

第20回：製品開発のプロセス・組織 ・パフォーマンス

1. 研究開発とは
2. 製品開発のプロセス
3. 製品開発の組織
4. 製品開発のパフォーマンス

東京大学経済学部

藤本隆宏

ここまで・・・生産システムのマネジメント

原価管理

作業改善

工程・在庫管理

品質管理

人事労務管理

設備管理

購買管理

製造企業のもう一つの中核機能・・・研究開発・製品開発

製品開発のプロセスと組織

開発期間（リードタイム）、

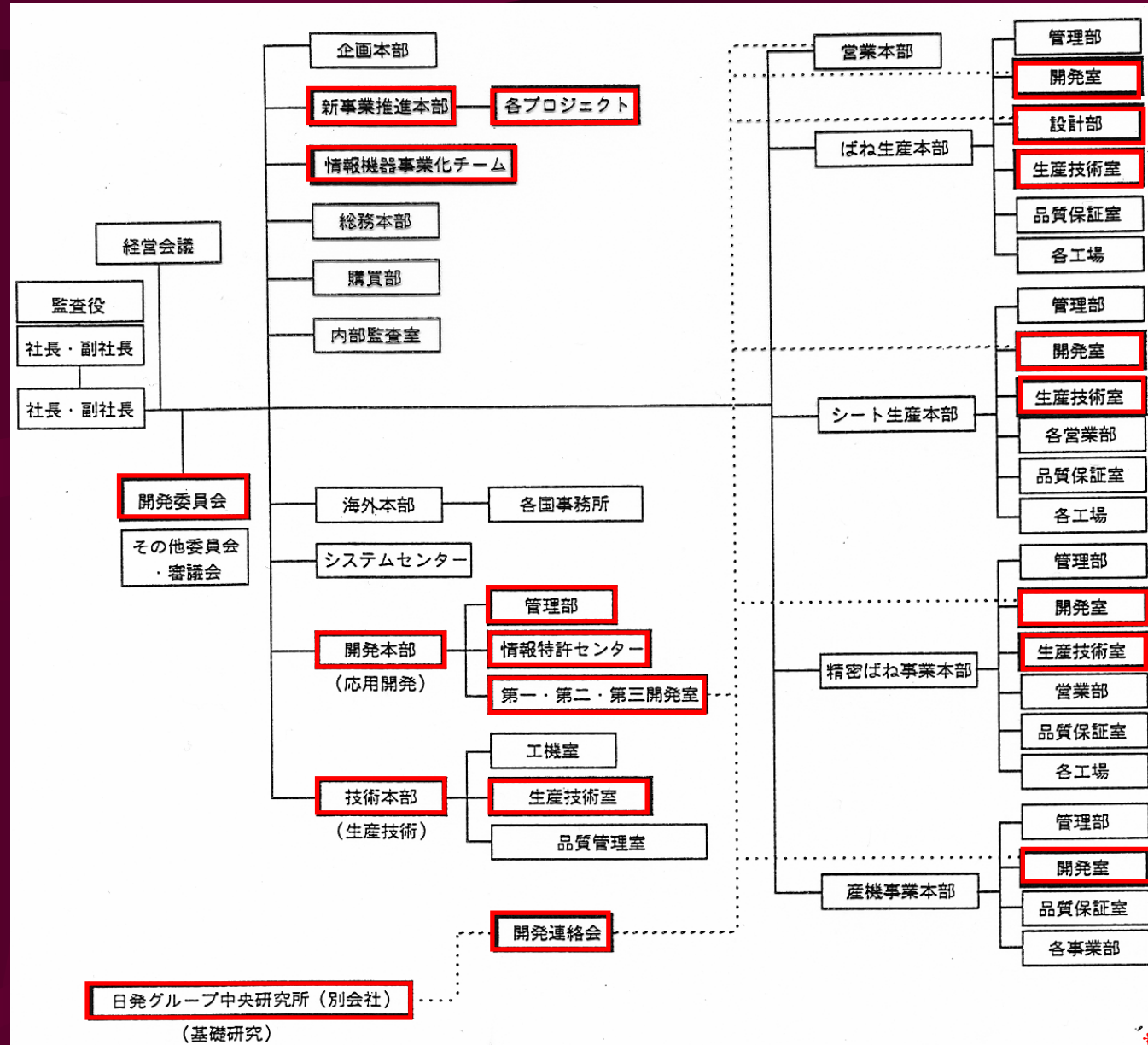
開発効率（開発生産性）

商品力（設計品質）

測定の問題と管理・改善のシステム

主に個別製品レベルの新製品開発活動を中心に

現代製造企業の研究開発組織(部品メーカー・日本発条の例)



藤本隆宏 『生産マネジメント入門』
日本経済新聞社 2001 (Ⅱ p166 図13.1)

日本発条『会社概要』『会社案内』
1993年版より筆者作成

注：太線枠は広義の研究開発（生産技術を含む）関連部署を示す。一部の企業特長的な名称は一般的な名称に書き替えた。

1. 研究開発とは

現代の製造企業の多くは**社内に研究開発部門**をもつ
売上高の数%から十数%を研究開発に投資

製造企業による**組織的なR&D活動**

・・・ほぼ20世紀に入ってから

企業内研究所の端緒は1870年代のドイツの巨大化学メーカー

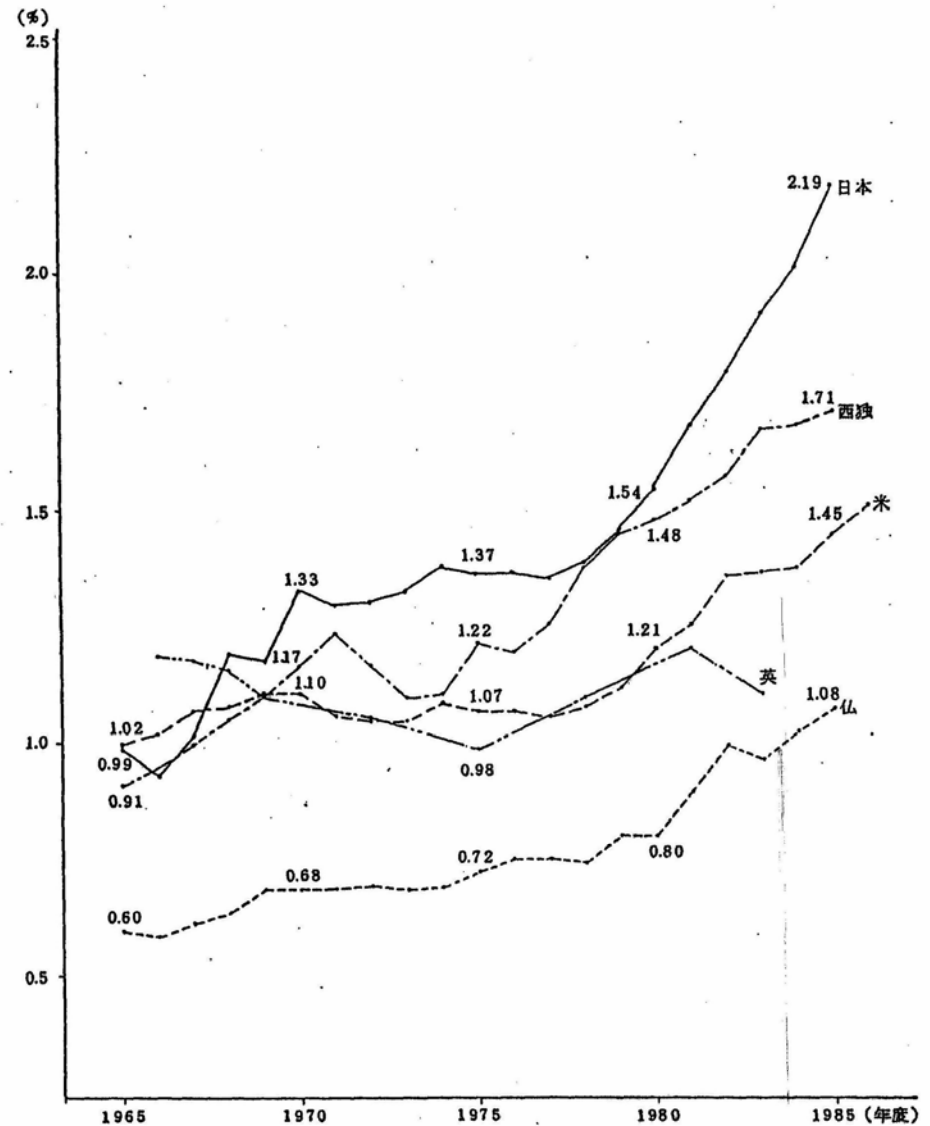
20世紀初頭にはアメリカのGE, デュポン、ベル・テレフォン、
コダックなど

主要国において、企業(産業)が使用した研究開発費は、
国の研究開発費全体の70%前後

日本の研究開発費

対GDP比率は
今でも世界最高水準
(3%以上)

主要先進5ヶ国の民間研究開発費の対GDP比率の推移

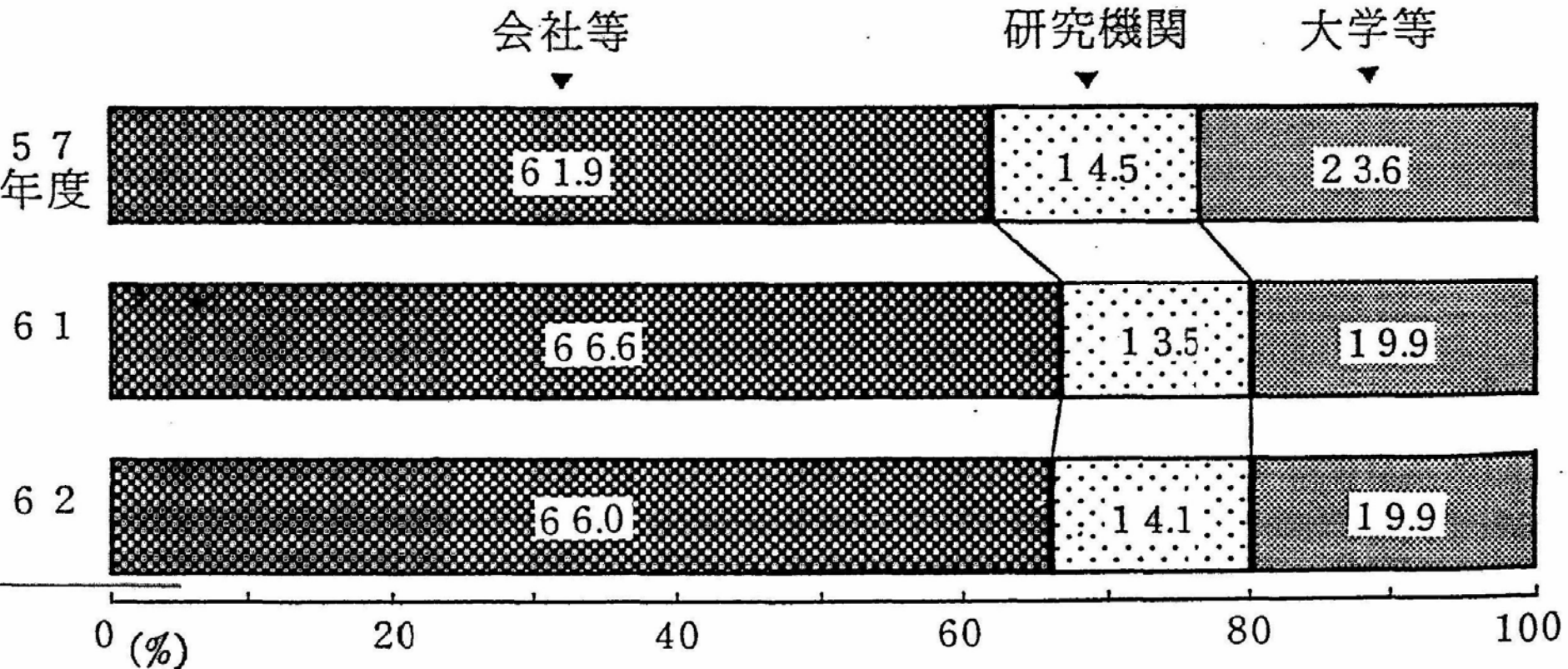


注：研究開発費の負担に関する政府、民間等の区分は次のとおり。

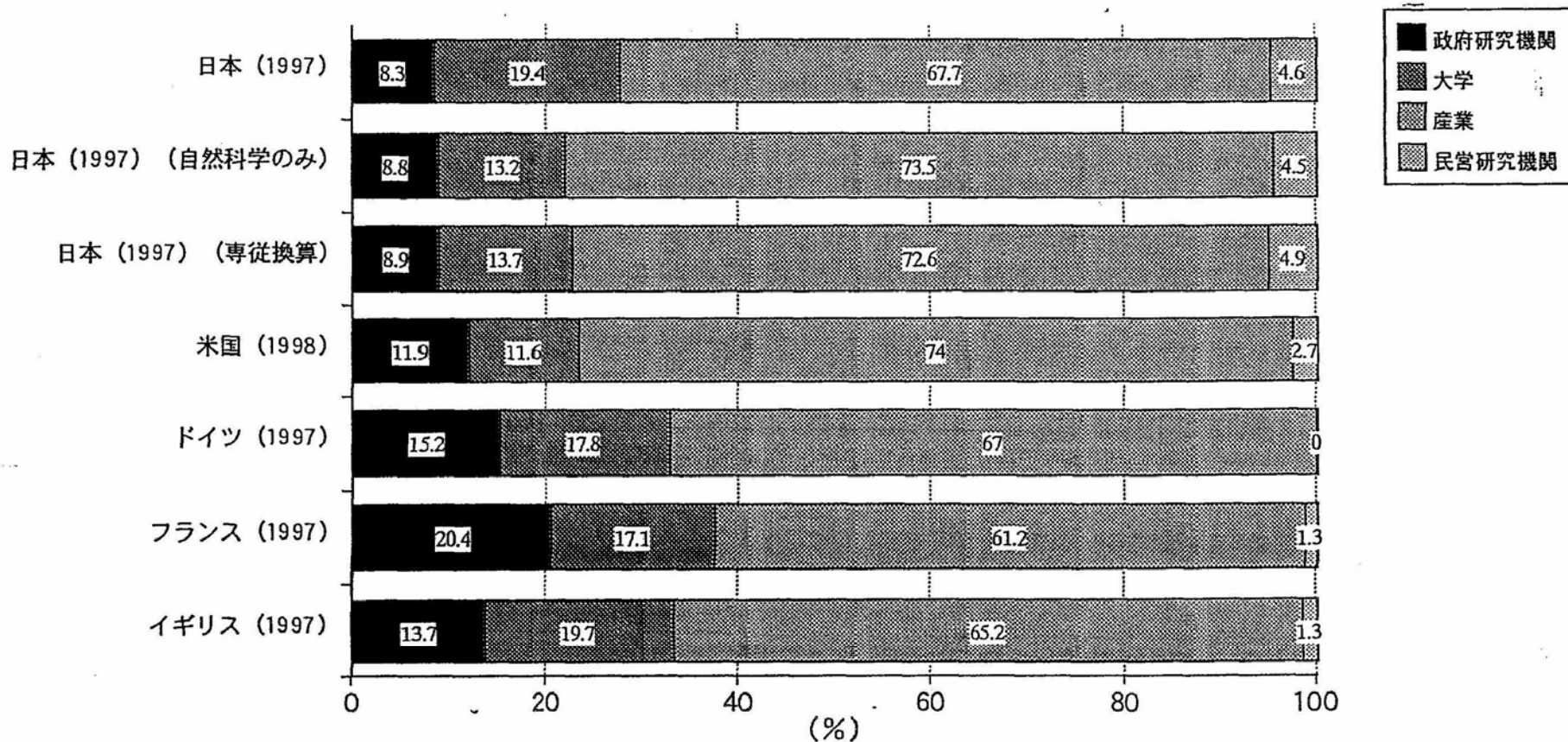
- 政府……………国, 地方公共団体, 特殊法人
- 民間
 - 産業……………会社, 民間研究機関
 - 大学……………私立大学

民間企業が国の研究費の3分の2を占める

研究主体別研究費の構成比



主要国における研究費の組織別使用割合



注) 1. 国際比較を行うため、各国とも人文・社会科学を含めている。

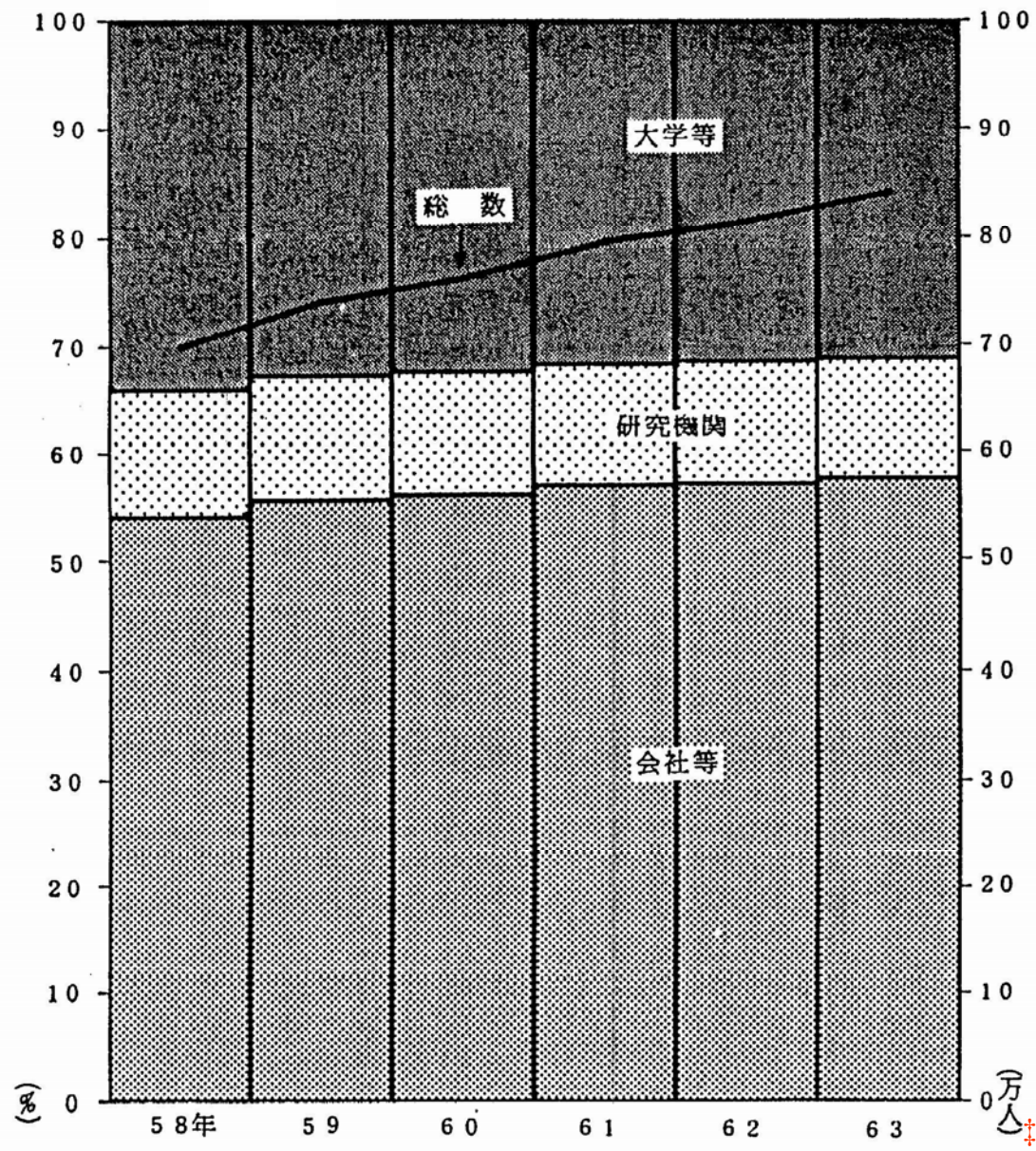
尚、日本については自然科学のみと専従換算の値を併せて表示している。

2. (1) 負担では政府と外国以外を民間とした。

3. 米国の値は暦年で暫定値、ドイツの値は暫定値である。また、ドイツの(2)使用の「民間研究機関」の研究費は、「政府研究機関」に含まれている。

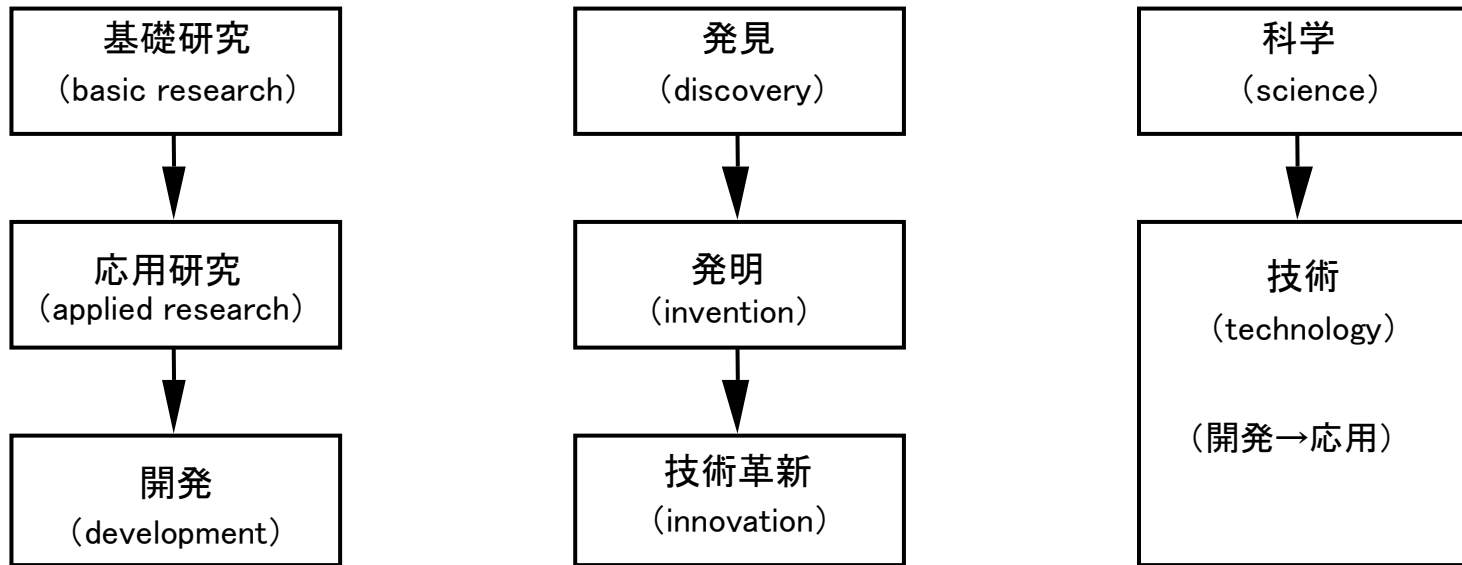
資料：科学技術白書（平成11年版）。日本（専従換算値）及びフランスはOECD「MAIN SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS」。

研究関係従事者数の推移



研究開発に関連した諸概念

図 R&D・イノベーション・科学技術の概念



注: □は知識ストック、→は知識・情報のフローを示す。
また「技術革新」は「発明」を包含する概念と見ることできる。

(1) 「研究」(R)と「開発」(D)

「**開発**」＝ 事業化・商品化を前提。新製品・新工程の設計、試作、実験など

「**研究**」＝ 事業化に直結しない新知識の獲得活動

「**基礎研究**」＝ 自然・社会現象に関する科学的知識の獲得そのものを目的

「**応用研究**」＝ 獲得された知識の現実への応用のための活動

(2) 「発見」と「発明」

「**発見**」(Discovery) = 自然・社会現象に関する新知識の獲得

「**発明**」(Invention) = 実用化(商品化)の潜在的可能性をもった製品、工程などのアイデア、スケッチ、試作品などを創造すること。**特許**の獲得

「**技術革新**」(Innovation) = 単なる試作品やスケッチにとどめず、初めての「**商業化**」(commercialization)に持ち込むこと

「**製品技術革新**」(プロダクト・イノベーション)

「**工程技術革新**」(プロセス・イノベーション)

(3) 「科学」と「技術」

「科学」 (Science) = 現象と現象の間の一般的な因果関係に関する合理的知識の体系

「技術」 (Technology) = 具体的なモノ(人工物)とその機能の間の因果関係に関する合理的知識の体系

科学と技術の関係が緊密になったのは20世紀に入ってから

科学者は論文を書くことにより成果を言葉で表現

技術者はモノによって成果を表現

現実には「基礎研究→応用研究→開発」「発見→発明→技術革新」「科学→技術」と**単線的(リニア)**に進むとは限らない

2. 製品開発のプロセス

「製品開発」(product development) = 市場で販売される新商品の
「製品設計情報」を創造する
ための企業活動

広義には、工程設計および生産工程の準備も含む。

自動車の例・・・比較的複雑な消費財である乗用車の製品開発

自動車の製品開発プロセス

「開発プロジェクト」= 特定のモデルを開発するための一連の
開発活動の束
数百名、3～4年

計画(プランニング)段階

「コンセプト作成」

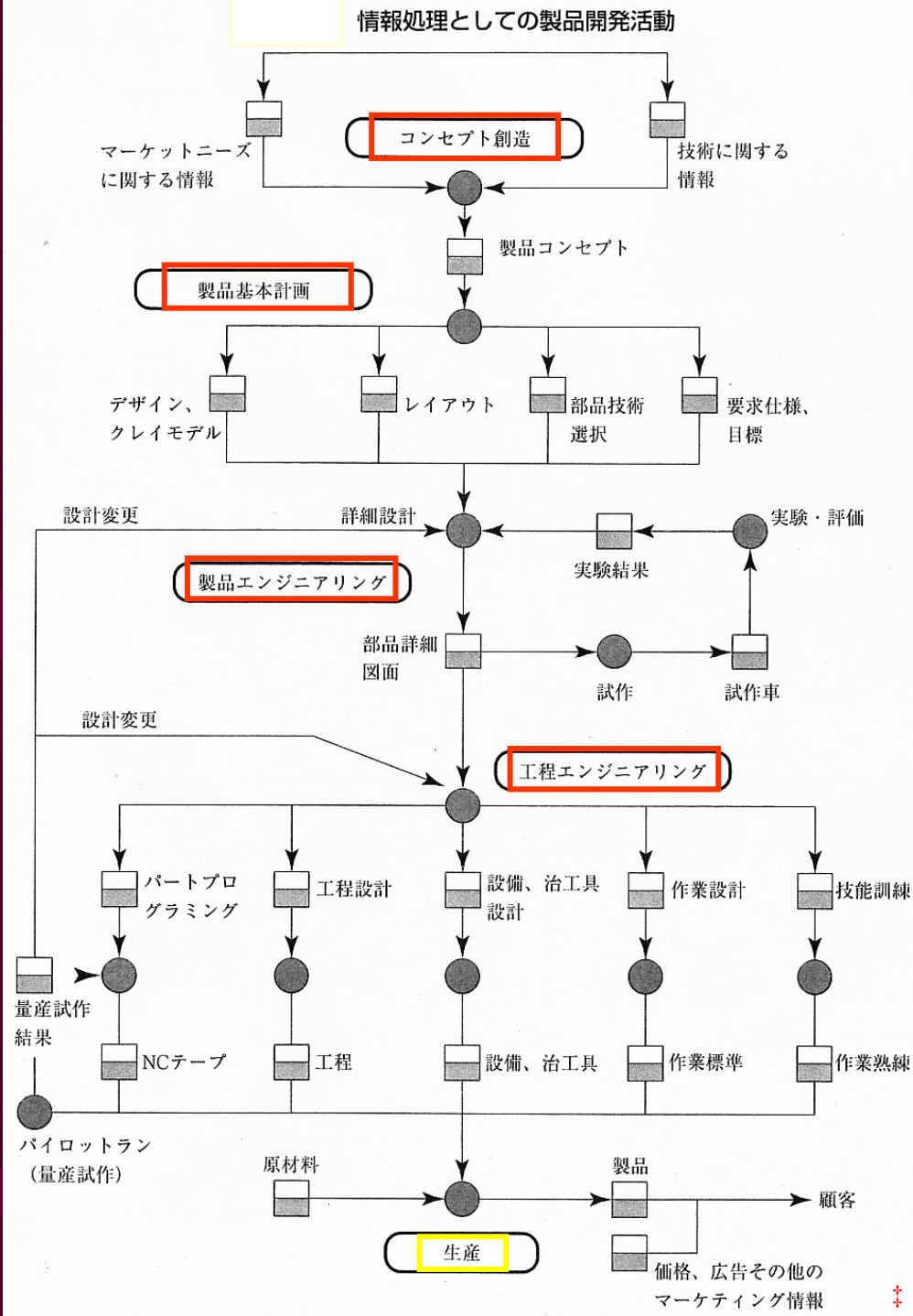
「製品基本計画」

本格的開発(エンジニアリング)段階

「製品エンジニアリング」

「工程エンジニアリング(生産準備)」

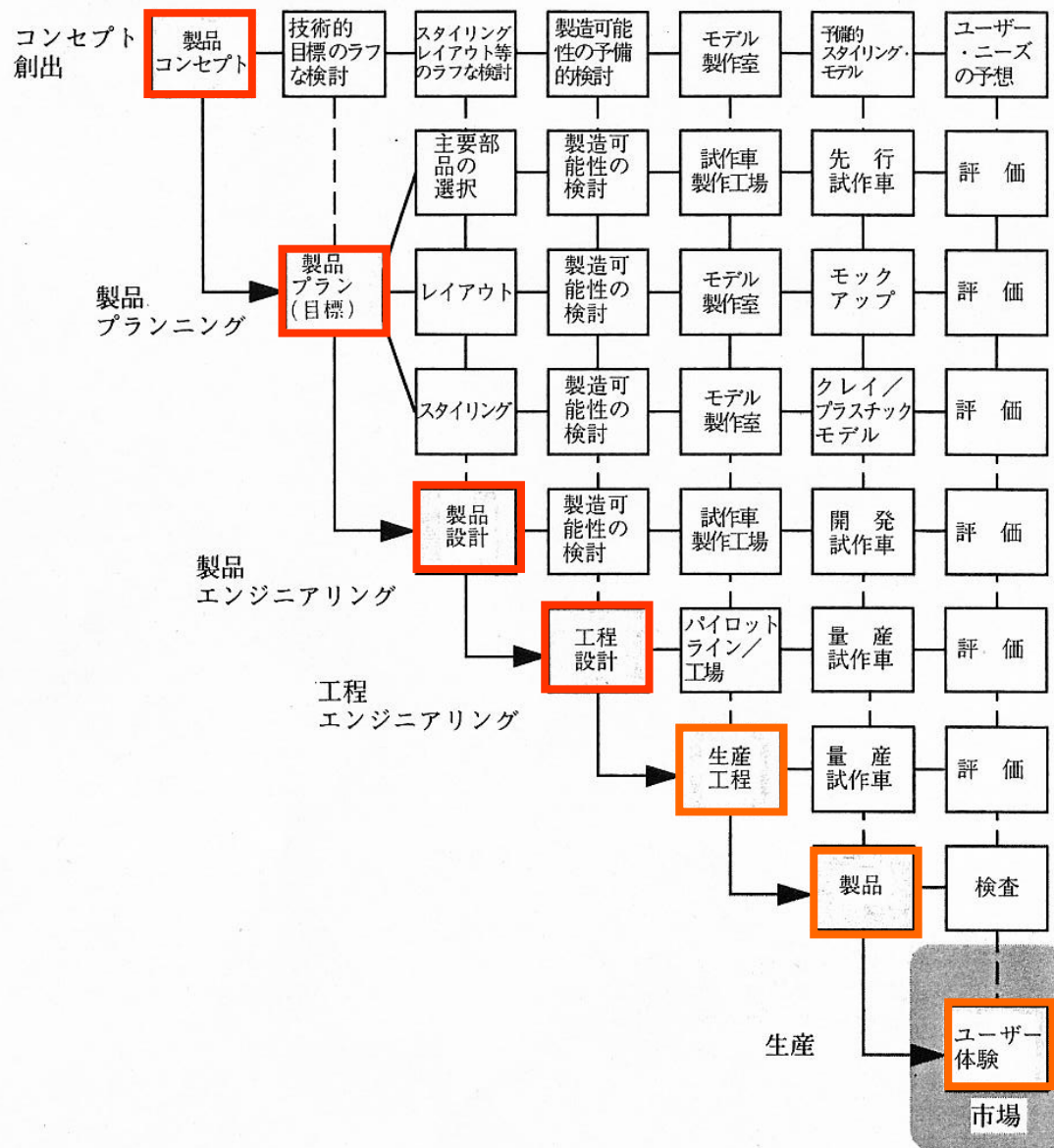
情報生産 プロセス としての 製品開発



藤本隆宏 『生産マネジメント入門』
日本経済新聞社 2001 (II p174 図13.3)

情報資産系統図（マップ）

製品開発は
問題解決
サイクルを
通じた
設計情報資産の
創造プロセスだ



(注) 水平方向の関係は問題解決サイクルを表し、垂直方向の関係はノウハウまたは情報資産の改良を表す。このマップにおいては、特定の情報資産は、近接の情報資産のみでなく、潜在的に同じ行および同じ列のすべての情報資産と結び付いているものと仮定している。また、製品プランニングの列は、主要部品の選択、レイアウト、スタイリングに関する3つのサイクルに同時に結び付いている。

(1) コンセプト作成:

「製品コンセプト」=
その新製品でいかに顧客の問題を解決し
顧客満足を達成するかに関するビジョン

ターゲット顧客を特定、ニーズ情報、顧客満足のおおまかな構想

文章、スケッチ、キーワード、ラフな製品仕様など
様々な様式で表現できる

例: ユーノス・ロードスター・・・「人馬一体」

(2) 製品基本計画

「基本設計」＝「機能設計」と、ラフな「構造設計」

「製品コンセプト」を翻訳

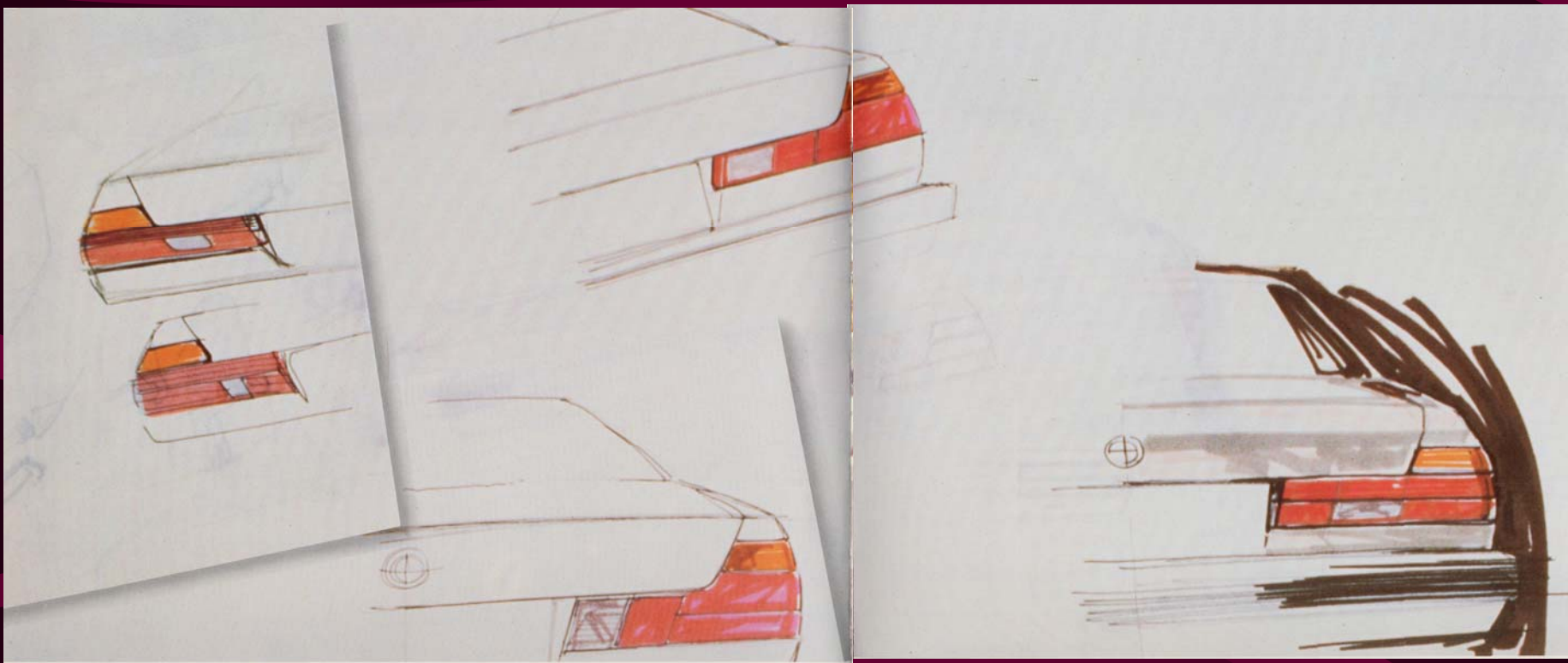
スタイリング、レイアウト、製品仕様（スペシフィケーション）、
部品の技術様式、など

経営トップの承認

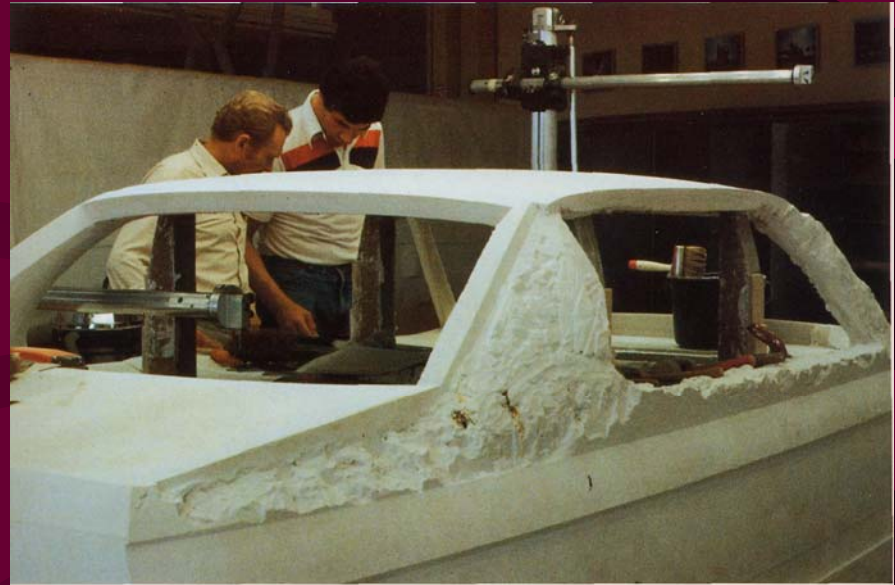
ユーノス・ロードスターの例：

「人馬一体」とを技術翻訳。短めの車軸距離、タイトな室内レイアウト、
旋回性能を優先した重量配分、走行性能重視のサスペンション形式など

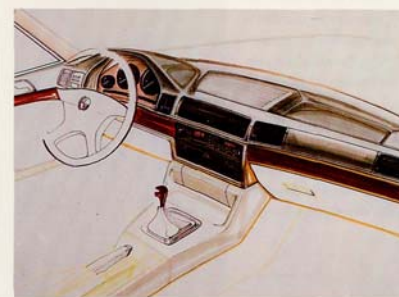
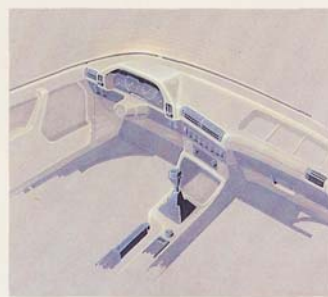
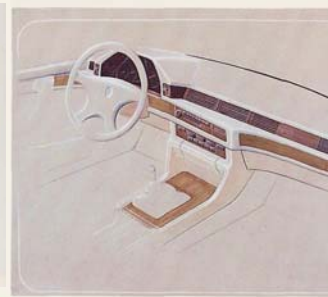
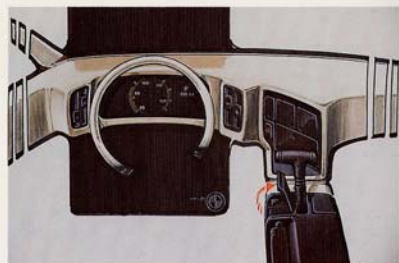
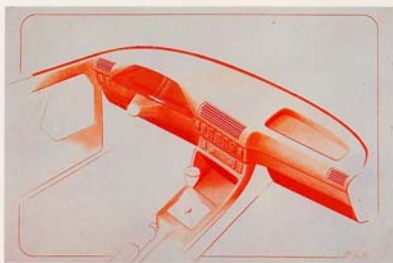
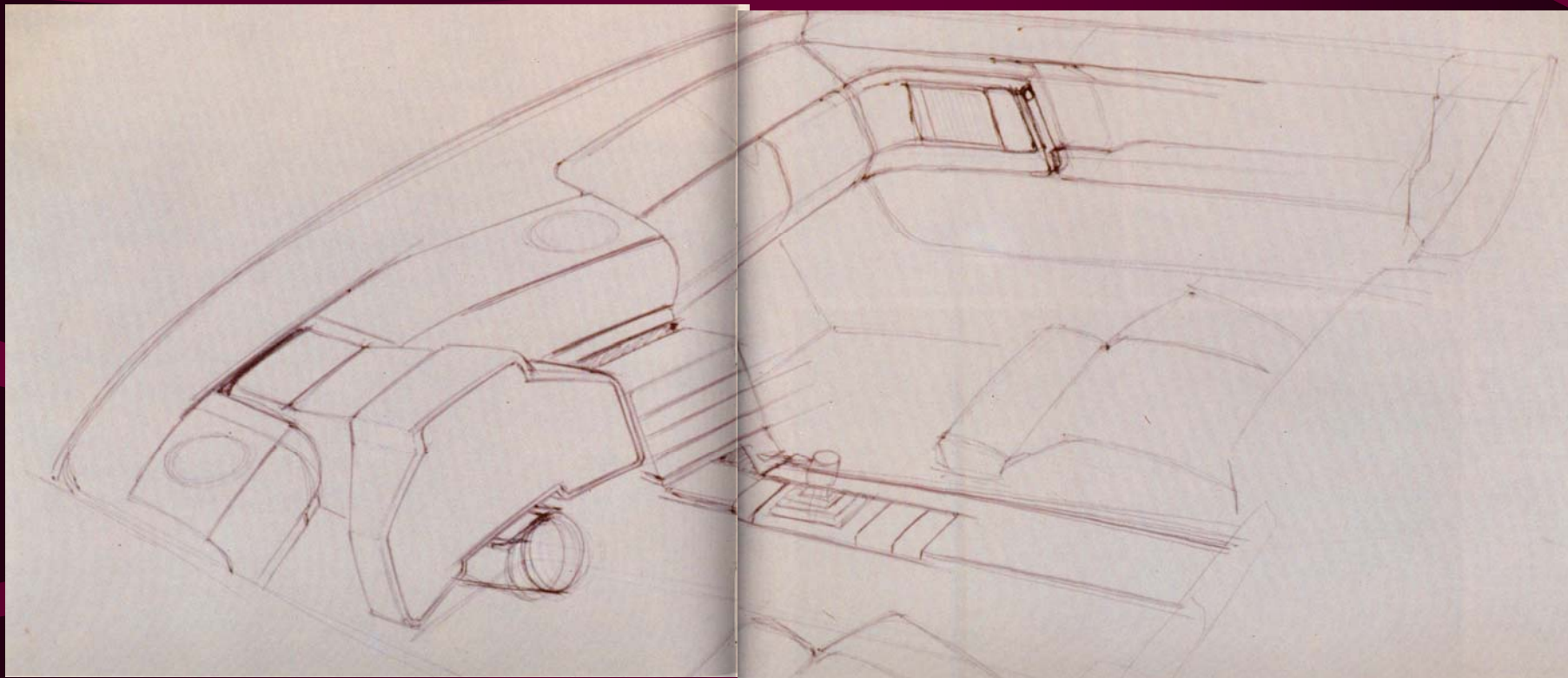
エクステリア・デザイン・スケッチ



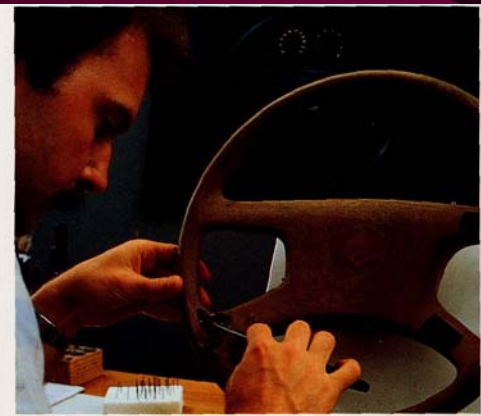
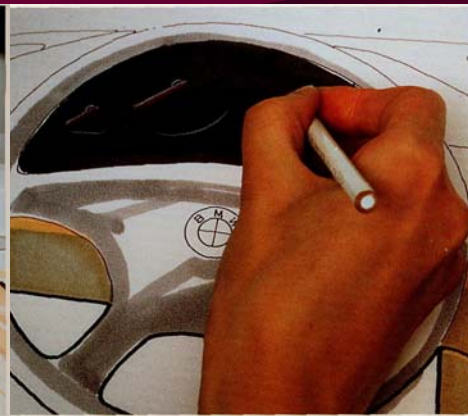
エクステリア・デザイン： クレイモデルによる3次元化



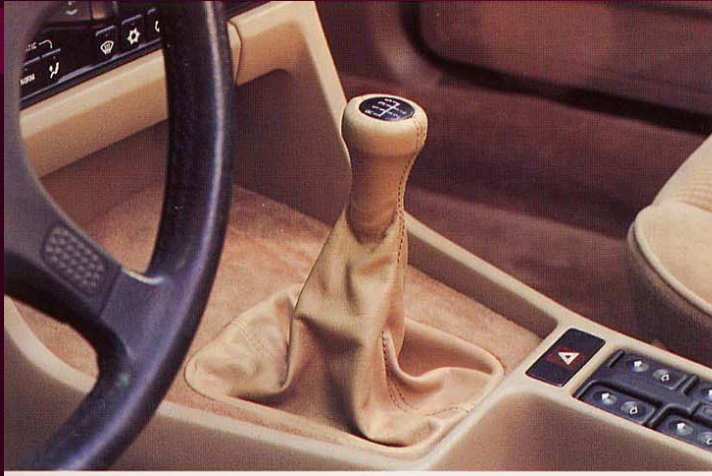
インテリア・デザイン・スケッチ



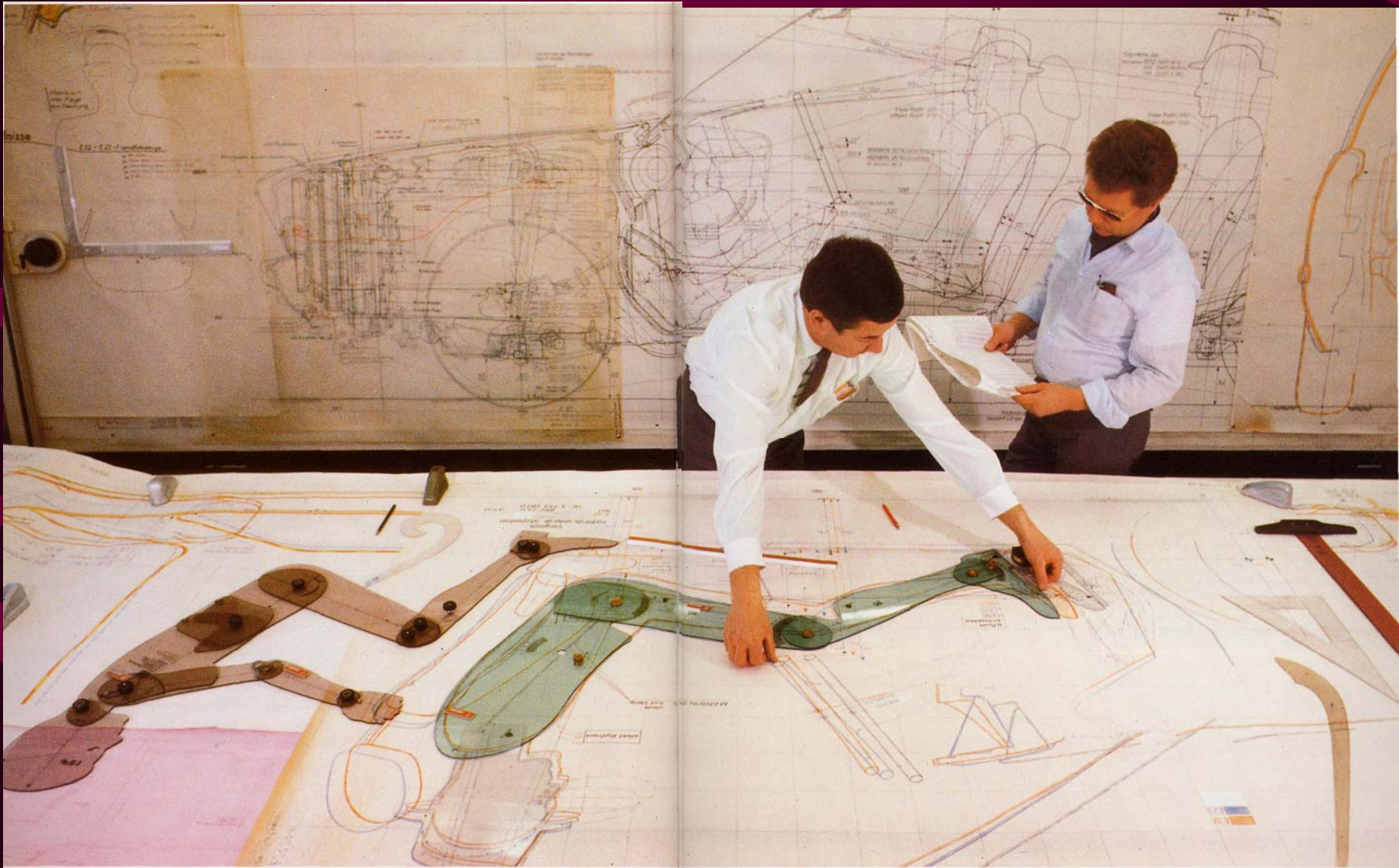
インテリアデザインとモデリング(3次元化)



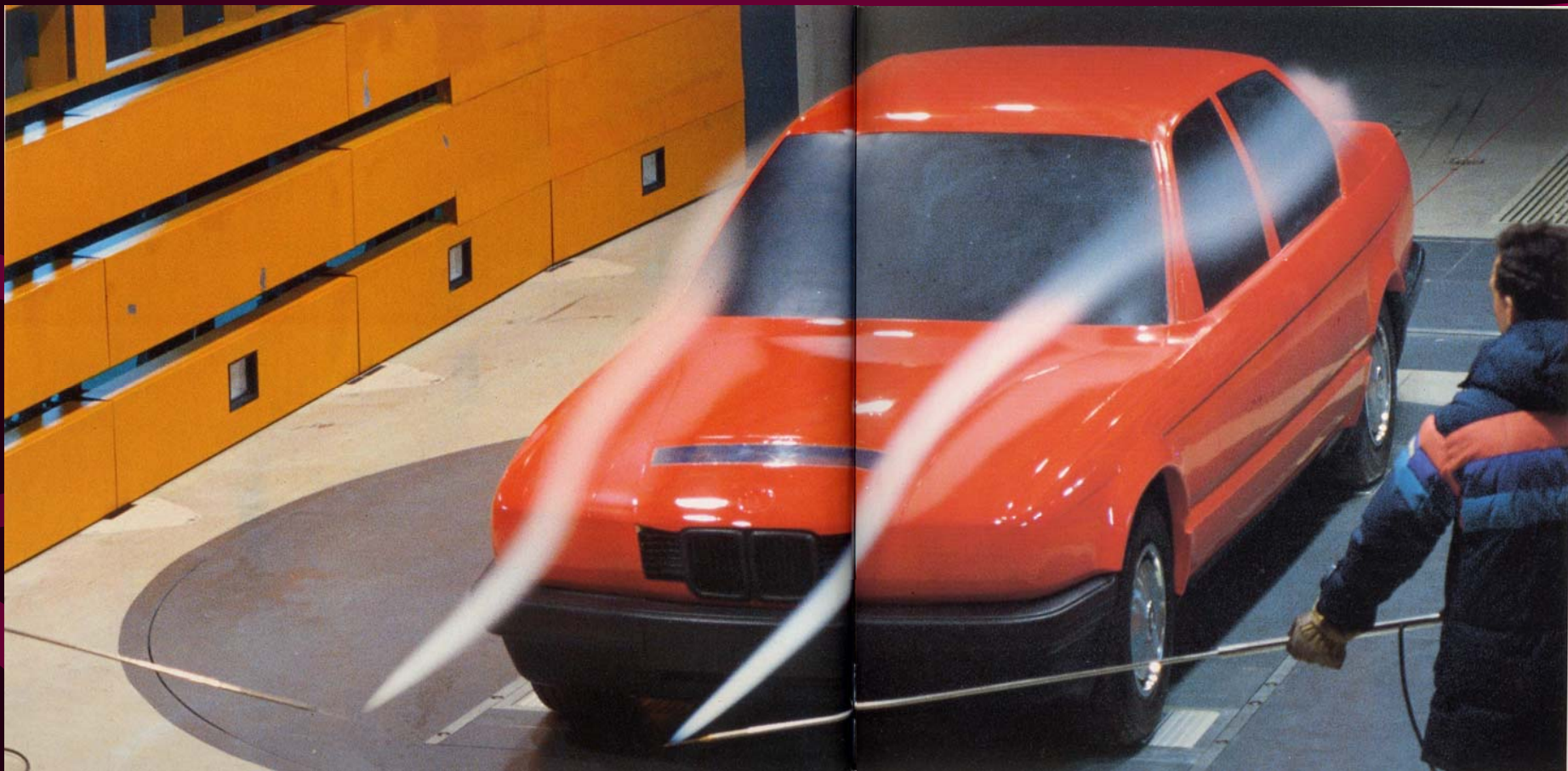
インテリア・モックアップ (見栄え評価のための3次元実物モデル)



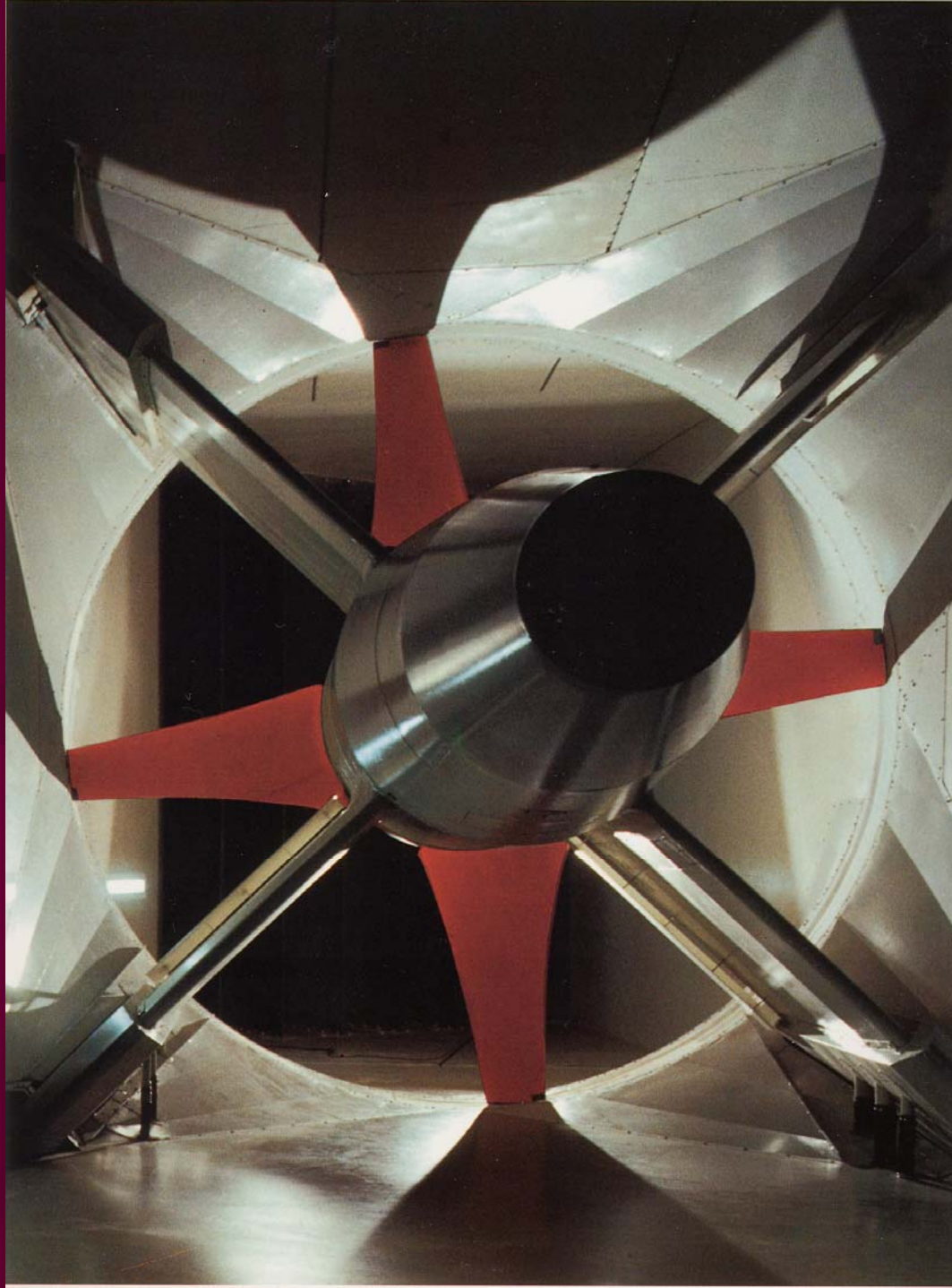
レイアウト図 (部品配置の基本設計)



クレイモデルによる空力(エアロダイナミクス)の評価



風洞実験設備



(3) 製品エンジニアリング

詳細設計・試作・実験のサイクル

この段階から、開発のための出費が急速に膨らむ。

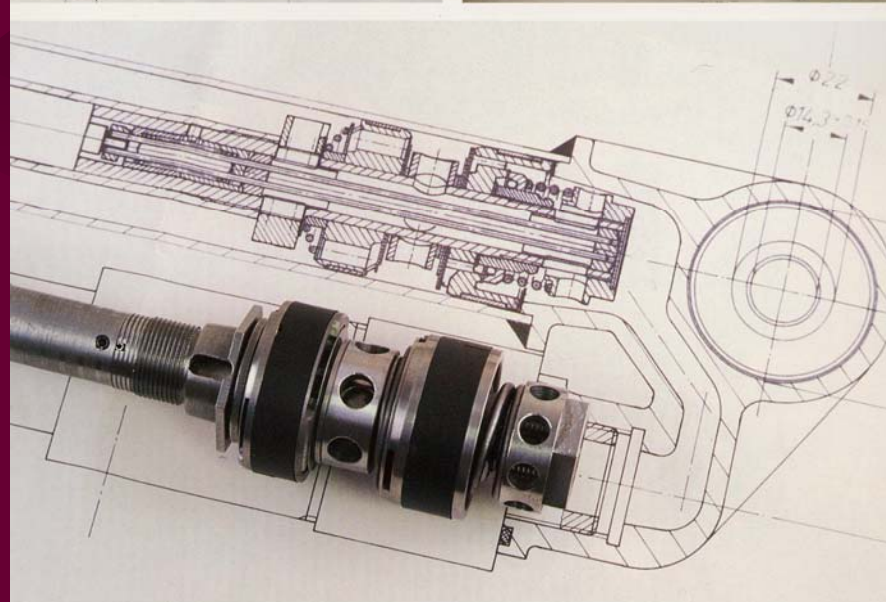
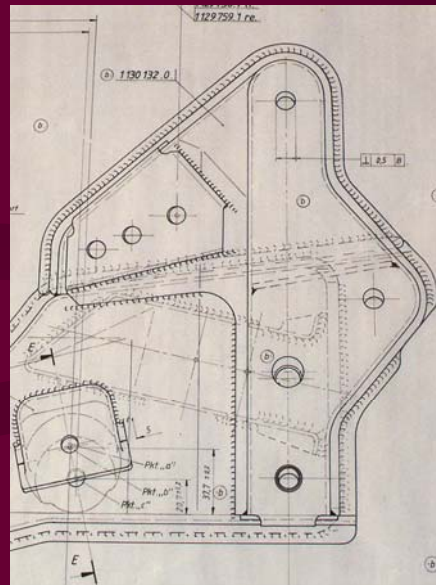
製品計画段階で設定された目標が達成されるまで、
設計・試作・実験の問題解決サイクルを繰り返す

製品の**詳細設計図面**・・・現在は、コンピュータ支援設計
(**CAD**)のファイル

エンジンの設計と開発試作



部品の詳細設計と開発試作（今は基本的にコンピュータ化）



開発試作車(車体)の製作・・・超熟練工の世界



開発試作車の 製作

手作り

(1台5000万円~1億円の世界)



第1号試作車 (1億円)



開発試作車を使った 実験・評価



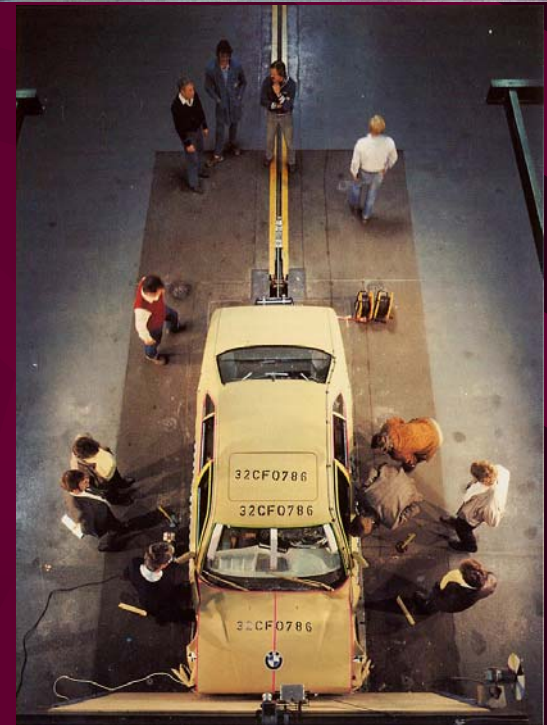
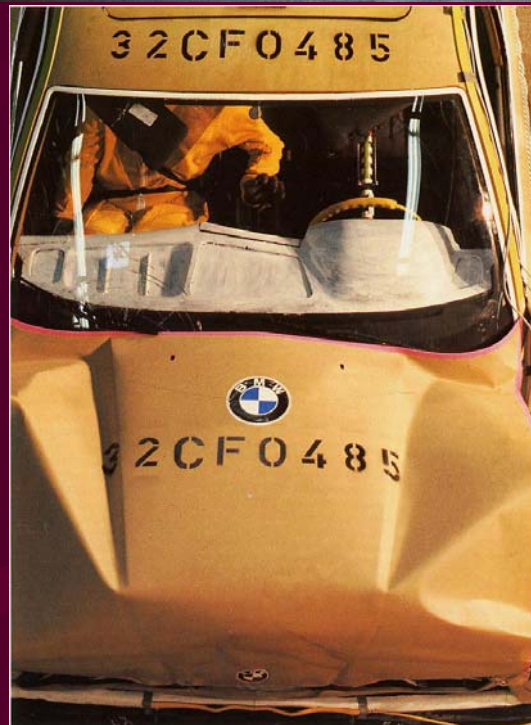
開発試作車を使った実験・評価



開発試作車を使った実験・評価（無響室を使った騒音実験）



開発試作車を使った
衝突安全性
の実験・評価



(4) 工程エンジニアリング

大量生産のための機械設備、治具、工具、金型、レイアウト、作業マニュアル、数値制御プログラムなどの情報資産を創造する

「生産準備」ともいう。

広くいえば、「パイロットラン」(量産試作)や「立ち上げ」も含まれる。

前の活動の成果(製品設計)が後の段階(工程設計)の前提条件となる
上流・下流の関係

実際には、期間的に重複・双方向的

部品メーカーや設備・金型メーカー等をも巻き込んだ
企業間の連携活動

先行技術開発

「要素技術」(部品や素材などに体化された技術)をあらかじめ
開発(「冷蔵庫」)

機能部品から成る機械製品の場合、「製品技術」は個々の構成
部品の中に「要素技術」として埋め込まれていることが多い。

・・・製品全体の開発とは切り離れた、
部品レベルでの「先行開発」

大型コンピュータの例：
製品の成功失敗が
新要素技術の成否にかかっている

イノベーションの一般モデル

製品イノベーションを「**情報処理**」「**問題解決**」の過程としてとらえる概念モデル

- (1) 「**アイデア創造**」(問題発見)
- (2) 「**問題解決**」(代替案の探索、評価)
- (3) 「**実施**」(implementation; 商業生産化)

の3段階

情報創造・情報処理システムとしての開発プロセス

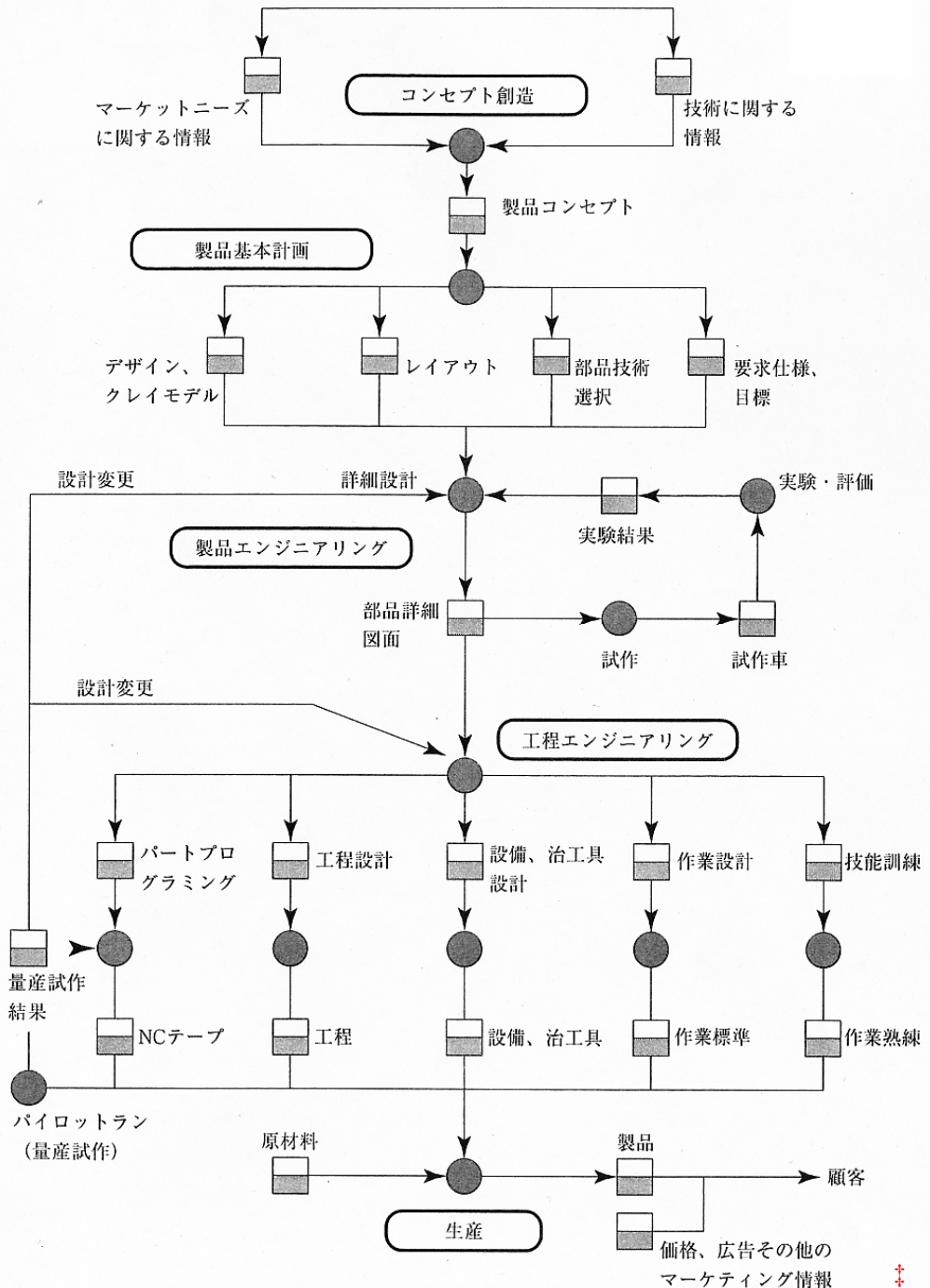
製品開発＝「情報創造・情報処理のプロセス」

市場ニーズに関する知識と技術的可能性に関する知識とが融合

商業生産のために必要な一群の情報ストックに翻訳

「製品設計情報のストックの一品生産」

情報処理としての製品開発活動



問題解決サイクルの束としての開発プロセス

「問題解決 (problem solving) サイクル」の束 (H.サイモン)

インプット = 達成すべき目標

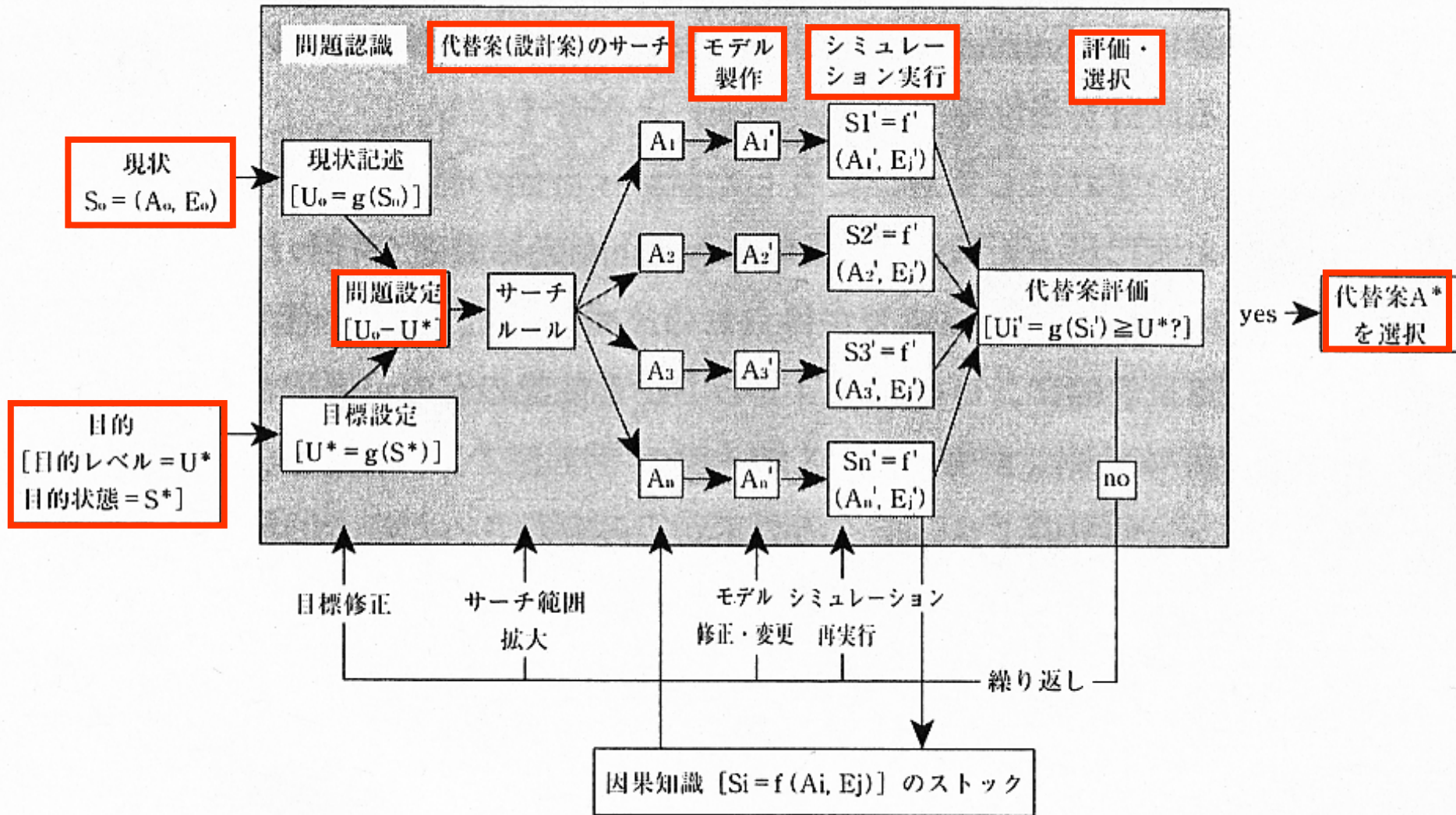
アウトプット = 目標達成のための手段 (解決策)

因果知識が不完全な場合...

代替案をサーチ (探索)、

各案の結果をシミュレーション (模擬実験)

標準的な (H.サイモン型の) 問題解決サイクル



図中において、 U = 効用、 S = 状態、 A = 人工物、 E = 環境、 f = 因果関係、 g = 効用関係を表す

例：自動車の「製品エンジニアリング」

インプット＝目標性能・仕様・スタイル・レイアウト

代替案としての詳細設計情報（図面やコンピュータ・ファイル）

詳細設計情報に基づいて試作、シミュレーションモデル（CAE）

試作品の実験・評価・・・

製品仕様達成をテクニカルにチェックする設計検証（verification）

商品性を顧客満足度の立場から評価する設計妥当性確認（validation）

目標未達成の場合は、上流に戻って設計変更（design change）

製品開発プロジェクト＝「相互に連結した問題・解決サイクルの複合的な束」

シミュレーションとしての開発プロセス

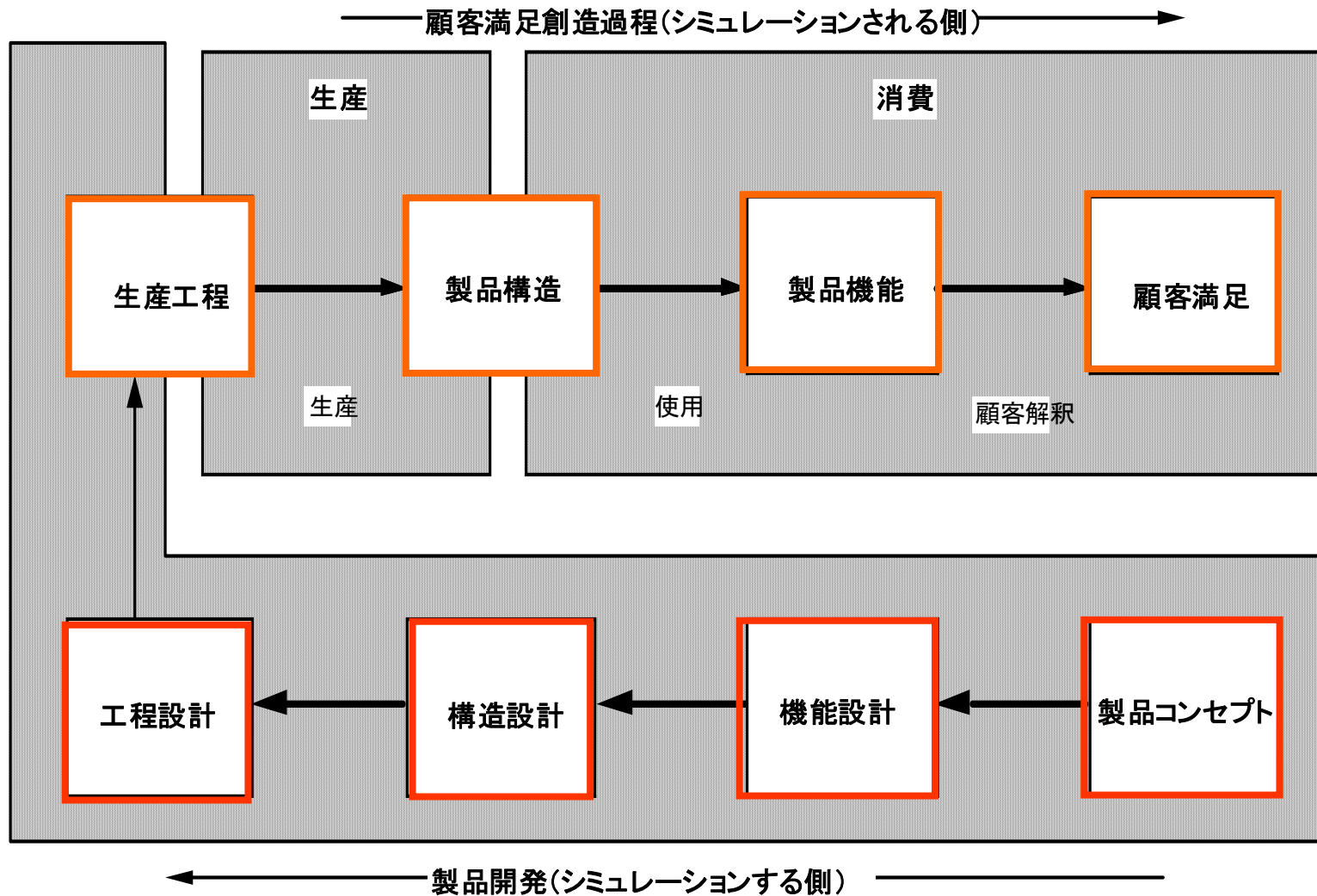
製品開発のプロセスは、
将来の顧客満足創出過程のシミュレーションである

「顧客満足創出過程」=生産・販売・消費からなる因果連鎖

製品開発プロセス=
いまだ実現していない顧客満足創出プロセスを
逆行して遡る形で、
事前に疑似体験(シミュレーション)すること

製品開発とは生産・消費プロセスを逆行してシミュレーションすること

製品開発過程と顧客満足創造過程(シミュレーションする側とされる側)



情報の面からみた開発・生産・販売の不可分性

「競争力」＝「製品に体化した情報の束が顧客に対して持つ影響力」

開発と生産は一体不可分のトータル・システム

開発と生産は共同で、製品を媒介にした市場への情報発信をおこなう

開発と生産を結ぶ鍵は「製品設計情報」

- (1) **製品開発**＝ 市場情報と技術情報を結合して
新しい製品設計情報を創造
- (2) **生産**＝ 工程に配備された製品情報を材料の上に転写
- (3) **販売・マーケティング**＝ 製品に体化された情報を実際に**発信**し、
消費者にまで伝達

したがって、開発・生産・マーケティングの連携プレーがポイント

開発と製造:パターンの類似性

製造(JIT-TQC型)

開発(高スピード・高効率型)

プロセス・フローのパターン

- ・ 頻繁な段取り替え
- ・ 短いスループット・タイム
- ・ 工程間の仕掛かり品在庫の低減
- ・ 上流工程から下流工程への部品の「一個流し」(バッチ処理でない)
- ・ 下流工程の不具合・問題点の迅速なフィードバック
- ・ 速い生産問題解決サイクル
- ・ 上流工程の活動は下流の需要により誘発される(プル・システム)

- ・ 頻繁なモデル切り替え
- ・ 短い開発リードタイム
- ・ 開発ステップの間の情動的在庫の低減
- ・ 開発の上流から下流への情報の頻繁な発信(バッチ処理でない)
- ・ 開発下流の潜在的な問題点の早期発見とそのフィードバック
- ・ 速い開発問題解決サイクル
- ・ 開発上流の活動は製品発売期日(最下流の要請)によって動機付けられている

組織能力

- ・ 品質・生産性・納期の同時改善能力
- ・ 販売可能な製品を検査・やり直し抜きで生産する「品質作りこみ能力」
- ・ 生産量・プロダクトミックス・モデルチェンジに対するフレキシビリティ
- ・ 作業員に対する幅広い職務割り当て(多能工化)による生産性向上
- ・ 作業員の能力および心構えが、継続的改善と迅速な問題解決を指向している
- ・ 在庫削減が、問題解決と改善のための情報の流れを強制的に生み出す

- ・ 設計品質・開發生産性・開発期間の同時改善能力
- ・ 作り勝手の良い製品をあらかじめ設計する能力
- ・ 製品設計、開発スケジュール、その他目標変更に対するフレキシビリティ
- ・ 技術員に対する幅広い職務割り当てによる生産性向上
- ・ 技術員の能力および心構えが、頻繁な製品・工程改良を指向している
- ・ 開発期間削減が、問題解決のための上・下流間の情報の流れを強制的に生み出す

生産とR&Dの2分法を超えて

「生産は効率、R&Dは柔軟性を重視」??

「生産は集団の規律、R&Dは個人の独創性が重要」??

「生産は機械的組織、R&Dは有機的組織が適する」??

…否。

R&Dと生産機能は、2極化しているというよりは、一つのスペクトル。

製品開発＝情報ストックの一品生産

JIT-TQC型の生産システム＝改善（継続的 engineering イノベーション）がビルト・イン

両者の間には共通点が多く見られる（s）

3. 製品開発の組織

共同問題解決パターンとしての開発組織

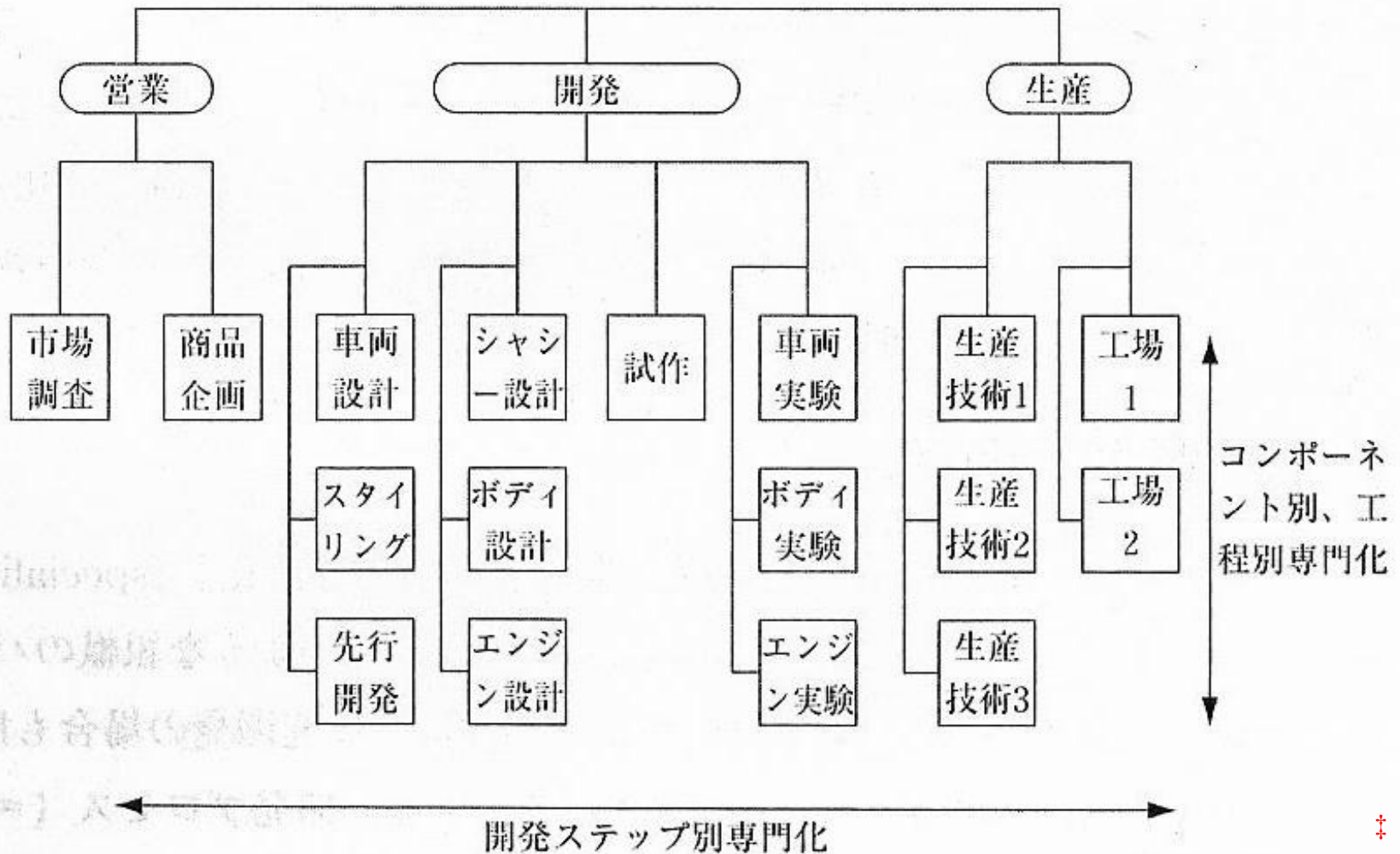
現代の新製品開発は複数の人間の共働作業・・・共同問題解決

現代企業の製品開発活動は繰り返し性の高い「ルーチンの活動」が主体

製品開発組織は、共同問題解決のルーチンの適用を通じて、
開発パフォーマンスに寄与する

- (1) 個別プロジェクトレベルでの開発組織の分化と統合、
- (2) 複数プロジェクト間の統合、
- (3) 多角化企業における全社レベルでの研究所群の編成と管

開発組織における部門分割：自動車の典型例



専門化と統合化

組織設計の基本的な軸・・・

「部門別専門化」(Specialization)

「部門間調整」(Coordination)

(1) 専門化:

開発段階別(機能別)

製品グループ別

部品別に設計部門が分かれることも

(2) 統合化: ...部門間調整のための部門横断組織

規則・計画などによる事前調整

垂直的調整 (ヒエラルキー)

部門間連絡調整役 (リエゾン)

タスクフォース (臨時的な部門間調整チーム)

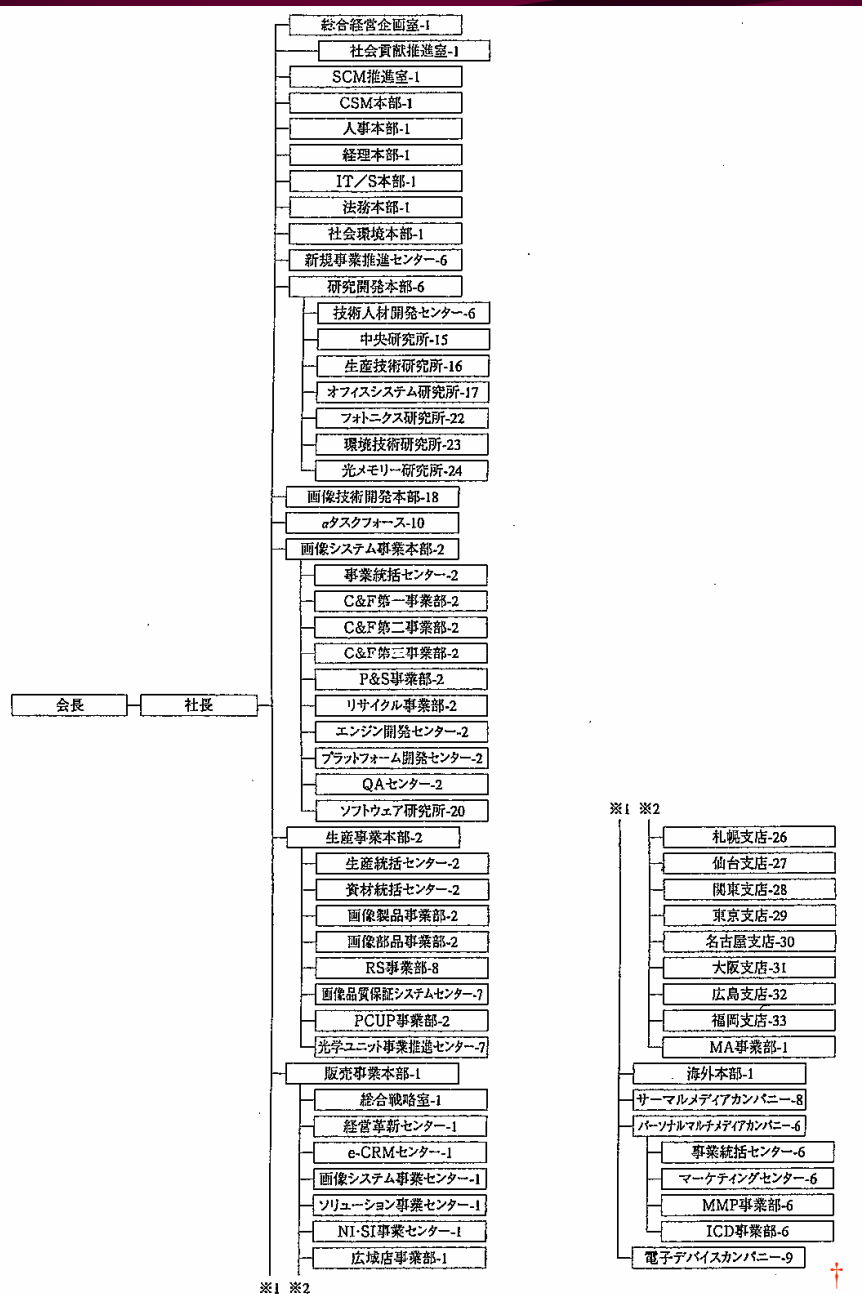
プロジェクト・チーム (プロジェクトを通じた部門間調整組織)

プロダクト・マネジャー (プロジェクト推進・調整役)、

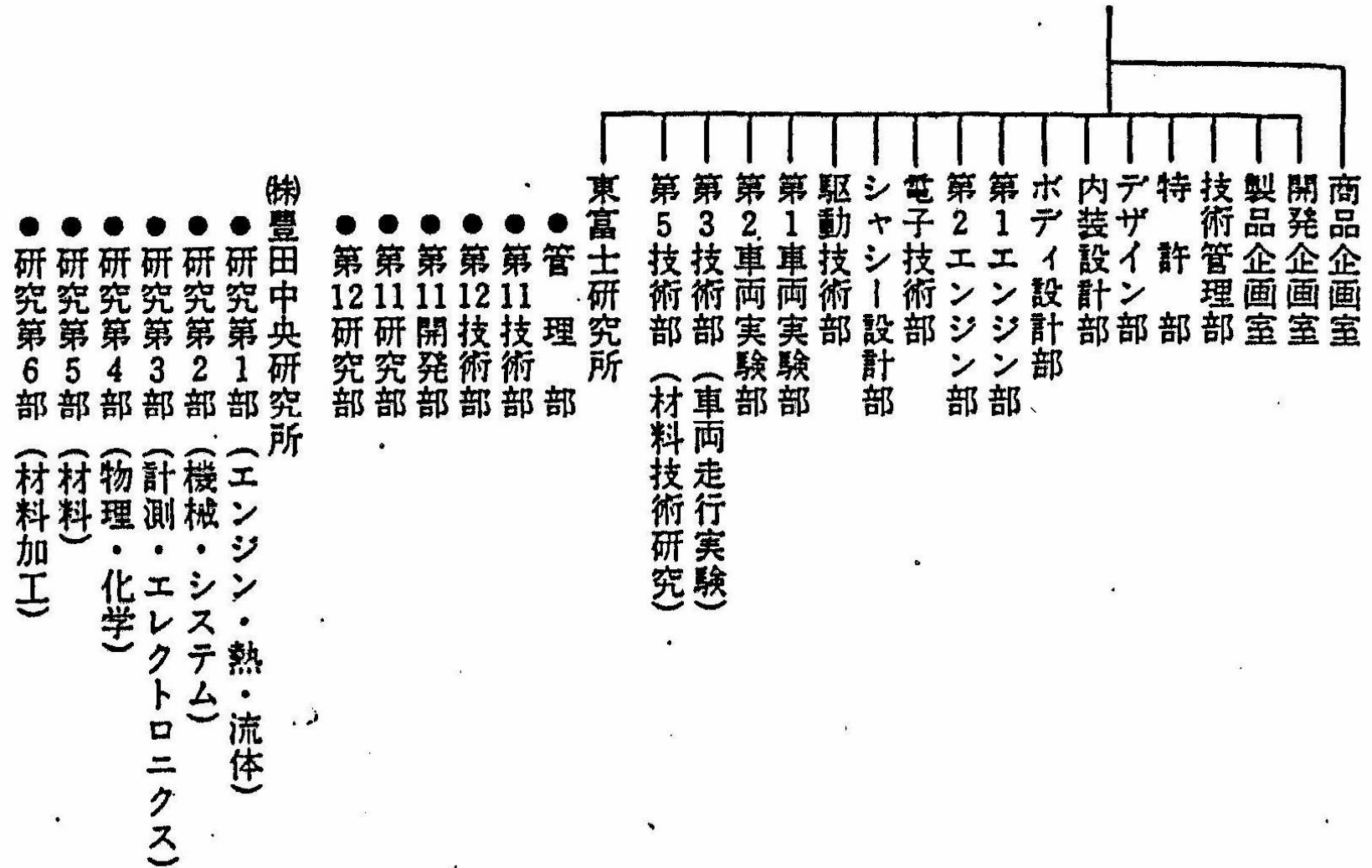
マトリックス組織

新製品開発の組織

株式会社リコーの組織図



トヨタの研究・開発組織 (昭和63年 6月現在)

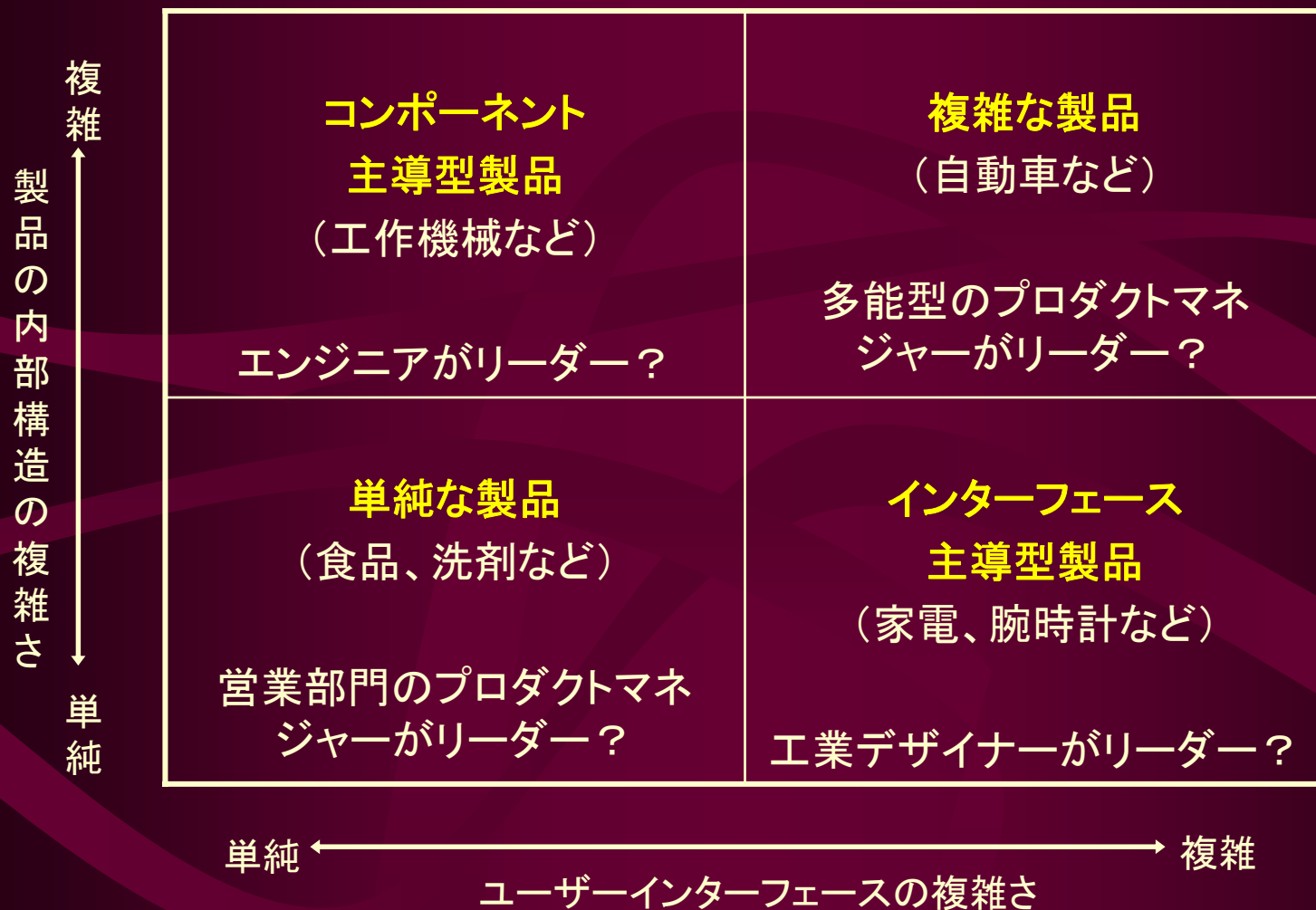


新製品開発のためのプロジェクトチーム

開発のためのプロジェクトチームが成功する要件は何でしょうか。重要な項目の番号に7つまで○をつけて下さい。

	選択率 (%)
1. トップの理解とはげまし (トップのリーダーシップ)	71.43
2. 目標が明確・開発テーマが明瞭・責任が明確	86.34
3. 社内ベンチャー的運用・リーダーに任せ、権限を与える	24.84
4. チームのリーダーが優秀 (積極性・確信・問題把握が適確・資源獲得)	62.73
5. チーム・メンバーの質と量 (各分野のすぐれた専門家)	44.72
6. チーム・メンバーのチームワークが良く、情熱と執念を持つ	47.83
7. 専任のチームとする	34.78
8. チーム・メンバー及び他部門に能力と技術がある	30.43
9. ニーズに適應する情報収集、他社の動向を知る	48.45
10. 関係部門との調整・協力関係 (特に生産・営業との連動、コンカレント・エンジニアリング)	49.07
11. 社内コンセンサスがある	36.02
12. 資源の投入が充分 (充分な予算がある)	34.16
13. その他 (具体的に)	0.62

製品のタイプとプロジェクトリーダーのタイプは連動する？



日本の製品開発組織の特徴

1980年代日本の製造企業は欧米企業に比べ、
部門別専門化の度合いが低く、
部門間横断組織はより発達している傾向があった。

その後、こうした幅広い職務範囲と
比較的強いプロジェクト・マネジャーを特徴とする
日本型の製品開発組織が、自動車産業などを中心に
欧米企業へと伝播していった。

「擦り合わせアーキテクチャ」の製品では、日本的な統合型組織能力を持つ
製品開発パターンが世界のスタンダードであった。

「擦り合わせアーキテクチャ」対「モジュラー・アーキテクチャ」の区別

部門間の連携調整がより重要なのは
擦り合わせ(インテグラル)アーキテクチャ製品」

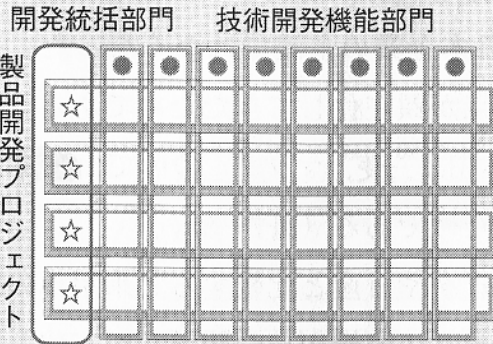
マルチプロジェクト組織の設計（延岡）

複数の製品開発プロジェクトの束をうまく組織化し運営していく必要がある
・・・「マルチプロジェクト組織」

図 7-2 製品開発組織の現状タイプ

MULTI PROJECT STRATEGY

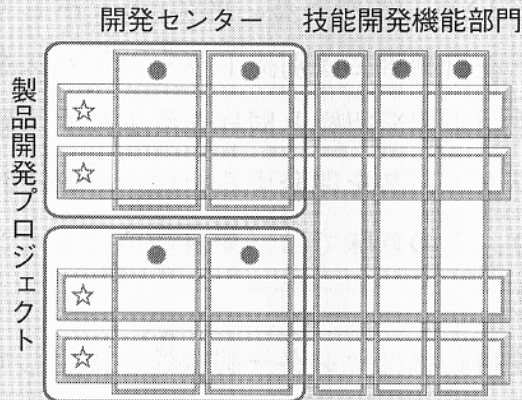
(1) 伝統的マトリクス組織（三菱）



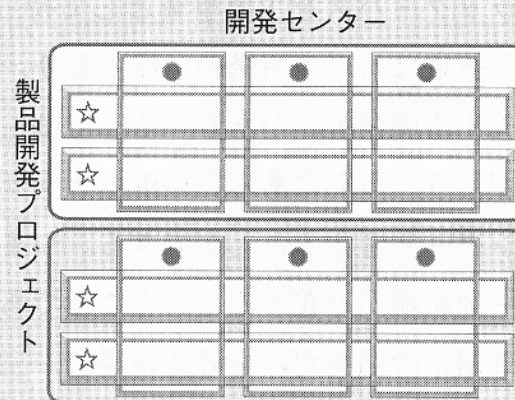
(2) プロジェクト組織
（クライスラー，本田）



(3) 準センター制組織（日産，マツダ）



(4) センター制組織
（トヨタ，フォード）



☆ プロダクト・マネージャ

● 機能部門長

多角化企業の全社的研究開発組織

全社的に集中的な研究開発部門をもつか(集中型)

事業部別に分権的な開発組織をもつか(分散型)

本社集中型・・・全社的R&D能力の結集、事業横断的な
研究開発の促進、部門間のR&D投資
重複の回避

事業部分散型・・・各事業部の要請への柔軟・迅速な対応、
小回りのきく開発体制

この選択は微妙

開発のための恒常的組織

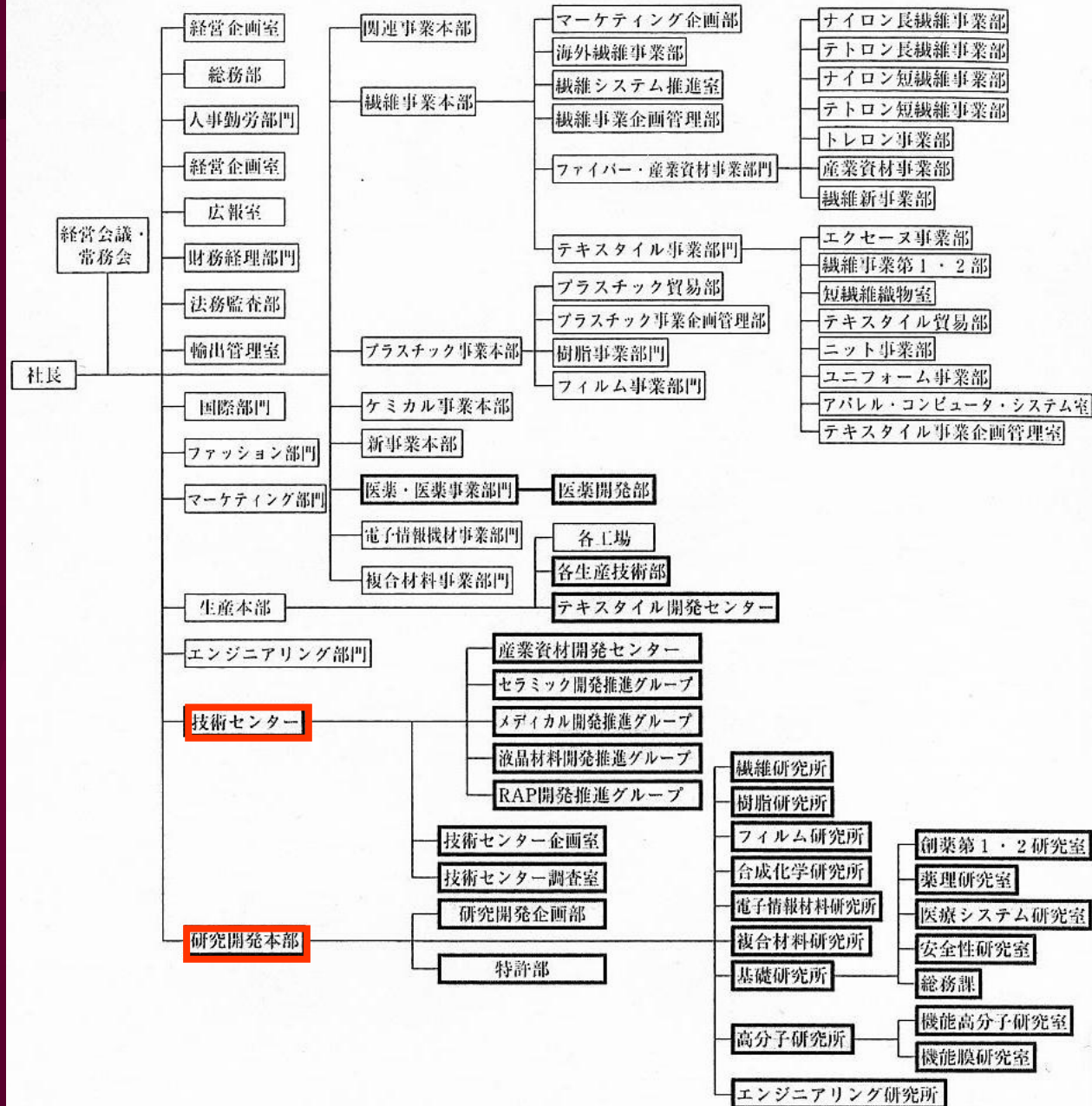
「貴社には次の組織がありますか」

	選択率(%)
(1) 企画部	67.08
(2) 本社開発部(新事業探索を主とする)	51.55
(3) 本社開発部 (技術研究の計画と管理を主とする)	62.73
(4) 開発を担当する営業部門	18.01
(5) できたばかりの新事業を集中して特別に育成する部門	21.74
(6) 本社直属技術研究所	42.24
(7) 事業部の開発部(新事業探索と開発を主とする)	40.99
(8) 事業部の開発部 (設計を主とする)	48.45
(9) 事業部の技術研究所	22.36
(10) 新製品を技術的に評価する特別の委員会	34.16
(11) 新製品を経済的に評価する特別の委員会	18.63

[関連質問] 「貴社の国内組織は次のどれですか」

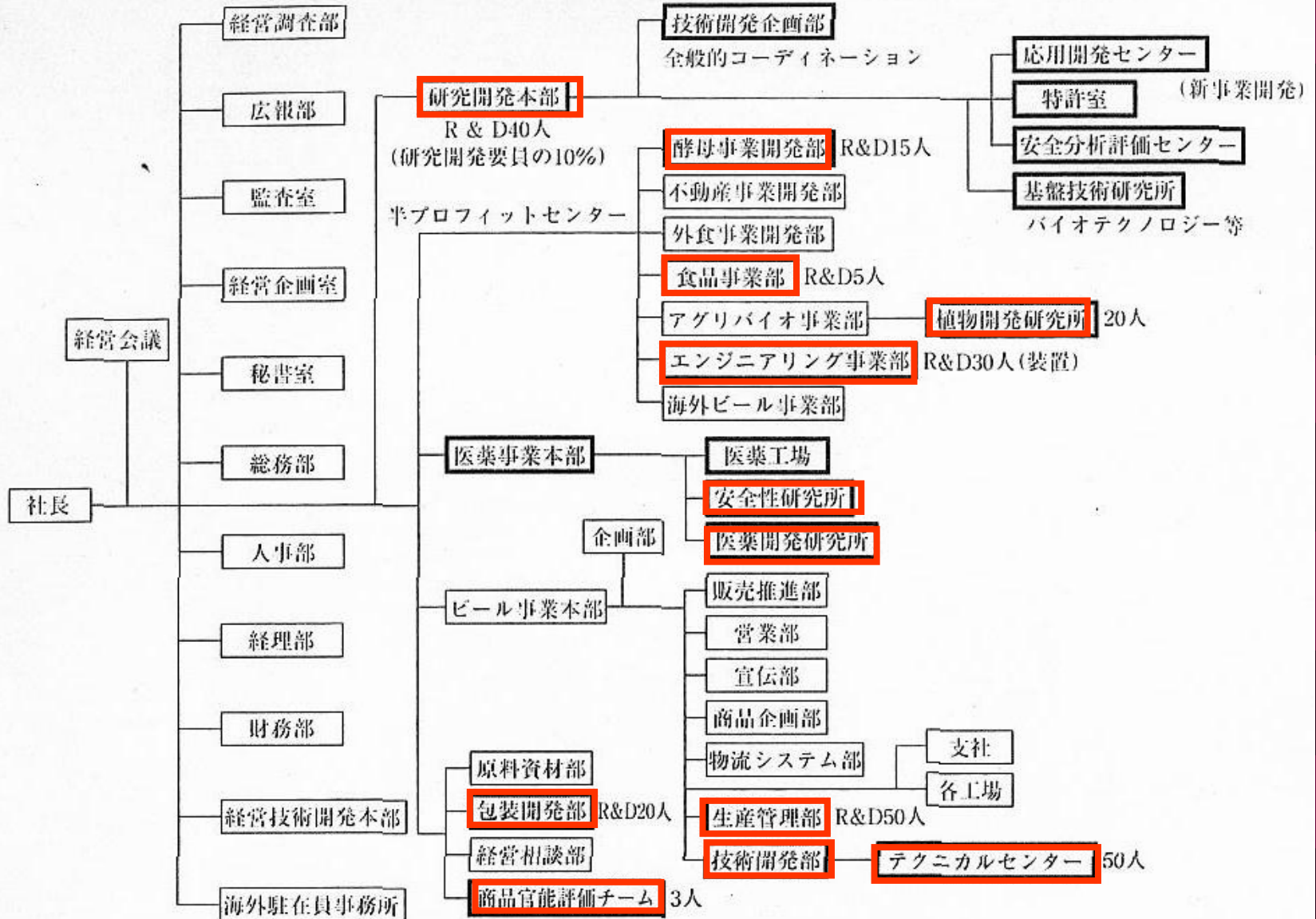
(12a) 製品別事業部制	67.93
(12b) 地域別事業部制	7.55
(12c) 主力製品は機能別、従性品は事業部制	3.77
(12d) 機能別組織	20.75

東レの研究開発組織 (1990年) : やや集中型



注：太線は広義の研究開発部門（研究、製品開発・生産技術）を示す。一部は省略した。

キリンのビール研究開発組織 (1991年) : ほぼ分散型



注：数字はR & D要員（全社で約400名）の大体の内訳。太線は広義の研究開発部門（研究、製品開発・生産技術）を示す。一部は省略した。

基礎研究組織と開発組織の分化

基礎研究所と応用・開発研究所の業務分担をいかに維持するか

基礎研究所の成果をいかにスムーズに応用・開発研究所に移転するか

戦後日本の製造企業の場合・・・

1960年代「中央研究所ブーム」、
1980年代「基礎研究所ブーム」

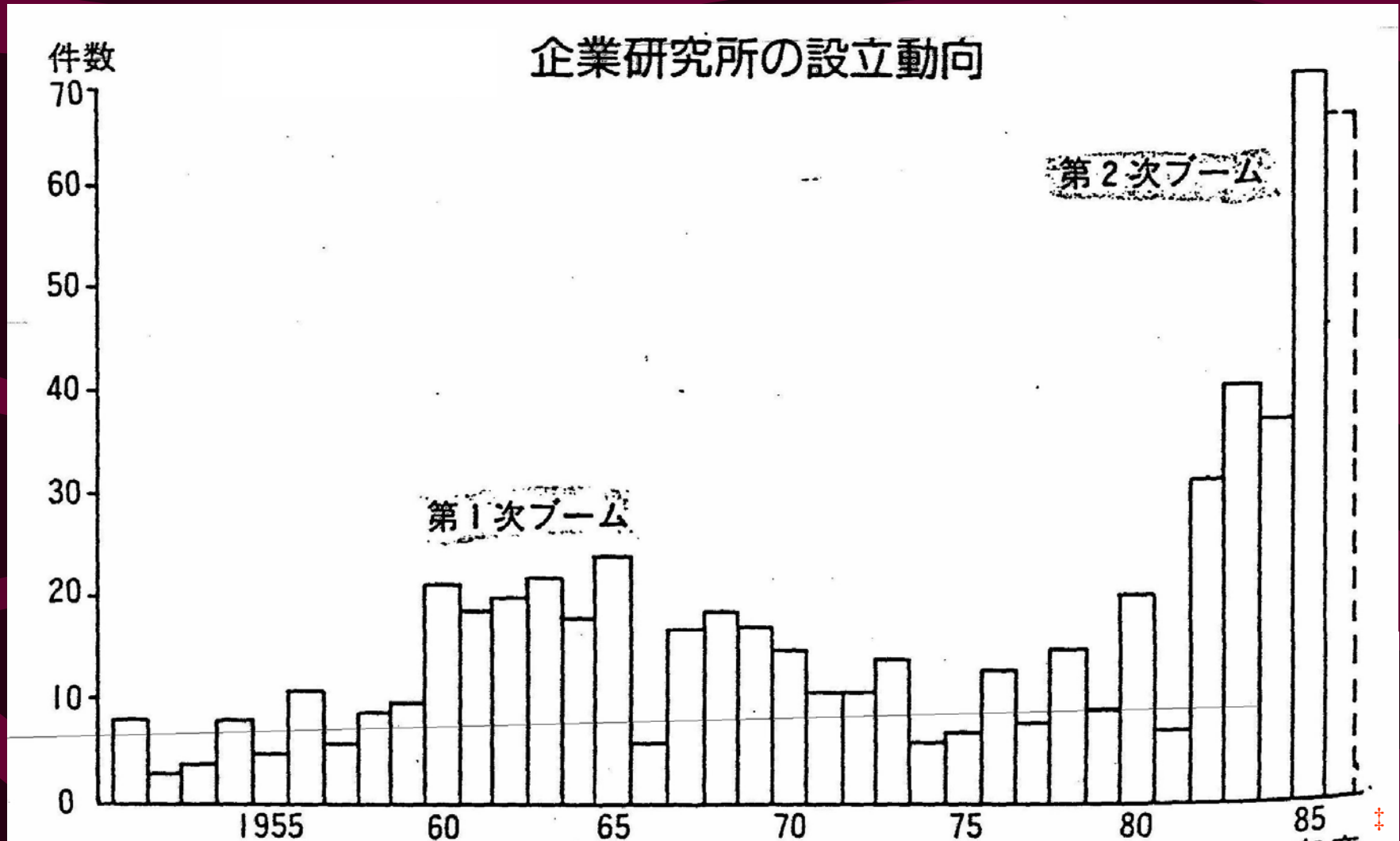
基礎研究所がいつの間にか

応用研究や開発のための施設に変貌してしまう傾向

基礎研究所の「漂流」現象

研究から開発へのトランスファー・・・研究者本人が下流に移ってしまう

中央研究所ブームと基礎研究所ブーム



資料:工業技術院調査(1987年3月)

出典:今野浩一郎 福谷正信『こういう組織が技術者を活かす』日本実業出版社 1991 (p23)

最近の研究所設立の事例

	企業名	研究所名	設立年月
食品	雪印乳業	* 生物科学研究所	1983. 5
	エスビー食品	中央研究所	83. 8
	キリンビール	開発科学研究所	83. 9
	サッポロビール	中央研究所	84. 4
	明治乳業	* ヘルスサイエンス研究所	84. 8
	森永製菓	総合研究所	84.10
	日本冷蔵	* バイオテクノロジー研究部門	84.12
	森永乳業 味の素	* 新技術研究所 * 基礎研究所	85. 7
化学	三菱レイヨン	東京研究所	83.12
	日本触媒化学	ポリマー加工研究所	84. 3
	昭和電工	微粉研究センター	84. 3
	日本油脂	* 筑波研究所	84. 7
	日本化薬	* 生物化学研究所	84. 8
	東洋曹達	樹脂研究所	85. 4
	津村順天堂	薬理研究所	83.12
	第一製薬	中央研究所	84. 4
	大塚製薬	* バイオ研究所 (米国)	84.12
台糖ファイザー	新薬研究所	85. 2	
山之内製薬	焼津製剤研究所	85. 3	
紙	三菱製紙	中央研究所	84.12
	王子製紙	中央研究所	84.12
	山陽国策パルプ	総合研究所	85.10
薬業	旭硝子	電子商品開発センター	85. 5
	東海カーボン	富士研究所	86. 4
非鉄	住友電気工業	米国研究所 * 基礎技術研究所	85. 1
メカトロ	三菱重工業	* 基盤技術研究所	84. 7 84. 7 84. 9 84.10 85. 2 85. 4 85. 4 85. 6 85. 7 86. 春
	久保田鉄工	技術開発研究所	
	日揮	原子力研究所	
	ファナック	* 基礎技術研究所	
	ミノルタカメラ	中央研究所	
	小松製作所	新研究所	
	栗田工業	厚木研究所	
	キャノン	中央研究所	
	メイテック	メカトロ研修センター	
	アイシン精機	技術本館	
	日本電装	テクニカルセンター(米国)	
ノーリツ	* 基礎研究所		
電機・情報	日本電気	* 基礎研究所	82. 7
	シャープ	* 東京研究所	83.11
	東芝	超LSI研究棟	84. 3
	京セラ	東京中央研究所	84. 5
	日立製作所	* 基礎研究所	85. 2
	三洋電機	* 筑波研究所	85.10
	松下電器産業	* 半導体研究所	85.11
	コンピュータサービス	CSK総合研究所	83.12

注：表中の*印は、基礎的研究を指向した研究所と思われるもの。

基礎研究と開発の間の距離をどの程度にとるか

近すぎれば・・・

長期的研究は「明日の競争」のための論理によって
押しつぶされる。

遠すぎれば・・・

研究の成果が開発に反映されなくなる。

4. 製品開発のパフォーマンス

(1) 総合商品力

設計品質

製造品質

製品コスト

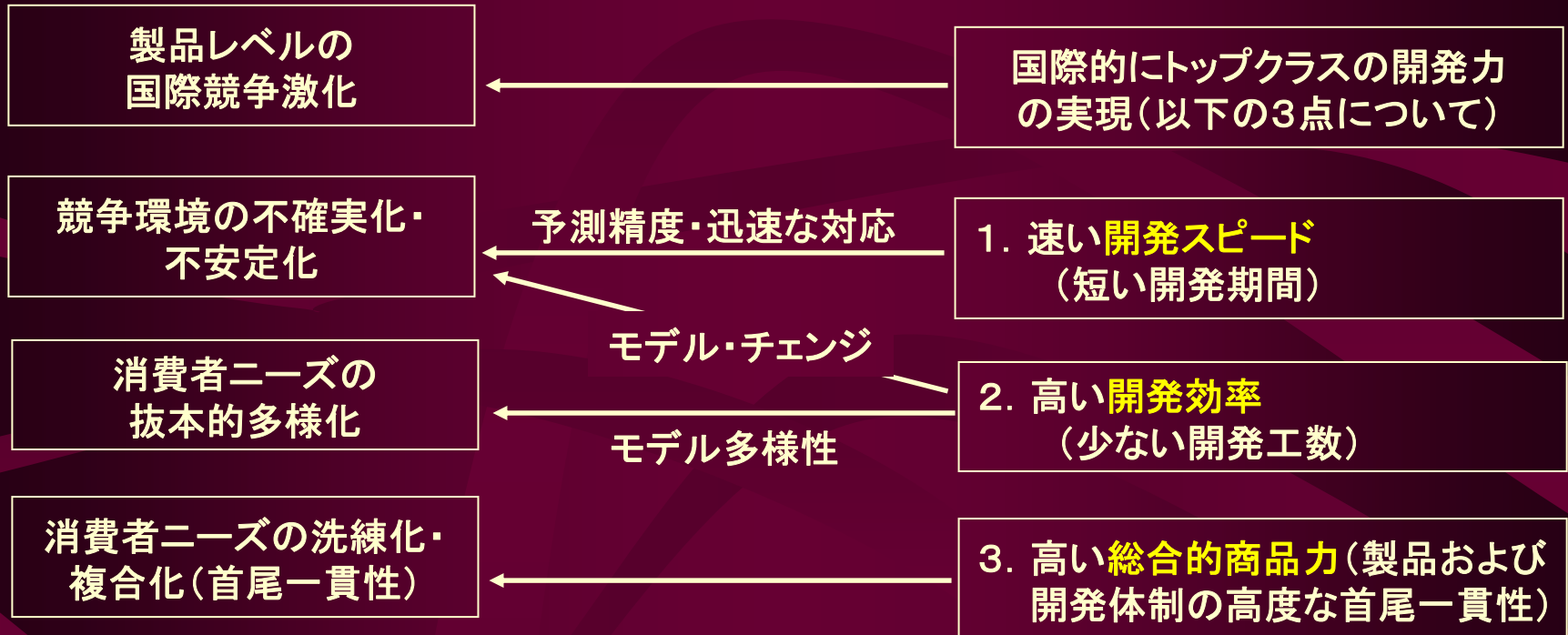
(2) 開発生産性・開発コスト: 開発部門の資源投入量

(3) 開発期間(リードタイム): 開発の開始から製品の発売あるいは
生産開始まで

競争環境と要求される製品開発の組織能力

競争環境

製品開発に要求される組織能力



製品開発の「打率」とパフォーマンス

新製品開発に100%の成功率はありえない

設計情報の創出過程である製品開発活動に、当たりはずれはつきもの

自動車の新製品開発・・・ヒットしたといえるものは、半分以下。
医薬品・・・数千に一つ

野球のアナロジー

商品力 = 新製品のヒット率に直接影響を与える

開発期間と開發生産性 = 製品開発の基礎体力

開発期間・・・スウィングの速さ

開發生産性・・・打席数を稼ぐこと