自動車産業の過去・現在・未来

2018年6月

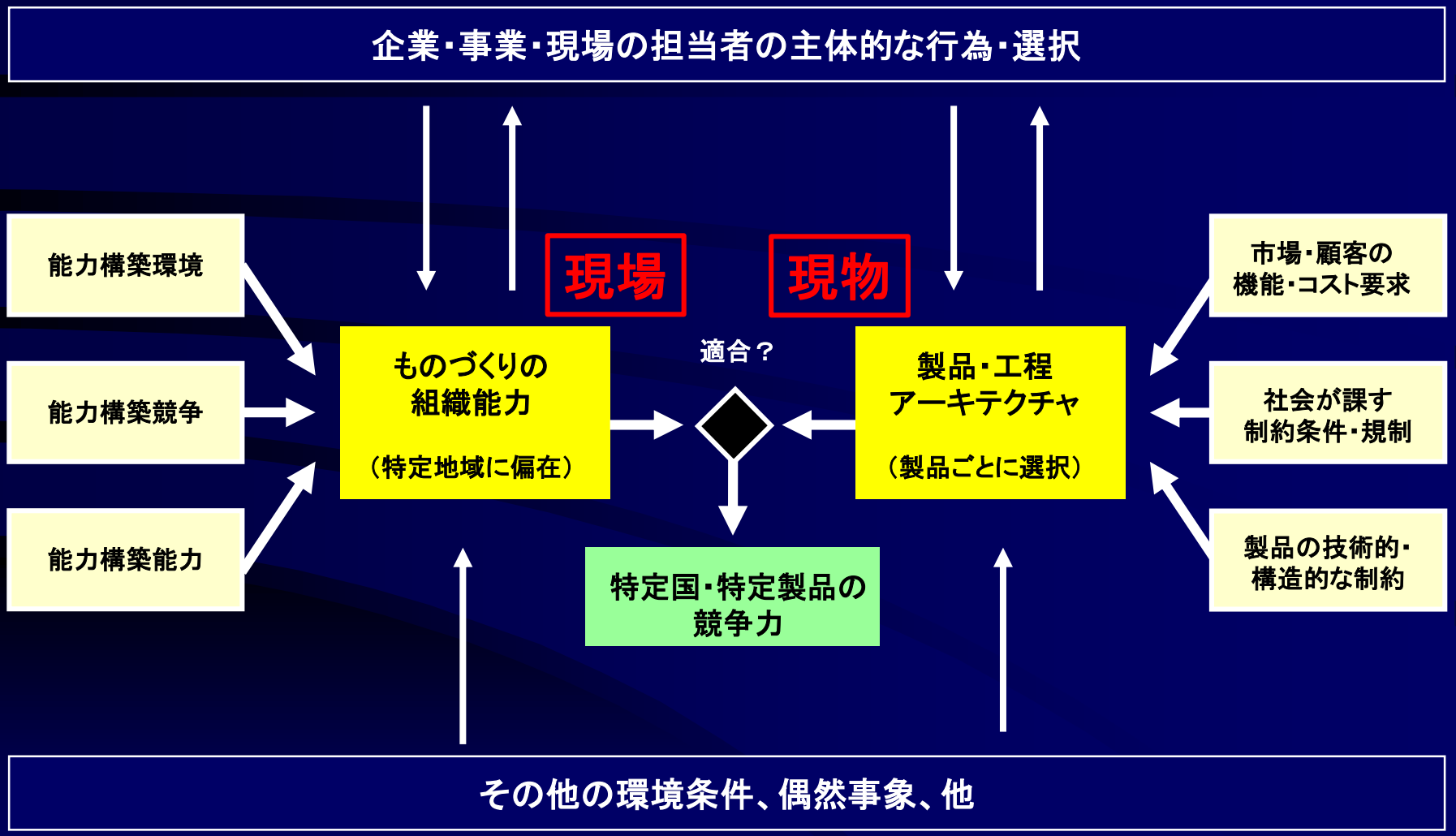
東京大学大学院経済学研究科教授
東大ものづくり経営研究センター長
一般社団法人モノづくり改善ネットワーク
藤本隆宏

まずは、現場を繰り返し観察することから出発



Yamagata, Japan, 2011.8

「現場の組織能力」と「現物のアーキテクチャ」からみる産業競争力の分析枠組



ものづくり現場発の戦略論・・・
そのためには、高度の自在な上げ下げが必要
「現場」レベルの議論が抜けていないか



経済記者（日経1面）
経済官僚
マクロ経済学者
社長（日経ファン）

産業経済記者（日経産業1面）
産業官僚
経営幹部（米国経営書ファン）
戦略派の経営学者

産業記者（日経産業15面）
現場派の経営・経済学者

現場（引きこもり型？）・家庭

上下の議論が
うまく
つながって
いなかった！

→ 過剰反応

自動車産業に関する基本的な事実

世界の年間販売・生産台数: 2020年には1億台か; 保有は12億台;

先進国大都市圏のシェアリングエコノミー拡大にもかかわらず、
新興国が牽引し世界販売台数は伸び続けよう（2030年1.2億台？）

トップ企業の市場シェアは約10%、1000万台。独り勝ち産業ではない

高額商品: 平均200万円以上。（新興国ローコスト車開発も盛んだが）

巨大な産業規模: 自動車製造業は200兆円超、モビリティ産業は500億円超
世界自動車市場の1%がEVとなれば規模でロボット産業を超える。

モビリティ: 現在は地球全体で年間約8兆キロと推定。; 自動車は低稼働率(2%?)
移動距離は今後、保有以上に伸びよう。– 2030年15兆キロ?

しかし、CO2発生量は走行距離による。モビリティと地球環境のジレンマ

高速で公共空間（道路）を移動する重量物
安全、エネルギー、環境保全において大きな制約（原罪）を背負う

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

2014年の国別自動車生産台数（産業ベース）

- 中国　23,722,890
- 米国　11,660,699
- 日本　9,774,558
- ドイツ 5,907,548
- 韓国　4,524,932
- インド 3,840,160
- メキシコ3,365,306
- ブラジル3,146,118
- スペイン2,402,978
- カナダ 2,393,890
- ロシア 1,886,646
- タイ　1,880,007
- フランス1,817,000
- イギリス1,598,879
- インドネシア1,298,523
- チェコ 1,251,220
- トルコ 1,170,445
- イラン 1,090,846
- スロバキア993,000
- イタリア697,864

・世界合計で1億台弱 （250兆円？）

・100万台以上が約20各国 （輸出国・消費国半々）

・中国は2000万台以上

・米国は日本とあまり変わらない（1200万）

・日本は依然3位。四半世紀安定（1000万）
　世界最大の自動車輸出国

・BRI（C）Sは200～300万台

・韓国は500万弱。輸出比率が高いが・・

・東欧・東南アジア・米国周辺国（輸出基地）の存在感

四半世紀前の予測

「・・・販売、輸出、輸入のシナリオから積み上げていくと、
（国内生産は）1000～1200万台という変動幅が
整合性のとれる水準として浮かび上がってくる・」

藤本隆宏・武石彰『自動車産業21世紀へのシナリオ』
生産性出版、1994年。102ページ。

2020年の概数予想 （藤本）
世界生産台数：1億台 （電気自動車EVはせいぜい数％？）
日本自動車産業：1000万台
日本メーカー世界合計：3000万台 （国内1000万、海外2000万）

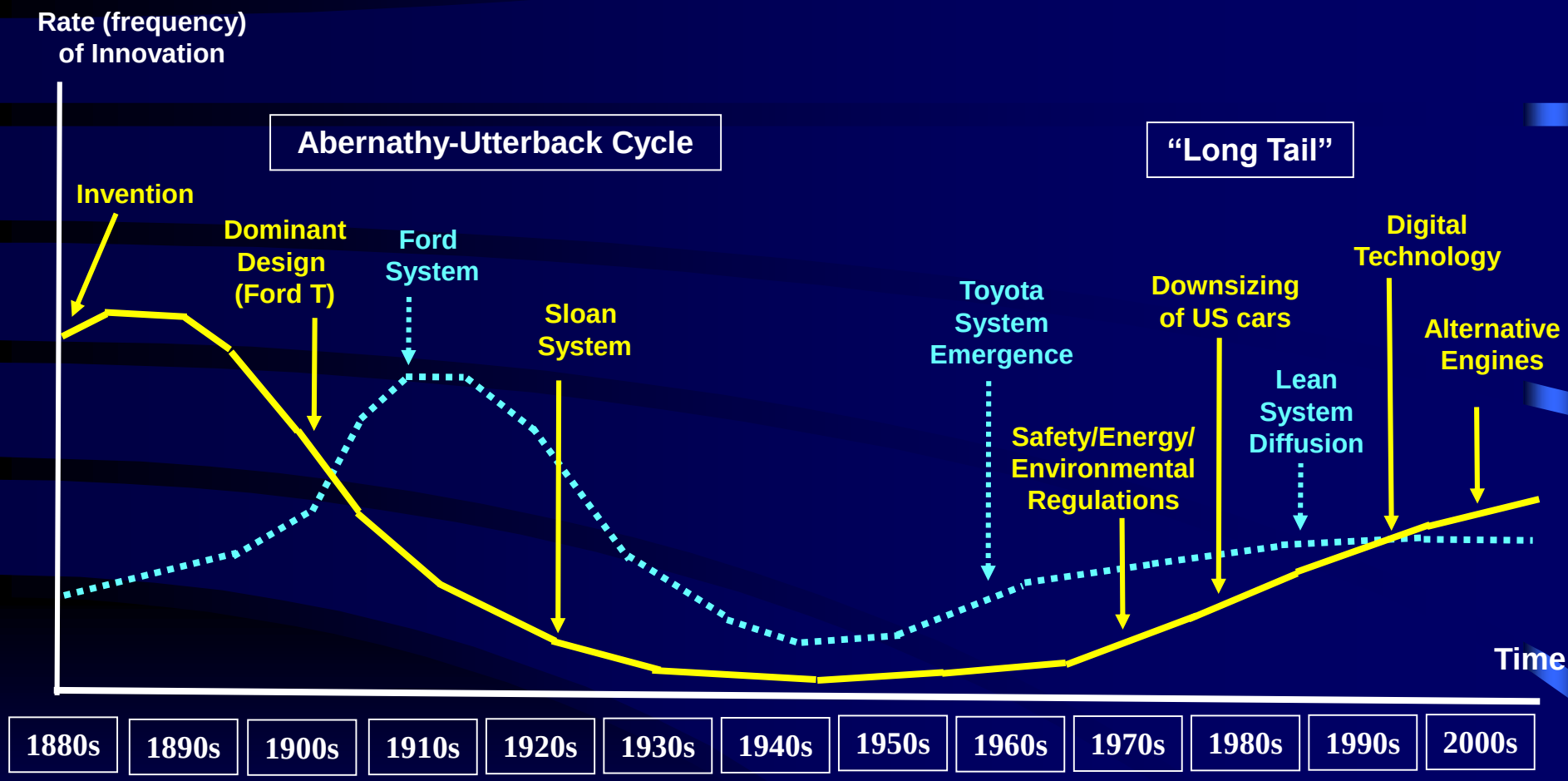
2014年の企業別自動車販売台数（企業ベース）

トヨタ自動車グループ（日）	1023万台
フォルクスワーゲングループ（独）	1014万台
GMグループ（米）	992万台
ルノー・日産グループ（仏・日）	847万台
現代自動車グループ（韓）	771万台
フォード（米）	632万台
フィアット・クライスラー・オートモービルズ（伊・米）	461万台
本田技研工業（日）	436万台
プジョーシトロエングループ（仏）	294万台
スズキ（日）	288万台

・企業ベースでは
先進国本社の
グローバル企業が独占。

中国ローカルは
100万台に到達せず

自動車産業ライフサイクルの「長い尻尾」



Note: The author's subjective estimation based on Abernathy (1978), Cusumano (1985), Womack et al (1990), Clark and Fujimoto (1991), Fujimoto (1999), and other sources.

図　上空・低空・地上のアナロジー(ICTとFAの例)

重さのない世界

上空

①ICT層(サイバー)

インターネット、スマホ・システム、
ソーシャルネットワーク
セキュリティ，帯域保証など課題
オープン・アーキテクチャ、プラットフォーム
アップル、グーグル、アマゾン、フェイスブック

インターネット、AI
クラウドコンピューティング
ERP

低空

**③　サイバーフィジカル
インターフェイス層**

高度な情報解釈・翻訳・蓄積機能や
選択的透過機能を持つ工程別スパコン？
工場・工程の超インテリジェント化
インダストリー4.0の主戦場？
GE，IBM，　シーメンスなど（日本は？）

コントローラ（PLC）
MES
産業用Ethenet
エッジ／フォッグ
コンピューティング

重さのある世界

地上

②　現場・現物(フィジカル)FA

リアルタイム情報による「流れ」の最適化と改善
迅速なフィードバック、自働化、トヨタ式、TPM
現場の言葉で使いこなす「一回転寿司型IT」
クローズド・アーキテクチャ、製品勝負
トヨタ、VW，・・通常の製造業

フィールドバス
センサー、
アクチュエータ、
FA機器

自動車産業の地上・低空・上空分析

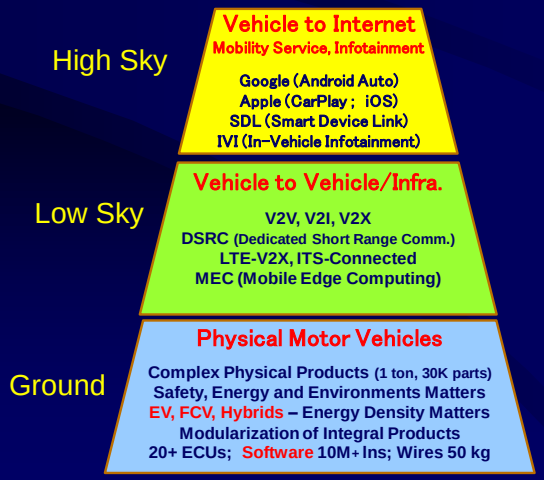
1　次世代パワートレイン(EV, FCV, Hybrids --)　-- 地上

2　ECU と組込みソフト(for Engine, etc.)　-- 地上に近い

3　自動運転　(部分的／完全自動、限定付／無限定)　-- 地上・低空・上空

4　インフォテイメント(インターネットとの連結)　　-- 上空に近い

5　モビリティサービス(Trip Shared/Not;　Vehicle Owned/Not)　-- 上空



©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

一方的なものの見方は危ない　・・・
質量のある世界とない世界の結合・・ややこしい時代に

21世紀は、以下の①と②、2つの潮流が交錯し、かじ取りが難しい。

①質量のない weightlessな世界（情報・電子や論理法則が支配）
　　・・・　ネットワーク化、モジュール化、多様化が爆発的に進む

②質量のある weghtfulな世界（物質・エネルギーや物理法則が支配）
　　・・・安全・エネルギー・環境の制約条件が厳しくなり、設計は複雑化

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・・

昨今の根拠の怪しい議論

・EVの時代がすぐに来て、鋳物屋、機械加工屋の仕事は減る　・・・　？

・EVはパソコンと同じく標準部品寄せ集めのオープン・モジュラー型商品になるので
　　調整力優位の日本自動車メーカーは国際競争力を失う　・・・　？

・自動運転は一気にレベル５　（無制限完全自動運転）が普及する　・・・　？

・インダストリー4.0でドイツは自動化工場がコネクテッドファクトリーとなり
　　競争力を高める。日本は周回遅れである　・・・　？

・IoTで、地上のモノから発信されるビッグデータは全て
　　インターネットのクラウドやAIで処理されるようになる　・・・　？

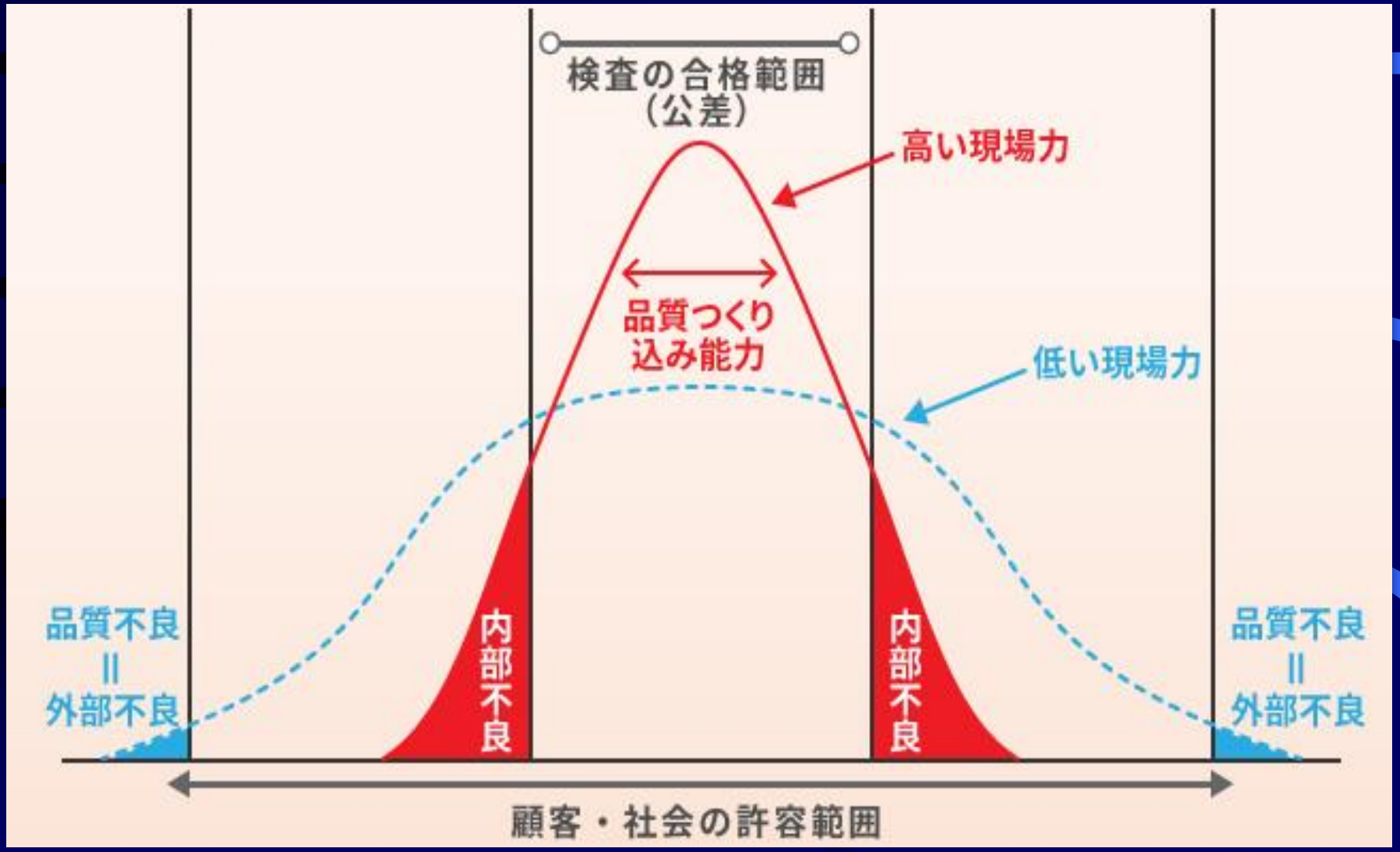
・AIは万能で、自動車の最終組立ラインも、数年で完全ロボット化する　・・・　？

・モノ（製造）からコト（サービス）への時代、フィジカルからデジタルへの時代になれば、
　　製造業は重要性を失う　・・・　？

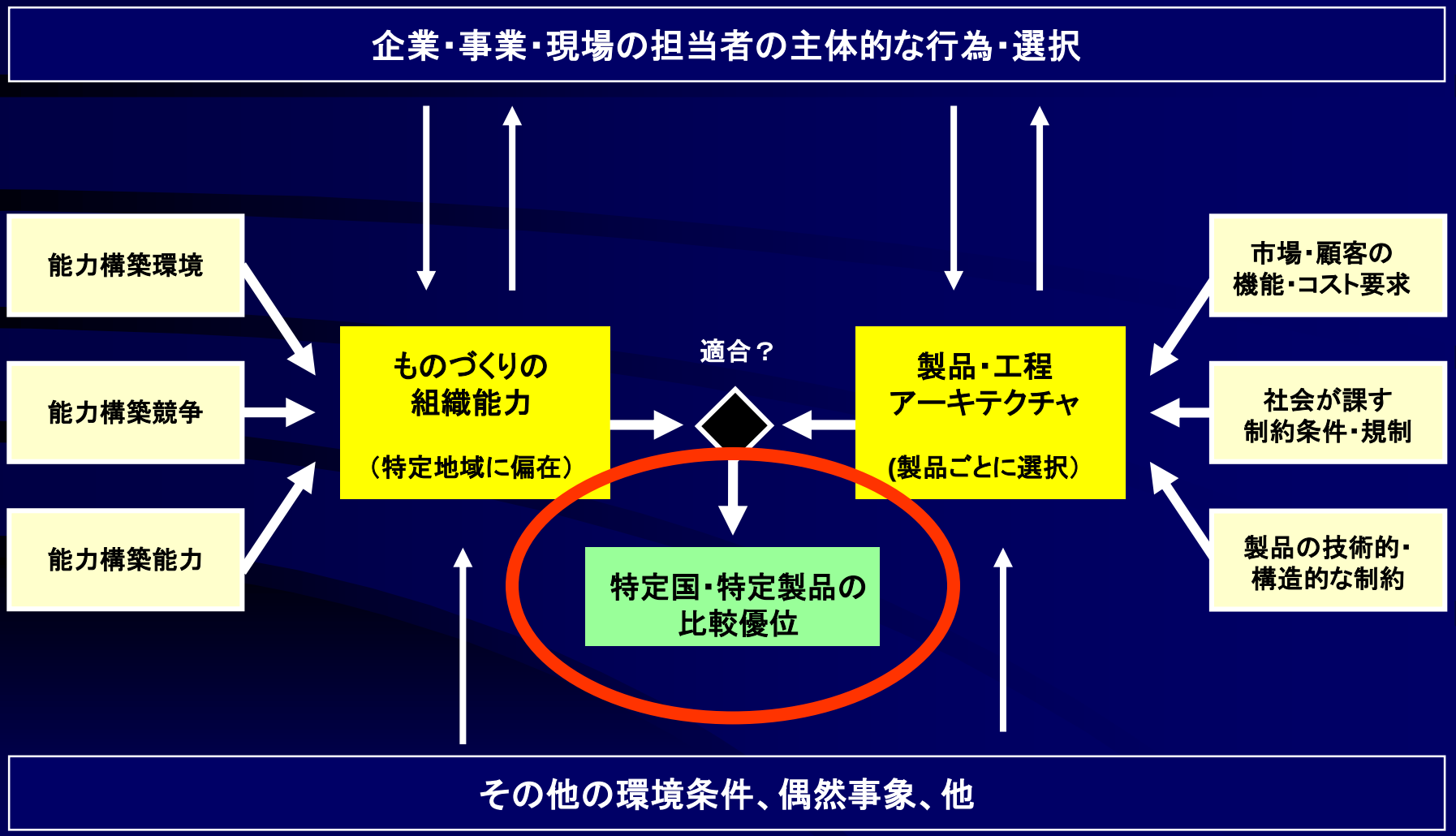
・クルマのシェアリングが普及して、世界の自動車生産台数は減少局面に入る　・・・　？

・日本では長期にわたる検査不正が次々と発覚し、大問題となった。
　　これは日本の現場力が落ちていることの証拠だ　・・・　？

検査不良と現場力


検査の合格範囲
(公差)
高い現場力
品質つくり
込み能力
低い現場力
品質不良
=
外部不良
内部不良
内部不良
品質不良
=
外部不良
顧客・社会の許容範囲

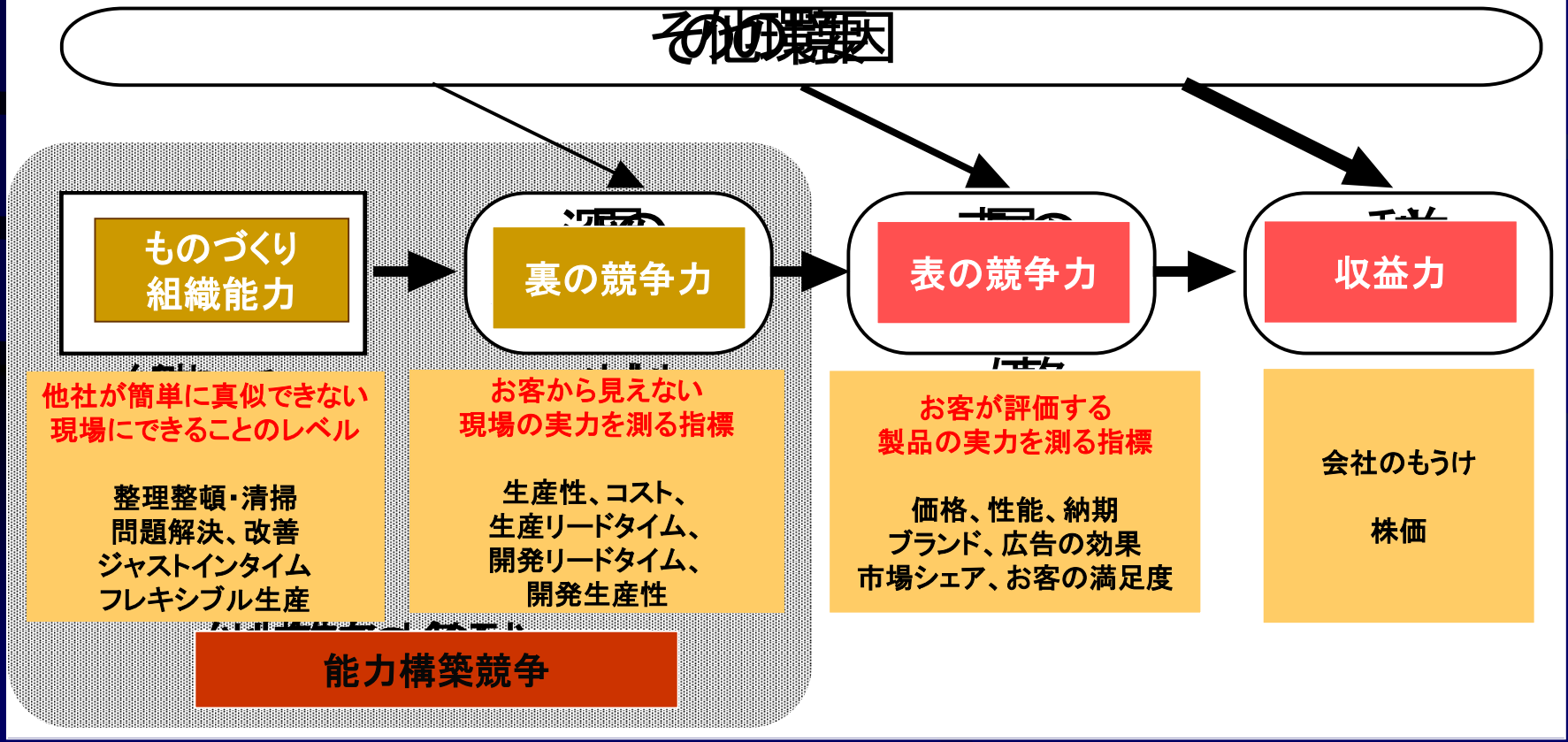
組織能力とアーキテクチャの適合が競争力を生む



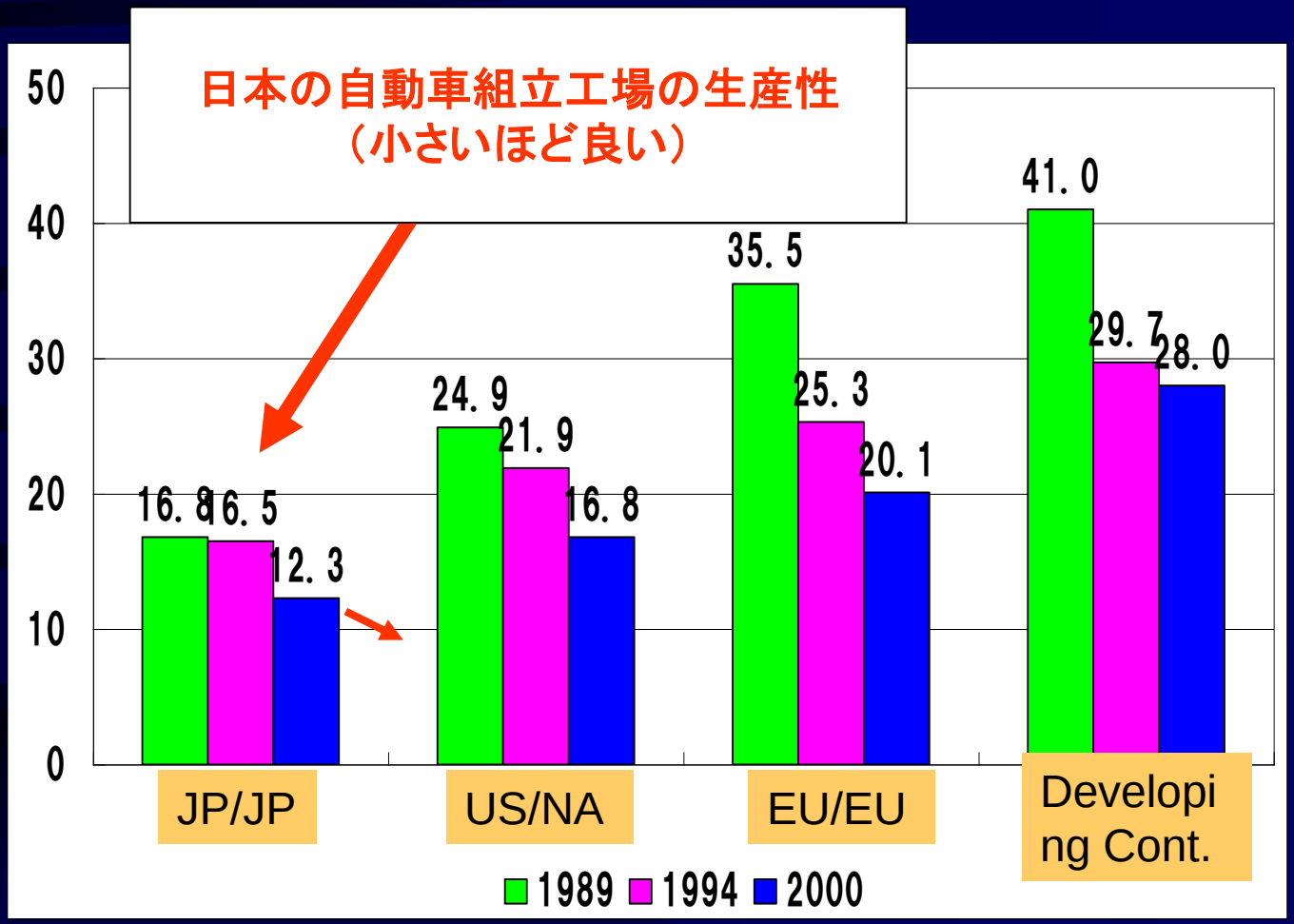
競争力は多層的に把握せよ：「まず現場」か「まず利益発」か

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



自動車の組立生産性向上は今も続く

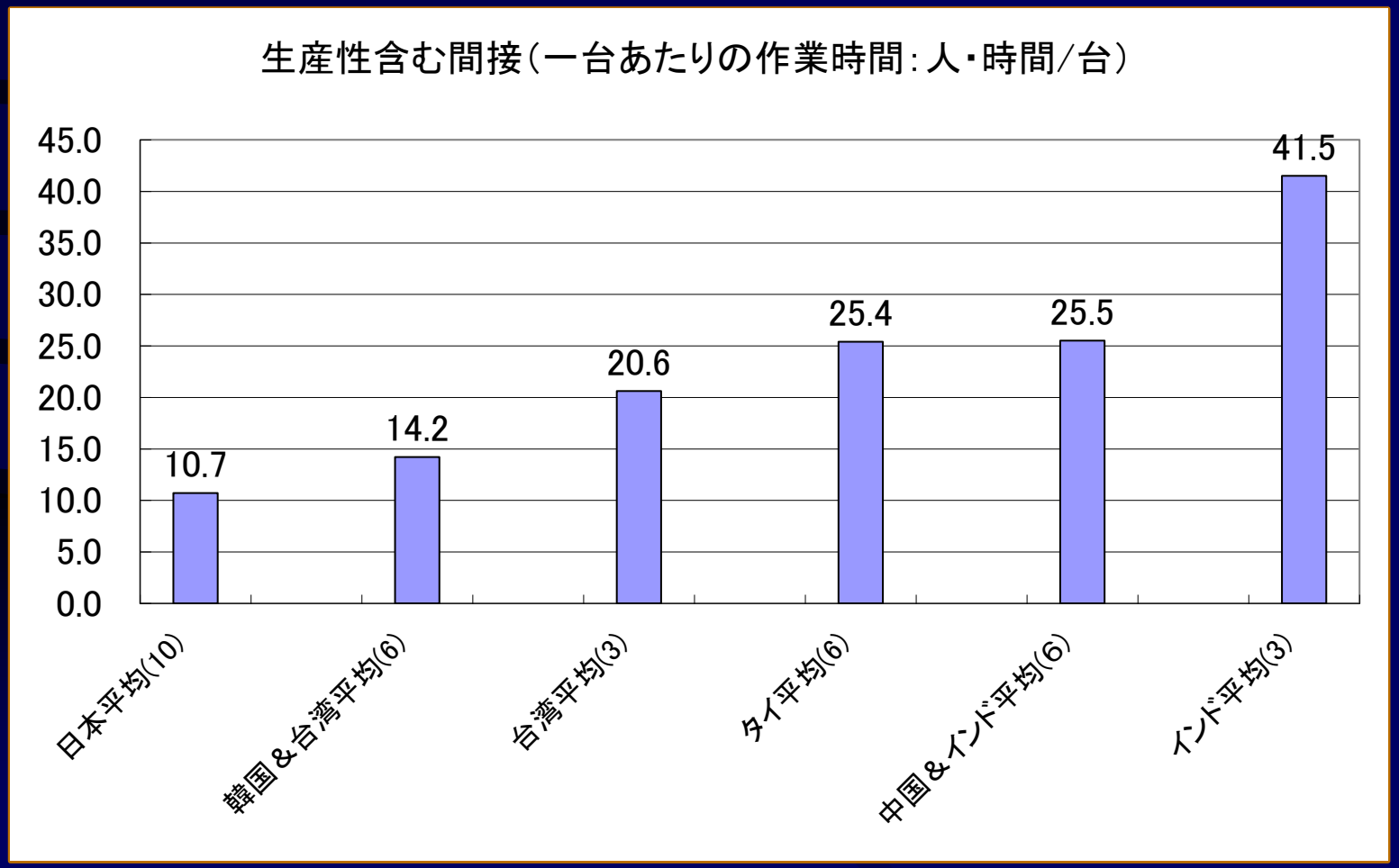


10年で生産性8倍のパソコン工場も日本にはある！

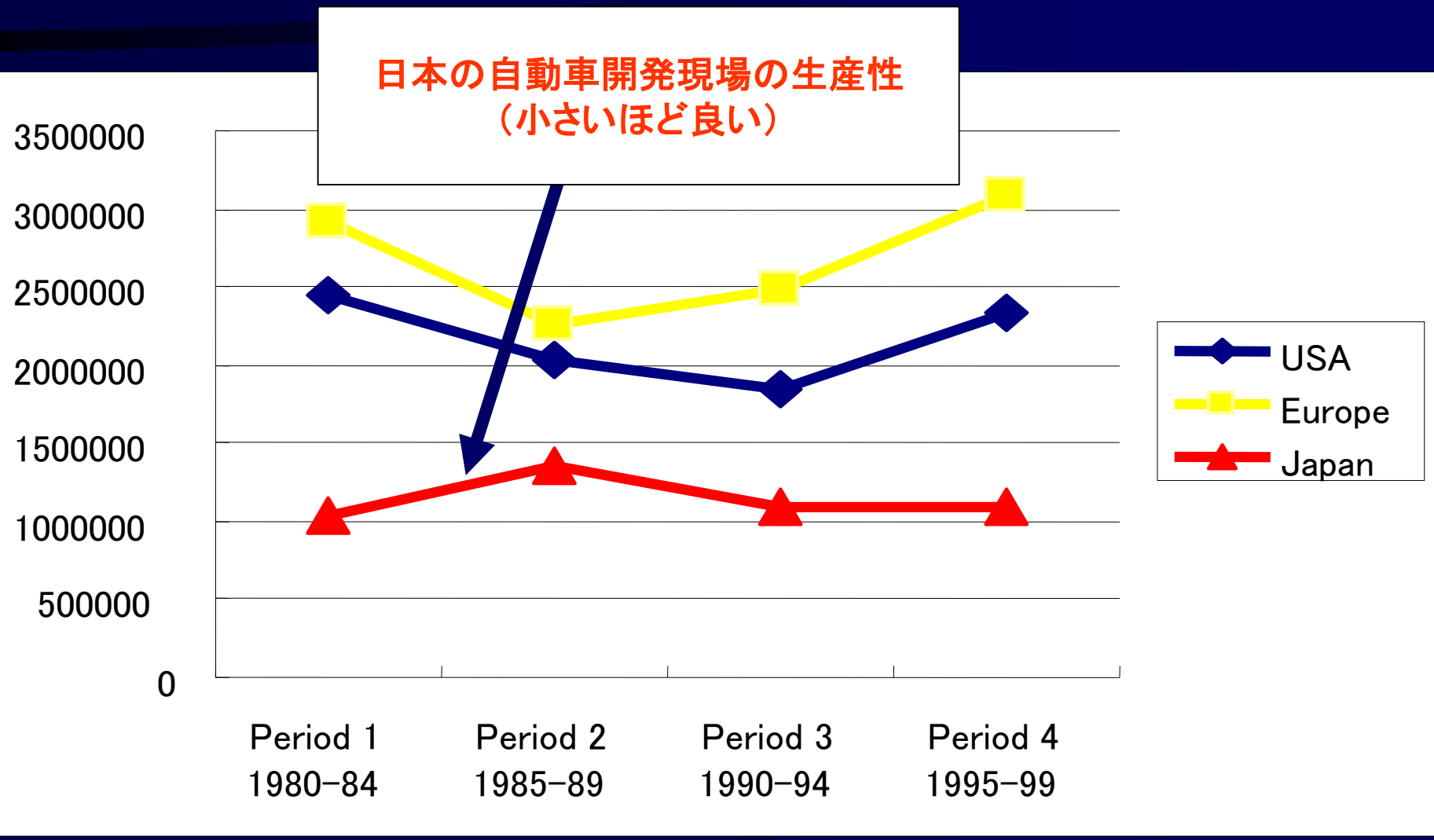
Source: IMVP Survey

IMVP　ラウンド4
アジア自動車工場の国別・地域別生産性比較

IMVP　ラウンド4　アジア自動車工場の国別・地域別生産性比較まとめ
（注）：括弧内はアンケート回答工場数を示す



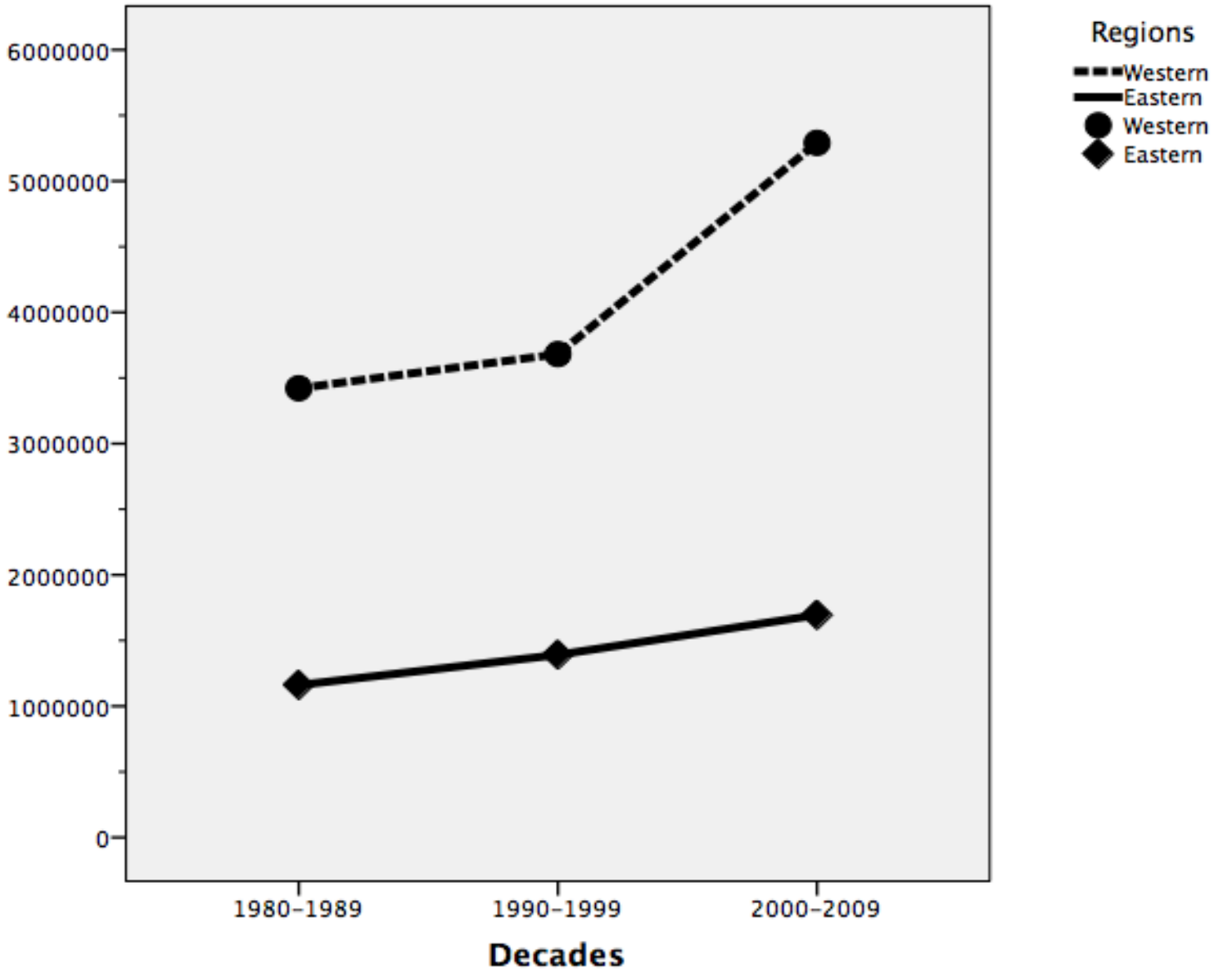
自動車の開発生産性：日本は欧米の2倍前後で推移



藤本、延岡、 Thomke, グローバル自動車製品開発研究プロジェクト資料（延岡作図）

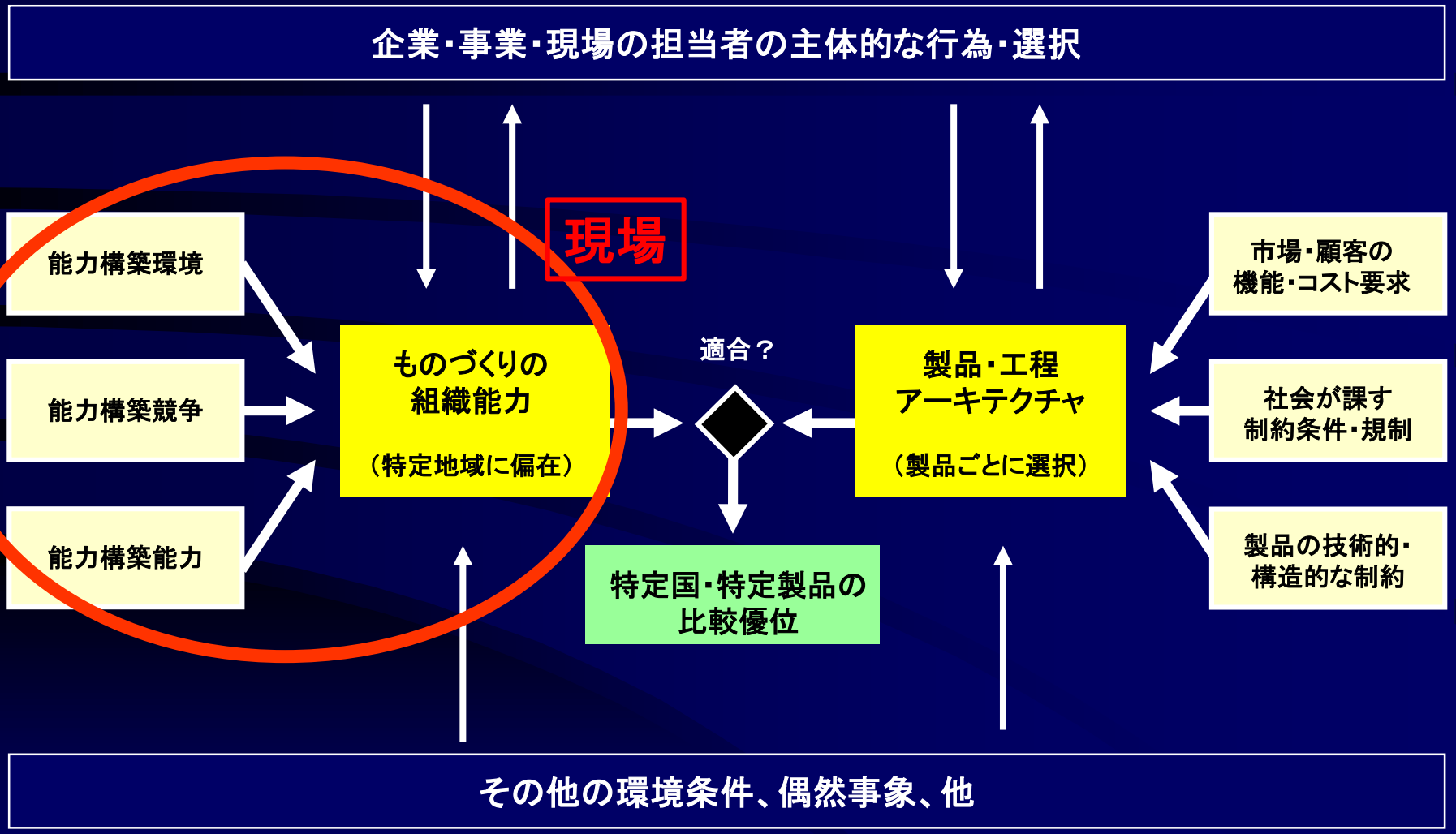
HARVARD | BUSINESS | SCHOOL

開発生産性（修正済み工数）の推移



© D. Heller
（HBS-MMRC）

（2） 現場の組織能力（ケイパビリティ）と能力構築



「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

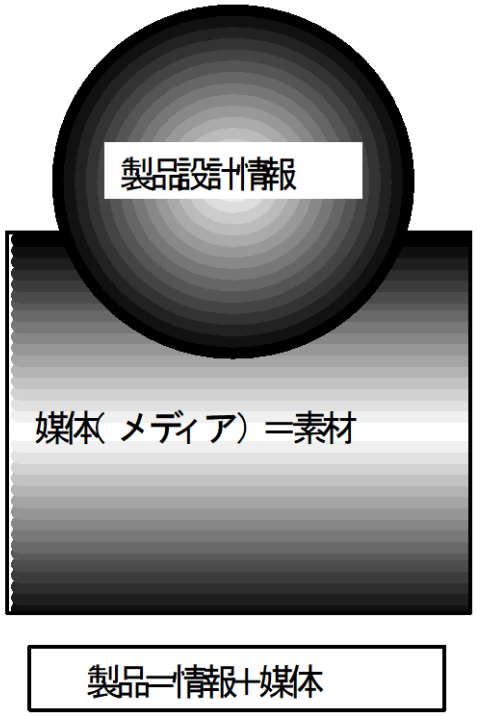
付加価値は設計情報に宿る

製品とは設計情報が媒体＝素材に転写されたものである

プラトンとアリストテレス



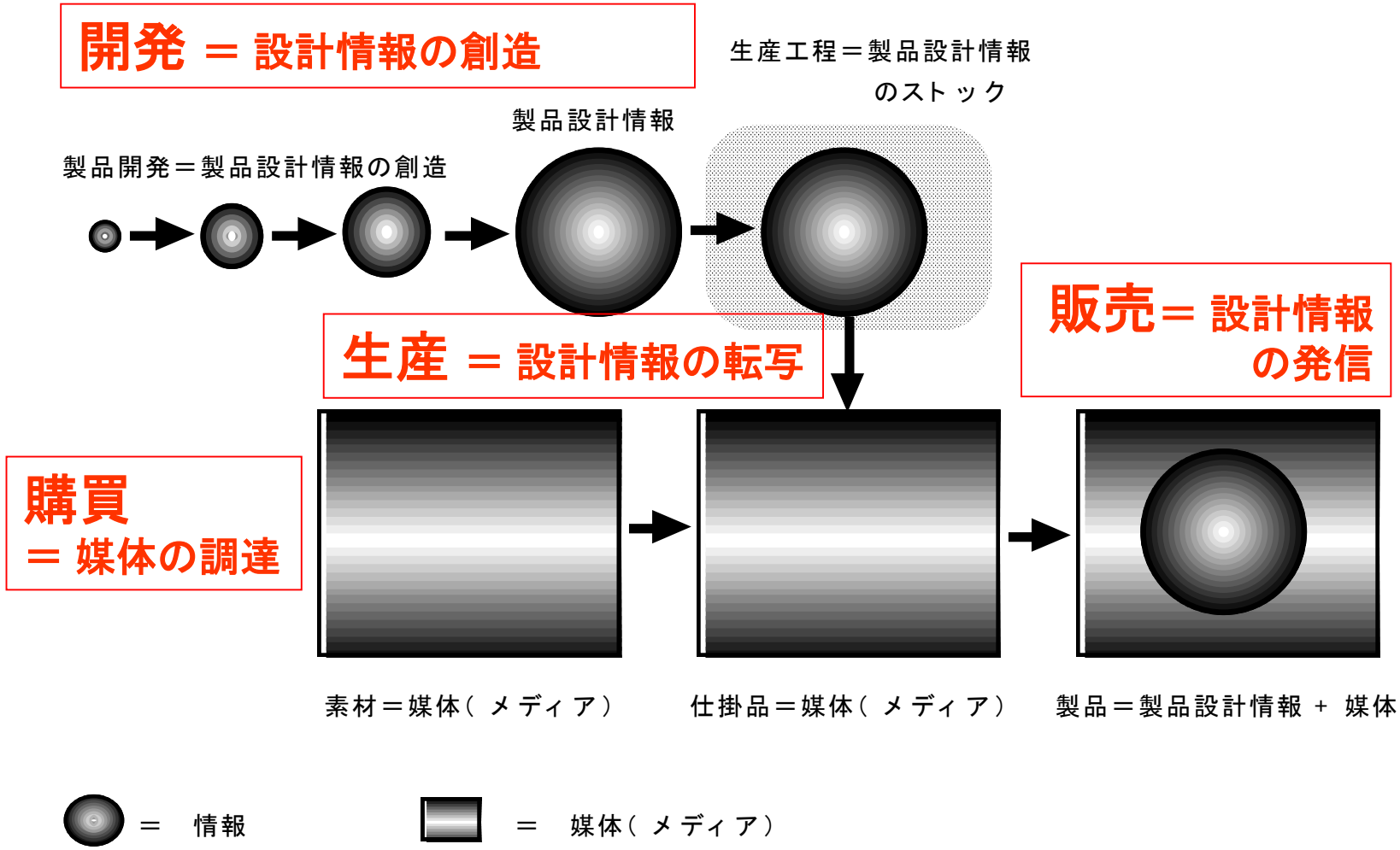
アテナイの学堂・ラファエロ



アリストテレス　・・・　個物（現物）＝形相（設計情報）＋質料（媒体）

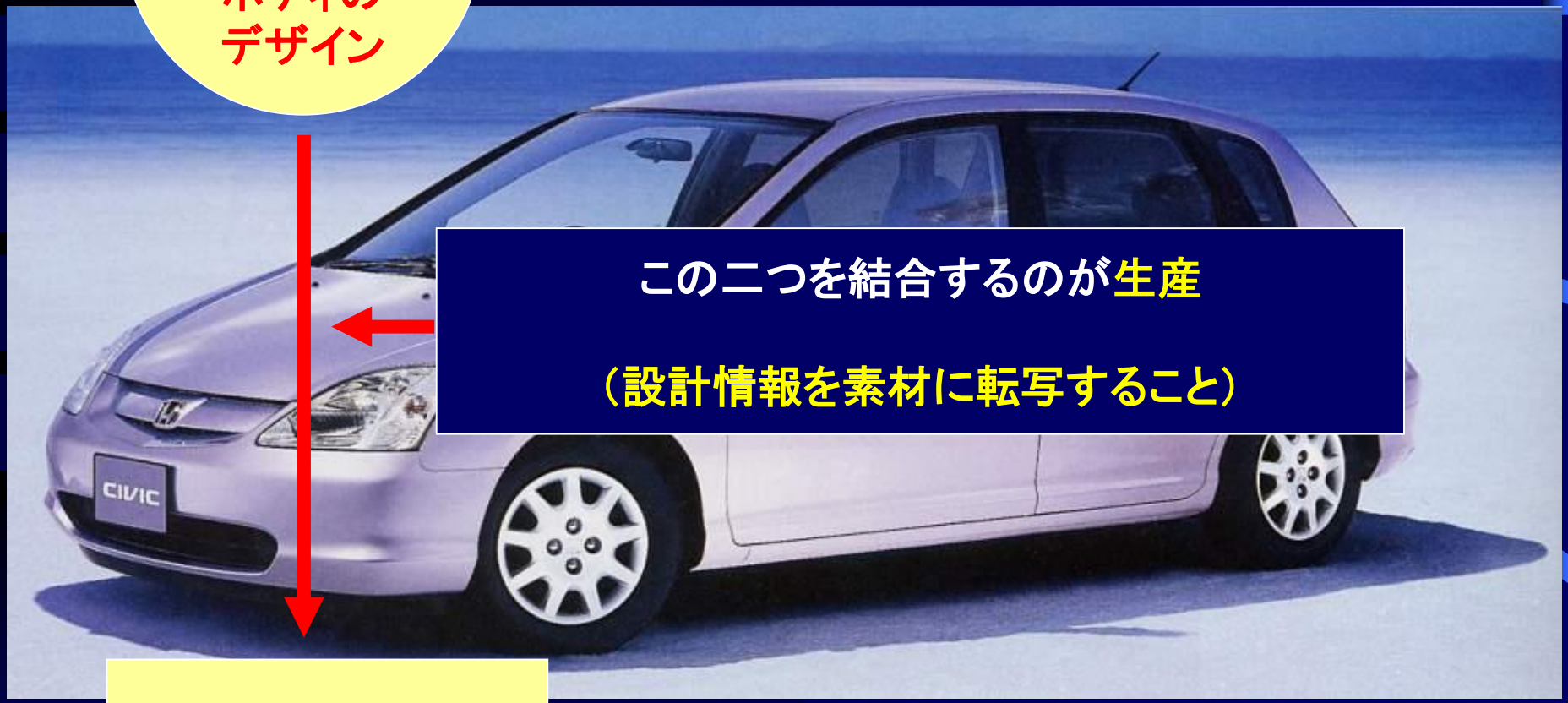
開かれたものづくり：良い設計の良い流れを部門間連携で

現場　＝　顧客（市場）へ向かって設計情報が流れる場



お客さんが
カッコいいと
思ってくれる
ボディの
デザイン

これを創造するのが**開発**



この二つを結合するのが**生産**

（設計情報を素材に転写すること）

厚さ0．8ミリの鉄板

これを買ってくるのが**購買**

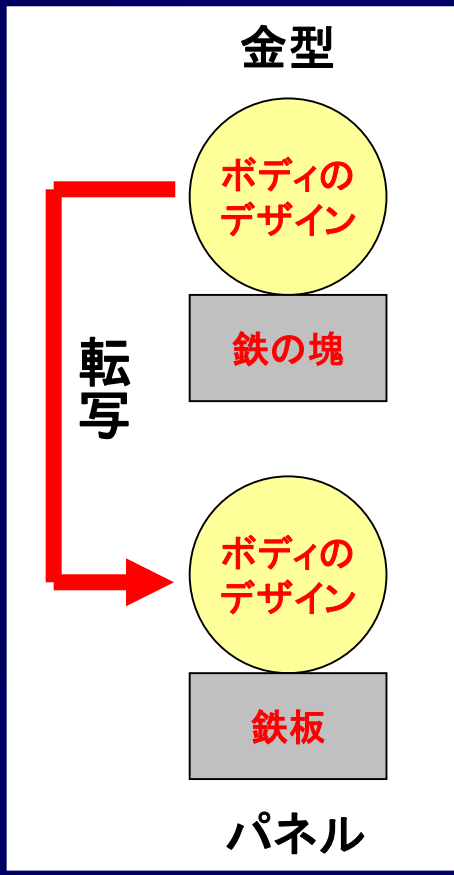
東京大学　藤本隆宏

プレス工場で起こっていること･･･生産＝転写

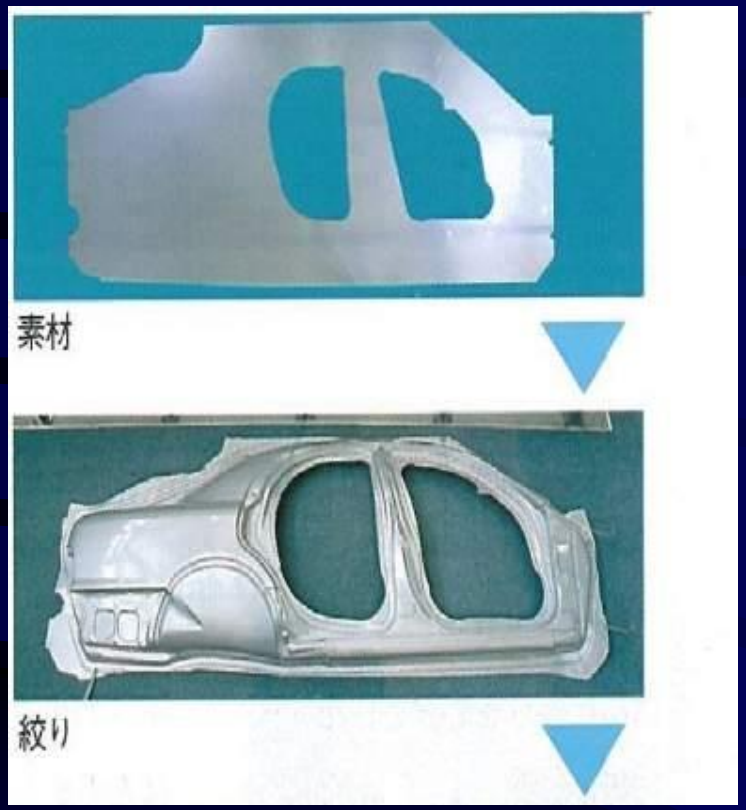
- 金型＝「かっこいいボディ」の設計情報が鉄の塊の中に埋め込まれている。
- 1分に10回近いペースで、その情報が、
  1000トンを超えるエネルギーを使って、鉄板に「転写」される。印刷と同じ。
- つまり、プレス生産は、金型が持っている設計情報を鉄板に転写する活動。
- しかし、うまくやらないと、鉄板は破れる、ゆがむ、しわがよる。つまり転写ミスがおこる。
- いかに速く、安く、正確に転写するかが、現場の腕のみせどころ！

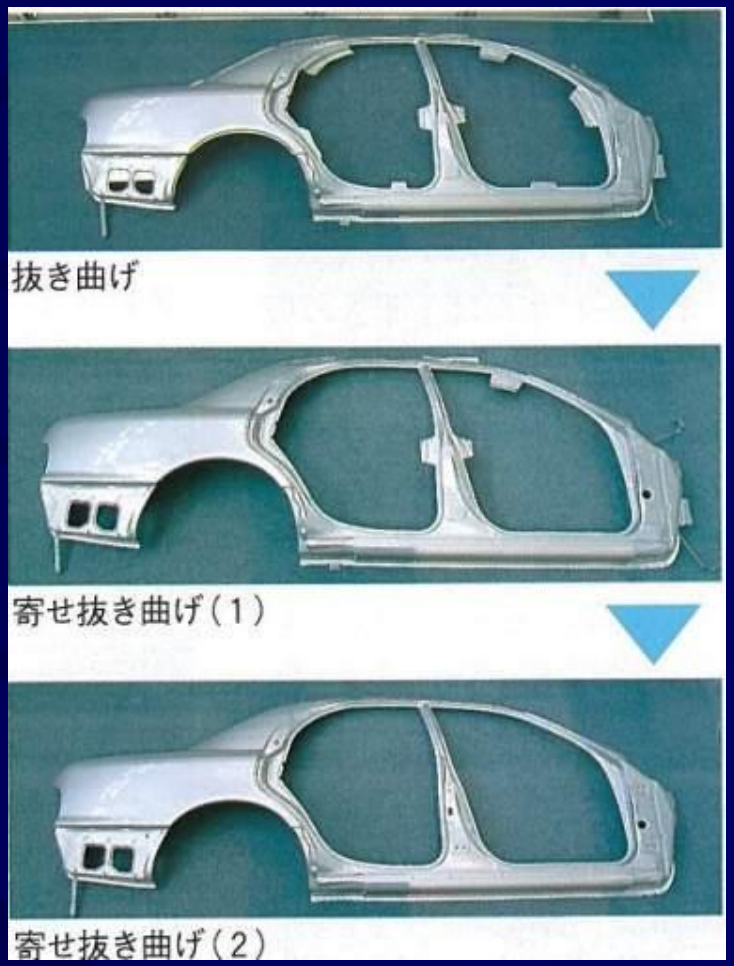


写真：トヨタ産業技術記念館



鉄板が金型の持つ設計情報を吸収し、クルマのサイドボディに変身する

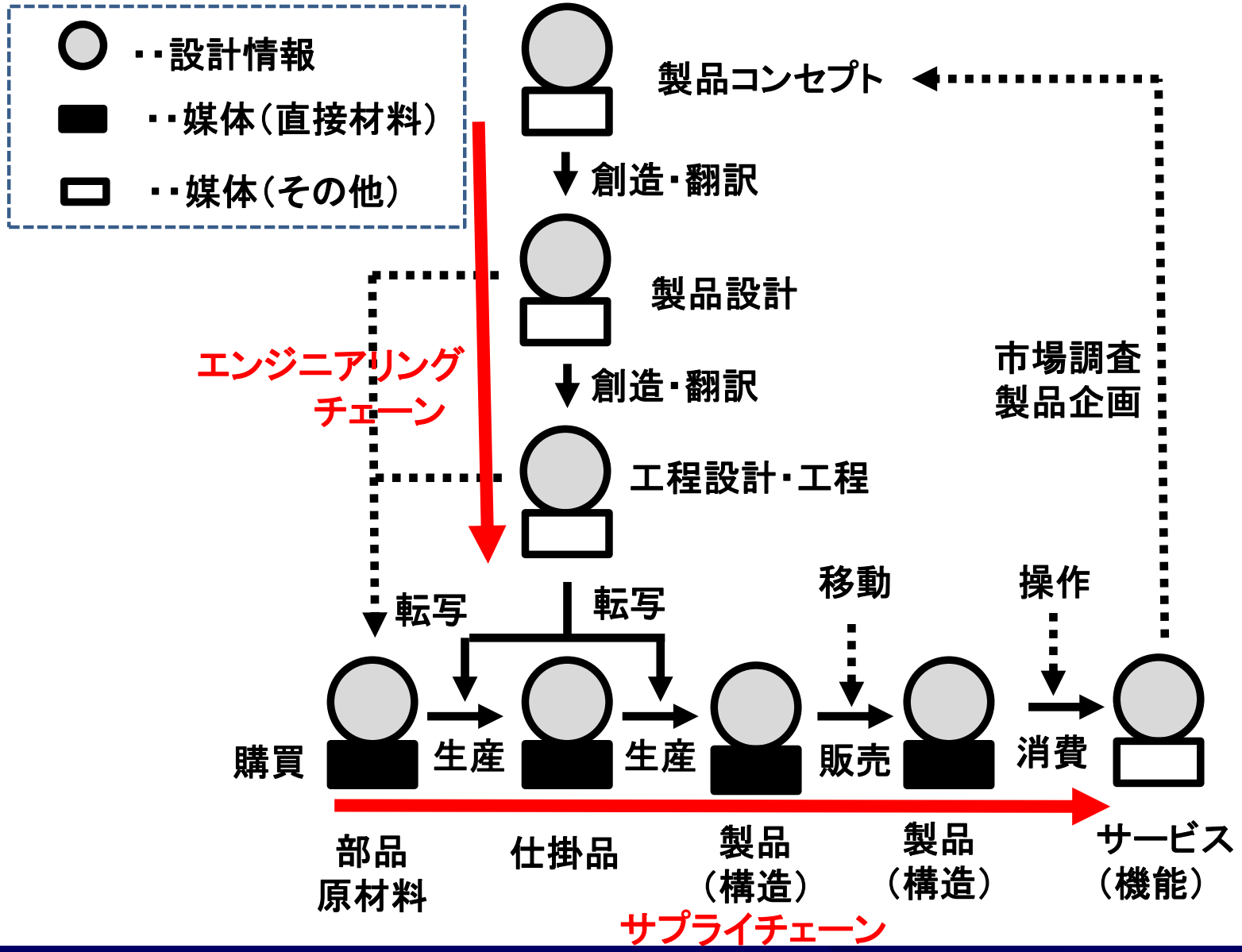




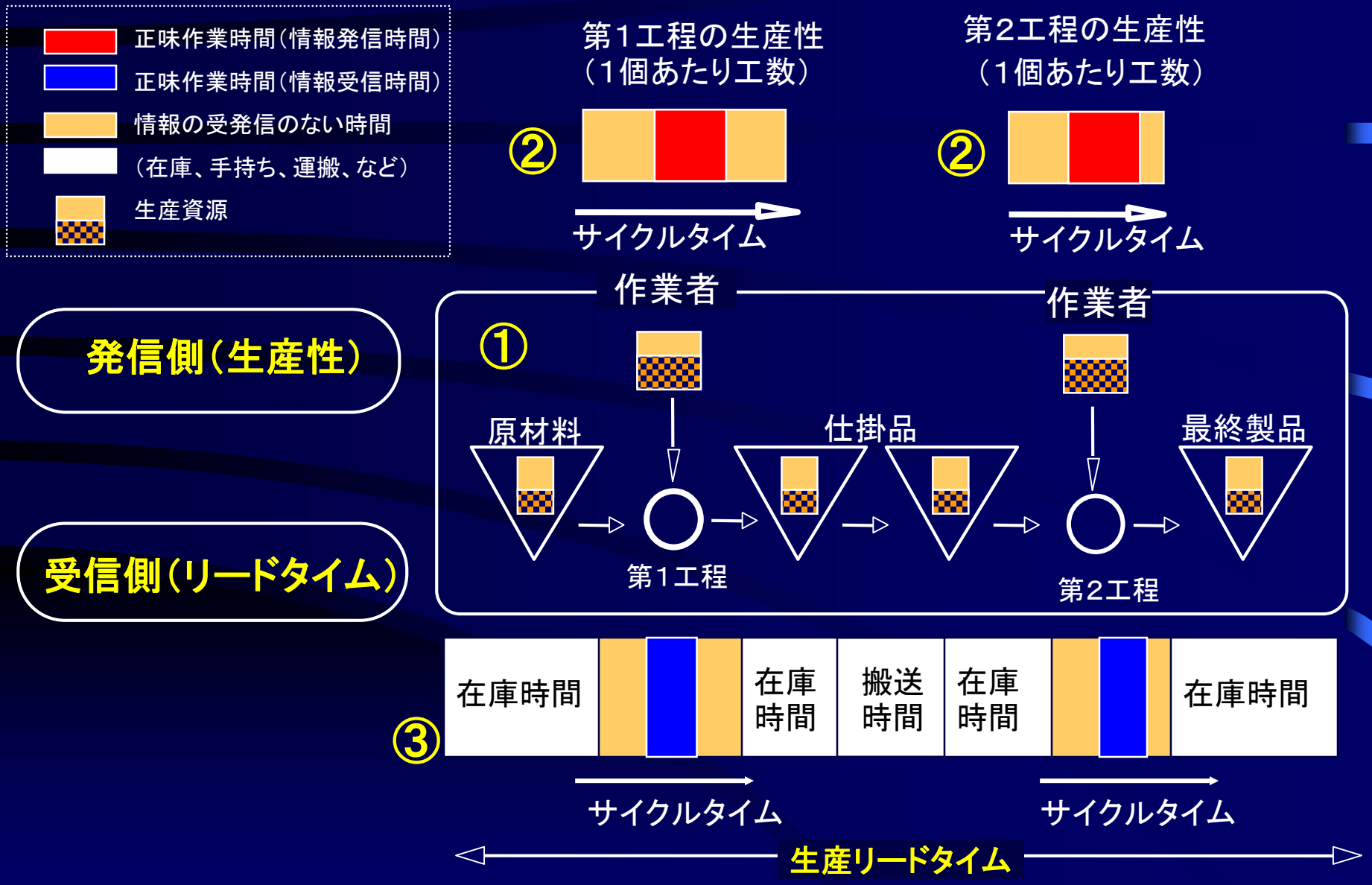
つまり、金型が持つ**設計情報**を、鉄板という**媒体**に**転写**する。

写真：トヨタ産業技術記念館

設計情報のトータルな循環を良くすること‥ものづくり



要素生産性と生産リードタイム（概念図）



東京大学　藤本隆宏

3レベルの組織能力構築

（1）ものづくり能力

顧客にとっての価値を生んでいる時間（正味作業時間）を常に意識。
顧客起点でさかのぼり、プロセスの流れを作る。
正味作業時間の最大化（ムダの最小化）を全社的に展開。
すなわち、設計情報の転写密度・転写精度の同時改善。

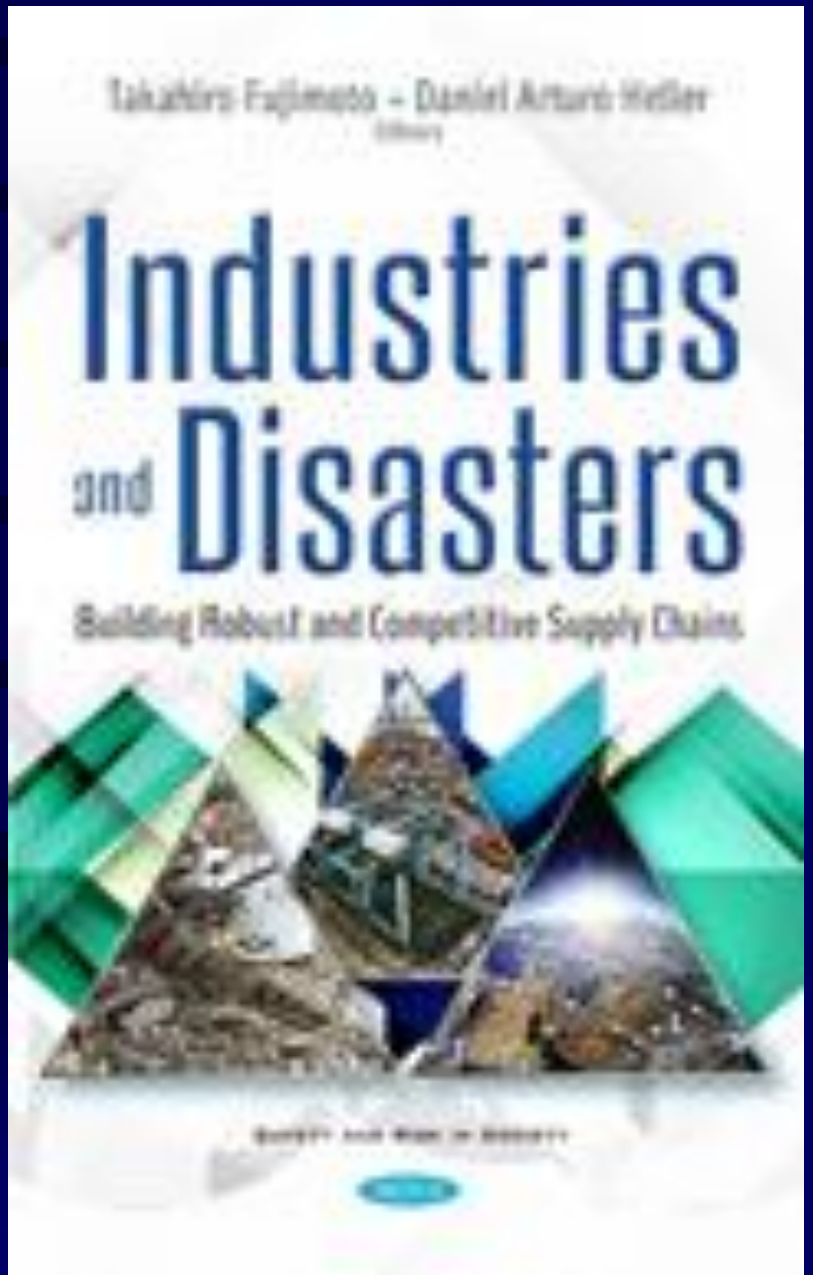
（2）改善能力

問題発見：問題（ムダ、ミス）がいやでも顕在化する仕掛け（徹底した見える化）。
問題解決：ツールをできるだけルーチン化（標準化）。ツール教育の徹底。
全員で、標準化された問題解決サイクル（ＰＤＣＡサイクル）を回す。

（3）進化能力

常に「顧客満足」と「競争力」を意識する組織全体の「心構え」（トヨタ・ウェイ）。
当たり前のことを全員で継続的に・・「フォローアップ」「横展開」「歯止め」「標準」
何があっても（怪我の功名でも）最後は「能力構築」でフィニッシュする二枚腰

大災害時にも、強い現場力が生かされる



大災害に対するサプライチェーンの対応策

設備が壊滅しても、
2～3週間で
全面復旧を目標に。
契約に織り込む？

製品設計
工程設計
設備・レシピ・金型・マスク等

インテグラル・アーキテクチャの場合、
部品設計は製品特殊的となりやすい

半導体前工程などの場合、
設計情報が設備に張り付きやすい

③’ バーチャル・デュアル・ツーリング

③ デュアル・ツーリング

バックアップ設備等

①この際、製品在庫は減らす！

①’ 在庫を増やす？

原料在庫

仕掛在庫

× 倒壊？

製品在庫

需要家への供給責任 + 競争力の維持

標準部品ストック

②標準部品化？

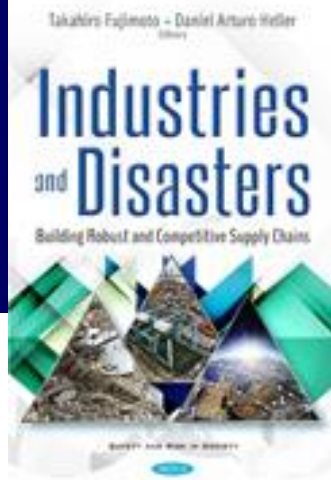
②’ 標準部品のバーチャル専用部品化

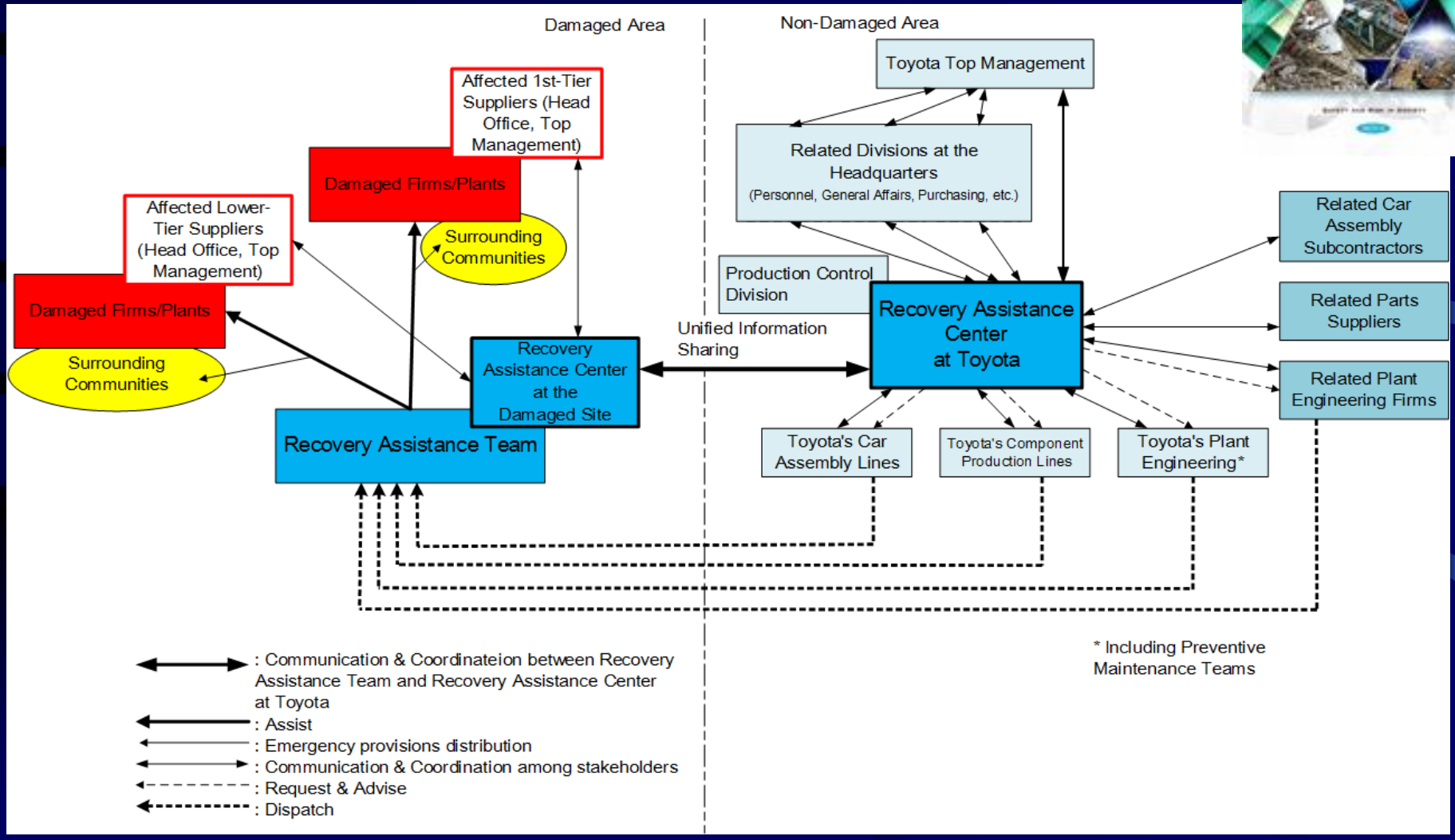
④ ライン／サプライヤーのデュアル化？

④’ 既存専用ラインの臨時汎用化
（バーチャル・デュアル・ソーシング）

東京大学 藤本隆宏

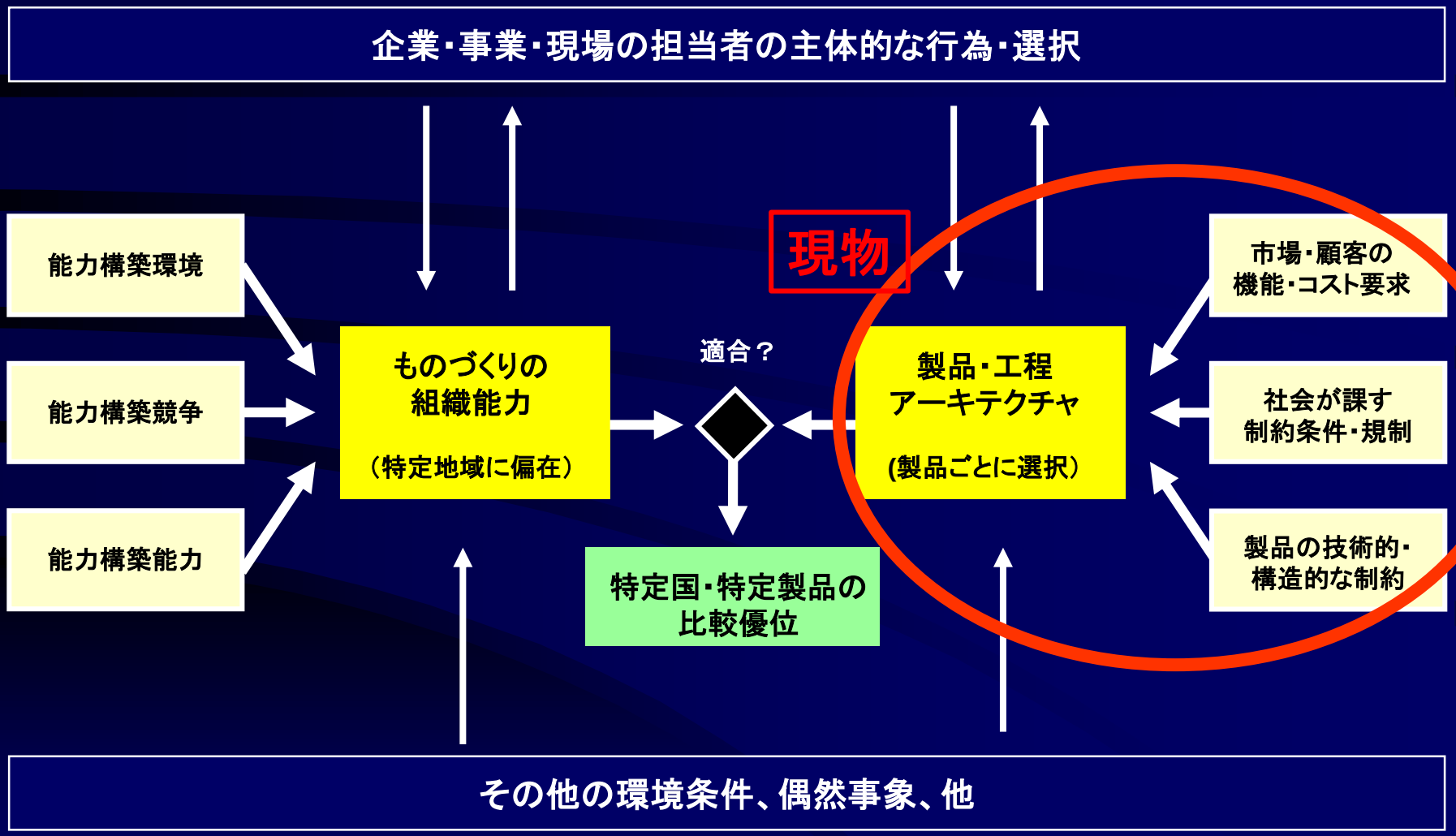
トヨタ自動車のサプライヤー
災害復旧支援体制





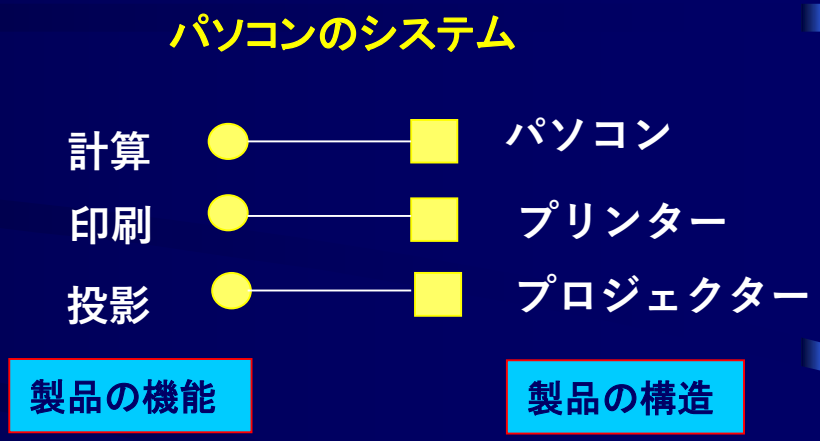
Fujimoto and Heller, Forthcoming 2017

アーキテクチャ（設計思想）の戦略をしっかり作ること

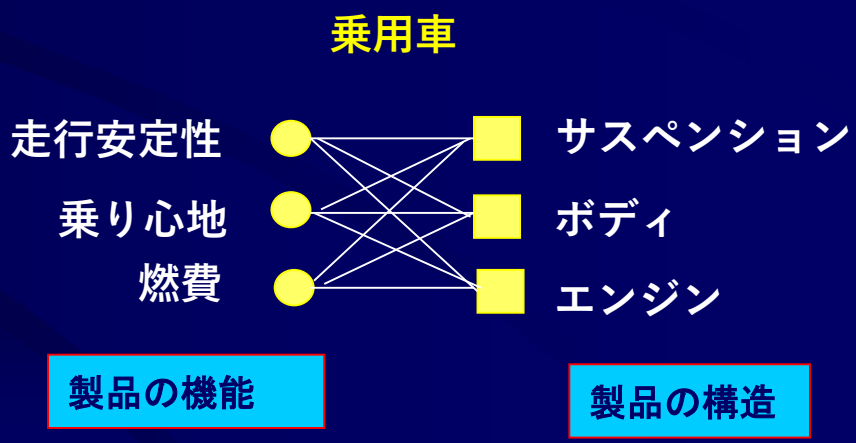


モジュラー(組み合わせ)型アーキテクチャと インテグラル(擦り合わせ)型アーキテクチャ

Modular Architecture
モジュラー（組み合わせ）型



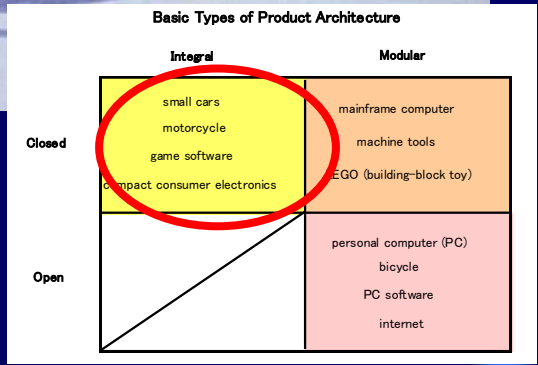
Integral Architecture
インテグラル（擦り合わせ）型



擦り合わせ型（クローズド・インテグラル）製品：乗用車



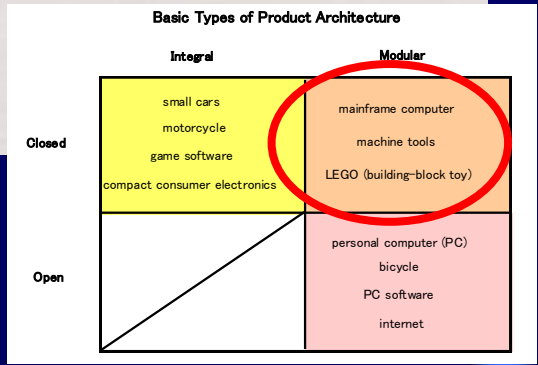
汎用部品（いろんな会社の製品で使える）は10%以下



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）



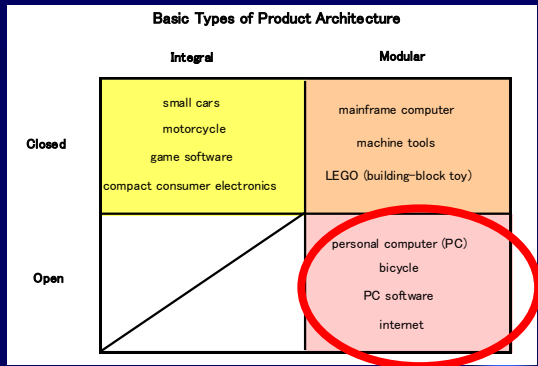
自分の会社で設計した「**社内共通部品**」を寄せ集めて、
多くの種類の製品を作る



オープン・モジュラー型の製品（パソコンシステム）



汎用部品（いろんな会社の製品で使える）は50%以上

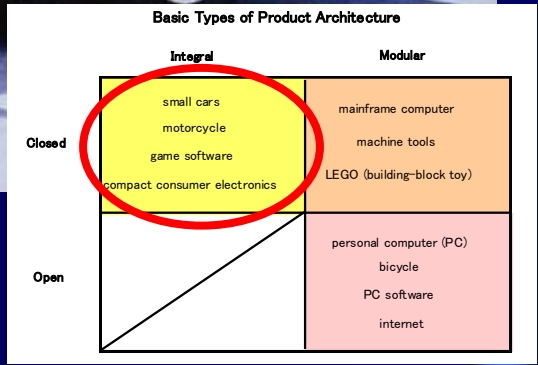


アーキテクチャ論で考えるなら、答えは・・・

（1）これはモノコック式　（乗用車系；よりインテグラル）

（薄い鉄板を複雑に擦り合わせ設計して、全体で強度・剛性を出す）





・・・このタイプは日本企業が得意（ヨーロッパも）

（2）実はこれもモノコック式　（乗用車系；よりインテグラル）

（一見トラックだが、実は乗用車と同じ構造。薄い鉄板だけで出来ている）

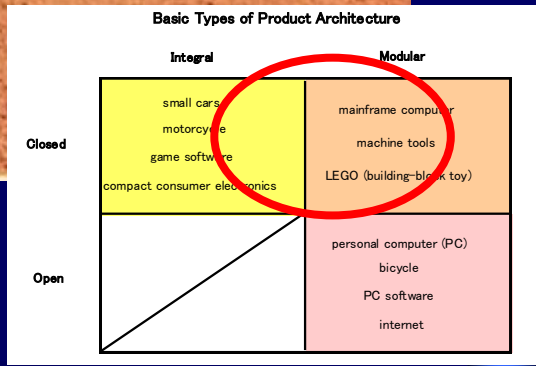


・・・このタイプも日本企業が得意

しかしこれはボディ・オン・フレーム式 （トラック系；よりモジュラー）

（頑丈なハシゴ状の車台の上にシンプルなボディが乗っている）



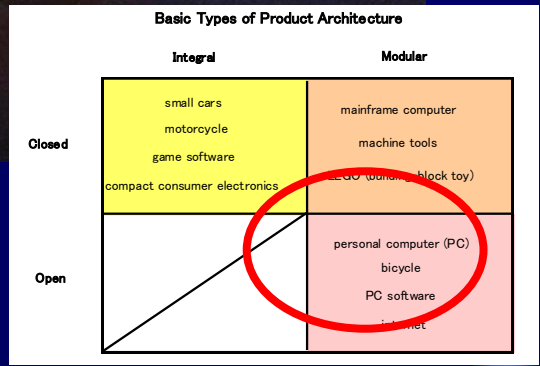


・・・このタイプはアメリカ企業が得意

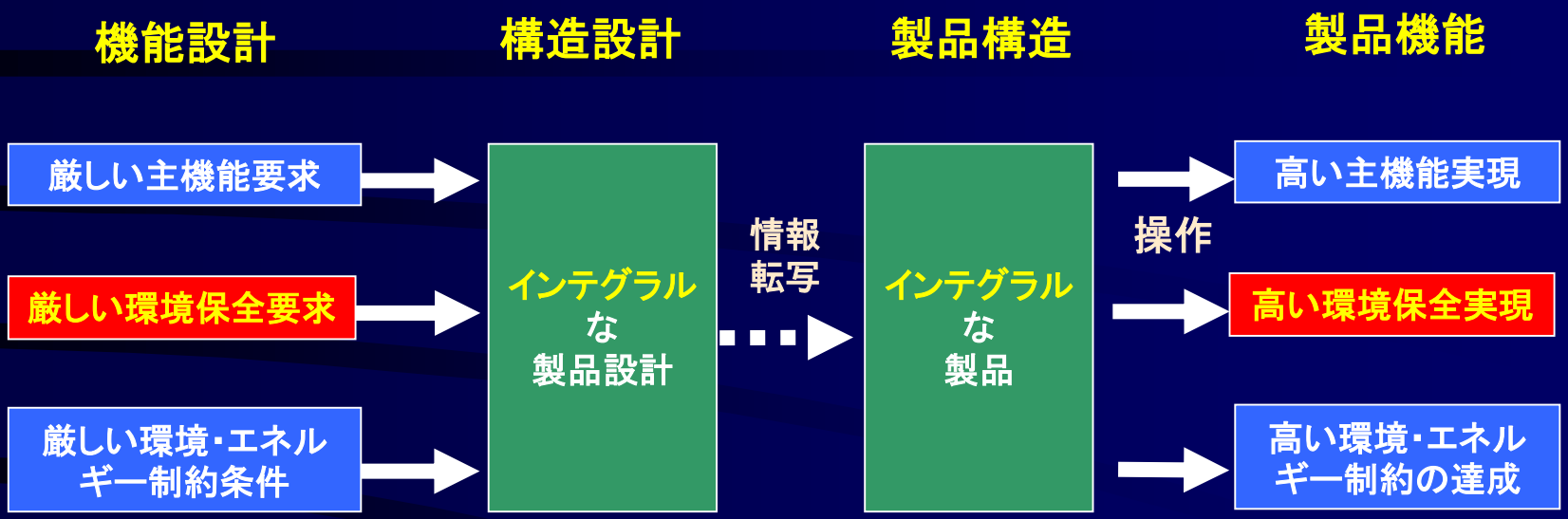
中国地場企業の乗用車（擬似オープン・モジュラー寄り）



・・・ コピー・改造部品の寄せ集めに近い　－　中国に多い



環境保全・エネルギー節約要求が厳しいと、製品はインテグラルに



環境保全要求が厳しい → 製品設計はインテグラル（擦りあわせ）寄りに

→ 統合型（チームワーク型）組織能力を持つ現場と相性が良い

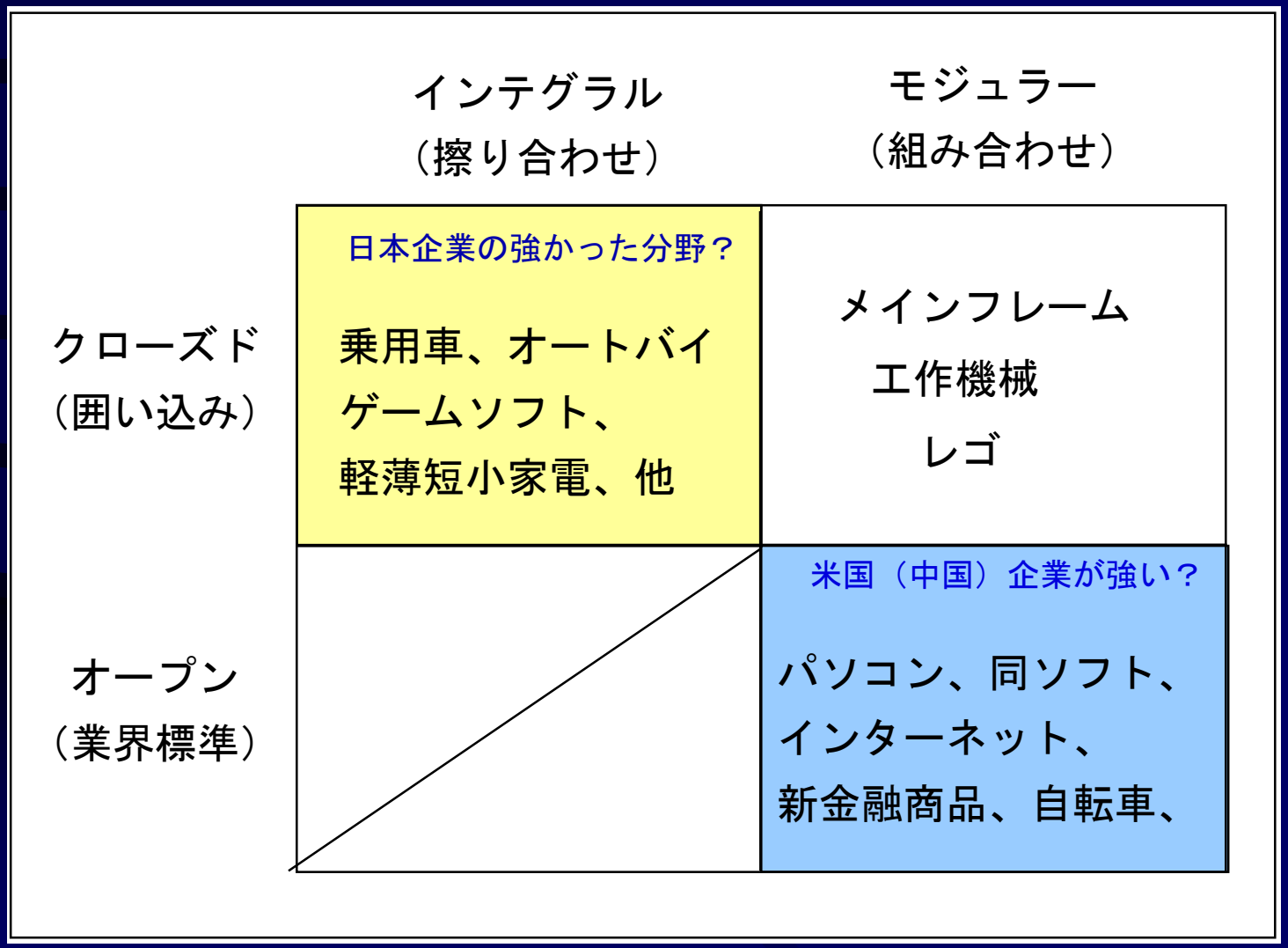
→ 日本の現場が「設計の競争優位」を発揮しやすい

アーキテクチャの比較優位

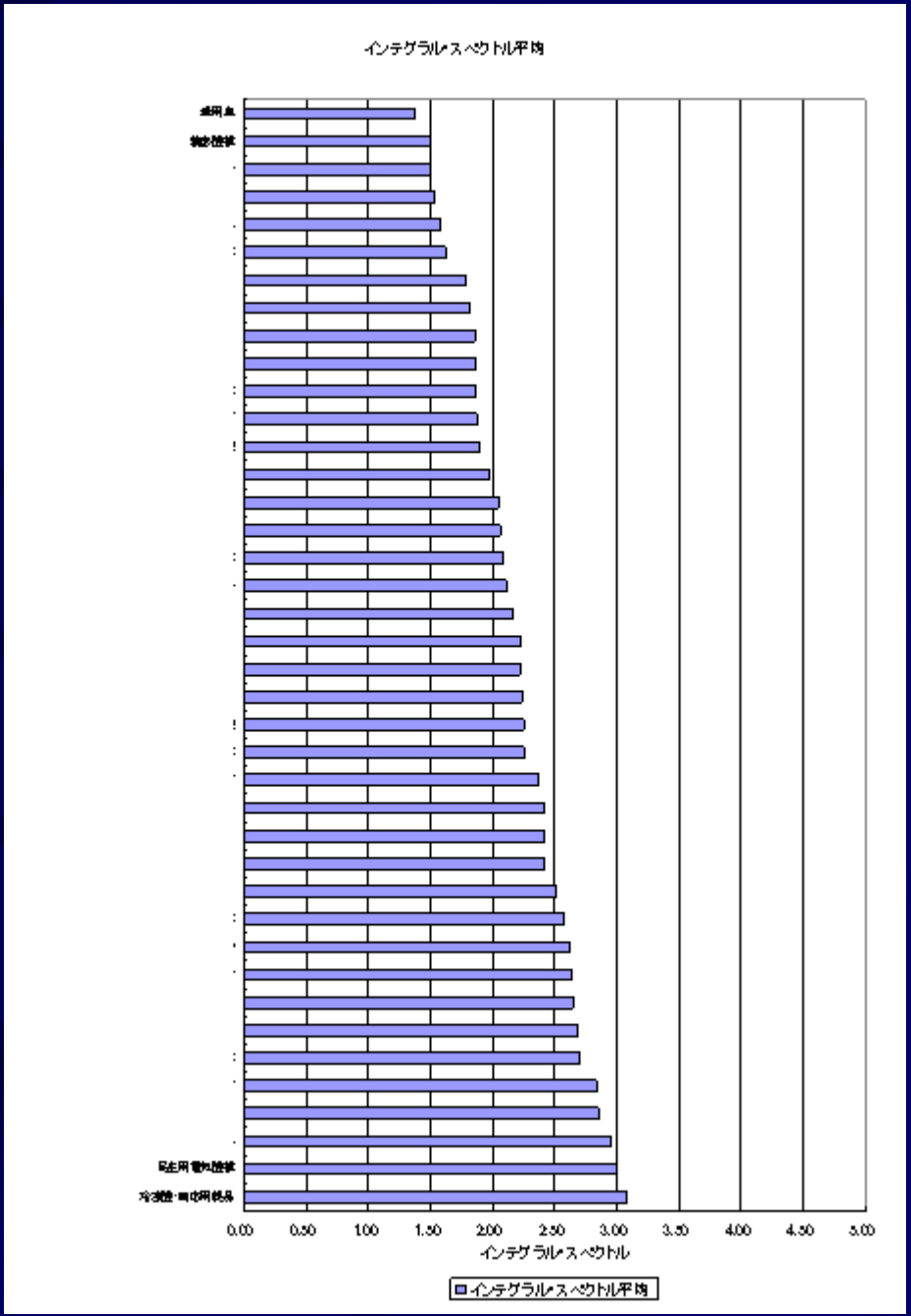
ー設計立地から国際展開を考えるー

東京大学　藤本隆宏

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」

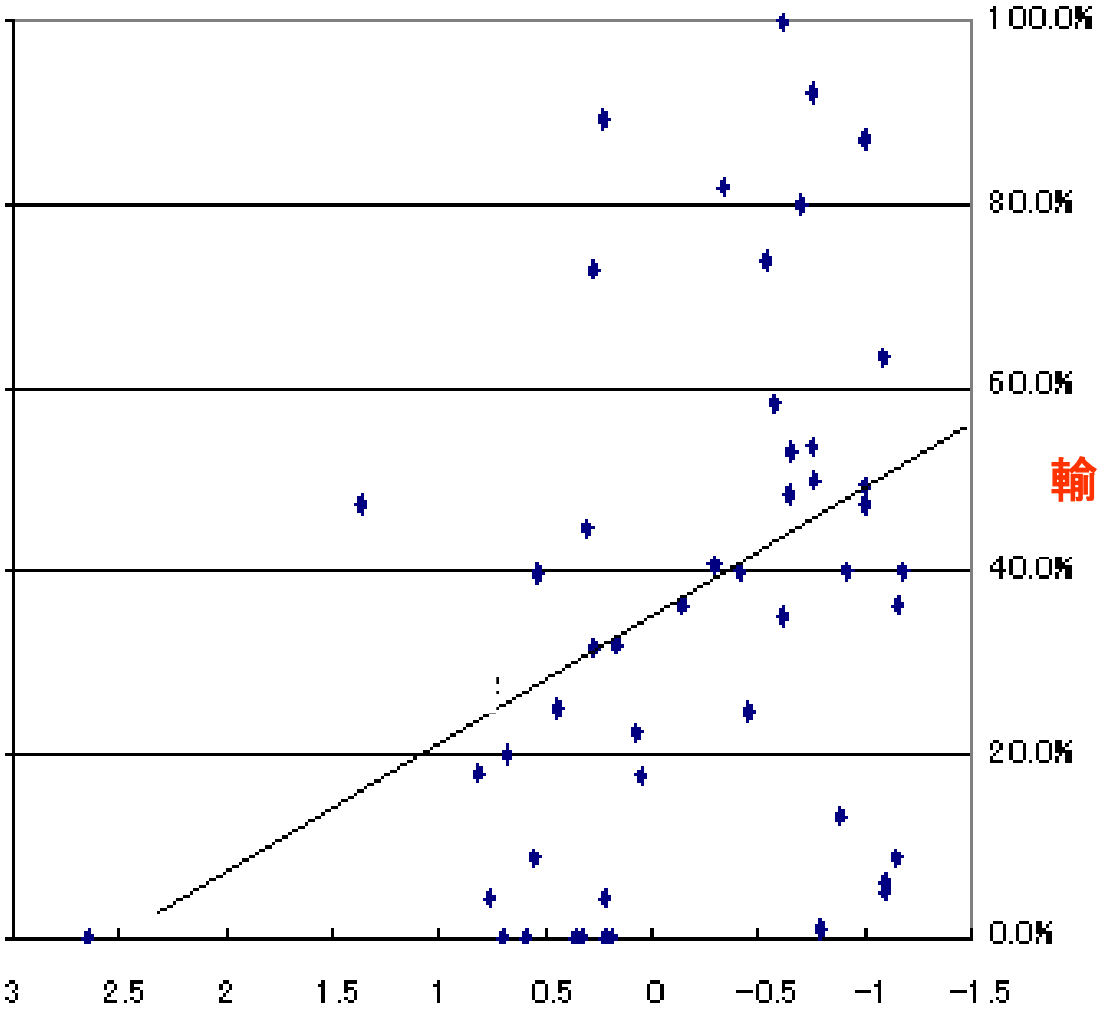


製品のインテグラル度・モジュラー度の測定



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



東京大学
大鹿隆・藤本隆宏

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）

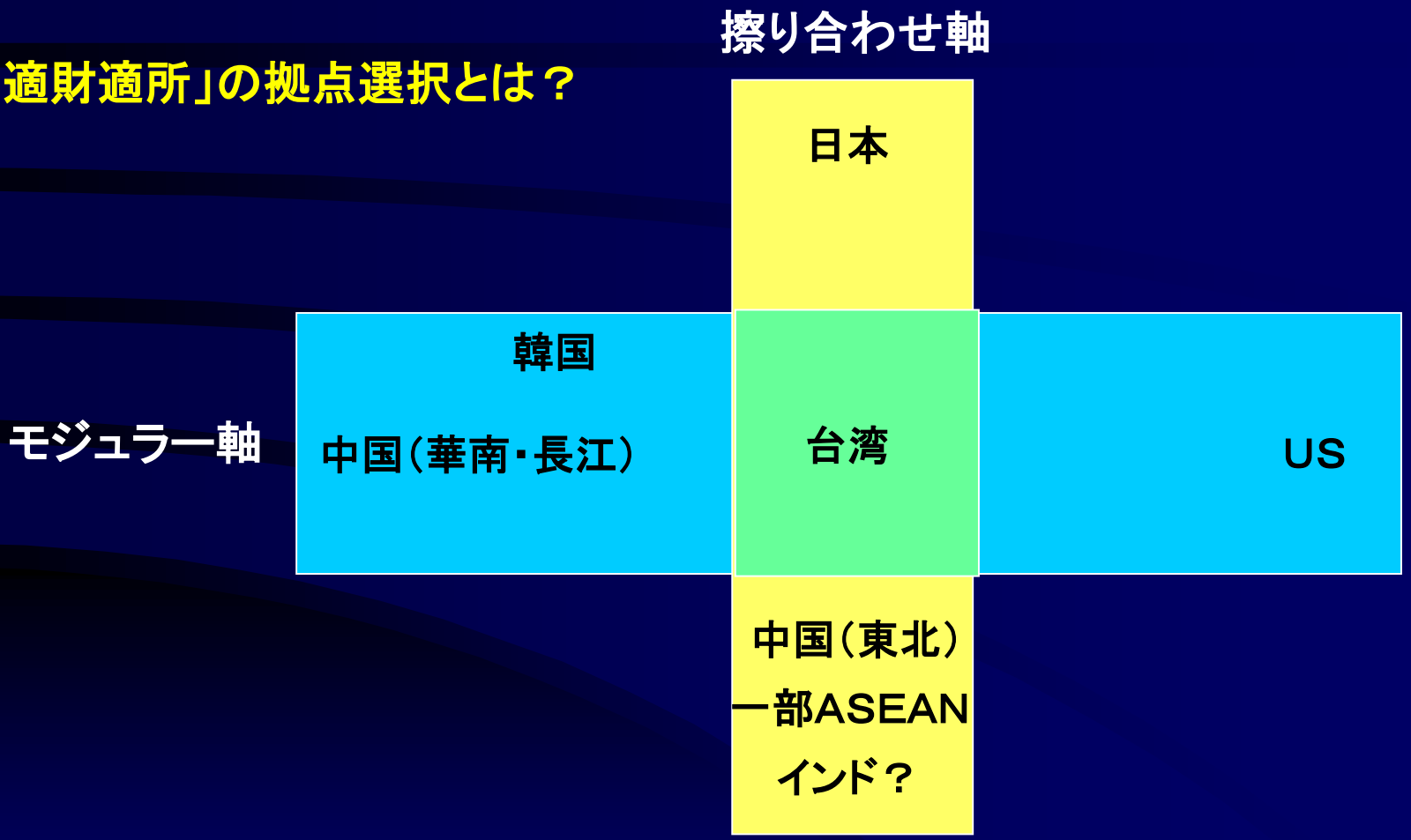
中国（華南）：動員力　→　モジュラー製品（労働集約的）

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

環太平洋の競争優位：擦り合わせ軸とモジュラー軸

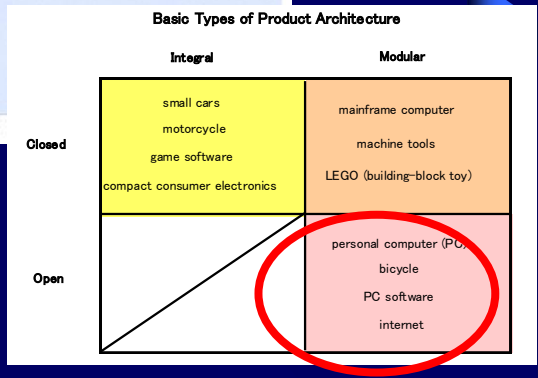
「適財適所」の拠点選択とは？



中国民族系のSUV（S－RV）



外観デザインは本田に類似（名前も）
しかし構造は全く異なる（後輪駆動・トラックフレーム
トヨタと三菱のエンジンを搭載可能



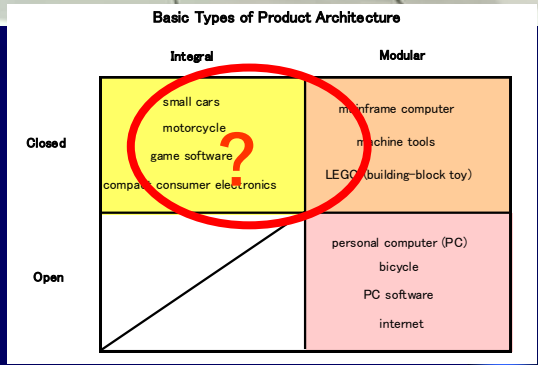
TATA NANO （インドの低価格車）

最低価格 = $2500（平均価格は3000ドル台？）





思いのほか、インテグラル・アーキテクチャ寄り
専用設計部品が多い　・・　T型フォードに近い？
中国ローカル系の低価格車とは設計思想が異なる！



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？

自社の製品・工程は？	インテグラル	モジュラー
インテグラル	**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・・・
モジュラー	**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・・・

半導体・関連産業のマトリックス　（推定・仮置き）

日本が比較的強いもの・・赤字表示

カスタム化 ローカル情報依存 営業費率高	標準化（ナンバーワン戦略） グローバル情報の収集 営業比率低
パワー・アナログ半導体 半導体製造装置 ASCP（狭義のASIC）	MPU （インテル） マイコン（MCU） ASSP　（クアルコム） コンデンサー等電子部品 DRAM （サムソン）
FPGA（field programmable gate array） SIP（システムインパッケージ） ソリューション・ビジネス	デジタル家電（標準型） パソコン（デスクトップ） ファンドリー（TSMC） EMS（ホンハイ）

設計費高
R&D費高

設計費安
R&D費安

「上空」と「地上」のアナロジー　1970s-80s

上空

ICT システム

メインフレームの時代
IBM が支配
PC の勃興
インターネットはまだ

オープン・
モジュラー寄り

米国のプラットフォーム
盟主企業

第三次産業革命(電子が産業を動かす）は、
上空のICT と地上のＦＡ／カーエレクトロニクス等が
別々に進化してきた

地上

質量のある物財産業・FA
（自動車、鉄、アナログ家電・・）

ものづくり企業の活躍
顧客へ向かう「良い流れ」を作る
トヨタ方式、リーン方式. カイゼン

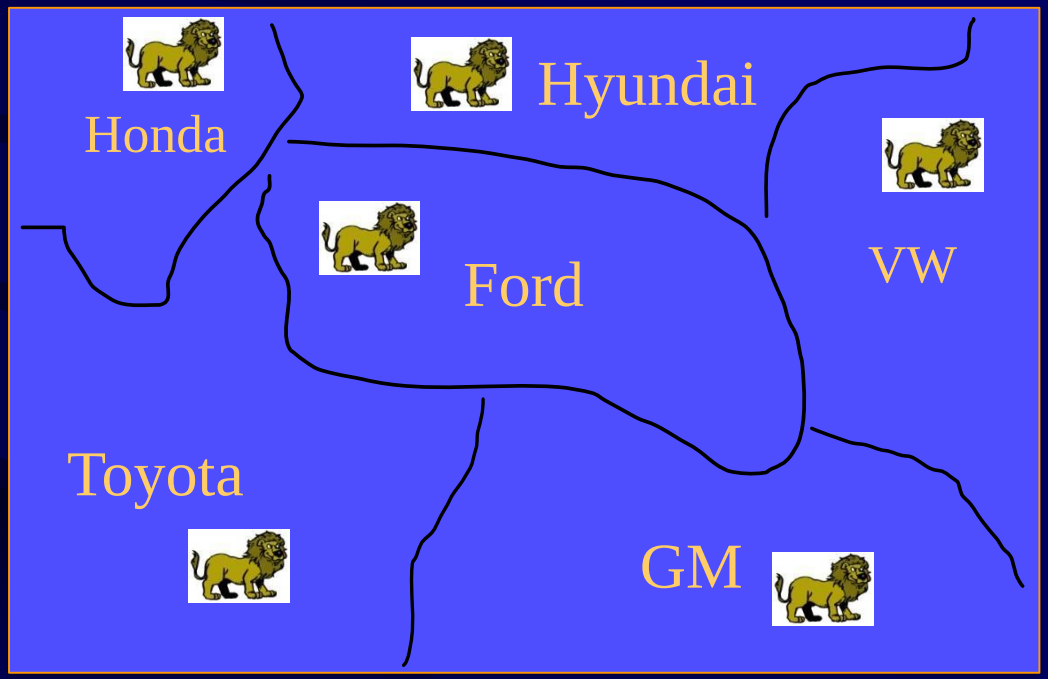
クローズド・
インテグラル寄り

日本のものづくり
優良企業

地上の競争:地道なプロダクト間競争

物理法則の働く世界。クローズド・アーキテクチャ、
製品間競争、現場間の能力構築競争、
比較的少数の寡占競争、revolutionというよりはevolution(進化）
人工物＝製品は複雑化（安全・燃費・環境・機能）

中クローズド・
アーキテクチャ







比較的ストレートな製品間のコスト・性能競争

上空(ICT)の大きな変化　（1990年代）
プラットフォーム間競争の出現

上空

質量の無い
ICTの世界

サイバー、デジタル
インターネット、クラウド。
AI、データセンター
しかしEverythingではない
セキュリティや帯域保証に問題

重さの無い世界、デジタル情報革命
オープンアーキテクチャ、業界標準、
破壊的イノベーション
米国プラットフォーム盟主企業
が席巻
プラットフォーム間競争

地上

質量のある物財の世界

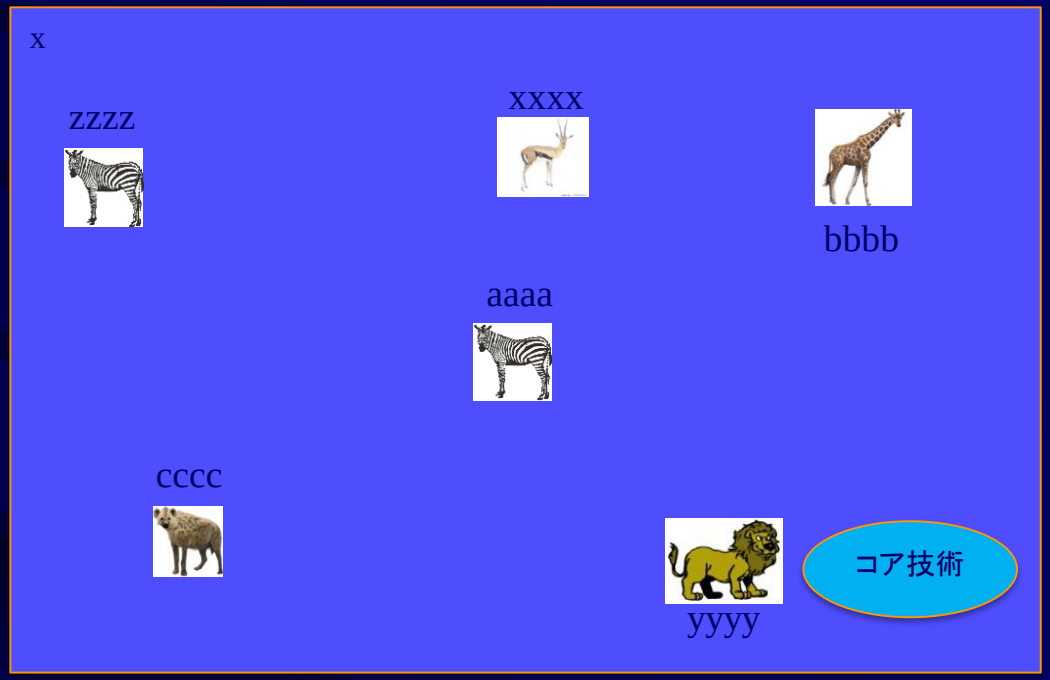
フィジカル・インダストリー
（自動車、工場、エネルギー他）

重さの有る世界、アナログ
クローズドアーキテクチャ
地道な進化と改善
寡占的な製品間競争
ものづくり、能力構築競争
トヨタ生産方式
リーン生産方式

「上空」の大変化（1）

1970～80年代：クローズドのメインフレームはIBM支配
パソコンは創成期・・サバンナ状態

オープン
アーキテクチャ



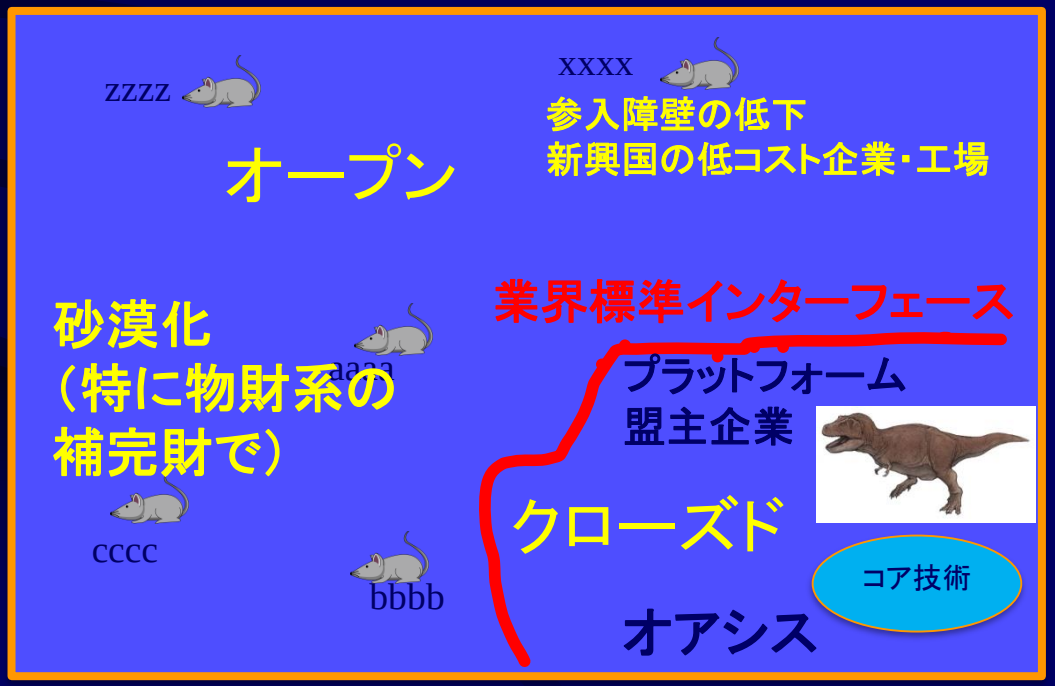
（ジョブスが自宅でPCを作っていた時代）

「上空」の大変化（2） 1990年代以降

コア技術を持つ企業が、業界標準インターフェースの創造により
プラットフォーム盟主企業に化ける （補完財とのネットワーク効果）

「オアシス」の建設と、サバンナの「砂漠化」（特に物財系補完財で）
ポスト冷戦期の低賃金新興国対抗と重なった歴史的偶然
日本のエレクトロニクス系企業の大不振

中クローズド
外オープンの
アーキテクチャ
位置取り戦略



プラットフォーム盟主企業の中オープンクローズド・外オープン戦略

外アーキテクチャ
（エコシステムのアーキテクチャ）

中アーキテクチャ（自製品のアーキテクチャ）	クローズド	オープン
クローズド	**中クローズド・外クローズド** 伝統的な製品 ストレートな製品間競争 （良いものが勝つ） 製品が複雑なら寡占競争に 高性能自動車、高機能部品・材料	**中クローズド・外オープン** プラットフォームリーダー 業界標準インターフェース作り →エコシステム作りの競争 補完財の仲間を集める ネットワーク効果で独り勝ち アップル、グーグル、アマゾン・・ 米国が強い
オープン	**中オープン・外クローズド** カスタム化した製品 比較的小さな企業でも高収益 ダイレクトビジネスモデル（直販） ソリューション・ビジネス	**中オープン・外オープン** 業界標準 低コスト・低機能製品・大量生産 低賃金新興国が強い

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

オープン・アーキテクチャ（エコシステム）でのコア企業の勝ちパターン

オープン領域とクローズド領域の混在・・・コア部品企業の勝ちパターンは？

自社が設計開発する部品2（パソコンのMPU、携帯電話システムの基地局、スマートフォンのベースバンド通信方式のLSI）が製品のコア機能を握ると自覚したコア部品企業（C_2 ）の戦略は？

企業C_2は、自力か買収で隣接する部品1の設計開発能力を獲得。
部品1と部品2をクローズドな（企業特殊的な）部品間インターフェースで連結してコアのサブシステム1＋2を再設計し、製品全体にとってのこのクローズド領域の機能的重要性を高める。

このコア企業（C_{1+2}）は、技術力の向上により、サブシステムの固有技術の優位性を維持。
また技術秘匿や知的財産権の活用により、このコア＝クローズド領域を占拠し続ける。

一方、このコア企業は、業界標準的な部品間オープン・インターフェースの設計を主導（業界標準形成は、デファクト、デジュール、コンセンサスの3手法）。部品3や部品4を設計・生産する周辺企業群（C_3、C_4）に対して技術規格書等を通じて公開する。

こうしてシステムは、はコア機能を担うクローズド領域（1＋2）と、その他のオープン領域（3，4）に。
2領域間は業界標準のオープンな部品間インターフェースで連結される。コア企業にとって、部品3や部品4は補完財。補完財の間では「ネットワーク外部性」が作用　・・・　ビジネス・エコシステム

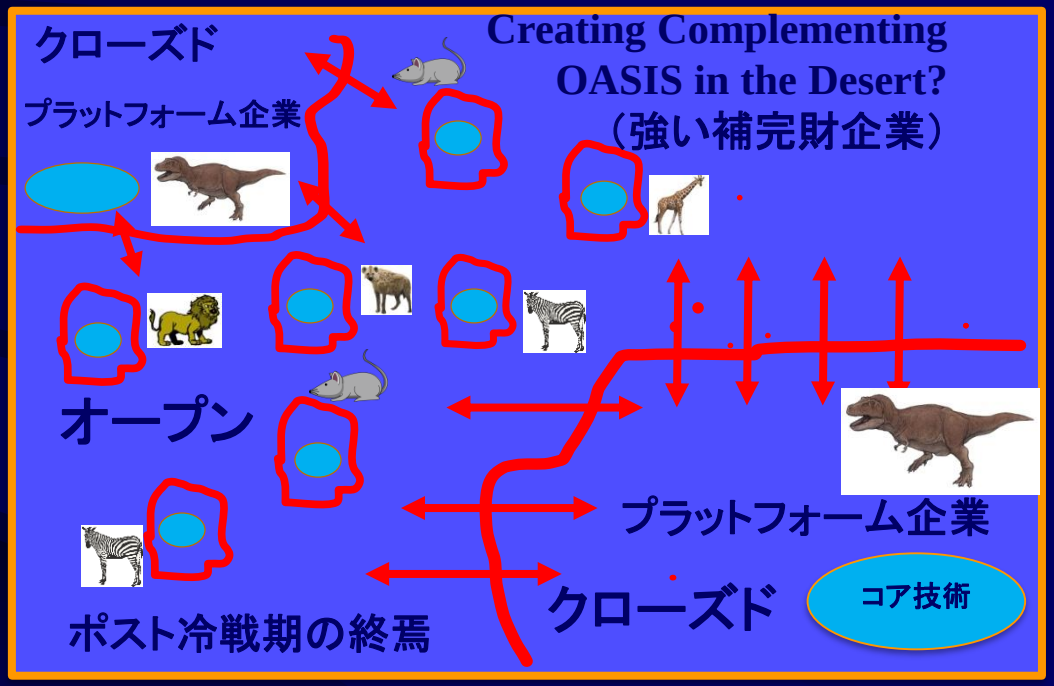
実例：　パソコンのインテルはMPU（いわば部品2）した。携帯電話システムのGSM方式のエリクソンなど欧州企業連合は無線基地局と基地制御局の連結をクローズド化した。スマートフォンのベースバンド半導体チップのクアルコム社は企業買収によってCDMA通信方式技術にインターネット系Wi-Fi技術を連結。

東京大学　藤本隆宏　（新宅、小川、立本、他）

「上空」の大変化（3） 2010年代

「強い補完財」戦法による砂漠の「再緑化」の可能性

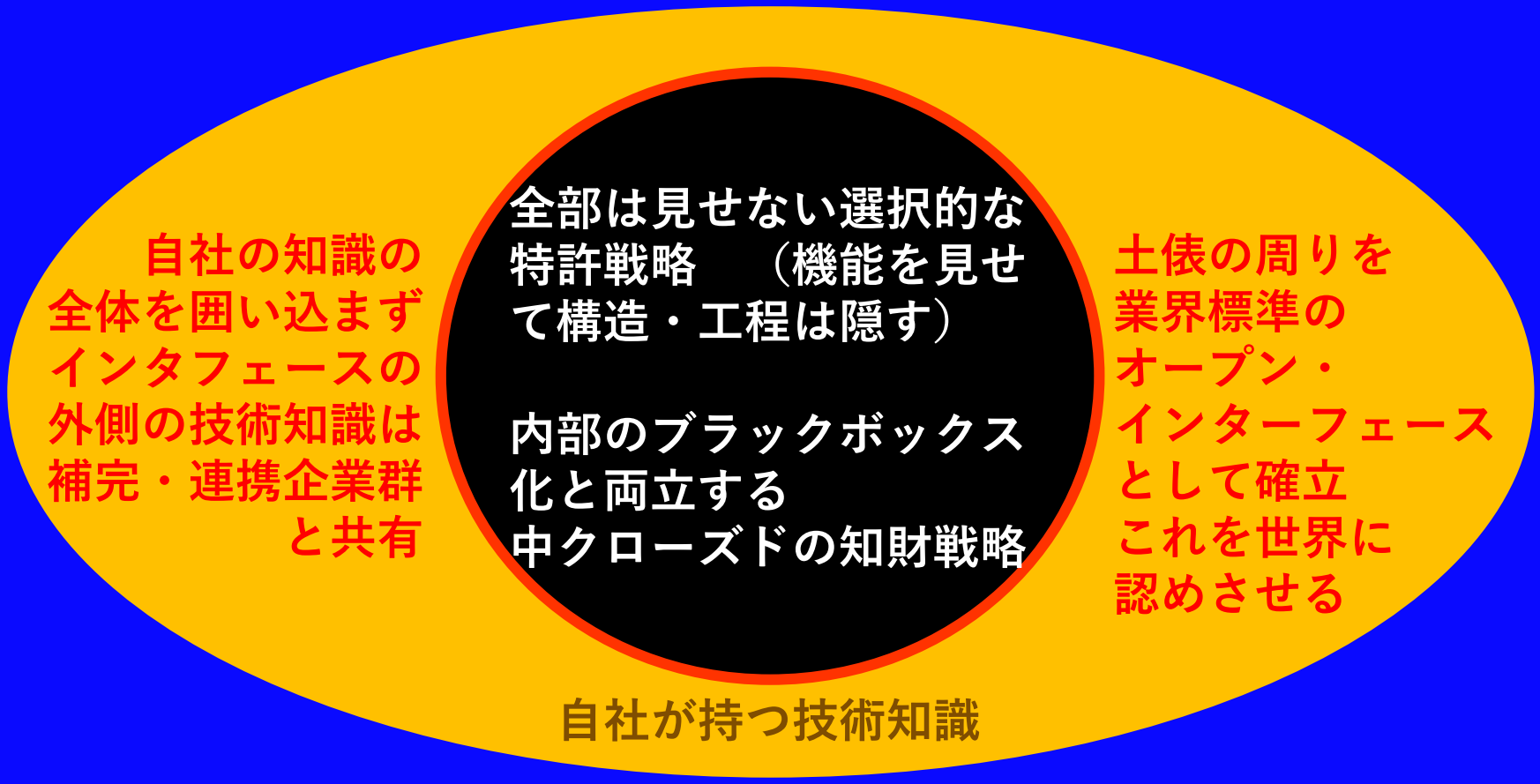
中クローズド
外オープンの
アーキテクチャ
位置取り戦略



プラットフォーム盟主企業と「強い補完財企業」の共存
流れの良い強い現場と、業界標準を取れる強い本社の相互補完
『砂漠の再緑化』の可能性 ・・ 村田製作所、ソニーCMOSセンサ

アーキテクチャ戦略・知財・標準化の整合的な連動

「中インテグラル・外モジュラー」あるいは「中クローズド・外オープン」のアーキテクチャ位置取り戦略



例：ダイキンの中国でのインバーター技術戦略

2010年代：ややこしい時代・・上空と地上の結合

上空

ＩＣＴシステム

Cyber World
Intenet is Crucial,
but NOT Everything
Security, Band-width –--
Other Nets (Intra/Exclusive--)

情報処理能力の爆発的拡大
不可能が可能に(設計楽観論)
革命的変化Revolution, 破壊的Disruption
オープン・モジュラー・アーキテクチャ

上空と地上では全く異なる動き・・ややこしい
どちらかの論理で一方的に論じれれば誤る

地上

自動車など物財

Complex Physical Products (still 30K parts)
Modularization of Integral Products
Vehcles Heavier; Wire Harness 50 → 100 lb,

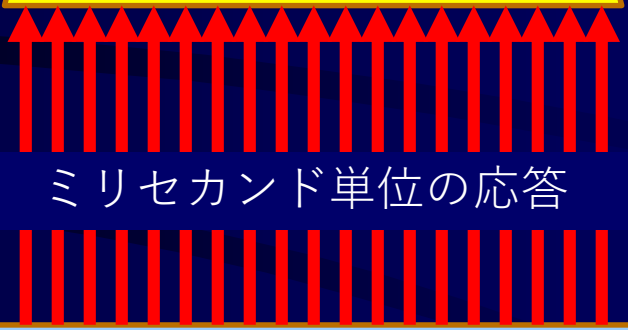
情報処理負荷の爆発的拡大
安全、環境、資源、機能要求
可能が不可能に(設計悲観論)
自動車は設計が次第に困難に
共通モジュール、あるいは
共通アーキテクチャで吸収？

2010年代 – 上空の情報処理能力は十分か？

上空

ＩＣＴシステム
Cyber World
Intenet is Crucial,
but NOT Everything
Security, Band-width –--
Other Nets (Intra/Exclusive--)

Explosion of Info. Processing Capability
Impossible → Possible
Design Optimism
Revolution, Disruption
Open Modularization
Platfrom Competition



多数のセンサー、ミリセカンド単位の応答　・・すべて上空でＩｏＴ処理するのは無理

地上

自動車

Complex Physical Products (still 30K parts)
Modularization of Integral Products
Vehcles Heavier; Wire Harness 50 → 100 lb,

Explosion of Complexity
Possible → Impossible
Recalls, Scandals
on Product Development
Design Pessimism
Forced Closed Modularization

2010年代・・「低空」 ＝インターフェース層の出現
（工場自動化の例）



上空は質量のない世界
オープン・モジュラー・アーキテクチャ中心
グローバル標準インターフェースがカギ
ネットワーク外部性、補完材
プラットフォームリーダーの爆発的成長
米国勢が制空権を握る）
Google, Amazon, Apple Facebook

「上空」とは役者が異なる。
フィジカルの分かる企業がサイバーへ
台頭する　Siemens, IBM, GE, --
IIoT,インダストリー4.0の主戦場
日本勢は？　日本とアジア？
「天下三分の計」にもっていけるか？

質量がある世界。物理法則の制約
安全・環境・資源・・サステナブル
革命、破壊というよりは
進化、能力構築、積み重ね
ものづくり能力構築、トヨタ式

Takahiro Fujimoto (Tokyo University, Lyon IAS)

自動車産業の地上・低空・上空分析

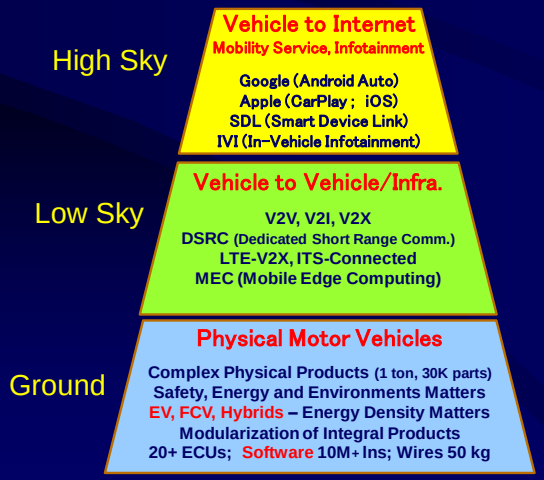
1　次世代パワートレイン(EV, FCV, Hybrids --)　-- 地上

2　ECU と組込みソフト(for Engine, etc.)　-- 地上に近い

3　自動運転　(部分的／完全自動、限定付／無限定)　-- 地上・低空・上空

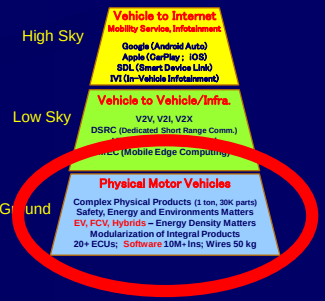
4　インフォテイメント(インターネットとの連結)　　-- 上空に近い

5　モビリティサービス(Trip Shared/Not;　Vehicle Owned/Not)　-- 上空



©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

1. 電気自動車と将来のパワートレイン



- **電気自動車**（BEV）：**内燃機関なし**。バッテリーとモーターのみ
  電動車（電動車両）：**モーターあり**。ハイブリッド車、燃料電池車、
  レンジエクステンダー、プラグインプラグインハイブリッド等含む。

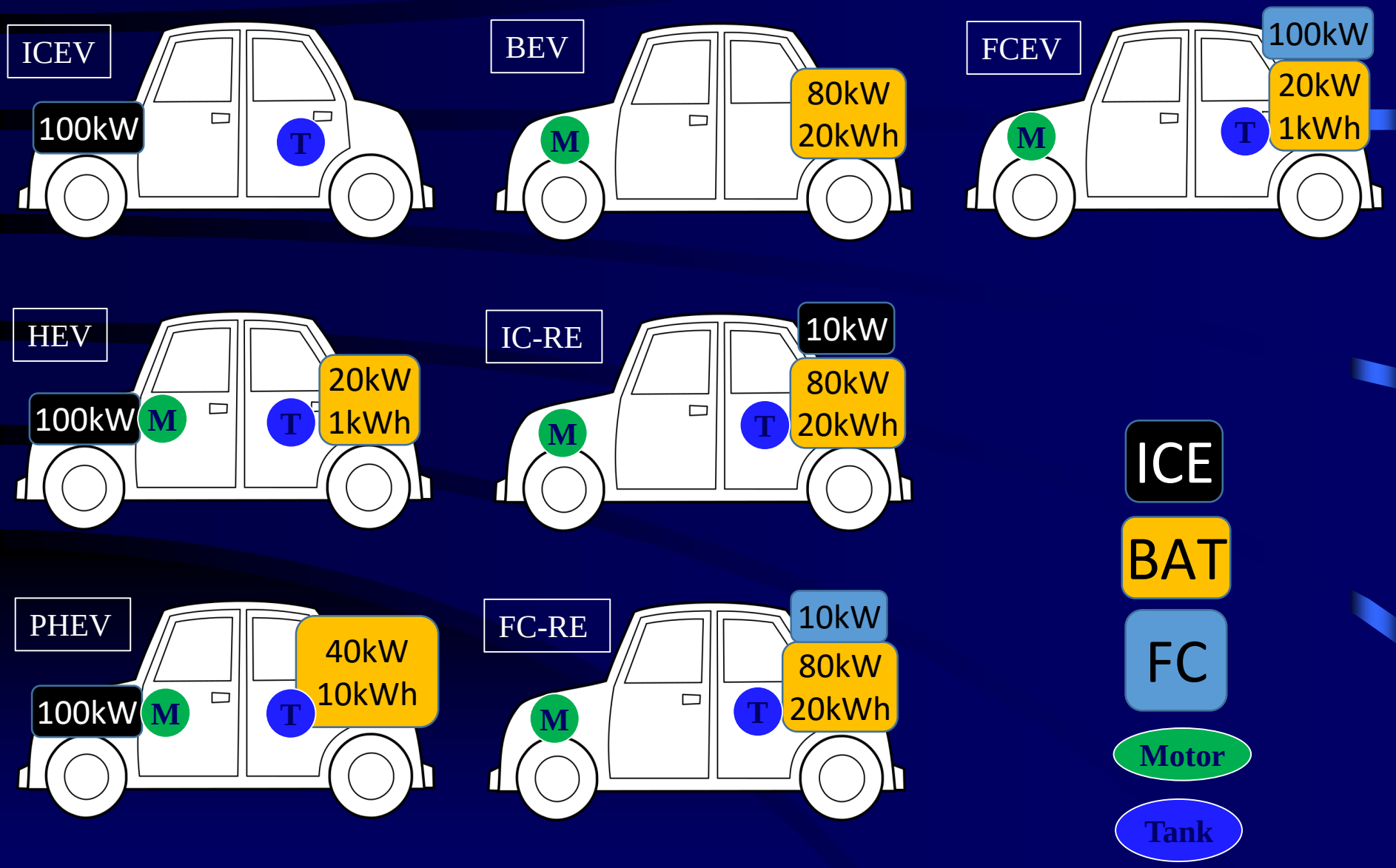
- BEVは長所も多いが解決すべき課題も多い。長期戦も。2017年世界生産の1％。
  - **航続距離が短い**(バッテリーのエネルギー密度が低い)
  - **充電時間が長い**(普通充電数時間～急速充電で20～30分以上)
  - **電池の劣化**(充電回数が増えると性能低下。メーカーは保証・無償交換も)
  - **安全性の確保** (エネルギー密度の高い電極は爆発の危険)

- リチウムイオン電池の**エネルギー密度**は十分に高くない。
  今後の向上余地も限られる？ （1.3倍まで？） 次世代バッテリーの勝負？
- **電池の価格低下**は簡単ではない。変動費が大。（kWh あたり1万円はいつ？）

- 安全でエネルギー密度の高い**次世代バッテリー** ・・・全固体電池か？
  しかし安全とのトレードオフ厳しい。慎重な開発が必要 。 10年以上の長期戦？
  エネルギー密度3倍の安全な次世代バッテリーの出現は2030年ごろ？
  2030年のEVのバッテリーが不確定では**2030年需要予測**も憶測。5％？ 10％？ 20％？

- **中国政府**はEV化を強力に推進。しかし産業振興政策の色彩が強く、市場の反応は未知
  しかし、中国が世界最大のEV生産国になることは間違いなかろう（50％以上？）

Types of Green Vehicles (High Performance)



Fujimoto, University of Tokyo, Hasegawa, Nissan

Functional Requirements of Green Cars

- Energy consumption: Advanced ICVs have performance limits in the long run.
- Acceleration: Electric motors and diesel engines have advantage vs. gasoline ICV
- Maxi. speed: Low specification vehicles, (e.g., low performance REV) have limits.
- High performance driving range: Evs & REVs may have limits after batteries are out..
- Energy refueling/recharging time: Recharging time disadvantage for EVs / PHVs.
- Density of refueling/recharging facilities: FCVs (hydrogen) have disadvantage
- Quietness: EVs and FCVs may have advantage. Keys for product differentiation.
- Emission gasses: Diesel -- NOx problem. EV/FCV depend on power generation.
- Safety: Relative safety of batteries, fuel cells end fuel tanks is key.
- Fun to drive: Keys for product differentiation. Not so different between types.
- Vehicle cost: FCVs and long-driving-range EVs may be expensive.
- Operating Cost: EVs may have
- - ･･･And others

Performance Gaps (High Performance)

Functional Gap = Market/Socially Required Levels of Functions – Current Performances

	G-ICEV	D-ICEV	HEV	PHEV	ICE-REV	FC-REV	EV	FCV
Energy efficiency	X	X	X					
Acceleration:								
Maxi. speed:								
High perf. range:			X	X	X		X	
Recharging time							X	
Station Density						X	X	X
Quietness:.								
Nox PM Emission		X						
Safety:								
Fun to drive:.								
Vehicle cost:						X	X	X
Operating Cost:								

X = significantly negative

What Design Theory Predicts

Critical Function Energy consumption **May Make**

Total Vehicle (Macro) Architecture Integral Inside

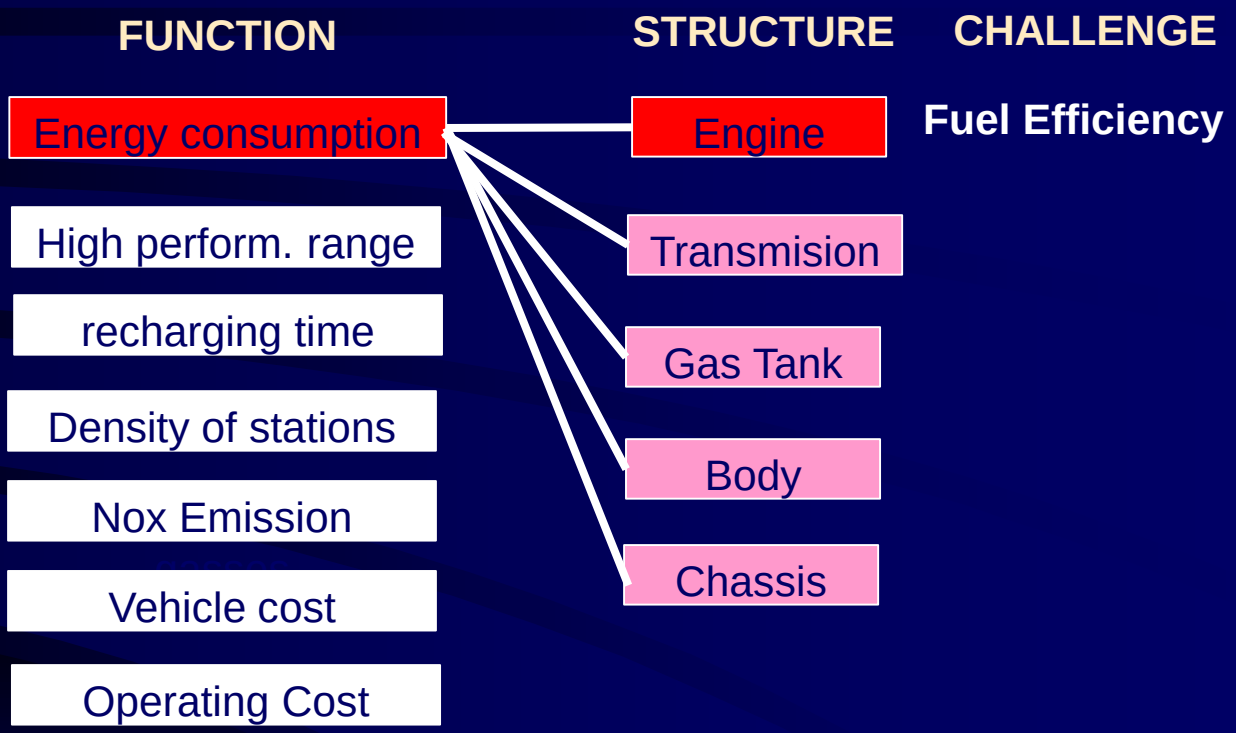
Critical Modules Engine **that Deal with Critical Functions**

May Have to become Integral Inside

When the Total Vehicle is Modular

Connecting Functional Gaps and Modules

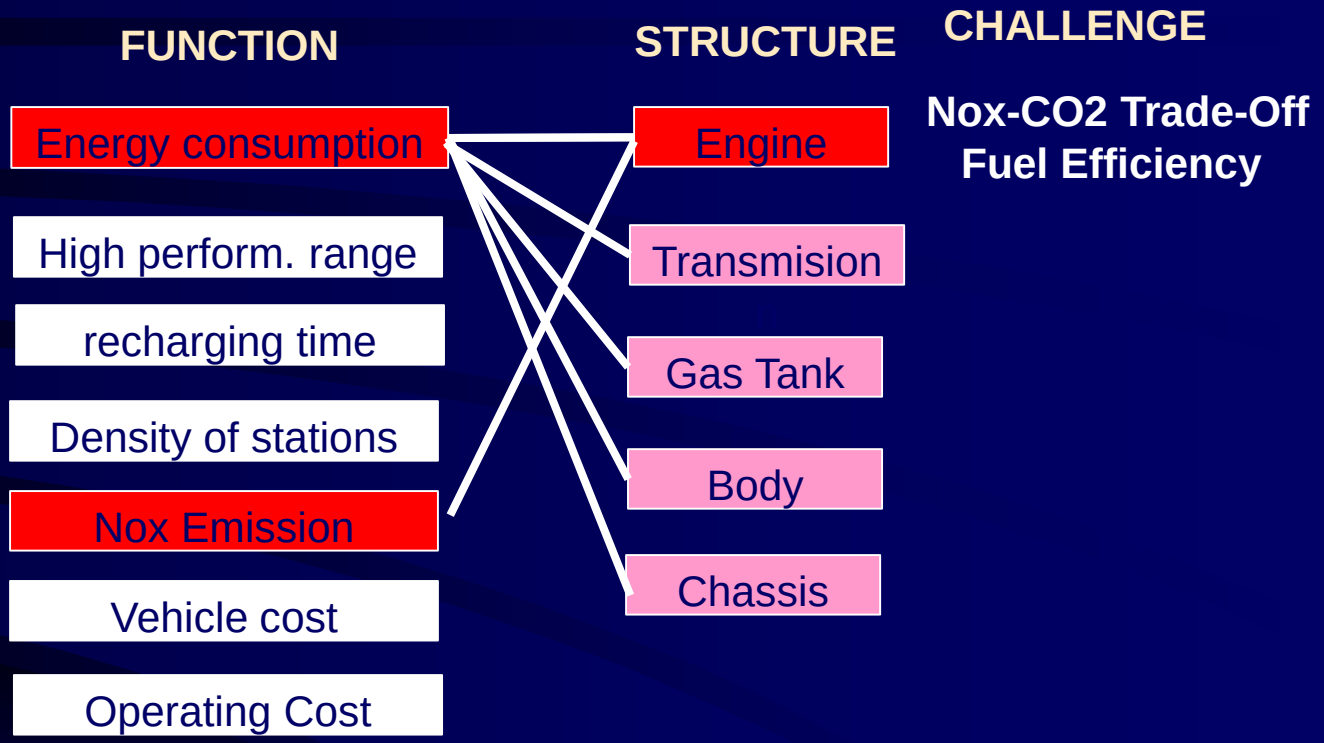
Gasoline ICEV



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

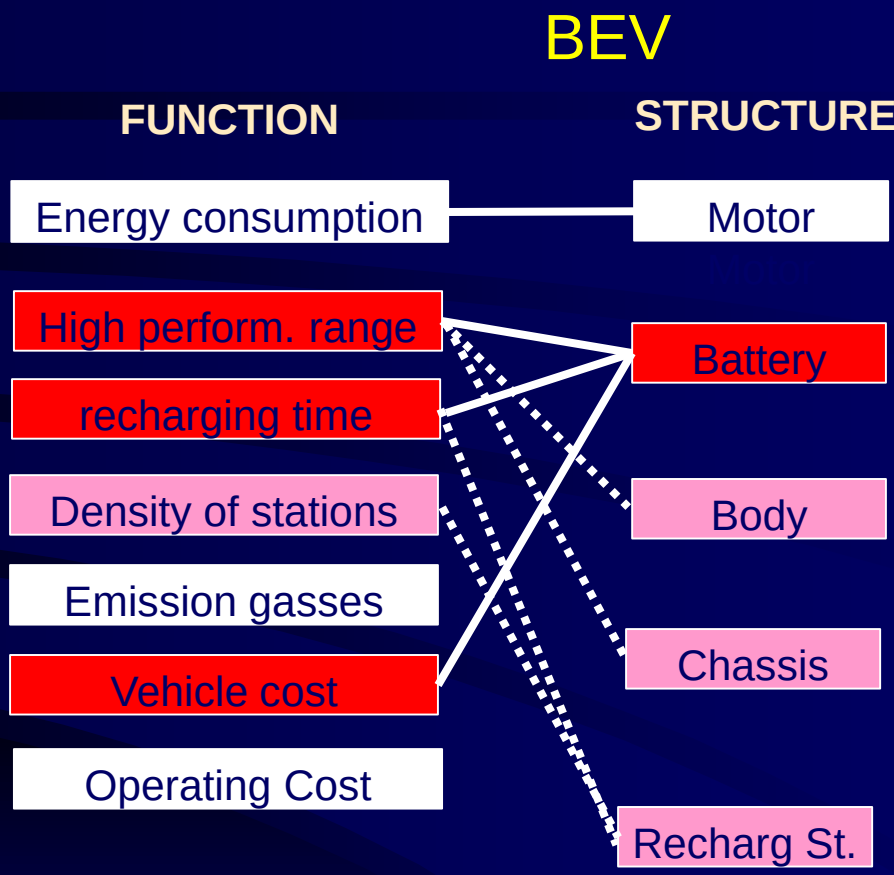
Connecting Functional Gaps and Modules

Diesel ICEV



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

Connecting Functional Gaps and Modules



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

Test Driving BEV – Low Spec. and High Spec.



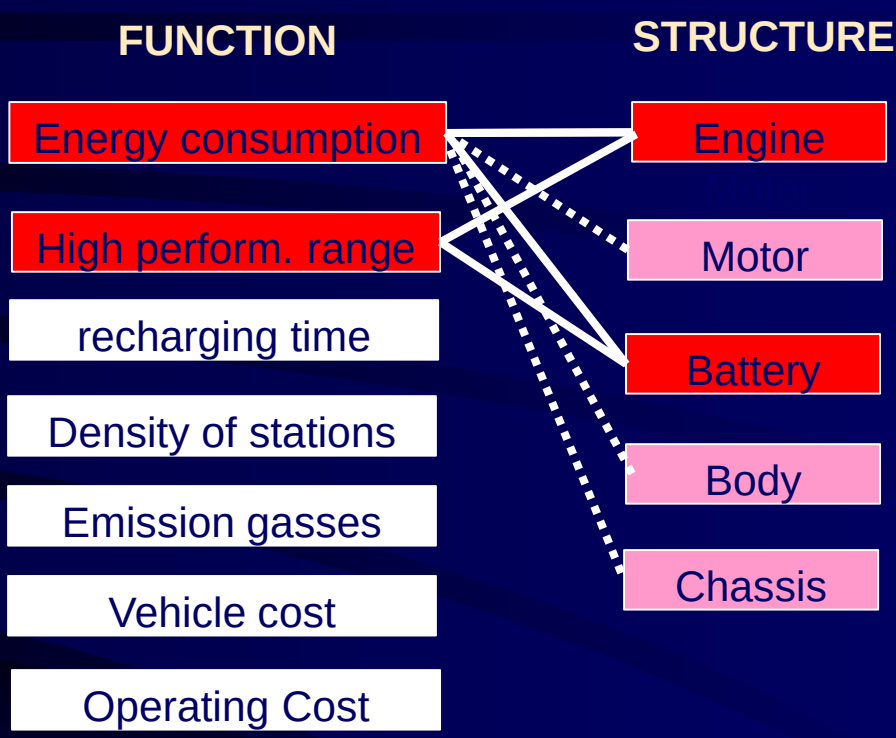






Connecting Functional Gaps and Modules

HEV (Parallel Hybrid)



CHALLENGE

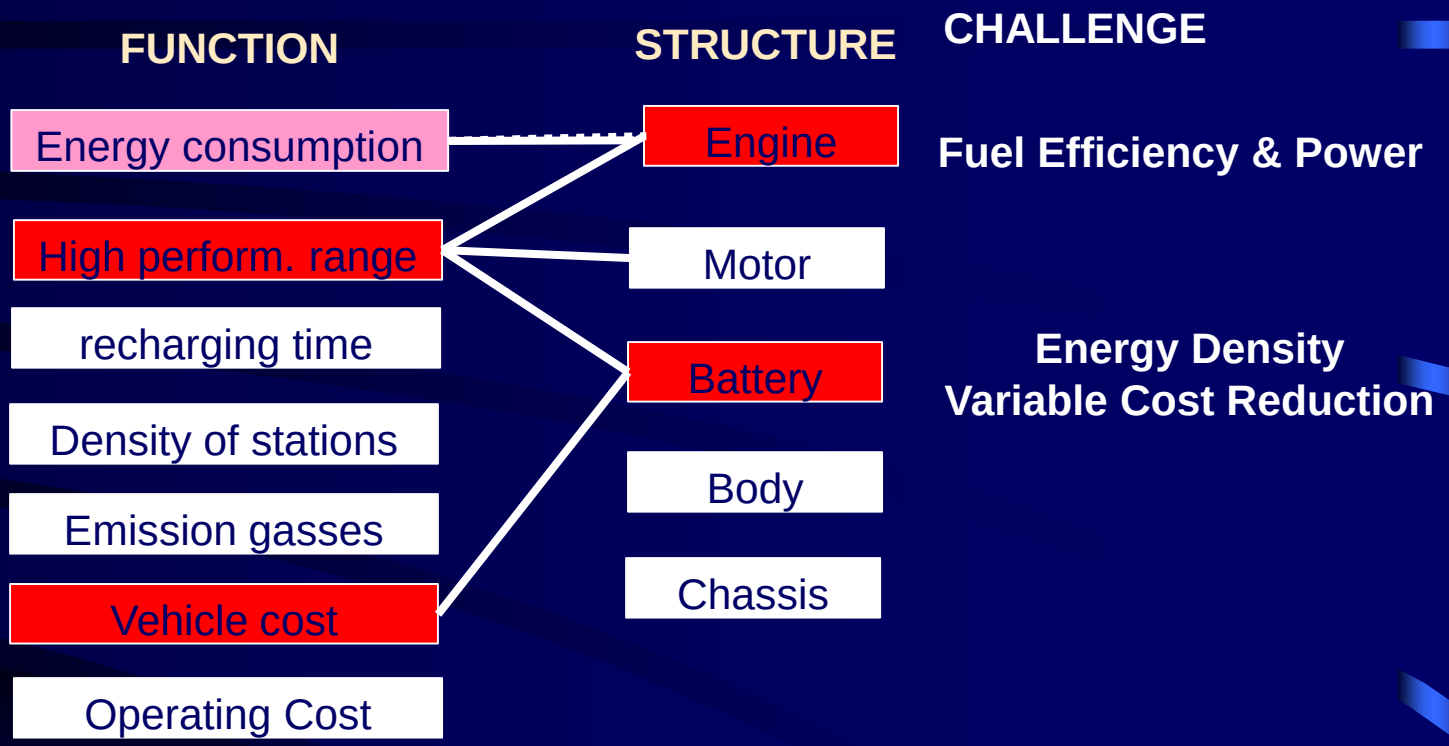
Fuel Efficiency & Power
Precise Engine-Motor Fit

Energy Density
Variable Cost Reduction

Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

Connecting Functional Gaps and Modules

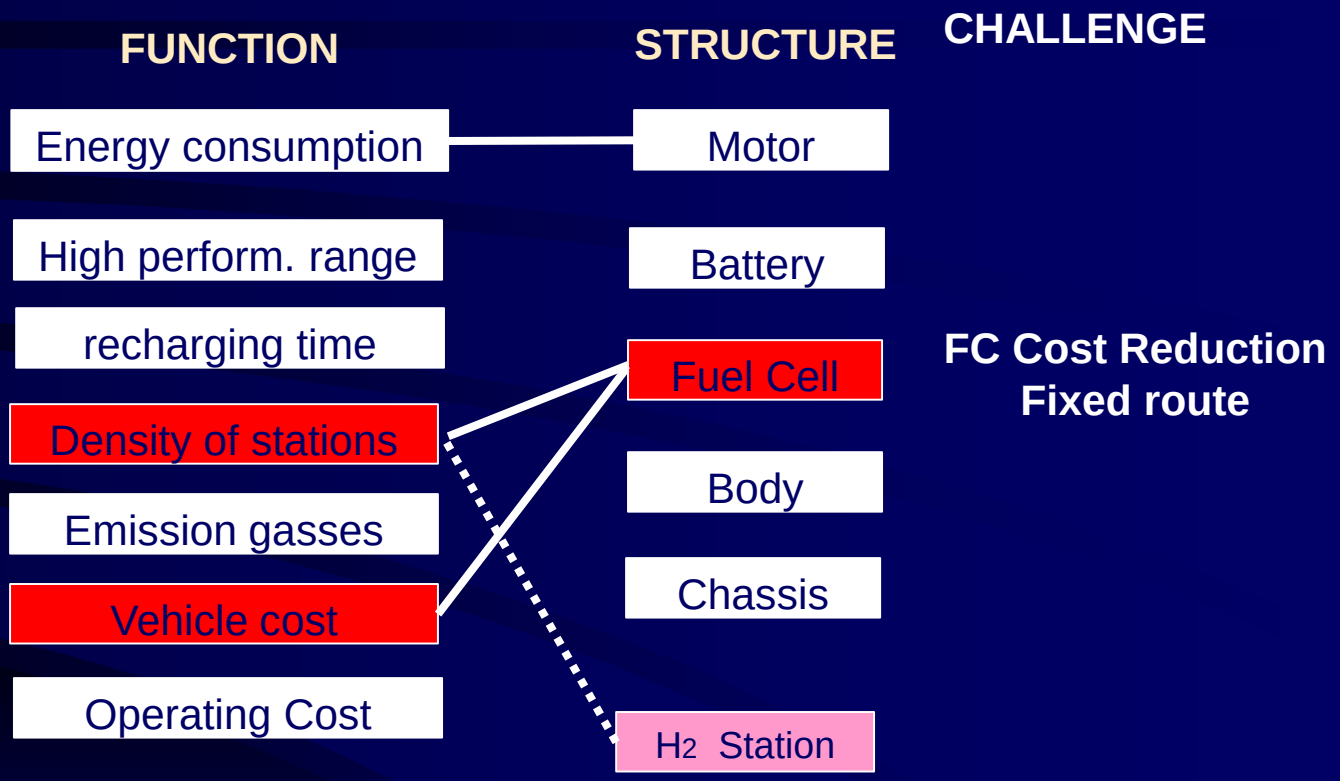
PHEV (Plug-in Hybrid)



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

Connecting Functional Gaps and Modules

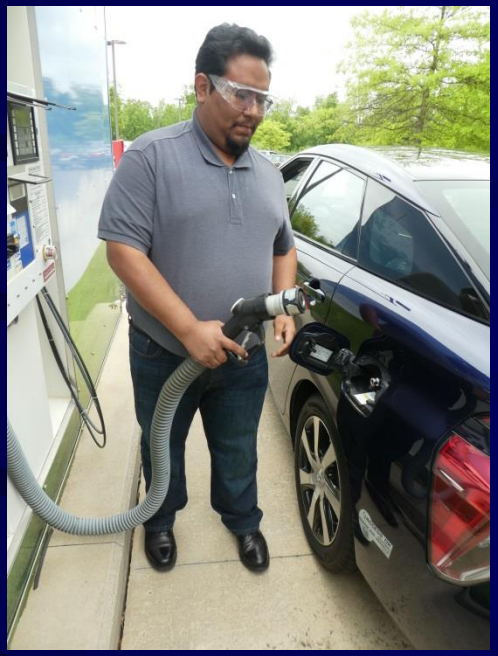
FCEV (Fuel Cell)



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

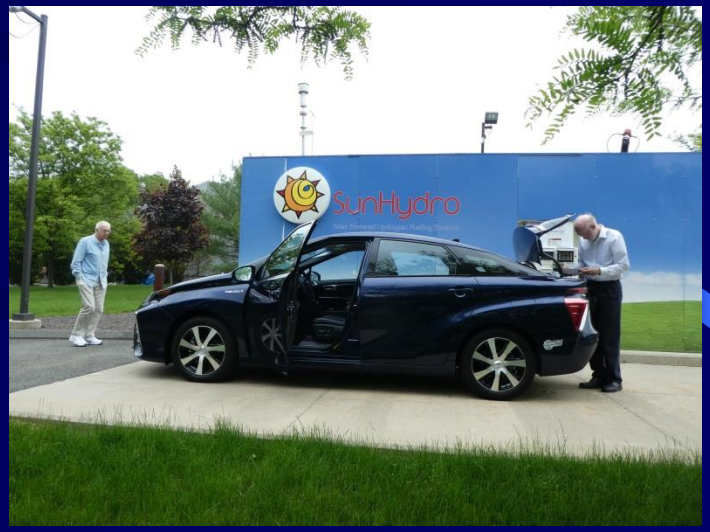
Test Driving FCEV with Jim Womack





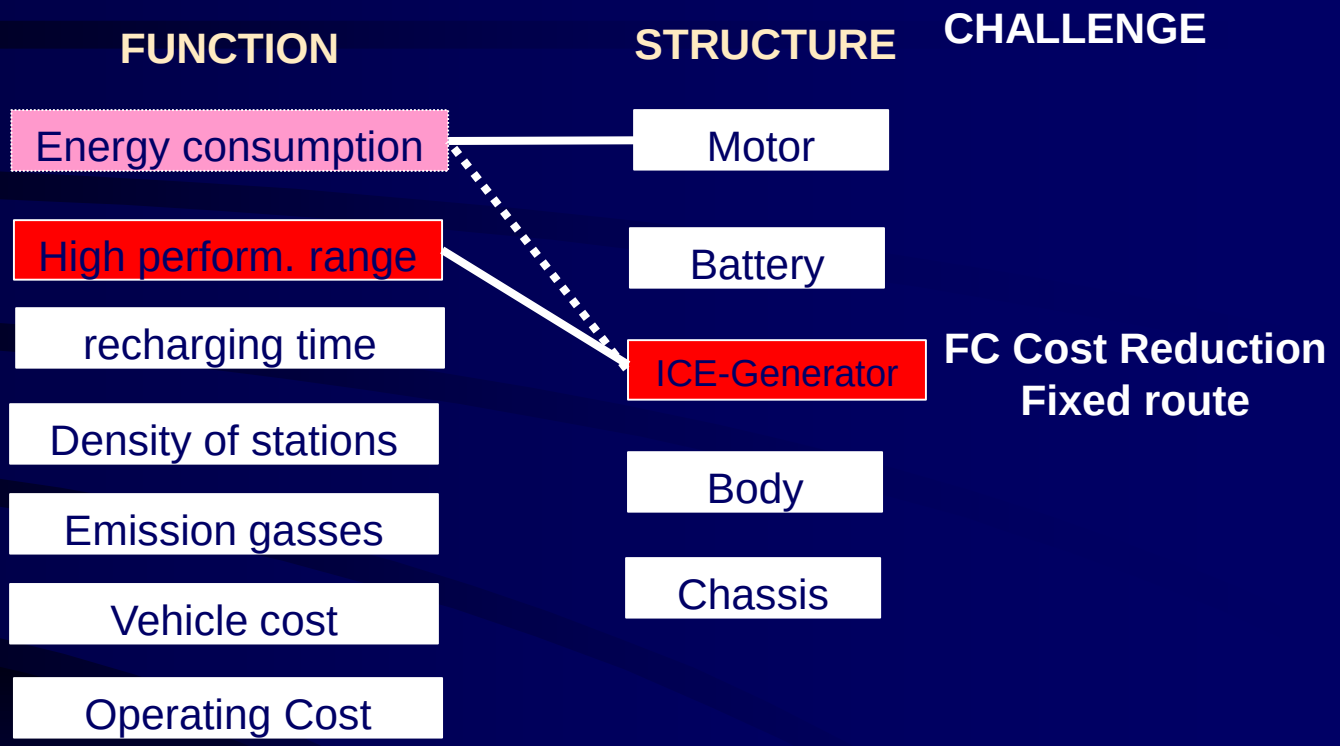






Connecting Functional Gaps and Modules

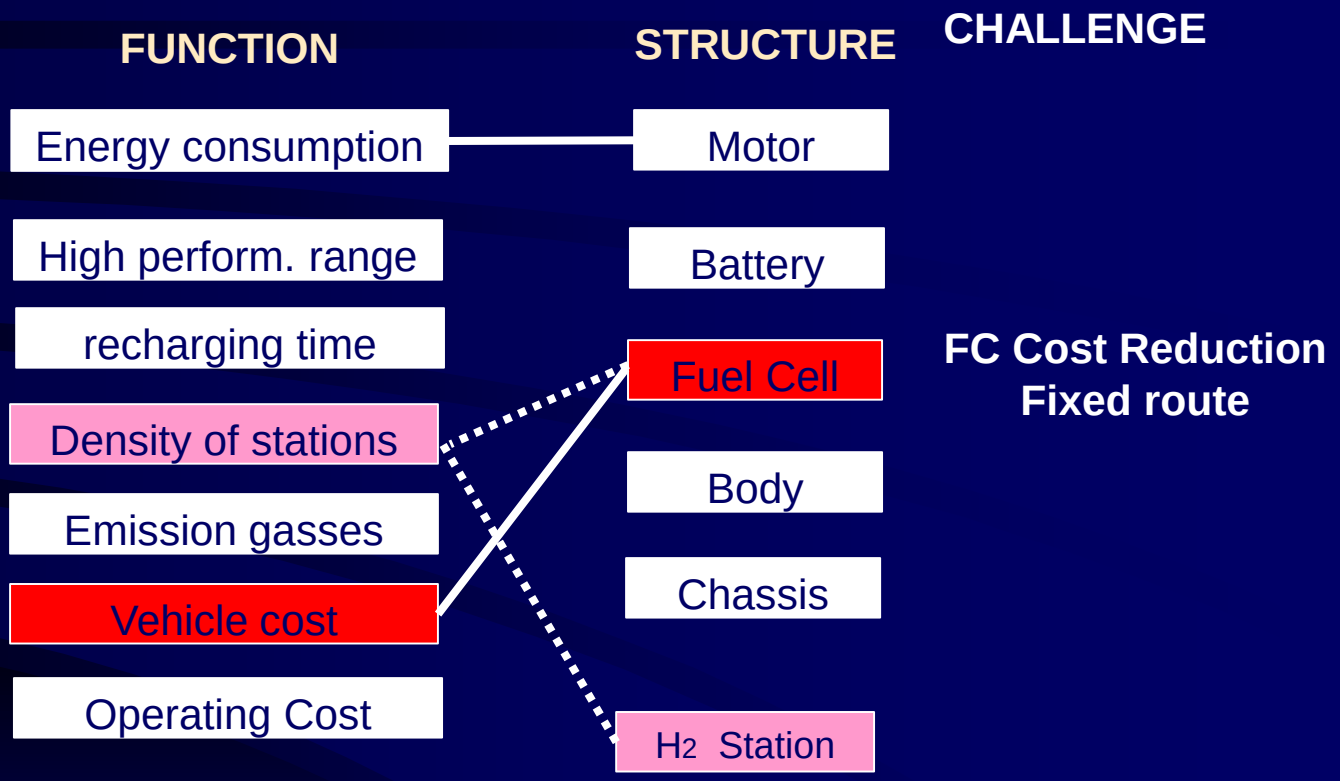
ICE REV (Range Extender)



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

Connecting Functional Gaps and Modules

FC REV (Range Extender)



Assumption for Comparison:
High-performance Type (e.g., 100km/h cruising)
Volume Assumption = 200K units per year

Fuel Cell Range Extenders – Modular Chances for Start-ups

Symbio

SYMBIO APPROACH TO HYDROGEN MOBILITY :
HYDROGEN RANGE-EXTENDED ELECTRIC VEHICLE

February 2016



1. **Electric Hydrogen LCV >300 km =**



Standard
Electric Vehicle

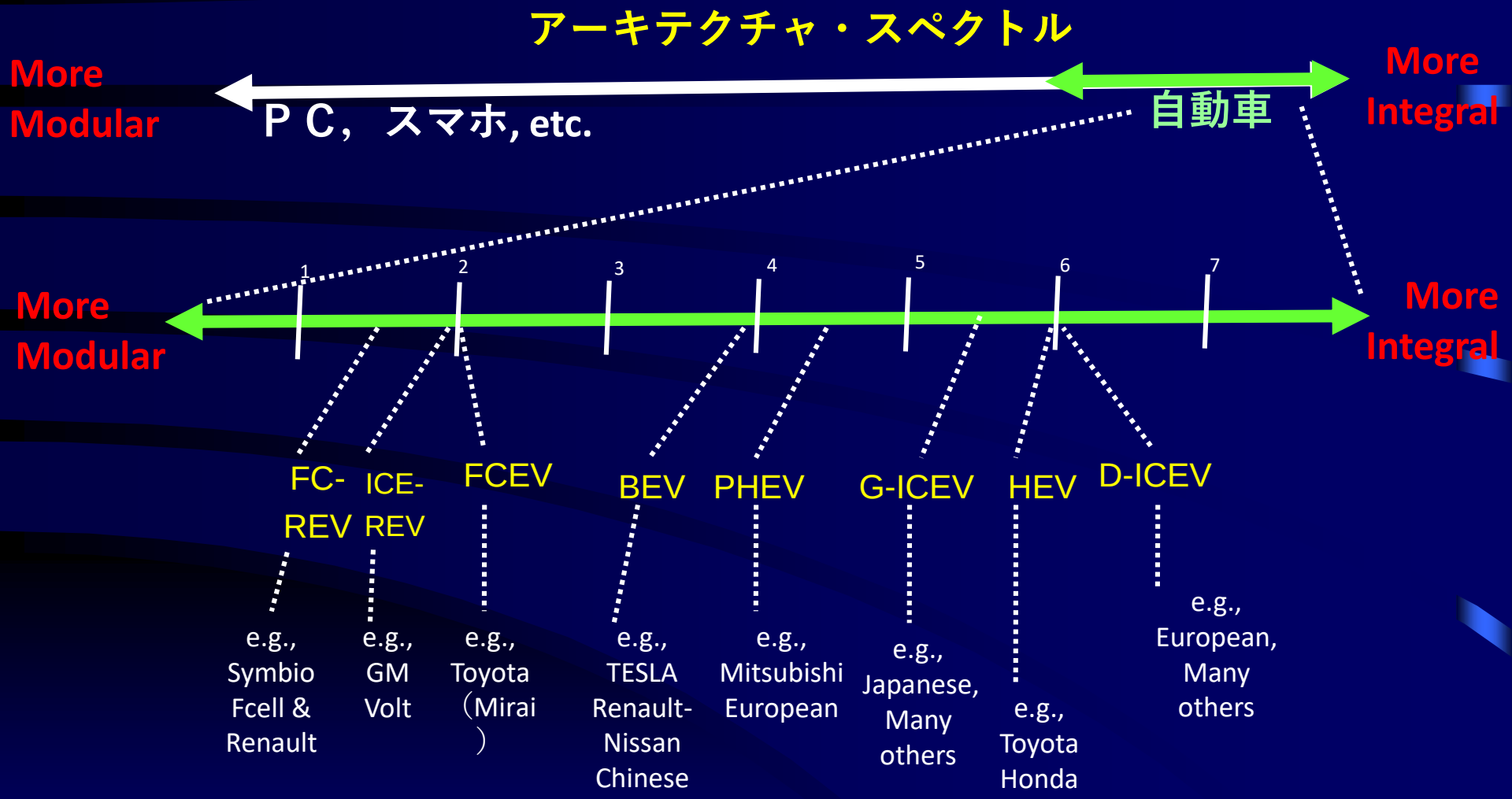


5kW Hydrogen
Range Extender



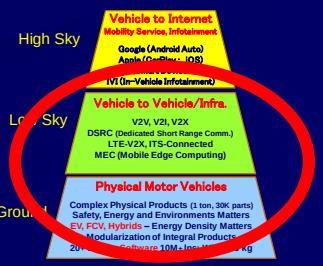
350 Bar: 1.8 kg H_2
700 Bar: 2.03 kg H_2

次世代車の技術多様性→アーキテクチャ多様性→企業多様性



C Fujimoto, University of Tokyo

2. ECU と組込みソフト



自動車内・自動車間の階層的なネットワークで総合的に制御

ECU, Vehicle Computer, Server, Cloud (Internet)

- ミリ秒単位の制御は、車載の電子制御ユニット（ECU）が中心
- 交通情報などはインターネット、クラウド（上空）
- ITS やダイナミックマップ – 中間層？（低空）

車載のECUは1台に20以上。各々500 以上のソフトウェアモジュールからなる　先進的なマイコンと巨大な組込みソフト(1000万行以上。飛行機より複雑)

ソフト行数：内燃機関= 1; HEV 1.5; EV 0.5, エンジン制御の割合が大きい

ドイツ勢(BOSCH)は、2000年以降、ハードもソフトもプラットフォーム戦略 へ

ハード／ソフトのグローバルプラットフォーム(標準ハード・ソフト部品）

標準モジュールのレゴ的組み合わせで ローカル向けのカスタム設計に対応

ハードはより標準化を進め、ソフトはより小さな粒度でマスカスタム化？

しかし、自動車は複雑。デジタル界のように1社独り勝ちにはなりにくい。　複数社主導のコンソーシアム型標準(AUTOSAR) ？　ドイツ勢の強さ。

低空層のITS (V2X): 単一グローバル標準への収斂は難しい 。複数標準の併存か

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

コンポーネント・サプライヤーのアーキテクチャ戦略

コア・
コンポーネント・サプライヤー
(BOSCH, DENSO, etc.)
の役割は拡大
部品標準化、プラットフォーム戦略,
マスカスタム化の組み合わせ

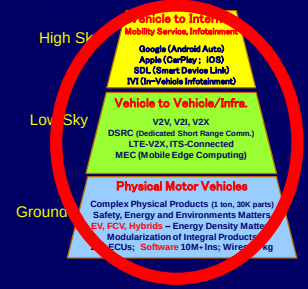
外アーキテクチャ
(顧客の製品のアーキテクチャ)

中アーキテクチャ
(自社製品内部のアーキテクチャ)

中アーキテクチャ \ 外アーキテクチャ	Closed/ Integral	Open/ Modular
Closed/ Integral	Closed/Integral-inside Closed/Integral-outside Conventional physical automobile components (profit rate rather low)	Closed/Integral-inside Open/Modular-outside Discrete electronics sub-components for autos (e.g., switches; BOSCH) Embedded software parts
Open/ Modular	Open/Modular-inside Closed/Integral-outside Custom-Designed Electronic Component (Power window switches, etc.), ECUs (DENSO) Software solutions for powertrain, chassis, etc.	Open/Modular-inside Open/Modular-outside Conventional standard components for autos (Not so many)

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

3　自動運転– まず切実な社会ニーズから



レベル 1 、レベル 2:　部分的な自動運転化．既に普及段階へ。進化は続く.

レベル 3: 完全自動運転だが、緊急時の人の介入を要する
– しかし、社会的にあまり有用ではない。 ここは飛ばす？

レベル 4: 完全自動運転、ただし**時間限定**（例：緊急時のみ）
あるいは**空間限定**（たとえば高速道路のみ、専用レーンのみ、スマートシティ内）

2020年代の企業自動車企業・デジタル企業のターゲットはここ？
インフラとの連携が鍵。

レベル 5: 時間・空間無限定の完全自動運転
-- これはハードルが高い。高コストになる可能性。
しかしUBERなど新モビリティ業者(MAAS)にとっては回収可能な額か？

社会ニーズの解決が重要。技術のための技術では支持されない。たとえ日本であれば、高齢ドライバー社会の到来。ドライバー緊急時に発動するレベル4、過疎地と病院をつなぐ専用レーン限定レベル4車など、**切実な社会ニーズを解決するソリューションとしての自動運転**が重要

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo
An expert, a speculation: In 2030, All levels = 80%; Level 4 = less than 10%

自動運転に関する考え：社会ニーズからの発想を

例 1: 高齢化先進国日本、高齢者ドライバーのニーズ
日本の交通事故死亡者数≒ 4000（米国4万）　半分以上は高齢者

①逆レベル3（緊急時限定のレベル4）・・運転者の緊急時に自動運転が介入
緊急時に運転者が介入する従来の「レベル3」はあまり意味がない？

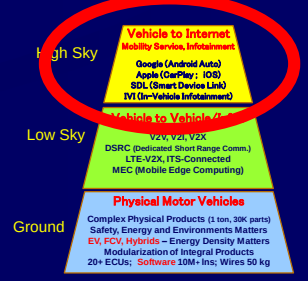
②区間限定のレベル4 ・・まずは地域の専用道路、高速道路等で
Door to Door のレベル5の前に、社会ニーズ対応レベル4
過疎地の運転免許返上高齢者・・
村に1本は専用道、絶対優先レーンを　・・　町の病院往復

トヨタの米国での実験も上記の2つに近い？　“Highway/Urban Team Mate”

例 2: アメリカのソーシャルメディア依存者増加のための緊急時自動運転
寝ている時と教会以外はスマホ漬け？　事故防止のための自動運転導入
交通事故死者数が4万人に逆戻り・・原因は？

技術のための技術ではなく、社会や消費者のための技術を！

4　インフォテイメントとコネクテッドカー



クルマはインターネットを通じて世界とつながる
　　2030年には70%のクルマがインターネットとつながるとの予想も

特にアメリカ等の若年層は、寝ている時以外はソーシャルメディア（フェイスブックなど）とつながっていたい。

つまり、運転席に乗り込んできたときの運転者は、片手に動作中のスマートフォンを持っている確率が高い。ソーシャルメディアの継続利用は必須。これを前提に、インフォテイメント系、たとえば車載モニター画面を設計する必要があろう。

(1) スマートフォン画面から車載モニター画面への ストレスの無いスムーズな移行

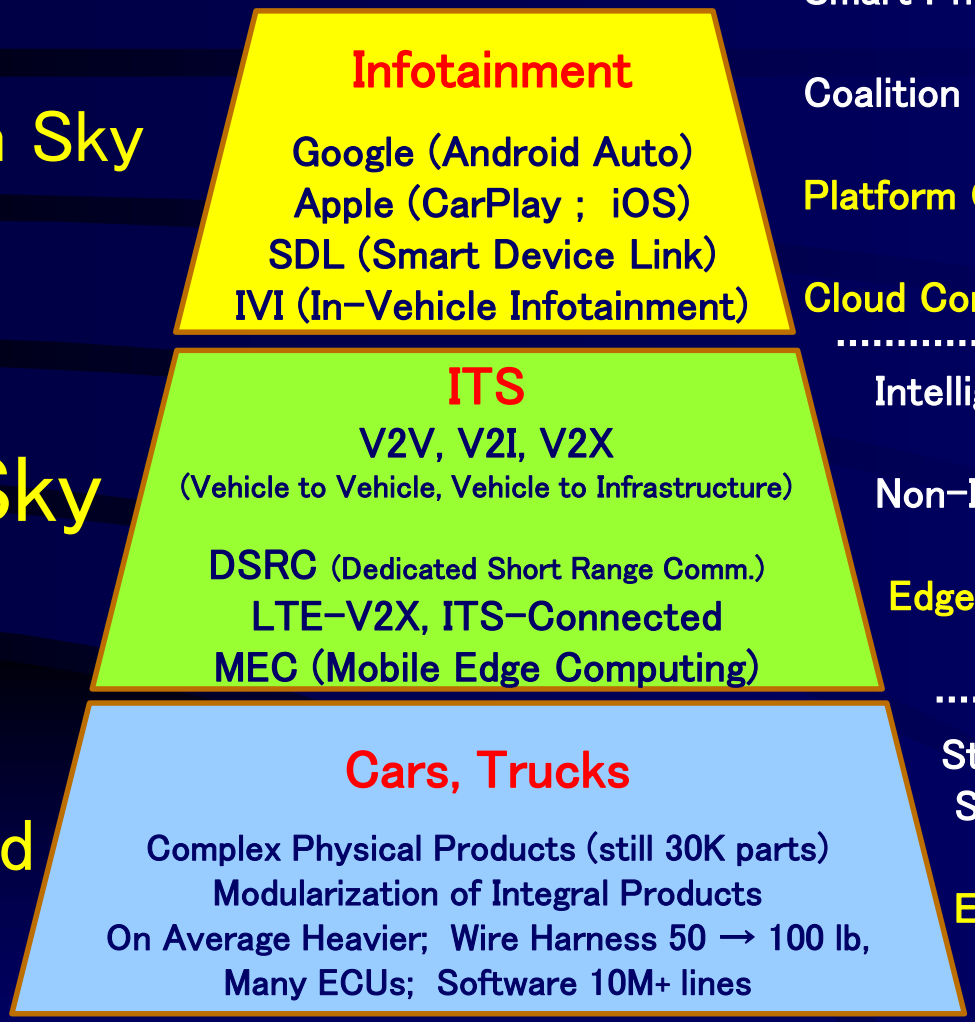
(2) しかし高速時には絶対に安全なコミュニケーションの確保

こうしたインフォテイメント系の設計問題は「上空」に近い所で起こる.
　　→ 「上空」のデジタル・プラットフォームリーダー企業
　　（アップル、グーグル、フェイスブックなど）との連携は必須。

しかしこれは、自動車企業がデジタル・プラットフォームリーダーの下請けになるという意味ではない。自動車という高速移動する物体内でのヒューマンインターフェースは、重さの無い「上空」とは異なる自動車的なソリューションを要求する

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

コネクテッドカー、自動運転の場合：「4.0」と論理は類似



Smart Phone Platform Leaders (Google, Apple)
vs
Coalition of Auto/Electronics Makers (SDL)

Platform Competition -- Vertically Connected
But No De-facto Standard yet
Cloud Computing by Digital/Physical Firms

Intelligent Transportation System

Non-Internet V2V, V2I, V2X
Horizontally Connected
Edge/Fog Computing
between Cars and Infrastructures

Still Closed-Integral and Complex!
Some Closed Modularization (VW)
But NOT Open Physically
Evolution, Relatively Non-Disruptive
Product still Matters, but
Platforms Emerge?

コネクテッドカー：地上と上空の複雑な相互作用

自動運転と工場自動化(4･0など)の基本ロジックが似ている（3層）

High Sky and the Ground (Vehicle Hardware/Software)
Started to be Vertically and Horizontally Connected

上空: 米プラットフォーム盟主企業: Google (Android Auto), Apple (CarPlay)
versus SDI (by Alliance of Manufacturers – Toyota, Ford,--)

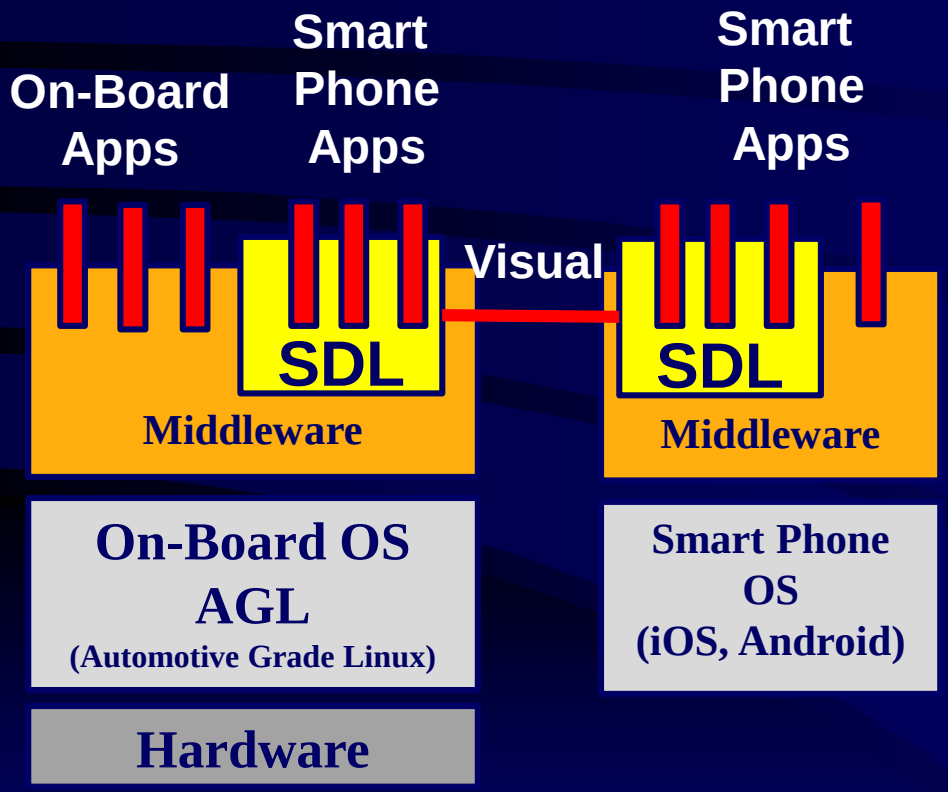
地上: Cars (Weighty, Heavier, Complex, Stricter Constraints --- 複雑化！
Difficult to Design! New Entrants Possible but NOT So Easy.
“Disruption” Much Less Likely in Manufacturing than in Service

低空: Horizontal Connectivity (V2X)
Regional Difference 日米欧中などにより違いがある
（US:DSRC; EU: LTE-V2X + DSRC; Japan: ITS-Connected + DSRC; China: LTE-V2X ）

「上空」のロジックのみで押す一部米国の論調はややミスリーディング

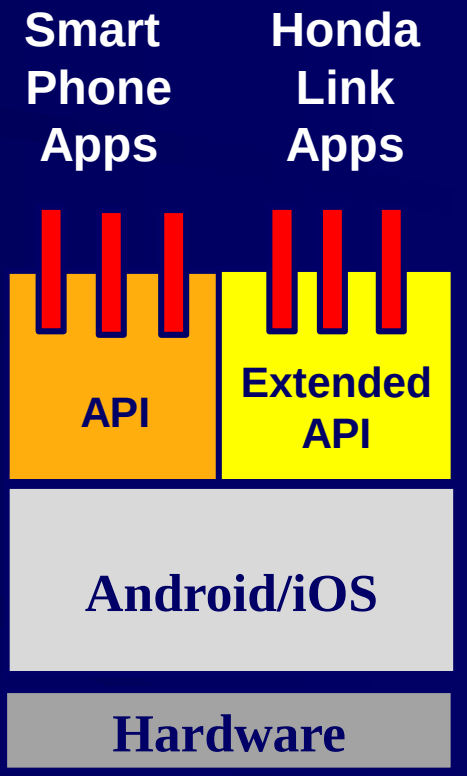
インフォテイメントにおけるソフトのアーキテクチャ
スマートフォン勢との競争あるいは補完

Toyota: AGL-SDL Architecture



Toyota, Ford, Mazda, Subaru, Suzuki

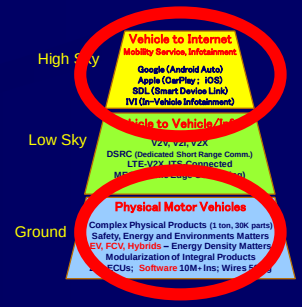
Honda:Android/iOS



Honda, Hyundai, VW, Ford --

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

5 新モビリティ・サービス （MaaS）



従来の自家用車のオーナードライバーによる運転は、
いわばの「セルフサービス」・・経済学的には「消費」

これを出発点に、trip/vehicle sharer, operator, behicle ownerの組み合わせで
シェアリングを含む多様なモビリティ・サービスが発生しうる。

(1) X地点からY地点へのトリップからの便益を享受する乗客Aを前提にした場合：
(2) このトリップを共有するtrip sharerは誰か？
無し; 家族; お抱え運転手；企業ドライバー；友人；特定他者；不特定他者
(3) このトリップは共有しないが他の機会に車を共有するvehicle sharerは誰か:
無し; 家族；友人；特定他者；不特定他者
(4) このトリップの運転者operatorは誰か
乗客；家族;；お抱運転手；企業ドライバー；友人；特定他者：自動運転
（5）この車両の所有者(vehicle owner)は誰か

以上の組み合わせによって、多様なモビリティ・サービスの形態が考えられる。
その多くは、ICT・インターネットを活用した新モビリティ・サービスであろうが、そこにはローカルな特殊性も作用する。ローカル企業が勝つことも。グローバルに長期的な「独り勝ち」企業（たとえばUBERや LYFT）が出現するかどうかは、まだ明確には判断できない。

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

モビリティ・サービスの多様性 （家族・友人は単純化のため無視）

乗客Aが、地点Xと地点Yの間のトリップで便益を得ていることを前提にすると・・

Type of Mobility	Trip Sharer	Vehicle Sharer	Operator	Vehicle Owner
Owner's Car Driving	None	None	Passenger A	Passenger A
Car Leasing	None	None	Passenger A	Firm F
Car Rental	None	Unlimited Others	Passenger A	Firm F
Hiring Chauffer	Chauffer C	None	Chauffer C	Passenger A
Hirer	Pro. Driver D	Limited others	Pro. Driver D	Firm F
Taxi (Firm)	Pro. Driver D	Unlimited Others	Pro. Driver D	Firm F
Taxi (Individual)	Pro. Driver D	Unlimited Others	Pro. Driver D	Pro. Driver D
Uber, Lyft, etc.	Registered. Driver D'	Registered Others	Registered. Driver D'	Registered. Driver D'
Commercial Car Sharing	None	Registered Others	Passenger A	Firm F
Employee Car Sharing	None	Other Employees	Passenger A	Employer Firm E
Individual Car Sharing	None	Individual B, etc.	Passenger A	Individual B
Ride Sharing	Individuals Bi	Individuals Bi	Passenger A	Passenger A
BlaBlaCar, etc.	Individuals Bi	Individuals Bi	Individual B	Individual B
Ride Share Taxi	Limited Others	Unlimited Others	Pro. Driver D	Firm F
Hitchhiking	Friendly Others	Others ?	Friendly Others	Friendly Others
Public Transportation	Unlimited Others	Unlimited Others	Pro. Driver D	Firm F

多様なモビリティ・サービスが、この組み合わせによって出現しうる

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

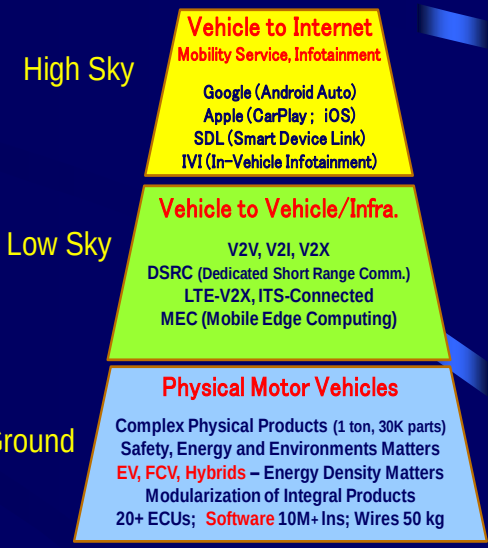
誰が主役となるか?

	Old	Old and New	New
Few	Only a Few Giant s Survive ? (Boring vs Air Bus)	Final Match by Old vs New Giant Survivers?	A Few New Ones Dominate? (e.g., Google, Apple)
Some	Only 10 Makers Survive ? (Old View by Media)	Oligopoly by Mixture of Old and New?	Some New Ones Survive?
Many	Many Existing Ones Survive ? (US in 1900, China in 2000)	Mixture of Many Old & New Ones Survive?	Only New Ones, But Many of Them Survive?

- 多様性か、一極への集中か?
- 既存企業か新規参入企業か?
- 製品企業か, プラットフォーム企業か, コアのサプライヤーか?

-- どの層に関わるかによる - 上空か、低空か、地上か

・上空ではグローバル・プラットフォーム・リーダーの影響が強い
・しかし地上では多様性が残り、既存企業も存在感を保つ



パワートレイン: 多様化の時代。既存企業も新勢力も
組込みソフト: コア・コンポーネント企業の存在感アップ
自動運転: 多層的で複雑な動きが続こう
インフォテイメント: プラットフォーマーとの連携必須
モビリティサービス: 組み合わせにより多様な提案が続く?

「地上」と「上空」のダイナミックで複雑な相互作用は今後も続こう。
どちらかの一方的な議論は間違えやすい。

©Takahiro Fujimoto, University of Tokyo

強い現場と強い本社」の連携でデジタル化時代を乗り切る

（1）　強い現場　・・　地道なものづくり能力構築は続く

「グローバル能力構築競争の時代へ・・　新興国賃金高騰
ハンデの緩和で、現場は、着実にものづくり能力構築を続ければ
生き残れる見通しが立ってきた　・・　地域に根差す明るい現場
草の根イノベーション　・・　生産性向上と需要創出の同時追求
顧客満足、利益確保、雇用確保の「三方よし」

（2）　強い本社　・・　本社がイノベーションを仕掛ける時代に

アーキテクチャの位置取り戦略、オープン標準獲得、ブランド戦略
強い現場を使い切る。現場と本社の相互信頼
潮目を読み切る的確な製品戦略を。固定観念にとらわれるな
「戦うマザー工場」を中心とした「二本足で立つグローバル戦略」
プラットフォーム競争の時代に「強い補完材」戦略で対抗

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
・日本の強いプロセス産業への応用 → 藤本・桑嶋編『日本型プロセス産業』有斐閣
・現場発の国家政策・地域振興・産業活性化 → 藤本『ものづくりからの復活』日本経済新聞社
・複雑化する製品・工程・人工物に企業はどう対応するか
→ 藤本編『「人工物」複雑化の時代』有斐閣
・地域インストラクタースクールへの取組 → 藤本・柴田編 『ものづくり成長戦略』光文社新書
・ものづくり現場の視点から見た日本産業論 → 藤本『現場主義の競争戦略』新潮新書
・グローバル経営とものづくり経営を両立させるITシステム→藤本・朴編『ITを活かすものづくり』日経出版社
・2010年代のものづくり現場の再評価→藤本・新宅・青島編『日本のものづくりの底力』東洋経済新報社
・まずは現場の潜在力を正確に評価できる本社能力を→中沢・藤本・新宅『ものづくりの反撃』ちくま新書
・上空と地上をつなぐ知恵を用いた現場発の企業戦略論→藤本『現場から見上げる企業戦略論』角川新書