



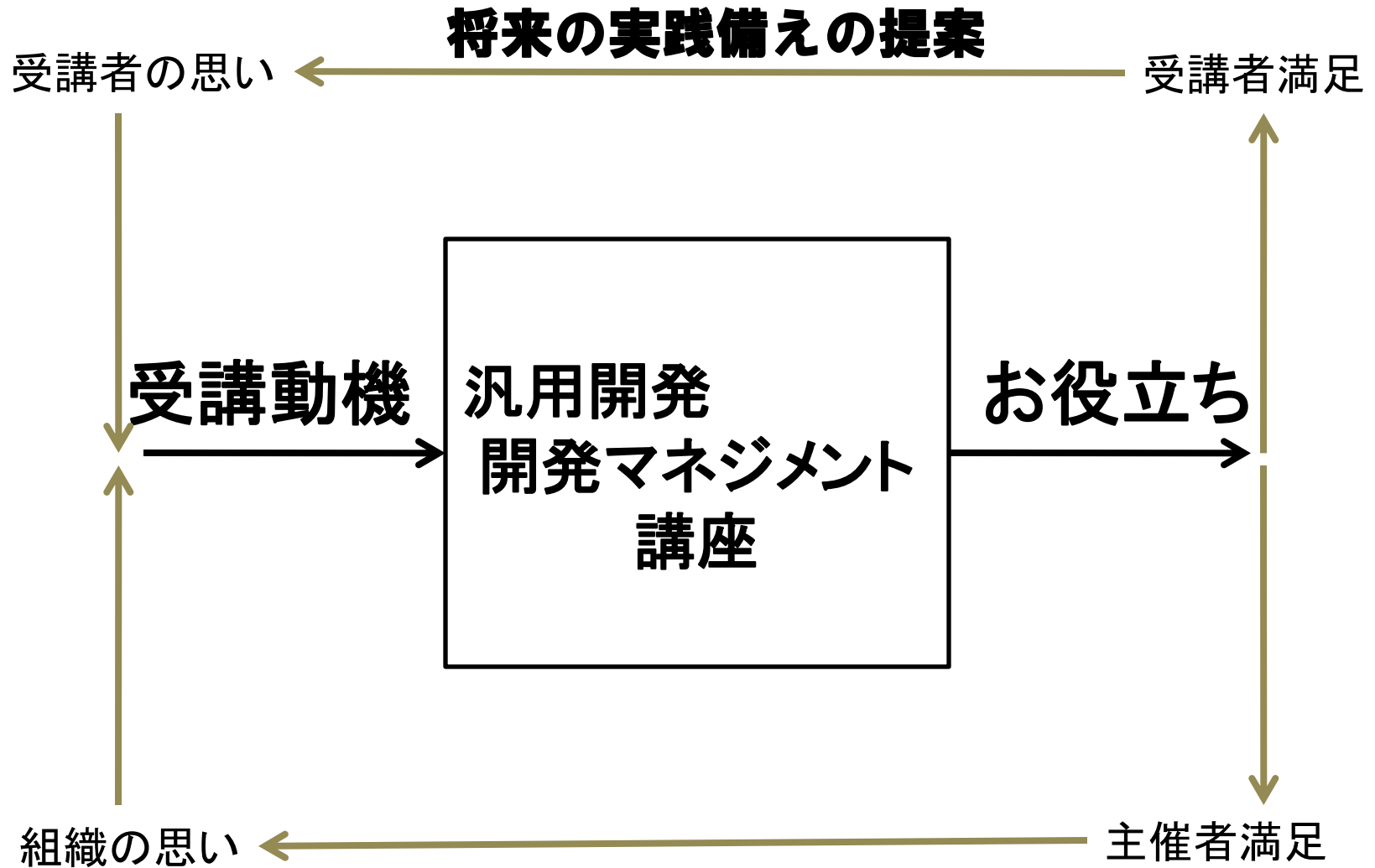
汎用開発・開発マネジメント講座

機能で考えるモノづくり、仕事づくり

講座の狙い: 開発企画の大切さ、顧客満足と経営満足を両立する!

滋賀医科大学 バイオメディカル・イノベーションセンター副センター長
京都府特別技術指導員
平野 正夫

Mail: masao_hirano@m-trinity.com



1. 開発の企画・計画の**考え方**

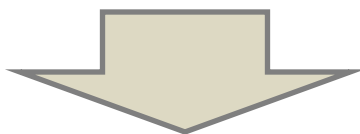
- 1) 顧客満足の積み込み
- 2) 経営満足の積み込み
 - ・・・製造から開発を見る
- 3) 進化を持続する開発
 - ・・・技術開発のあり方
- 4) 個人力を発揚する「チーム開発」

2. 開発の企画・計画の**進め方**

- 1) 製品・プロセスを機能で発想する
 - ・・・機能発想になれる
- 2) 製品の企画・開発の工夫あれこれ
 - ・・・課題化、パラメータ設計の手順

1. 開発の企画・計画の考え方

モノづくりとその変化を俯瞰する



- 1) 顧客満足の積み込み
- 2) 経営満足の積み込み
- 3) 進化を持続する開発
を考える

モノづくりは「製品とプロセスの両輪の活動」

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
(川上／川下連携)

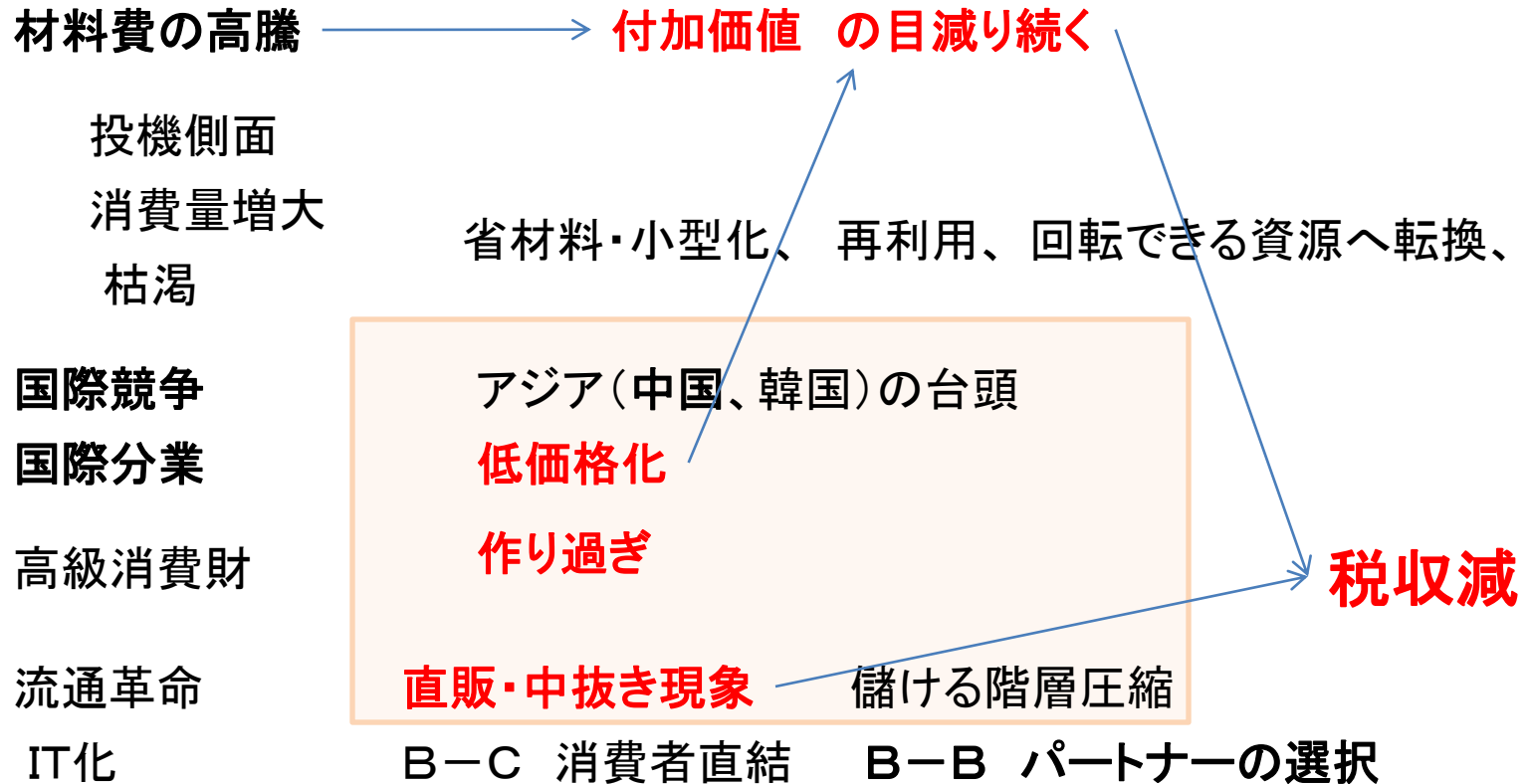
調和発展



■製品機能、プロセス機能化など、形に見えないことが選ばれる条件、付加価値の源泉

	製品革新 顧客満足	プロセス革新 経営満足
技術	先付け・コアへ集中	生設一体プラットフォーム
製品	機能(性)の味付(提案型) 設計プラットフォーム 潜在需要発掘	新製品垂直立ち上げ 生産プラットフォーム 変種変量生産
生産	デマンド・チェーン	需要同期
市場	製品のシステム化 ・ 垂直分業 ・ サプライチェーン 企業間の共創	

今は、大きな変化期

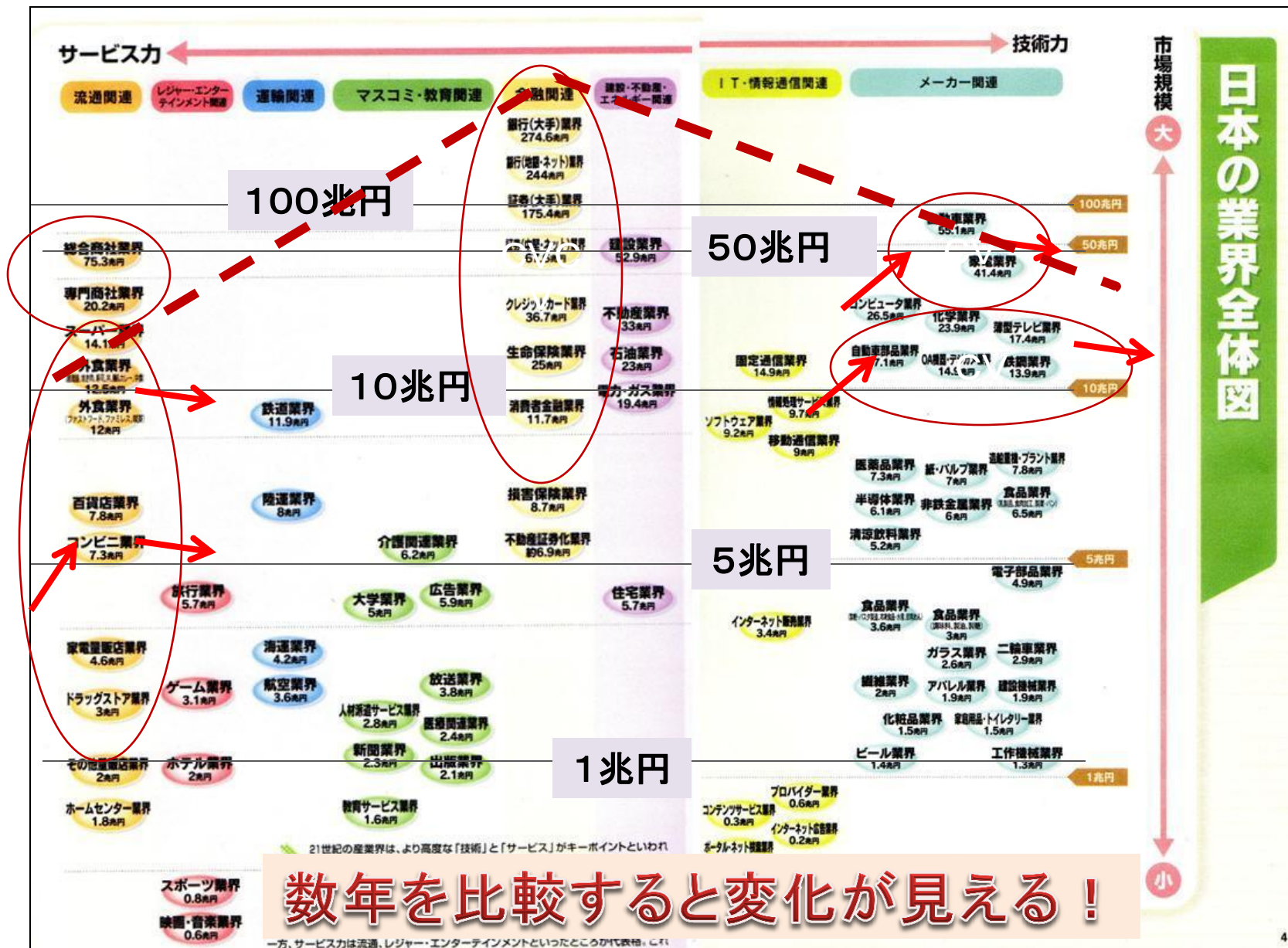


企業名で見る → 産業構造から見る → 製品の連鎖が見える！

国際競争 → 需要とみる
円高基調 → ○にする手を打つ

業界地図

技術とサービスが注目される。金融が屋根の柱。

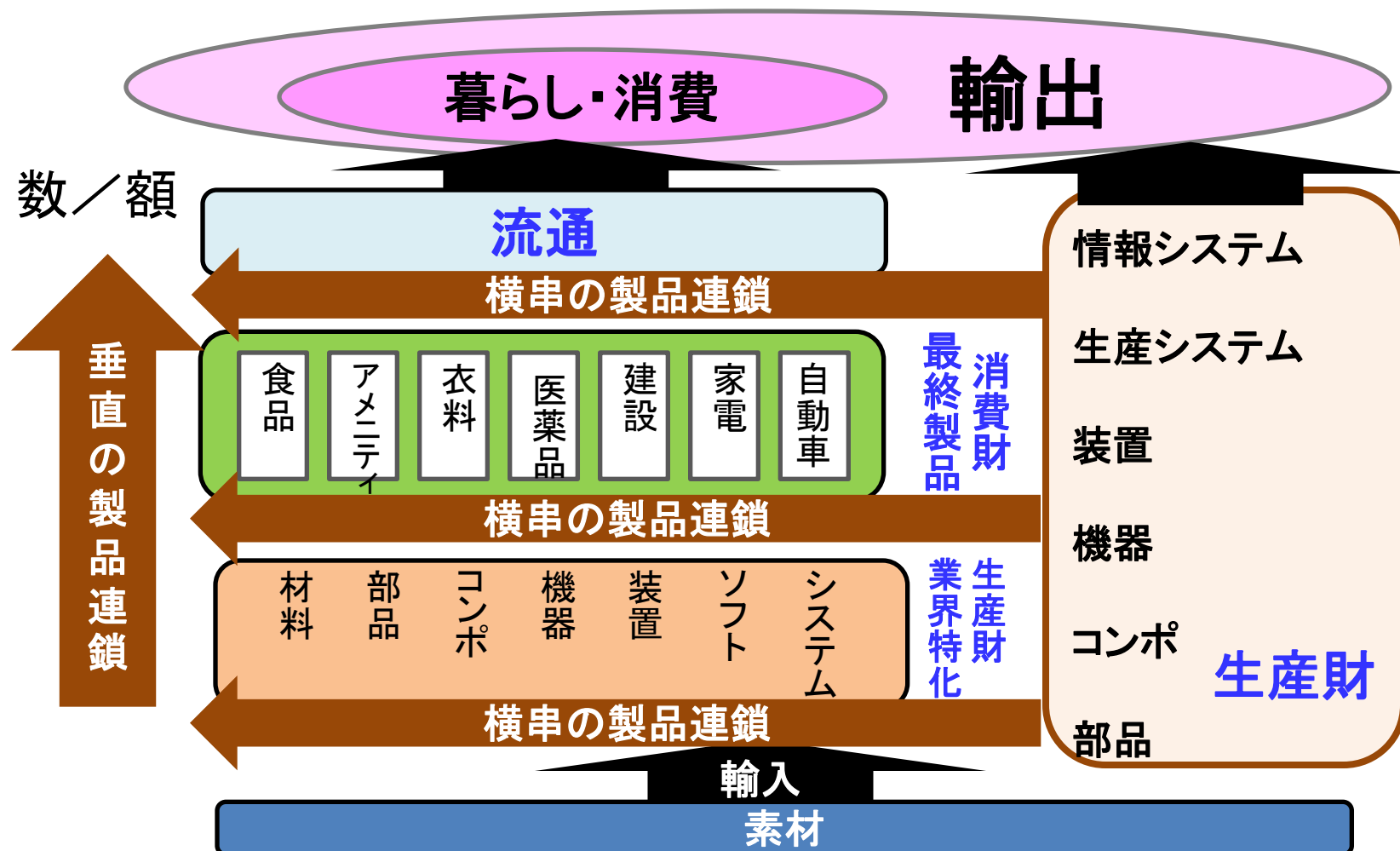


「産業構造を俯瞰する」



■消費財(タテ)と生産財(ヨコ)の連鎖

■流通・消費財の伸び・今後の変化、客から遠い輸出型消費財へのうち手は？



モノづくりとその変化

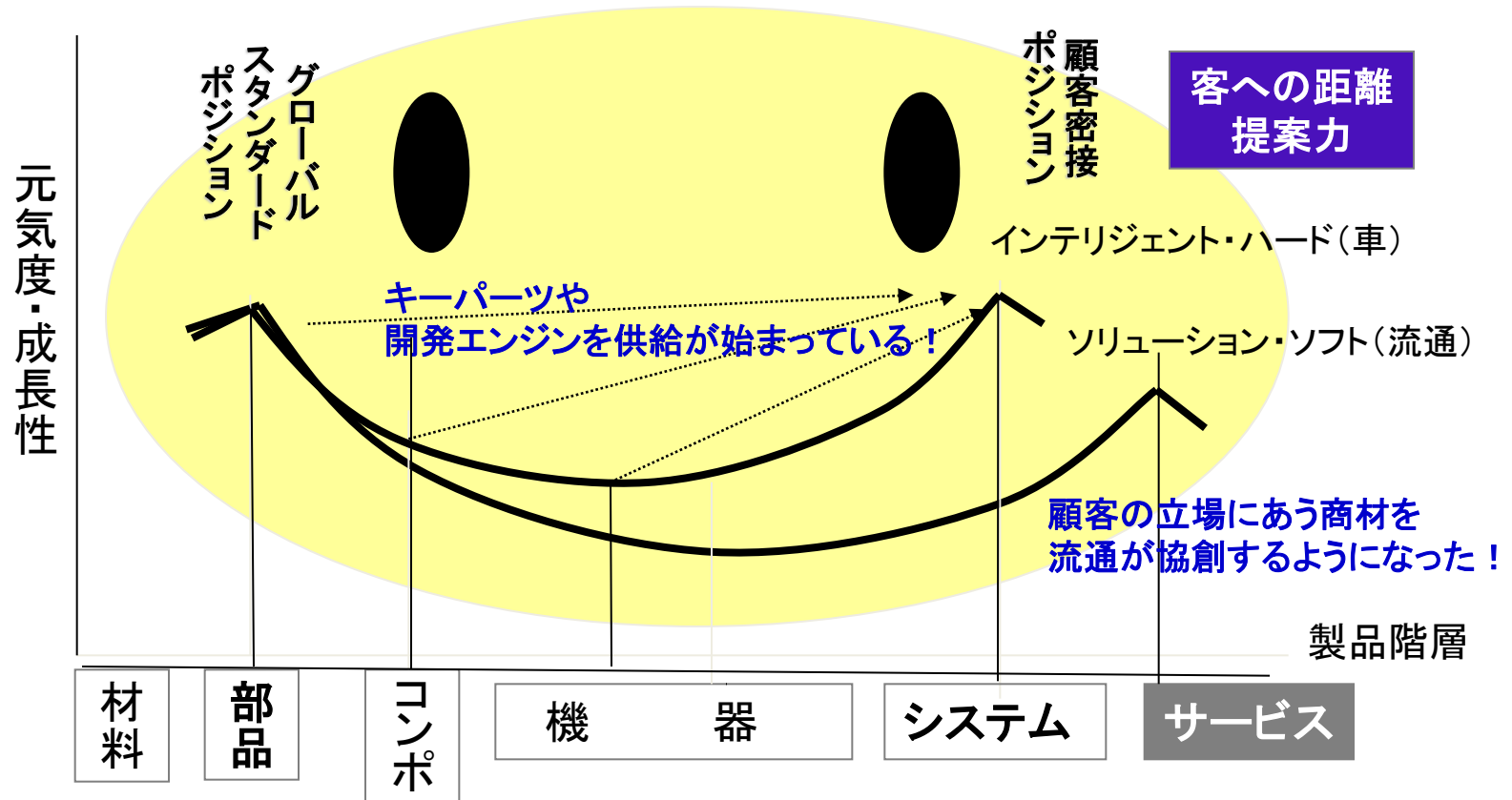
「サプライチェーンと製品連鎖」



Trinity Engineering
Research Design Institute

- 元気組みは、概ね、スマイルカーブの両端に位置する。
- 元気度が、製品機能・プロセス機能で連鎖している。
→選ばれるには、「独自性」「顧客への提案力」「開発と生産の対応力」・・・が必要

21C型開発



開発の企画・計画の考え方

これまで

- ・製品の個別最適
- ・プッシュ型開発
- ・製品ライフの短サイクル化
- ・プロダクトアウトのモノづくり
- ・横並びの開発
＝競争型の開発
- ・

これから

- ・製品群企画と汎用開発
- ・生設一体・統合開発
- ・ライフサイクルマネジメント
- ・マーケットインのコトづくり
- ・提案型の開発企画
＝独創性の追求
- ・川下製品とのネットワーク

ギアチェンジ

モノづくりのほか、サービスと流通もマークしておきたい

●仕事の全体最適		システム発想を使う
●開発革新・製品の味付け		機能発想(品質工学)を使う
●プロセス改善・革新 生設一体・技術伝承		IE的発想(Trinity Engineering)を使う
		チーム力(ヨコ型マネジメント)を使う

⇒仕事のデザイン(成功要因を積み込む企画)を行う!

計画なくして成功なし

～仕事デザインのススメ～

オフラインの仮説・検証(繰り返し)こそ開発
後工程満足でありたい

「問題だらけ」からの脱却



■ 工程条件の過度な変更が原因 ……続けるうちに「原因がわからなくなる」
「元に戻せなくなる」

診断が必要

→問題をよしとして取り組む！

新製品の立ち上げに時間がかかる

不良がなくなる理由

開 発		製 造	
材料	設計	工程	管理
○	○	○	○
○	○	○	標準不履行
○	○	常時変更	×
○	○	設計押し込み	×
不明	変更	常時変更	×
ブラックボックス			
指定	指定	設計押し込み	？

[対策]

戻す

改善

逆提案

繋がらない

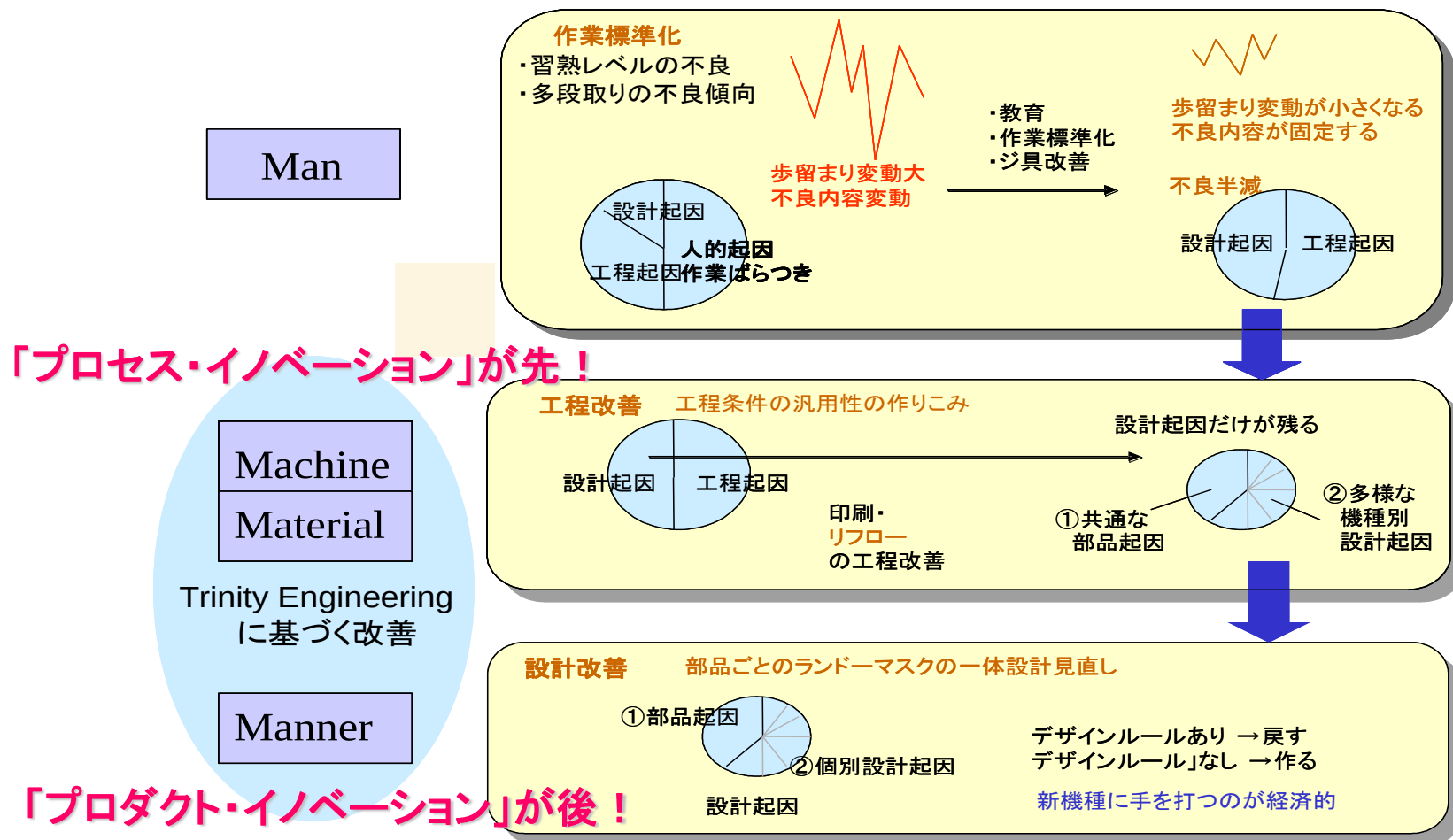
変更管理ができていない

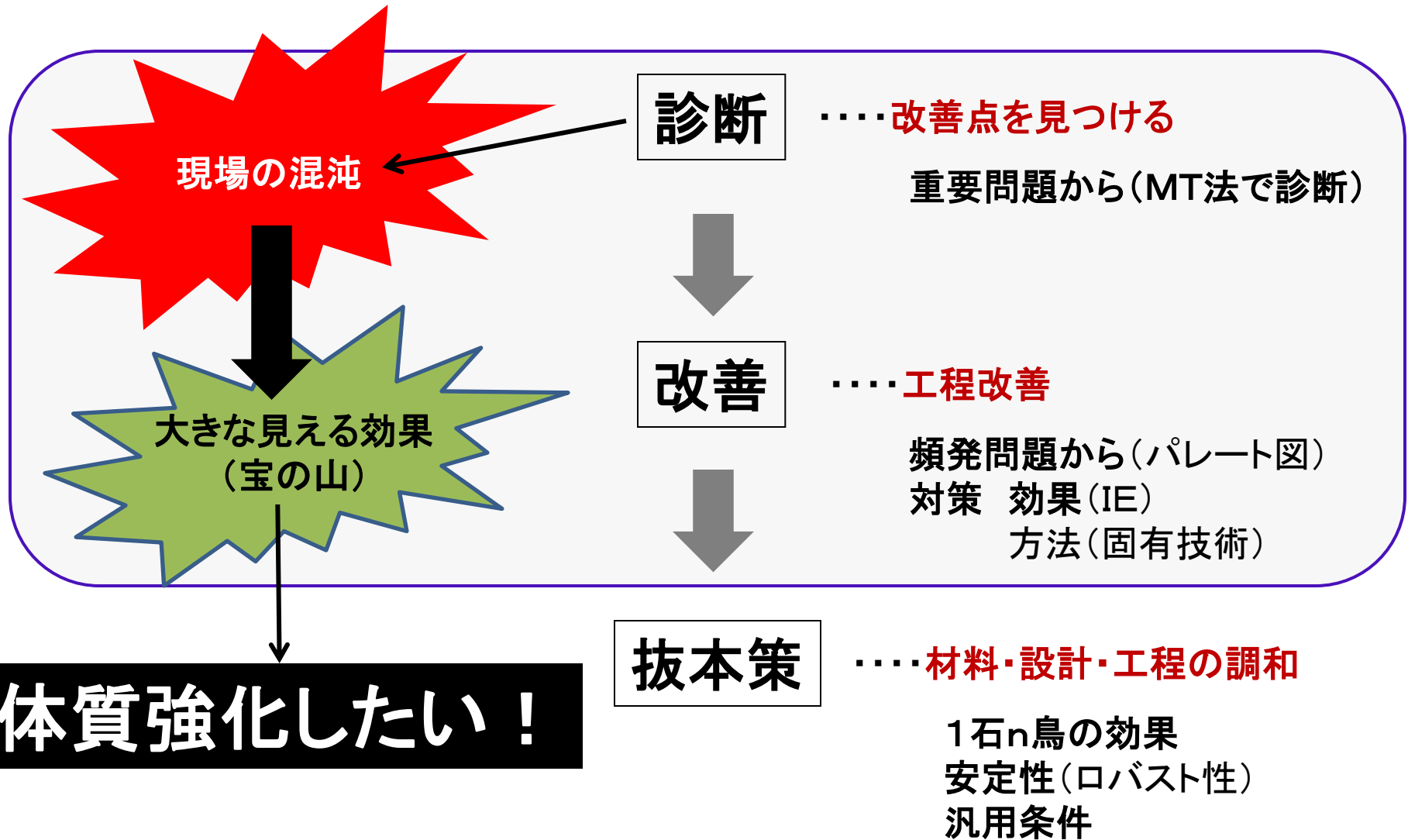
製造改善の手順



Trinity Engineering
Research Design Institute

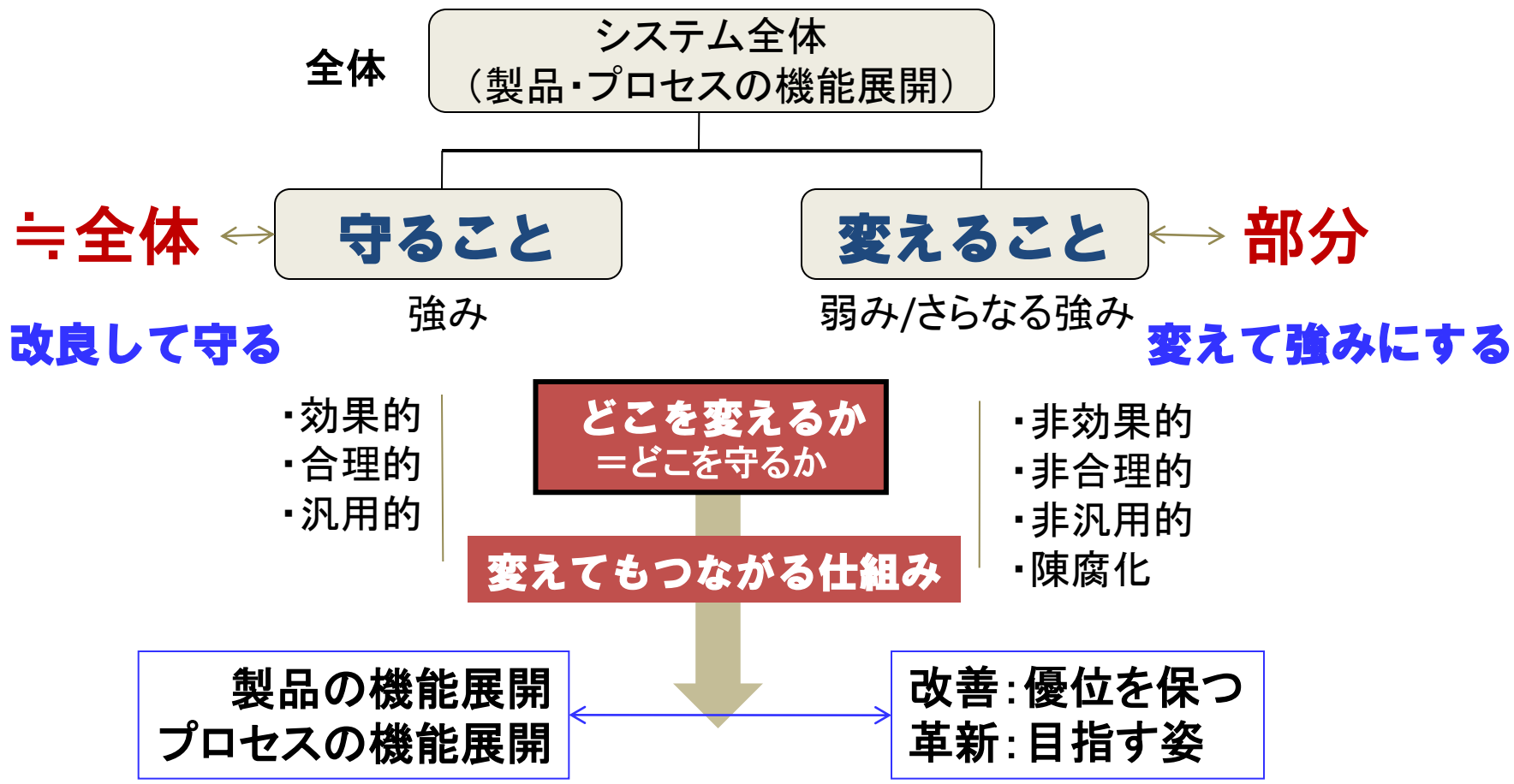
- ・作業標準化→工程改善→設計改善の順に進めることがポイント
- ・Manへの対応を飛ばすと、改善効果がばらつく（しくみ化／機械化・ジグ化をしないと逆戻りする）



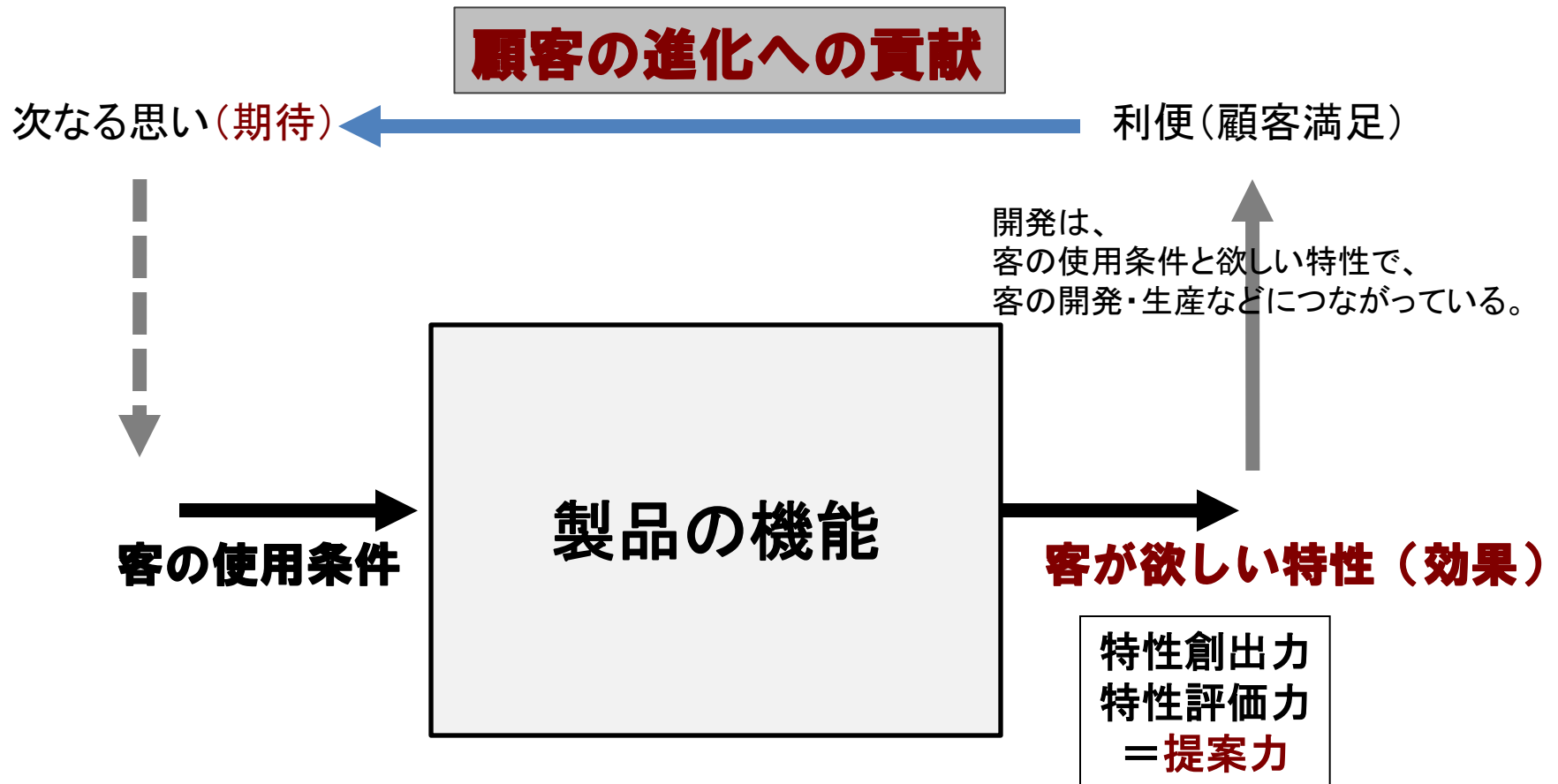




- 仕事全体や製品群の「全体」を俯瞰し、「機能のつながりを仕組化する」
- 仕組みが機能化されると、「手段が変化しても、入出力の関係性は変わらない」

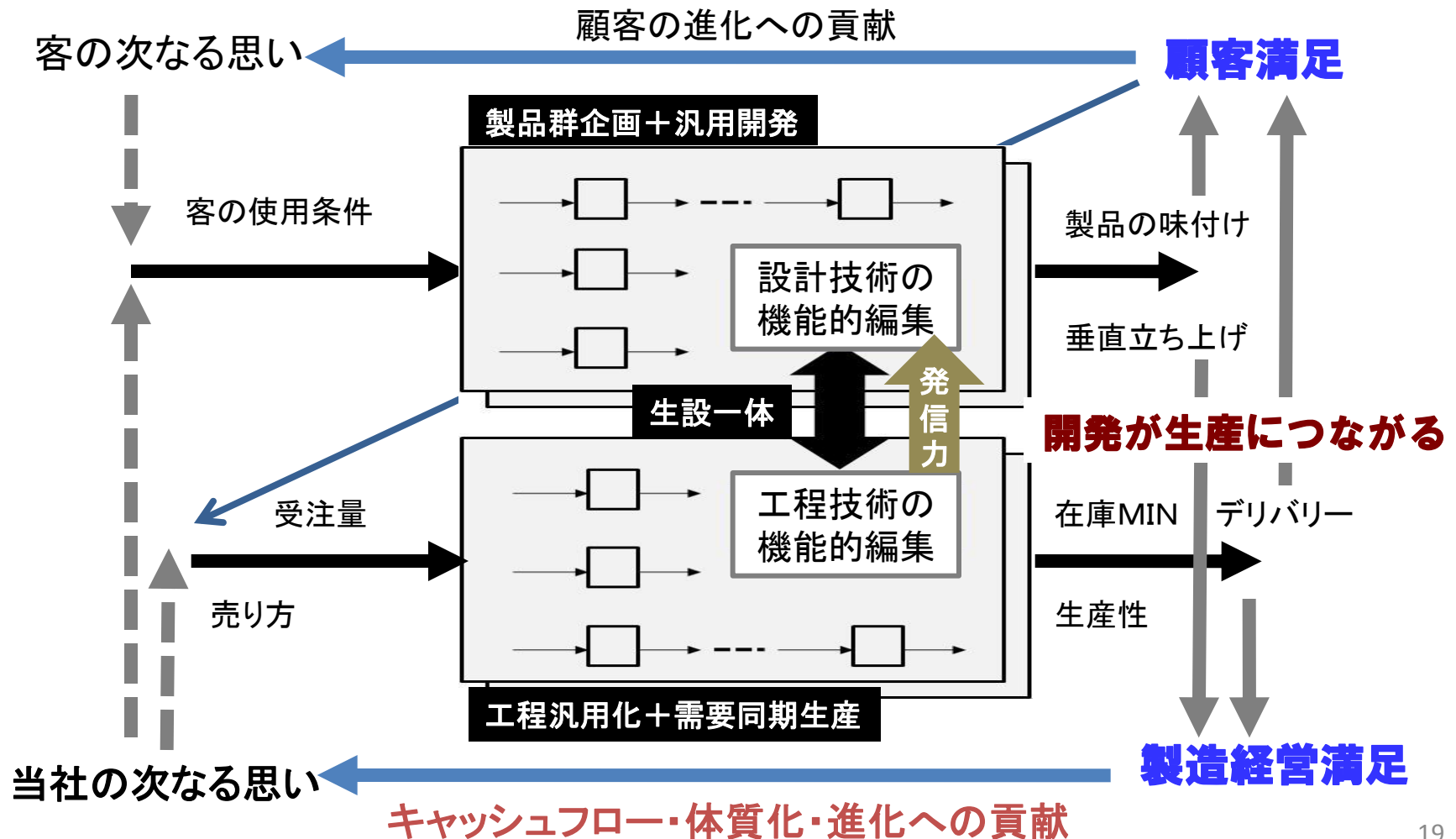


- 重要な製品評価： 様々あるユーザの利便の特性化を図り、データを提供する
- 生産財では、「客の現場の進化」を提案し、継続的な期待を引き出す



「経営満足」を生み出す生産革新

- 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、製造の発信力により実現させる



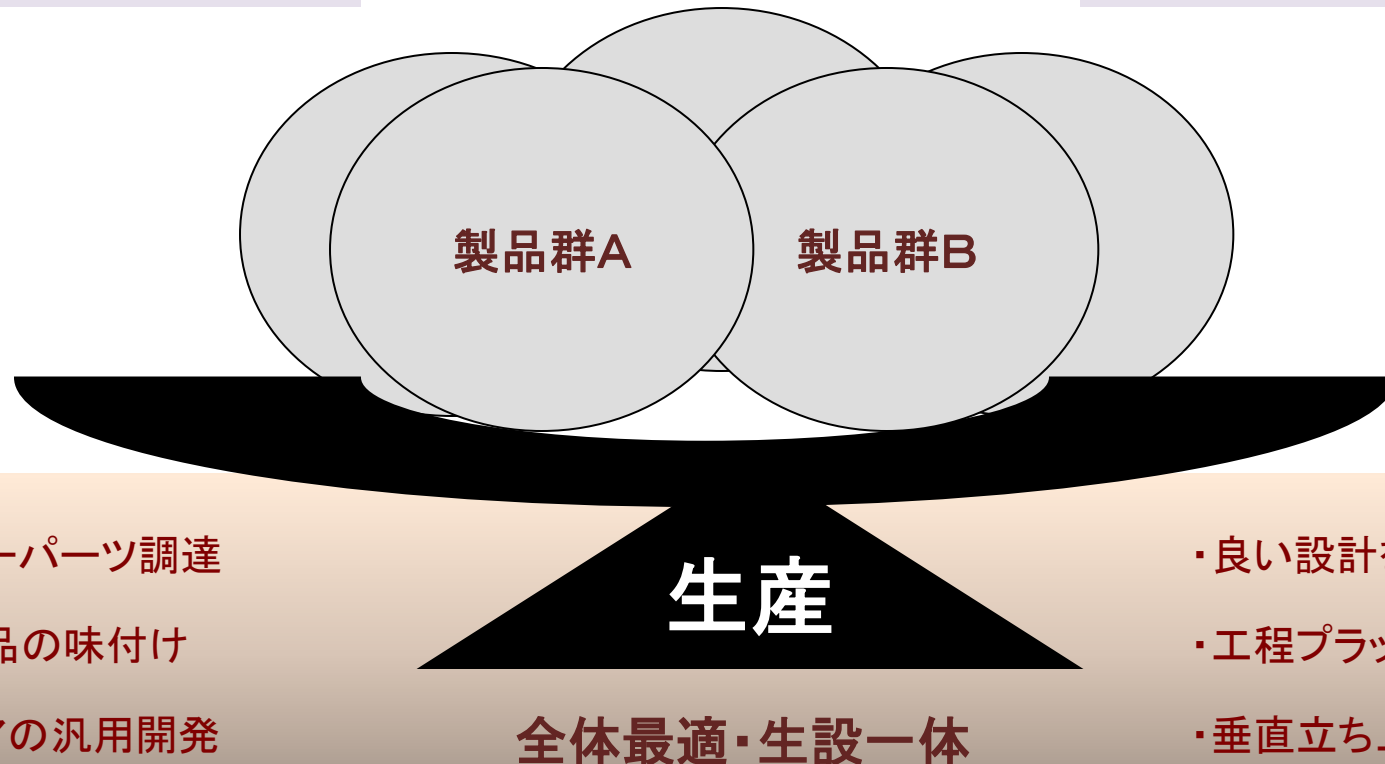
☆「自社の生産の特質」を知って、立上げ易い製品開発を行う

開発

1製品
企画から立上げまで
開発コスト

製造

製品群
製品ライフ中作り続ける
キャッシュフローの塊



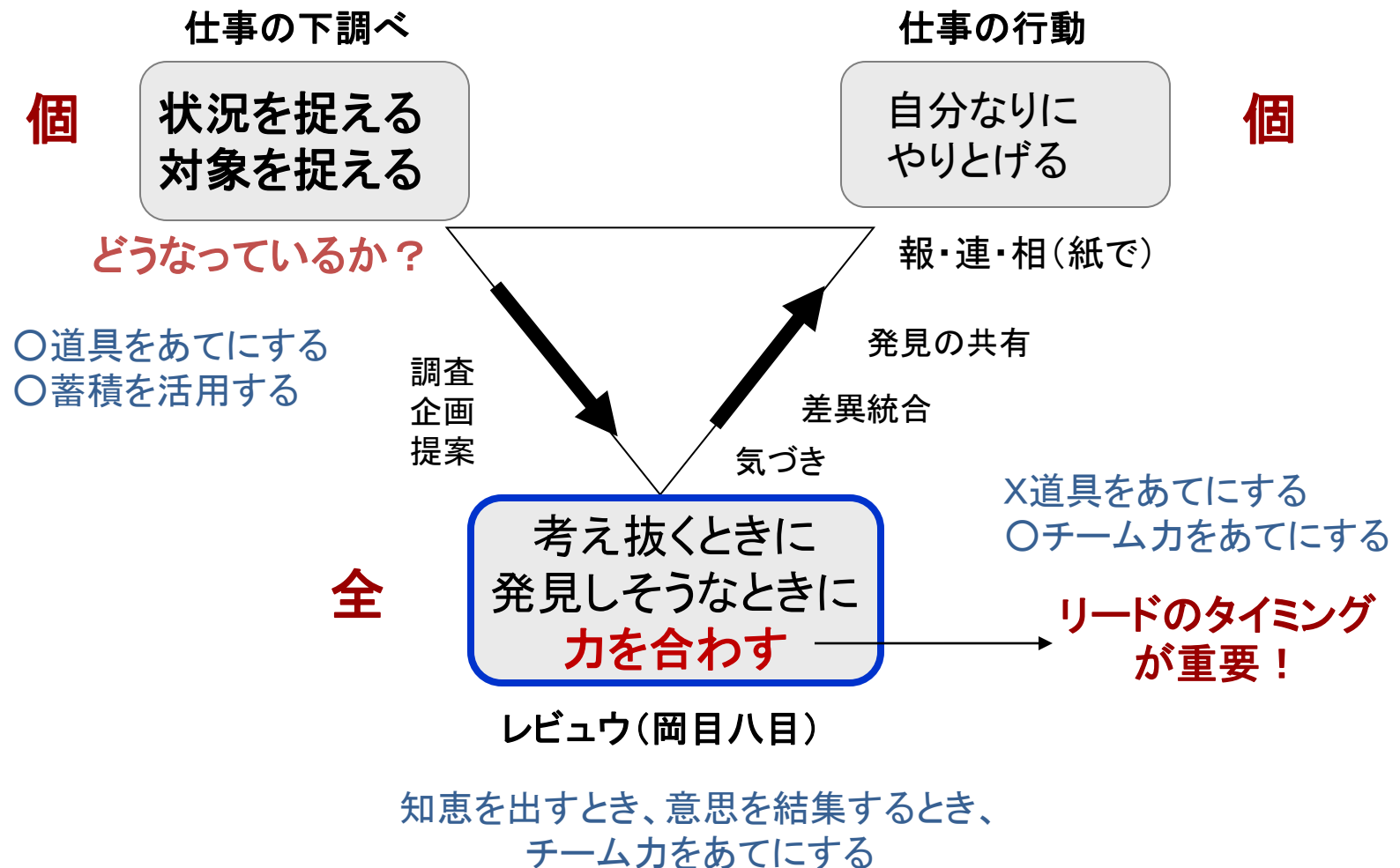
開発の企画・計画の進め方

チーム型開発のススメ

差異統合から発見の共有へ



- 「一人でやるとき、チーム力を使うとき」のメリハリをつけるのが組織型開発
- 一人でやるとき: 偏らない発想・記述式の課題化シートを用いるなど工夫する



「材料・設計・工程の調和」による技術化

Trinity Engineeringの活用



Trinity Engineering

Research Design Institute

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

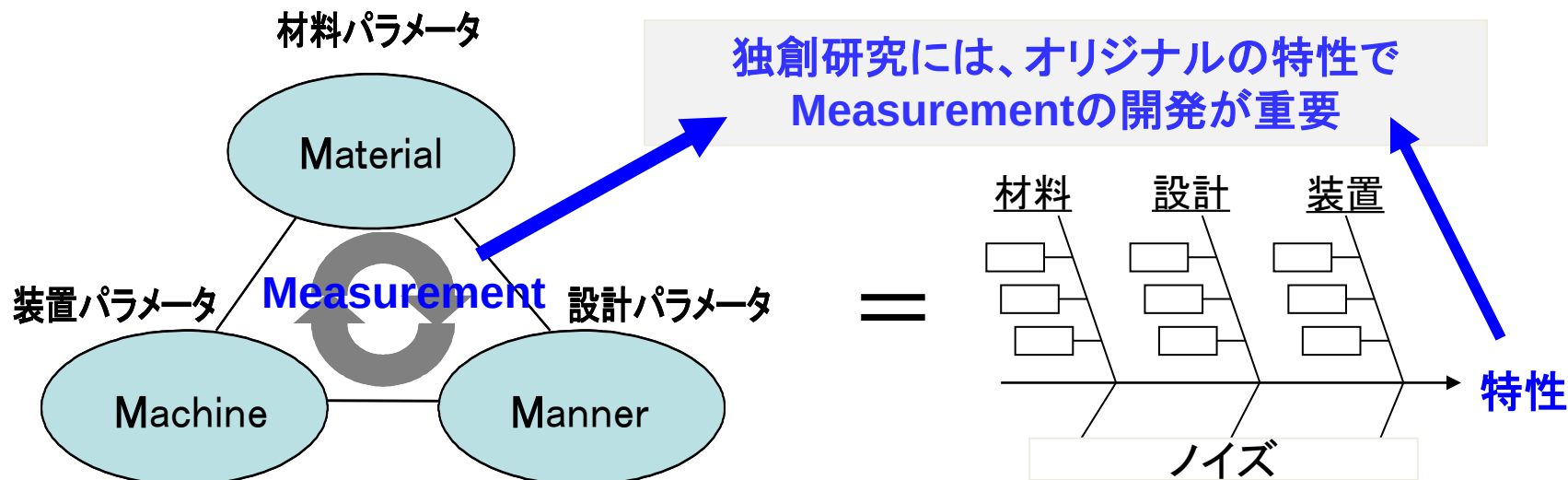
• 研究を生産へ円滑につなぐ／生設一体のために、3Mを調和的に進化させる

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

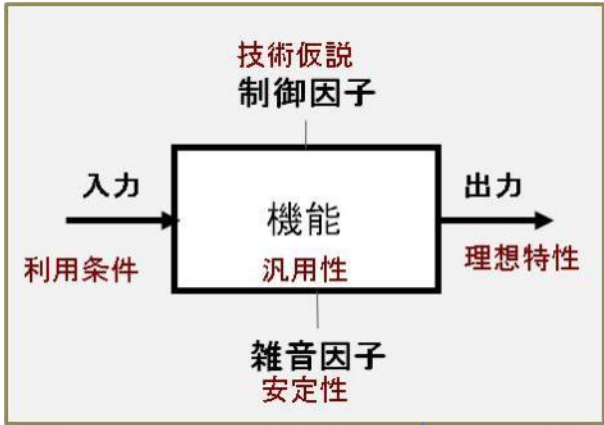
Trinity Engineering

偏りが小さい技術仮説化

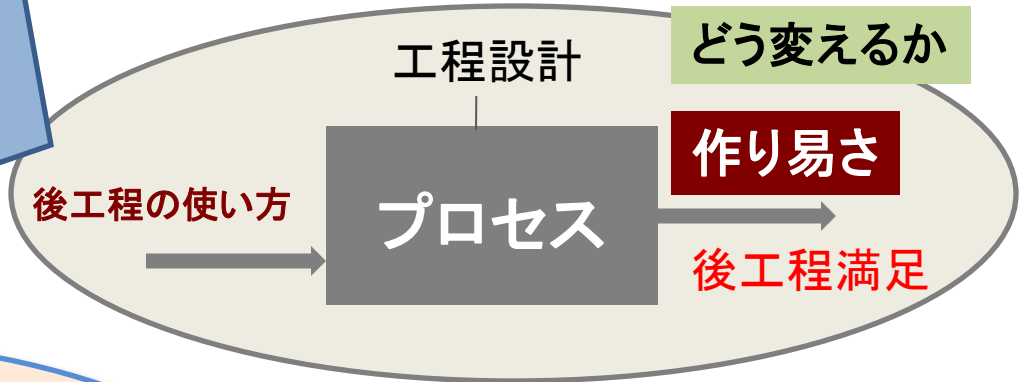
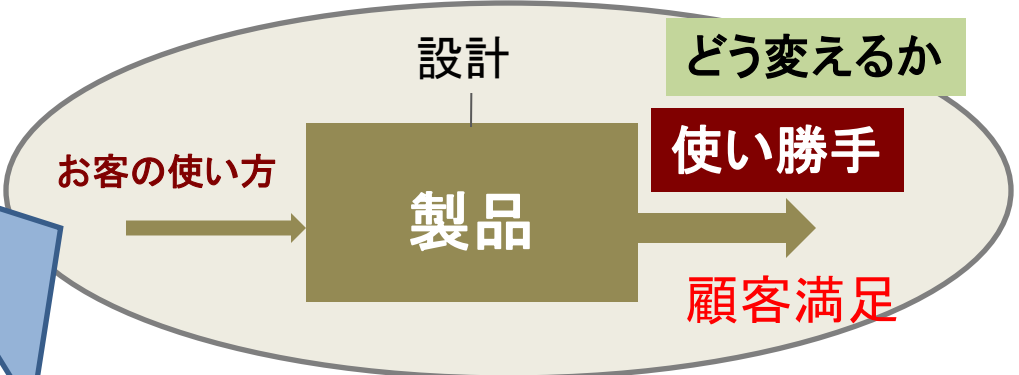
製品やプロセスを「機能発想」で変革する



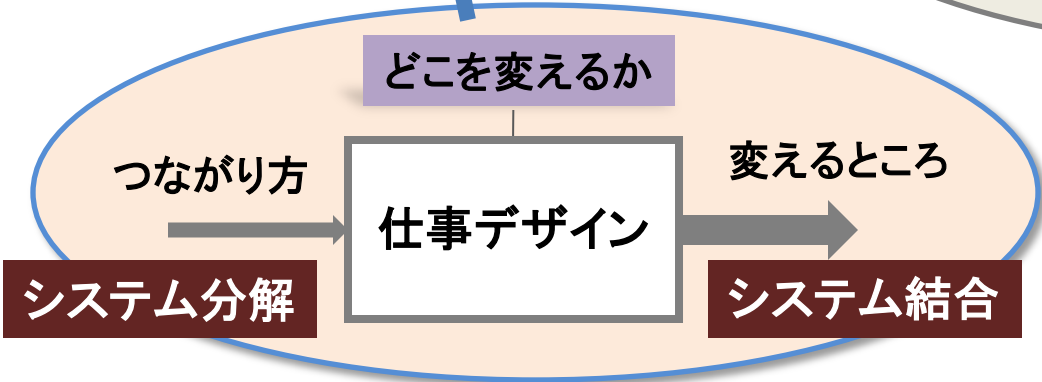
品質工学の機能の考え方



注力するアプローチ：
課題化プロセスを重視



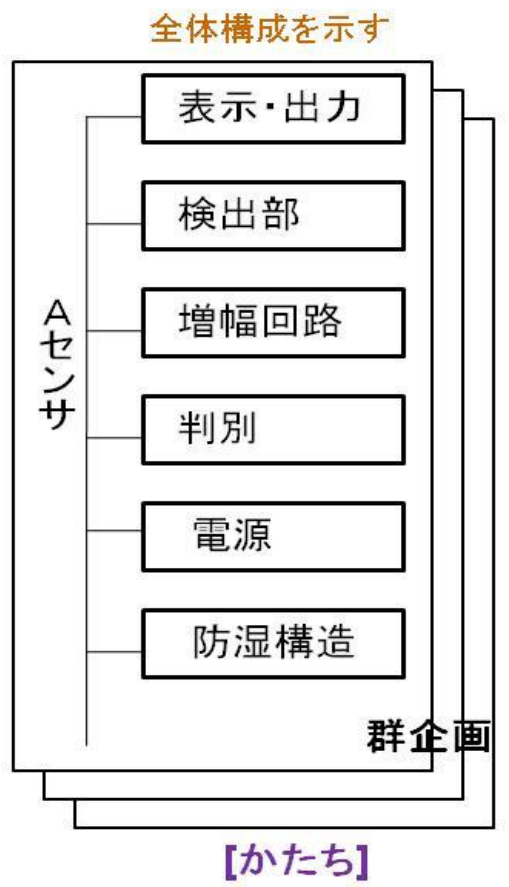
注力するアプローチ：
自社らしさ・独創性



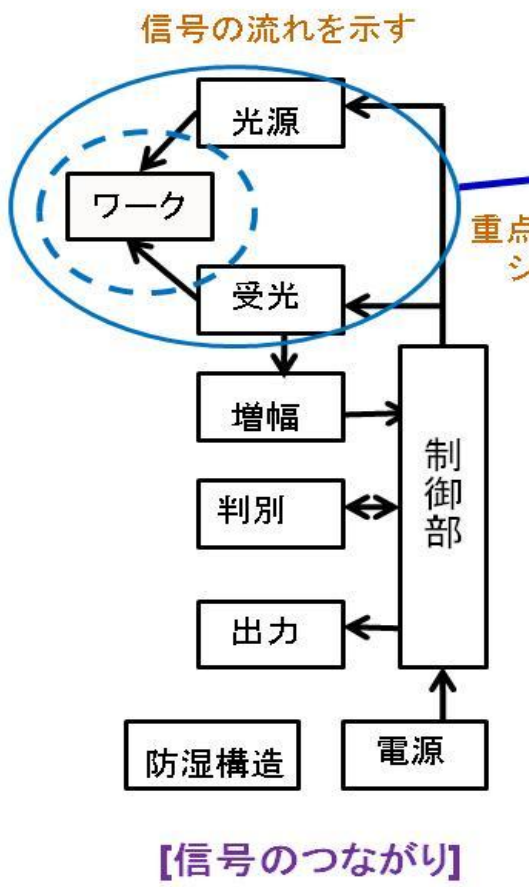
- 製品もプロセスも機能で表現できる
- システムを分解してサブシステムの機能を定義する
- サブシステム間の機能のつながりを見つける
- 心臓部となるシステム、客の使用と関係するシステム(バラエティの持ち方)を検証する

どこを変えるか！

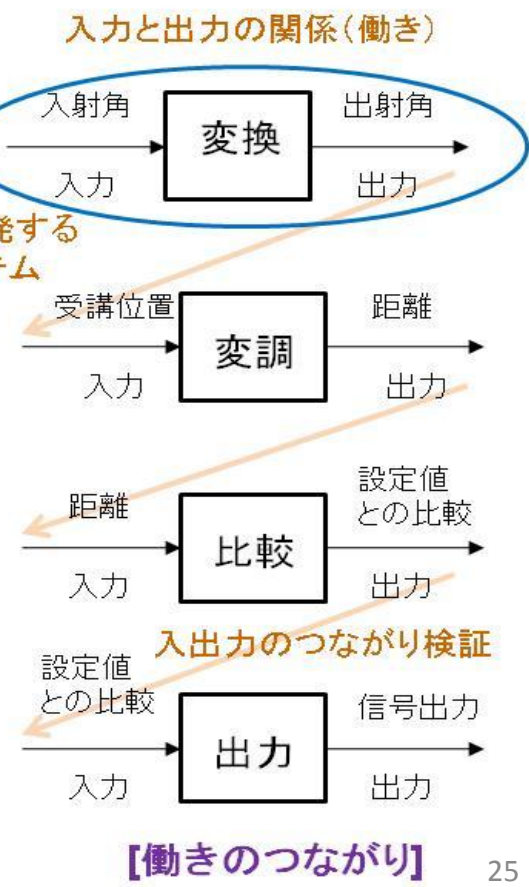
ブロック図
形で見える



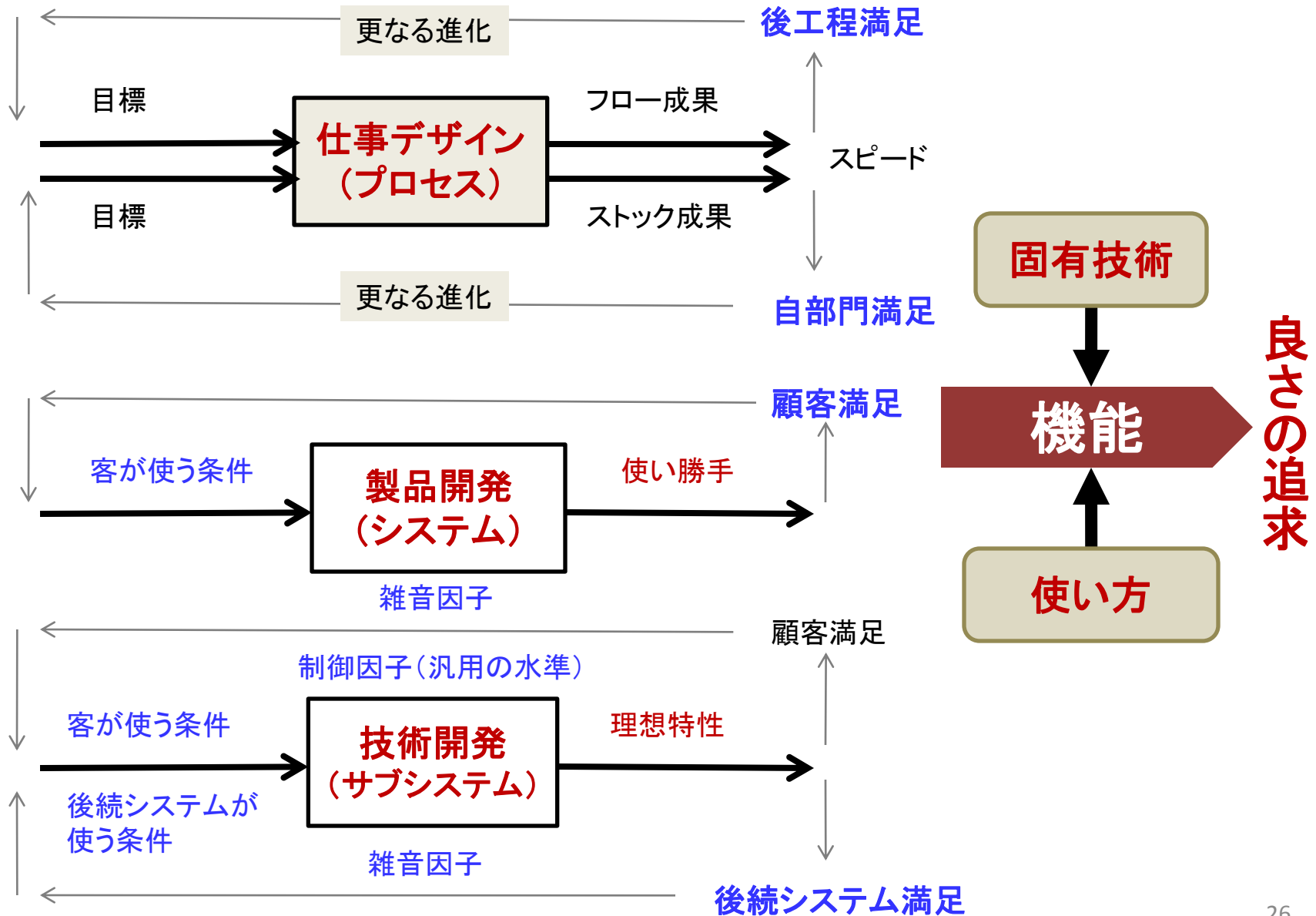
フロー図



機能展開図
形で見えない

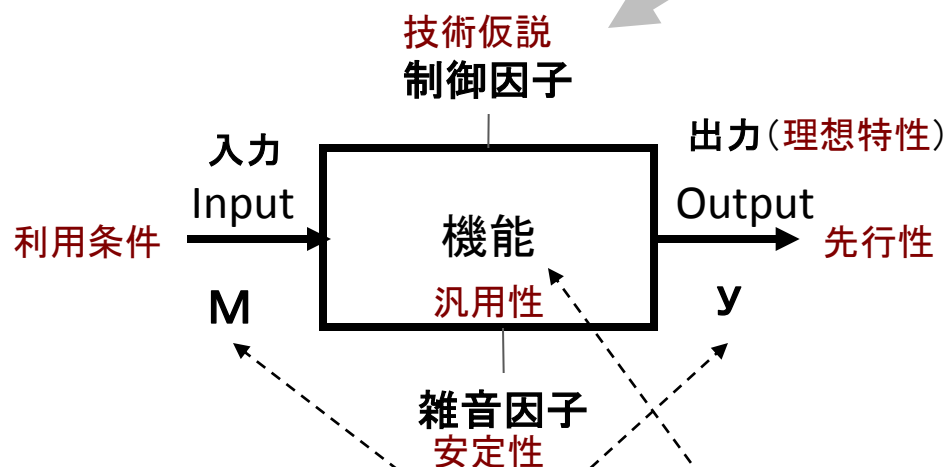


あくまで機能で考え抜き、良さを追求に徹する



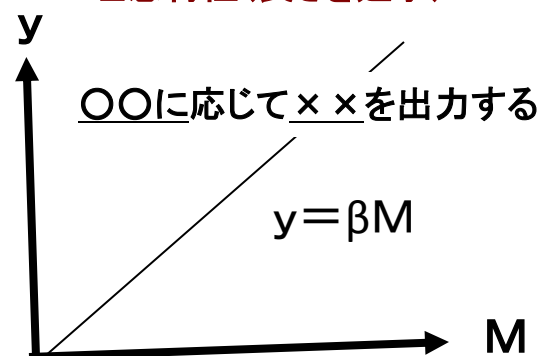
- 基礎研究・・・基本機能で研究
- 応用研究・・・目的機能で研究

どのように変えるか



システムは、〇〇を ××に □□変換する

理想特性(良さを追求)



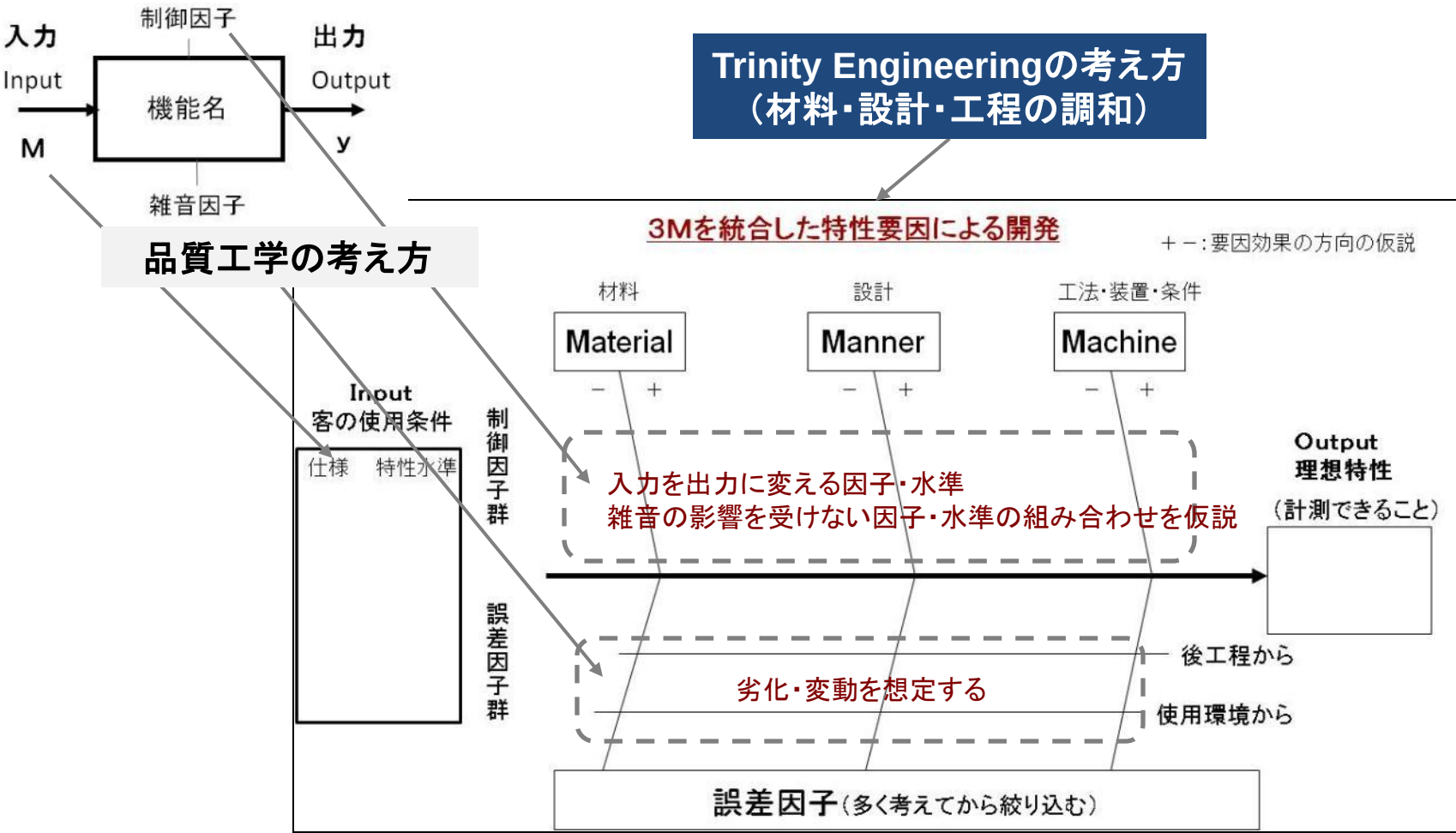
入力-出力の関係を雑音に強くする

- Step1 機能を言葉(SVOC)で定義する
- Step2 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

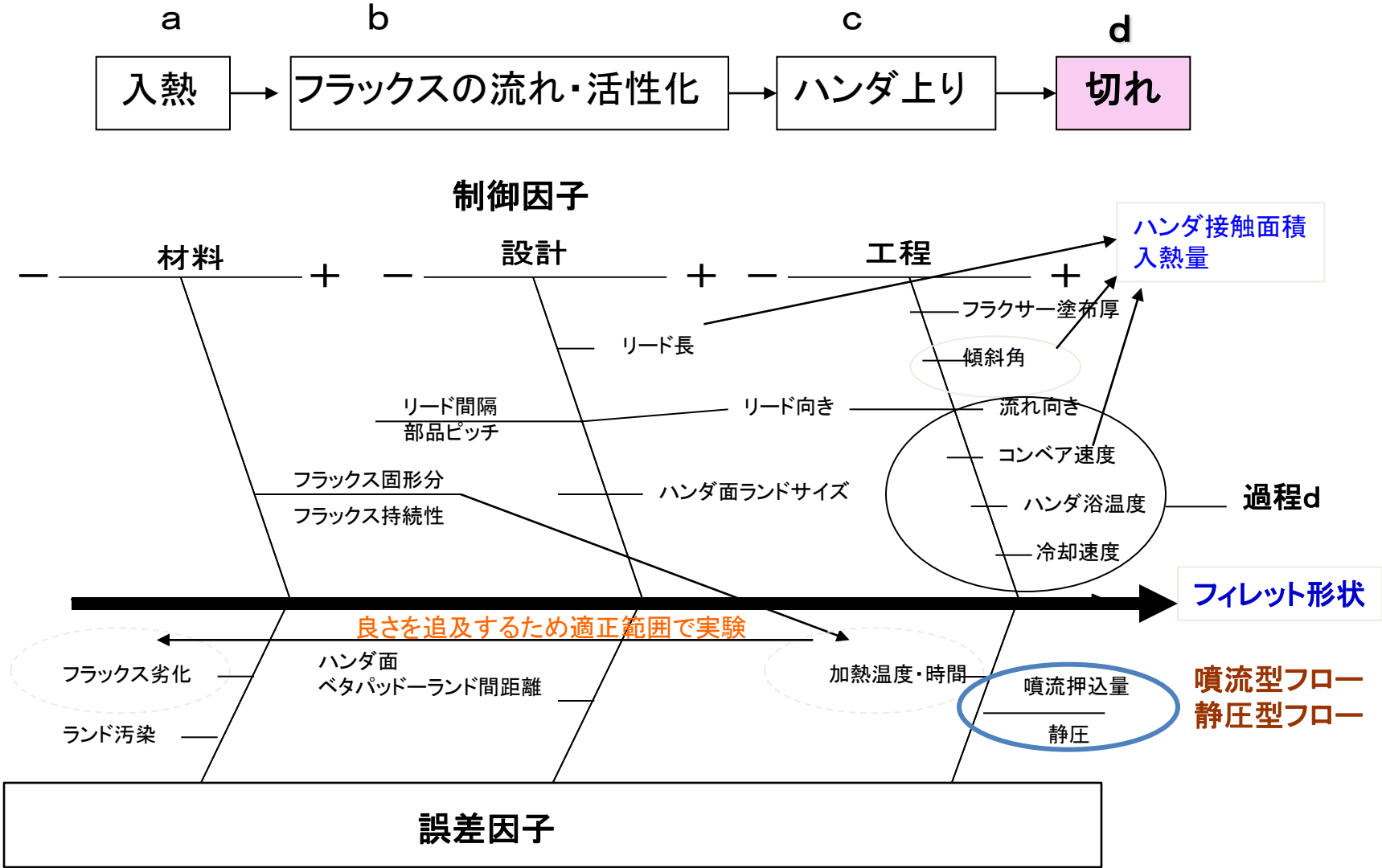


3Mを軸にした特性要因図(強制発想)

- 技術仮説の発想で、偏り・漏れを防ぐため、好きな多面的な枠組み(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
- 生産インフラは極力活用する(垂直立ち上げのためには、既知の工程条件を利用する)



事例A:フロー工程機能の特性要因
はんだ上がりを向上する特性要因(仮説)



事例A:フローの3Mパラメータ調和設計

L18 直交表

(1)コンベア速度は生産実用領域であること
(2)冷却ファンをはんだ槽に近づける(引け巣発生を抑え、
(1)(2)により、使える温度条家幅が拡大できる可能性を見出す

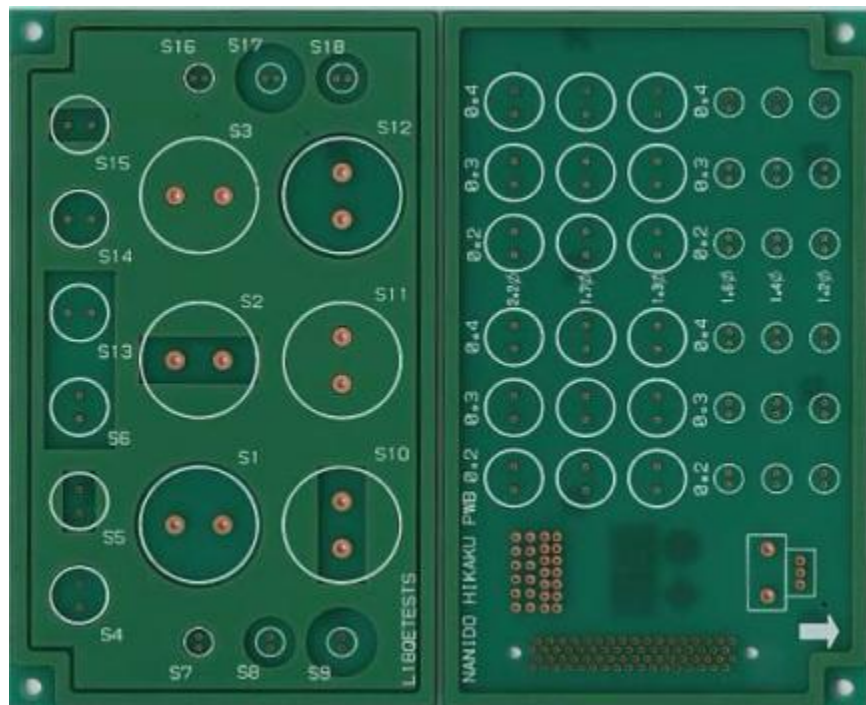
	制御因子	水準1	水準2	水準3	
材料	A フラック固形分 フラクサー回数	1回	1回+手塗り		実績があるフラックス で固定
設計	B 部品サイズ	大	中	小	主要部品に重点化 製造安定化に重点
	C ハンダ面ランドサイズ	小	中	大	
	D リード長	小	中	大	
	E クリアランス	小	中	大	
	F 部品面ベタパターン距離	大	中	小	
装置	G 浴温	大 (℃)	中 (℃)	小 (℃)	静圧のとき 圧(小・中・大) に入れ替え
	H コンベア速度 (浸漬時間)	小 2s	中 3s	大 5s	他は良い条件で固定
	H' 傾斜角	小	中	大	温度上昇 ハンダ上がり 切れ フィレット形状

誤差因子： 噴流高さの変動とする(N1:-5%,N2:+5%)

組合せも可能

注)雑音因子に、部品周辺のベタランドや配線の影響を評価したいところだが、基板因子を使いすぎると基板が高くなる→難易度評価にまわす

部品面



パラメータ設計基板

全部品搭載基板

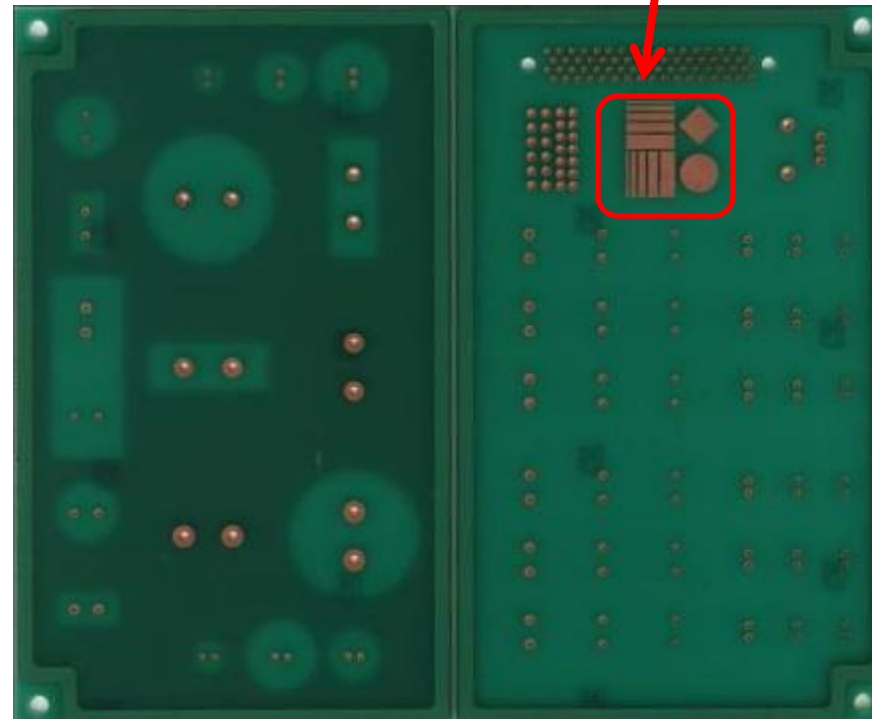
L18サンプル

見て条件比較できる

(1部品／基板:見てわかりにくい)

ハンダ面

ハンダ切れ性テストパターン



パラメータ設計基板

全部品搭載基板

実験評価ガイドライン

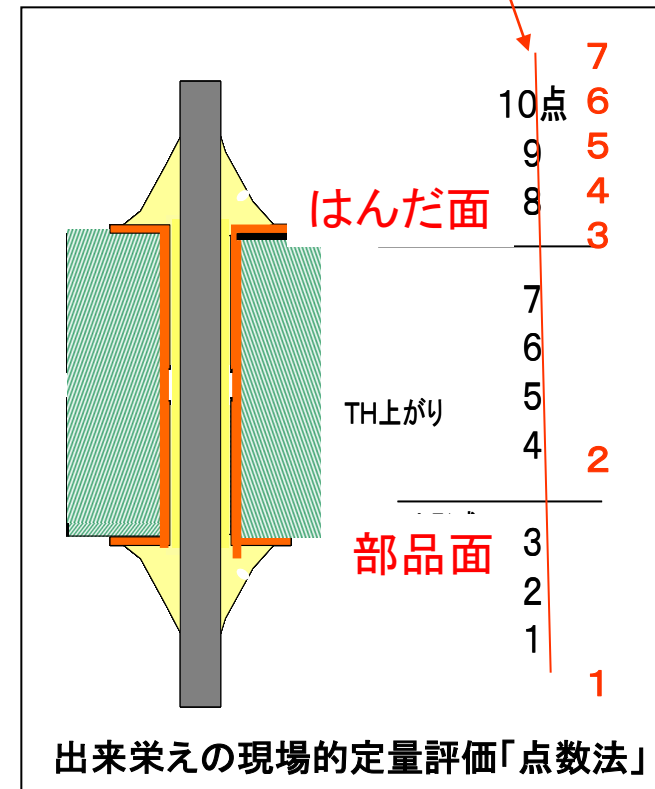
実験前に仮説に基づいて結果を予測し、
良さの差が出るように評点を修正

- L18 定量評価 → 計測、SN比計算
- 難易度比較 → 良品形状であっても、形状差（バラツキ）を計測 → 工程能力差

観察から定量評価へ

評点法の例：良品から不良へ連続評価

観察法	外観	形状の特徴把握・・・写真記録 表面状態・・・記録
	X線	TH内ハンダ上がり・・・写真記録 ボイド等の観察
	断面観察	フィレット断面の任意形状 偏析等の解析
計測法	形状計測	カラハイライト検査機の 計測機能利用
		デジタルファインスコープの 計測ソフト利用



この評価では、フローはんだ付けの弱点であるハンダ上がりを見ている：過程の評価

Trinity Engineering
Research Design Institute

↑
TH上がり



事例B: 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

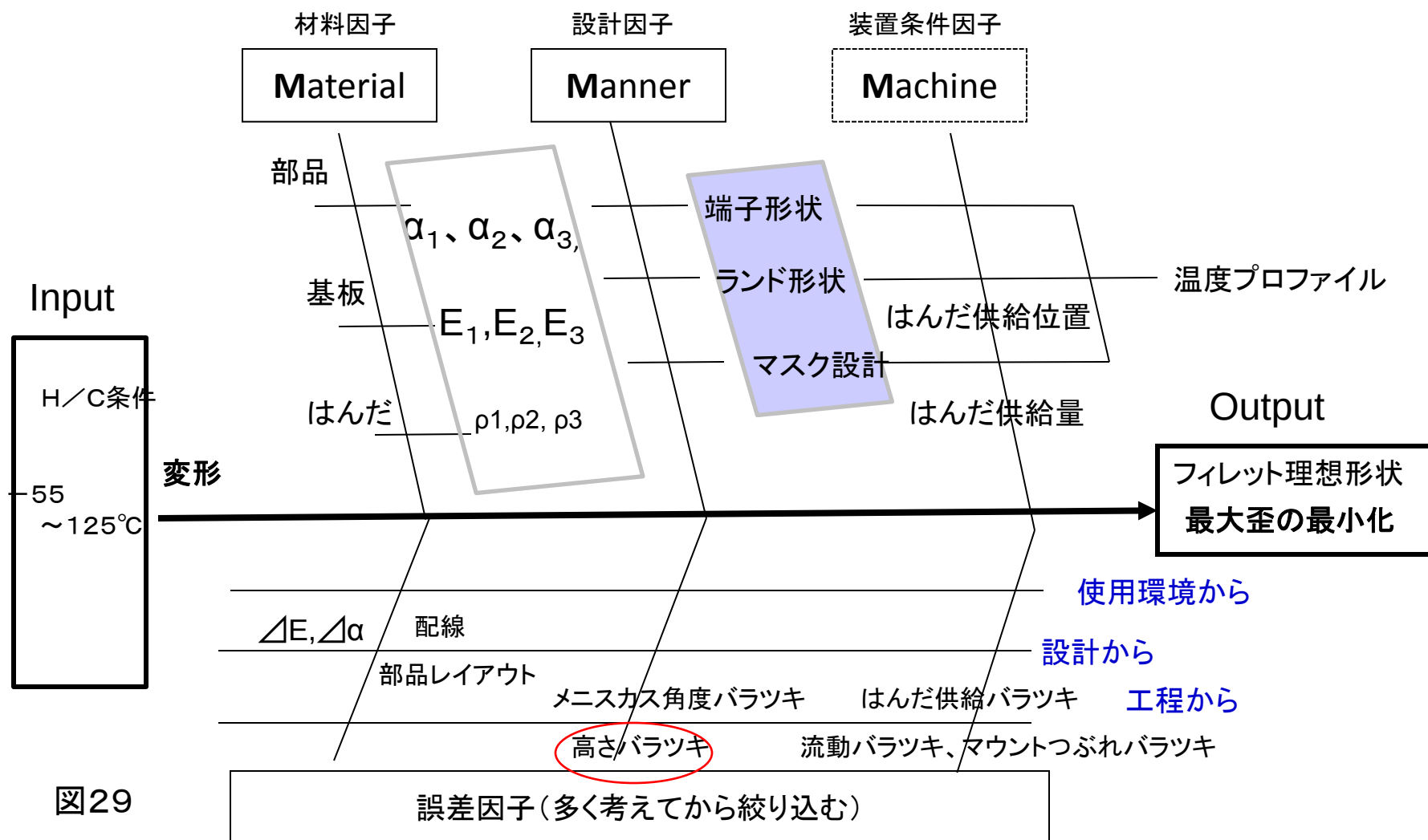
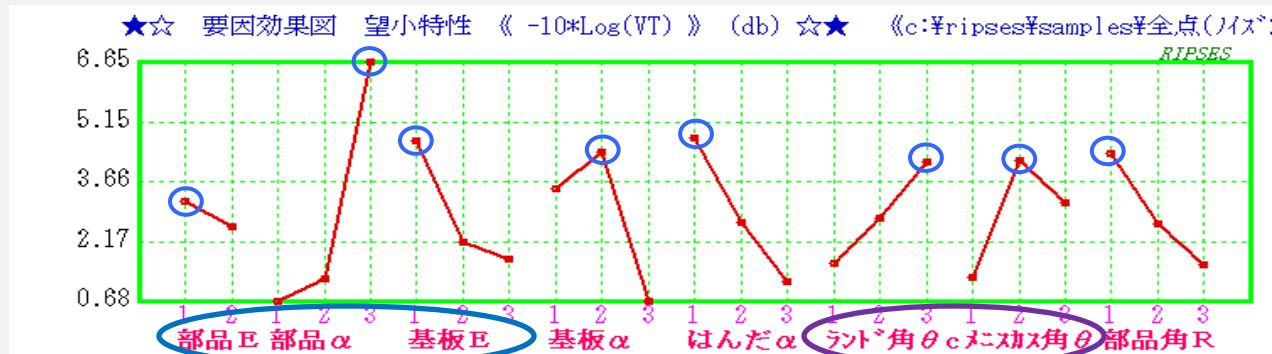


図29

事例B: 低歪はんだ接合を実現する要因効果

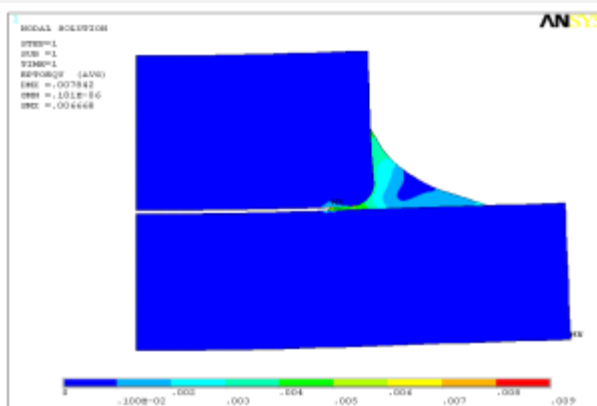


Trinity Engineering
Research Design Institute

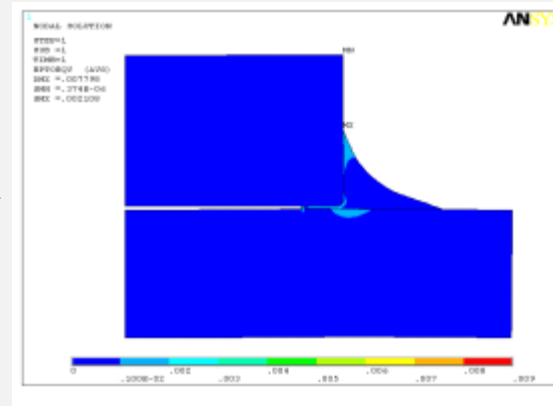


部品材質の効果

セット側で管理できる因子
(はんだ量+ランド設計)

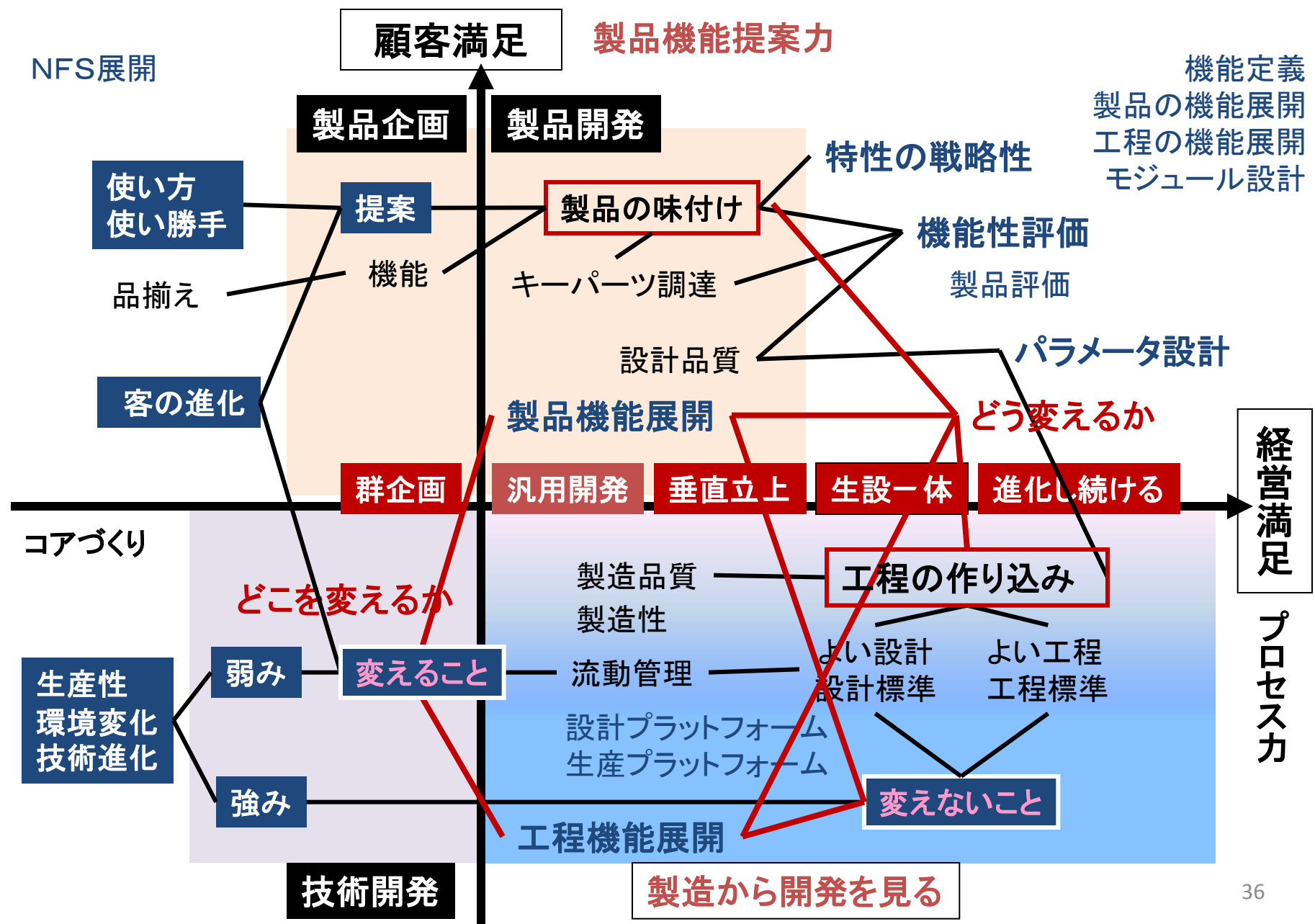


従来設計



最適設計

考え方のまとめ



開発のどんな成果をストックし、再利用するか

汎用開発

計画力

使い方

調和設計

Material

Manner

Machine

Measure

結果

- 課題化シート
 - 製品群情報
 - 機能展開図
 - 特性要因図
 - ノイズ
 - 物性値・仕様
 - 既存製品の設計根拠
 - 既存製品の工程条件
 - 計測法
-
- 要因効果(主効果)
 - 設計の水準

■学習する

- ・機能の見方、品質工学の考え方を学ぶ→まず、使ってみる
- ・製品の使われ方、自社、業界を熟知する
- ・異業種に興味を持つ・・・調べる

■発想する

- ・短時間に「沢山」書きだす(質を問わない)
- ・一人ブレスト(強制発想ツール利用)
- ・チーム発想(差異統合)をする・・・技術開発は戦略行為だから

企画訓練

- ・対象と目的を明確にする
- ・ゴールイメージ(＝アウトプット)を研ぎ澄ます
- ・「なぜ、今それをやるか」を明らかにする
- ・実現の道筋を練る(成功要因を積み込む)

■手を使って書く！

- ・構想は、書きながら、考える・・・書いては消し、消しては書き・・・パソコンは後！

技術者は、テーマの質を高める責務を担っている！

■仕事をデザインする・・・対象を捉える／アウトプットを明確にするよう訓練

●対象は「どうなっているか」

写真家・・・被写体

絵描き・・・フレーム切り取り・心象

技術企画・・・10年後の自社、進化したお客の現場を予測

製品企画・・・お客の現場での使い勝手

生産革新・・・経営・設計・関係会社・顧客

製品(生産のQCDEFIの蓄積)

対象を捉えれば、自ずと見えてくる！
技術システムに客の急所を組み込む！

- ・ちょっと高見から俯瞰する
- ・「広く・深く・細かく」仕事を観察する習慣をつける
- ・持ち場以外に興味を持つ
- ・仕事の枠を広げる

●仕事のアウトプットとは何か

顧客満足・後工程満足・経営満足(・・・社会満足)

開発のアウトプットは、特性値がもたらす効果、後工程の仕事を利するデータ

■仮説をもって、仕事を加速する、結果を出す・・・

○機能発想、論理展開、仮説立て
×逐次型、決め打ち型

先行開発は、情報が少ない段階でも、課題の全体像とアウトプットを仮説し、やりながら、検証、修正、進化させていく思考スタイル、仕事習慣を身につける。

・連関図にする

全体を俯瞰し、関係性を意識して、要因を把握する
結果から要因(なすべきこと)を見出す

・課題化シートを使う

ぼやけていること・・・考え抜く、調べる
問題点に手を打つ(意図せざる変更を戻す)
問題を理想に置き換える

・機能図にする

仕事の定義をしてみる・・・言葉～文章にしてみる
欲しい特性を工夫してみる
製品や工程を機能の連結で展開してみる・・・本当のつながりが見える

・特性要因図を描く

機能が欲しい特性を実現する因子(技術仮説)を組み立てる
QEでは、これを要因効果で検証する

・達成ストーリーを描く

PDPC: 成功に至る筋道を最低1つは持って事に当たる
筋道の適正を図るため、課題構成を変える(適正な並列化)
仕事の全体像、リスク、急所、日程を組織で共有する。

以下、付録です！

「どうなっているか」型分析
事実から課題化する

仕事の課題化ワークシート(どうなっているか型)

関心ごとを列挙 与件事項 「困っていること」など	明確化 どうなっているか (〇〇はXXなっている) 5W1Hで着眼	理想化 「あるべき姿」は？ 項目間の関係性？	課題ステートメント 課題解決の仮説 (〇〇のため、△△をXXする)	アウトプットと活用 成果の想定 (〇〇となり◎◎に効果)	優先度			
					重要性	汎用性	緊急性	順位

「どこがどうなっているか」
事実から課題の性質を見極める

仕事の課題化ワークシート(どこがどうなっているか)

問題発想を一旦棚上げ

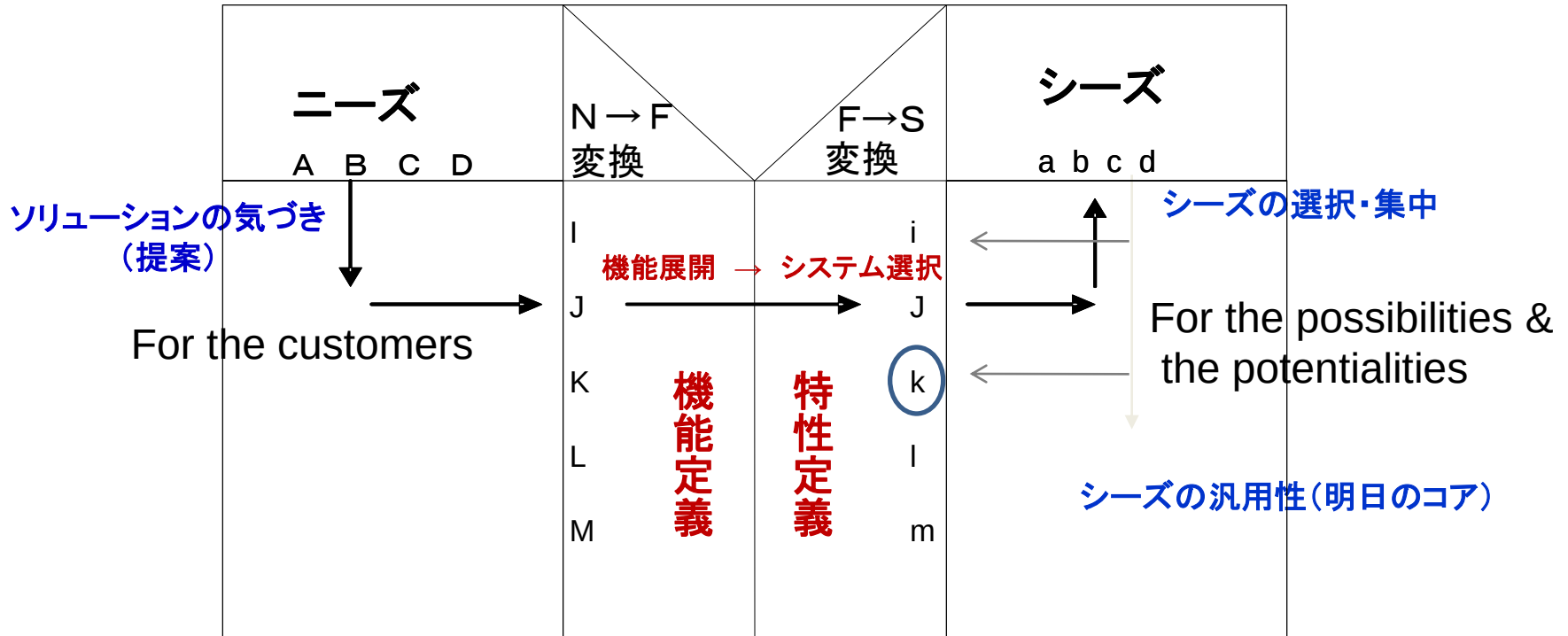
関心事を列挙	明確化	理想化・対応
与件事項 「客が困っていること」 「現場が困っていること」 「現場が困っていること」	どこに問題か ・製品は、現物を見てかく ・プロセスは、現場を見てかく どうなっているか ・「〇〇はXXになっている」と表現する ・5W1Hで着眼 製品の場合 写真を貼る、図にかく、機能展開でかいてみる プロセスの場合 工程フロー、機能展開でかいてみる	「あるべき姿」は？ どう対応するか 抜本策 →「 」を技術開発する 暫定策 →「 」を変える(改良) →実績がある設計を活用する 製造ノウハウを活用する 効果影響 の 評価を 実施 抜本策 →「 」を技術開発する 改善策 →「 」を変える(改良) →「 」を元に戻す (実績がある設計を活用) →流動管理・教育に反映 効果影響 の 評価を 実施

製品群企画用

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「 $N \rightarrow F \rightarrow S$ 」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

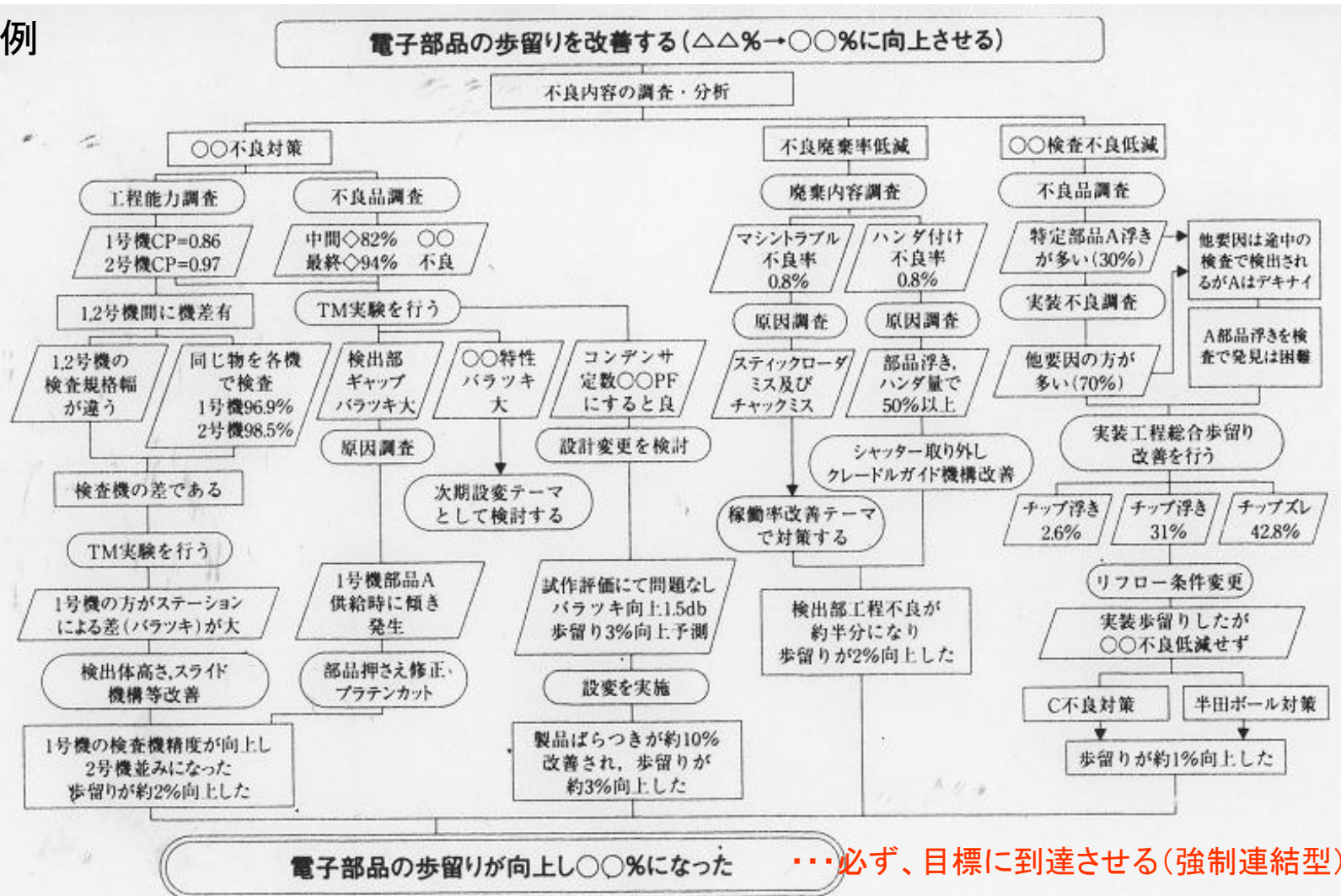
Need-Function-Seed Deployment



PDPC(作戦計画)の例 ……達成へのストーリー・日程計画・進捗管理に使う

- ・調達等の日程も入れると良い
- ・日程を入れて大日程計画とし、実績(結果・日程)も記入しつつ、進捗を一望管理する。
- ・変更が生じたら、すぐに修正して継続利用する。

例



機能(システム)の分解と結合

システムを分解(結合)して記述する訓練

