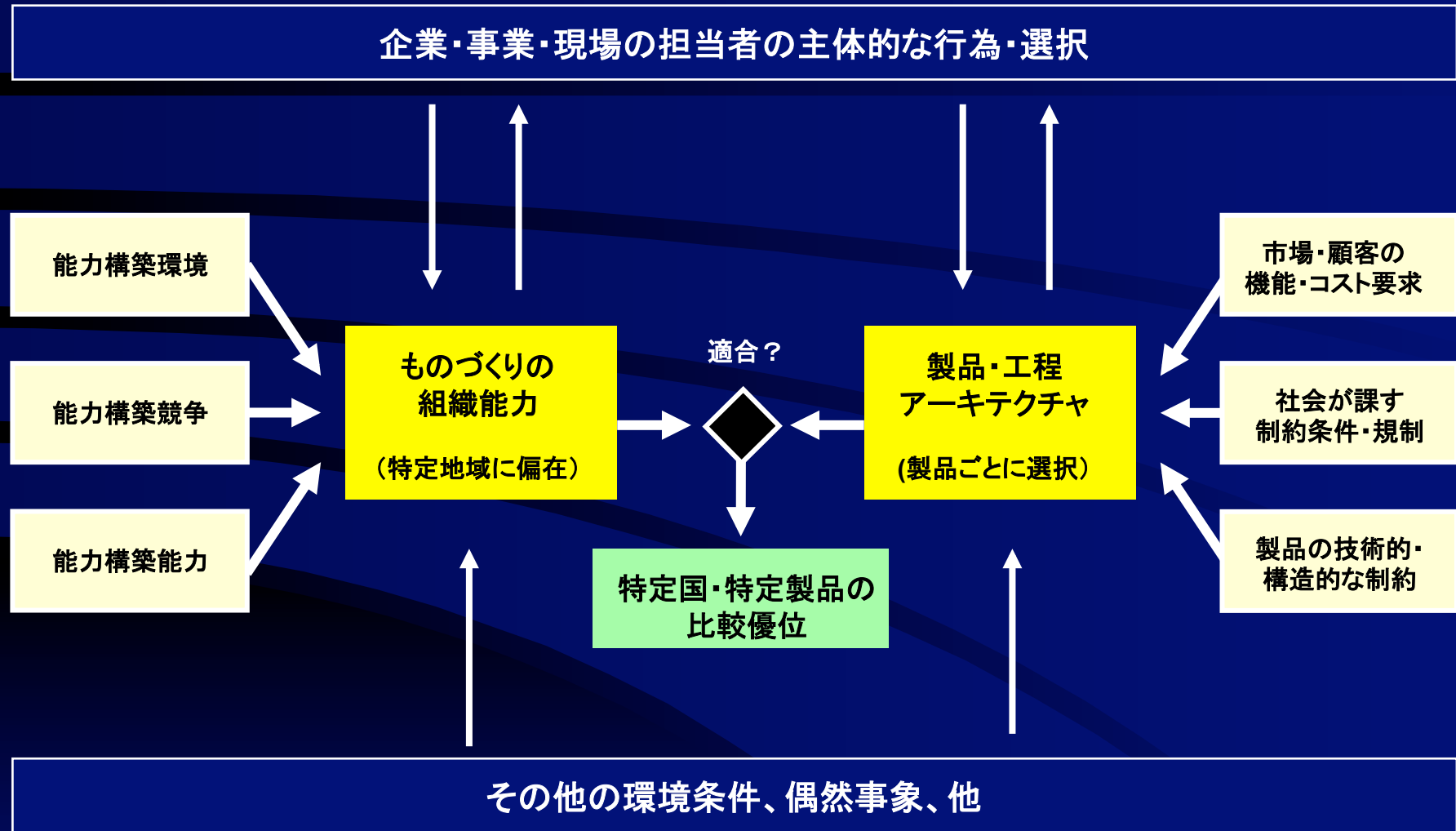


# 組織能力とアーキテクチャの適合仮説－全体の見取り図



⚠:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

# 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)

⚠:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

# アーキテクチャとは：○（設計）の中をのぞいてみよう

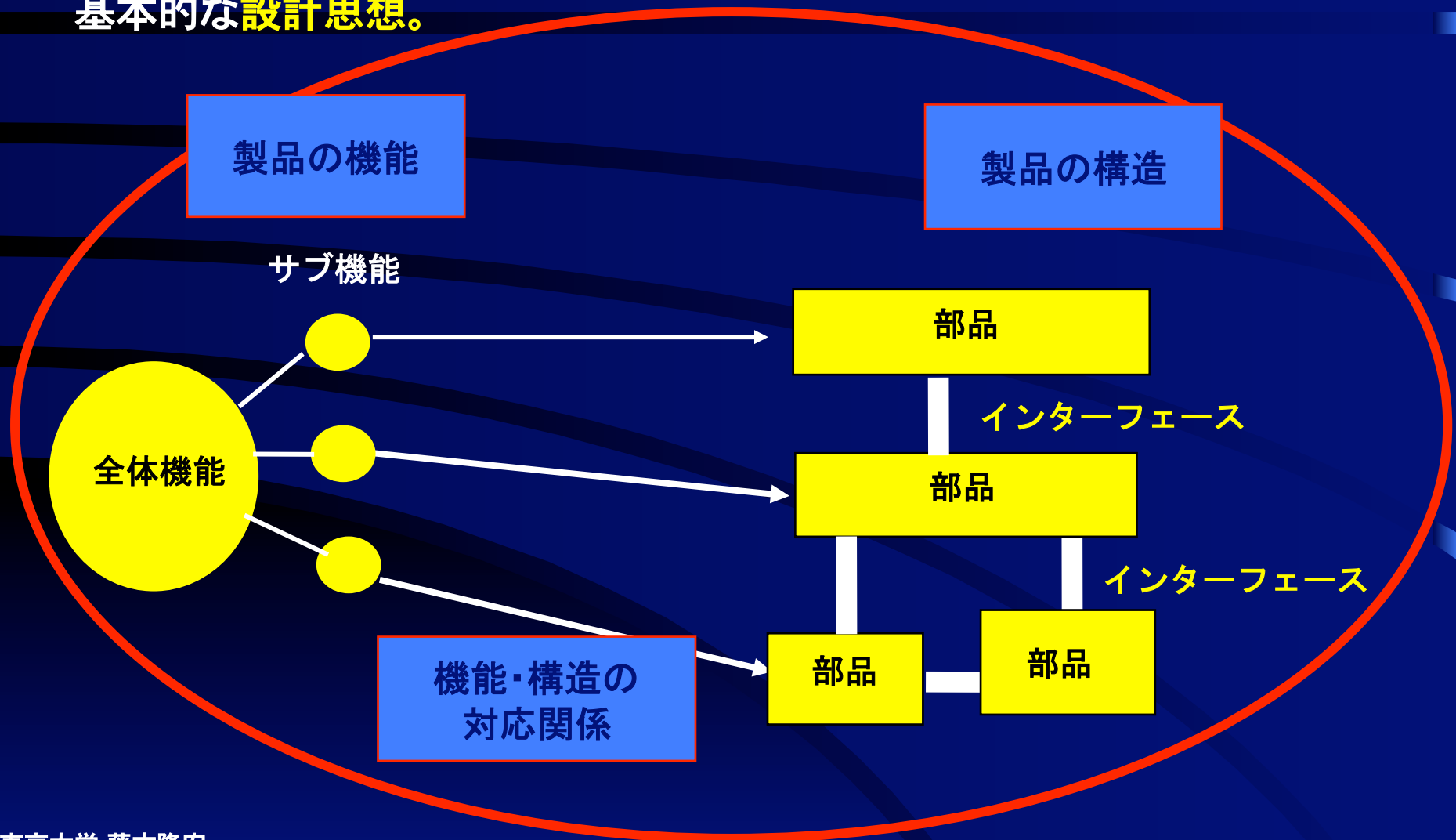
お客さんが  
カッコいいと  
思ってくれる  
ボディの  
設計



設計者は、どんな発想で設計をしているのだろうか？

# 「設計者の構想」のことを「アーキテクチャ」という

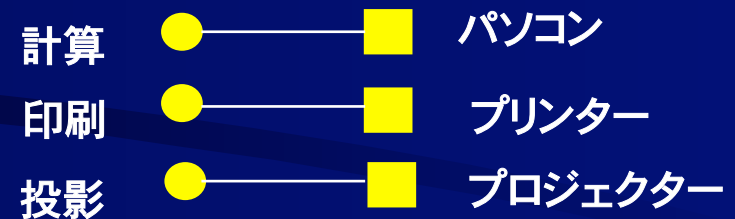
製品に要求される機能を、製品の各構造部分(部品)にどのように配分し、部品間のインターフェースをどのようにデザインするか、に関する、基本的な設計思想。



# 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

## パソコンのシステム

Modular Architecture  
モジュラー（組み合わせ）型

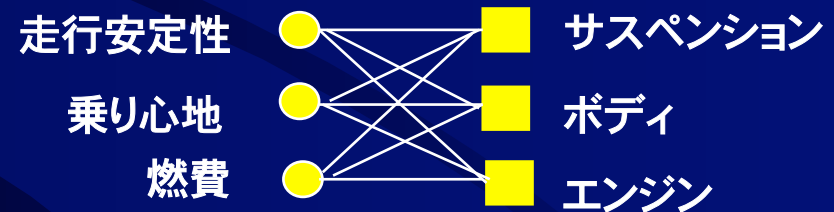


製品の機能

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

- ① 「組み合わせ」型(モジュラー型)アーキテクチャ：  
機能完結部品を標準インターフェースでつなげる。  
既存部品の寄せ集めでも、製品全体が機能を発揮。
  
- ② 「擦り合わせ」型(インテグラル型)アーキテクチャ：  
製品ごとに部品を相互調整してカスタム設計(最適設計)する。  
製品全体の機能発揮のためには、各部品の最適設計化が必要。
  - a. オープン・アーキテクチャ: モジュラーの一種  
企業を超えた業界標準インターフェース  
企業間で「寄せ集め設計」が可
  
  - b. クローズド・アーキテクチャ:  
基本設計・インターフェース設計が社内で完結

# 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)	<p>クローズド・インテグラル</p> <p>乗用車、オートバイ ゲームソフト、 軽薄短小家電、他</p>	<p>クローズド・モジュラー</p> <p>メインフレーム、 工作機械、 レゴ</p>
オープン (業界標準)	<p>（対角線あり）</p>	<p>オープン・モジュラー</p> <p>パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、</p>

[http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析

図1より作成

# 製品アーキテクチャの基本タイプ

最適設計された  
専用部品

	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、

[http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析

図1より作成

アーキテクチャとは: ○(設計)の中をのぞいてみよう

お客さんが  
カッコいいと  
思ってくれる  
ボディの  
設計



設計者は、どんな発想で設計をしているのだろうか？

# 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)	<b>クローズド・インテグラル</b> 乗用車、オートバイ、 ゲームソフト、 軽薄短小家電、他	<b>クローズド・モジュラー</b> メインフレーム、 工作機械、 レゴ
オープン (業界標準)	(対角線あり)	<b>オープン・モジュラー</b> パソコン、同ソフト、 インターネット、 新金融商品、自転車、

汎用部品の  
寄せ集め

[http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析

図1より作成

# オープン・モジュラー型の製品(パソコンシステム)



Source:<http://vol01.eyes-art.com/0922.html>

	インテグラル (即合わせ)	モジュラー (組み合わせ)
クローズド (囲い込み)	クロスプラットフォーム 専用車、オートバイ ゲームソフト、 軽薄型小家電、他	クロスプラットフォーム 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

[http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

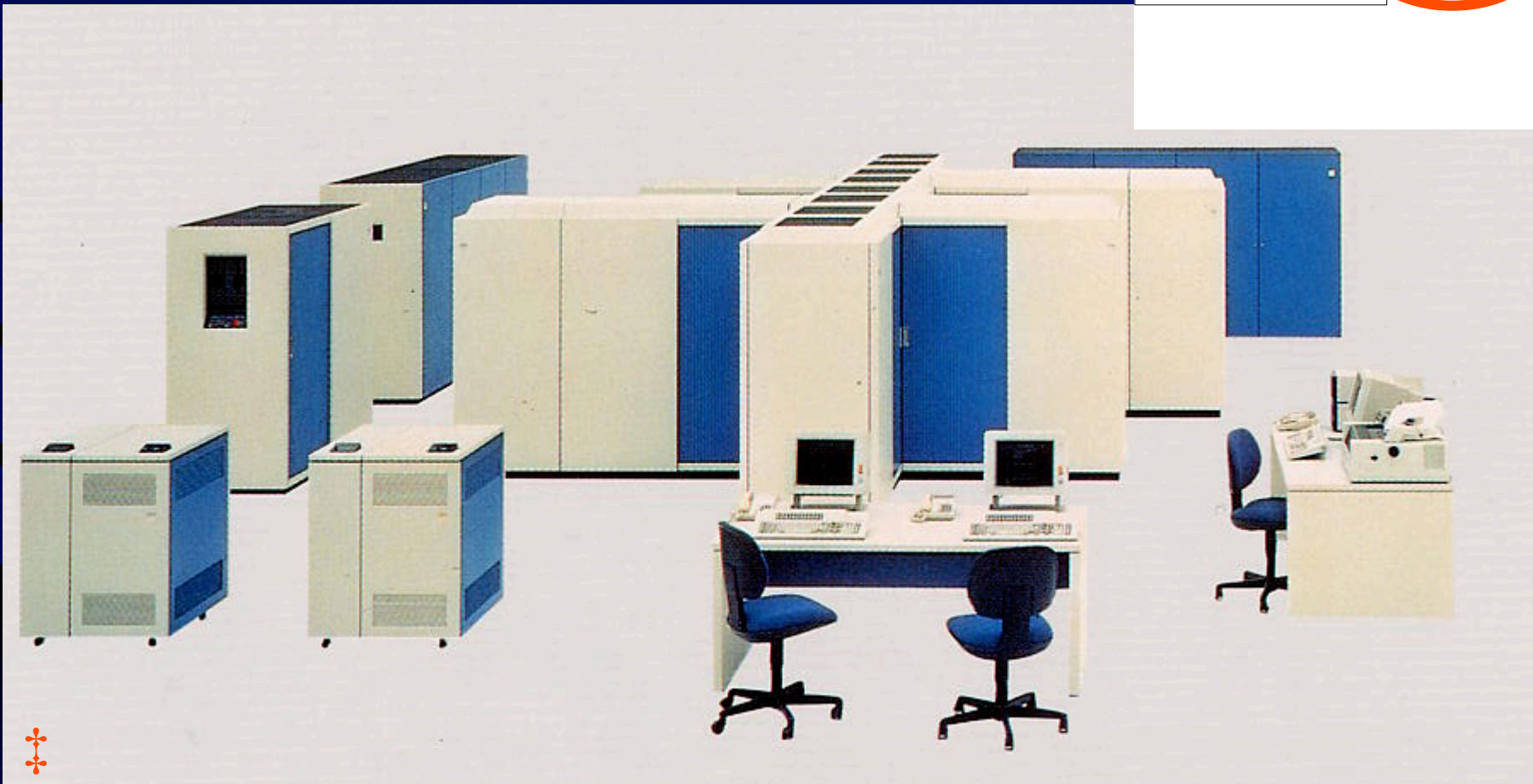
# 製品アーキテクチャの基本タイプ

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

社内共通部品の  
寄せ集め

# 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 (塊)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、周辺ソフト、 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。

(右上) [http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

# クローズド・モジュラー レゴ® ブロック

	インテグラル (組み合わせ)	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、軽薄型小家電、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、ソフト、インターネット、新金融商品、自転車



LEGO and the LEGO logo are trademarks of the LEGO Group. ©2009 The LEGO Group.

(右上) [http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

# 応用問題：「自動車は自動車」ではない！

## モノコックRV(クローズド・インテグラル寄り)



インテグラル (脚合わせ)	モジュラー (脚合わせ)
クローズド (脚い込み) 専用車・オート フォーム 軽量化・作業・他	メインフレ 工伴機械 しぼ
オープン (深骨標準)	オープン/フル パネロム/開ソフト インターネ 折金製品、自動

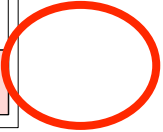
(右上) [http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

# トラック型RV(クローズド・モジュラー寄り)



	インテグラル (組み合わせ)	モジュラー (組み合わせ)
クローズド (組み込み)	専用車、オートバイ、 ゲーム機、 軽便型冷蔵庫、他	メインフレーム、 工作機械、 洗濯機
オープン (実装標準)		オープンキルスター、 パソコン、開閉ソフト、 インターネット、 折金製品、自転車



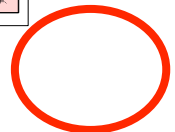
(右上) [http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

# 中国地場企業(吉利)の乗用車(擬似オープン・モジュラー寄り)



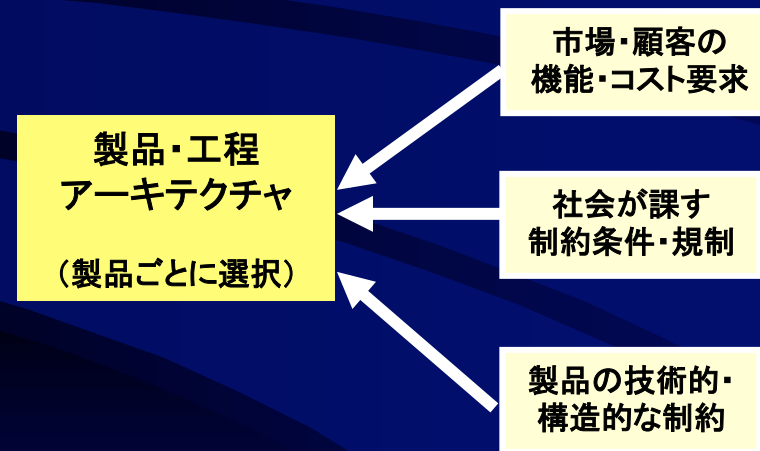
	インテグラル (組み合わせ)	モジュラー (組み合わせ)
クローズ (組み込み)	専用車、オートバイ、 ゲーム機、 軽便型冷蔵庫、他	汎用プラットフォーム、 メインフレーム、 工作機械、 ほか
オープン (実用標準)		汎用プラットフォーム、 パソコン、ソフト、 インターネット、 折金製品、自転車



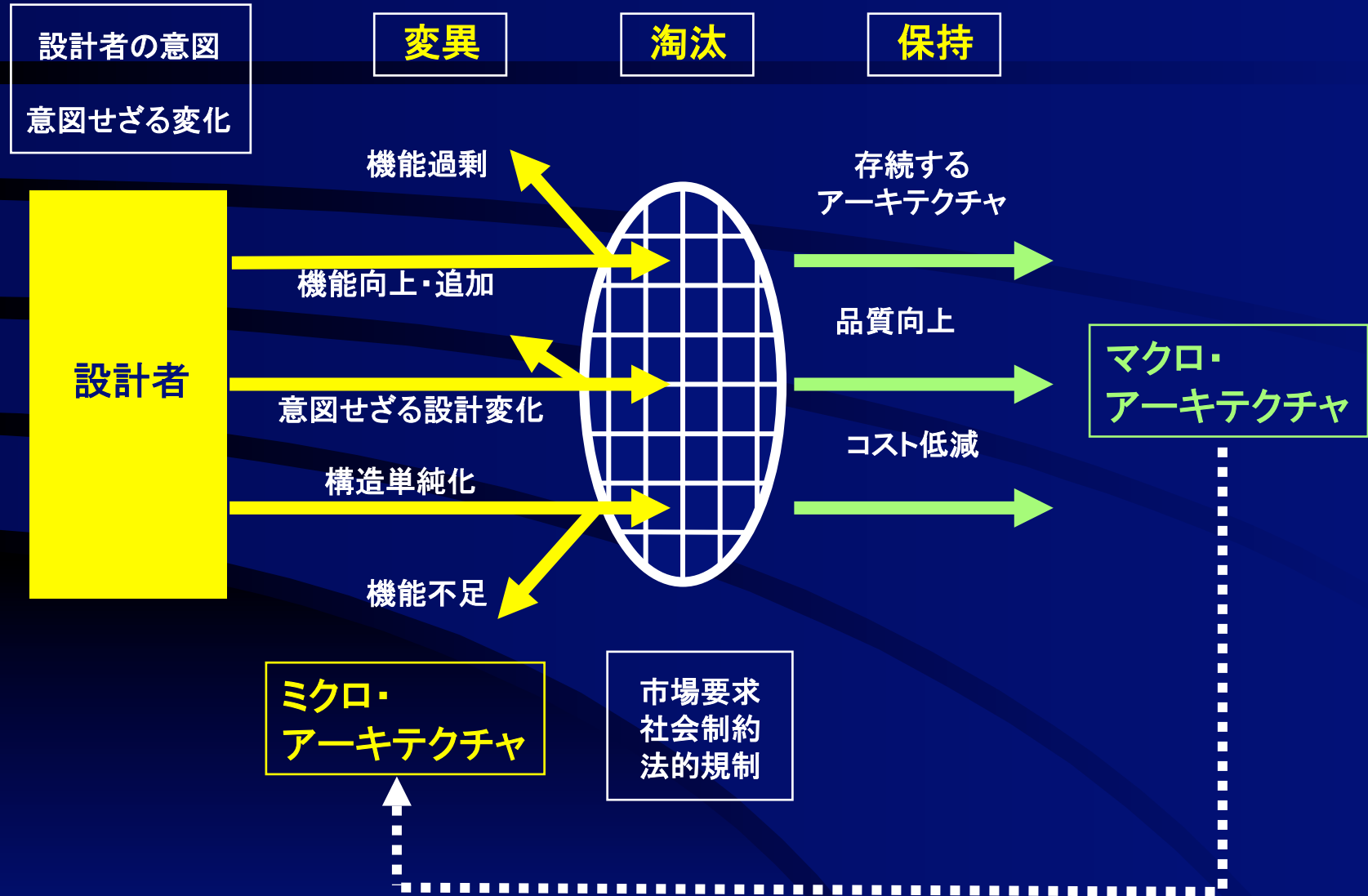
(右上) [http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)  
 大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

# アーキテクチャの進化

## — マクロ・アーキテクチャとミクロ・アーキテクチャ —



# 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。

# 人工物(アーキテクチャ)の変異・淘汰・保持の関係

変異した人工物の集合 =  $V$

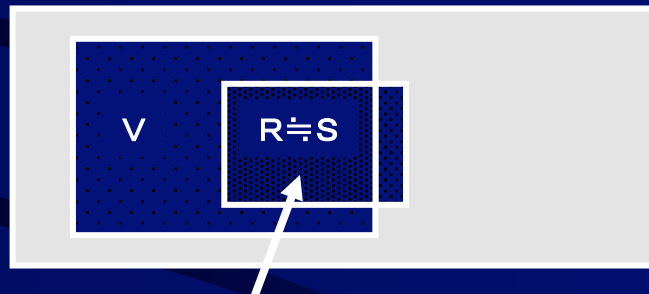
存続可能な(淘汰されない)人工物の集合 =  $S$

① 一般的なケース



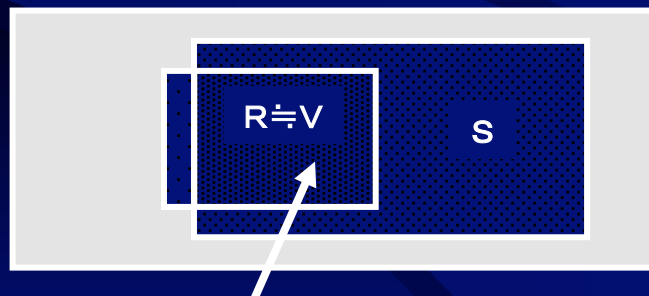
保持された(観察される)人工物の集合  $R = V \cap S$

② 環境の淘汰圧力が高いケース



保持された(観察される)人工物の集合 =  $R = V \cap S \doteq S$

③ 環境の淘汰圧力が低いケース



保持された(観察される)人工物の集合 =  $R = V \cap S \doteq V$

## マクロ・アーキテクチャの選択 .. 仮説

- 技術進歩が、**性能・コスト曲線**を拡張する (e.g.. 新宅)。
- 同種の製品(機能提案)であっても、**性能・コスト曲線は、アーキテクチャにより異なる。**
- 異なる指向の顧客(価格重視、性能重視)は、異なるアーキテクチャを選択(e.g.,延岡)。

**価格重視顧客はモジュラー型、性能重視顧客はインテグラル型**を選択しやすい。

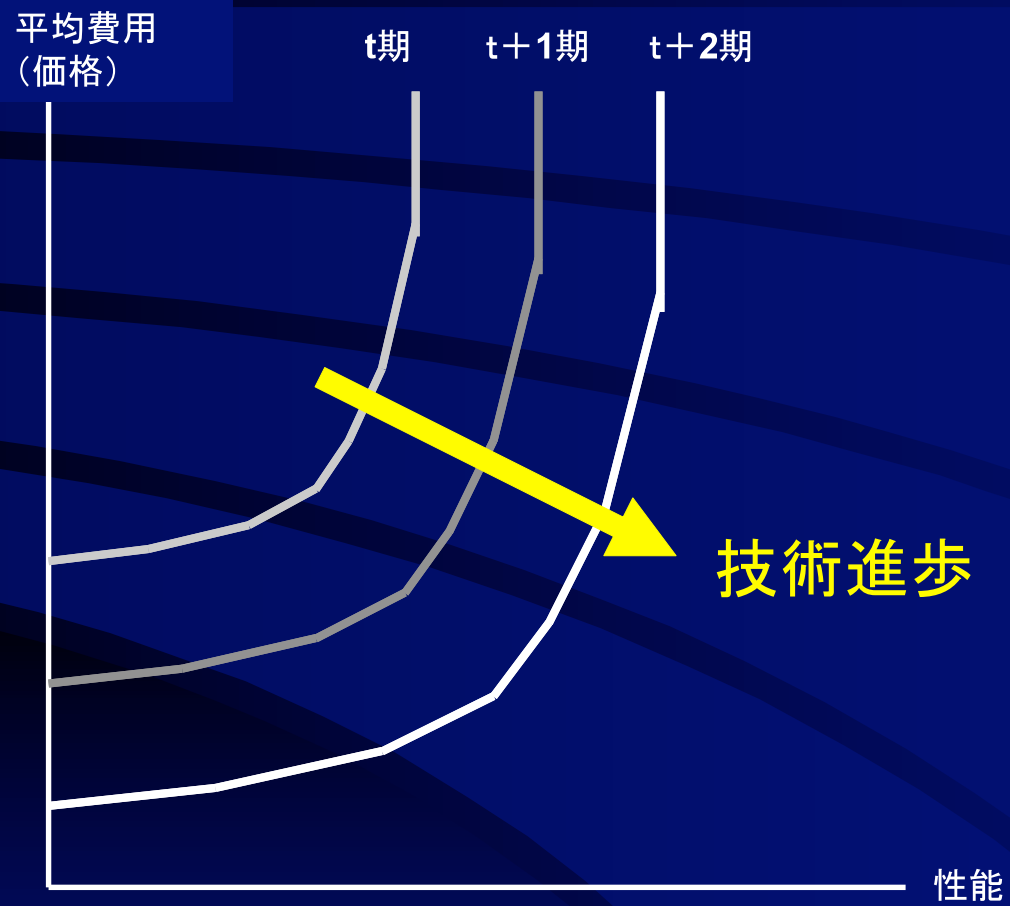
- 顧客(市場・社会)、マクロ・アーキテクチャ(技術)、**調整方式(制度)**は同時選択される。

モジュラー型は**市場調整方式**、インテグラル型は**組織調整方式**を選択しやすい。

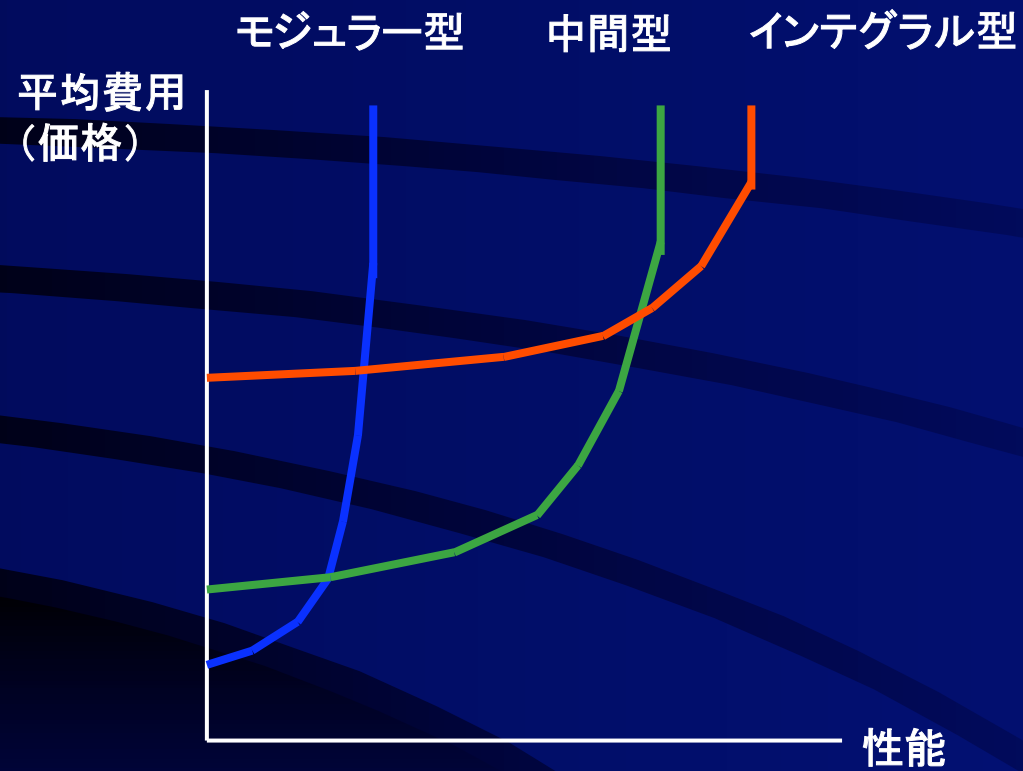
モジュラー型は**分散型**、インテグラル型は**集中型**の**産業内構造**を選択しやすい。

- **組織の調整能力**が相対的に高まれば、所与の製品でインテグラル型が選択されやすい。  
**市場の調整能力**が相対的に高まれば、所与の製品でモジュラー型が選択されやすい。
- 中間的アーキテクチャ領域では、**关系的取引**など中間的な調整方式が選択されやすい。

# 性能・コスト曲線とその拡張 ・・ 技術進歩



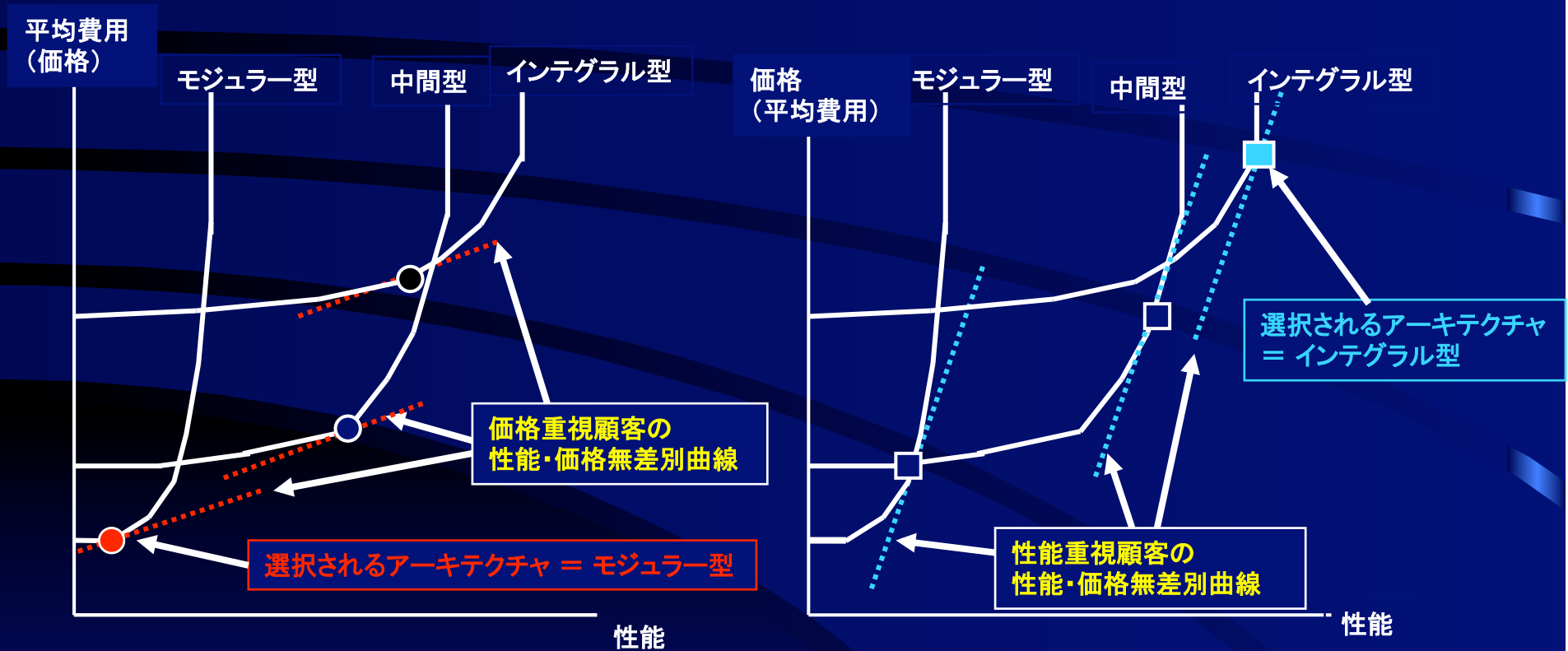
# アーキテクチャと性能・コスト曲線



# 価格重視顧客と性能重視顧客のアーキテクチャ選択

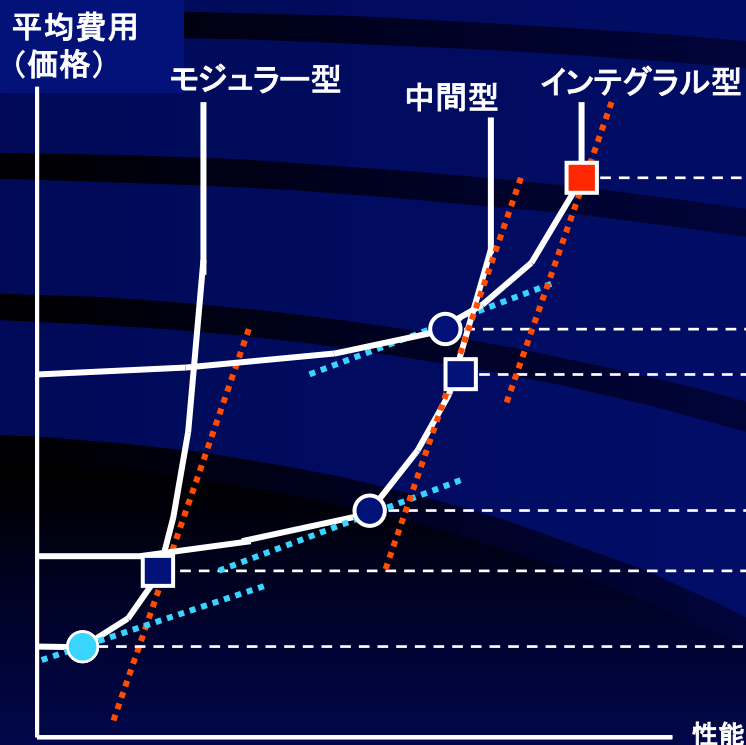
価格重視顧客のモジュラー・アーキテクチャ選好

性能重視顧客のインテグラル・アーキテクチャ選好

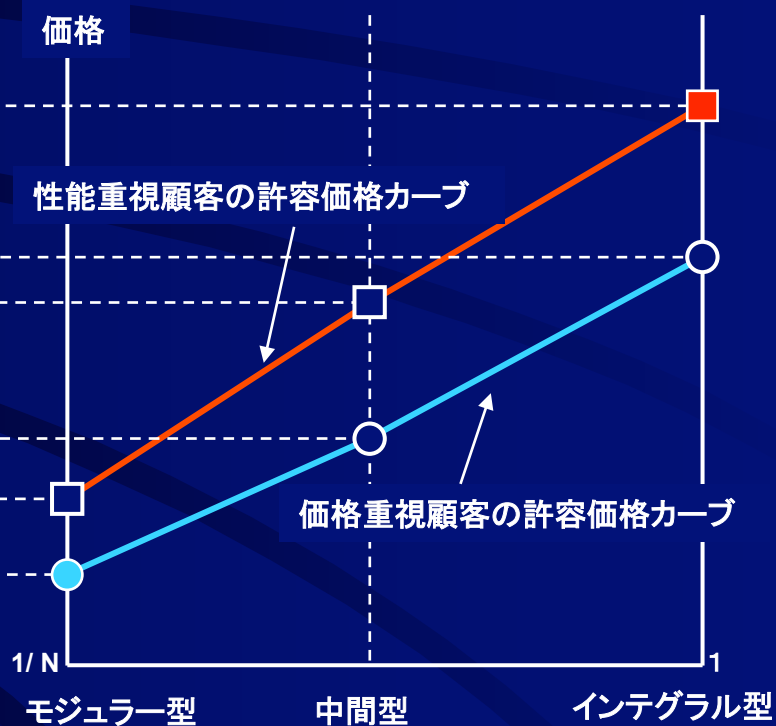


# アーキテクチャ・スペクトルと許容価格 (reservation price)

顧客のタイプ、アーキテクチャと  
性能・コスト曲線

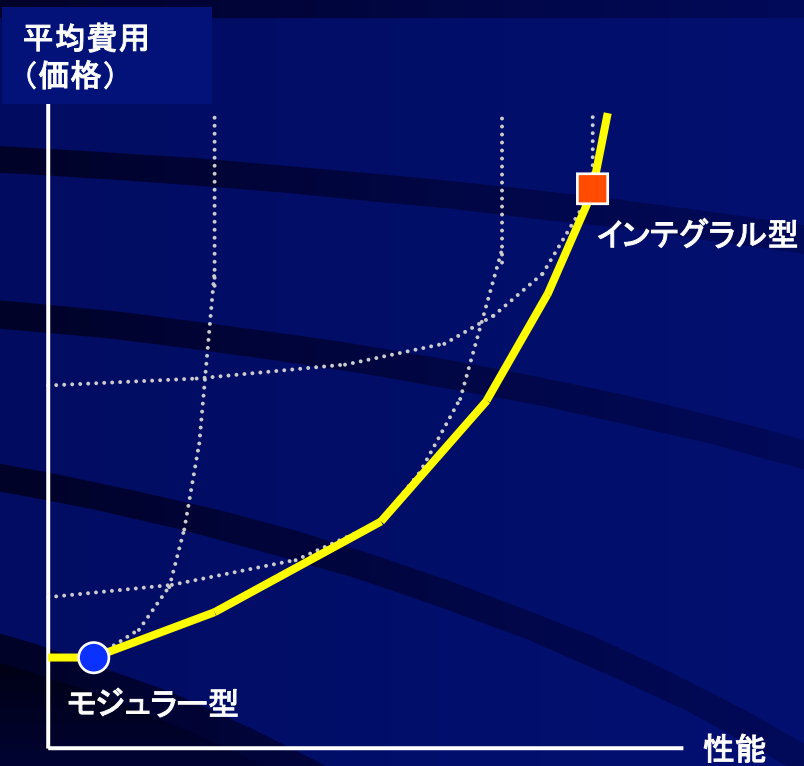


顧客タイプと許容価格カーブ

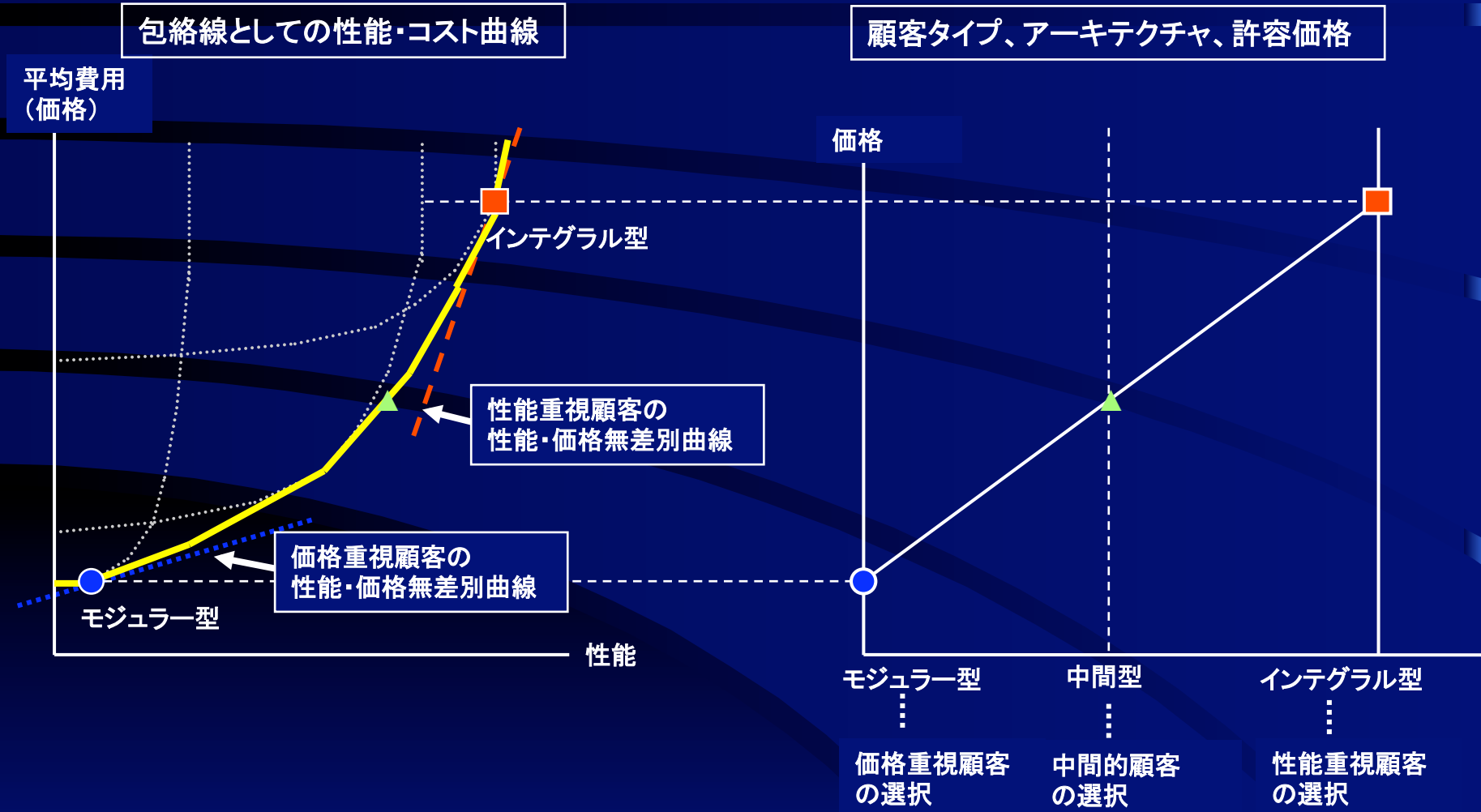


アーキテクチャ・スペクトル

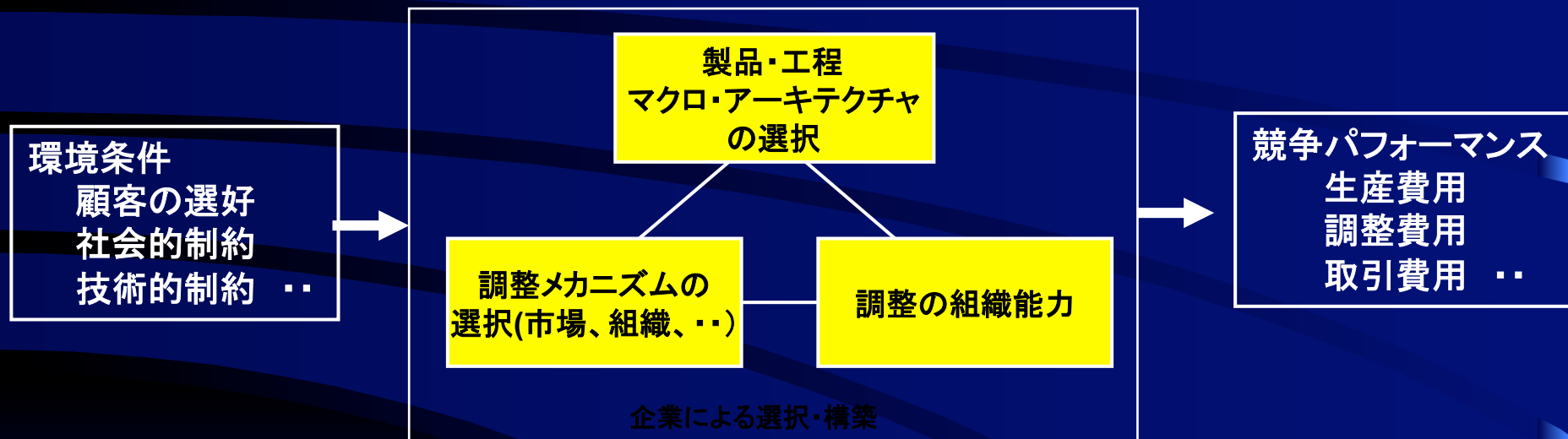
# 包絡線としての総合的な性能・コスト曲線



# 顧客タイプとアーキテクチャ選択の関係

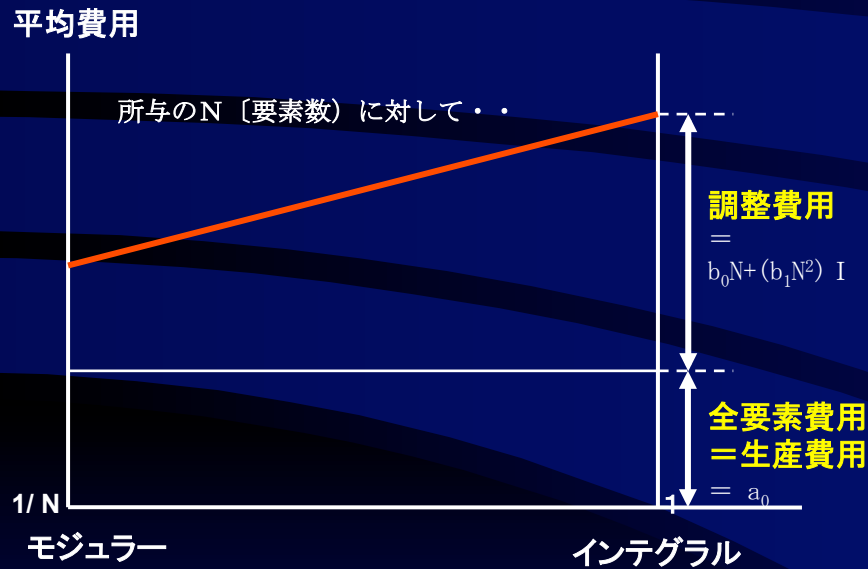


# アーキテクチャ・組織能力・調整方式の相互依存



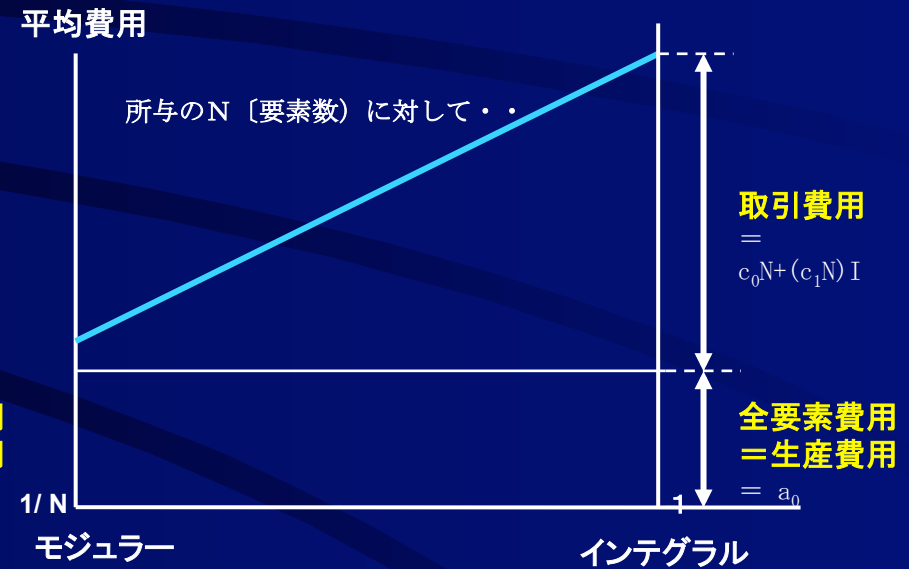
# アーキテクチャと生産費用・調整費用・取引費用

## 組織による調整



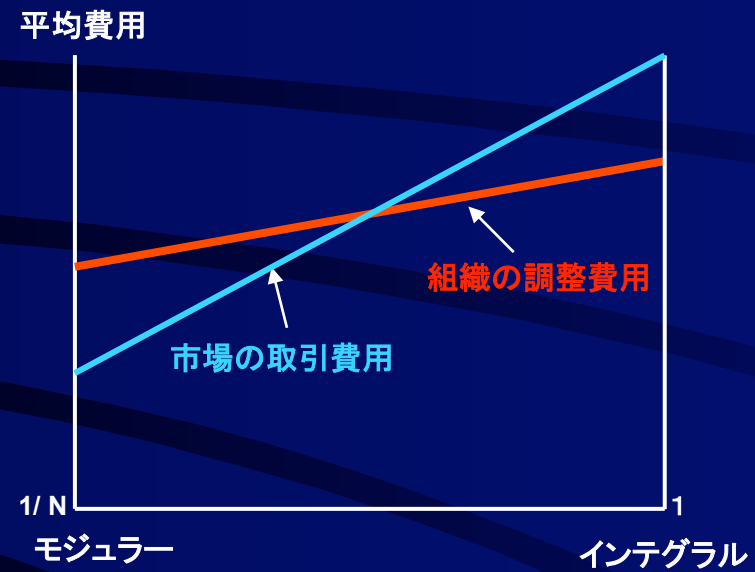
アーキテクチャ・スペクトル

## 市場を通じた取引



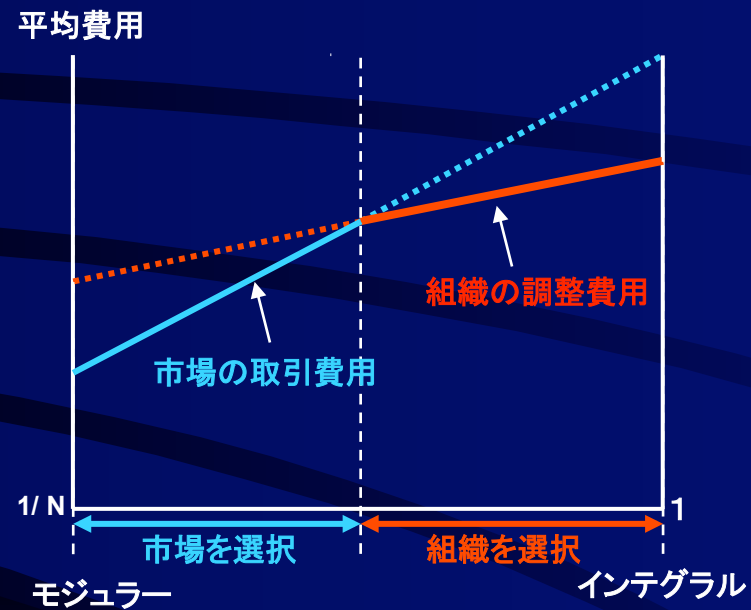
アーキテクチャ・スペクトル

# 調整費用曲線と取引費用曲線



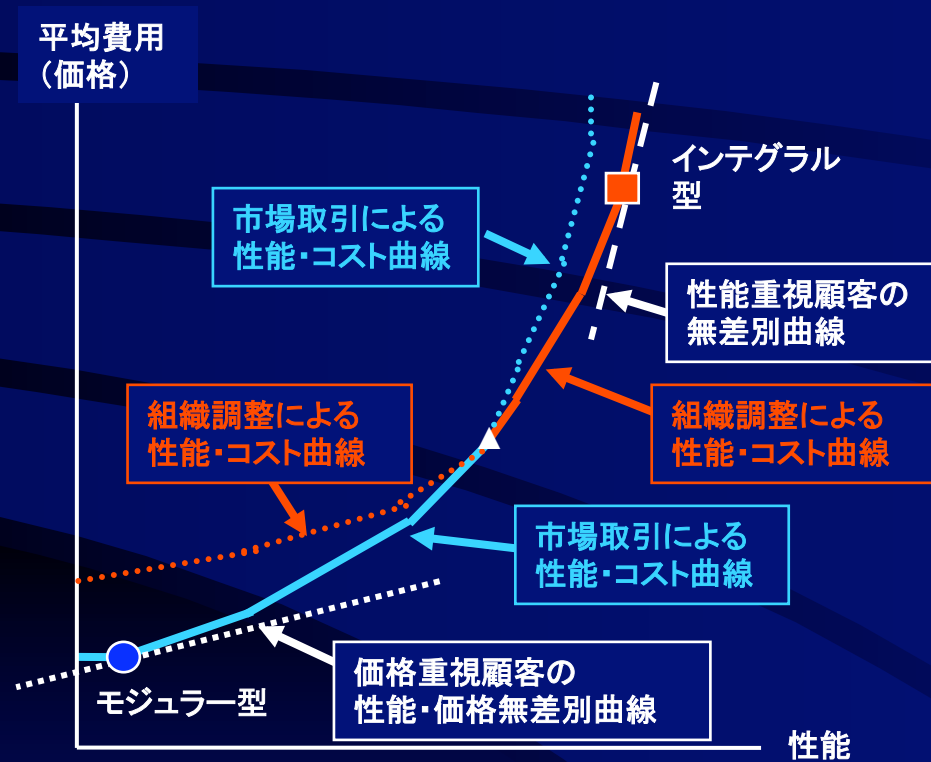
アーキテクチャ・スペクトル

# 調整メカニズムの選択

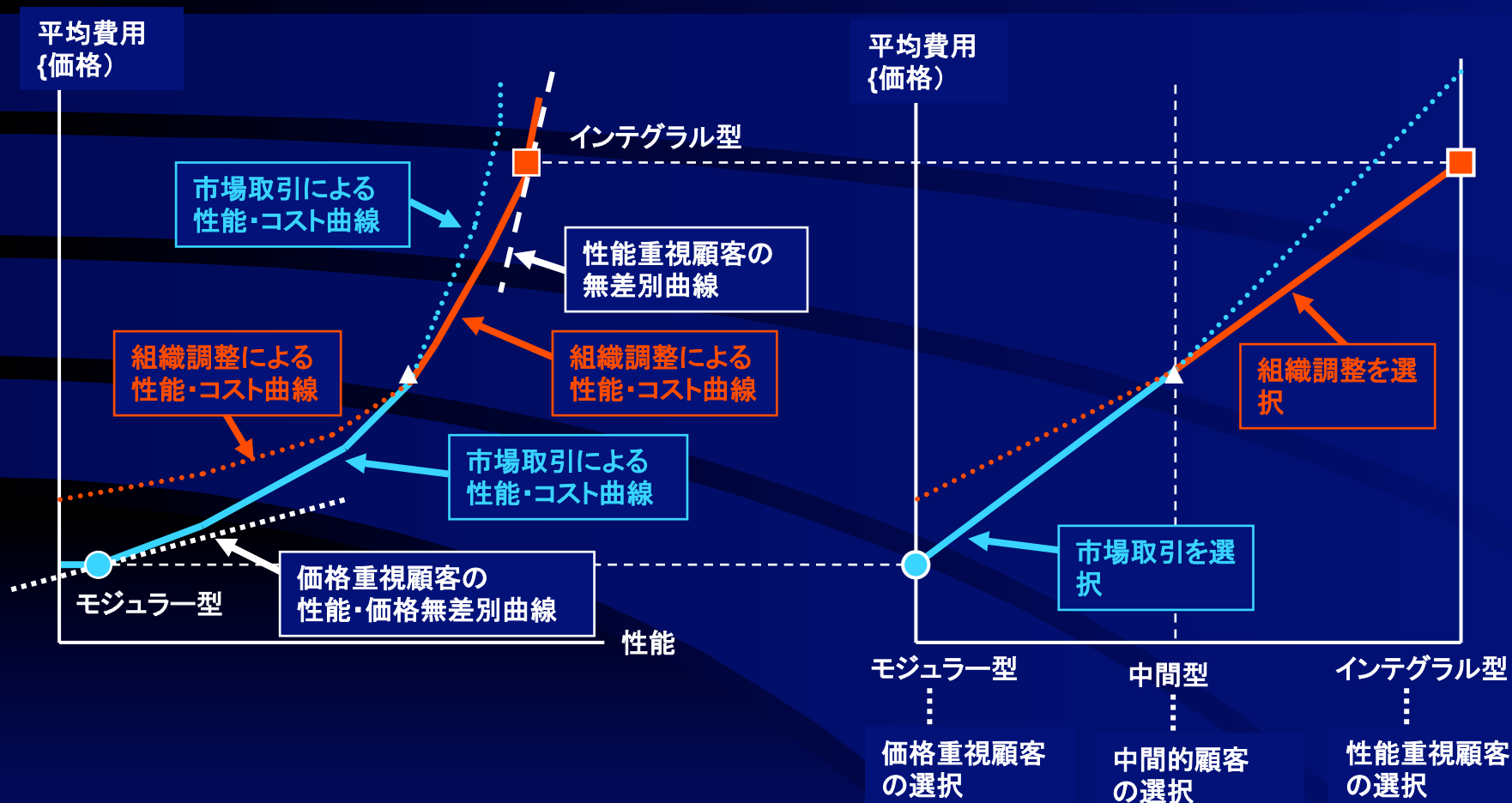


アーキテクチャ・スペクトル

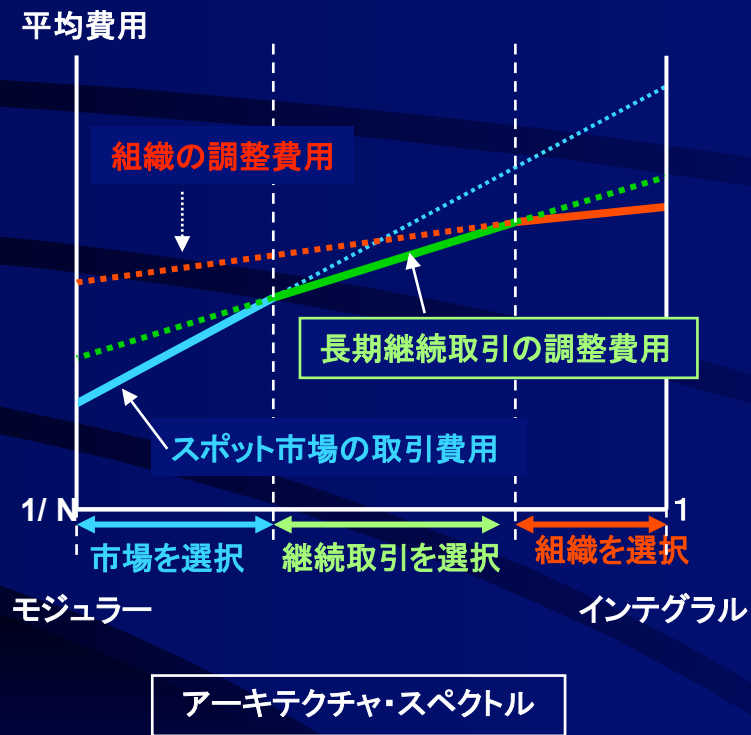
# 顧客タイプ、アーキテクチャ、調整メカニズムの適合関係



# 顧客タイプ、アーキテクチャ、調整メカニズムの適合関係



# 長期継続取引の選択



# 学術俯瞰講義 グローバル化と産業

—組織能力の進化とアーキテクチャの比較優位—

第3回

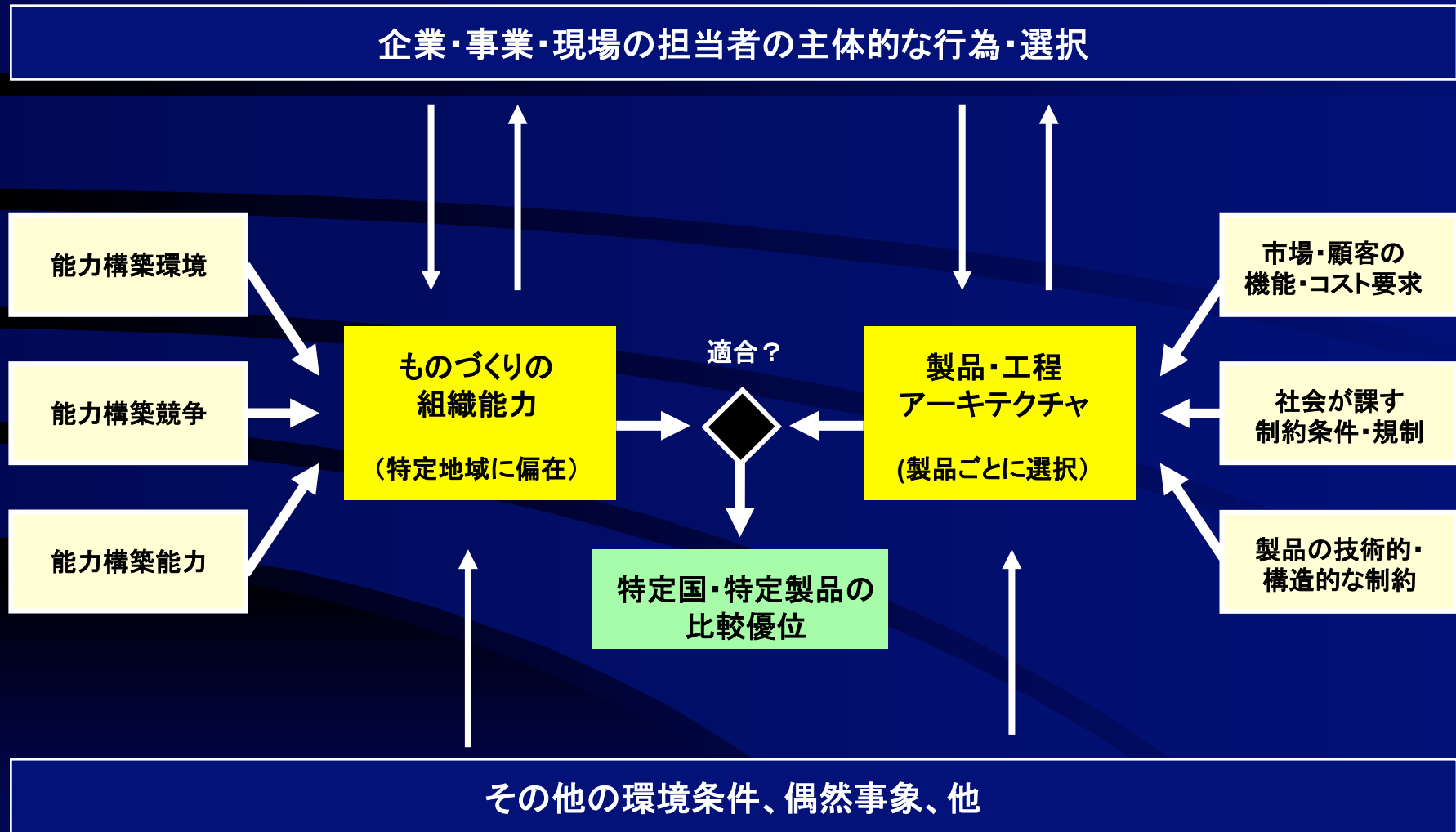
2008年12月

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

# 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



# アーキテクチャの戦略論と産業論

会社のものづくりの組織能力と、製品のアーキテクチャ特性との間にはある種の「相性」がある。

相性が良ければ、現場の国際競争力は強い傾向がある。

相性が悪ければ、現場の国際競争力は弱い傾向がある。

(1) 戦略論・個別企業の組織能力との相性をみる → 日本企業の競争力

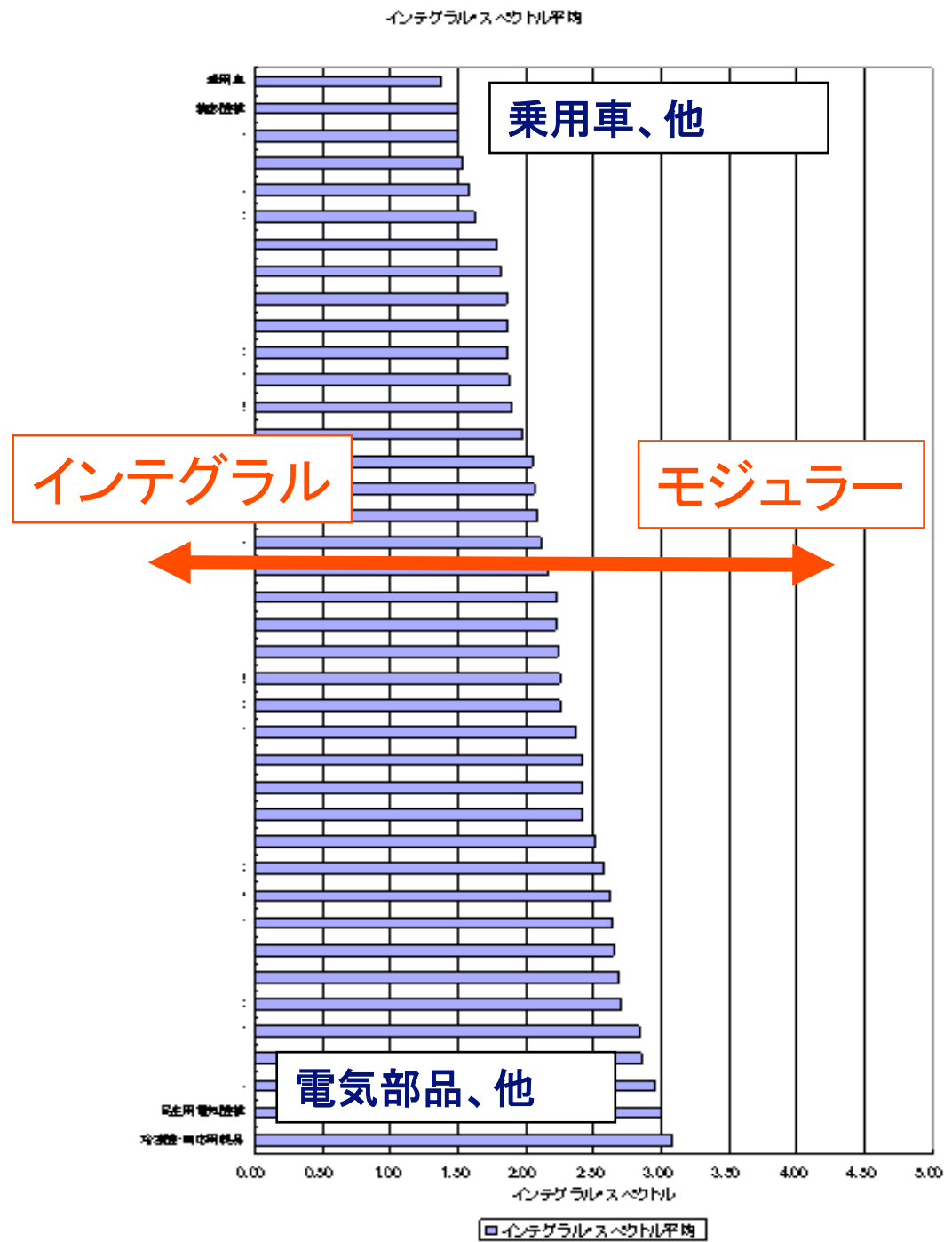
(2) 産業論・ある地域・産業に属する企業群が傾向として持つ

組織能力との相性をみる → 日本の産業競争力

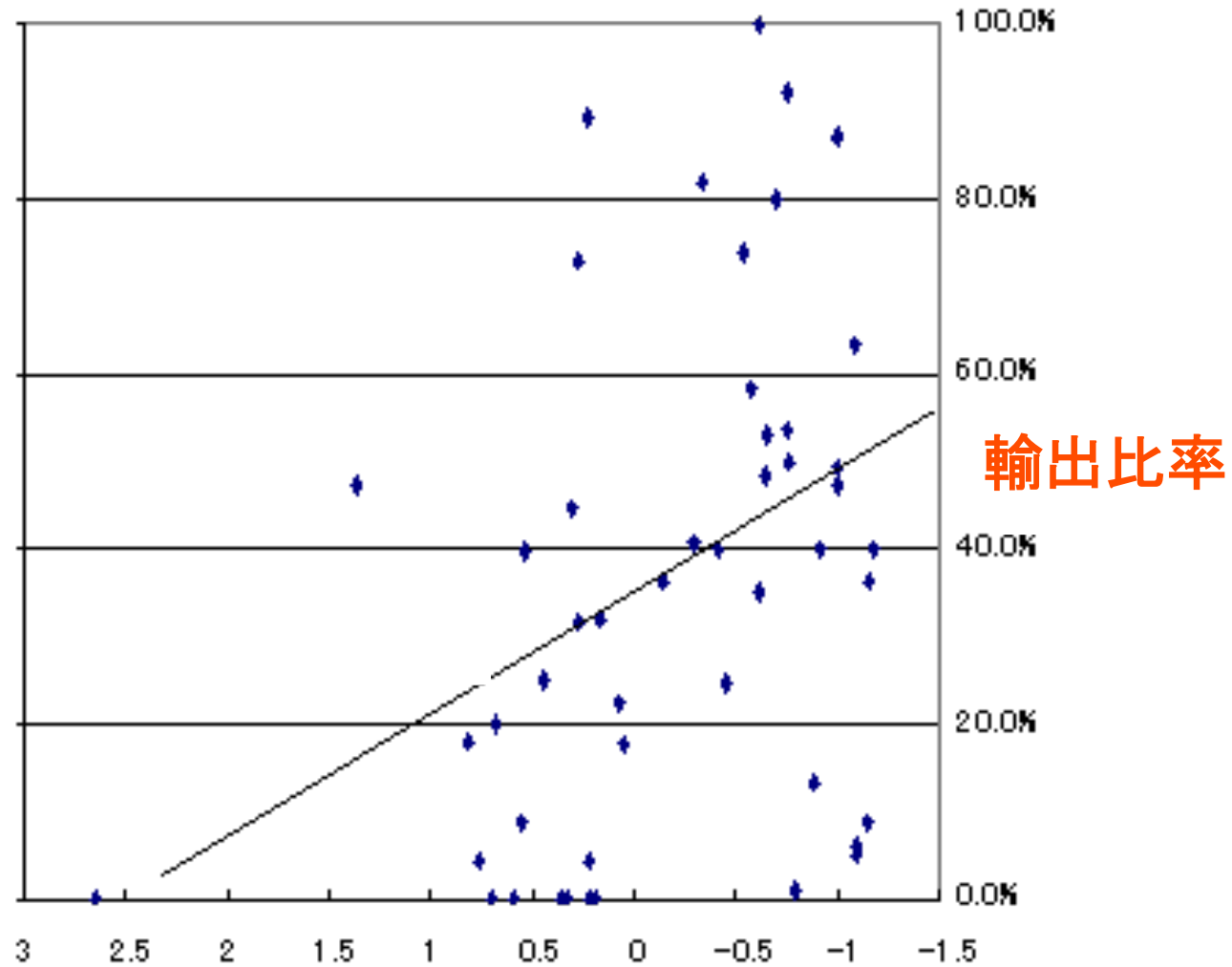
# 仮説：日本企業が強かった製品アーキテクチャ・・・ 「擦り合わせ」と「囲い込み」

	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)	<b>日本企業の強かった分野？</b> 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)	(対角線あり)	<b>米国(中国)企業が強い？</b> 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



# 自動車用外板の工程アーキテクチャ

Function	Surface Appearance	Corrosion Resistance	Dent Resistance	Formability	Weldability	Paintability	Dimensional Accuracy	Rigidity
Process								
Iron Making								
Converter	○	○	○	○	○			
Secondary refining	○	○	○	○	○			
Continuous casting	○			○				
Hot Rolling	○			○				
Pickling	○							
Cold Rolling	○		○	○			○	○
Continuous Annealing	○		○	○	○	○	○	
Continuous Galvannealing	○	○	○	○	○	○	○	

Integral Architecture Index = 0.48 = 33 ÷ (9X8)

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**

# 仮説：得意アーキテクチャの「地政学」的な分布

歴史や初期条件の違いにより、  
特定の組織能力が国ごとに偏在する傾向がある。

→ 相性の良い「得意アーキテクチャ」が異なる

**日本**: 統合力 → 擦り合わせ製品 (オペレーション重視)

**欧州**: 表現力 → 擦り合わせ製品 (デザイン・ブランド重視)

**アメリカ**: 構想力 → モジュラー製品 (知識集約的)

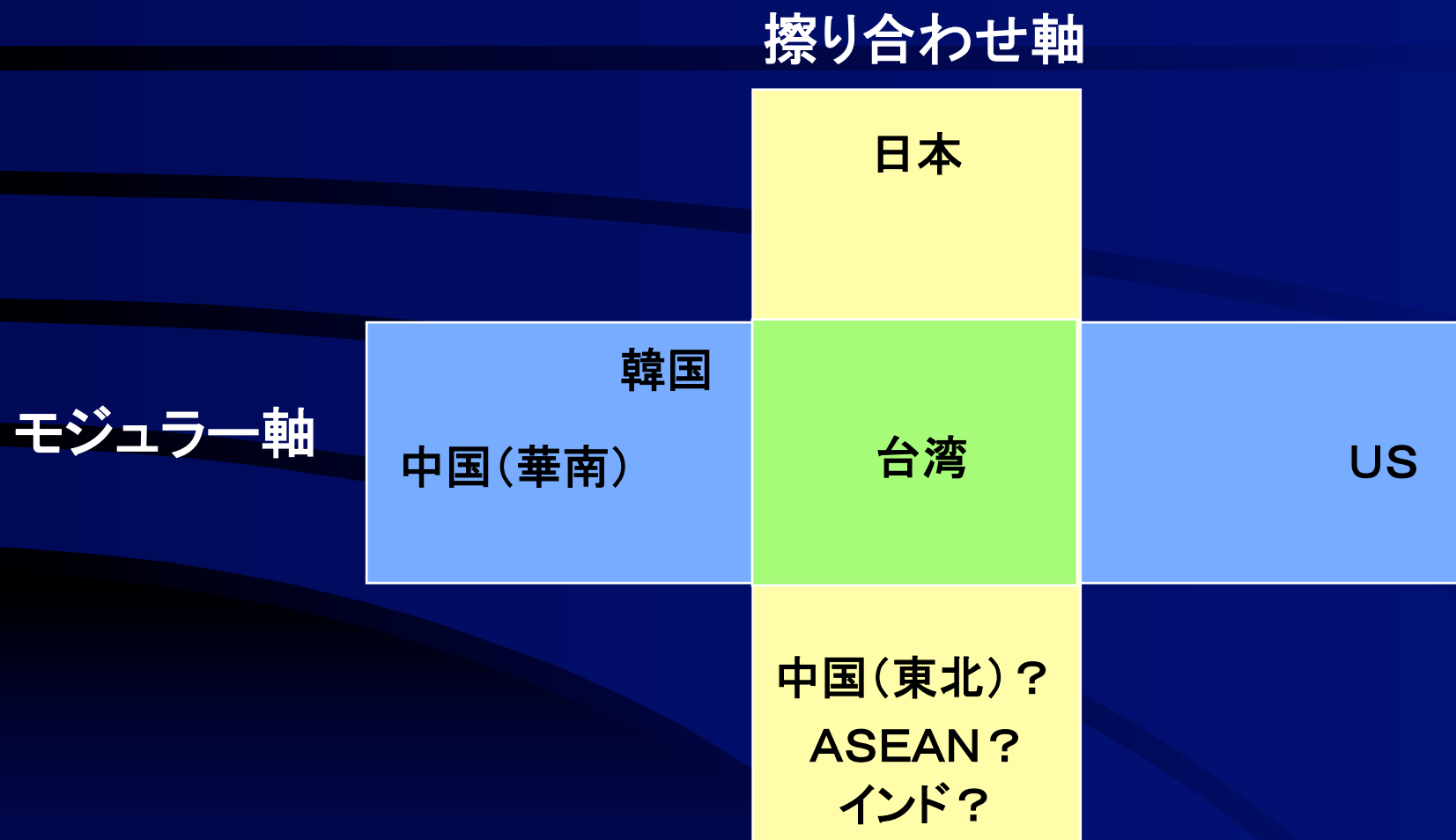
**韓国**: 集中力 → モジュラー製品 (資本集約的)

**中国**: 動員力 → モジュラー製品 (労働集約的)

**ASEAN**: 定着力? → 労働集約的な擦り合わせ製品 (中国と違う?)

**台湾**: 転換力? → モジュラーと擦り合わせの柔軟な切替・使い分け

# 環太平洋での競争優位：擦り合わせ軸とモジュラー軸



# 「擦り合わせで勝負」論の注意点

- ・ポイントは「擦り合わせを要所に仕込むこと」。擦り合わせ・組み合わせのメリハリ。  
… 「べったり擦り合わせ」は過剰設計・過剰コストになりやすいので注意。
- ・あくまでも「統合型ものづくり能力」が前提。能力構築なき擦り合わせは無意味。  
日本の半導体産業 … 「貧しい青春時代」なし。統合型ものづくりだったか？
- ・技術と市場が許す限り、技術者は「モジュラー化」の最大限の努力を(事前)。  
しかし、結果としてそれを許さぬ「擦り合わせ」製品で日本企業が強い(事後)。
- ・アーキテクチャはお客が決める。ひとりよがりの擦り合わせ製品に未来はない。  
「やっぱり擦り合わせモノは違うなあ」とお客に言わせられるかどうか、  
「ブランド」と「過剰設計」の分かれ目。  
「オタク」(こだわり客)の再生産は出来ている？ クルマ、マンガ、オーディオ…
- ・先行開発からブランドを作り込む「深いところからの擦り合わせ製品」を連発すれば、  
簡単には負けない。「統合型ものづくり」の潜在力を最大限に引き出すこと。

# 中国製造業をどう考えるか

過剰反応(雰囲気的な「世界の工場論」「脅威論」など)は禁物

中国の多様性(地域、産業…)

珠江デルタ・電子産業モデル(低賃金・単能工)が全てではない。変化は速い。

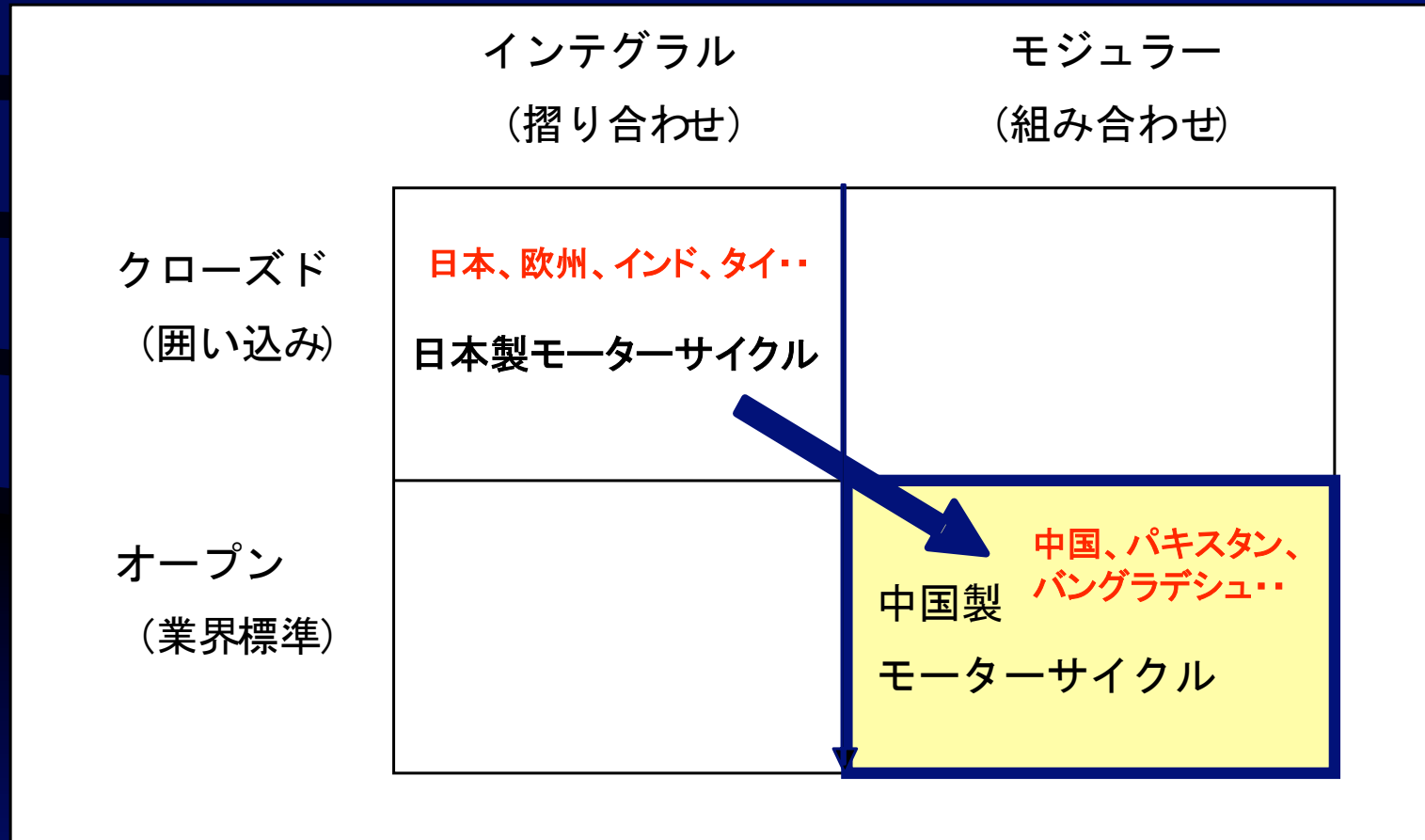
電子機器産業と自動車産業などを同一視しないこと。かなり違う!  
製品アーキテクチャが違う(擦り合わせ/組み合わせ)  
生産現場の「もの造り能力」のレベルが実は違う!

外資/民間な有力企業/周辺部の民営企業/国営企業…多様

アーキテクチャの換骨奪胎… 疑似オープン型アーキテクチャ  
商人資本的ベンチャーの殺到  
技術的ロックイン

完成品で外資は天下をとれない?(テレビ、白もの、2輪、自転車…)  
むしろコンポーネントビジネスにチャンスあり?

# 中国二輪産業のアーキテクチャは クローズド／インテグラルから オープン／モジュラーへと移行した？



[http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238\\_2008.pdf](http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC238_2008.pdf)

大鹿 隆 2008年10月 製品アーキテクチャ論と企業行動・経営活動の実証分析 図1より作成

# バリエーション展開の例

一つのENGから(125cc)

合計9車種のバリエーション展開



一つのFRMから  
(CHA125コピー)

合計4車種のバリエーション展開

50cc



90cc



100cc



125cc



# アーキテクチャ比較優位の 超ミクロ的基礎

— 設計プロセス論の観点から —

# 設計の「連立方程式」と 2段階コーディネーション

- **調整** = 「設計パラメータを最適値に収斂させる活動」と定義
- 設計問題は**連立1次方程式**で近似できる（公理系設計論）
- $y = Ax$        $y$ =機能ベクトル、 $x$ =構造ベクトル、 $A$ =機能構造行列

$$y = Ax$$

$A$  が対角行列であれば、純粹なモジュラー設計（ $x$ と $y$ の次数は同じと仮定）

… しかし、**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。

$$A'$$

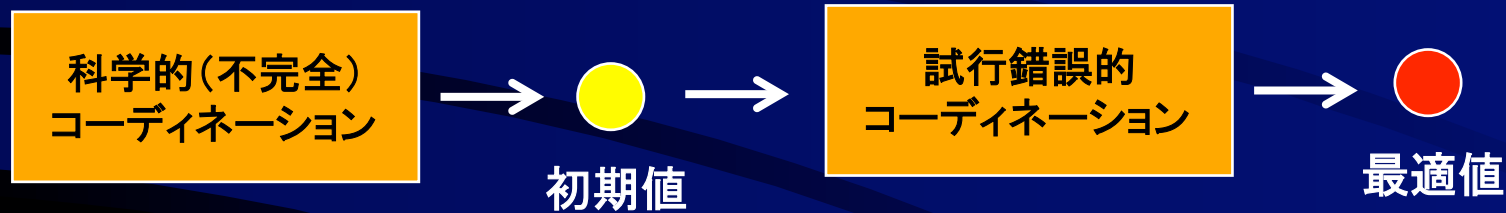
# 設計の「連立方程式」と2段階コーディネーション

- **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

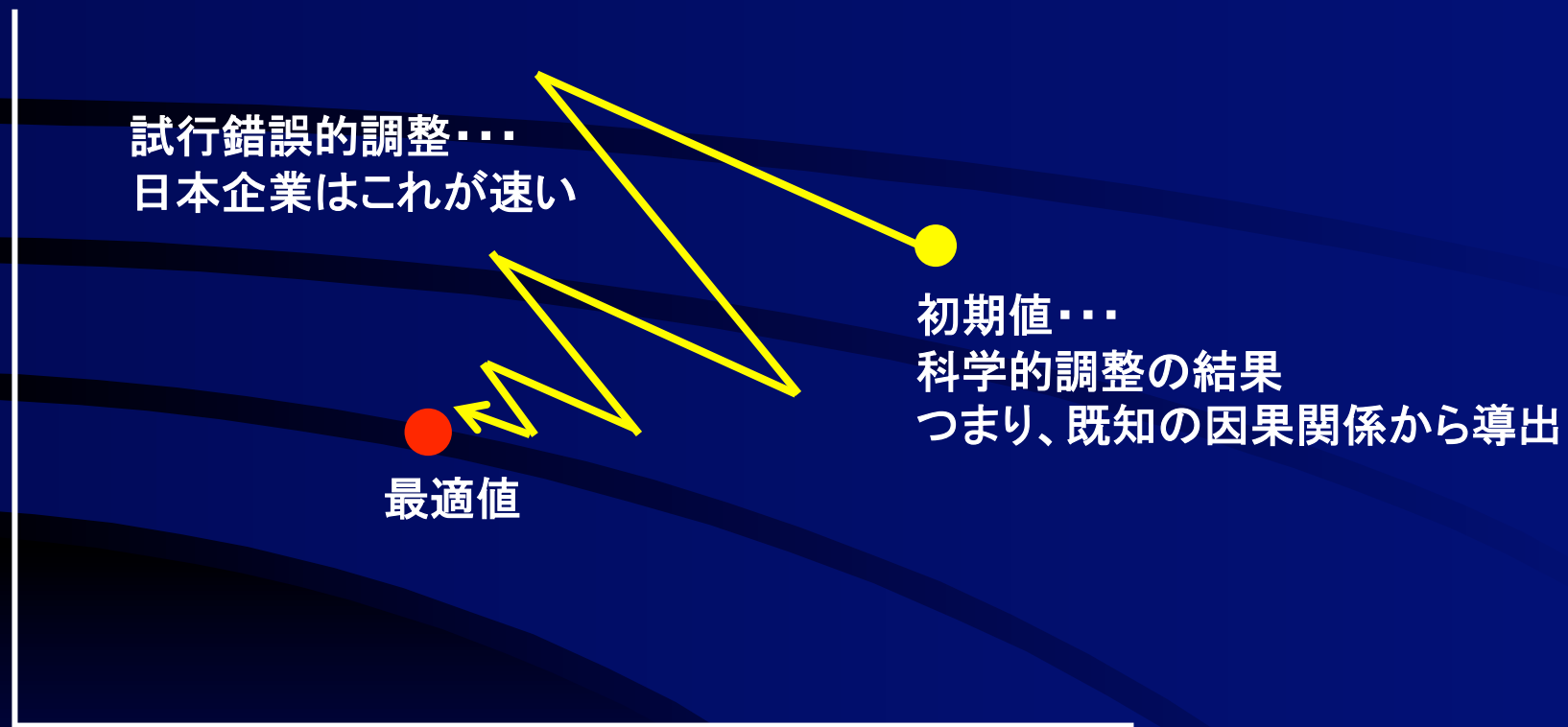
第1段階 (科学的調整) … 試行錯誤の**初期値**

第2段階 (試行錯誤的調整) … 試行錯誤で最適解に収斂する



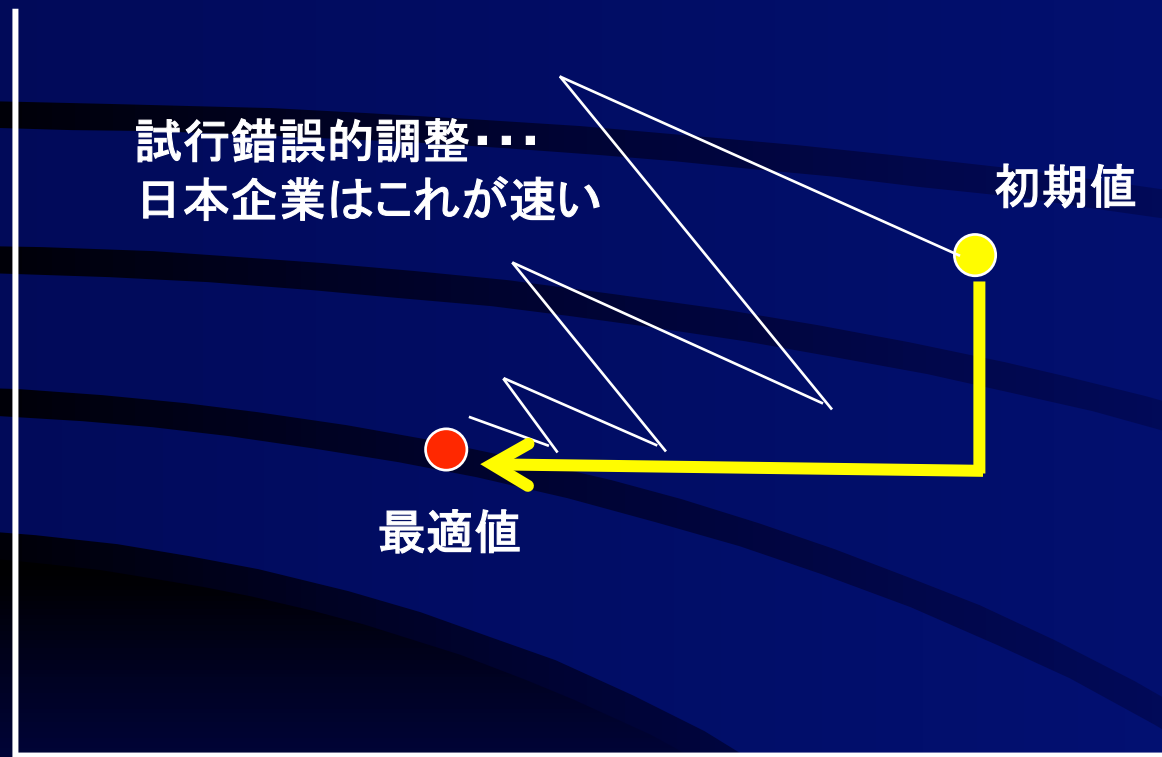
- (1) **科学的調整の組織能力** … 事前に獲得した科学知識の割合  
→ 初期値の最適値からの距離
- (2) **試行錯誤的調整の組織能力** … 多能設計者のチームワーク  
→ 調整のスピード

# 「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

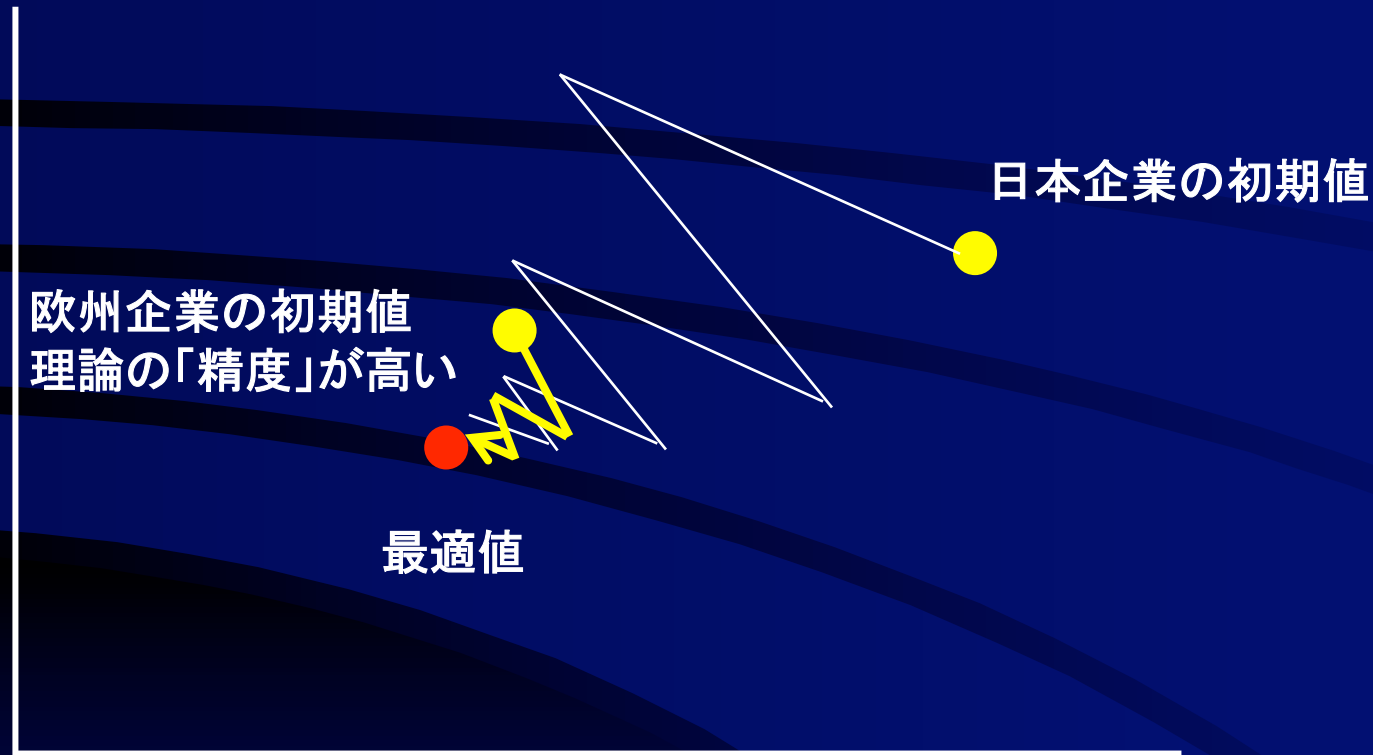
## 相互依存性の切断によるショートカット効果



- (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、モジュール化(方程式の簡略化)でショートカット

# 「科学的調整」における欧州企業の優位性

## 「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) 欧州企業は、事前に把握している変数や因果式が多い(科学的調整力)

# 事例：シミュレーション分析

(大隈・藤本研究から)

…賢い亀と浅慮なウサギ

# 1. 設計プロセスモデル

公理的設計      Suh(1990)より

因果関係      構造パラメータ      機能要件パラメータ

$$A \cdot DP = FR$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ a_{m1} & & & a_{mm} \end{bmatrix} \quad DP = \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ \vdots \\ DP_m \end{bmatrix} \quad FR = \begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ \vdots \\ FR_m \end{bmatrix}$$

# 公理的設計とアーキテクチャ

## モジュラー型

A · DP = FR におけるA  
が

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_{22} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ 0 & & & a_{mm} \end{bmatrix}$$

## インテグラル型

A · DP = FR におけるA  
が

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ a_{m1} & & & a_{mm} \end{bmatrix}$$

## 準モジュラー型

A · DP = FR におけるA  
が

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ a_{m1} & & & a_{mm} \end{bmatrix}$$

# シミュレーションの設定

【設計者に与えられる問題例】 \* Aが2×2行列のケース

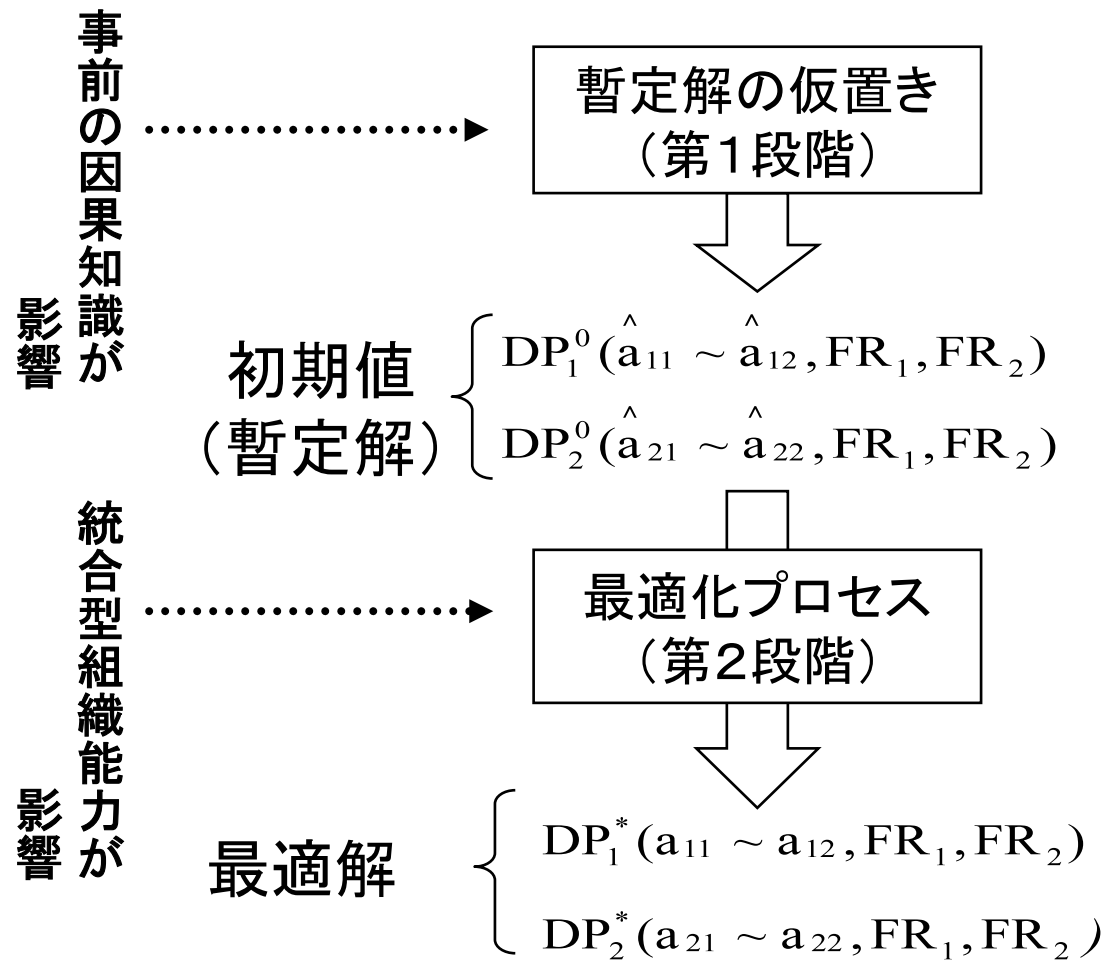
設計空間において、下記を満たすDP\*を求めよ。

$$\begin{array}{ccc} \text{FR}^* & \text{A} & \text{DP} \\ \begin{bmatrix} \text{FR}_1^* \\ \text{FR}_2^* \end{bmatrix} & = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \text{DP}_1 \\ \text{DP}_2 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$\begin{cases} \text{FR}_1^* = a_{11} \cdot \text{DP}_1 + a_{12} \cdot \text{DP}_2 & (1\text{式}) \\ \text{FR}_2^* = a_{21} \cdot \text{DP}_1 + a_{22} \cdot \text{DP}_2 & (2\text{式}) \end{cases}$$

ここで、機能FR\*は顧客要求から与えられる所与の最適値。Aの要素は全て定数とする。

# 2段階設計プロセス・モデル



# シミュレーションのパラメータ(外生変数)

## <複雑性(製品特性)の指標>

- アーキテクチャ  
複雑性: インテグラル > モジュラー
- Aの要素数  
2×2, 3×3, 4×4, と要素数が増えるほど複雑性は大

## <組織能力の指標>

- 試行スピード  
1期間の中で実行可能な計算量。  
大きいほど組織能力は大

## ①収束方法(試行錯誤)

- ②相互調整(コーディネーション)
- ①並行開発(コンペティション)

## <市場条件の指標>

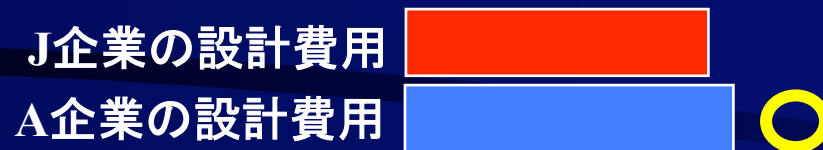
- 収束条件  
シミュレーションを終了するための、最適値FR\*との乖離の閾値。小さいほど要求機能達成に対する市場の要求が厳しいことを表す。

## <事前の科学技術レベルの指標>

- Aの不完全性(初期値の精度の悪さ)  
科学技術レベルが高いほど、初期値DP<sup>0</sup>と最適解DP\*の乖離は小さくなる。

# 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 コーディネーション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



## まとめ:アーキテクチャの比較優位論

- 設計概念(理系)と、リカード的な比較優位論の融合
- 生産性の差の大きさが比較優位を決める
- **製品費用 = 生産費用 + 設計費用** とみる
- 生産費用については従来どおりの議論でもよい。
- 設計費用については、設計パラメータ調整費用の差をみる。
- **設計費用 = 科学的調整の費用 + 試行錯誤的調整の費用**
- 日本企業の設計パラメータ調整スピード(現場試行錯誤)が速いとすると…  
**モジュール数**が多く、既知の科学知識の少ない(現場試行錯誤への依存度の高い)  
**「擦り合わせ型」製品**で、設計費用に関する日本企業の比較優位が生じる。

# 多国籍企業の設計立地選択

# 多国籍企業とグローバル化

## 多国籍企業論の系譜

### ① マルチドメスティック企業（マルチナショナル企業）：

各国市場を目指した海外生産拠点。ローカル企業に対する優位を築く。  
なぜ、よそ者である多国籍企業が、勝手知ったるローカル企業に勝てる？  
本国の組織能力、寡占大企業としての力を移転。  
各国市場の保護主義、障壁を前提にした議論（国ごとに個別制覇）。

### ② グローバル企業（トランスナショナル企業）：

国際競争優位を目指した海外生産拠点。自社の他国拠点とも競争。  
なぜ、多国籍企業のある国の拠点が、自社の他国の拠点より強いのか。  
本国の組織能力移転、現地の能力構築環境、現地拠点の国際競争力。  
各国市場の保護主義や障壁の緩和・撤廃を前提にした議論。

実際の企業 … 両者のミックス … ①売る所で作る ②優位な所で作る

# 立地選択の条件：ものづくり論の立場から

## ① 販売現場の立地選択 … 市場立地が基本

市場（設計情報の受信者）密着で、販売拠点を立地させる。

## ② 生産現場の立地選択 … 媒体の制約が効く

優良な工程媒体（労働者、素材…）に誘引され、生産要素立地。  
製品媒体の輸送費ゆえ、現地市場立地。  
設計情報に引っ張られて設計現場の近くに立地。  
国に偏在する組織能力に誘引され、組織能力立地。

## ③ 開発現場の立地選択 … 媒体の制約が少ない

市場情報が固着的（スティッキー） → 市場立地

技術情報が固着的（スティッキー） → 技術立地

組織能力が国ごとに偏在 →

アーキテクチャの相性の良い製品について組織能力立地

# グローバル経済下の多国籍企業のあり方

① 経済のグローバル化 = 比較優位・比較劣位の顕在化



② 多国籍企業のスタンスが変わる …  
「市場で作る」のみならず、「優位性のあるところで作る」。



③ 多国籍企業の立地選択が、グローバル化(国際分業)を加速する。

多国籍企業の立地選択が、産業構造に大きな影響を与える。責任は大きい。

第1の間違い … 日本に残れない現場を残す過ち → 市場の審判

第2の間違い … 日本に残れた現場を移す過ち → 証拠が残りにくい

多国籍企業の本社は、各国拠点の組織能力・競争力・潜在力を正確に把握せよ。

# 国内で勝負する中小企業： カイハラ的事例

広島県福山地域（備後かすりの産地）、従業員765人。1893年操業。

藍染め省力機械や糸縛り機を考案。しかし60年代、農業人口減少、野良着からの転換も不調。起死回生はジーンズ（1970年）。デニム糸染めから。

**ロープ染色技術**を自力で再現、生産性を上げ、ジーンズブームに乗り復活。

77年に整織を、90年に綿紡績を内製化。品質を極める**垂直統合・工程擦り合わせ**。機械考案の伝統。ロープ染色設備は**自社設計**。設備投資も積極的

リーバイもエドウィンも高級ジーンズ布地は特注でカイハラ多用。ユニクロ、ワールド、百貨店も。

福山近辺で全量生産。3分の2は輸出。**中国製の3倍の価格**。

実質的にすべてを**正規従業員**として地元雇用。それでも安定した利益。

ジーンズは整織・仕上後の**洗い加工**が差別化のポイント。カイハラは高度な技術を持つ。しかし、商売としては洗いも縫製もやらない（インテル、シマノ）。

生地と加工ノウハウをセットで、**ソリューション**としてジーンズメーカーに提供。

# まとめ

— 日本全体に「良い流れ」を —

## まとめ(1) 組織能力

- ・「開かれたものづくり」・・・お客に向かう「設計情報の良い流れ」を作ること
- ・「ものづくり現場発の戦略論」:自由に「高度」の上げ下げが出来る視野を持つ
- ・組織能力・裏の競争力・表の競争力・収益力・・・すべて測定し、そのバランスをとろう
- ・ものづくりの組織能力を収益力に結びつける「ビジネスモデル構想力」を持つ
- ・開発・生産・購買・販売の現場を「設計情報の創造と転写」という視点から分析しよう
- ・正味作業時間比率＝設計情報転写時間率      ムダ＝情報非転写時間
- ・設計情報の転写密度を上げ、生産リードタイムと生産性を改善しよう
- ・設計情報の転写精度を上げ、品質を改善しよう
- ・優良日本企業(トヨタ)は、多能工のチームワークに基づく「統合型ものづくり」能力を持つ
- ・トヨタからは ①ものづくり組織能力 ②改善能力 ③進化能力 を学ぼう

## まとめ(2) アーキテクチャ

- ・「**製品アーキテクチャ**」とは、製品の機能要素と構造要素をつなぐ設計思想のこと
- ・基本タイプは**インテグラル(擦り合わせ)／モジュラー(組み合わせ)**、**オープン／クローズド**
- ・高度5Mに降り、**現場現物**によって、先入観なしに、製品のアーキテクチャを見極めよ
- ・**組織能力とアーキテクチャの相性がよい製品は強い製品(得意技)**になりやすい
- ・**進化の結果**、ものづくり組織能力は特定の国、地域、会社に**偏在**する傾向がある
- ・「**統合型**」組織能力を持つ日本企業(トヨタ等)は**擦り合わせ型アーキテクチャ**に強い
- ・「**設計思想の地政学**」: **中国・米国**はモジュラー得意。**アセアン・インド**は擦り合わせ寄り
- ・**アーキテクチャの位置取り戦略**を考えよ。ポジションごとに「**儲け方**」は異なる
- ・最終的には、**アーキテクチャはお客が決める**。「**オタク**」が擦り合わせを支える
- ・「**戦略が分かる技術屋**」と「**設計が分かる事務屋**」の連携が、良いものづくり企業を支える

## 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