

ものづくり概念と産業競争力

2009年7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

世界不況を乗り越える能力構築

顕在化する比較優位・比較劣位にどう対処するか

世界不況の先に来るものに備えよ

- ・日本住民が良い暮らしをしていくには、日本に「**進化する強い現場**」を残すことが絶対条件
- ・そのためには、**世界不況の先に来るもの**を見通して、今から準備をする必要がある
- ・不況の先に来るのは、常識的な「**比較優位にもとづく国際分業**」。産業政策はこれに備えよ。
- ・日本は、国際分業の本格化に備え、自らの「**設計の比較優位**」を見極め、現場力を再構築し、制約条件の中で難しい設計を世界から引き受け、**設計立国**を目指すべきである。そこでは「勝てるか？」が鍵。ハイテク立国でも、電子立国でも、製造立国でもない…
- ・この点、日本の従来の**イノベーション**（**産業革新**）政策は、科学技術基本計画も含め、従来は、**大規模プロジェクト偏重、固有技術偏重、設備助成偏重**の傾向があった。
- ・その結果、「**設備の離れ小島**」「**先端技術の離れ小島**」はできるが、それらをつなぐ「**付加価値の流れ**」が欠けていた。設備は既に、かなり入っている。いま中小企業の現場に必要なのは、「**ハコの追加**」ではなく、「**流れ**」である。
- ・改善人材（**ものづくりインストラクター**）育成に予算を。例えば「**現場改善授業料**」の免除。
- ・**新産業**も長期的には大事だが、もっと大事なものは、**既存産業の優良現場をつなぐ、産業を超えた知識融合**。産業革新機構を、**ものづくり技術の改善支援**にも活かせ！

日本におけるものづくりの重要性： グローバル化の中での比較優位の源泉として

グローバル化した経済 … 産業ごとの国際競争力の優位・劣位が顕在化する
(保護政策↓ 非関税障壁↓ 輸送費↓ 通信費↓)

リカードの構想した「比較優位・国際分業・貿易の利益」の世界がようやく現出？

総花的な加工貿易立国(工業フルセット主義) → 比較優位に基づく国際分業

加工貿易立国を100年追及してきた日本 … 1980年ごろまでに、ほぼ達成？
(原料・燃料・食糧を輸入、あらゆる工業製品を輸出)

しかし1990年代以降 … 円高、アジア新興工業国、デジタル技術、
米国経済復活、そしてグローバル化

「微細な産業内貿易」へのシフト … 工業製品を輸入し、かつ輸出する

それでは、21世紀の日本は何を輸入しなにを輸出するのか？

- … 既存の(狭義の)比較優位論は現象をうまく説明しきれない
- … 「新しい貿易理論」も、具体的に何を輸出するかを答えない

設計(アーキテクチャ)の比較優位論

設計情報創造(開発)の拠点立地が、設計情報転写(生産)の拠点立地に先立つ。

開かれたものづくりの観点から言うなら、設計拠点の立地を、もっと重視すべし。

しかし、これまで正面から取り上げられてこなかった。

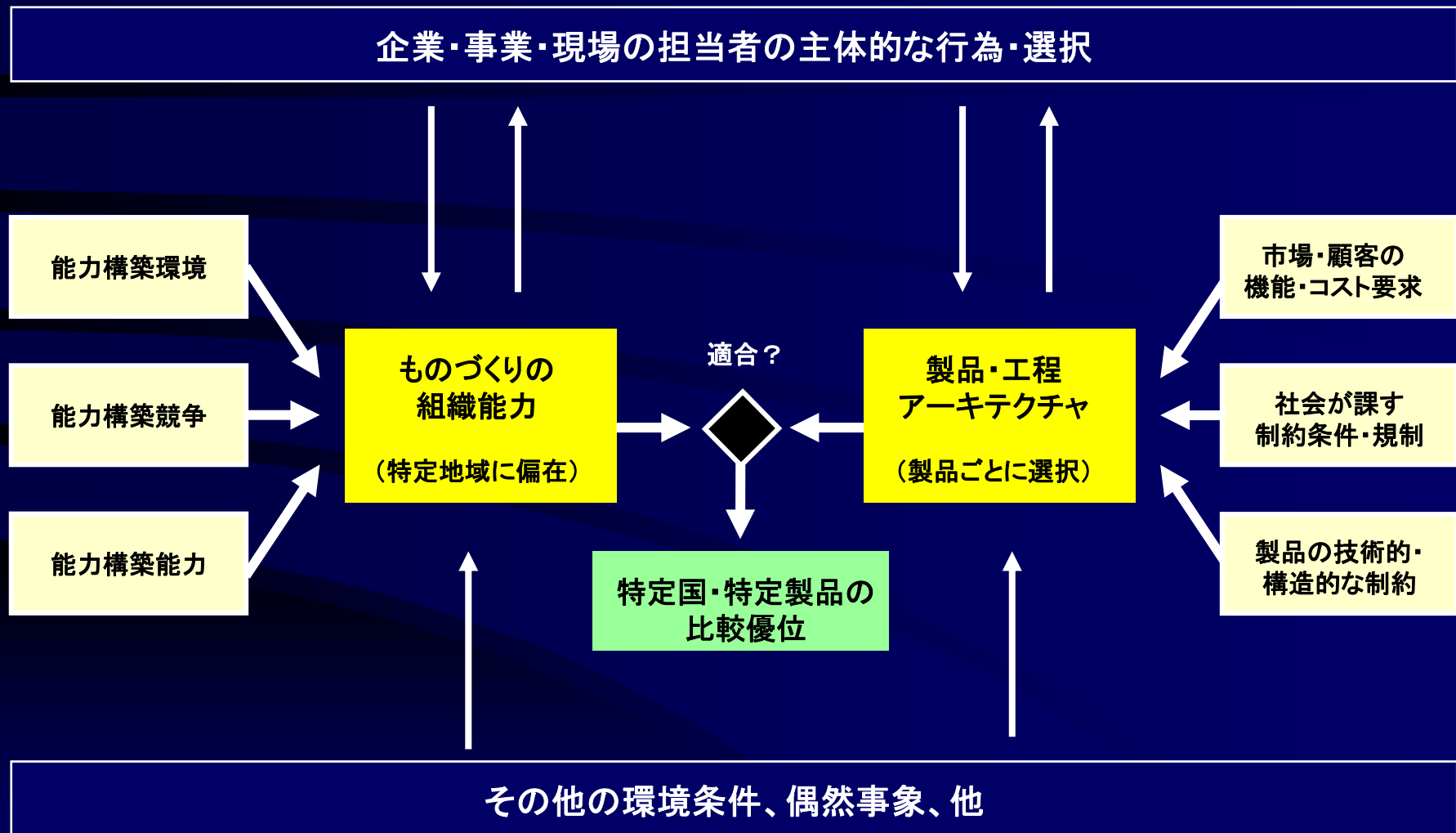
- ① 狭義の比較優位論 …… 生産立地の問題に集中。設計立地を看過
- ② プロダクトサイクル論 …… 開発立地を重視。しかし「米国」と結論
- ③ 新しい貿易論 …… 生産拠点の累積効果に注目。しかし「偶然」と結論

設計の比較優位、あるいは設計拠点の立地決定を、もっと重視すべきではないか。

この発想から生まれた。現場発の発想 …… 設計の比較優位論

その前提 …… 資本は動くが、組織能力は簡単に動けず、国に偏在する

組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



実証社会科学における進化論の枠組

事後合理性が認定される社会システムあるいは人工物の存在理由を、
事前合理性にみに頼らずに説明する、動態的な枠組。

ある社会システムの存在を、どうやって説明するか？

- ① 構造論 …… それは何であるか
- ② 機能論 …… それは何のために作られたか
- ③ 発生論 …… それはどこから来たか

ある構造を説明するために、機能論(存続の論理)と、発生論(生成の論理)を異なるものとして用意しなければならない状況 …… 進化論の出番

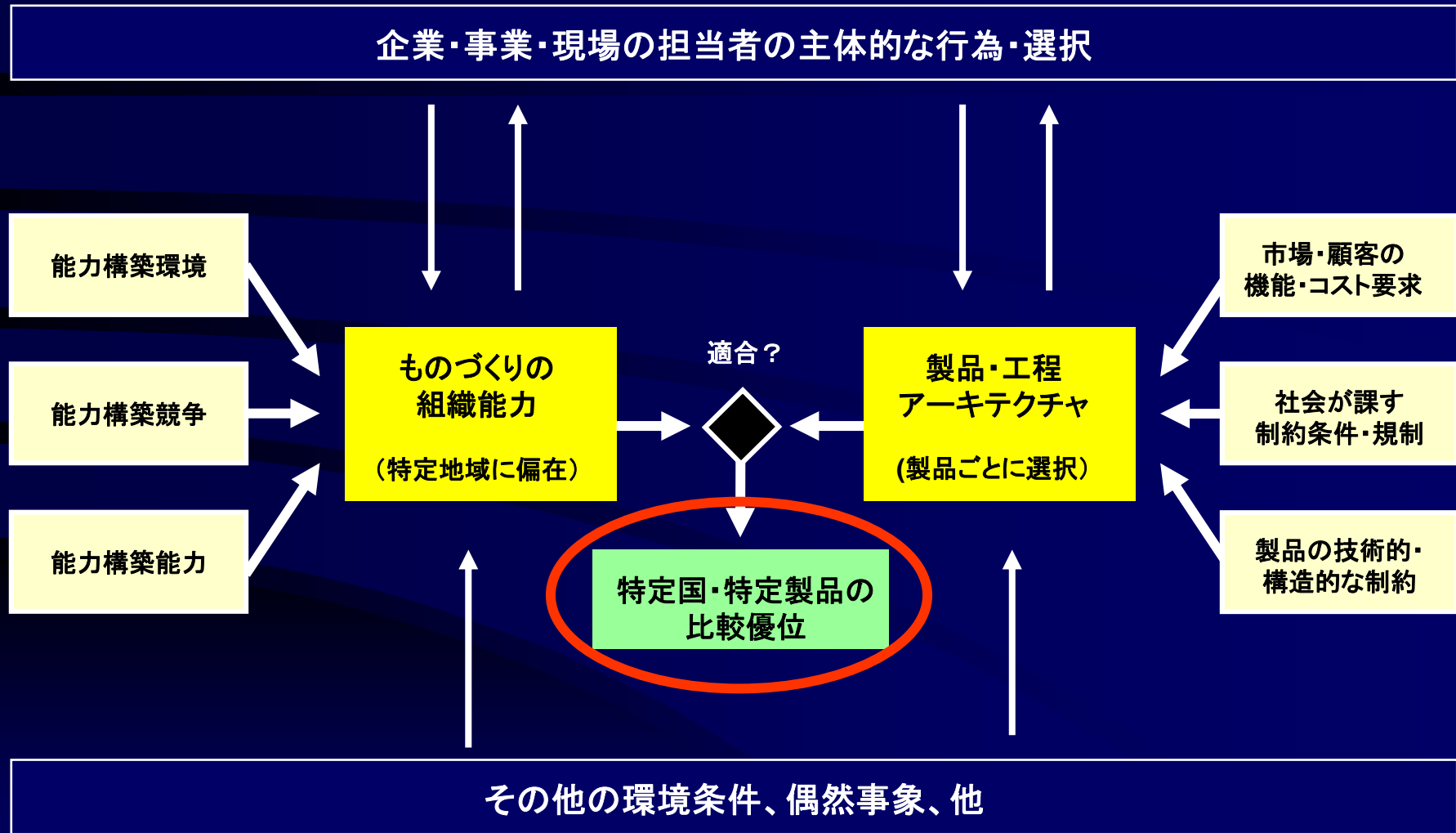
具体的には …… 変異(variation)、選択(selection)、存続(retention)の結果として、
現存する社会システムあるいは人工物を説明する。

競争力と組織能力の多層構造・・・

収益力と現場力を混同してはいけない ・・ 違う動きをする

現場の能力構築は、不況の今が正念場だ

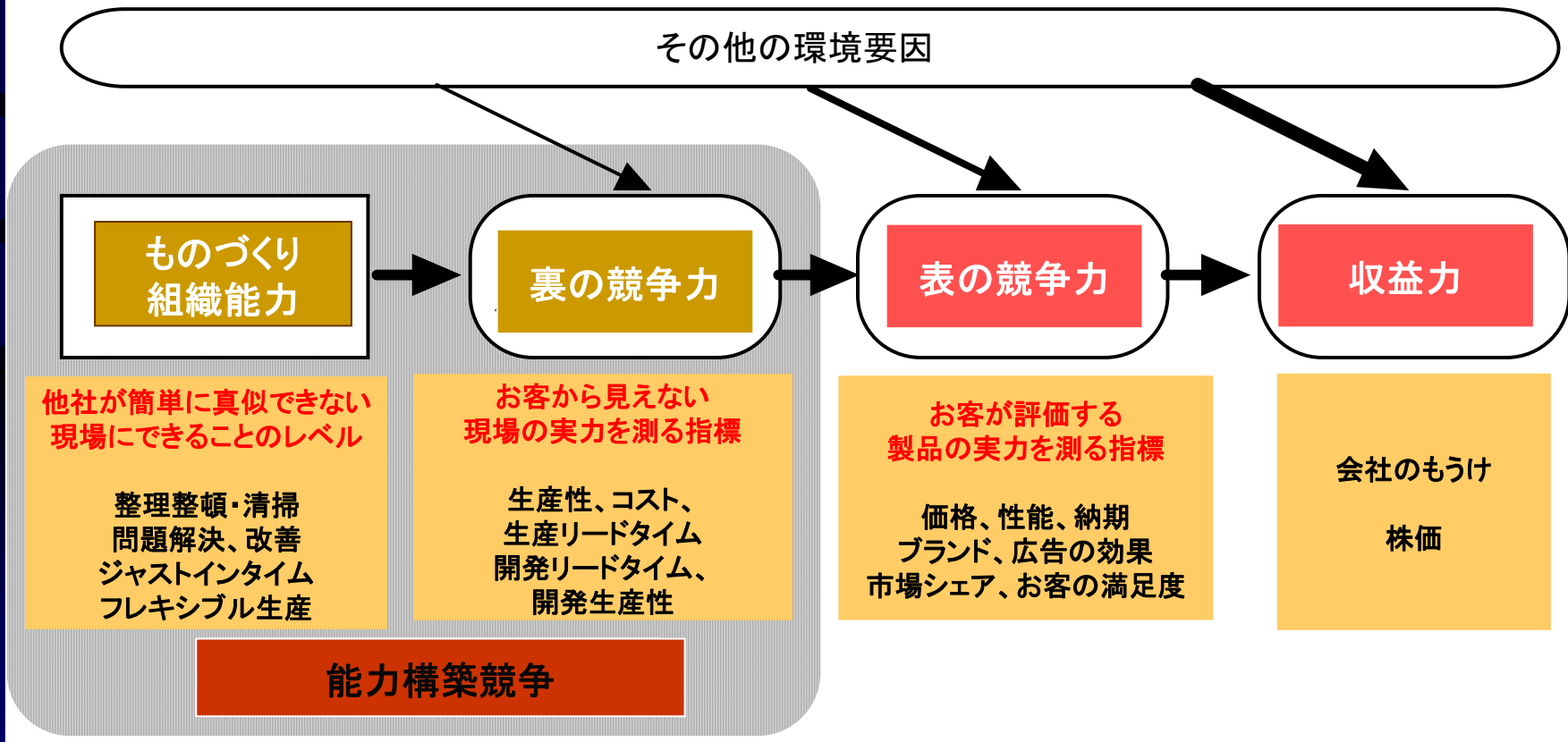
組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



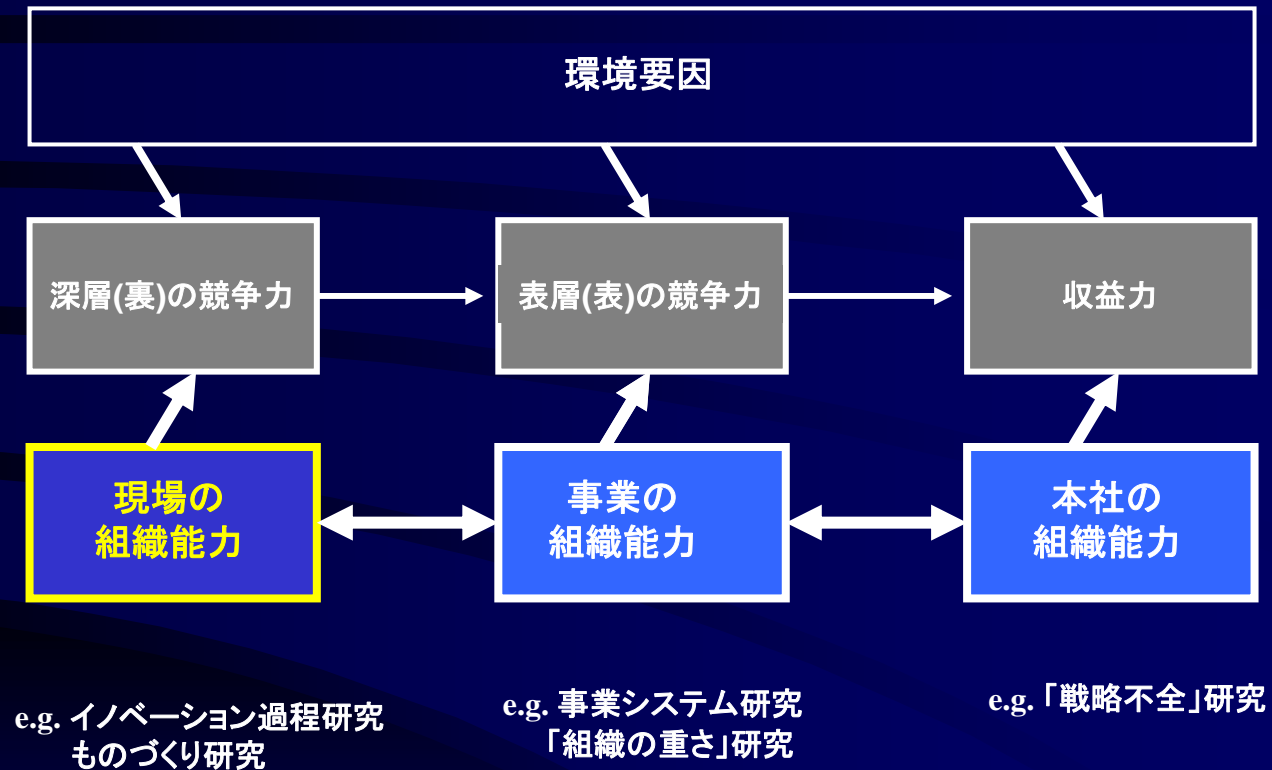
競争力は多層的に把握せよ:「まず現場」か「まず利益」か

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

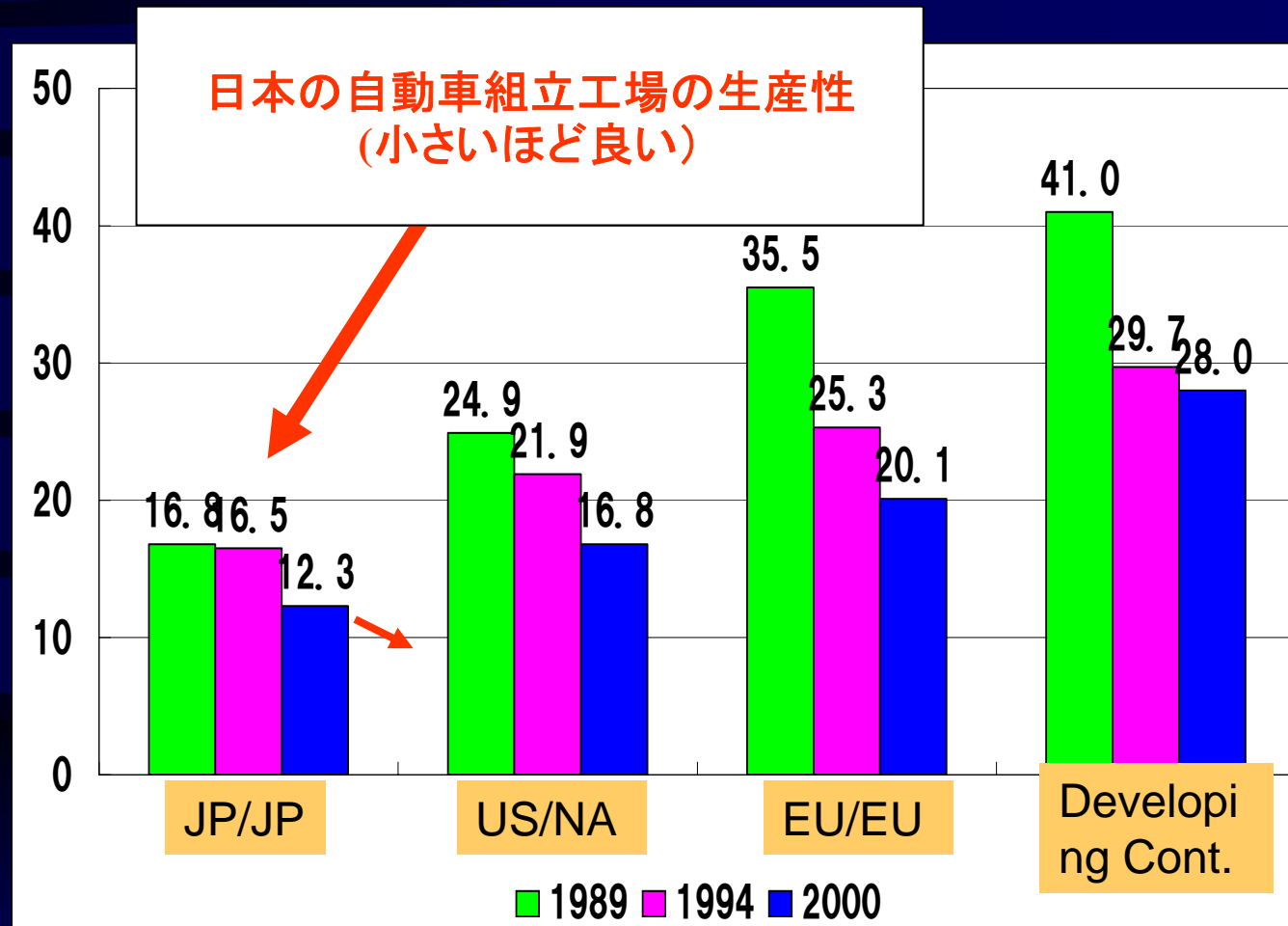


組織能力の多層性と競争力



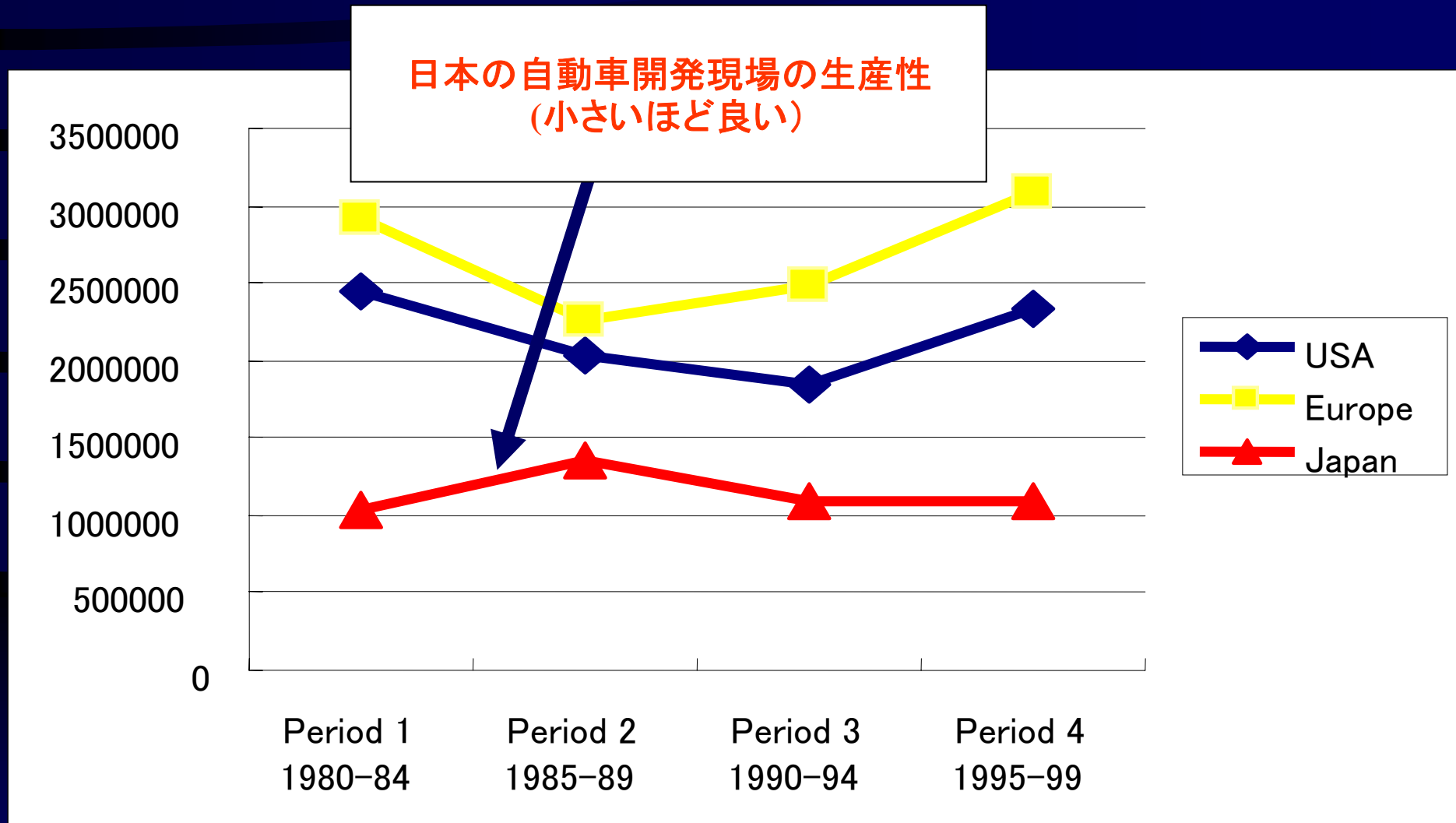
注： → は主たる因果関係を示す。フィードバック・ループなど細部は省略した。

自動車の組立生産性向上は今も続く

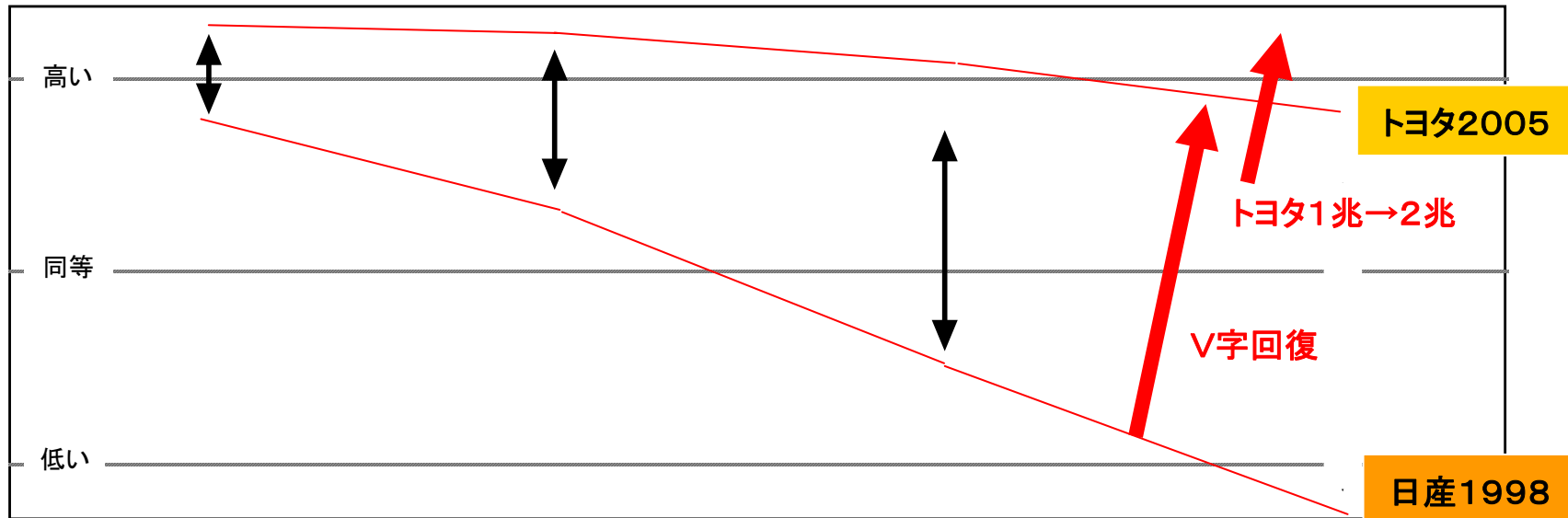
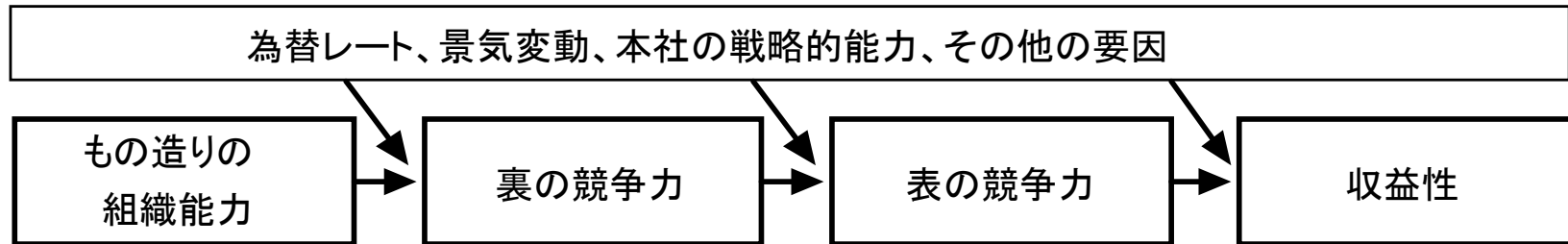


10年で生産性8倍のパソコン工場も日本にはある！

自動車の開発生産性: 日本は欧米の2倍前後で推移

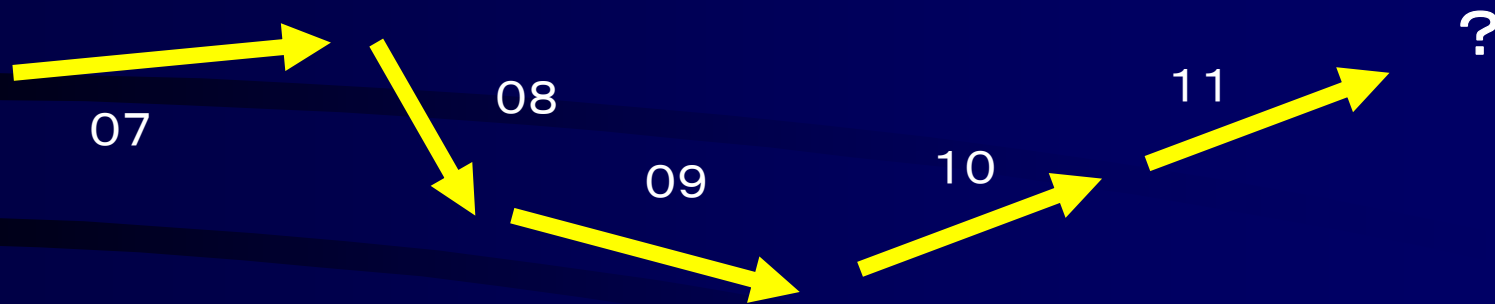


競争力の多層評価フレームワーク -日本の自動車産業の例-

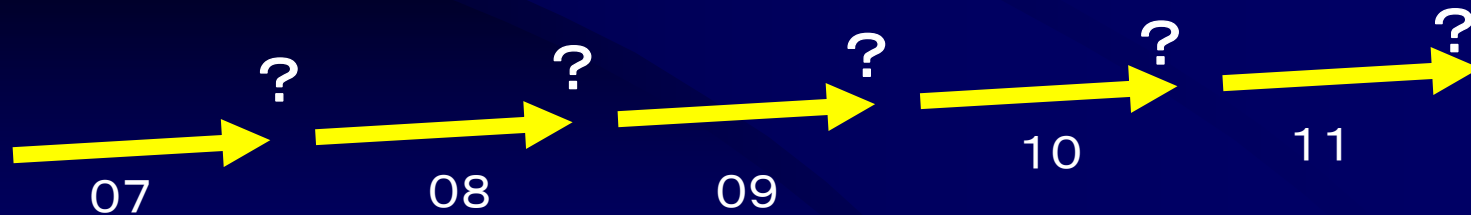


現場力を鍛え続ける

▶ 会社の収益力、売り上げ(表の競争力)の展望

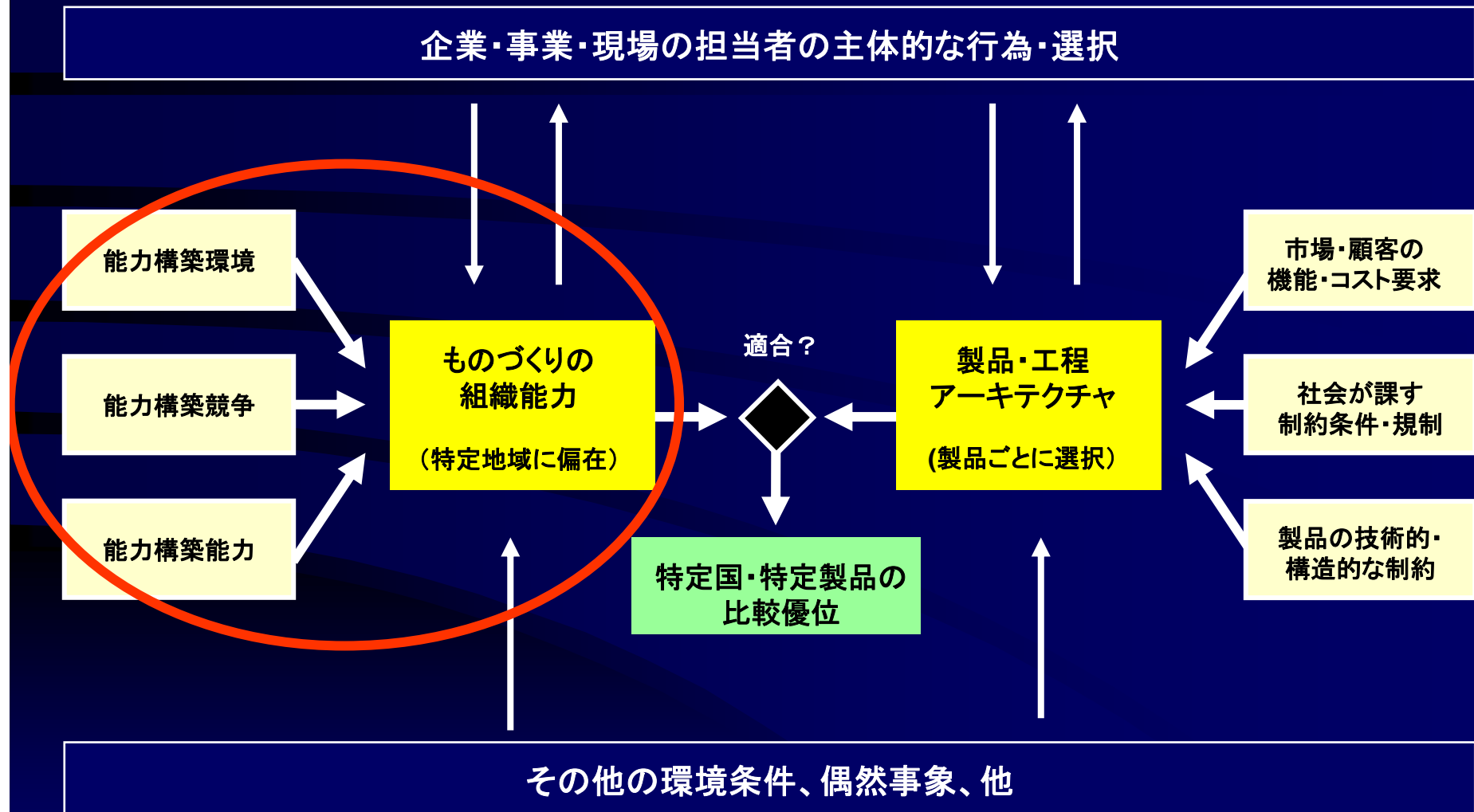


▶ 現場力(ものづくり組織能力、裏の競争力)の展望



会社が生きている限り、改善を続ける・・・

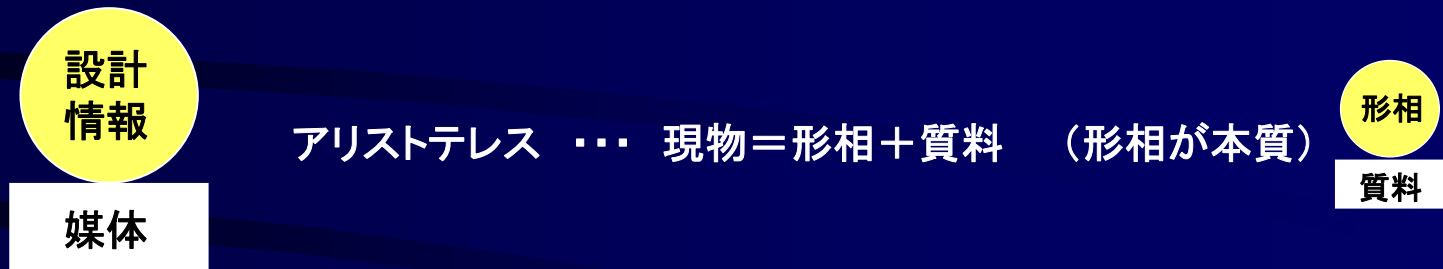
組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



「ものづくり」とは「設計情報の良い流れ」を作ること

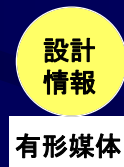
現場・現物からの発想 …… モノよりはむしろ「設計」に着目

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)。

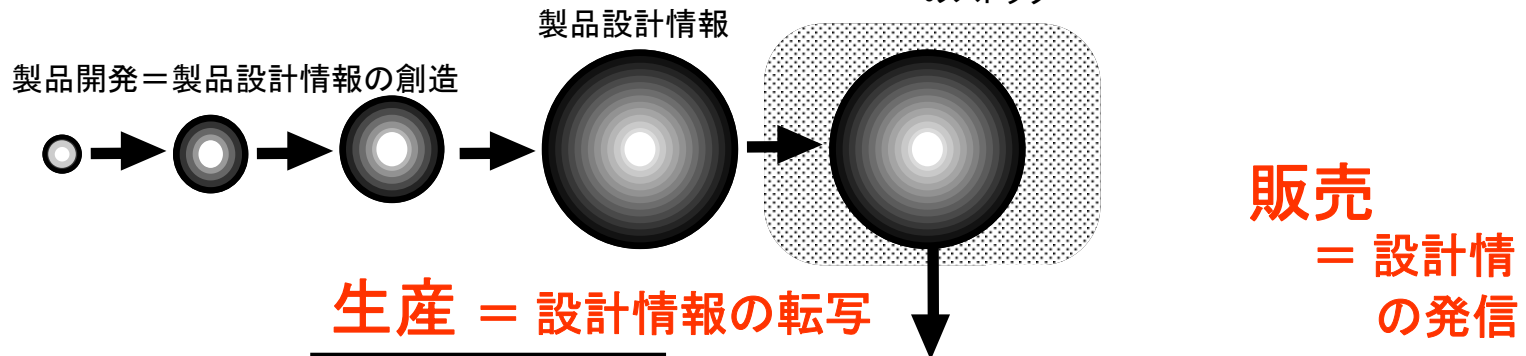
開かれた(広義の)ものづくり …… 人工物に託して、設計情報を創造し、
転写し、発信し、お客に至る流れを作り、顧客満足と経済成果を得ること。

ものづくり現場 …… 生産・開発・購買・販売を含む

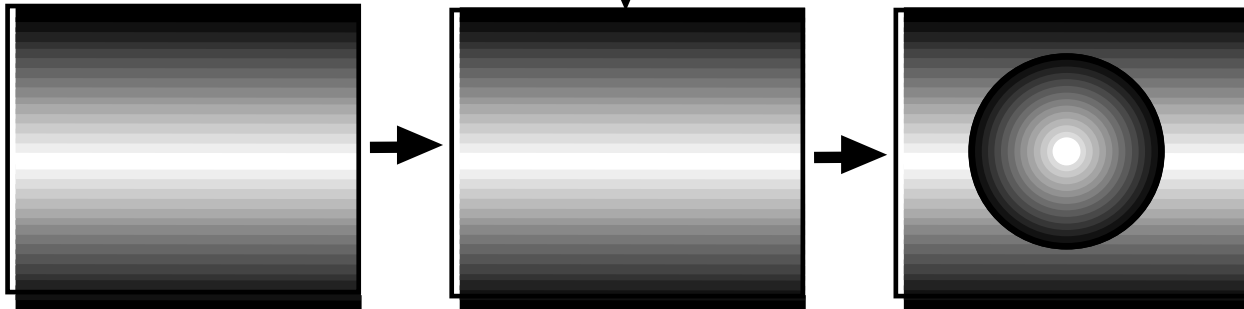
現場 = 顧客(市場)へ向かって設計情報が流れる場

開発 = 設計情報の創造

生産工程 = 製品設計情報の
のストック




購買
= 媒体の調達




素材 = 媒体(メディア)

仕掛品 = 媒体(メディア)

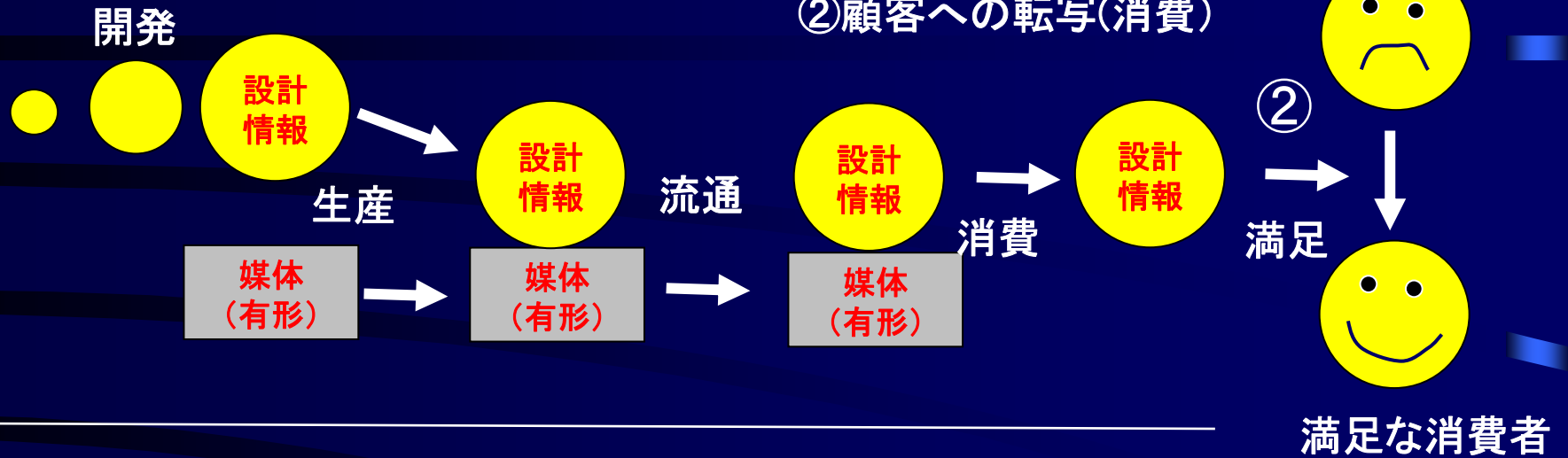
製品 = 製品設計情報 + 媒体

 = 情報

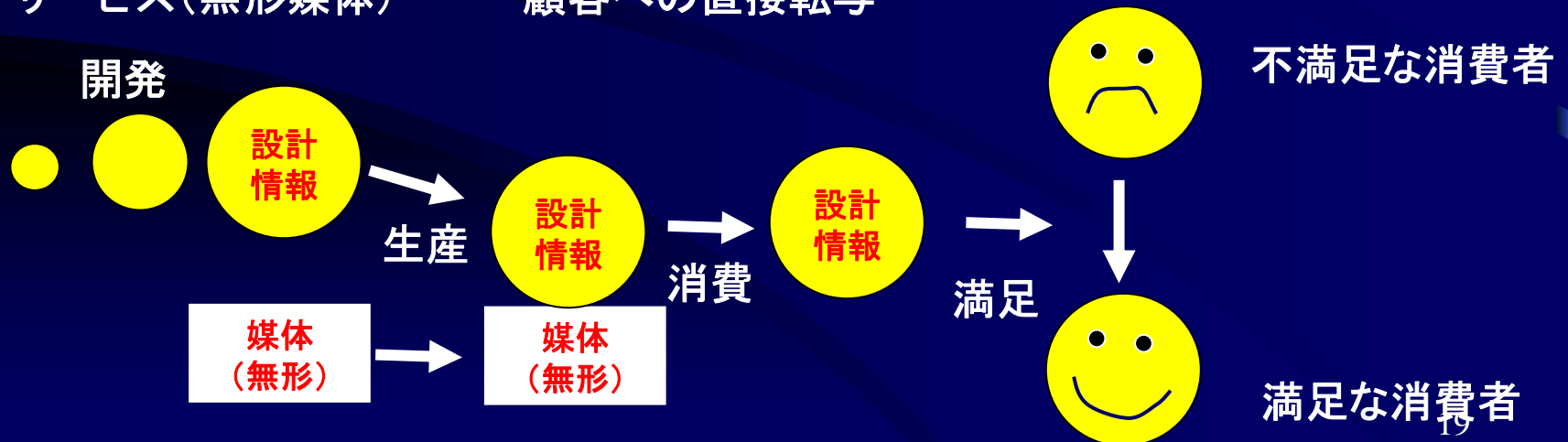
 = 媒体(メディア)

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)
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



「設計情報の創造・転写システム」としてみた 統合型の開発・生産組織能力(トヨタは典型例)

生産: 「**工程から製品への、密度・精度の高い設計情報の転写**」

… 設計情報(付加価値)をお客様に向けて「**よどみなくスーっと流す**」

製品開発: 「**早期で統合的な問題解決サイクルの束**」

… 未完設計情報の待ち時間を減らし、「**よどみなくスーっと流す**」

サプライヤー・システム:

「**長期安定取引**」「**少数者間の能力構築競争**」「**まとめて任せる**」

… 設計情報がサプライヤーとの間で淀みなく流れる

販売・サービス・システム

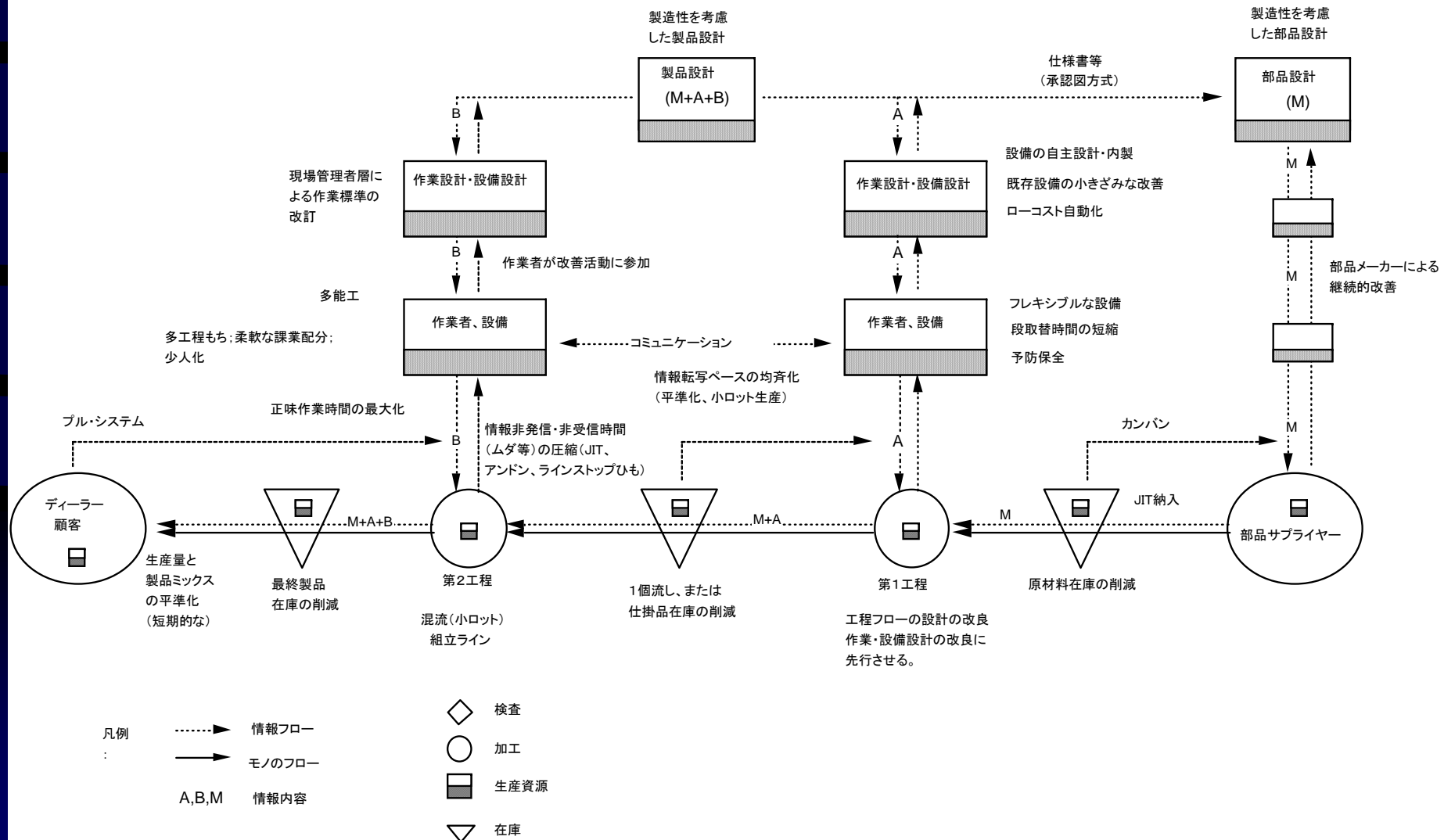
お客様に、**高質なカーライフ経験**を、正確かつタイムリーに発信する

… 設計情報(付加価値)がお客様に向けて淀みなく流れ転写される

要するに…「**知のめぐりの良い組織**」である

設計情報の流れからみたトヨタ・システム(生産性・生産期間)

トヨタ的生産システムの組織能力:生産性と生産リードタイム



産業レベルでの「統合型組織能力」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。²²⁾

日本に良い現場を残せるか・・・今が正念場？

日本に「**進化する現場**」を残せるか？

・・・ 基本が崩れてきた日本企業が多くないか？

多能作業・設計者のチームワークの確保・・・ 統合型の組織能力

「**良い流れ**」の確保。**全部原価計算**や、洋物の**分業IT**は、ときに邪魔をするので注意！

減産時には**現場からは人を抜き**、現場力を確保。しかし、**会社には人が残り**、
多能化教育、作業標準改訂、インフラ整備、自前設備製作、・・・

設計現場から切り離して生産現場を評価する危険？・・・ **マザー工場の空洞化**

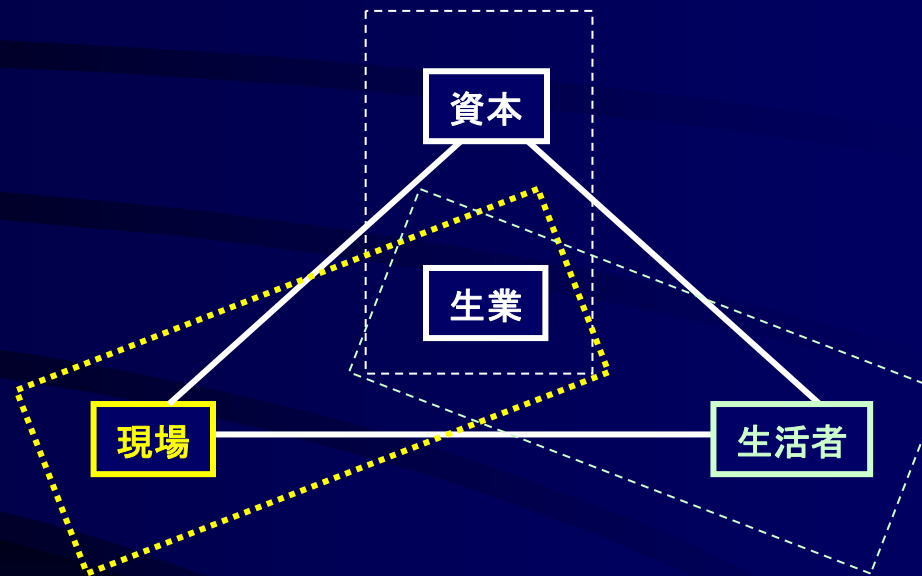
「**流れを作る技術**」(TPSなど汎用の現場管理技術)の次世代への伝承が滞る

50～60歳の知恵を20～30歳に伝える「**社内インストラクター学校**」が出来ていない

「**2007年問題**」を忘れていないか。まだ解決していない！ 人事部門の視野狭₂₅？

資本主義・社会主義・現場主義の拮抗？

企業系の(資本視点)政党・勢力



産業系(現場視点)の政党・勢力

… ここが弱い？ (票にならない?)

→ 地域の「良い流れ」作りがなかなか進まない！

生活者系(社会視点)の政党・勢力

「良い流れ」を妨げるツールやインフラに対処せよ

① 日本型チーム設計・生産と適合しない、欧米発の「分業型IT」(CAD, ERP ..)

個室で設計し、完璧データで渡すことを前提にした標準IT .. 使うが毒を消す？
設計部門しか使えない「重いIT」 .. 「軽いIT」で補完する(XVL, FOAなど)
ユーザーのカスタマイズ要求に応じない標準IT .. 是々非々で採用・不採用
チームによるコンセプト設計を支援するITは、自前で(マツダのコンセプトモデラー)
軽い改善支援IT ... 情報をなるべく加工しない。最適粒度でネットにアップ

② 「良い流れ」優先の日本型ものづくりに合わない伝統的管理会計

作りすぎに対してペナルティのない、伝統的な全部原価計算
JIT(売れるだけ作る小ロット生産)はキャッシュ改善、しかし「当期利益」は悪化
良い現場は「流れ」重視。しかしトップやミドルが当期利益に固執すれば流れは悪化
年度末の会計操作、意図的な過剰生産、マザー工場の過小評価 ..
トップも認める数字 .. キャッシュ、棚卸資産利益率、全部直接原価、時間価値

③ 部分最適に走り、結果として「良い設計・良い流れ」を寸断する「コスト戦略」

グローバル競争下、コスト低減は必要 .. しかし、流れを無視すれば逆効果
設計・生産を分断し部分最適評価をすれば、国内のマザー工場は消える？
国内に一気通貫の拠点を残さねば、設計そのものが疲弊してくる？
流れを寸断する短期的なコストダウンは、長期的な価格低落、利益先細りに²⁵

ある「しぶとい自動車組立工場」の風景(2009. 3)

- 月当たり生産量は、08年6月に比べて、70%以上減少
- 約20%いた非正規従業員(期間工)は期間満了でゼロに
- **正社員は削減せず** …… 半年勝負の籠城戦？
- 1日2交替から1交替制へ。現場からは人を半分以上抜く
- 現場からは躊躇なく人を抜くが、会社からは抜かない。
- 余剰社員は、**再教育、多能化訓練、標準作業表見直し、改善**などに投入
- 能力構築、継続改善、ローコスト自動化、整理整頓清掃などは緩みなし
- 現場も社長も、「**会社はピンチだが、現場は能力構築のチャンス**」とみている

日本の現場力を維持する人材育成のありかた

- ・ものづくり人材育成の**悪循環**を断つ必要がある
- ・その鍵のひとつは、**団塊世代の再活用**が握る。
- ・この点、大企業、中小企業、地域金融業、自治体、国が、見合ってしまった傾向がある。**国の呼び水的な政策**が極めて有効。
- ・産業革新政策には、設備の離れ小島が林立する「**ミニ・箱モノ政策**」が目立つ。
- ・**地域や中小企業の「流れ改善」**の主役は、インストラクターだ。
つまり、設備よりは人(まずは教師)への投資が重要。

21世紀製造企業の人材育成に対する私見

企業における「強いオペレーション」と「強いストラテジー」の両立

ものづくりの強みをしっかり収益に結び付ける「戦略構想力」

そのために必要な人材は・・・

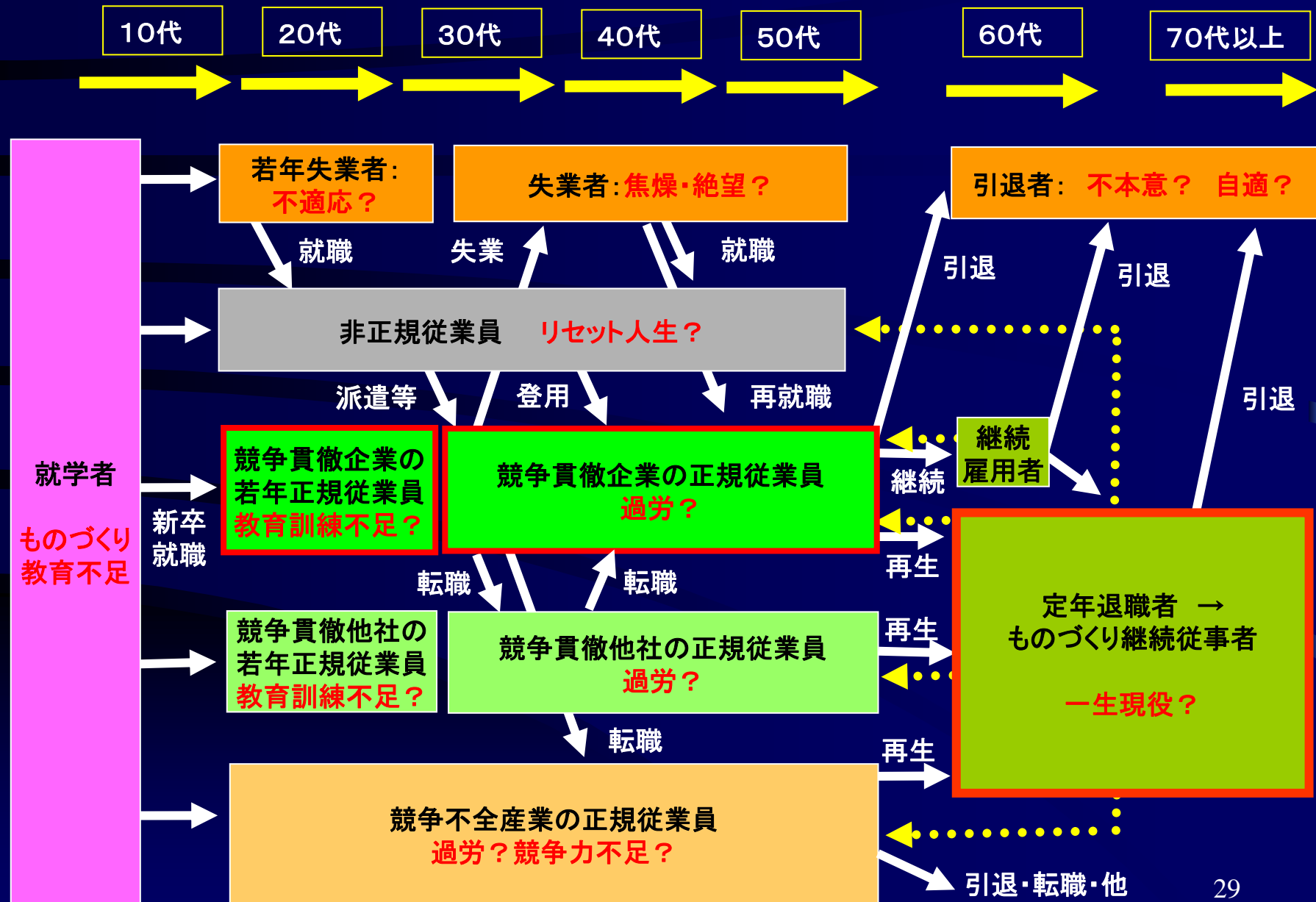
(1) 戦略の概念を理解する技術屋(理科系)

(2) 技術屋さんと有意義な対話のできる事務屋(文科系)

そのために文科系(経済・経営系など)に必要なこと・・・

学部における「ものづくり経営学の教育」・・・理系との連携も
それを前提にした「泥臭い(問題発見型)エリート教育」
その延長線にある大学院教育の拡充

ものづくり現場人材ロードマップ:各世代の課題



ひとつづくりの悪循環を断ち切るには？

- 2007年、団塊世代の定年問題が始まった。知識伝承は大丈夫か？
 - とりあえず、ものづくりベテランの定年後採用継続でしのいでいるが…
 - 今のうちに、長期的に発展可能な仕組みを作り出す必要がある。
- **日本経済全体**にとっても、企業・産業を超えた「ものづくり技術」の移転は重要。その担い手が「**ものづくりインストラクター**」。その育成は日本全体の課題でもある。
 - しかし、だれがなるのか？ **中核人材(30~40代)**は、人に教えている暇が無い！
 - かくして、**20代**は教育不足で自信がない。**非正規従業員**は技能が足りない。**30~40代**はその面倒見に忙殺され時間がない。**50代**は先が見えず元気がない。…「**ひとつづくりの悪循環**」が生じかねない … これを「**好循環**」に変える起点はどこか？
- 「ものづくりインストラクター」の有望な供給源は、実は**50代の定年予備軍**である
 - 放っておけば、退職して、もはや子会社就職も無く、完全リタイア。むろん悠々自適もよし。
 - あるいは海外のライバル企業に教えに行く。人生それぞれ。しかし、企業はそれでよいのか？ **まだまだ自分の知識を産業界で生かしたい、と考えているシニアは多い。**
- 何がボトルネックか？ … 「**自分の工場のことなら何でも分かるが、他社の指導はできない**」という思い込み。この思い込みを打破し、「**ものづくり知識は産業を超えて指導可能**」という考え方を定着させたい。
- そうした「**開かれたものづくり知識を生み出す場**」を、産学連携で作れないか
 - … それが「**ものづくりインストラクタースクール**」構想。

ひとつづくりに関するわれわれの現状認識： 「ものづくりインストラクター」の大量育成が必要

- ものづくりインストラクターへの**需要**は膨大にある
 - 自社の**技能伝承**
 - 増加する派遣・期間工に対する現場指導
 - 増加する**海外拠点**での現場指導
 - **取引先**のサプライヤーから頼まれての現場指導
 - **他業種**から頼まれての現場指導（トヨタ → 越谷郵便局）
- 固有技術は応用範囲に限界があるが、**現場管理技術**はどこでも使える。
- 実は**供給**も多い。30～40台は忙しくて無理。しかし、50台後半～60台は？
会社が小さかったころに経験を積み、知識の幅は若手をしのぐ。質・量ともに十分。2007年問題は、**2007年チャンス**！
- 本人の年金の足しにもなる。生きがいにもなる。50代後半のモラールアップも。
安い歩合給で喜んで教えてくれる「金の卵」。当面、**日本の生産性向上は、
ものづくりシニアが牽引する。**
- そのためには、全国規模で、大々的に、「**ものづくりインストラクター育成**」を！

東大ものづくりインストラクタースクール： 授業風景



東大ものづくりインストラクタースクール： 現場実習



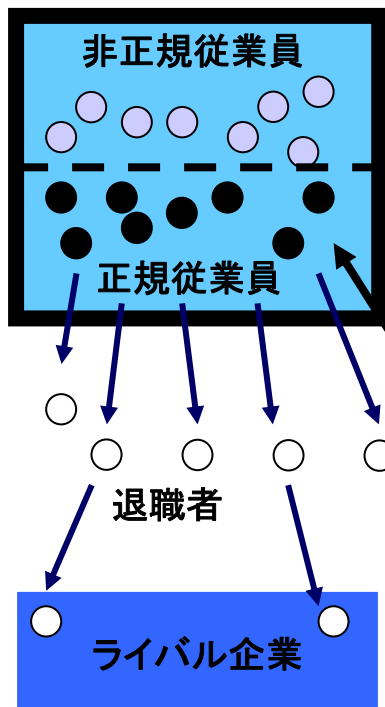
33

チームで楽しく改善。他業種で教えられる人材。3日で改善提案30！

「開かれた現場」とものづくり革新

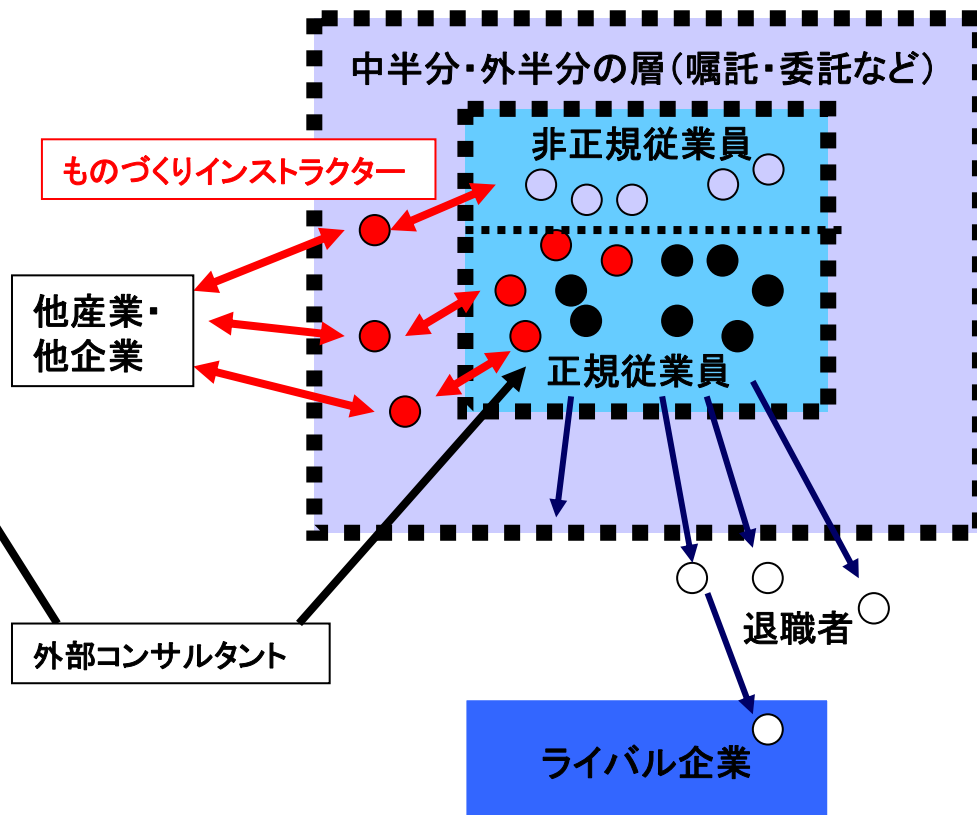
現在の典型的な「閉じた現場」

内か外か・・・結局は頭脳流出



将来ありうる「開かれたものづくり現場」

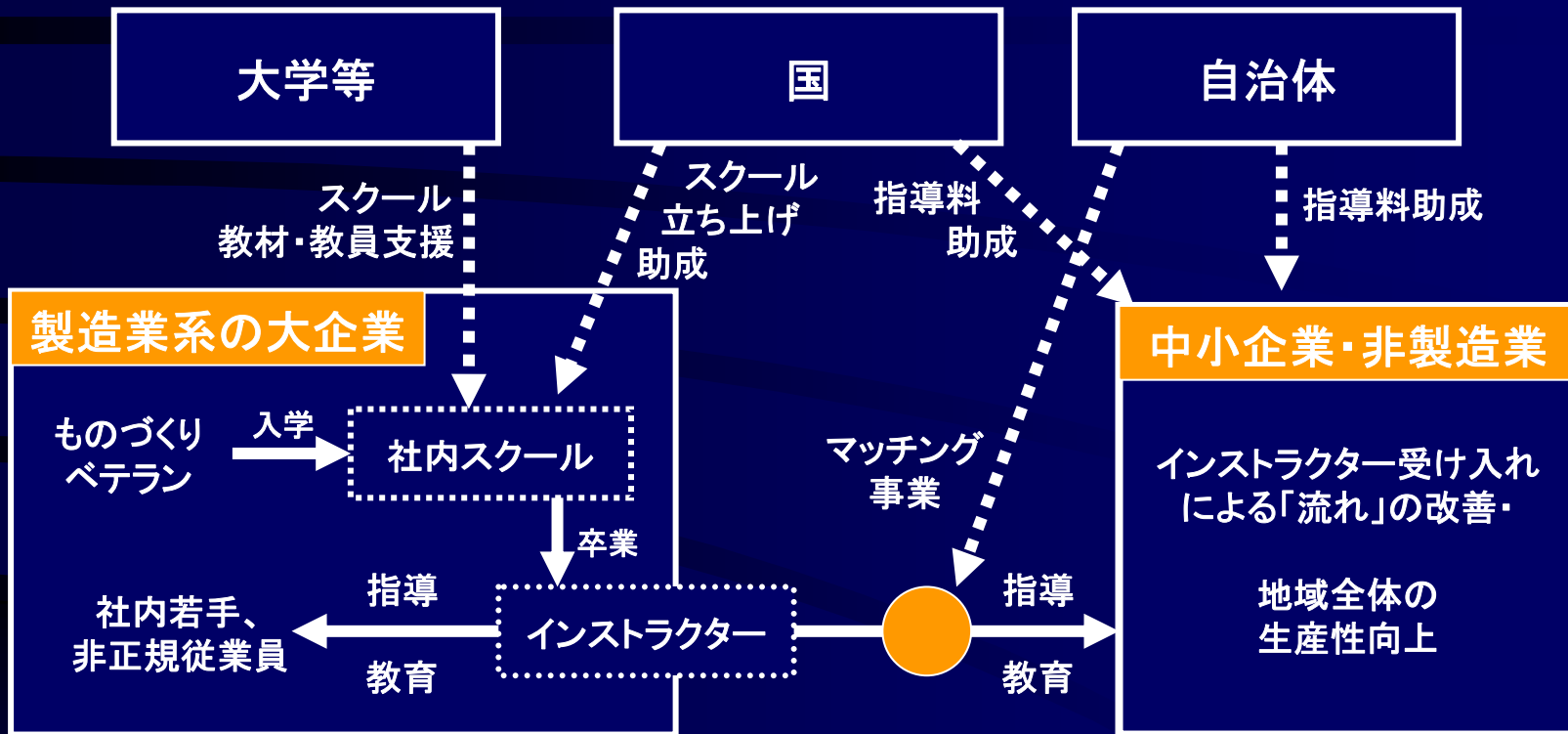
「半透膜」を通じて他産業と指導・学習の活性化
・・・その鍵を握るのは「ものづくりインストラクター」?



ものづくり・人づくり・イノベーションの連携： 地域の産官学連携を

- ・ **大企業は、ものづくりインストラクターの社内スクール(師範学校)を開設せよ**
「良い流れ」作りを、産業を超えて指導できる教師を、社内で養成せよ
定年後も社内外の改善指導に活躍。社外でも教え、社内知識還元する人材を、定年前に育成せよ
- ・ **大企業は、「5日勤務か完全退職か」の二者択一以外の継続雇用オプションを用意せよ**
例えば「3日インストラクター勤務、4日悠々自適」といった働き方に潜在需要あり？
- ・ **グローバル企業は、「適財適所」の海外拠点展開を長期視点で熟考せよ**
「進化する現場」を日本に残せ。そのために必要なだけの正規従業員を確保せよ
- ・ **中小企業は、「良い流れ」を作り、付加価値生産性を高めるため、外部人材を積極採用せよ**
たとえば、大企業出身の「インストラクター」に、ものづくり、人づくりの支援に来てもらう
- ・ **政府は、中小企業の「良い流れづくり」「人づくり」「インストラクター活用」を支援せよ**
固有技術・先端技術偏重の「離れ小島」政策を改め、インストラクター指導料などに助成を
- ・ **地方自治体は、地域におけるインストラクターの「需給マッチング事業」を強化せよ**
- ・ **大学は、文理融合の「ものづくり」技術・経営教育を強化せよ。**
それを日本発の実証研究に結びつけよ

ひとつづくりの産官学連携



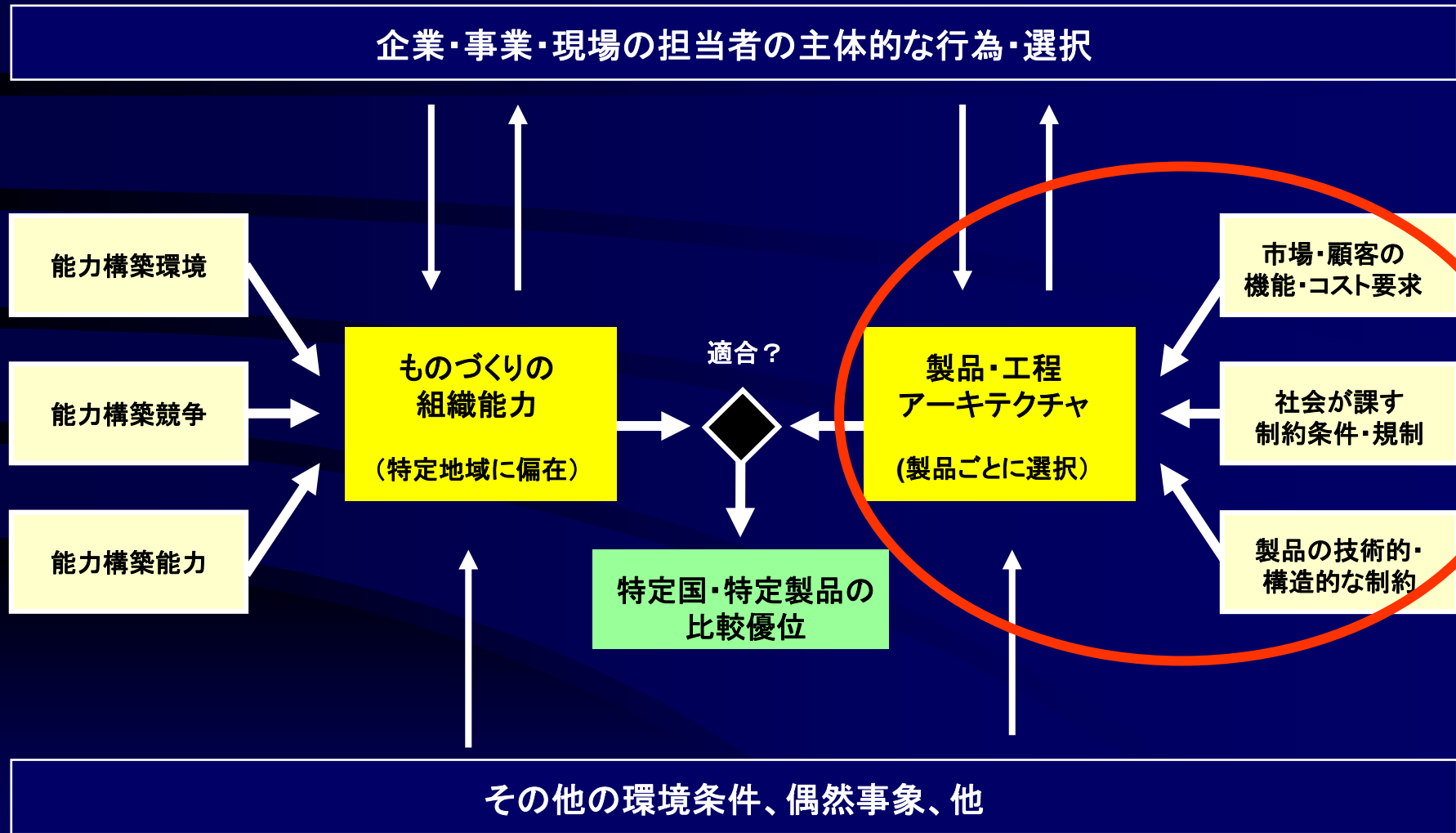
アーキテクチャ(設計思想)

擦り合わせ型(インテグラル型)

と

組み合わせ型(モジュラー型)

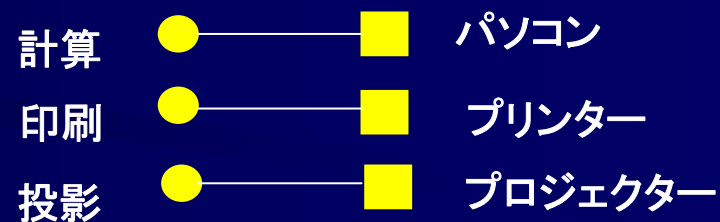
組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



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

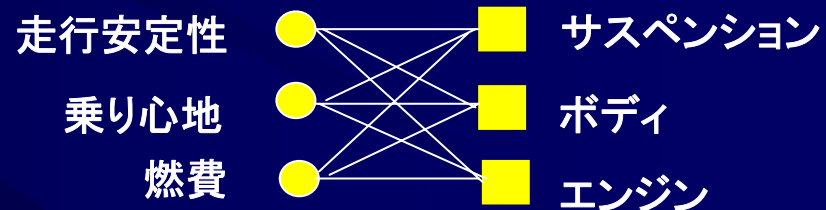


製品の機能

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(クローズド・インテグラル)製品: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 (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、 超薄短小家電、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 (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 (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、

汎用部品(いろいろな会社の製品で使える)は50%以上

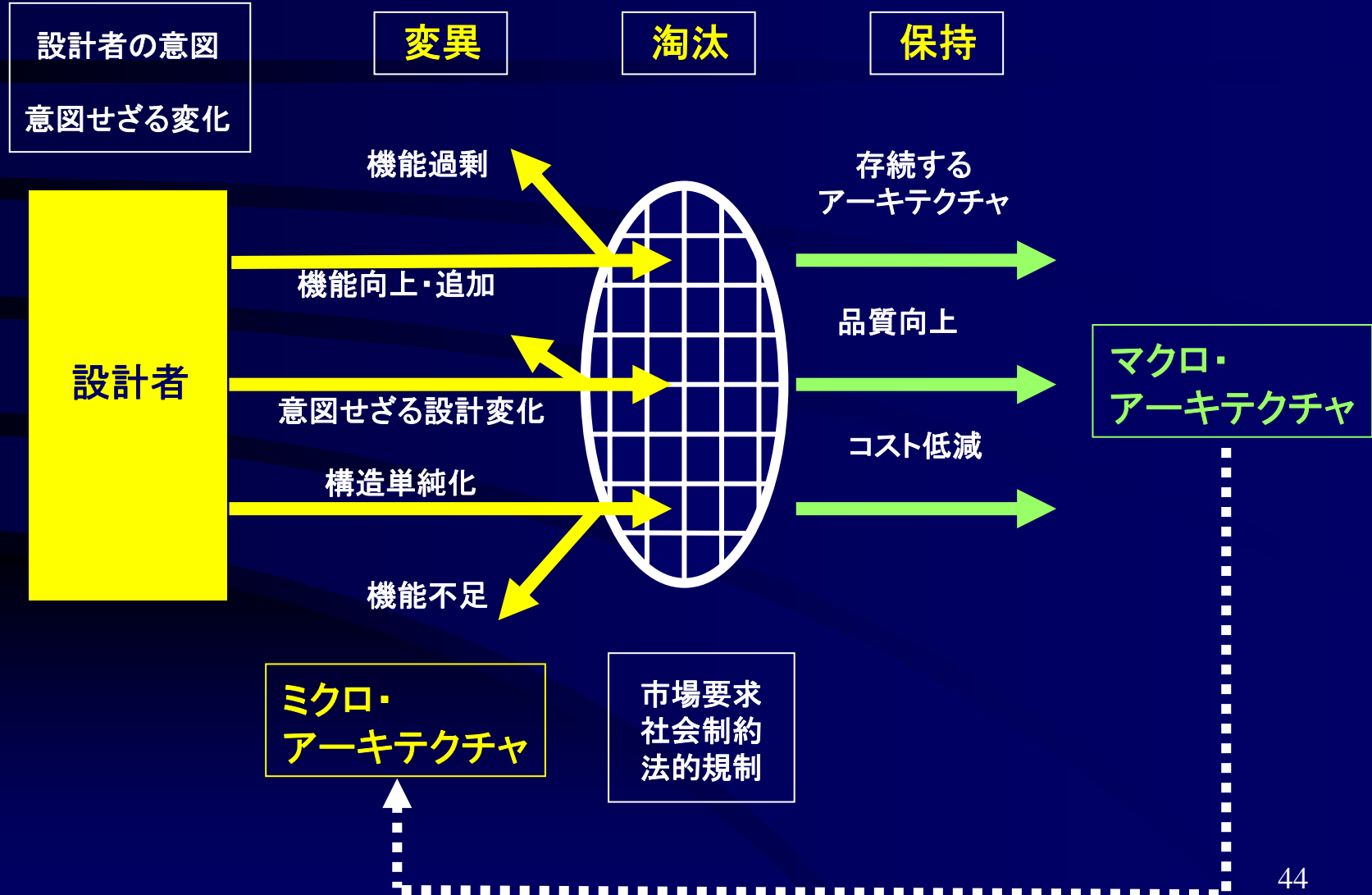
クローズド・モジュラーの製品 (メインフレーム・コンピュータ)

	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、



自分の会社で設計した「社内共通部品」を寄せ集めて、多くの種類の製品を作る。

設計とアーキテクチャの進化論的枠組



マクロ・アーキテクチャとミクロ・アーキテクチャ

マクロ・アーキテクチャ .. 市場・社会・技術が選ぶ、と考える（淘汰）

製品全体のアーキテクチャ = 部位のアーキテクチャの集計値

マクロ・アーキテクチャが、産業の風土、組織能力の方向性に影響する

それを通じ、マクロ・アーキテクチャがミクロ・アーキテクチャに影響を与える

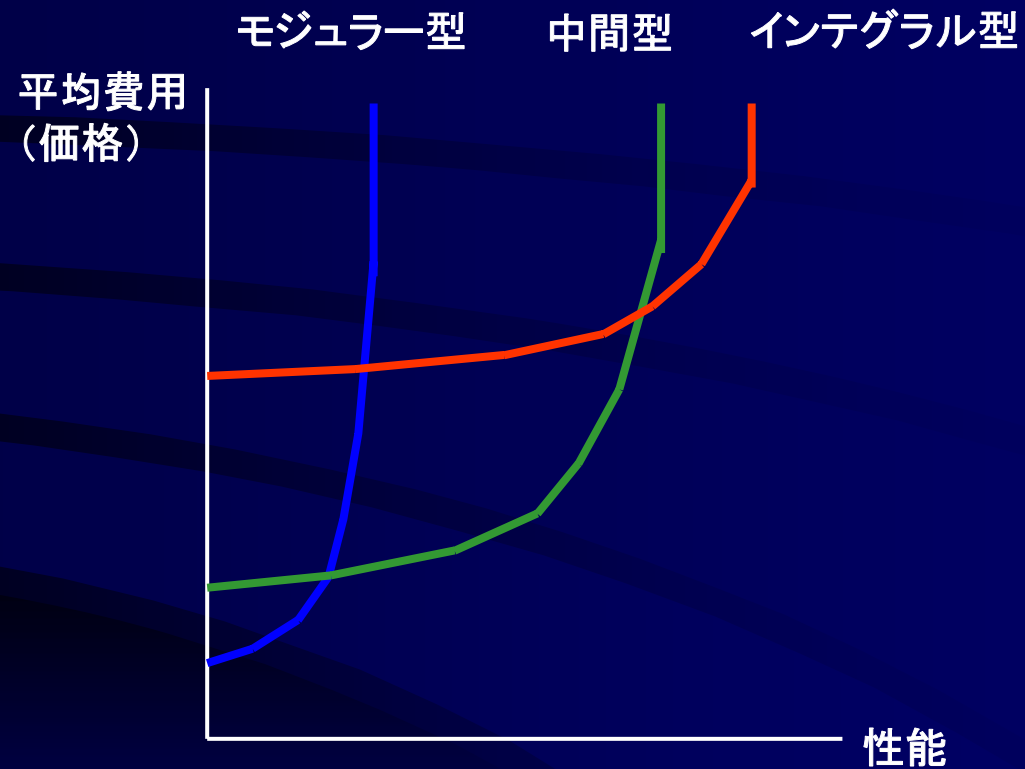
ミクロ・アーキテクチャ .. 設計者が主体的に選ぶ（変異）

同じ製品であっても、垂直的・水平的な部位によってアーキテクチャは異なる

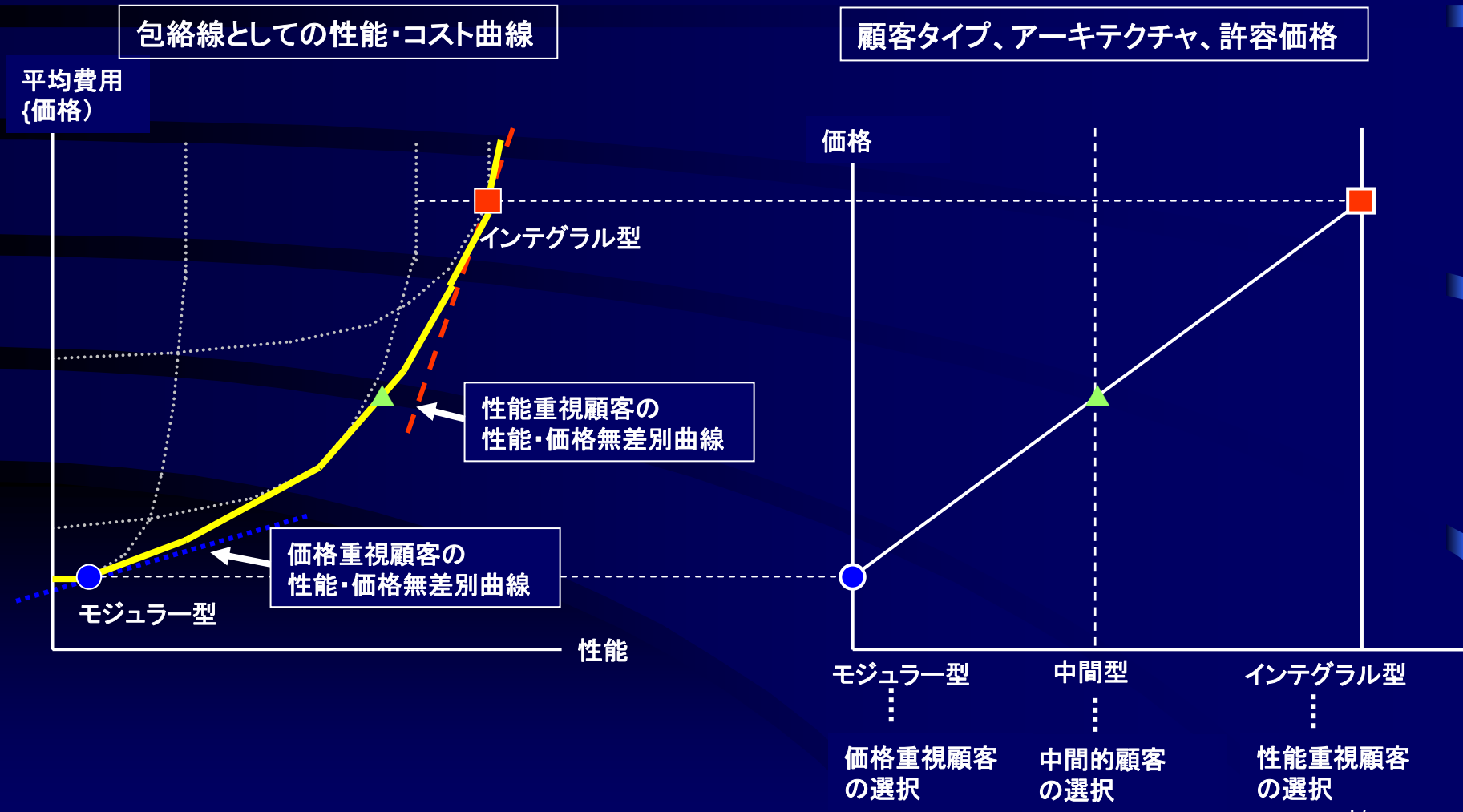
設計者は、事前には、構造設計の簡素化、機能設計の向上を意図する。

事後的には、淘汰されなかったミクロ・アーキテクチャが集積してマクロとなる。

アーキテクチャと性能・コスト曲線



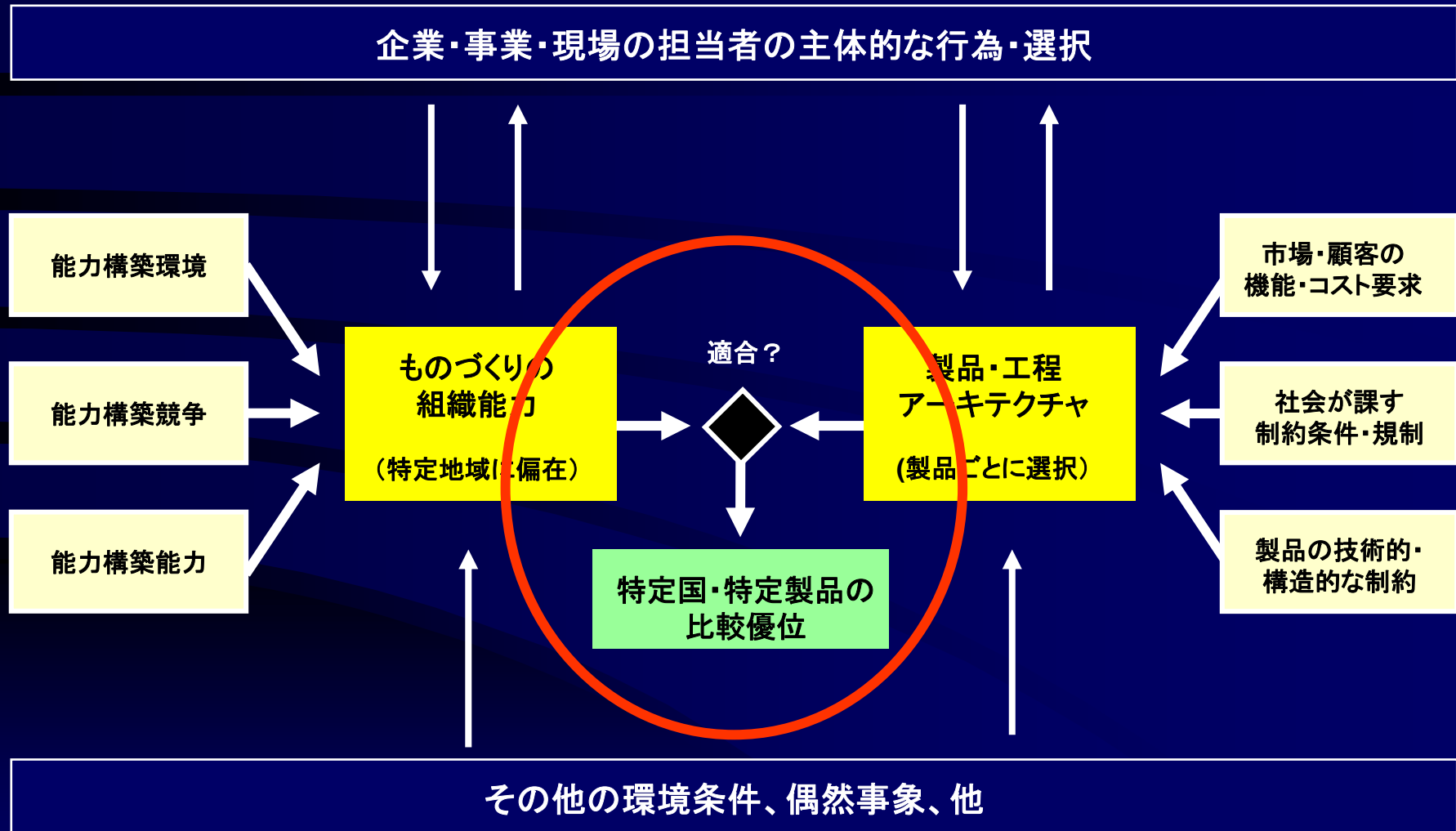
顧客タイプとアーキテクチャ選択の関係



設計と日本産業の比較優位

—組織能力とアーキテクチャの相性を見る—

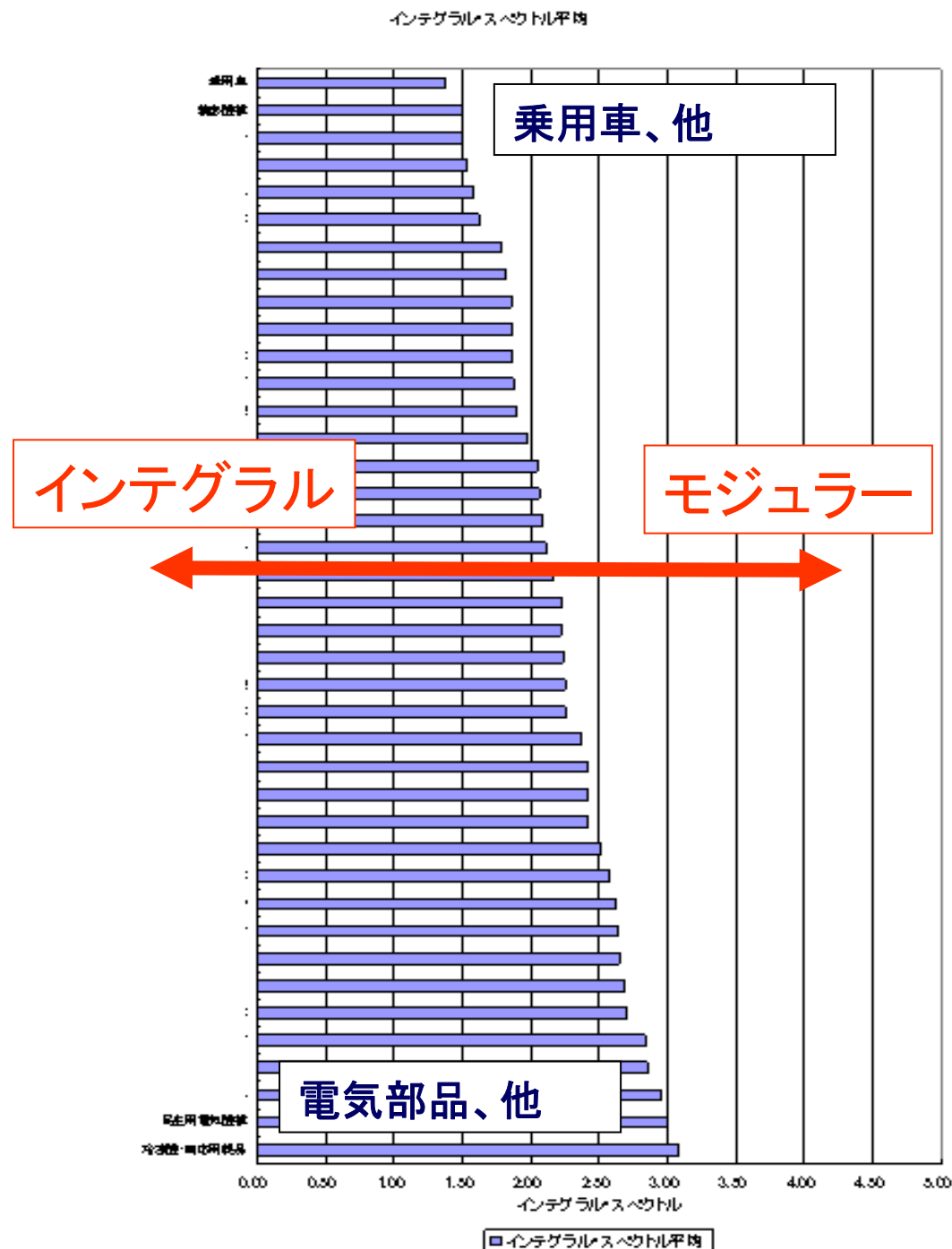
組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



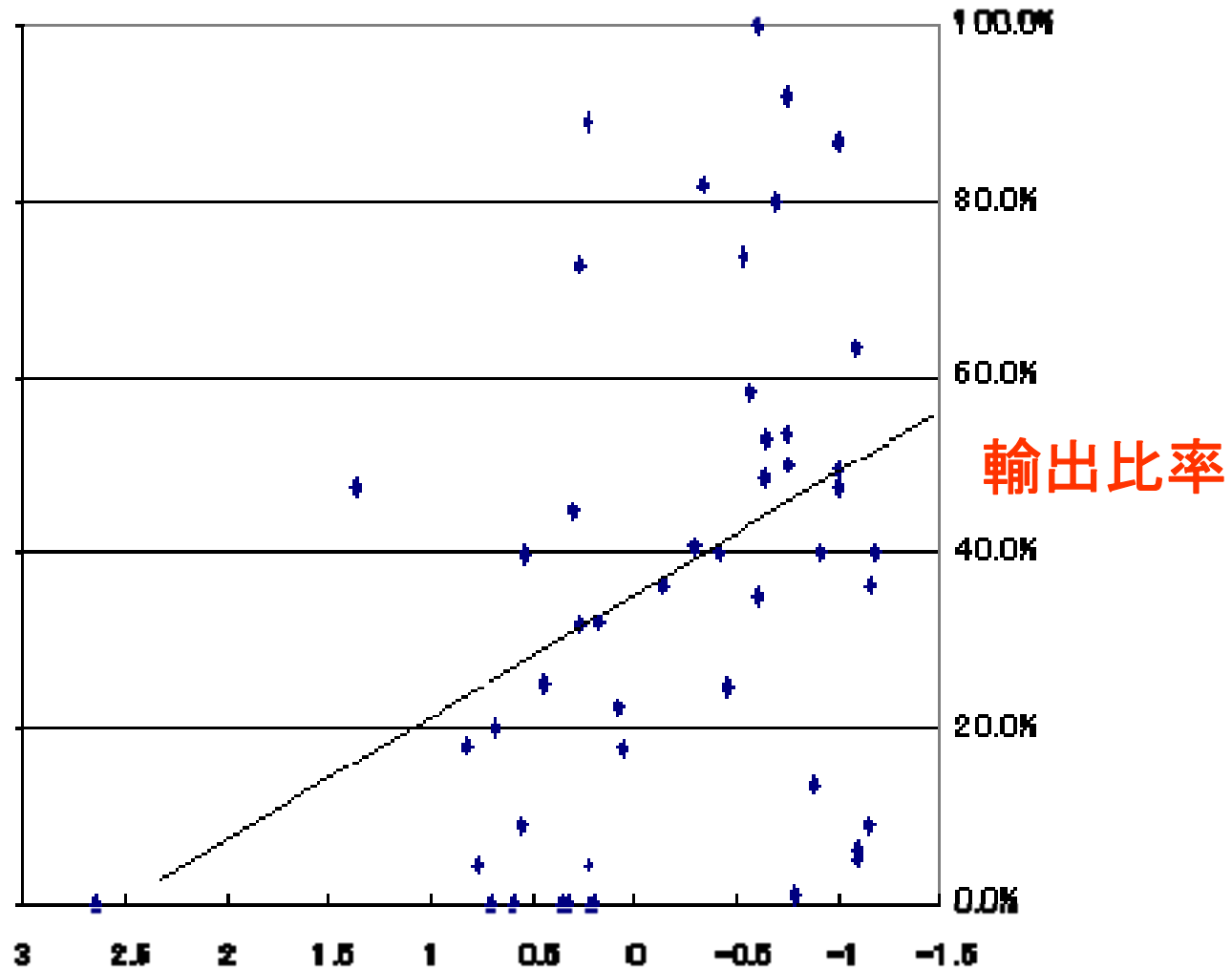
仮説：日本企業が強かった製品アーキテクチャ・・・ 「擦り合わせ」と「囲い込み」

	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)	日本企業の強かった分野？ 乗用車、オートバイ ゲームソフト、 軽薄短小家電、他	メインフレーム 工作機械 レゴ
オープン (業界標準)		米国(中国)企業が強い？ パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、

製品のインテグラル度・モジュラー度の測定



日本企業は「擦り合わせ製品」で強い



インテグラル・アーキテクチャ度

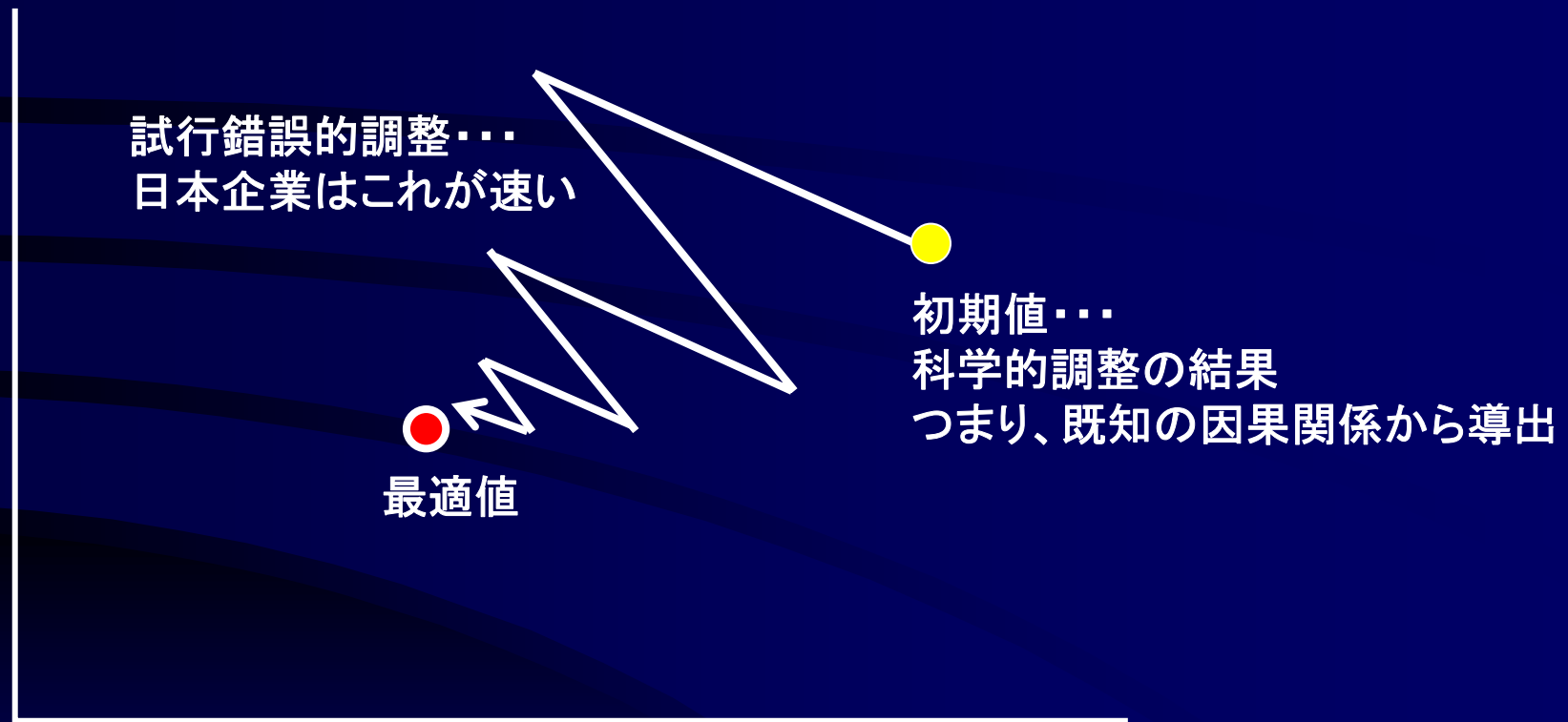
人工物複雑化への挑戦

21世紀は制約条件が厳しくなる時代

とりわけ、制御系の複雑化が、企業にとって大きなチャレンジ

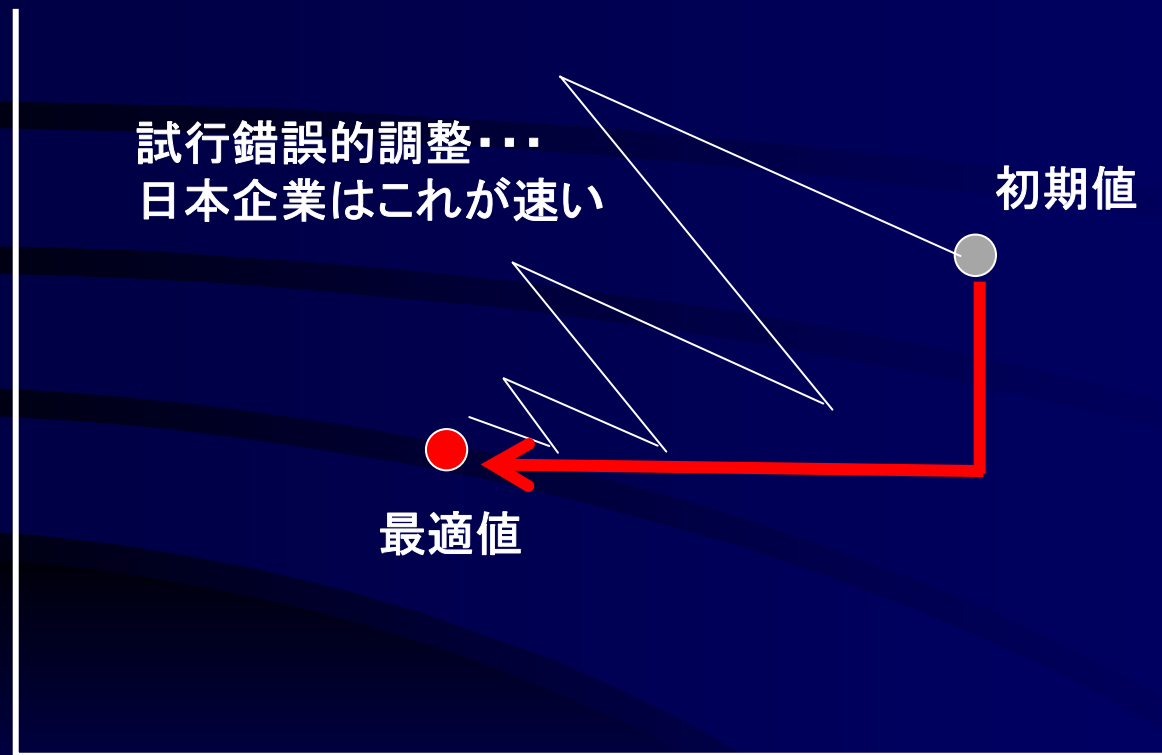
必要なのは、複雑化対応策の「総動員」
設計合理化、開発能力強化、品質管理、品質工学、自動制御・・・

「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

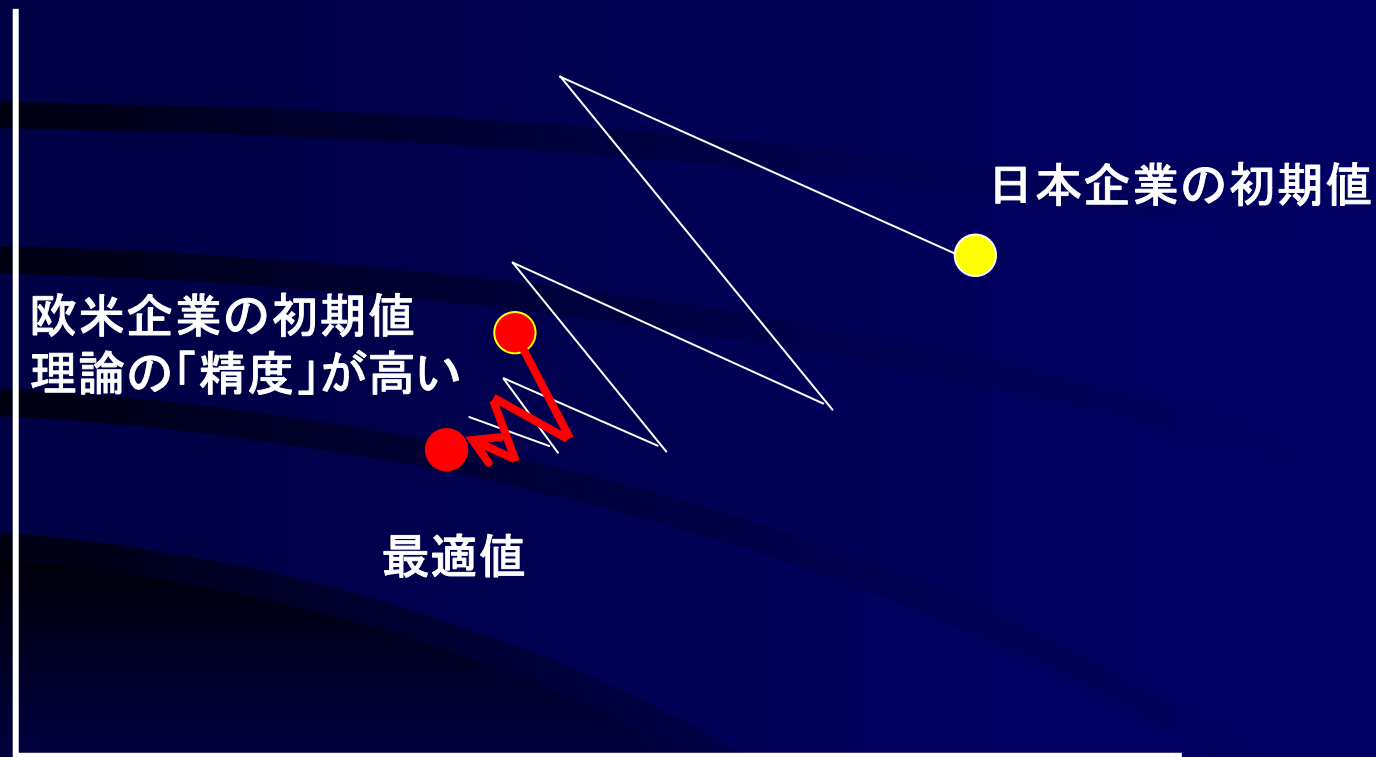
相互依存性の切断によるショートカット効果



- (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」における欧米企業の優位性？

「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) 欧米企業は、事前に把握している変数や因果式が多い(科学的調整力)⁶

日本企業は「中程度の擦り合わせ」製品が得意？

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

J企業の設計費用

A企業の設計費用



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

J企業の設計費用



A企業の設計費用

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

J企業の設計費用

A企業の設計費用



人工物複雑化に対する企業の対応

「製品＝人工物」の複雑化に対して、企業は複数の補完的なアプローチで対応。

①製品アーキテクチャのモジュラー化

.. しかし、何らかの理由で徹底したモジュラー化が難しい製品の場合 ..

②**実物試作**により機能検証を行う**試行錯誤的な製品開発**の能力を高める

③開発支援IT (e.g. **3次元メカCAD**) を活用した**試行錯誤的なデジタル開発**

④機能のばらつきが少ない構造設計を効率的に探索する**品質工学**

⑤リアルタイムで目標機能の実現を保証する**電子制御系**

⑥電子制御系の複雑化に対応する**電気設計(エレキ)系のCAD**

⑦組込みソフトウェアの設計を支援する**モデル・ベース開発**、他

重要なのは、複数ツールの連携による「合わせ技」

現在の複雑化傾向に対応するには、ひとつのアプローチを突出させるのではなく、複数のアプローチが連携した「合わせ技」が必要。

例：自動車メーカー …… もはや、デジタルエンジニアリングのみに頼った開発期間の短縮は限界（製品の複雑化に対応できない）

→

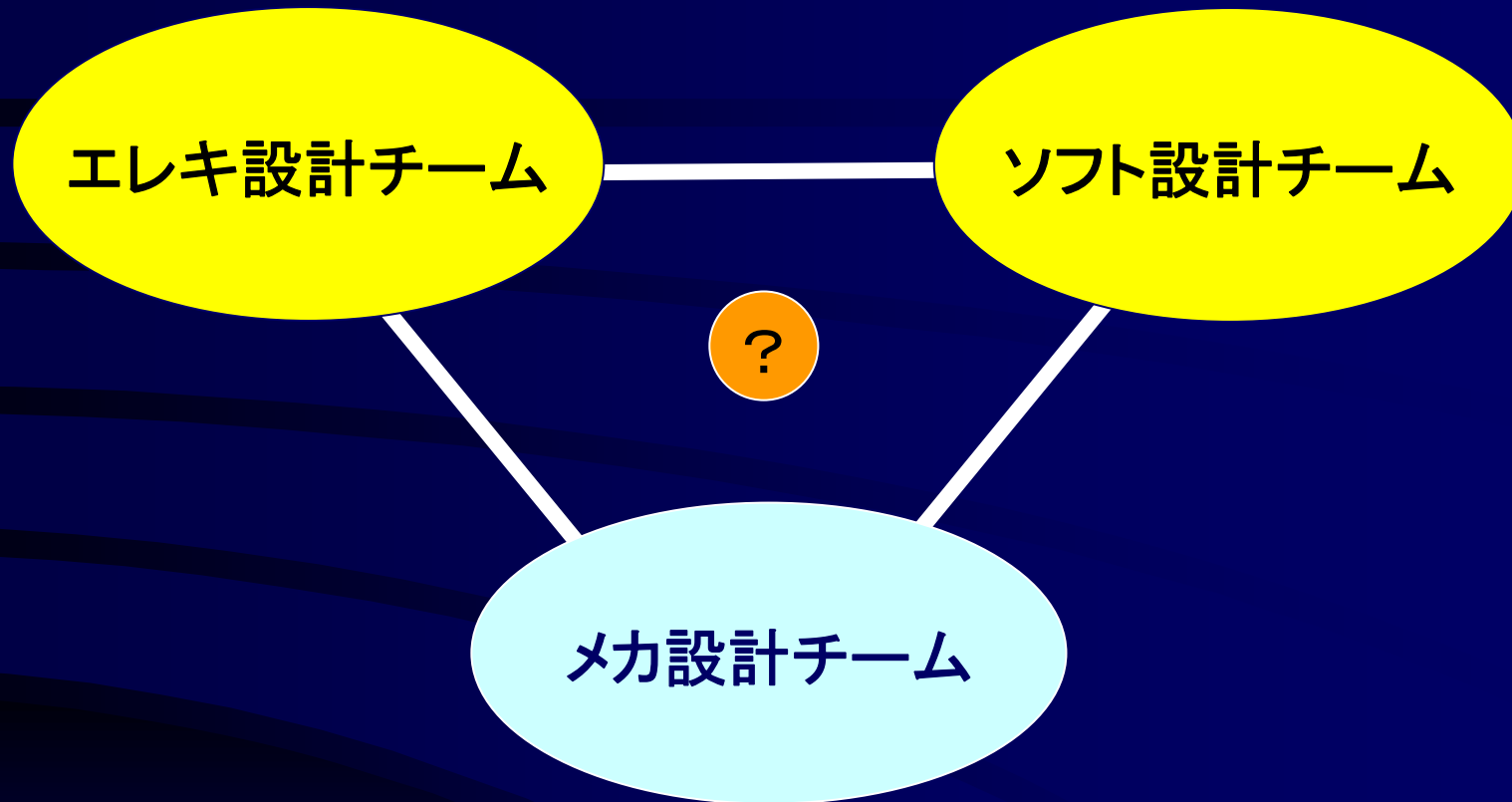
電子制御（エレキ設計・ソフト設計）
実物先行開発（先行開発車、ベンチテスト）
デジタル開発（3次元CAD－CAE）

うまく連携させている企業が良い成果
（例：マツダ）

例：**アルプス** …… 品質工学とデジタルエンジニアリング（CAE）の融合では先端的

例：自動車メーカー …… 従来の構造設計偏重から、機能設計重視の先行開発・車両開発に舵を取り始めている（例：トヨタ）

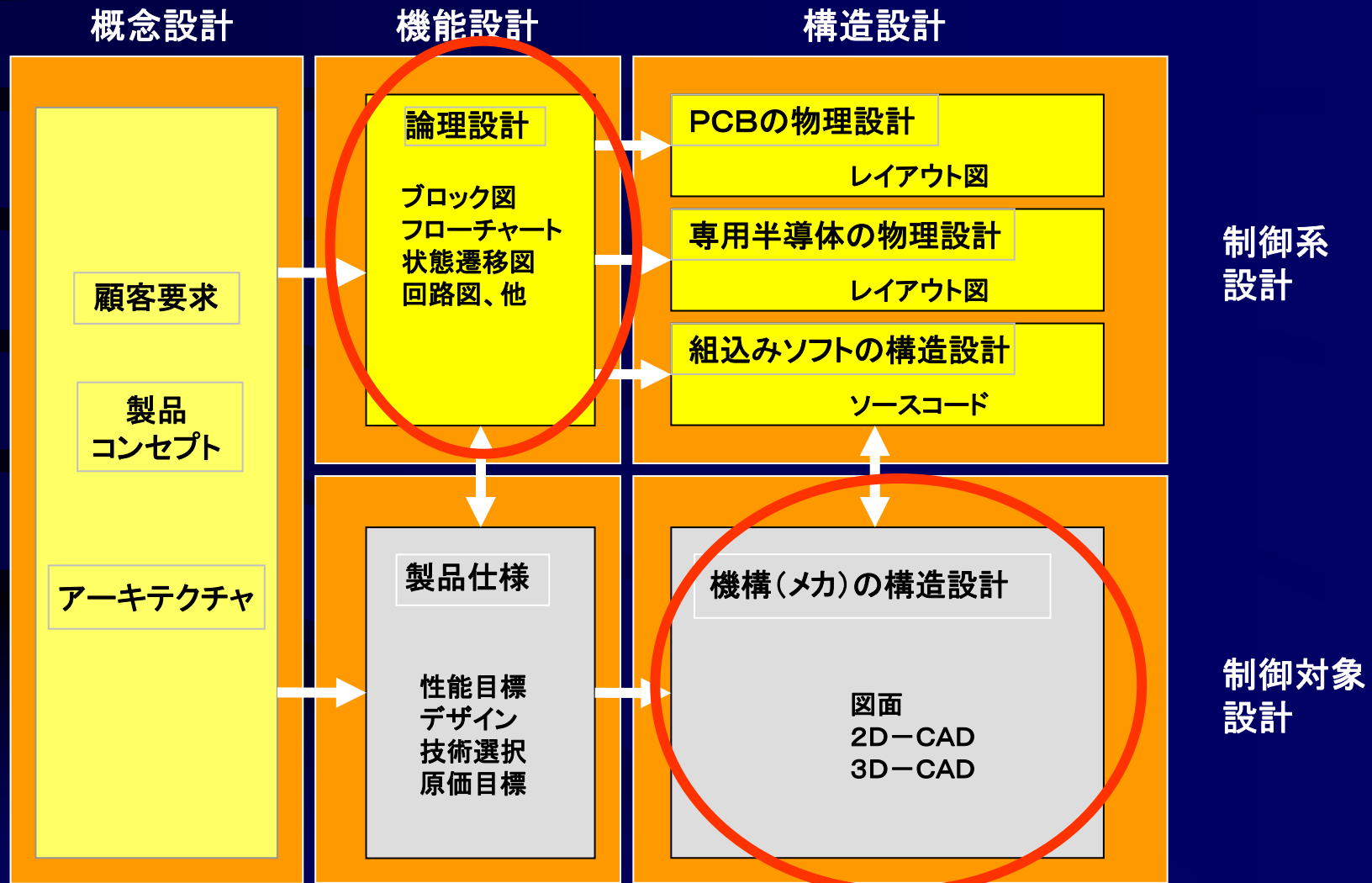
メカ・エレキ・ソフト設計の融合化



制御系の複雑化 …… メカ・エレキ・ソフト設計チームの連携は必須

しかし …… メカ・エレキ・ソフト内部の連携は良いが、チーム間は？

メカ・エレキ・ソフトの設計体系



日本は現場を鍛え「設計立国」を目指せ・・・国はその支援を

- ① 実需経済のグローバル化、② 国際分業型の産業構造、
 - ③ 微細な産業内貿易、④ 設計に対する厳しい制約条件 が、
- 21世紀の「意外に常識的で古典的なトレンド」であるなら、

産官学は、何をすべきか？ 企業は、産業は、現場は、地域は、何をすべきか・・・？

(1) 日本の「現場力」(ものづくり力・設計力)を維持せよ。

不況脱出後の復元力は、「良い現場」を日本に残せるか次第だ！

(2) 日本の現場力と相性の良い製品に集中せよ。当面、その中心は、
厳しい制約条件の中で設計する「擦り合わせ設計」「作りこみ生産」の製品

(3) 日本の産官学は、地道な「設計立国」をめざせ。

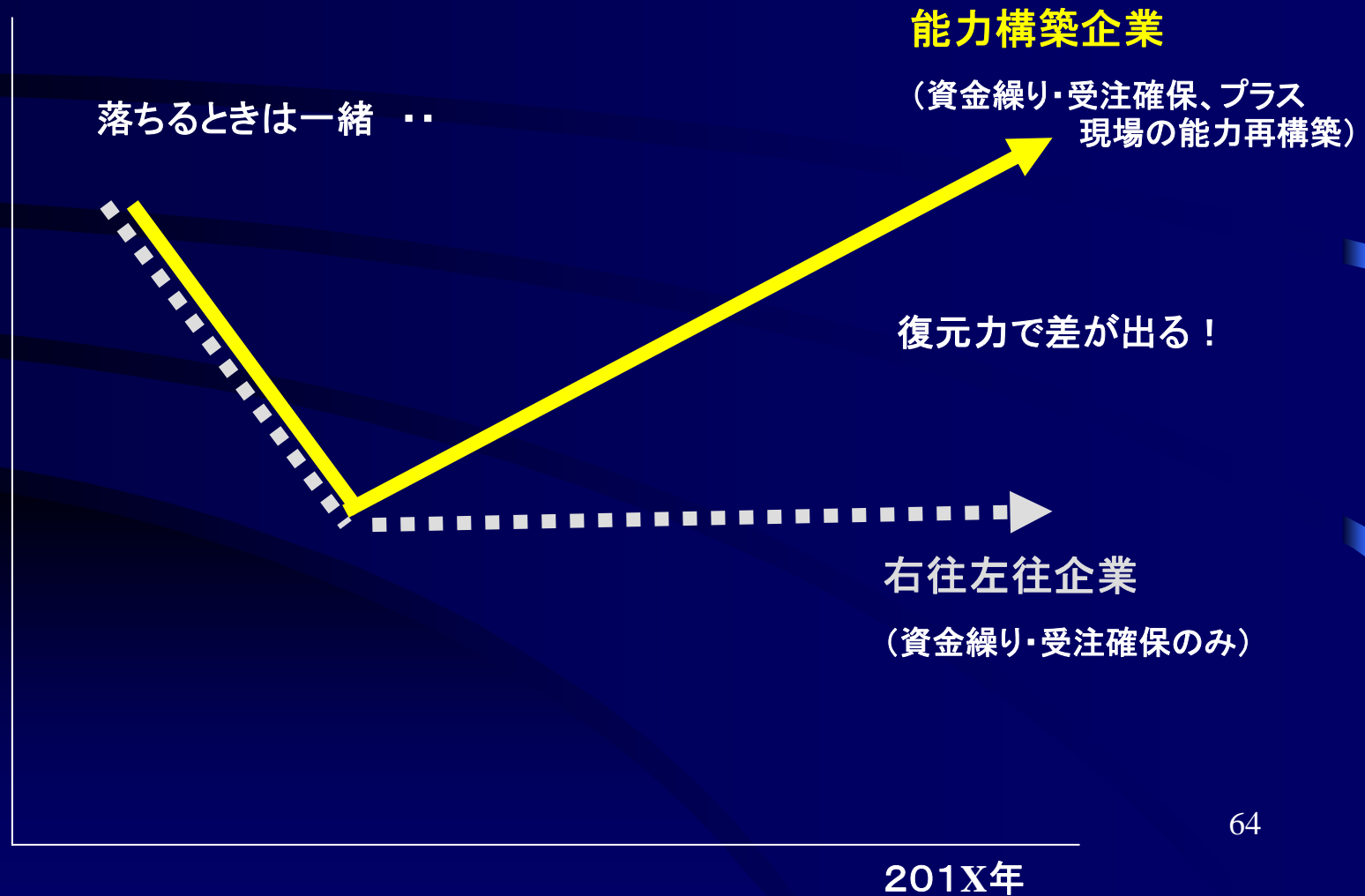
「良い現場」を日本に残し、それを活かす製品に産官学が集中し、
「難しい設計は日本に任せろ！」という声価を世界から得られれば、
日本住民は、比較的高い生活水準で、食べていくことが可能になる

「設計立国」日本で残っていく企業の姿

- ① その**設計**でお客はお金を払ってくれるか？ 技術軸よりむしろ、設計軸で評価せよ
- ② 海外で勝負できる製品か？ 制約の厳しい「**無理難題設計**」は日本に残りやすい
- ③ 国内に、**設計・生産・購買・販売**が**一気通貫**の「良い流れ」を残しているか？
- ④ **マザー工場**は健在か？ 設計への貢献を過小評価していないか？
- ⑤ 適材適所の**グローバル生産立地・設計立地**になっているか？ 出しすぎではないか？
- ⑥ 難しい設計、難しい転写に対応できる、**チーム設計力・チーム製造力**は温存しているか
- ⑦ **ひとつづくりの悪循環**は断ち切れているか？ 世代間のものづくり知識移転は万全か？

世界不況の中で、こうした基本が崩れてきた企業と、ぶれない企業の差が拡大
… その差が、数年後に顕在化する？（歴史の教訓）

歴史の教訓： 不況の中で「能力構築企業」と「右往左往企業」の差が出る



「右往左往企業」と「能力構築企業」を分かつものは？

① 国内拠点のものづくり能力の再構築

グローバル化ショックへの緊急対応で、近年、**能力構築能力**が弱まった。
「**長期・多能工・チームワーク・能力構築・高生産性・高賃金路線**」を再びめざすか、
「**短期・単能工・分業・低生産性・低賃金路線**」を国内で続けるか・・・分かれ目？
国内には「**進化する現場**」しか要らない。そのためには、正社員は何%必要か？

② 戦略構築力の強化

従来、多くの日本企業は、**戦略構想力**を弱点としてきた(強い工場・弱い本社)
ビジネスモデル見直し、ブランド構築で、**儲かる国内拠点**を確保せよ。
現場を生かす事業戦略。**設計図の読める事務屋と戦略のわかる技術屋の連携**
「**アーキテクチャの位置取り戦略**」を、いま一度、再点検せよ。**儲かる擦り合せ**を。

③ 適財適所のグローバル展開見直し

中国華南、中国東北、アセアン、インドなどに、**適財適所**で何を配置するか。
華南の賃金上昇が引き金。賃金至上主義の限界。適切な**組織能力評価**が鍵。

④ 複雑化への対応

経済社会的**制約条件**(安全、エネルギー、環境保全)、**顧客要求**が厳しくなる。
それに対応し、製品の**制御複雑化**、**インテグラル化**、**サイエンス集約化**が進む。
とりわけ、**メカ設計・エレキ設計・ソフト設計**の同時複雑化が、各社の挑戦課題に。
ぎりぎりの対応。しかし、これを乗り越えれば、次の時代の競争優位を確立できる。

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