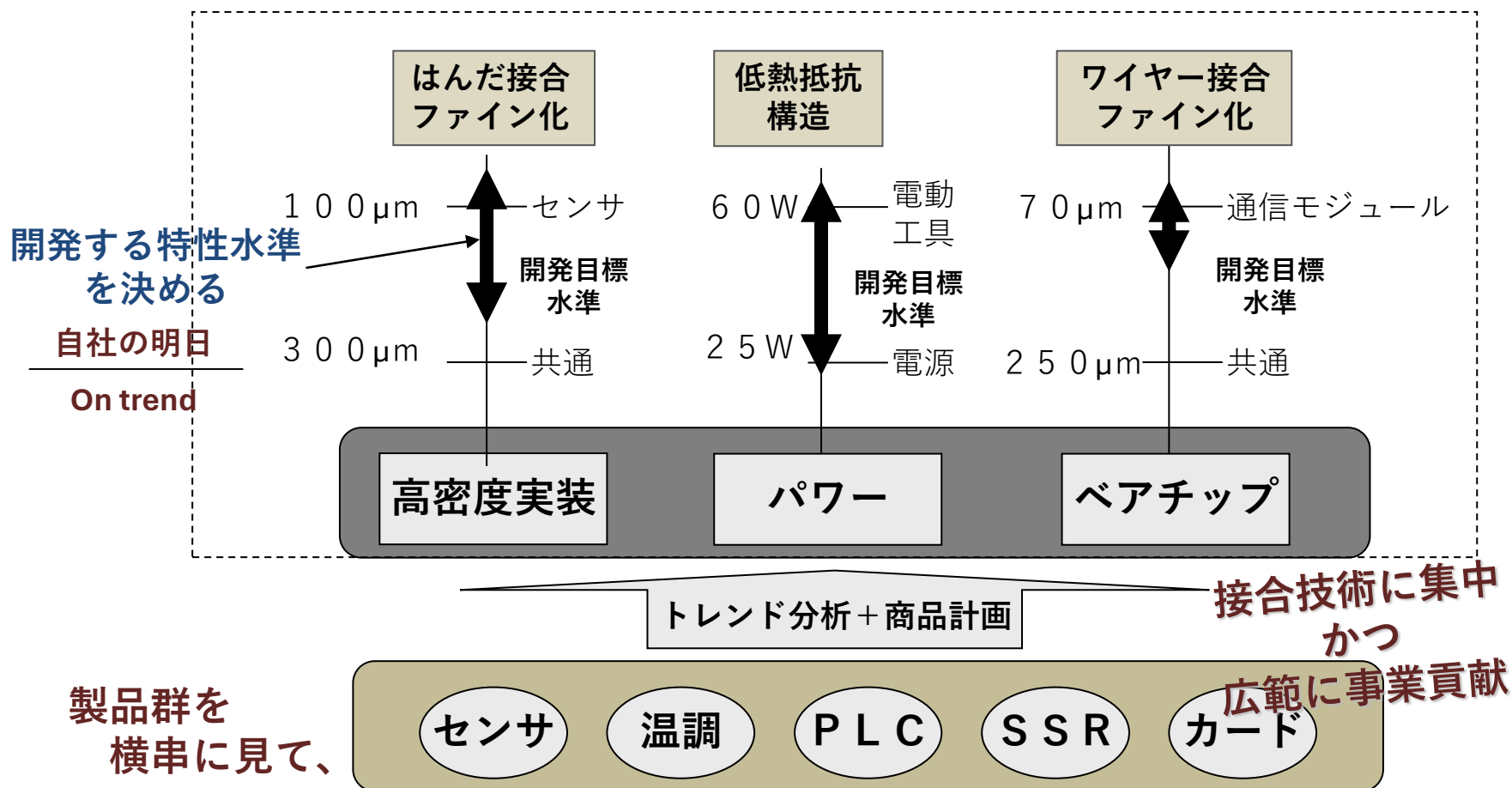
メンバーが考えた特性要因と水準は、組織の知的資産 → 繰り返し使う！

# 効果提案を、N-F-S展開に載せ、SWOT分析と連携、研究を戦略化する！



## なぜ群企画／汎用開発するのか・・・開発集中、効果拡大、全社最適、体質化

### 技術開発の汎用化（明日の生産プラットフォームづくり）の例



共通点や差異点を診てみる

# CAEとパラメータ設計を利用した開発事例

パラメータ設計で、材料-設計-工程の調和を解析

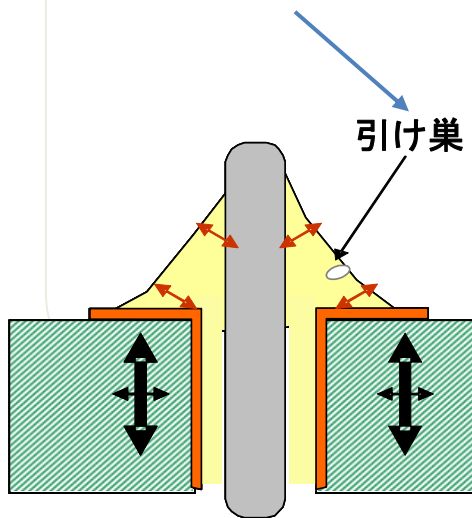
- 製造性は、テストピースで、
- 信頼性は、CAEで解析

実機を作っても歪は測れないので、CAEで評価  
→歪の見える化で、学会・業界の納得を誘発

## ①試作レスのパラメータ実験

## ②見てわかる。納得・共有が促進！

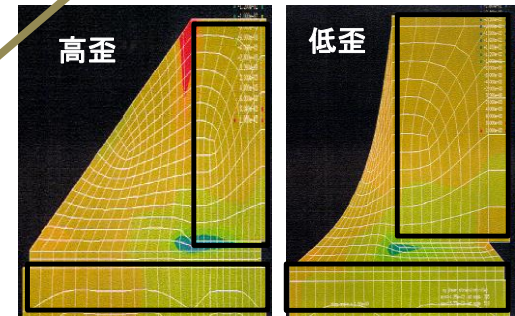
歪が影響しない不具合！



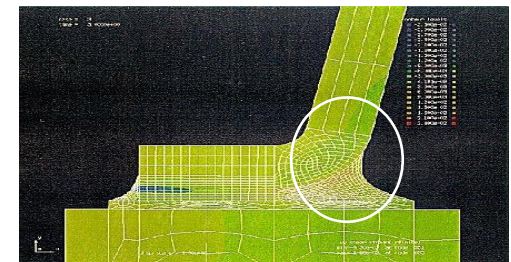
パラメータ設計  
+  
CAE

CAEパラメータ実験は速い！

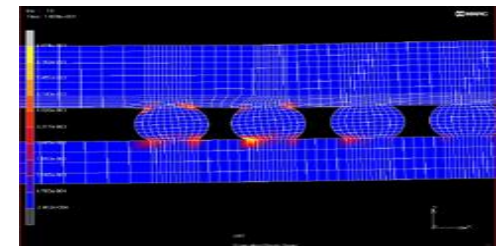
CAEで設計を最適化し、  
最適設計の実機で効果確認する、  
実に楽で速い！



チップ部品フィレット信頼性評価例



QFPフィレット信頼性評価例



CSP採用前のバンプ信頼性評価例  
オムロン(株)の事例

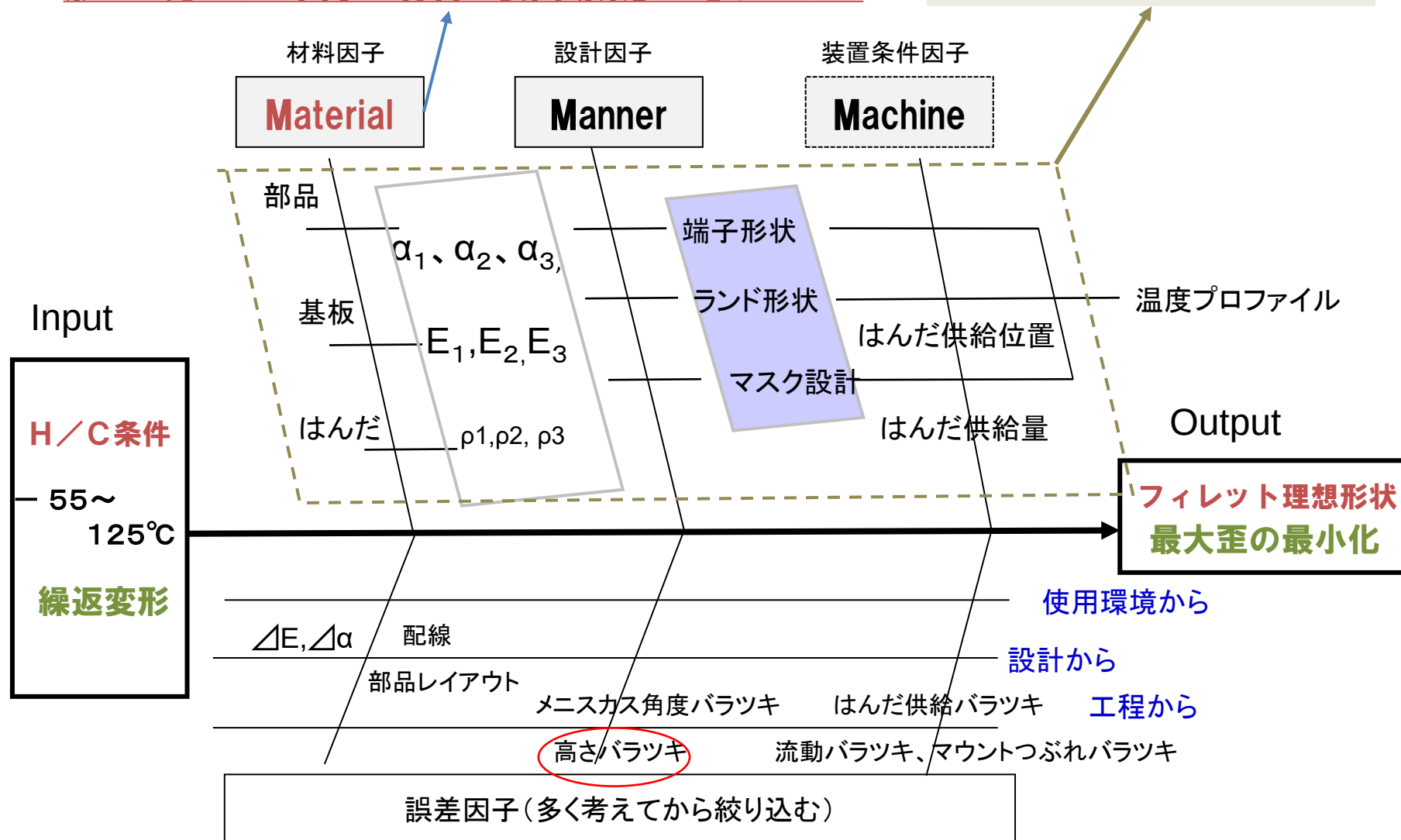
京都府の鉛フリーはんだ実用化検討会WGの事例

# 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-特性要因の仮説づくり」

●形では見えない因子「材料の要因効果」を忘れがち！

3Mの強い企業連携を編成  
3Mの仕様が共創のインシティブ

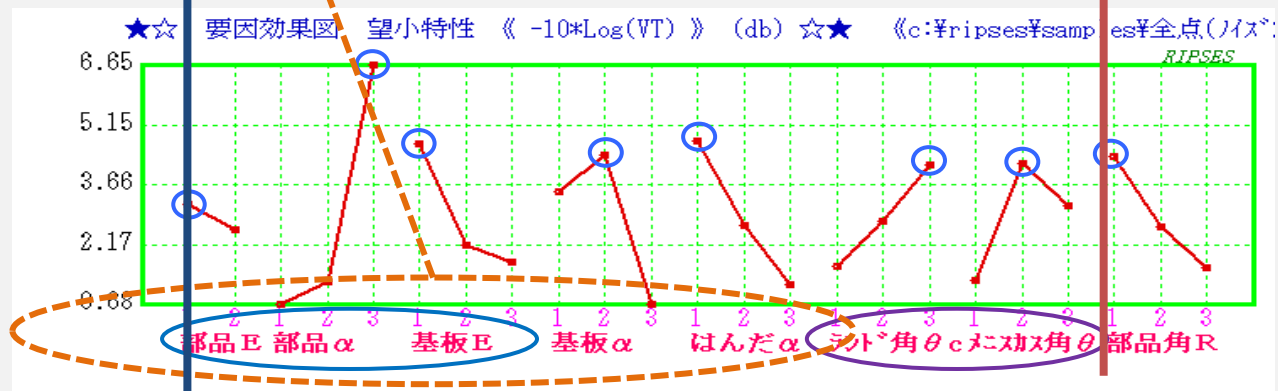


# CAE解析:低歪はんだ接合を実現する要因効果

★部材の購入／共創の目標になる

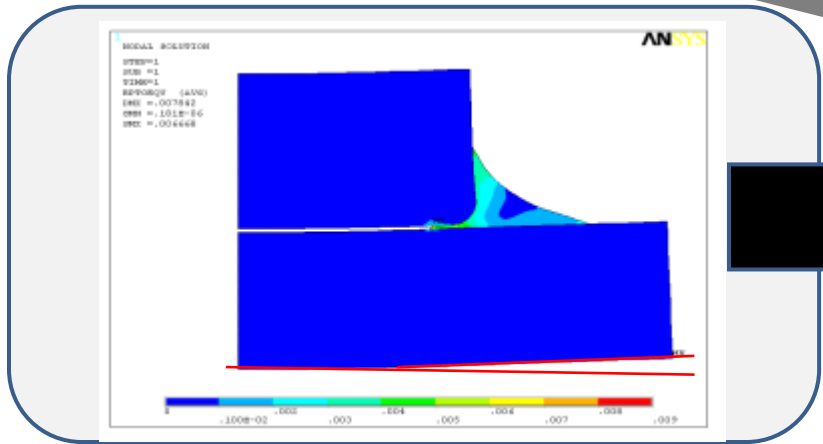
★低ひずみのハンダ付形状の発見／共有が必要

機械強度試験で評価する世間は大きなフィレットになっていった。

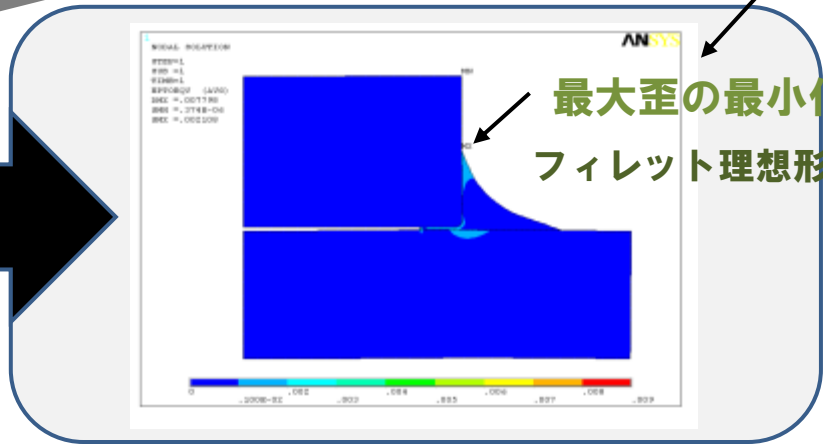


購入する部品材質の効果

セット側で管理できる因子 (はんだ量+ランド設計)



従来設計



最適設計

# 機能が見えにくい製造技術、その「改善の知恵」

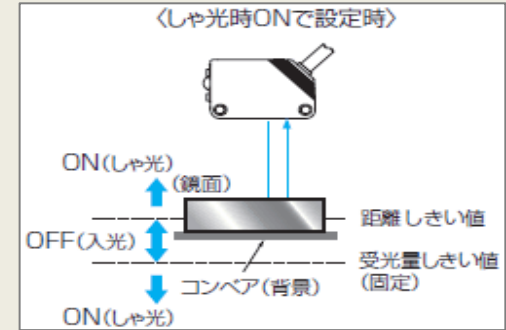
技術化されていないとき、高速なとき、過程があるとき、機能が見えない



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

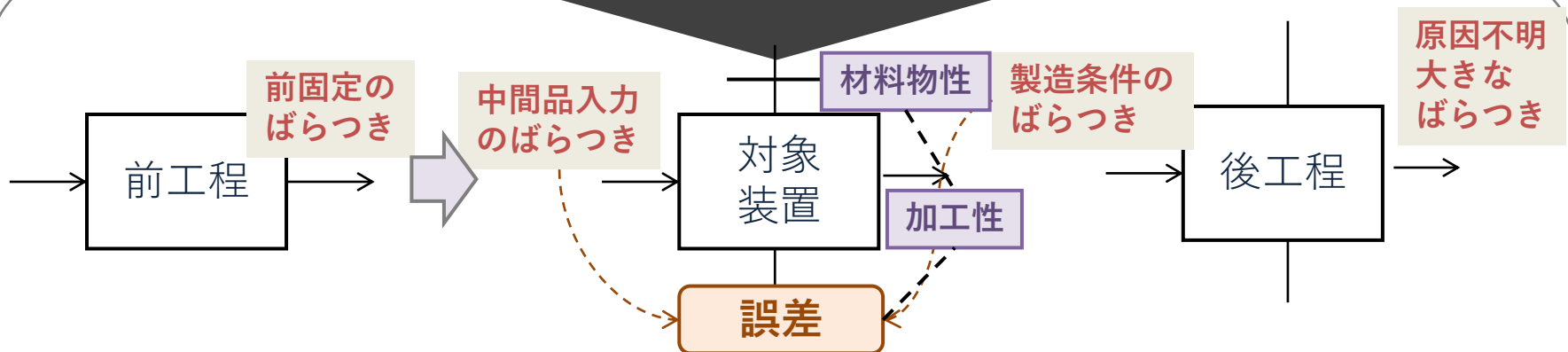


コンベア上のワークが  
トランスデューサ

工程を可視化すると課題が見える

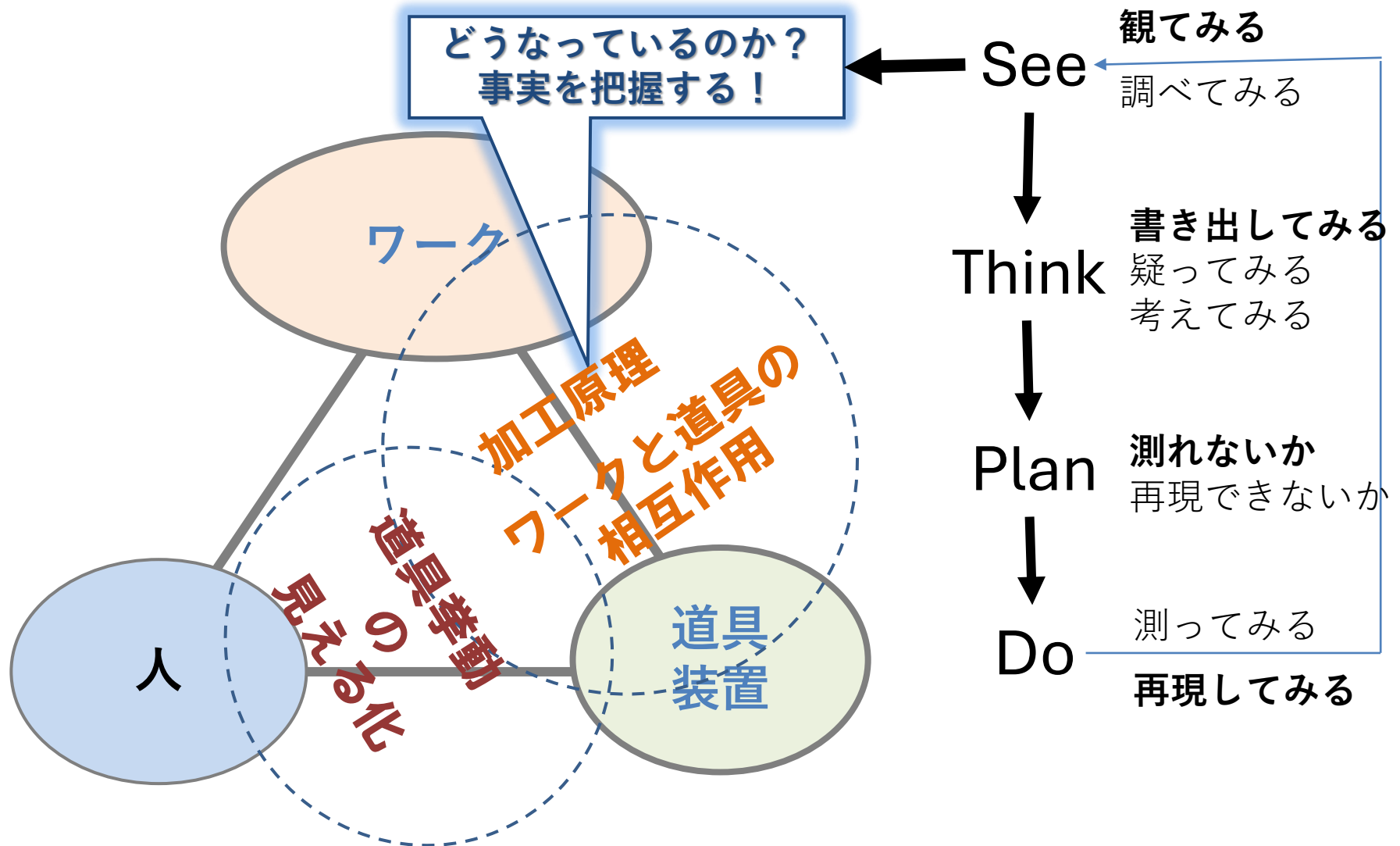
装置にとって、「ワークはお客様」

## 機能／機能性評価



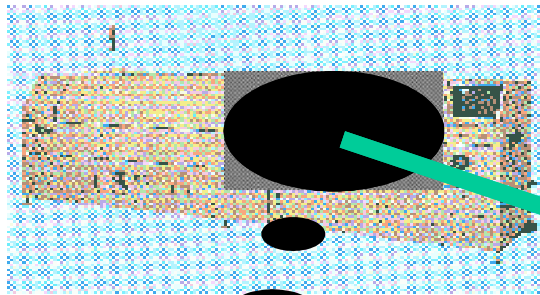
製造では、前工程のばらつきが当該工程さらに後工程のバラツキを呼ぶ

# 機能／不良原因の犯人さがし：「対象はどうなっているか」を調べてみる！

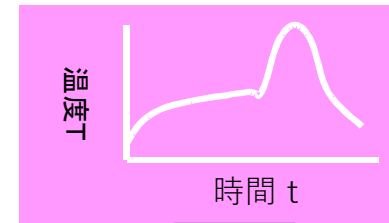


# リフロー加熱のブラックボックスを解く

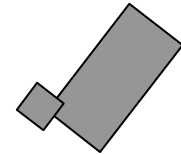
リフロー装置  
10m以上のブラックボックス



リフローシミュレータを製作  
30cm透明石英管  
加熱プロファイルを自在形成



半田付けを  
高速画像計測



①リフロー半田付けを可視化

リフロー中の現象が  
ブラックボックスとなり  
不良がなくなる

テスト基板



②材料・設計・工程条件の定量実験

フラックスの働き  
フィレット形成過程を可視化

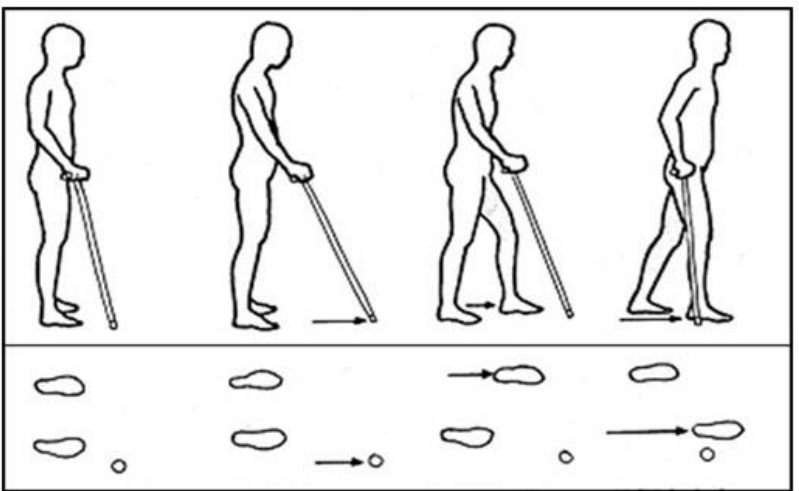
④部品配置と加熱プロファイルを適正化

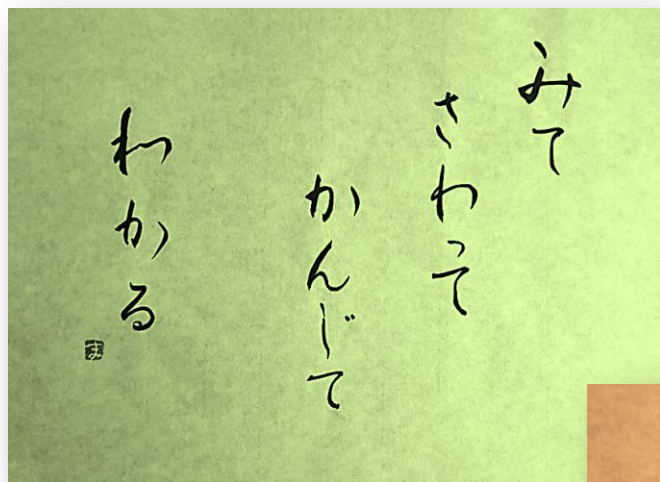
③はんだフィレット形成速度の計測

⑤チップの立ち・浮き・ずれが解消

対象の「事実」を観察して、新しい効果を発見する、計測して、暗黙知を形而知化する

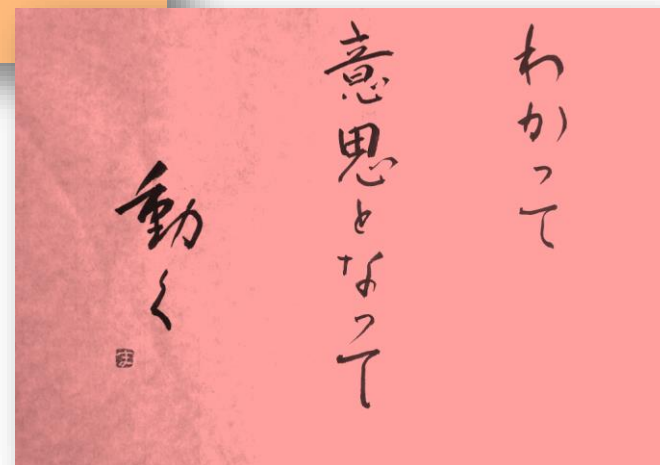
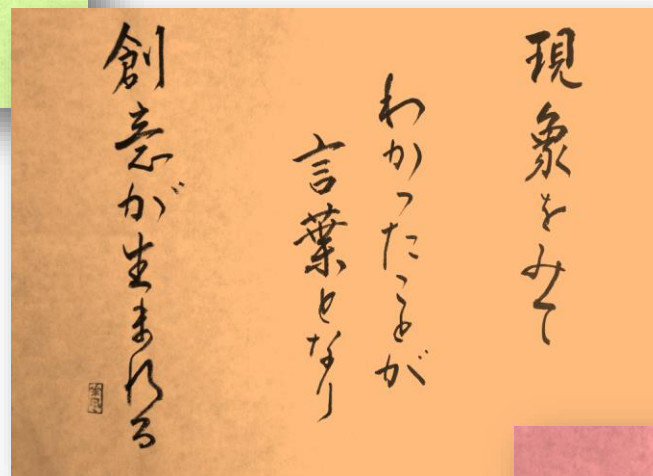
**対象把握**：「人と道具の動き（事実）」を観察して、動きを定義し、計測する

|             |                                                                                    |                                                                                     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>観察</b>   |  |  |
| <b>定義機能</b> | 目で認識→左右協調動作→食<br>肘・腕・指のシーケンス<br>⇒食事の動作がわかる                                         | 杖を出す→患脚を出す→健脚を出す<br>⇒杖-患健サイクルがわかる                                                   |
| <b>計測</b>   | 目線計測<br>左右協調動作：姿勢計測<br>肘・腕・指シーケンス：画像センシング<br>⇒位置、時間、速度解析                           | 杖、患脚、健脚シーケンス：<br>画像センシング⇒位置、時間、速度解析<br>圧力⇒位置、時間⇒圧力バランス<br>画像センシング⇒杖左右協調動作解析         |
| <b>効果発見</b> | ⇒人と道具の調和（あるべき姿）は<br>“イイネ！”を見つける                                                    | ⇒人と道具の調和（あるべき姿）は？<br>“イイネ！”を見つける                                                    |



## 対象把握の極意

人は、みて、さわって、感じて、わかり、そして、「気づきを、工夫して、行動に変える」

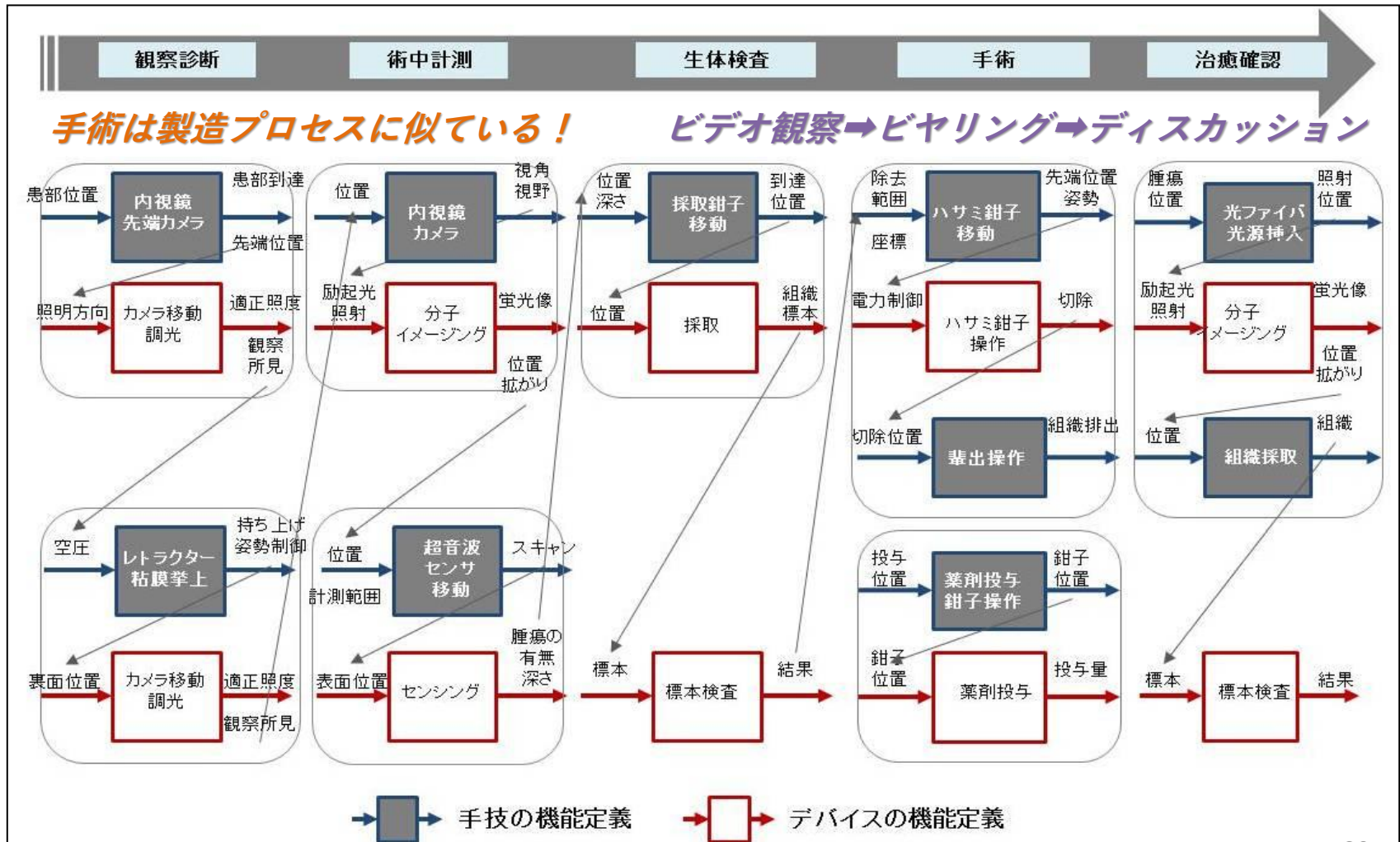


# 仕事や製品を機能展開し、使い勝手と性能をデザインする

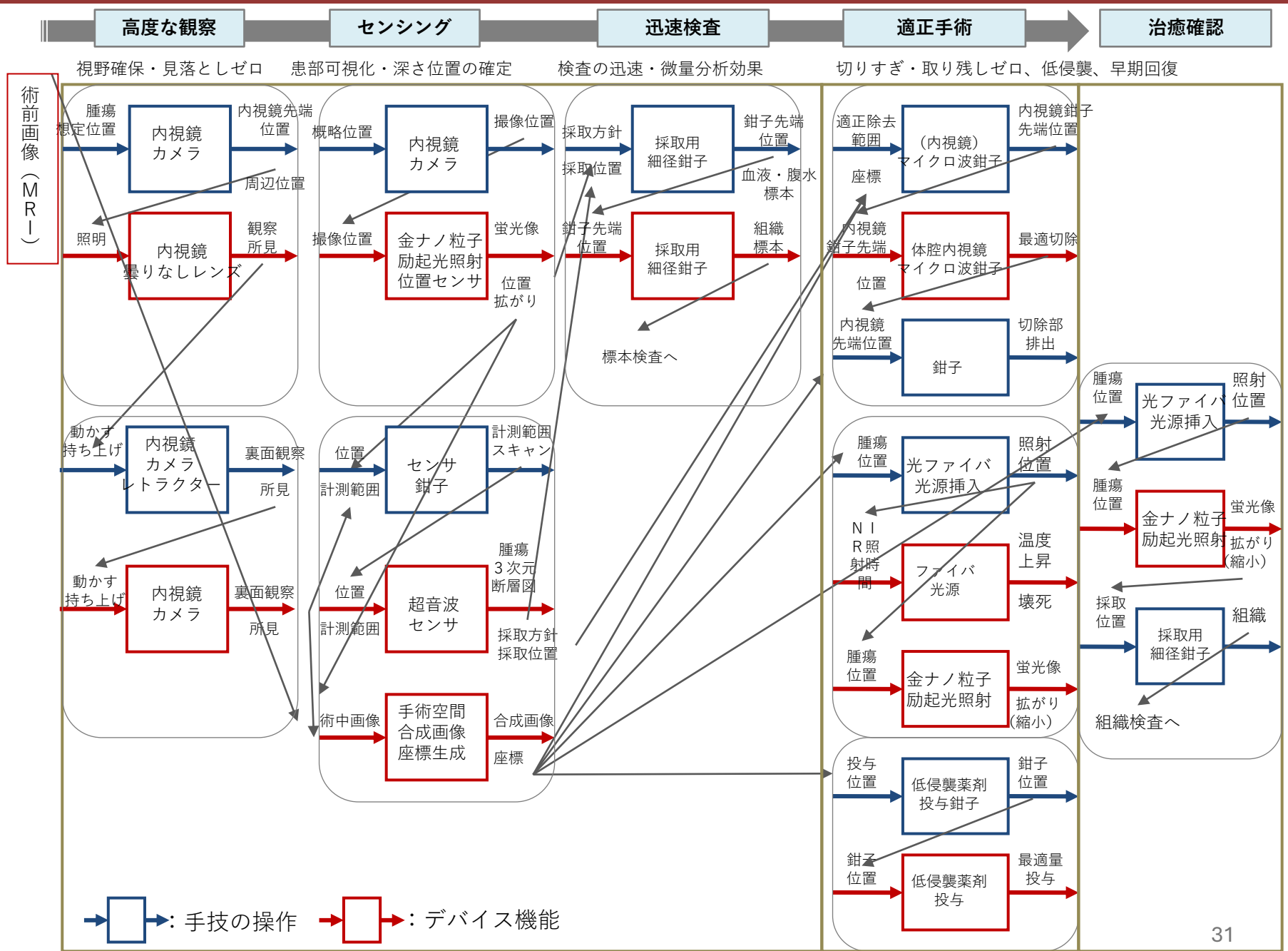
## ～道具の働きも、人の道具操作も、機能で表現できる～

◆対象を捉え機能定義→システムのつながりを設計→成果を明確にする→発明を誘発する

手術システムの実験ビデオからシステムと使い方を機能展開した例（文科省びわこ南部エリア医工連携）



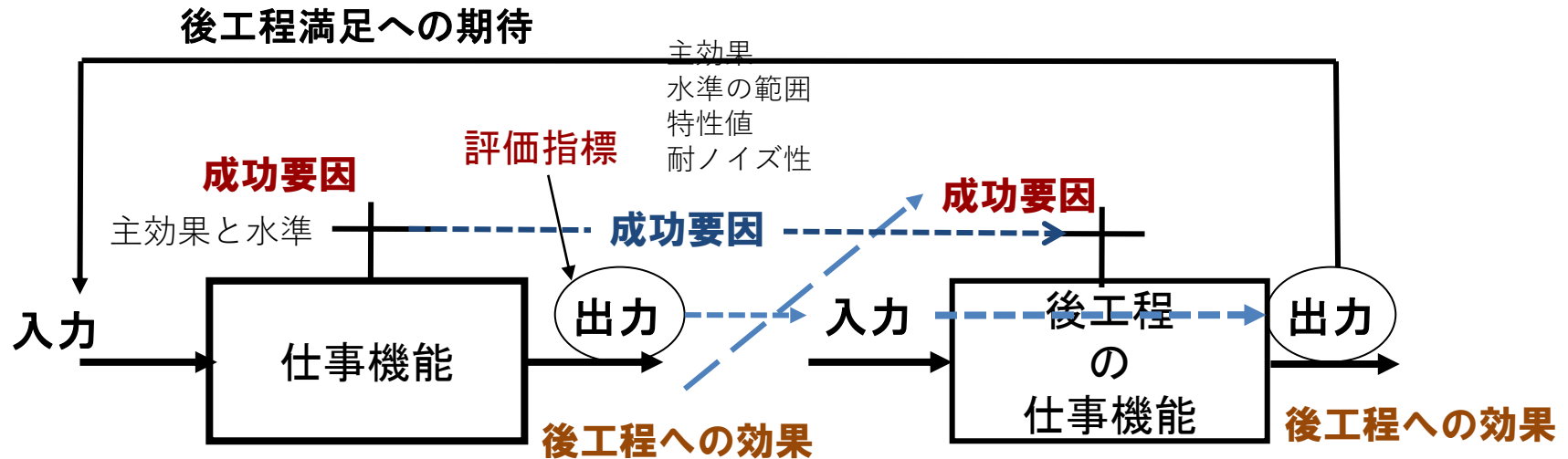
# 内視鏡及び複数デバイスを利用する手術「デバイス機能－診断－手技の動作解析」（機能展開図）



# 「機能発想で、仕事と製品をデザインする」

⇒汎用機能、独創機能（使い勝手、性能）を創る

仕事の機能をデザインする・・・ 後工程満足をデザインする！  
仕事間の機能と機能を円滑につなぐ！  
顧客満足をデザインする！

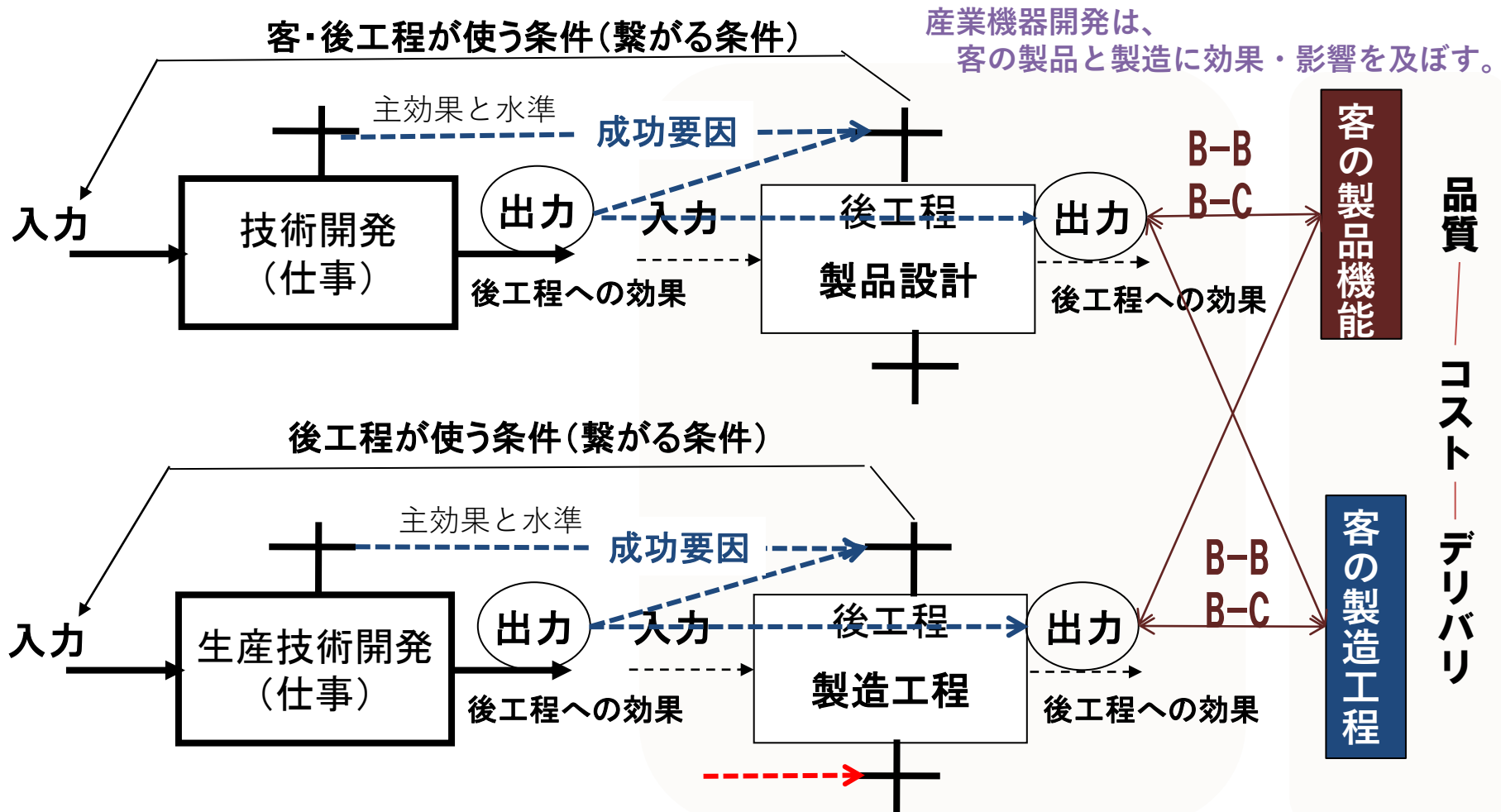


- ①仕事の機能・・・組織全体機能のサブシステム  
単なる流れ(矢印)ではだめ、inとoutを「ことば」で定義(outを先に定義)  
前工程の成果が後工程のどこに役立つか
- ②仕事着手前に、効果を予測、作りこむ
- ③仕事の中身・やり方の裁量は広い方が良い

# 仕事の機能的デザインの「後工程への貢献」

仕事の機能的デザイン ⇒ 後工程に満足を積み込む！仕事の機能と機能を円滑につなぐ！

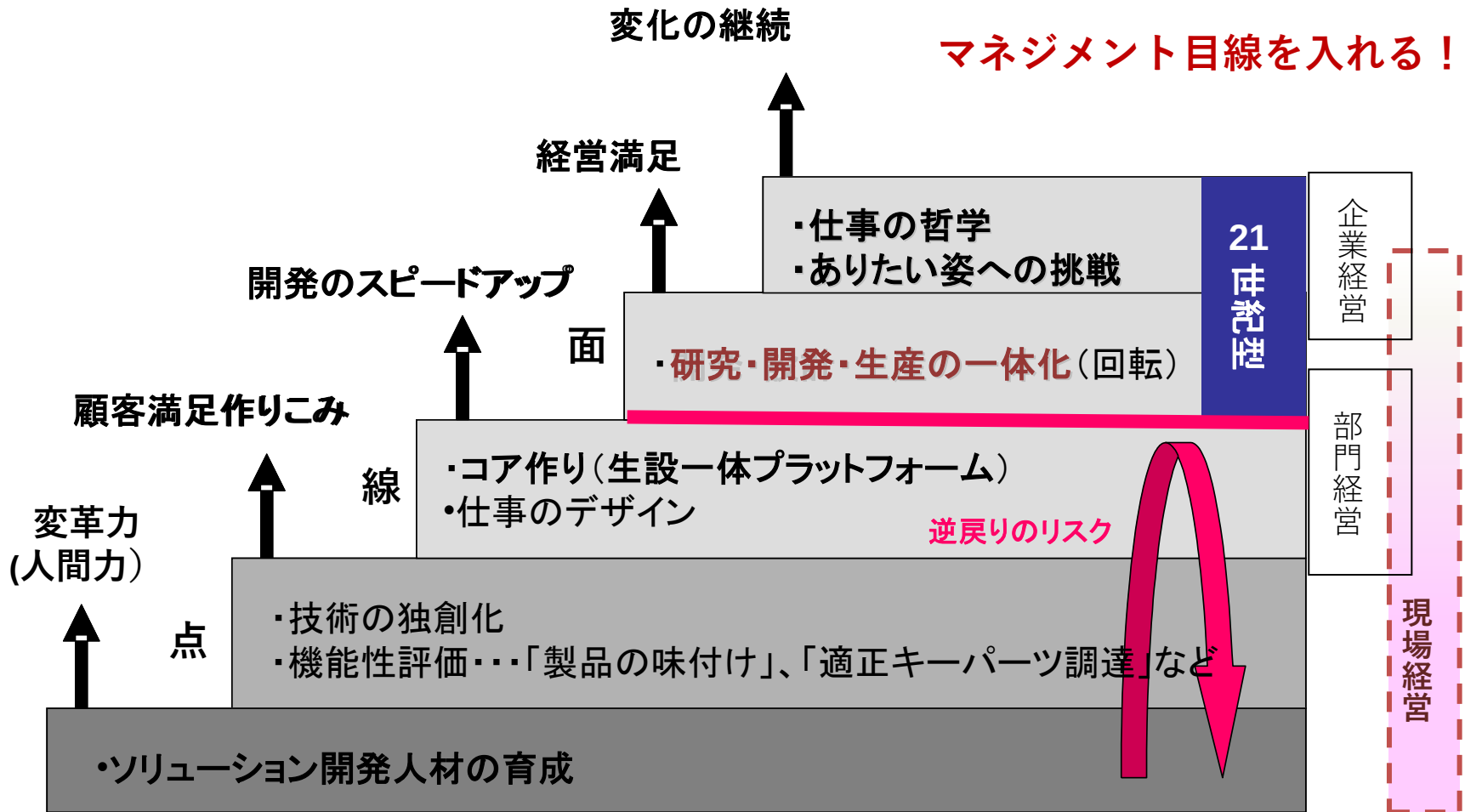
開発成果の後工程への貢献は、仕事の性格で変化する・・・



注：製造は前工程からばらつきが来る  
装置の変動がある←装置ごとの検査の効果

# 製造現場革新から経営革新への連鎖

~~開発が生産へ押し込み~~ → 引取り一体化 → “自社のありたい姿”を実現



# 進化を持続する開発

「自社の生産の特質」を生かす製品開発

技術

開発

群企画

企画から立上げまで  
開発リードタイム

守りながら、変え、調和していく

製造

顧客の進化への貢献

自社の体質化・進化への貢献

製品群

製品ライフ中作り続ける  
キャッシュフローの塊

製造と開発の統合プラットフォーム  
知的資産経営

製品の使い勝手

製品群A

製品群B

デリバリー

垂直立ち上げ

在庫MIN

不良ゼロ

生産性

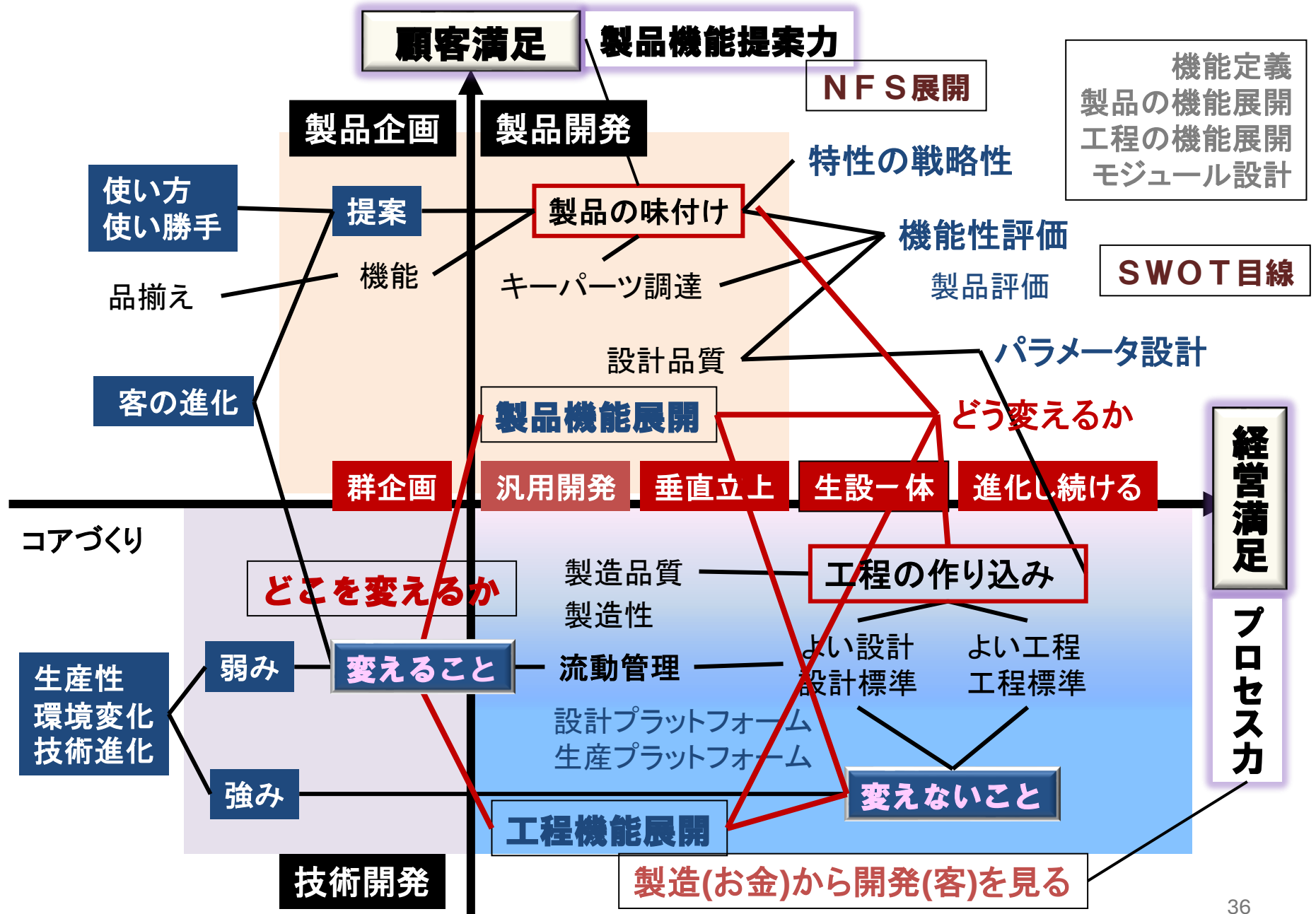
生産

- ・ キーパーツ調達
- ・ 製品の味付け
- ・ コアの汎用開発

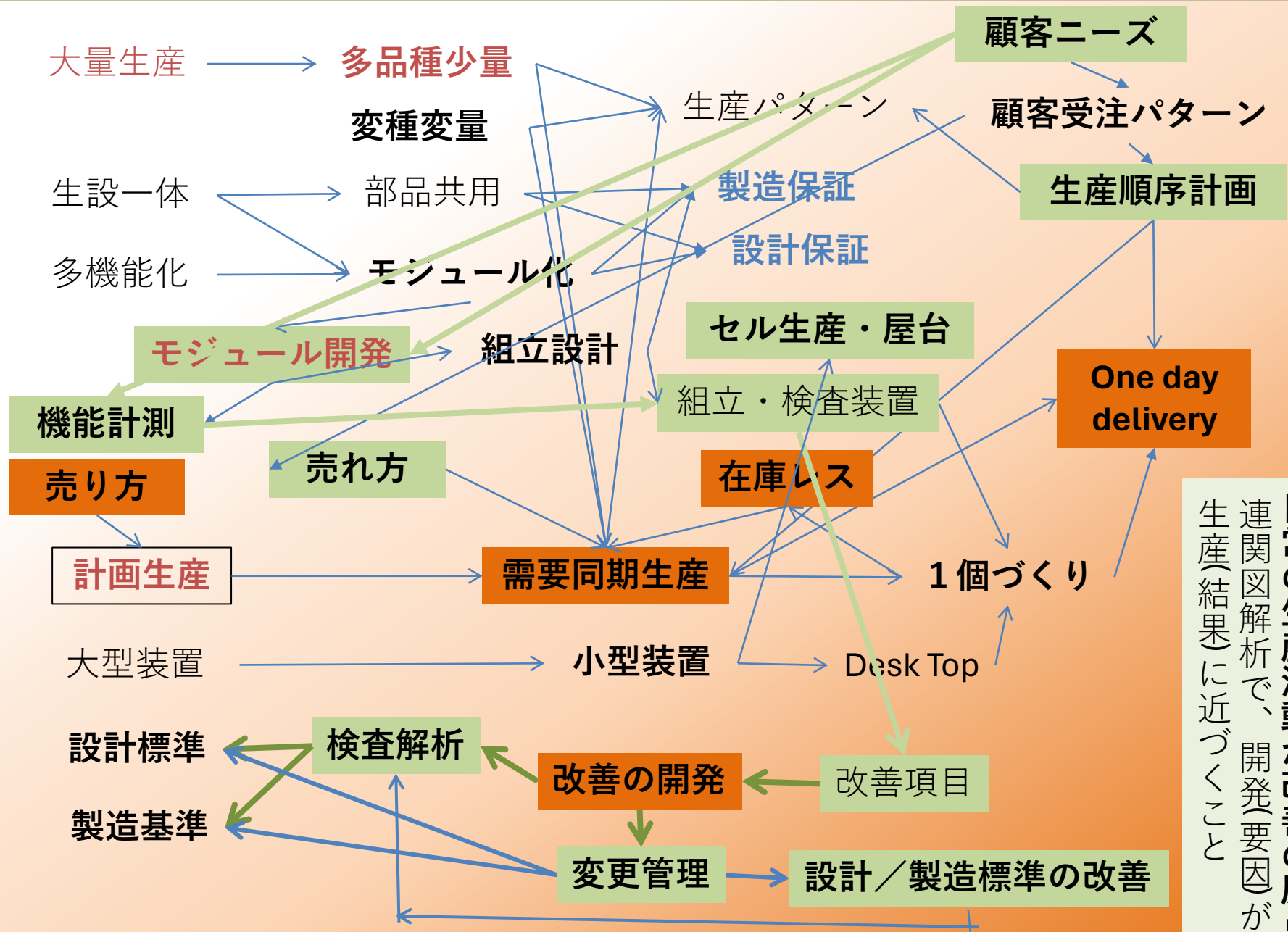
全体最適・日々進化

- ・ 良い設計を回す
- ・ 工程プラットフォーム
- ・ キャッシュフロー経営

# 開発企画を考える: Key Wordの連結図を作成 (⇒仕事の機能展開図作成へ)



# 設計・製造の革新 「モノづくりマネジメント関連図解析」



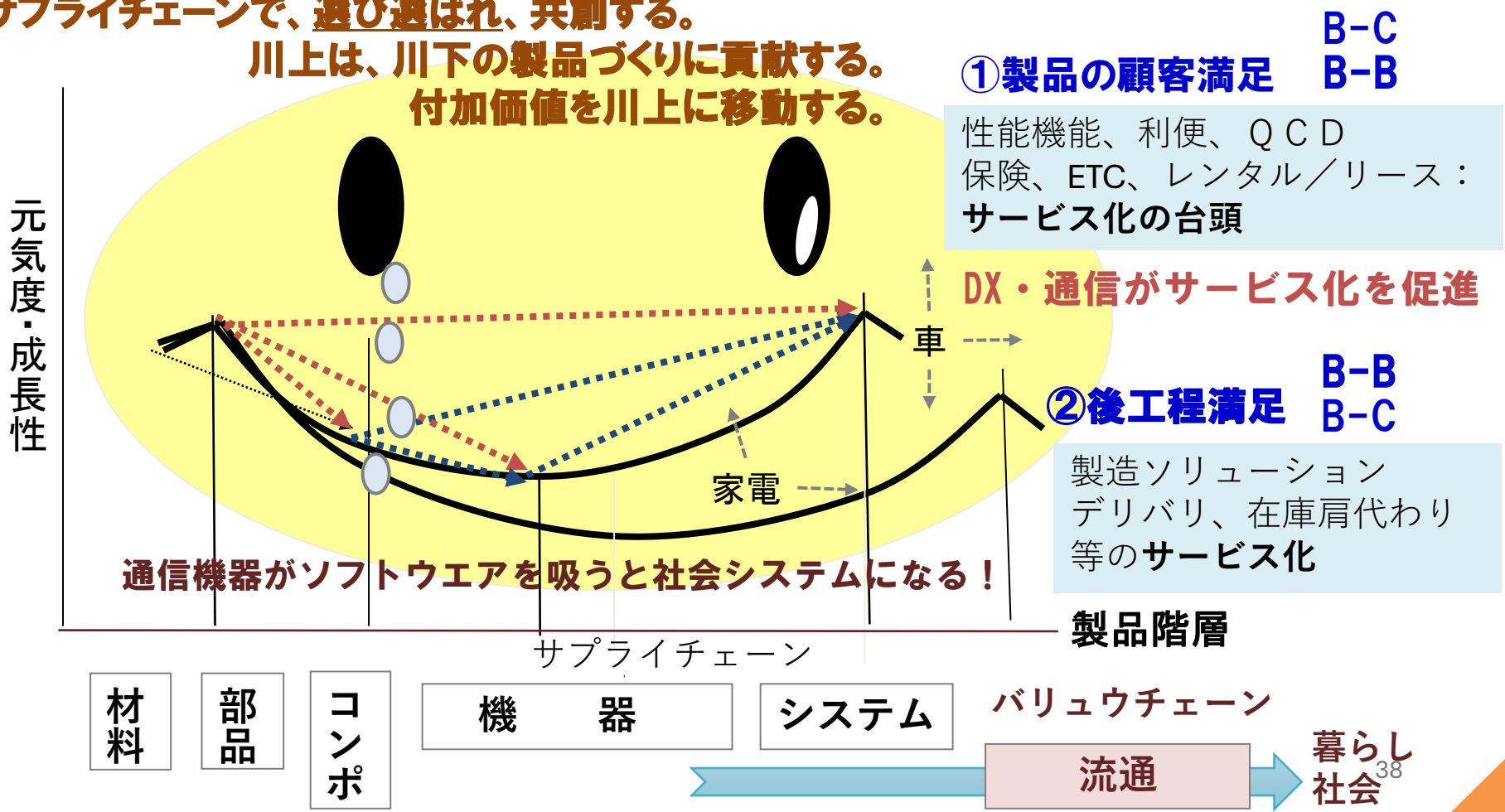
日常の生産活動が改善の原点  
関連図解析で、開発（要因）が  
生産（結果）に近づくこと

**サプライチェーンで、企業は選び、選ばれ、共創へ。**  
**1社でモノづくりは困難、川上から「部材」を仕入れ、川下へ「こと」を売る**

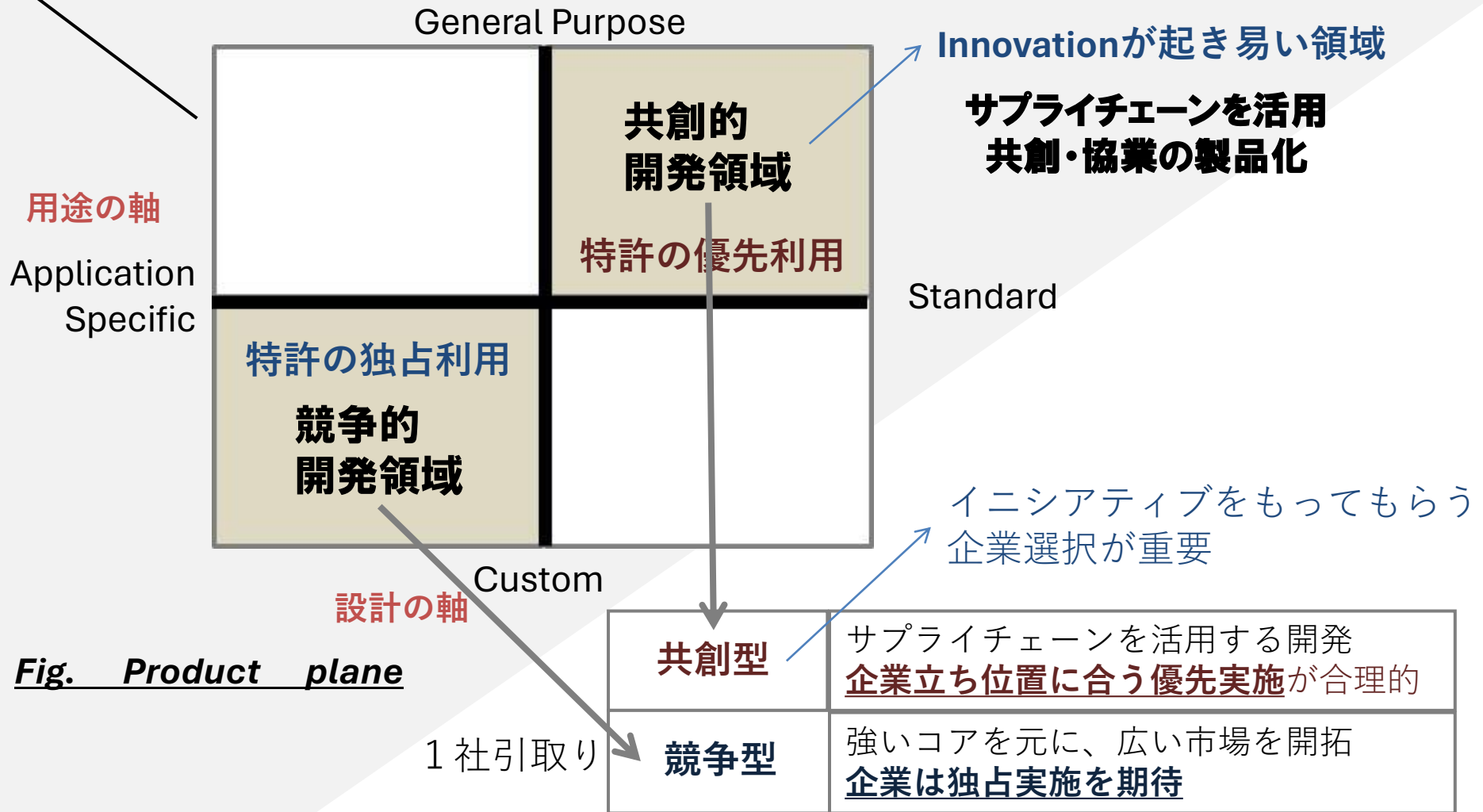
共創  
戦略調達  
Social Need  
Personal Need

◆後工程はお客様=製品はサプライチェーンを移動、Pull型で採用される  
◆部品に持たせた性能で、下流製品の性能に貢献  
◆売り方や供給に知恵を込め、お客(後工程)の設計と製造を変える貢献  
◆新たなバリューチェーンやサービスとして、付加価値をつくる機会

**サプライチェーンで、選び選ばれ、共創する。**  
**川上は、川下の製品づくりに貢献する。**  
**付加価値を川上に移動する。**



# 協働に先立って、特許の合理的活用『共創型か、競争型か』を明確にする



**Fig. Product plane**

**具体的な契約が必要**

- 共同研究の目的・目標・役割に沿う特許出願
- 企業特性と実施形態に適合する知財活用の取り決め

★プロジェクトの盟主と1：1契約が良い

# 製品立上型（『共創型か、競争型か』）と事業の伸び方・市場の特徴

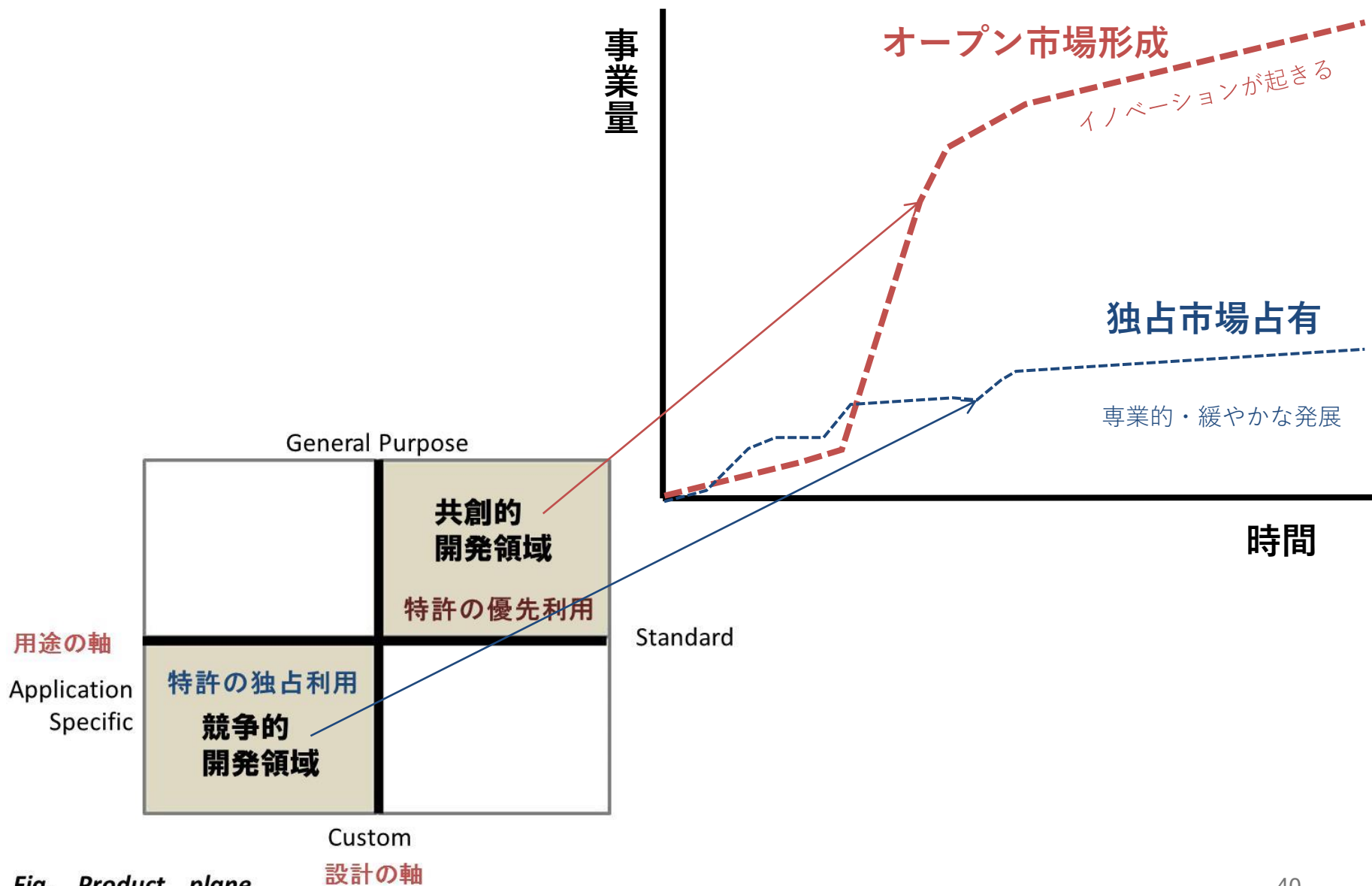
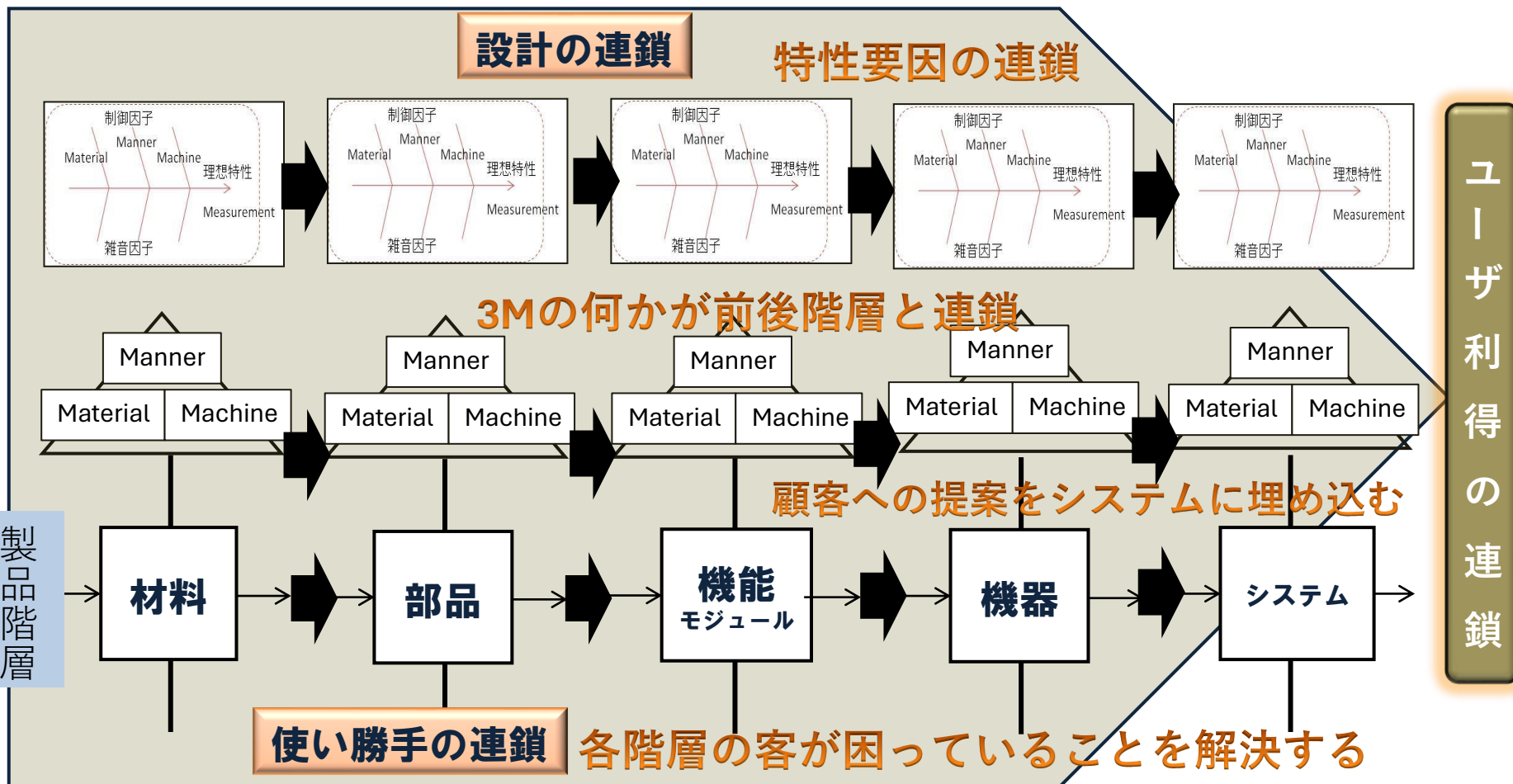


Fig. Product plane

# 製品階層の機能連鎖を創る（技術調達は共創のオープン・イノベーション戦略）

- ◆一言で製品と言っても、階層がある・・・上下流製品は機能で繋がっている
- ◆製品階層の連鎖は、「設計の連鎖」であり、「使い勝手の連鎖」である

自社の立ち位置はどこか！



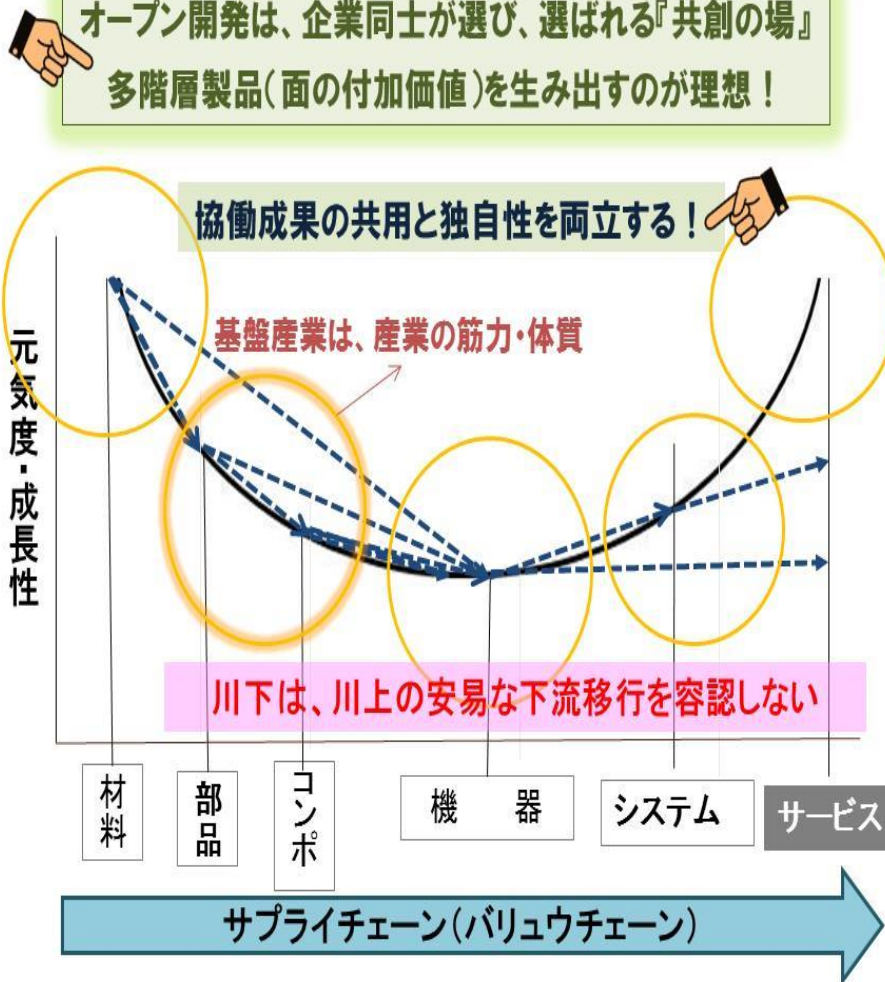
自社製品の前後階層と連携するシステム選択が有効になることが多い！

3Mの調和はデザインできる！

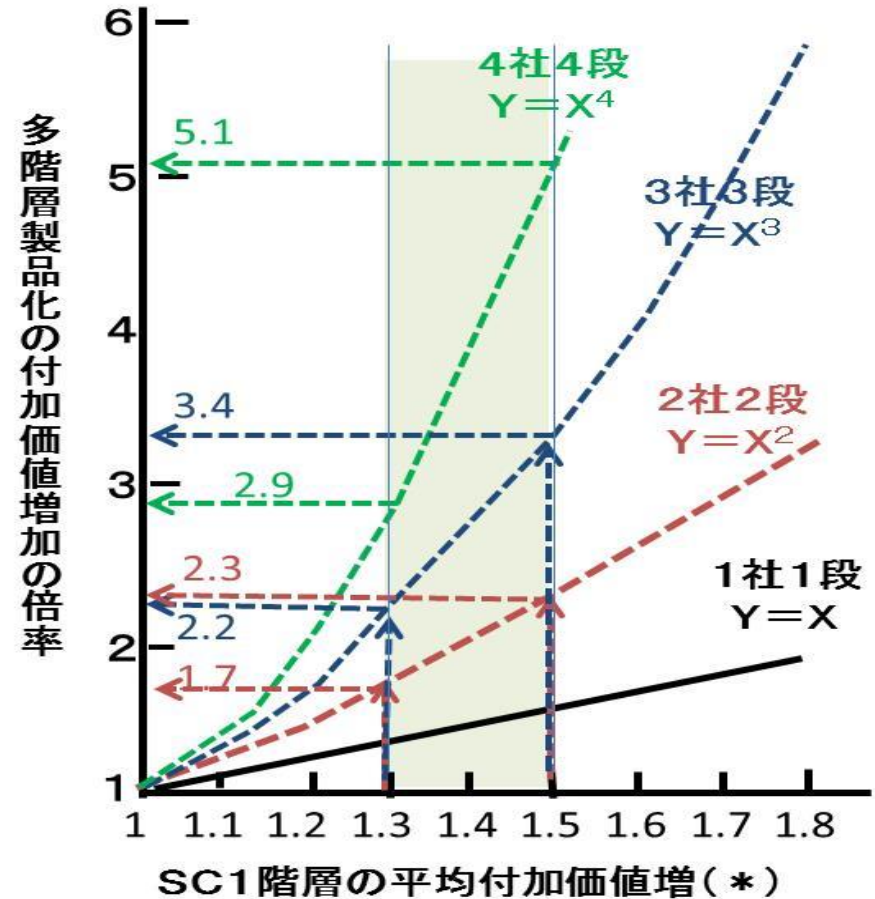
# 共創・協業による多階層製品化のススメ

## ～本来は、多企業参加型開発から多階層製品が生まれるはず～

新たな事業モデルで、縮退したS Cを一段でも復活すれば、2～3倍の付加価値増加が可能！



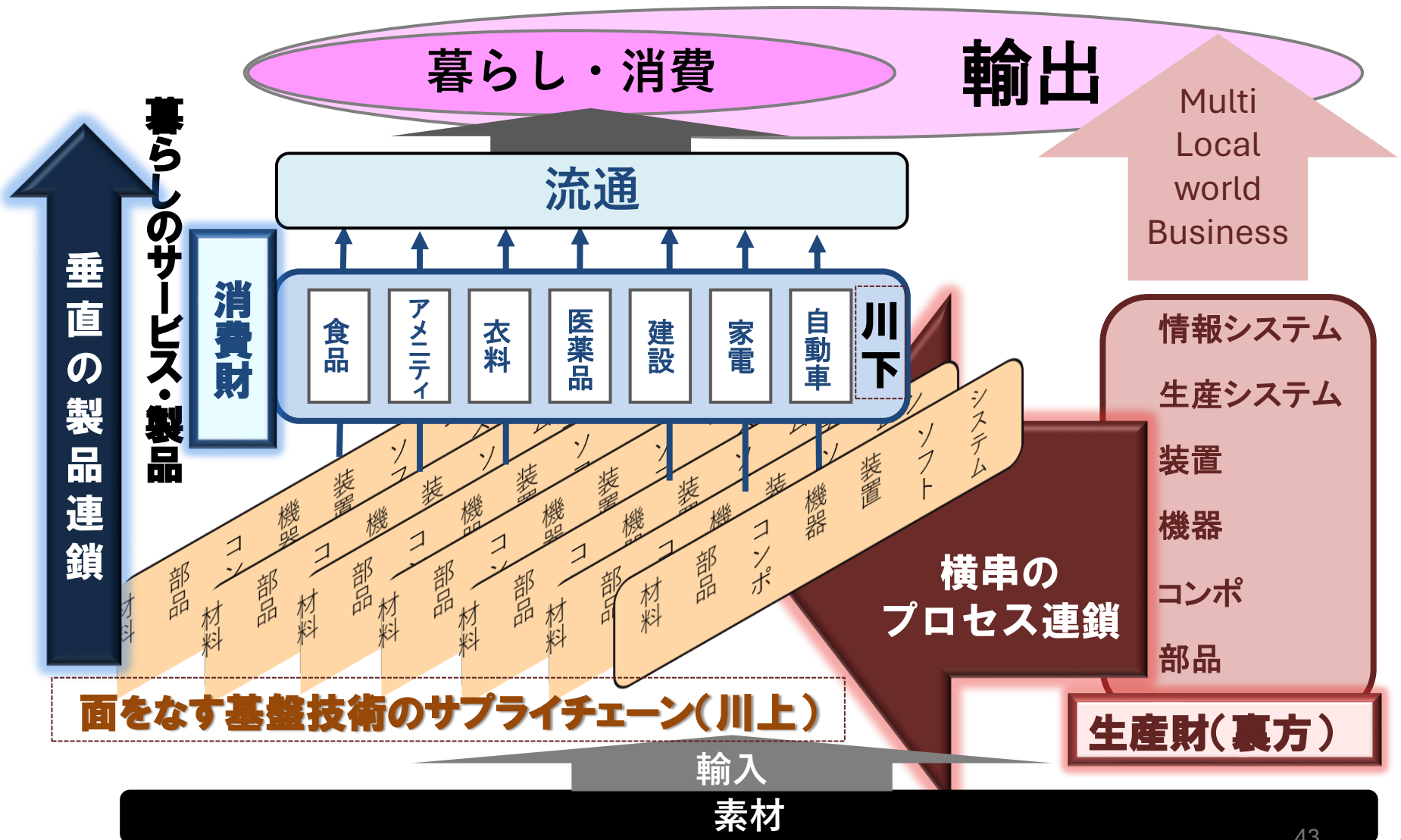
### 多階層製品化の付加価値増加シミュレーション



付加価値増 = 製造原価 / 変動費 = (変動費 + 付加価値) / 変動費

# 産業機器の企業ポジション・・・縦と横のサプライチェーン、面をなす川上

- ☆消費財（タテの製品連鎖）と生産財（ヨコのプロセス連鎖）の2種のサプライチェーン連鎖がある
- ☆流通・消費財の伸び・今後の変化・・・流通の高いマーケティング力、客から遠い輸出型消費財
- ☆「自社の川下は買い手であり、売り手である」の見方が必要



# 知識経営は、顧客満足と経営満足を両立する事業持続のシステム オープン開発・共創イニシアティブの源泉になる

知識経営 ——— モノづくり全般にわたって、技術化・見える化によって、改良が、持続的に変更管理される。内と外が機能で繋がっている

## 知識経営の課題群

客－顧客の課題：5W1H

製品－編集設計 } 一体マネジメントが必要  
製造体系 }

開発力（機能の提案）  
顧客満足・経営満足  
独自性・イニシアティブ

事業戦略（ビジネスモデル：儲け方・売り方）  
事業戦略（競合優位の戦略） 技術／製品評価力  
事業戦略（ビジネスプロセス）

製品評価力と調達品の評価力を原動力にする  
上流・下流パートナーシップ（事情の統合）  
共創の事情戦略＝事業力

技術・ノウハウ結合マネジメント

技術化＋見える化＋変更管理

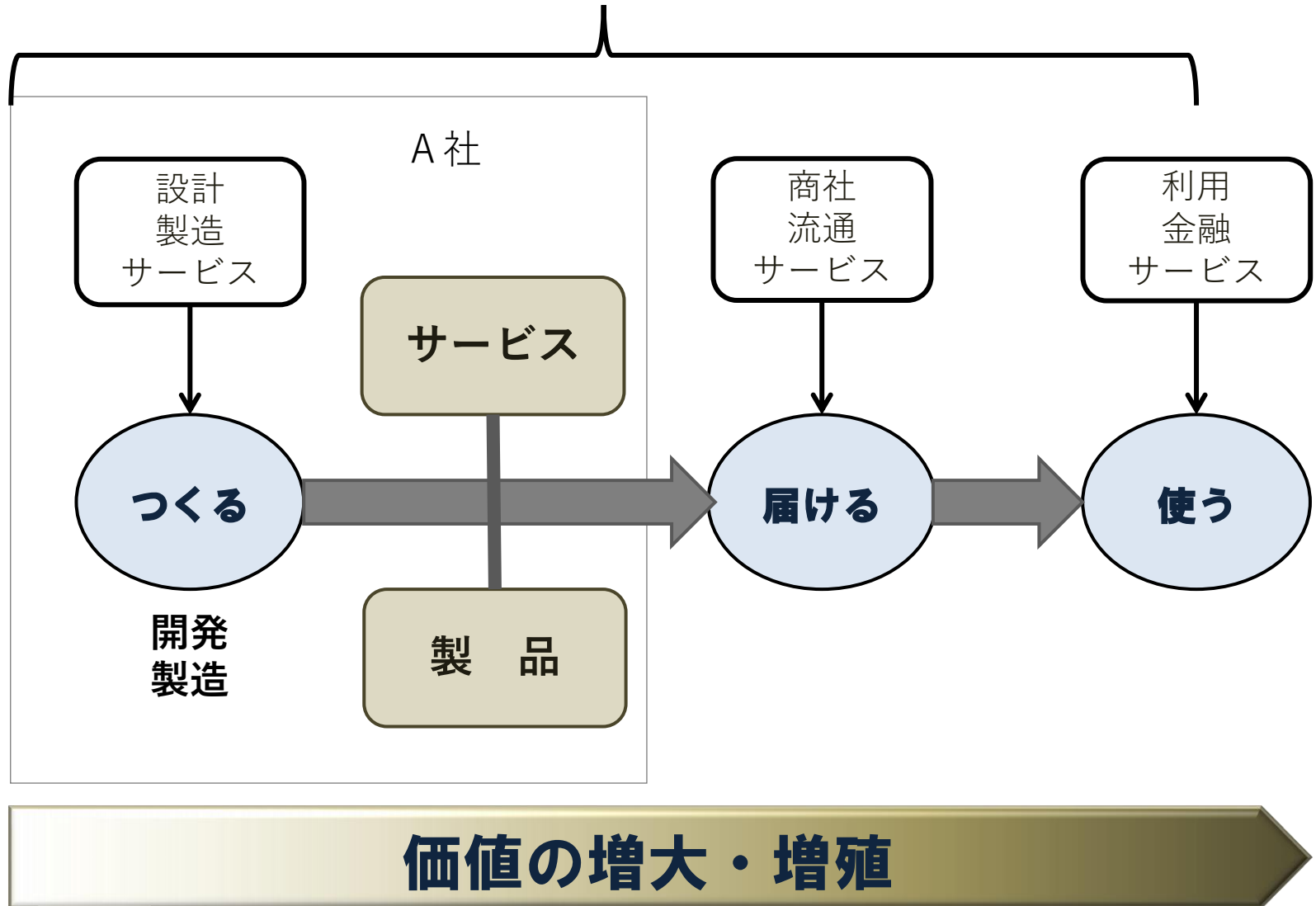
知識経営

デジタル化  
支援技術

企業の内外を統合する力  
＝ Q C D E F I S + Partnership

# 事業活動をみると：「つくる、届ける、使う」の分業

## A社のイニシアティブによる事業活動

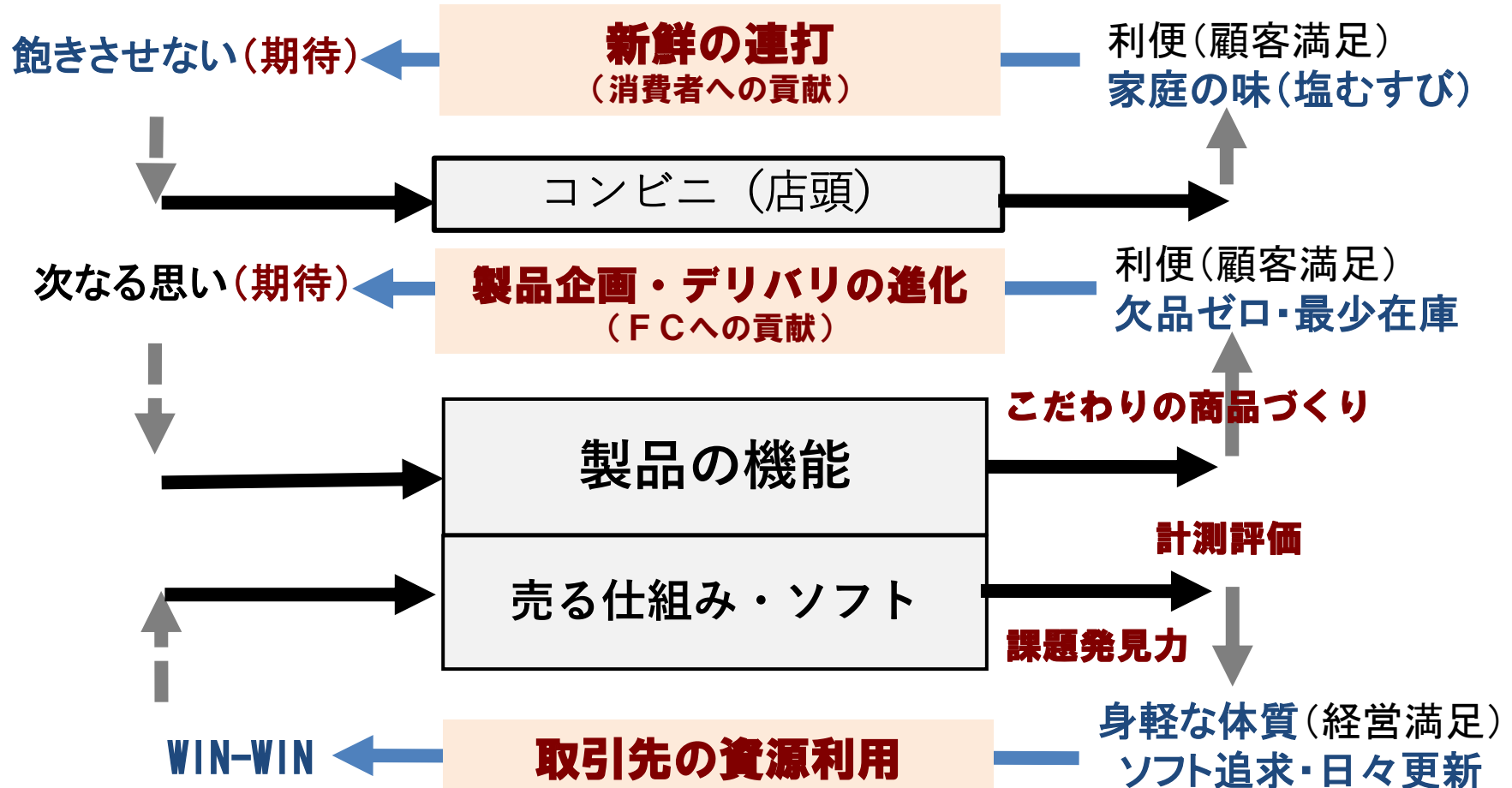


# サービス業のソリューション(セブン・イレブン躍進の秘訣)

◆出典：日経ビジネス文庫「セブン・イレブン 終わりにき革新」

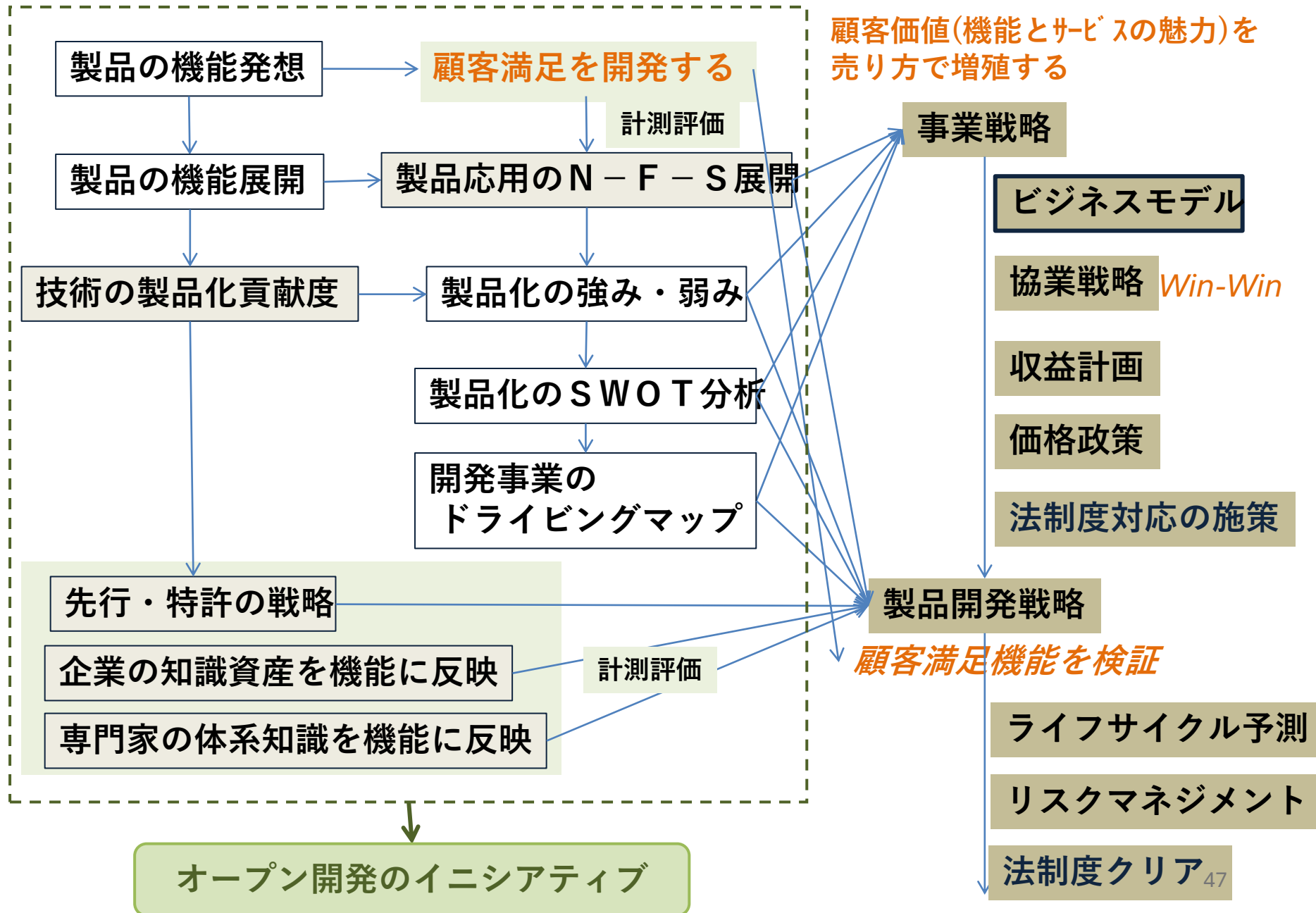
◆表紙を飾るキーワード なぜライバルは追いつけないのか？

「塩むすび」から「A T M」まで  
日々更新される売のための仕組み



共同配送・多頻度配送・P O S・セブン銀行

# 顧客と市場を創造する実践 R & D マネジメント（例）



# 全ての開発は、計測から始まる！

科学も、工学も、  
計測から始まる



測れることは測れ！  
測れないことは測れるように！  
現代では、⇒測ろう、  
ダメならCAEで計算しよう！

“Count what is countable, measure what is measurable.”

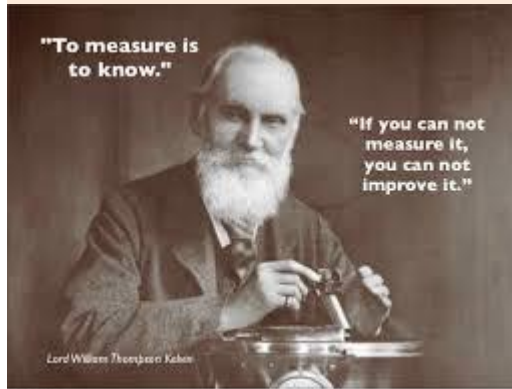
“What is not measurable, make measurable”

GALILEO ガリレオ

測ることは知ること

*To measure is to  
know.*

If you can't measure it,  
you can't manage it! 測ってマネジメント



ケルビン

*You can only manage  
what you measure.*



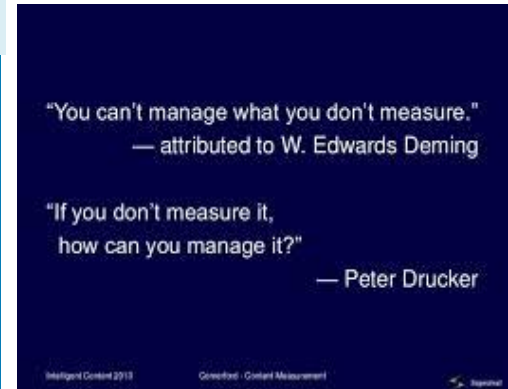
*Measure, measure,  
measure*

What you can't  
measure  
you can't improve.



測りまくれ！

*Deming & Drucker*  
Often quoted.



デミングとドラッカー

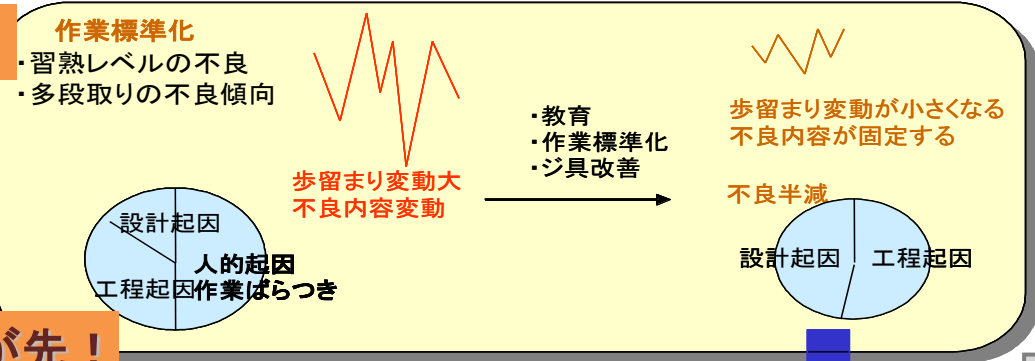
# 改善革新には順番(定石)がある⇒定石化する

- 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
- 技術変更は、Material>Manner>Machineの順に効果／影響が出る。技術変更の優先順位でもある。

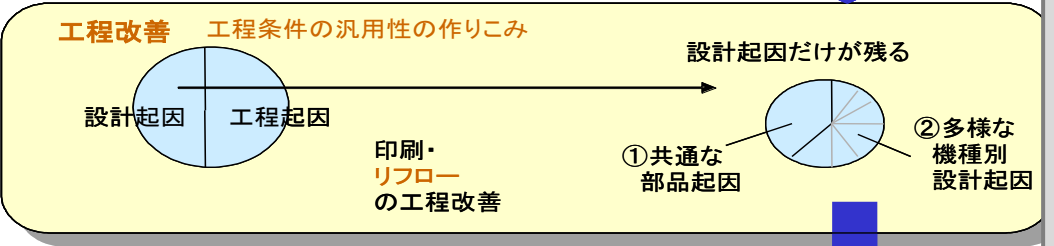
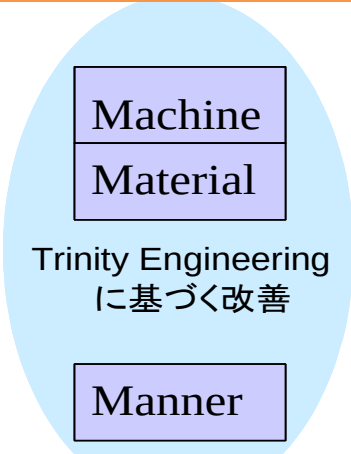
変更順序： 教育→製造工程変更→設計変更

「人の過度の裁量」を抑制！

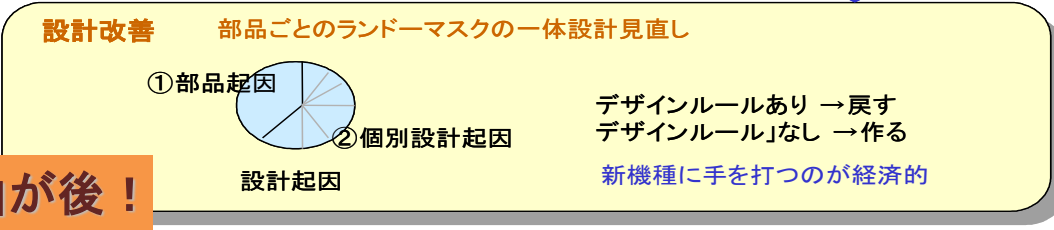
Man



「プロセス・イノベーション」が先！



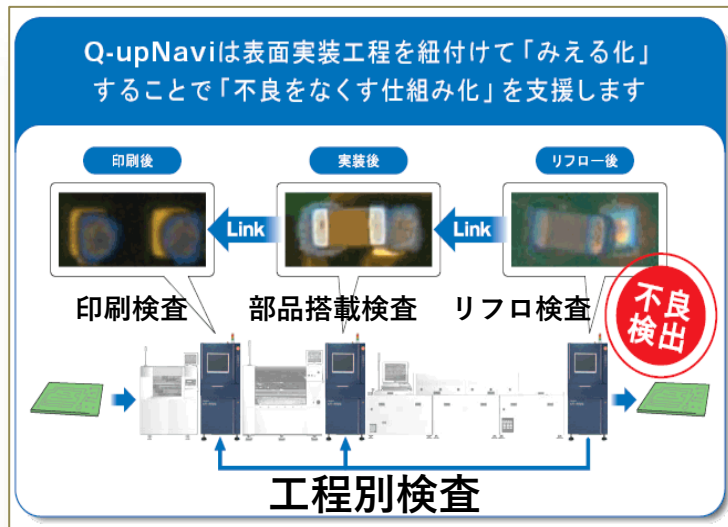
「プロダクト・イノベーション」が後！



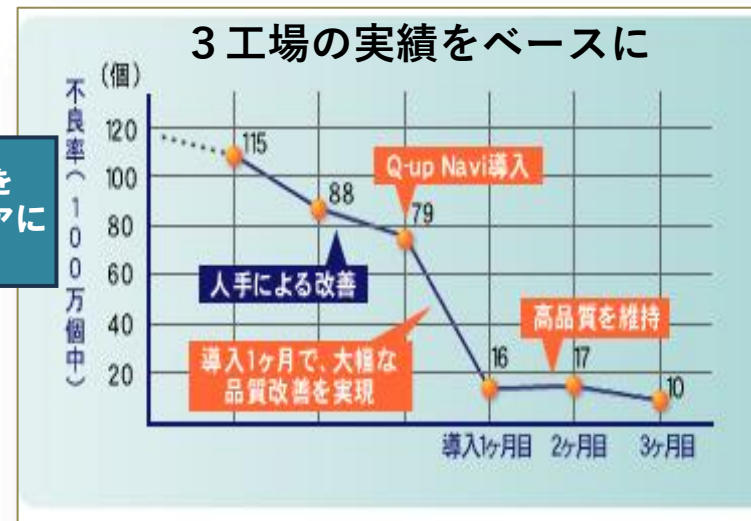
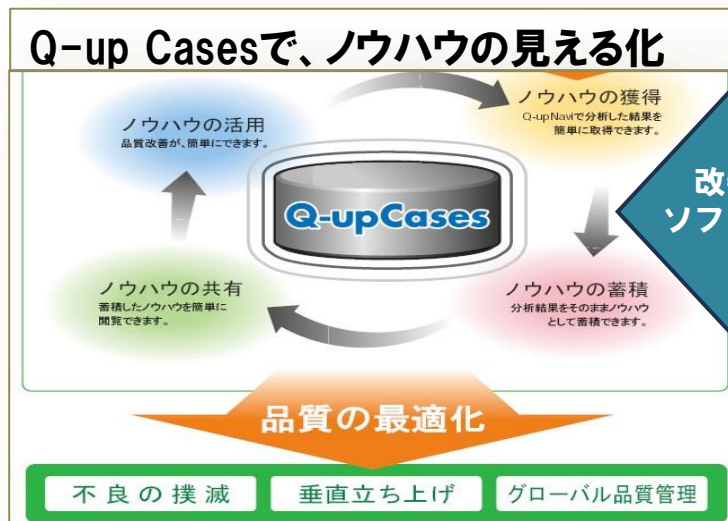
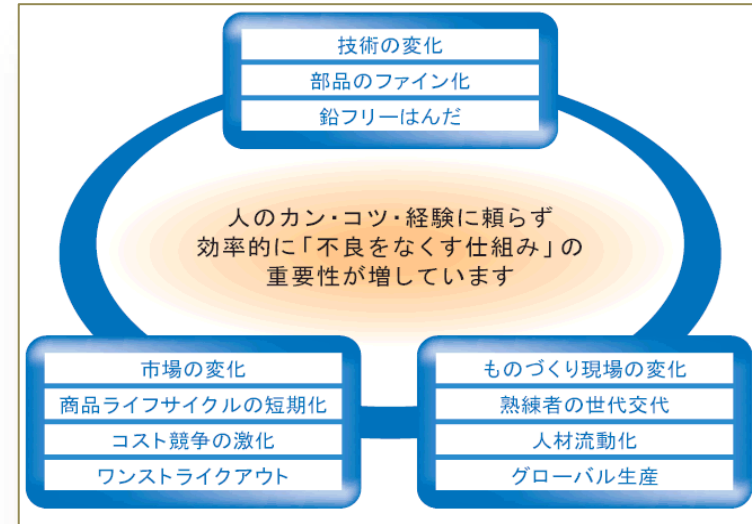
実装検査機が不良原因推定と改善案・手順を教示するシステムへ発展

# 体験事例：改善を知識資産化、実装検査ソリューションを事業化

■技術化→不良の再現・防止→3Mの原因解析→主要3工場で実証→公開（製品化）



検査のやり方・項目を見直し提案



# 体験事例：血圧計を小型化

小さいことはよいことだが、  
周辺技術の普及とともに進行させるべき！



小型だと低価格の進行が速い

開発で起きたこと...

センサ方式の変化が起きた>>>

世界初の半導体Si利用MEMS圧力センサ

Si平行ばね板 から Si(回路一体)へ  
ピエゾ抵抗型 から 静電容量型へ

センサが高い⇒バネ材に変えよう⇒Siセンサ回路一体に変更

# 体験事例：ネブライザーの開発

φ5μm-テーパ穴をレーザ加工

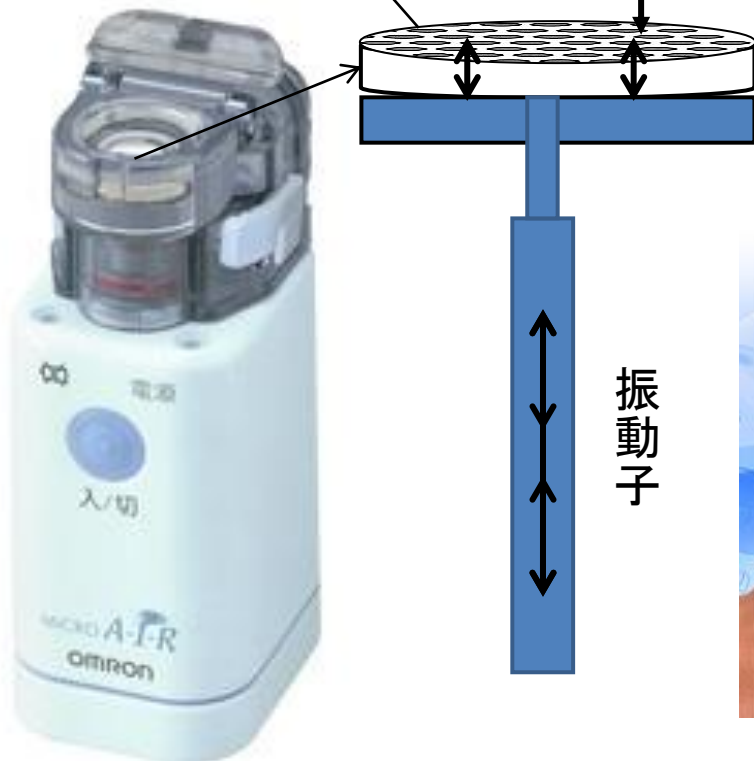
生産技術研究所

メッシュを開発

開発で起きたこと...

加工研究室が部品だけを受託開発していた  
霧が出ない！（原因は分業の行き過ぎ）

→ **メッシュと振動子の一体開発に変更**  
(品質工学を導入)



だれでも、どこでも、簡単吸入。  
世界最小※・最軽量のネブライザ。

※2006年7月現在(オムロン調べ)



**ご清聴ありがとうございました**

本フォーラムが、社業のご発展につながるよう、祈念します

## **A P P E N D I X : 開発企画の参考資料**

**「品質工学、m-trinity engineering、実験の実践事例」の解説  
並びに「機能発想による開発」の解説について**

リサーチデザイン研究所HP: <https://www.m-trinity.com> をご参照願います。

「機能発想による開発」と「技術資料室」のページに実践例を掲載しています。

PDF資料をダウンロードできます。



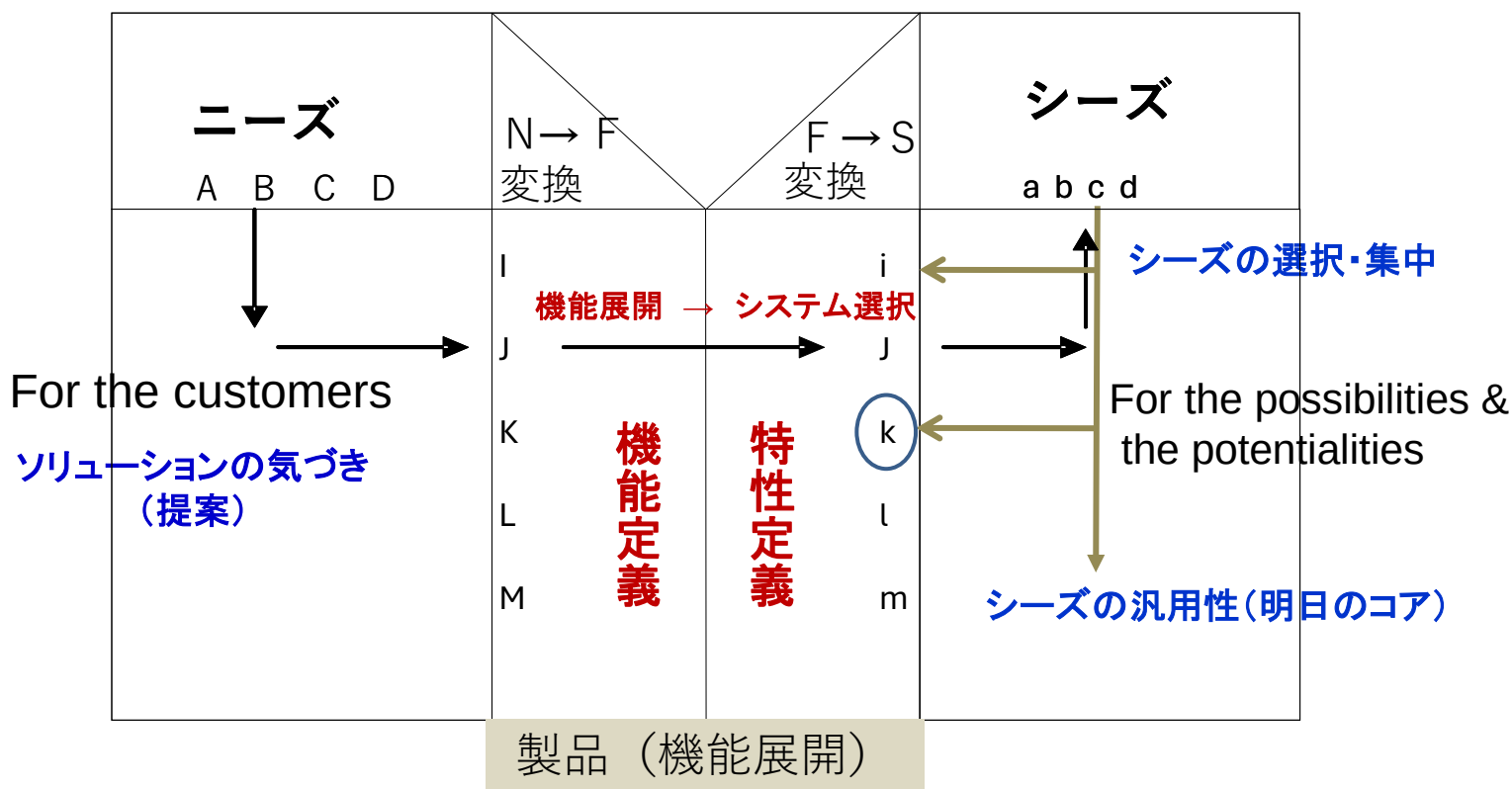
仕事の課題化ワークシート(どうなっているか→理想化)

| 関心ごとを列挙<br><br>与件事項<br>「困っていること」など | 事実の明確化<br><br>どうなっているか<br>(〇〇はXXなっている)<br>5W1Hで着眼 | 理想化<br><br>「あるべき姿」は？<br>項目間の関係性？ | 課題ステートメント<br><br>課題解決の仮説<br>(〇〇のため、△△をXXする) | アウトプットと活用<br><br>成果の想定<br>(〇〇となり◎◎に効果)              | 優先度 |     |     |    |
|------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
|                                    |                                                   |                                  |                                             |                                                     | 重要性 | 汎用性 | 緊急性 | 順位 |
|                                    |                                                   | 問題を棚上げて<br>良さを追求<br><br>【あるべき】   | 組織課題                                        | 後工程への貢献<br>製品への効用（先行・汎用・再現）<br>開発・生産の体質貢献<br>技術ライフ等 |     |     |     |    |
|                                    | 【問題群】                                             |                                  |                                             |                                                     |     |     |     |    |

# 製品群企画と技術選択のための「N-F-S展開」

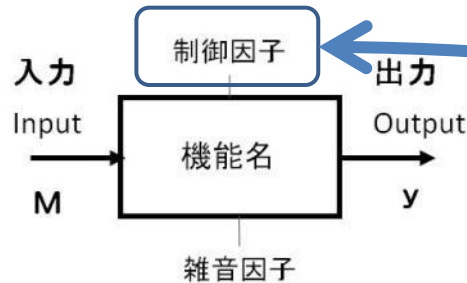
- 技術選択する前に、考える順として「N→F→S」にこだわる。
- シーズ選択肢は、無限にある。
- 逆変換すれば、シーズの汎用性(展開性)がわかる・・・群企画へ

## Need-Function-Seed Deployment



# 技術手段の仮説立て: ECRS-3Mマトリクス(強制発想するツール)

技術選択のための発想ツール: チームで、それぞれが書き、ディスカッションしてまとめる  
「ECRS-3Mマトリクス」からパラメータ設計への移行する



機能は汎用、手段は自由

| 変える階層<br>変える視点     | Material<br>素材の性質 | Manner<br>エネルギー作用 | Machine<br>道具化 | 評価指標        |
|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------|
| Elimination<br>減らす |                   |                   |                | 効率          |
| Combine<br>結合      |                   |                   |                | 付加価値<br>新規性 |
| Replace<br>置換      |                   |                   |                | 進歩・安全       |
| Simplify<br>簡単化    |                   |                   |                | 本質化         |
| 評価指標               | 選択の適正             | 効果の大きさ            | 生産性            |             |

効果・影響の大きさ ←

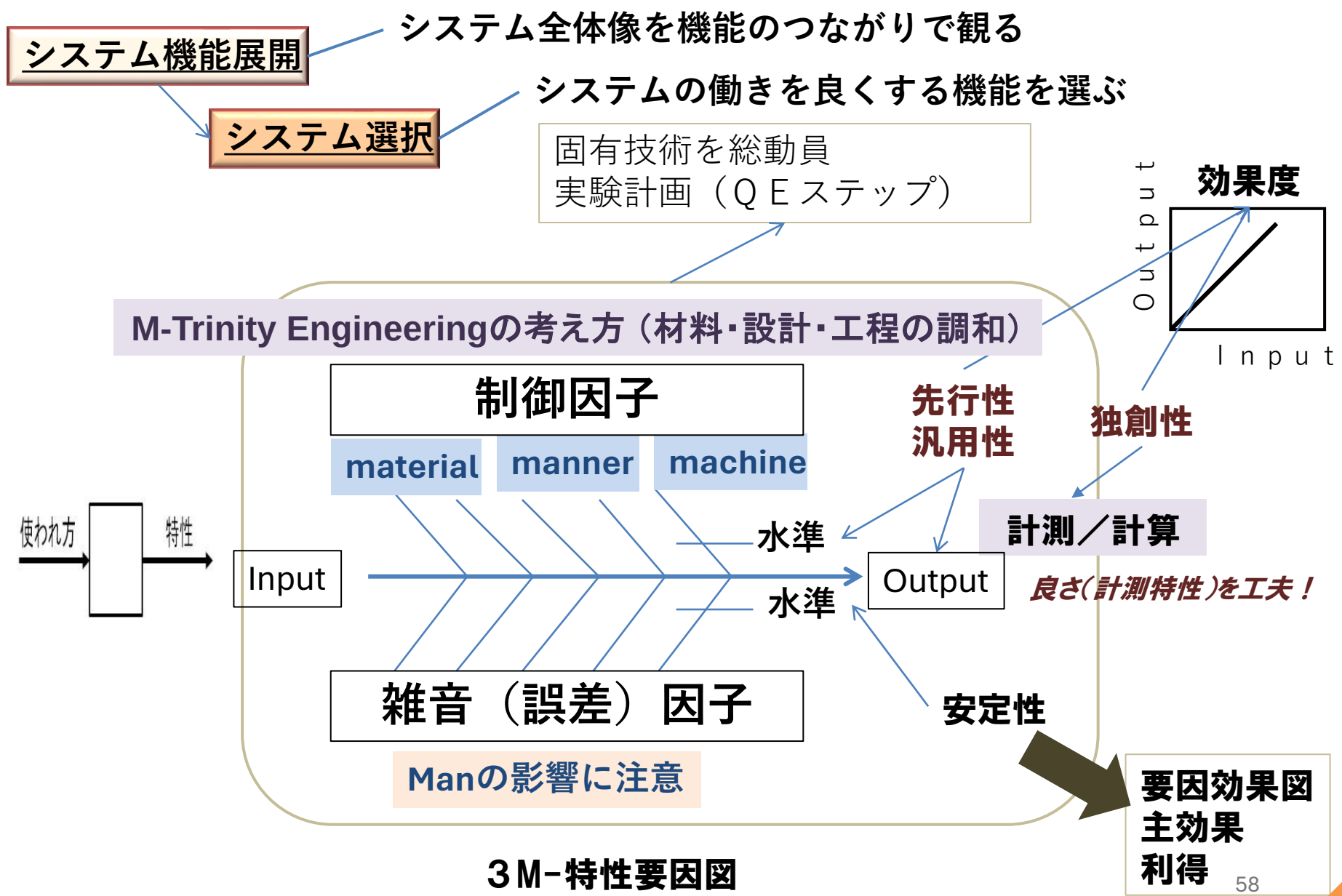
# 代替のアイデアだしの事例(ECRSー3Mマトリクス発想法の視座)

ECRSー3Mマトリクス展開:ナノ技術への応用例

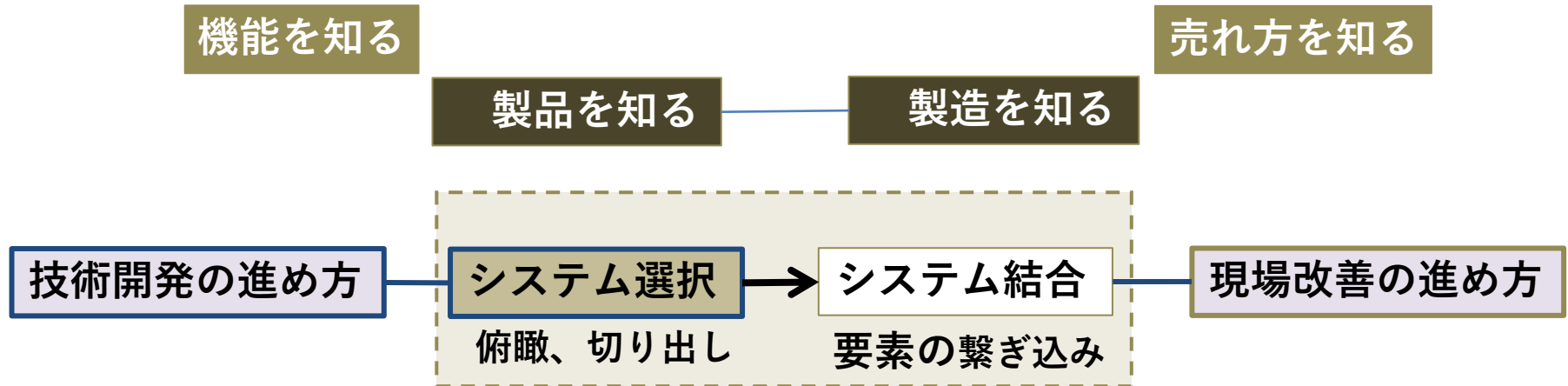
| 変える階層<br>変える視点     | Material<br>素材の性質                            | Manner<br>エネルギー作用                                | Machine<br>道具化                        | 評価指標        |
|--------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Elimination<br>減らす | 量・サイズ・種類<br>Siマイクロメカニクス<br>ナノ粒子              | 低エネルギー・微小<br>$\mu$ メンブレン・ナノ粒子によるセンサ高感度化          | 工程数・過程数・小型・電力・工数<br>ウェハ並列組立           | 効率          |
| Combine<br>結合      | 混合・共存<br>電路と絶縁の同時形成<br>(レーザー改質材料)            | 機能混合<br>機能の一体化<br>機械要素とセンサ<br>機械要素と回路要素          | 工程結合・複合法<br>静電容量組立精度計測<br>検査用センサ能内蔵化  | 付加価値<br>新規性 |
| Replace<br>置換      | 変更<br>Siに変わるローテク<br>有機フィルムMEMS<br>非単結晶基板MEMS | 変更<br>$\mu$ メンブレンセンサの<br>応用変更:光・熱・圧力・<br>振動など... | 工程順変更<br>組立後の $\mu$ 振動子分離             | 進歩・安全       |
| Simplify<br>簡単化    | 単一・単相・高純度<br>熱平衡型反応による<br>超微粒子の安定形成          | 廃棄・副作用防止<br>脱エッチング汚染<br>堆積型構造形成<br>ナノモールド工法      | 専用・汎用・分散<br>はんだセルフアライメント<br>静電力利用自走組立 | 本質化         |
| 評価指標               | 選択の適性                                        | 効果の大きさ                                           | 生産性                                   |             |

効果・影響の大きさ ←

# 3Mを軸にした特性要因で強制発想するパラメータ設計



# 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

# 実験計画のSTPD(ステップ)

## 【課題の定義】

See

### 【課題化シート】 WHY to do

- ・事実に基づく
- ・問題を棚上げ  
あるべき姿を考える

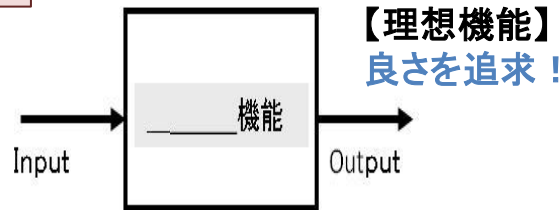
### 【システムの機能展開】

- ・システム全体が  
どうつながっているか
- ・どこを変えるか

Think

### 【開発機能の定義】 WHAT to do

- ・どう変えるか



- \* どこをどう変えるかの定義
- \* 開発成果がどこにつながるのか

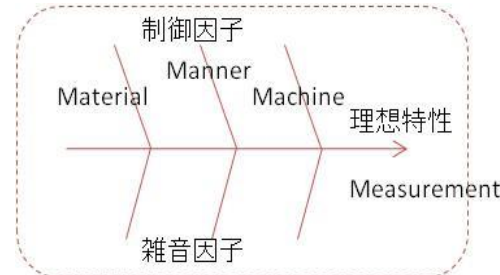
Why to do と What to do

How to do

経験と固有技術を総動員

Plan

### 【評価特性の選定、因子と水準の選定】



\* ボケ・偏り・きめつけの排除

### 品質工学を活用(技術仮説の評価)

### 【直交表への割り付け・評価特性の選定】

| 試行No | 因子 |   |   |   |   |   |   |   | 評価特性 |    |    |    |    |    |
|------|----|---|---|---|---|---|---|---|------|----|----|----|----|----|
|      | A  | B | C | D | E | F | G | H | M1   | M2 | M3 |    |    |    |
| 1    | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | N1   | N2 | N1 | N2 | N1 | N2 |
| 2    | 1  | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 3    | 1  | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |      |    |    |    |    |    |
| 4    | 1  | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |      |    |    |    |    |    |
| 5    | 1  | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |      |    |    |    |    |    |
| 6    | 1  | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 7    | 1  | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 |      |    |    |    |    |    |
| 8    | 1  | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |      |    |    |    |    |    |
| 9    | 1  | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 10   | 2  | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 11   | 2  | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 12   | 2  | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 |      |    |    |    |    |    |
| 13   | 2  | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 14   | 2  | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |      |    |    |    |    |    |
| 15   | 2  | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |      |    |    |    |    |    |
| 16   | 2  | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 |      |    |    |    |    |    |
| 17   | 2  | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 |      |    |    |    |    |    |
| 18   | 2  | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 |      |    |    |    |    |    |

Do

実験

- \* 仮説の妥当性評価
- \* 要因効果
- \* 最適条件(実験範囲)

要因(主効果・水準)を見つけ、結果を出す

仮説を作り・・・評価する

↓実験を修正↓成功へ

# M-Trinity Engineeringによる「材料・設計・工程の調和開発」 製品革新、SC共創、知的資産創成、データドリブン経営に資する

1. モノづくりでは、仕事の対象把握を行い、仕事を目的とする機能で捉え、
  - ・目的機能を構成する幾つかのサブ機能（仕事）に分解し、サブ機能を機能展開し、目的機能を関係づけする。
  - ・目的機能とサブ機能には夫々入力と出力を定義し、仕事の機能全体を校正し、関係づけを完了する。
  - ・サブ機能の仕事の入力と出力を工夫すると出力に後工程満足が生まれる。  
＜データドリブンの後工程満足＞となる。
2. 自社の製品の入力に客が使う条件、出力に製品の性能を定めると、機能評価により製品の特性とその安定性が計測できる。
  - ・自社製品のサプライチェーン（SC）源流企業から調達する素材や部品の機能性評価を行うと、戦略調達できる。  
自社の製品階層のモジュールや機器の製品開発と必要な機能の技術開発ができる。
  - ・市場でのニーズと自社製品の機能とその必要特性、さらにその機能と特性に必要な技術の抽出には、N-F-S展開を用いる。  
専門技術知識を総動員して必要技術が抽出できる。
3. 必要技術と製品の理想機能が決まると、要因効果図（特性要因図）の入力と出力に製品機能を置く。
  - ・製品の出力（理想かつ独創の特性）と入力（使う条件）を特性要因図の要因部位（フィッシュボーン）に置き、フィッシュボーンの片側に当該機能の制御因子（特性要因）を置き、フィッシュボーンの反対側に誤差因子（ノイズ因子）つまり特性にばらつきを与える要因の因子（特性の安定を阻害する因子）を置く。
  - ・因子選定の視野が偏らないため、SCの源流の技術を活用するため、制御因子と誤差因子を、Material, Manner, Manufacturingと置くようにする。筆者がIE (Industry Engineering)の4MからMan(管理技術)を除いた3Mを技術の要因と見るように定義した。この3M要因で技術を考えるようにすることを、筆者はm-trinity engineering と命名した。
  - ・エネルギー変換を用いる機能の開発のためのパラメータ設計に用いている。  
理想特性を計測可能にし、理想特性を実現する。理想特性の工夫で製品機能の高度化、独創化が可能になる。  
独創性がある機能特性を実現する3Mの制御因子と水準ならびに機能を安定にする雑音因子と水準は、開発を繰り返すごとに確度が高まる。特性要因図の入出力と各要因と水準はすべて＜開発組織の知識資産＞となる。  
守るべき技術資産・知識資産となり、再利用をするので経営に大きく貢献する。
  - ・機能特性をSCに示すことにより戦略調達になる。SC共創のイニシアティブ又は影響力になる。  
製品開発では、顧客サービスまたは満足になる。製品を改善するとき、次なる顧客満足、顧客の進化への提案となる。

以上のように、材料—設計—製造の調和開発(m-trinity engineering)は、データドリブンな開発を実現する考え方、方法です。  
データドリブンさらに言えば計測ドリブンの知的資産です。

経験や勘に頼るのではなく、それらを分析することで、企業戦略などの意思決定を行うことができます。