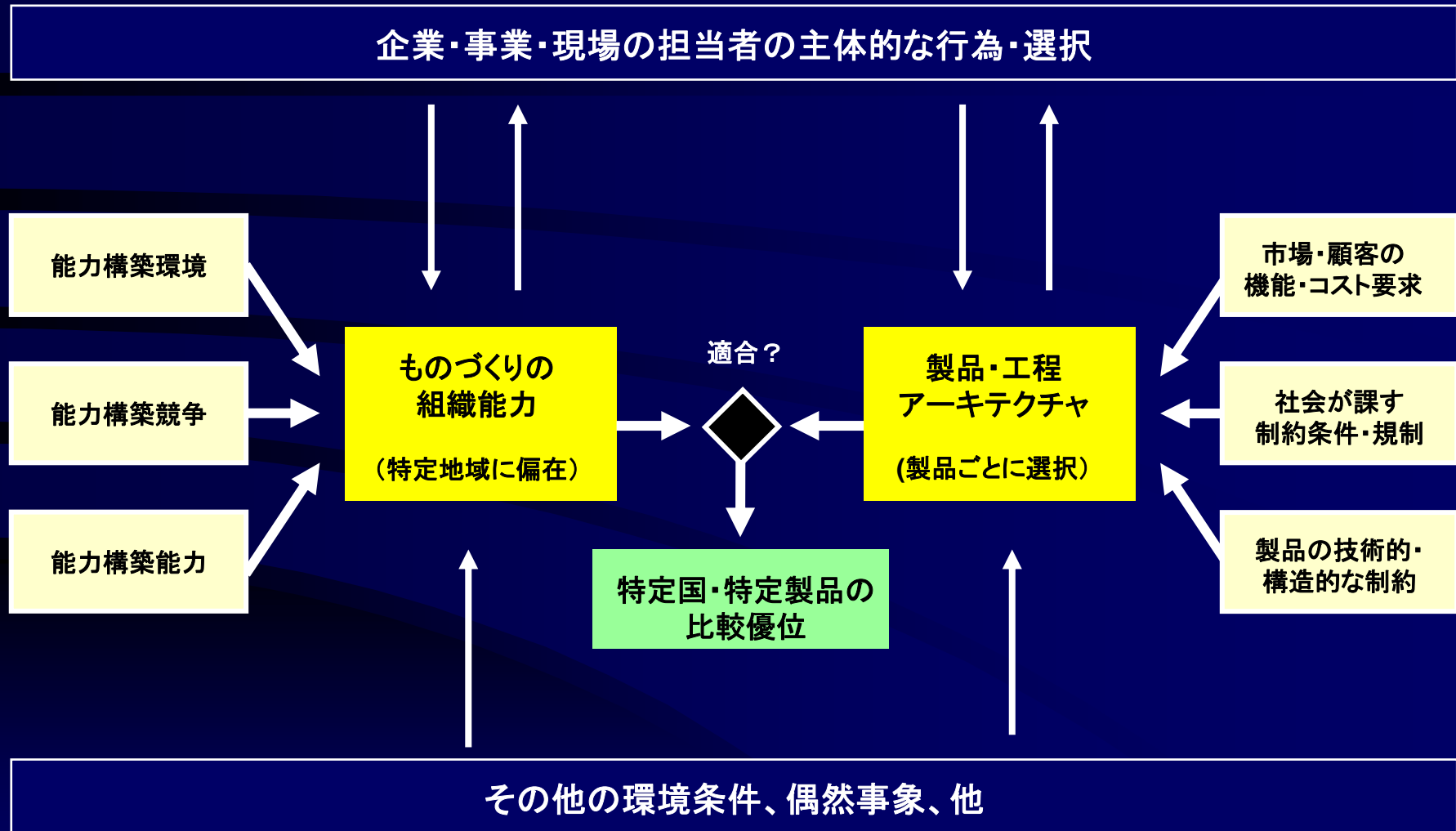


# ものづくりと産業競争力

2009年4月

東京大学大学院経済学研究科教授  
東大ものづくり経営研究センター長  
ハーバード大学上級研究員  
藤本隆宏

# 組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



# 産業レベルでの組織能力の偏在

急成長期の共通体験が、現場群(産業)における組織能力の偏在を生む

「不足の経済」(economy of scarcity) ・ ・ 若いころの貧乏暮らし

- 企業内分業を抑制し(多能工化)  
企業間分業を促進し、  
企業内・企業間の協業(チームワーク)を促進する

生産資源の不足は、ある条件(能力構築能力の存在)の下で、  
生産性の向上を、なかば強制する(高地トレーニング効果)

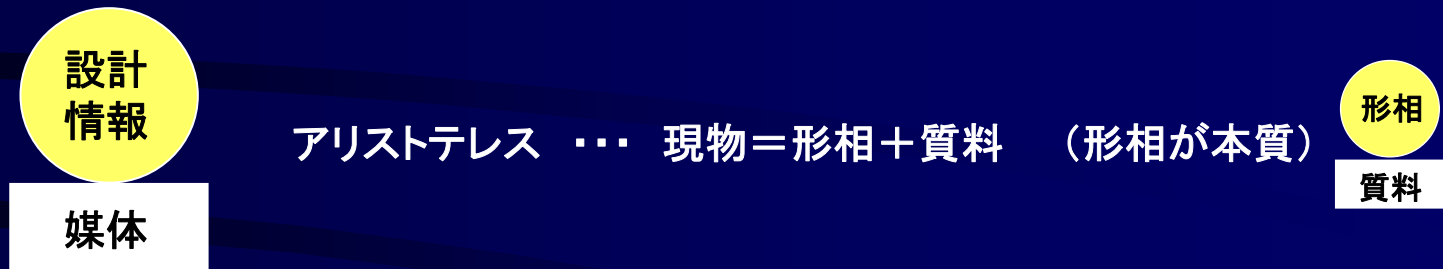
その後、生産資源が充足されれば、爆発的にアウトプットが成長する  
その後、アウトプットが過剰になれば、競争は促進される

以上は、意図せざる結果(怪我の功名、ひょうたんから駒)の色彩が強い

# 「ものづくり」とは「設計情報の良い流れ」を作ること

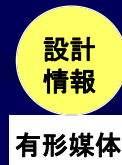
現場・現物からの発想 …… モノよりはむしろ「設計」に着目

現物 = 設計情報 + 媒体



製品(物財・サービス)は、人工物(あらかじめ設計された何か)である。

媒体が有形なら製造業(物財)



無形ならサービス業

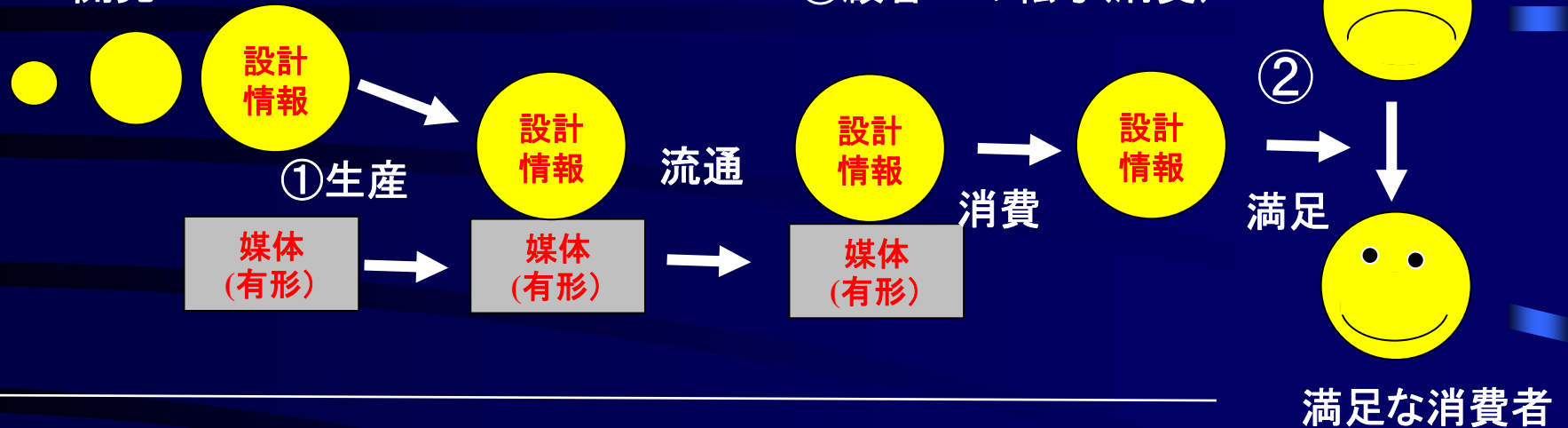


付加価値の主たる源泉は設計情報にある (媒体はそれを伝える器である)。

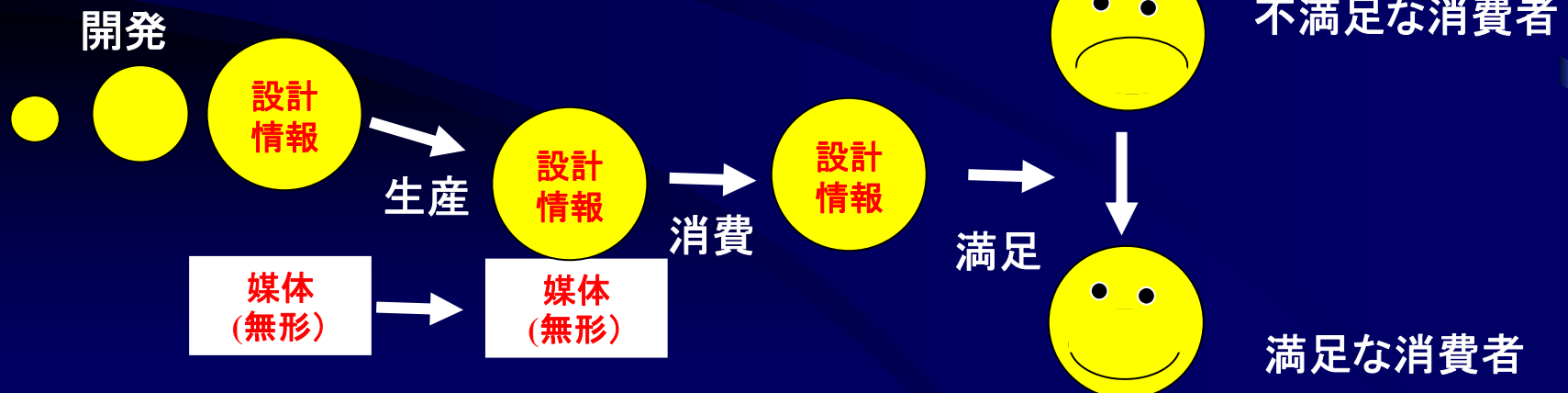
開かれた(広義の)ものづくり …… 人工物に託して、設計情報を創造し、  
転写し、発信し、お客に至る流れを作り、顧客満足と経済成果を得ること。

# 物財(有形媒体)とサービス(無形媒体)

- ・ 物財(有形媒体) ... 2段階の間接転写: ①媒体への転写(生産)
- ・ 開発
- ②顧客への転写(消費)



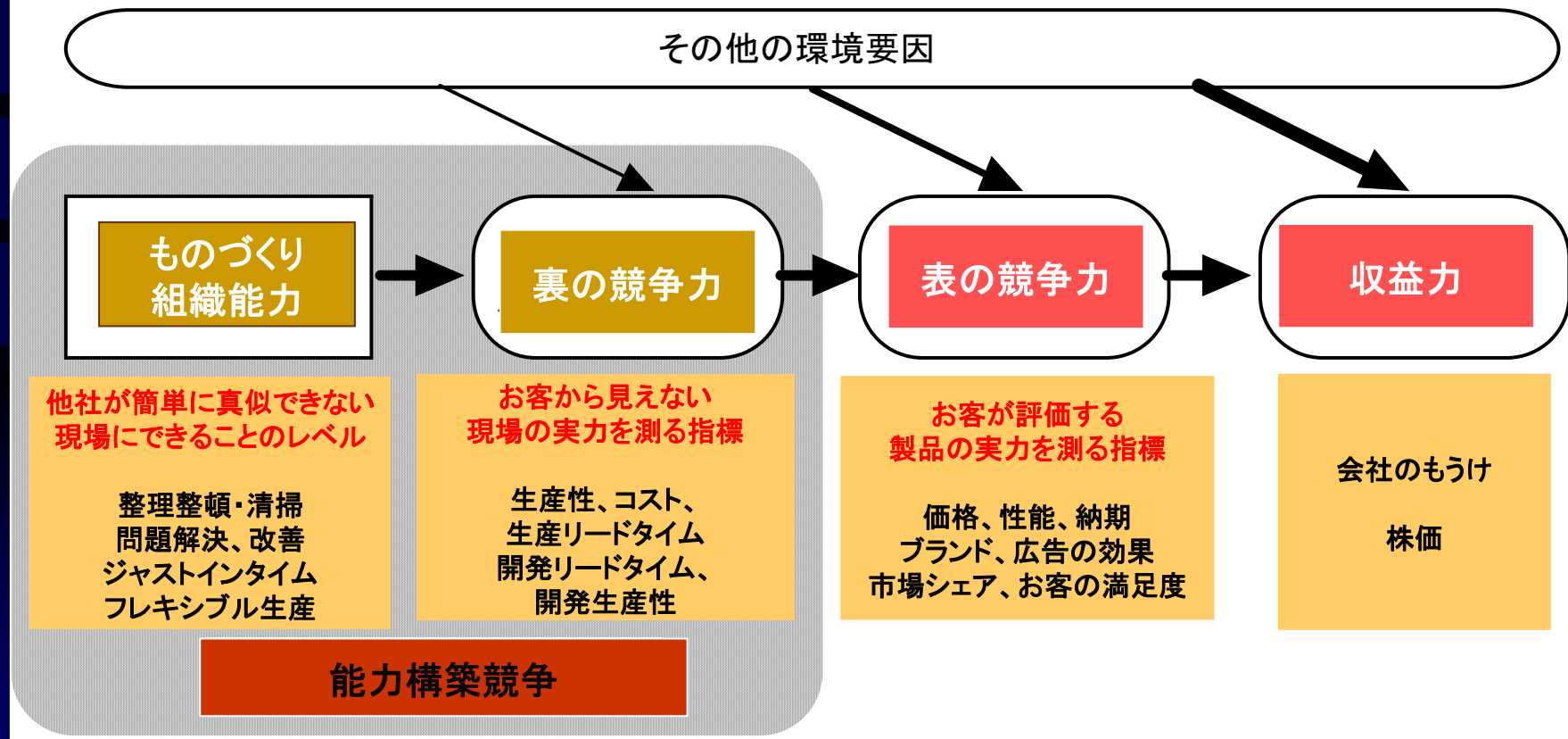
- ・ サービス(無形媒体) ... 顧客への直接転写



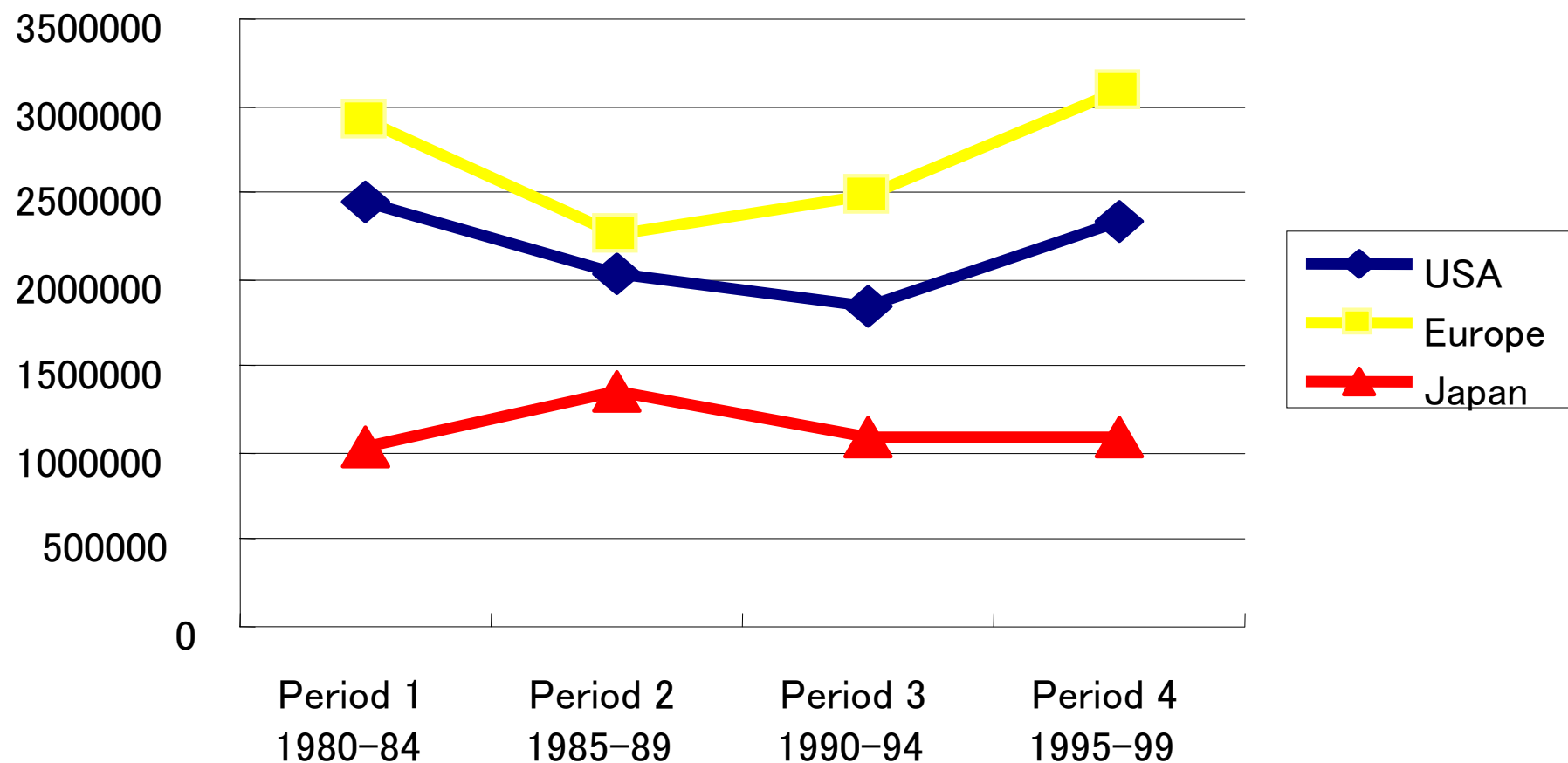
# ものづくり組織能力、裏の競争力、能力構築競争

① まず能力構築から・・・「現場＝体を鍛える」トヨタ流の体育会系戦略

② まず利益構想から・・・「本社＝頭を使う」欧米流（中国流）戦略



## 自動車の開発生産性: 日本は欧米の2倍前後で推移



# • 研究開発への新たなアプローチ

ネットワークを通じた  
オープンイノベーション

push →  
← pull

先行開発

製品開発 組立生産性

顧客の想定する  
利用体験

研究の成果

先進技術

部品

製品B

顧客の想定する  
利用体験

学術ネットワークを活用

取捨選択・  
技術の方向  
付け

サプライヤーの技術を活用

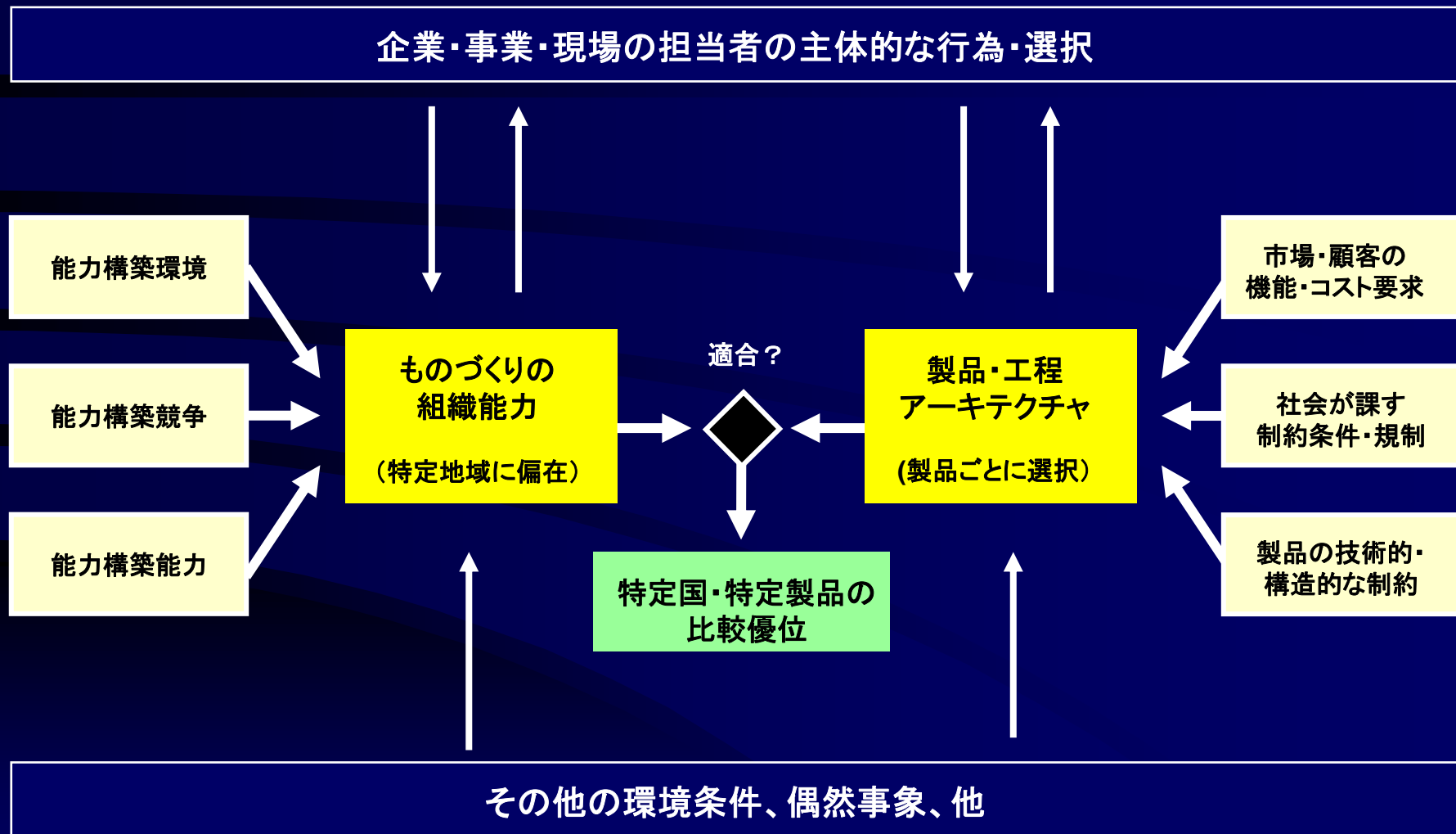
製品C

顧客の想定する  
利用体験

プラットフォーム共有化  
BTO



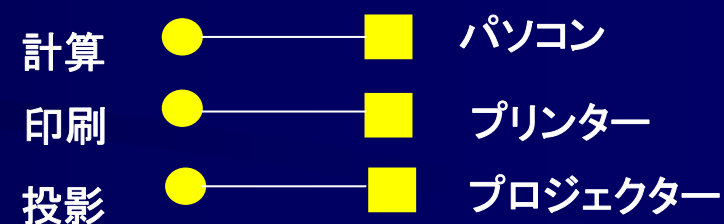
# 組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



# モジュラー（組み合わせ）型アーキテクチャと インテグラル（擦り合わせ）型アーキテクチャ

## Modular Architecture モジュラー（組み合わせ）型

### パソコンのシステム

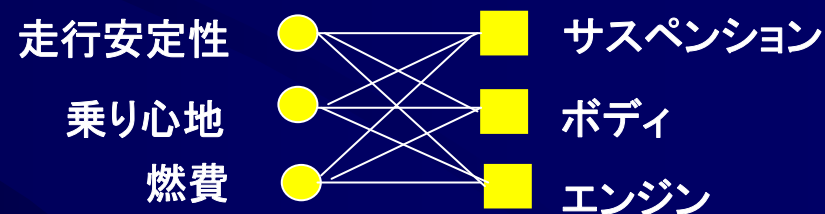


製品の機能

製品の構造

## Integral Architecture インテグラル（擦り合わせ）型

### 乗用車



製品の機能

製品の構造

# 製品アーキテクチャの基本タイプ

	インテグラル (擦り合わせ)	モジュラー (組み合わせ)
クローズド (囲い込み)	クローズド・インテグラル  乗用車、オートバイ ゲームソフト、 軽薄短小家電、他	クローズド・モジュラー  メインフレーム、 工作機械、 レゴ
オープン (業界標準)		オープン・モジュラー  パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、

## 擦り合わせ型(インテグラル)製品:小型乗用車



インテグラル (擦り合わせ)		モジュラー (組み合わせ)	
クローズド (囲い込み)	ロード・インテグラル 乗用車、オートバイ ゲームソフト、 超薄短家電、他	クローズド・モジュラー インフレーム、 工作機械、 レゴ	オープン・モジュラー パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、
	オープン (業界標準)		

汎用部品(いろいろな会社の製品で使える)は10%以下

# オープン・モジュラー型の製品(パソコンシステム)



	インテグラル (擦り合わせ)	モジュラー (組み合わせ)
クローズド (固い込み)	クローズド・インテグラル 乗用車、オートバイ ゲームソフト、 軽薄短小家電、他	クローズド・モジュラー メインフレーム、 工作機械、 レゴ
オープン (業界標準)		オープン・モジュラー パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、

汎用部品(いろいろな会社の製品で使える)は50%以上

# 自動車用外板の工程アーキテクチャ

Function Process	Surface Appear- ance	Corrosion Resist- ence	Dent Resist- ence	Form- ability	Weld ability	Paint ability	Dimen- sional Accuracy	Rigidity
Iron Making								
Converter	○	○	○	○	○			
Secondary refining	○	○	○	○	○			
Continuous casting	○			○				
Hot Rolling	○			○				
Pickling	○							
Cold Rolling	○		○	○			○	○
Continuous Annealing	○		○	○	○	○	○	
Continuous Galvannealing	○	○	○	○	○	○	○	

Integral Architecture Index =  $0.48 = 33 \div (9 \times 8)$

**Relatively integral**

# 自動車用内板の工程アーキテクチャ

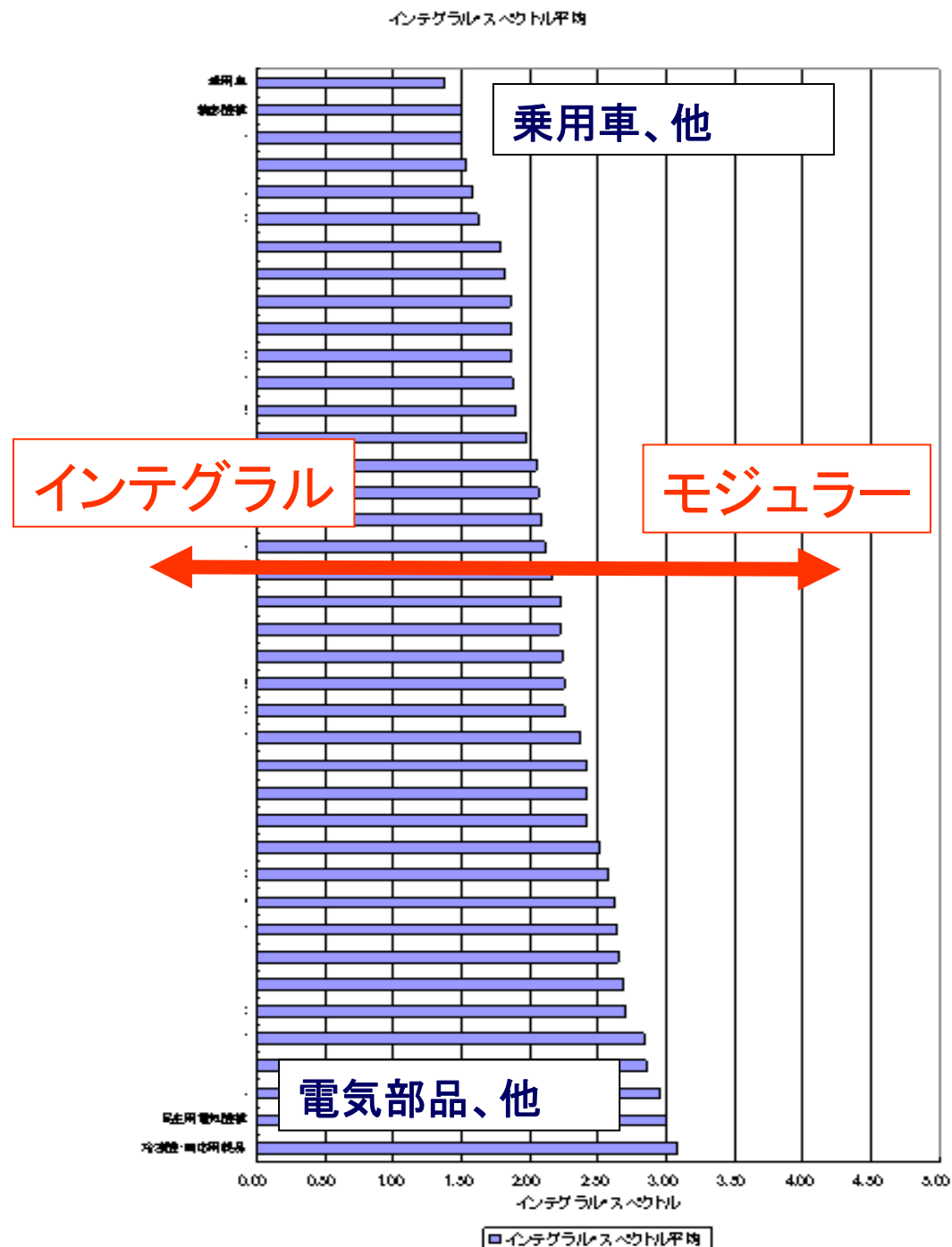
Function Process	Surface Appear- ance	Corrosion Resist- ence	Dent Resist- ence	Form- ability	Weld ability	Paint ability	Dimen- sional Accuracy	Rigidity
Iron Making								
Converter		○		○	○			
Secondary refining		○		○	○			
Continuous casting				○				
Hot Rolling				○				
Pickling					○			
Cold Rolling				○	○		○	○
Continuous Annealing				○			○	

Integral Architecture Index =  $0.23 = 15 \div (8 \times 8)$

**Relatively modular**

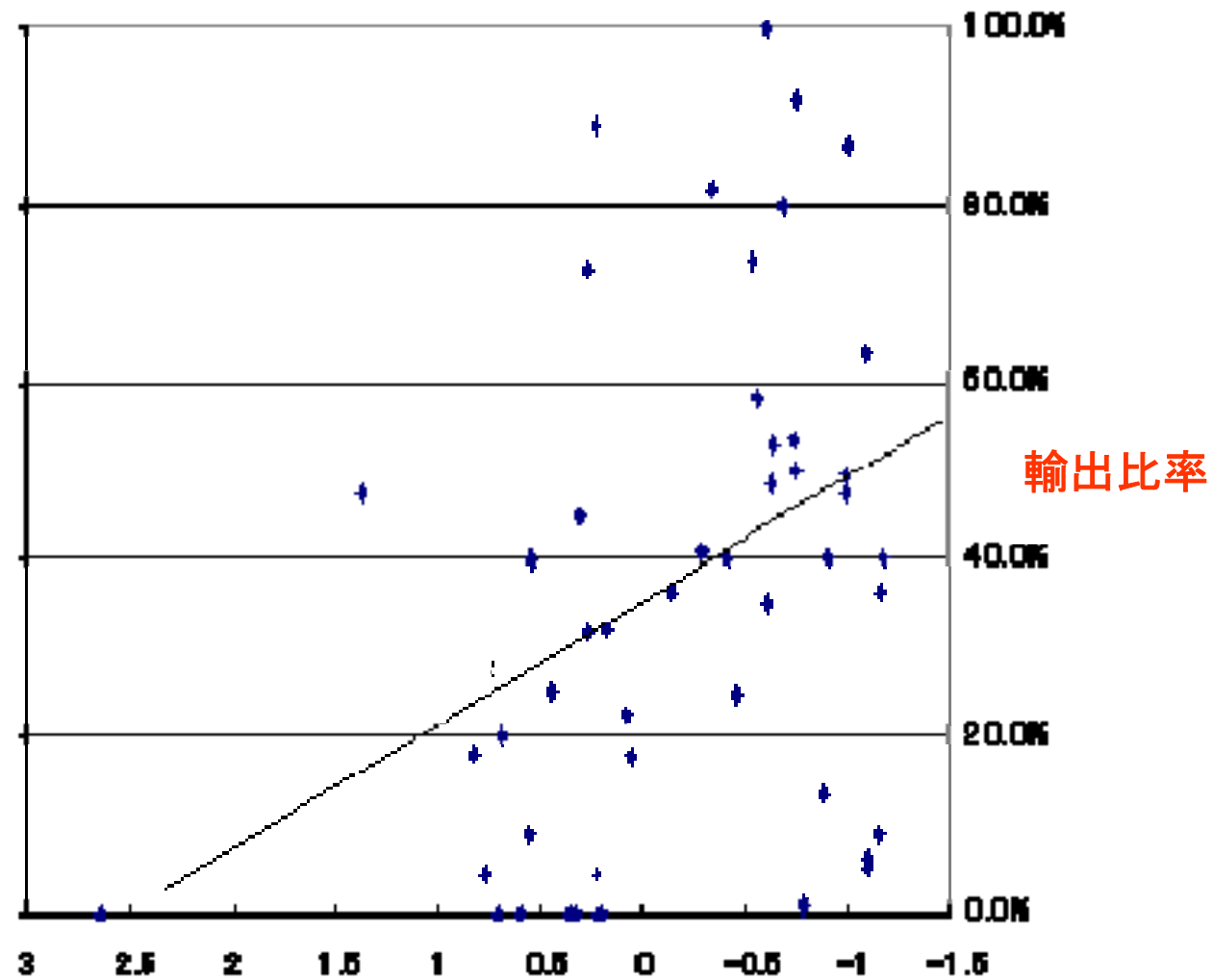
# 製品のインテグラル度・モジュラー度の測定

東京大学・経済産業省合同調査(2005)

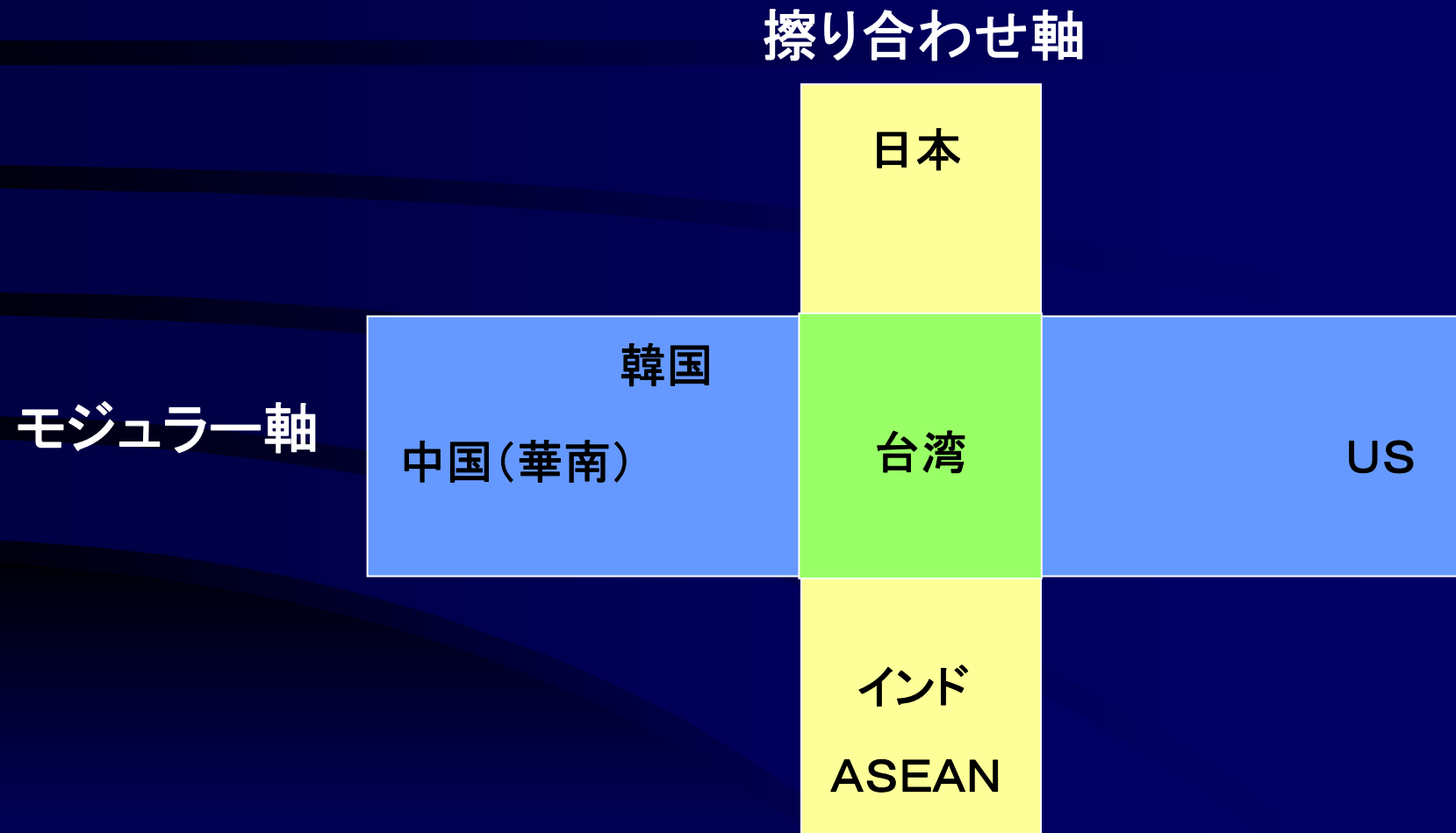




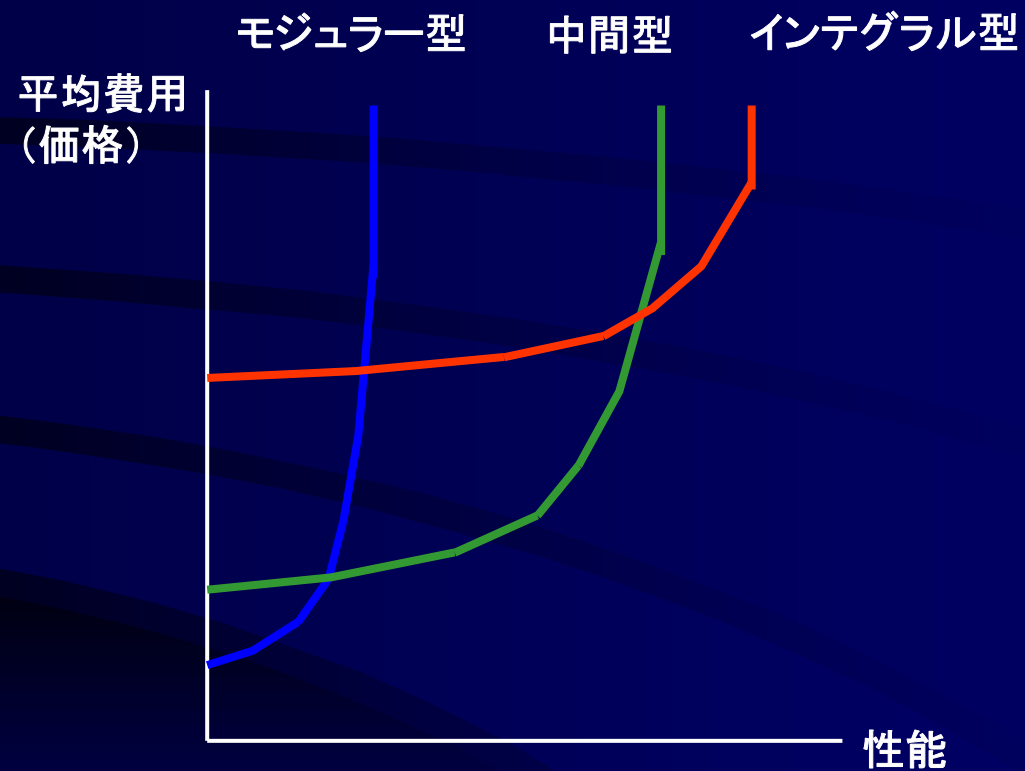
## 日本企業は「擦り合わせ製品」で強い



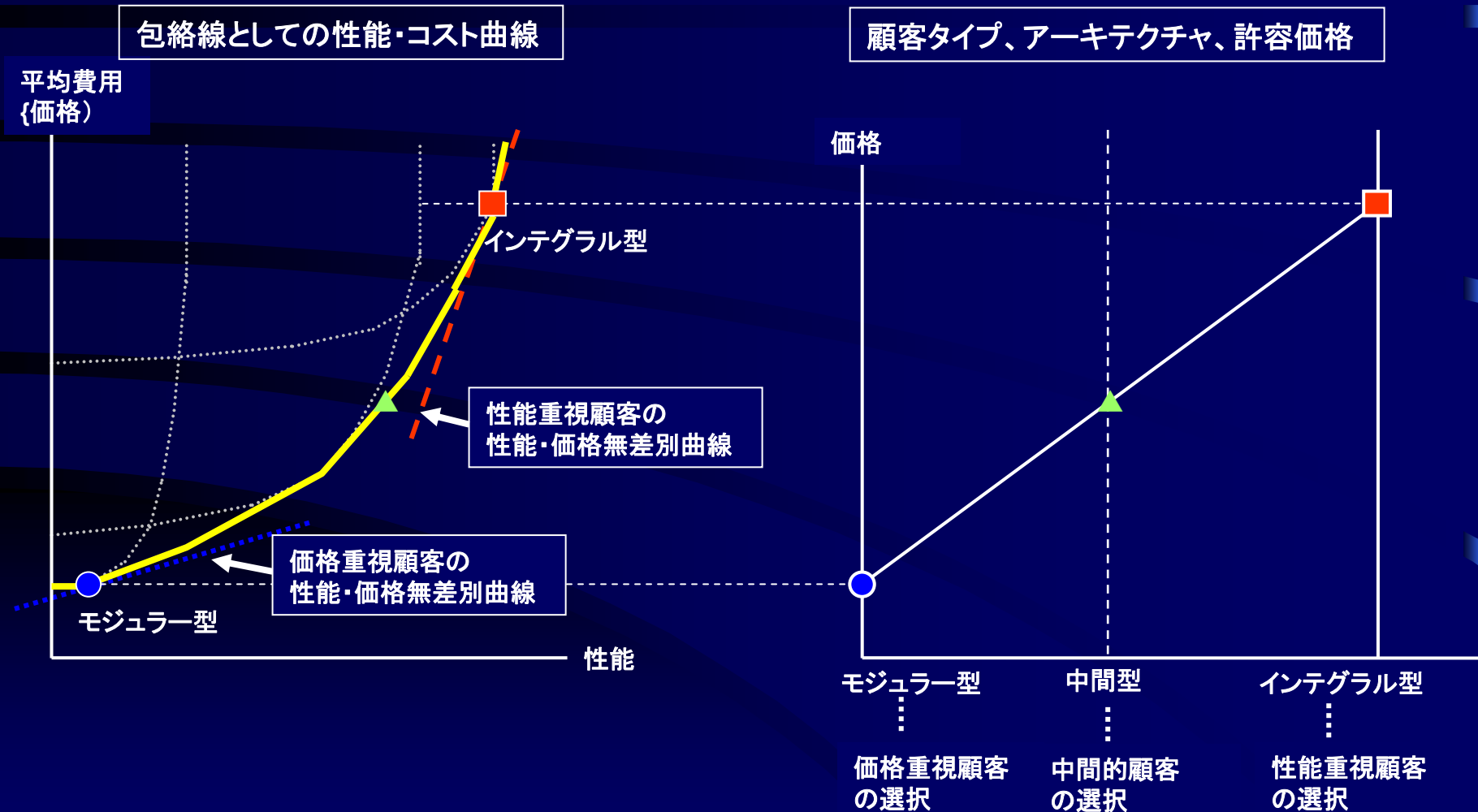
# 環太平洋での競争優位：擦り合わせ軸とモジュラー軸



# アーキテクチャと性能・コスト曲線



# 顧客タイプとアーキテクチャ選択の関係



# アーキテクチャの位置取り(ポジショニング)戦略

顧客の製品・工程は？

インテグラル

モジュラー

インテグラル

自社の  
製品・工程  
は？

モジュラー

中インテグラル・  
外インテグラル

日本の自動車・2輪部品  
自動車用樹脂  
システムLSI  
コピー・プリンタ消耗品・・・

中インテグラル・  
外モジュラー

インテル、シマノ(ギア)  
信越化学(半導体シリコン)  
村田製作所(コンデンサ)  
超小型家電、プリンタ・・・

中モジュラー  
外インテグラル

デル(カスタマイズPC)  
デンソー(一部の部品)  
キーエンス(ソリューション)  
ダイキン(ソリューション)

中モジュラー・  
外モジュラー

汎用樹脂、  
汎用グレード鋼、  
汎用液晶、DRAM・・・

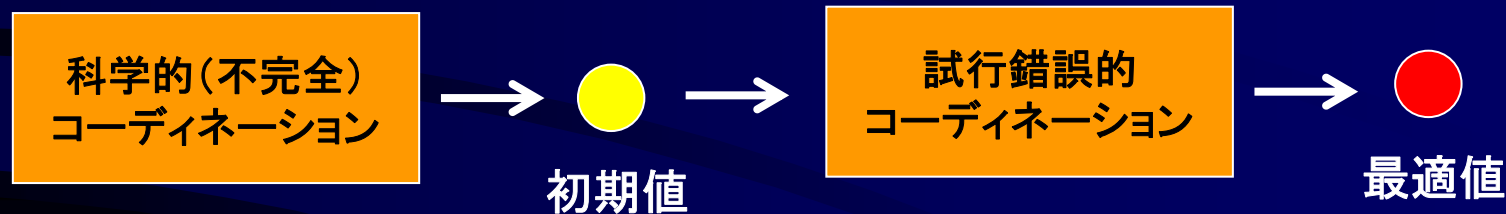
# 設計の「連立方程式」と2段階コーディネーション

- 限定合理性ゆえに、式の一部(A')しか分かっていないとしよう。

… まず、この不完全な方程式を解く

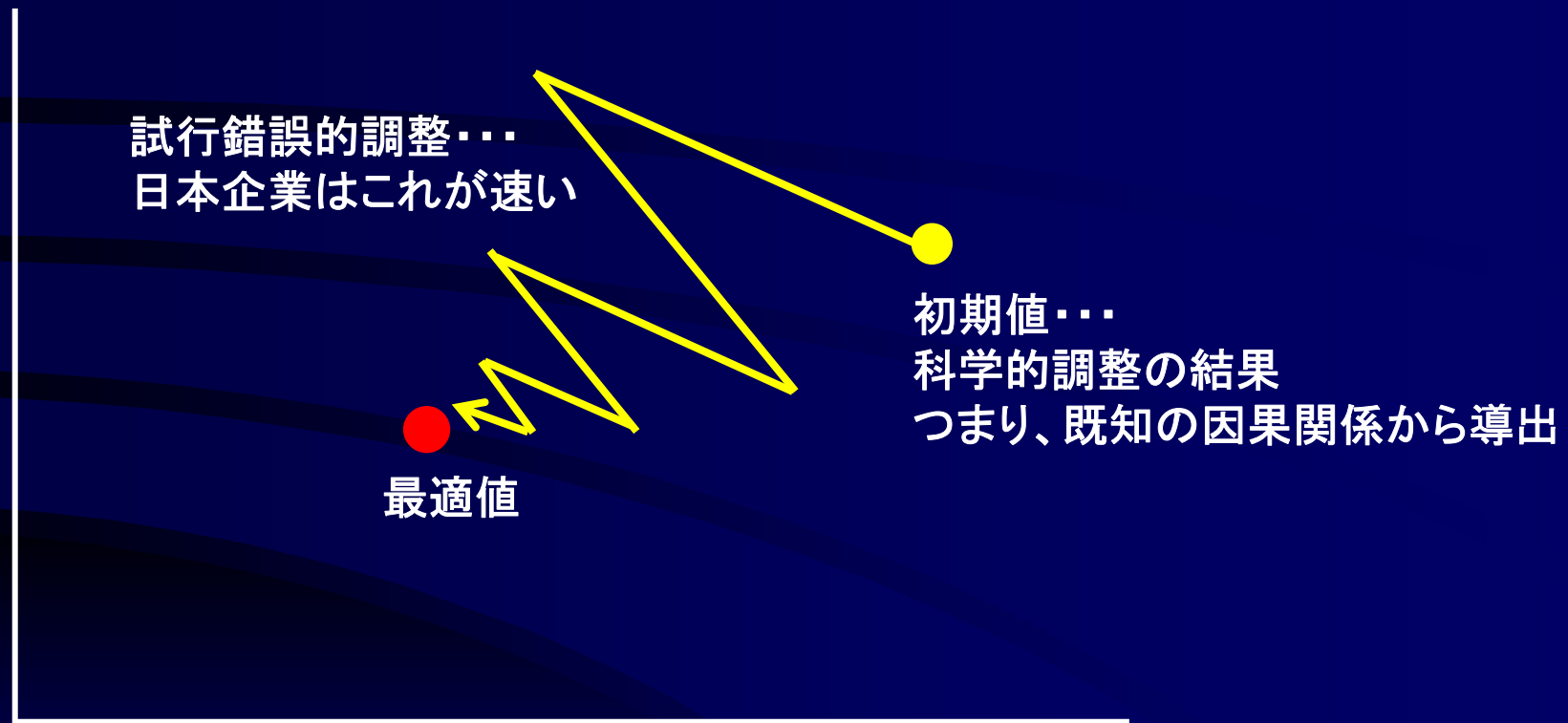
第1段階（科学的調整）… 試行錯誤の初期値

第2段階（試行錯誤的調整）… 試行錯誤で最適解に収斂する



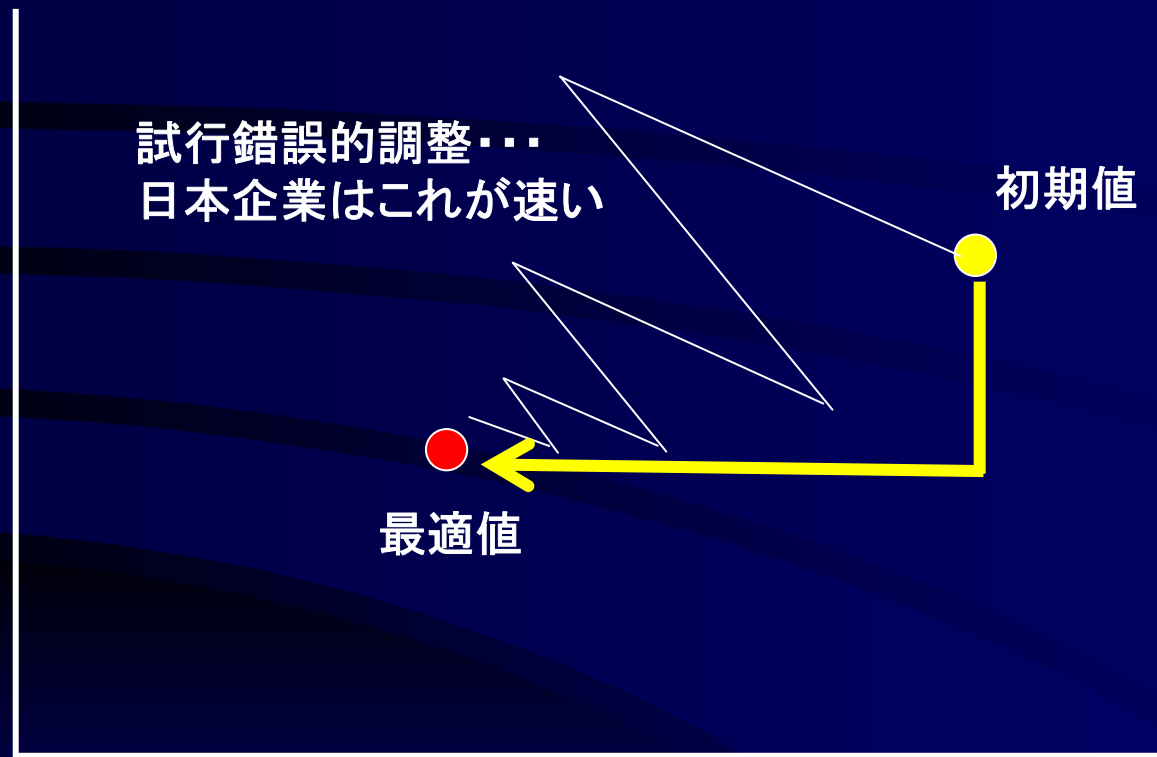
- (1) 科学的調整の組織能力 … 事前に獲得した科学知識の割合  
→ 初期値の最適値からの距離
- (2) 試行錯誤的調整の組織能力 … 多能設計者のチームワーク  
→ 調整のスピード

# 「試行錯誤的調整」における日本企業の優位性



# モジュール化における米国企業の優位性

## 相互依存性の切断によるショートカット効果

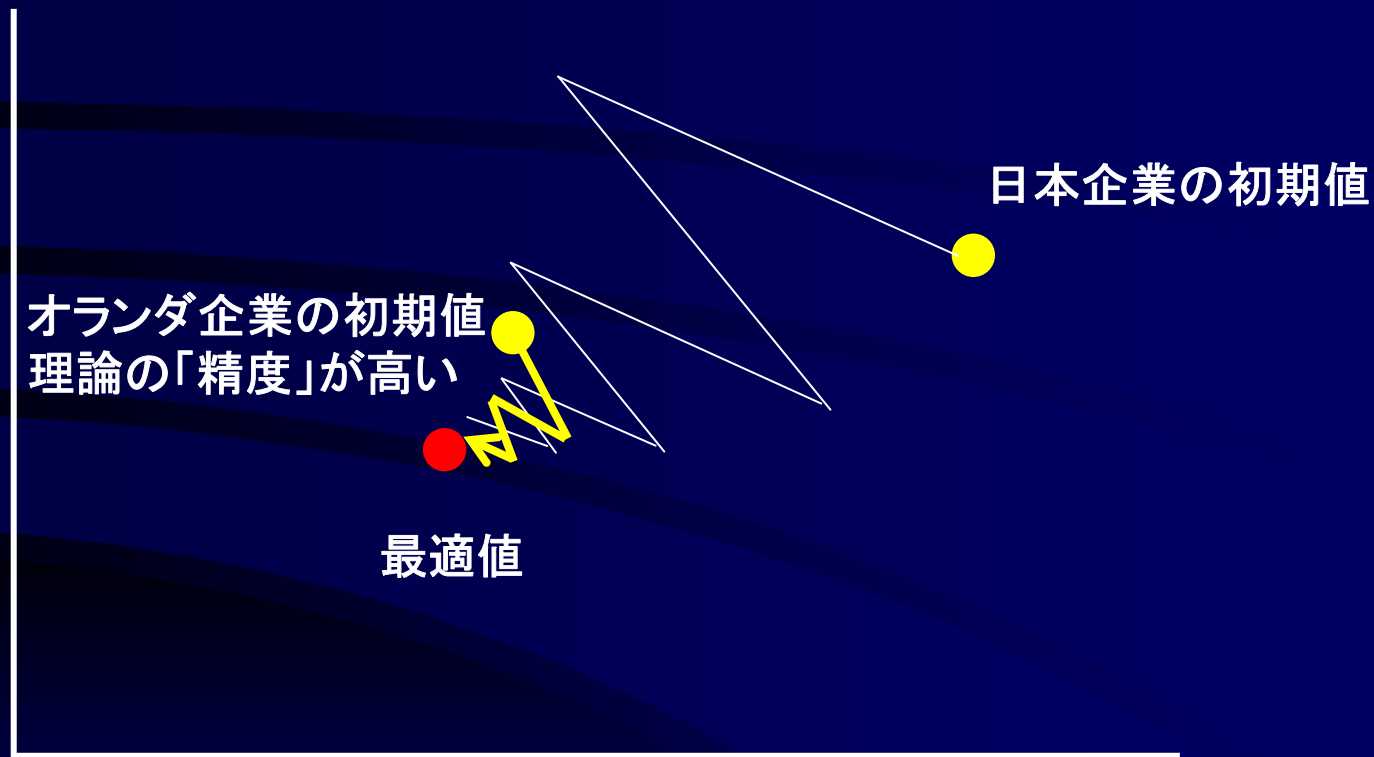


- (1) 日本企業は事前の科学的知識が低く、事後的な試行錯誤に頼る
- (2) 米国企業は、モジュラー化(方程式の簡略化)でショートカット



# 「科学的調整」におけるオランダ企業の優位性

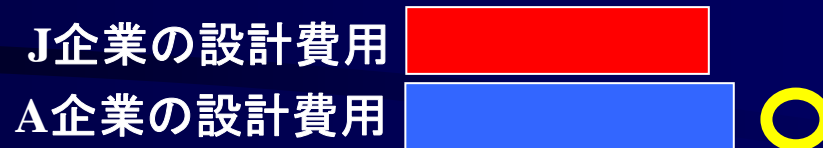
## 「ウサギと亀」現象



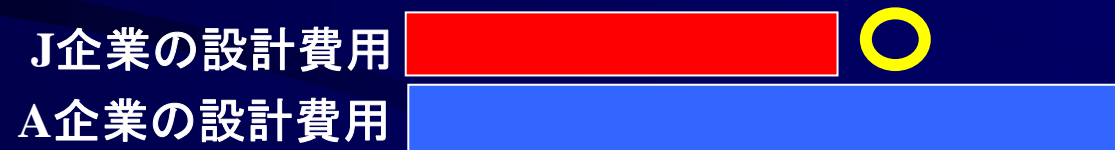
- (1) 製品の「擦り合わせ度」が極端に高い(複雑な連立方程式)
- (2) 日本企業は事前の科学的知識が低く、事後的な試行錯誤に頼る
- (3) オランダ企業は、事前に把握している変数や因果式が多い(科学的調整力)

# シミュレーション結果の要約： 日本企業は「中程度の擦り合わせ」製品を コーディネートにより開発するのが得意？

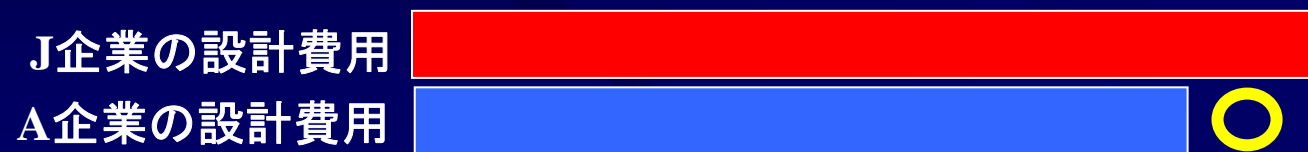
モジュラー製品・・・試行錯誤の数が少ないので設計費の差が出ない



中程度の擦り合わせ製品・・・試行錯誤の数が多いため設計費の差が出る



極端な擦り合わせ製品・・・科学的調整の巧拙で逆転が生じる



# 「フロントランナー方式」の産業政策

「護送船団方式」(1番遅い企業の尻押し)の限界

むしろ「フロントランナー方式」: マラソンの先頭ランナーをもっと速く

- (1) フロントランナー企業の識別
- (2) 官としてフロントランナー企業の戦略を学習
- (3) フロントランナーが参画する形での産業政策作り
- (4) フロントランナーがもっと走るためには何が必要か?
- (5) チャレンジャーがそれについていくためには何が必要か?
- (6) ダイナミックな能力構築競争の維持政策
- (7) 劣後企業対策は以上の産業政策とは切り離して考える

例: 経済産業省・機能性化学品室と機能性化学産業研究会

## 今後の産業競争力強化における官の役割

- ・日本の設計現場が得意とする製品の間接的な後押し。
- ・厳しい環境規制・エネルギー節約・安全規制
- ・それを世界に普及させる
- ・市場要求と社会制約が厳しい「難しい設計」に勝機。
- ・競争戦略に合わない不用意な標準化は逆効果

## 産業と官の関与：厳しい規制は可。過剰介入は不可

- ・自動車 …… 結果として ○ （厳しい環境規制で先行・エコ技術で優位に）
- ・原子力設備 …… ○ （極めて厳しい安全規制で民が鍛えられた？）
- ・携帯電話 …… △ （日本の発達した顧客要求に世界が追随せず）
- ・損害保険 …… × （金融庁を向いた開発？ 未払い問題で規制の悪循環）
- ・医療機器 …… × （官の過剰規制で民が萎縮。輸出産業を逸失？）

適度にいじめられた産業は育つ。疾風に勁草。ただし、いじめすぎはダメ。

## 参考文献

製品開発の基本的「成功パターン」とは何か(自動車)

→ 藤本・クラーク『製品開発力』ダイヤモンド社

効果的製品開発手法の異なる産業間での比較(コンピュータ、医薬、他)

→ 藤本・安本共編著『成功する製品開発』有斐閣

トヨタ自動車の強さの真の源泉は何か？

→ 藤本『生産システムの進化論』有斐閣

製品アーキテクチャのコンセプトを戦略に活かすこと

→ 藤本・武石・青島編『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣

文系・理系の溝を埋めることをねらった生産管理・技術管理の教科書

→ 藤本『生産マネジメント入門(上)(下)』日本経済新聞社

自動車産業はなぜ強かったのかを問う同時代史 → 藤本『能力構築競争』中公新書

ものづくり現場発の戦略論の提案 → 藤本『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社

対中国戦略へのアーキテクチャ論の応用

→ 藤本・新宅編著『中国製造業のアーキテクチャ分析』東洋経済新報社

サービス業にも広がる「開かれたものづくり」 → 藤本他『ものづくり経営学』光文社新書