

94-J-15

企業間・地域間・産業間にわたる
製品開発パフォーマンスと組織の比較
——自動車産業のケースの一般化可能性——

藤本隆宏

東京大学経済学部

1994年5月

このディスカッション・ペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿である。著者の承諾なしに引用・複写することは差し控えられたい。

企業間・地域間・産業間にわたる製品開発パフォーマンスと組織の比較 ^{注1}

- 自動車産業のケースの一般化可能性 -

1994年4月

東京大学経済学部 藤本隆宏

要約

このペーパーは、製品開発—企業のR & D活動の下流域—における過程や組織のパターンが、製造業企業の競争的パフォーマンスにどのような影響を与えるかを検証する。アメリカ、欧州そして日本の自動車産業が、ケースとして選ばれている。この産業における競争環境の性格を記述した後、このペーパーは、まずリードタイム、開發生産性そして総合商品力（プロダクト・インテグリティ）といった製品開発パフォーマンスにおける重要な企業間、地域間の違いを確認するために、世界の20の自動車メーカーの29のプロジェクトからデータを提示する。そして、製品開発へのサプライヤーの参加、開発における製造能力の効果的使用、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングとの間の段階間統合、そして重量級プロダクトマネージャースystemを含む組織や過程のある一貫したパターンが、3つの基準すべてにおける高パフォーマンスの同時達成につながる傾向があることが主張される。このペーパーは、次にこの実証研究結果の一般化の可能性を検証する。効果的製品開発についてのこの発見をほかの産業に適用するには、少なくとも3つの面—製品—ユーザー間の複雑性、製品—プロセス間の連関そして製品—部品間の相互変化—にそった検証が可能であるということが提案される。

^{注1} このペーパーは、「知的生産活動の構造化及び数量化に関する基礎的研究」の一環として作成された。本文は、"Comparing Performance and Organization of Product Development across Firms, Regions and Industries: The Applicability of the Automobile Case" (H. Eto 編, R&D Strategies in Japan, Elsevier, 1993) の邦訳をベースにしている。翻訳作業は主に東京大学社会学研究科博士課程の安本雅典氏が行った（文責は藤本）。

1 単一産業における効果的製品開発の研究：自動車産業の事例

1.1 新しい製品競争の性質

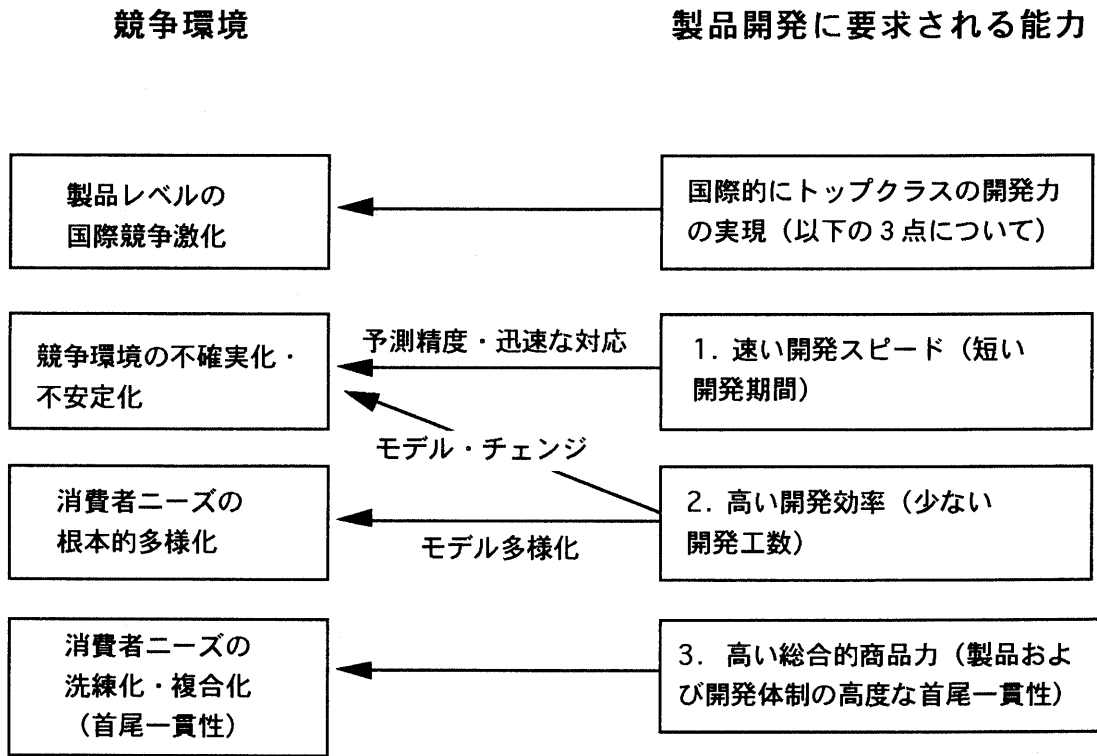
1980年代、自動車、コンピューター、家電製品そして他の耐久消費財や工作機械を含む、世界中の多くの産業で、競争の新しいパターンが生まれてきた。この傾向—それは1990年代にはますます多くの産業で続く傾向があるが—は、以下の4つの点で特徴づけられる（図1）。

まず、国際競争が激しくなってきた。これは、単なる輸入車シェアの拡大（例えば、欧州や北米での日本車もしくは日本での欧州車）にとどまらない。それは、同じ市場セグメントにおける直接的な国際的製品競争をも意味する。例えば、今日のアメリカの消費者は、家族向けセダンを購入する際、フォードのトーラス、日産のマキシマ、マツダの626そしてプジョーの405を考慮するかもしれない。日本の購入者も、オペルのベクトラ、フォルクスワーゲンのパサート、トヨタのカムリそしてホンダのアコードを比較するかもしれない。国際的な製品間競争は、消費者にとってブランド選択の幅がより広く多様になることを意味する。

次に、消費者の好みが多様かつ予測不可能になり、ライバル製品の数が増えそして消費者のライフスタイルの変化が加速するにつれ、市場はより不確実かつ多様になってきた。この現象は、特にアメリカと日本において明かである（欧州はこの傾向に全体的には影響されていないように思われる）。このことは、メーカーは、将来の市場の変化を予測するだけでなく、市場のニーズやライバルの製品の変化に素早く反応するためにより多くの努力を払わなければならないことを暗示している。

第三に、消費者の好みが多様により細分化されるにつれて、市場はより多様なものにもなっている。例えば、アメリカの自動車市場では、1970年代の最も人気のあるモデルは、（派生的バリエーションも含めて）約150万台単位で売れていた。この数字は現在では半分以下になろうとしている。日本でも、一モデルあたりに販売される車の平均台数は、過去10年間で減少している。製品バリエーションの表面的な増加は（自動車）市場の成功を生んでいないように見えるが、メーカーは製品コンセプトや基本的デザインにより基礎的なレベルでより多くの多様性を創造しなくてはならないかもしれない。

図1 競争環境と要求される製品開発力



4番目に、われわれが”製品の統合性（プロダクト・インテグリティ）”と呼ぶものは、自動車産業を含む多くの産業で競争の焦点となってきた（Clark and Fujimoto, 1990）。消費者はすでに製品についての経験を蓄積し、製品の多くの側面の微妙な違いに敏感となってきたので、彼らは今や全ての製品特性の一貫性を要求している。そのような市場では、元型のままの高度技術も低価格も、それだけでは製品の成功を保証しない。特定少数の基準における高パフォーマンスや個別の要素技術の新しさのような部分的な製品の優秀性は、もはや今日のユーザーに訴求しない。彼らをもっとも評価するのは、機能と意味の両面での全体的な製品－ユーザー間インターフェースの一貫性である。われわれは、消費者をひきつけ満足させる製品の全体性を”製品の統合性（プロダクトインテグリティ）”と呼ぶことにする。

1.2. スピード、効率そして統合性

市場と競争が以上の条件に特徴づけられるとき、新製品開発にとって効果的な組織やプロセスは、同時に以下の3つの能力も持っていないてはならない（図1）。

(1) 製品開発のスピード（すなわち短いリードタイム）；迅速な開発は、正確な市場の予測とライバルの脅威への素早い反応を促す。それは、予測不能で急速に変化する市場では有利である。リードタイムの最適の長さは、産業、地域そして歴史的なタイミングに依存している。しかし、多くの場合、企業はリードタイムが長すぎるために効果的に競争できていないでいる。

(2) 製品開発の効率（すなわち標準的な製品開発プロジェクトにとって必要とされる資源がより少ないこと）；開発のために利用可能な資源の水準を一定とすると、効率的な製品開発は、期間あたりにより多くの新製品を生み出す。一方、より多くの新しい製品は、現行のモデルのより頻繁な更新や製品の多様性のより迅速な拡大に使用することができる。それは、市場が変動しやすく多様であるとき有利である。

(3) 製品開発の統合性；製品開発は基本的に将来の消費パターンのシュミレーションなので、効果的な組織やプロセスは製品－ユーザー間相互作用のこのパターンを反映しなくてはならない。消費者が製品の微妙なニュアンスに敏感になるとき、開発組織も微妙な情報に対処しなくてはならない。市場で製品の統合性が強調されるとき、開発プロセスや

開発組織の統合性も競争にとって重要となる。高度の製品の統合性の鍵はまさに製品の多くの細かい側面の調和であるから、高度のプロセス－組織間の統合の鍵は製品開発の多くの細かいアクティビティの一貫性にある。

ゆえに、以上に述べたような新しい産業競争で一貫した製品の成功をおさめるには、企業は、スピード、効率そして製品開発の統合性を同時に必要としている。しかし、1980年代の世界の自動車産業では、3つのすべての側面においてトップのパフォーマンスをなんとか達してきた企業はわずかであった。

1.3. 内的統合と外的統合

しかし、一体どのような組織やプロセスが、3つのすべての能力を達成する必要があるのだろうか。コンピューター支援デザインやコンピューター支援生産（CAD－CAM）、サイマルエンジニアリング（すなわち開発における上流段階と下流段階のオーバーラップ）、ヴァリューエンジニアリング（VE）そして品質機能開発（QFD）のような個々の技法や技術は部分的によりよいパフォーマンスに貢献しているかもしれないが、トータルな製品の成功は組織における全般的な改善をも必要としている。特に、製品の統合性が動的で多様化した環境で要求されるとき、組織の統合性は鍵であるように思われる。

製品の統合性が安定的かつ等質的な環境で要求されるなら、組織的統合と製品の成功には、パワフルな天才デザイナーに率られた単純な組織か、強力な開発の伝統をもった機能的組織で十分であろう。しかしながら、動的で多様な環境の中で製品の統合性が強調されるなら、個々の製品やプロジェクトには強力な製品統合者（プロジェクトリーダー）が必要である可能性がある。これらの統合者は、（1）機能別部門をコーディネートすることで内的に組織を統合したり、（2）製品コンセプトをつくることやそのコンセプトが製品のあらゆる細部で実現されていることを保証することで、外的に製品－消費者間のインターフェースを統合する。言い替えれば、以上に述べたような競争環境で製品の成功に必要なと考えられることは、パワフルな内的かつ外的な統合者の一団である。彼らの一人一人は、強力なプロジェクトコーディネーターとなり、かつ個々の製品に結び付いた強力なコンセプトチャンピオンとなる。同時に、現場レベルの製品開発チームのメンバーは、これら統合者達とコンセプトや目標を共有することで統合者達をサポートする必要がある。

要約すれば、迅速で効率的でそして一貫した製品開発の鍵は内的・外的統合だと予測される。ゆえに、特に、市場が動的で多様化し洗練されてくるとき一貫した製品の成功の鍵は、内的・外的統合だと予測されるのである。

1.4. 製品開発パフォーマンス

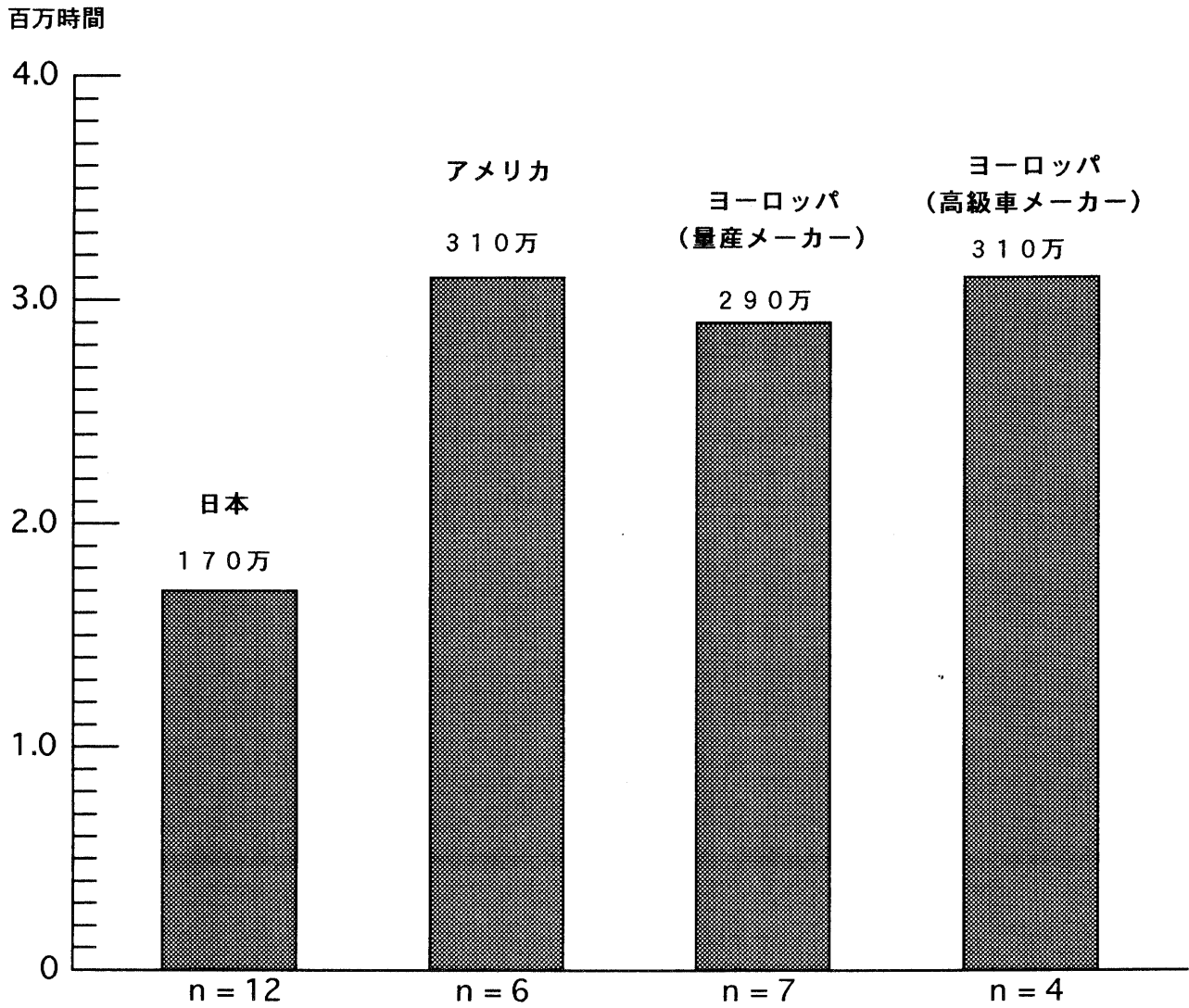
以上の予測を、世界の自動車産業のケースで検証してみよう。以下の研究は、主にハーバードビジネススクールのKim Clark教授と藤本自身が、1985から1990にわたって行ったものである(Clark and Fujimoto, 1989, 1990, 1991, Fujimoto, 1989, 1991)。20の自動車メーカー（9つの欧州メーカー、3つのアメリカメーカーそして8つの日本メーカー）の29の製品開発プロジェクトを、パフォーマンス、戦略、組織そしてプロセスの点から分析し比較した。サンプルの自動車メーカーの大部分は、製品をマスマーケットに販売する、“量産メーカー”であった。しかし、いくつかの“高級車専門メーカー”（すべて欧州メーカー）も存在した。マスマーケットの消費者の嗜好は、近年多様化し予測不能となってきたりプロダクトインテグリティの方向に向かっている。その一方で、高級車分野の市場の消費者嗜好は、1980年代には比較的安定し等質的であった。よって、1980年代では、量産メーカーのグループでは強力な内的／外的統合者を持つメーカーが競争相手のパフォーマンスしのぐ可能性があること、しかし高級車専門メーカーのグループではそのことは当てはまらないであろうことが予測される。

製品開発パフォーマンスの3つの側面については、主な発見は以下のとおりであった(図2、3と表1)。

1.開發生産性（プロジェクト内容で調整済の、プロジェクトあたりの作業時間すなわち工数で測定）では、日本のプロジェクトは、平均してアメリカや欧州のプロジェクトのほぼ2倍ほど効率的であった。

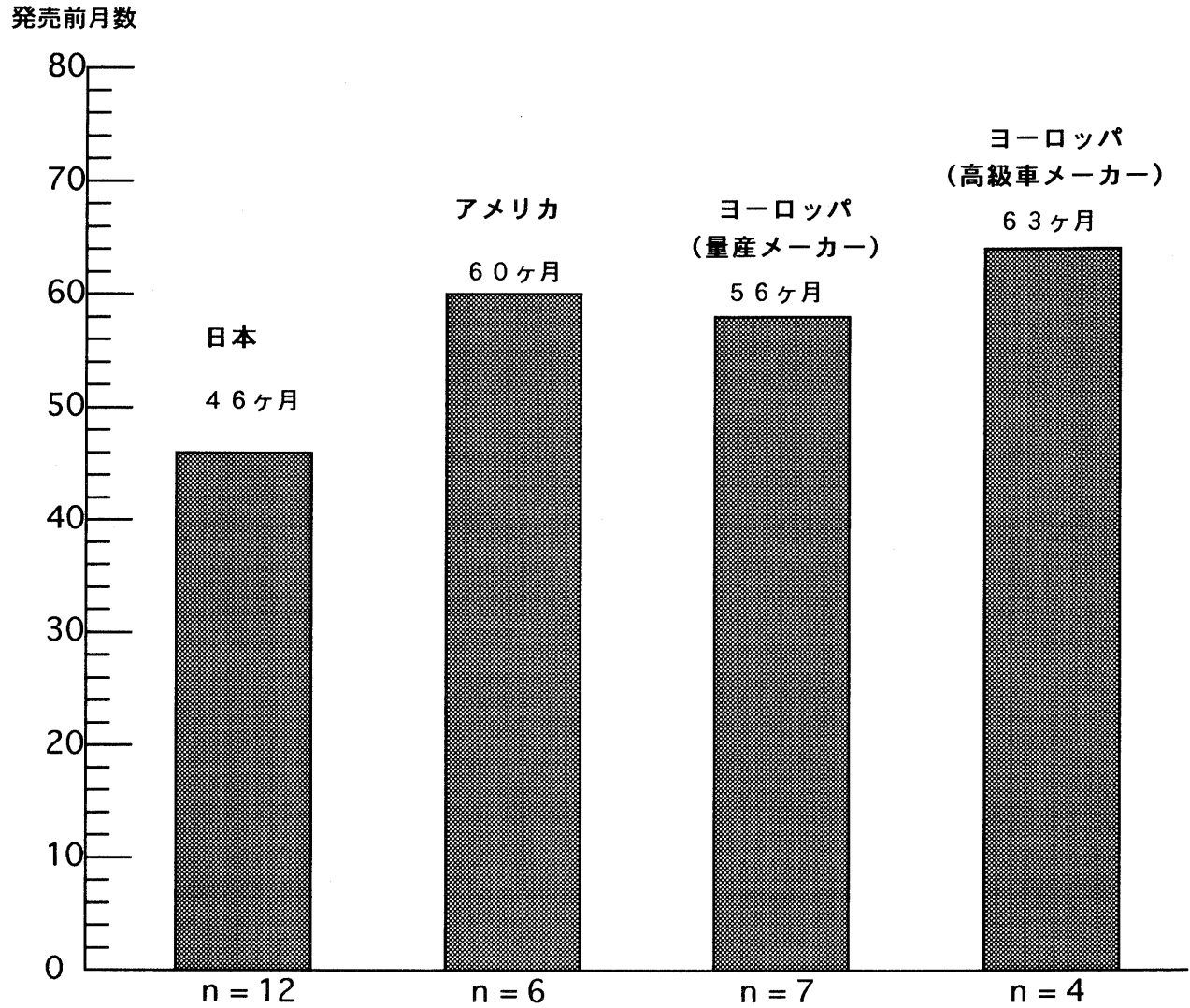
2.開発リードタイム（プロジェクト内容で調整済の、コンセプト研究開始から販売開始までに経過した時間で測定）でも、日本のプロジェクトは、欧米の場合よりも平均して1年はやく成し遂げられていた（約4年対5年）。

図2 開発工数の国際比較（プロジェクト内容修正済）



資料：クラーク・藤本。Product Development Performance. 1991.

図3 開発期間の国際比較（プロジェクト内容修正済）



資料：クラーク・藤本。Product Development Performance. 1991.

表1 総合商品力指数 (TPQ Index) 順位表

順位	出身地域	スコア
1	ヨーロッパ高級	100
1	日本	100
1	日本	100
4	ヨーロッパ高級	93
5	日本	80
6	アメリカ	75
6	アメリカ	75
8	ヨーロッパ高級	73
9	ヨーロッパ高級	70
10	日本	58
11	ヨーロッパ量産	55
12	ヨーロッパ量産	47
13	日本	40
14	ヨーロッパ量産	39
15	ヨーロッパ量産	35
15	日本	35
17	ヨーロッパ量産	30
18	日本	25
19	アメリカ	24
20	日本	23
21	アメリカ	15
22	アメリカ	14

資料：クラーク・藤本。Product Development Performance. 1991.

3. 製品の統合性（製品総合品質指標。すなわちTPQ—トータルな品質、製造品質、デザイン品質そして長期のマーケットシェアのような指標からなる—で測定）では、生産性やリードタイムと異なり、地域的なパターンはみつからなかった。日本企業の中にはトップランクのものも、ボトムランクのものも含まれた。このパターンは欧州やアメリカのグループでもみられた。またトップランクの欧州企業は、高級車専門メーカーであることがわかった（表1）。

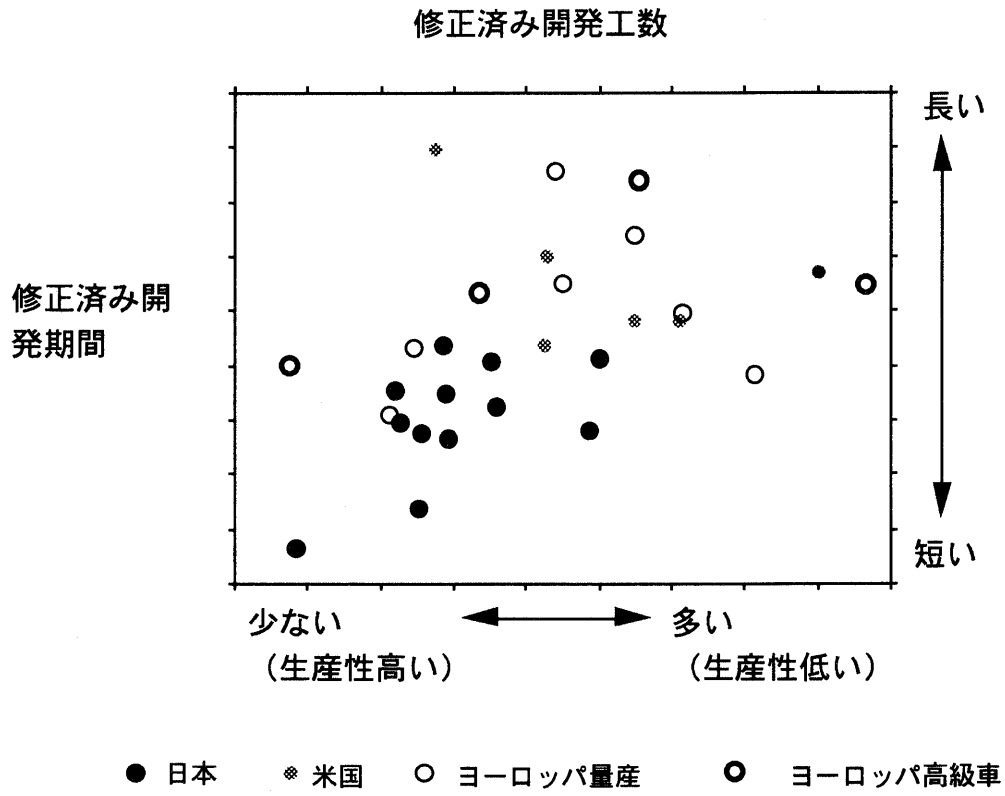
以上の発見は、以下のインプリケーションをあたえる。まず、より効率的なプロジェクト（主に日本企業のプロジェクト）はより迅速である傾向がある（図4）。言い替えば、開発スピードと開発の効率との間にはトレードオフ関係はない。つまり、両方を同時に達成することができたのだ。

次に、スピード、効率そしてインテグリティを同時に達成—オールラウンドなハイパフォーマンス—している開発プロジェクトを持つ日本企業は少数にとどまった。第三に、短いリードタイム、高い開發生産性を達成してはいるが、製品の統合性の点では効果的ではない日本企業もいくつか存在した。よって、迅速で効率的であることもしくは日本メーカーであることは、製品の統合性や市場での成功を保証しない。第四に、製品開発において迅速かつ効率的ではないが、高い製品の統合性を達成している欧州の高級車専門メーカーがわずかに存在した。このことは、少なくとも1980年代では、高級車専門メーカーは、変化の激しいマスマーケットからかなり独立した部分で、まったく異なった競争ゲームを行っていたことを示している。

1.5. 典型的な日本メーカーの製品開発能力

次に、組織や経営の話に移ろう。スピード、効率そしてインテグリティを同時に達成する、これらの効率的な組織の特徴とはなんだろうか。われわれは、この疑問について二段階にわたって調査した。まず、より短いリードタイムそしてより高い開發生産性に対して明かに貢献している幾つかの日本企業の実践方式に焦点をあてて、（必ずしも市場で成功するとはかぎらないが）迅速で効率的な製品開発のパターンを探った（日本の開発プロジ

図4 開発スピードと開発効率の関係



資料：クラーク・藤本。Product Development Performance. 1991.

エクトは、一般に迅速かつ効率的であることを再度確認しておく)。次に、以上に述べた全面的なハイパフォーマンス達成企業だけに焦点をあてて、スピード、効率そして製品の統合性を同時に達成するように思われる、ある組織パターンを確認しようと試みた。

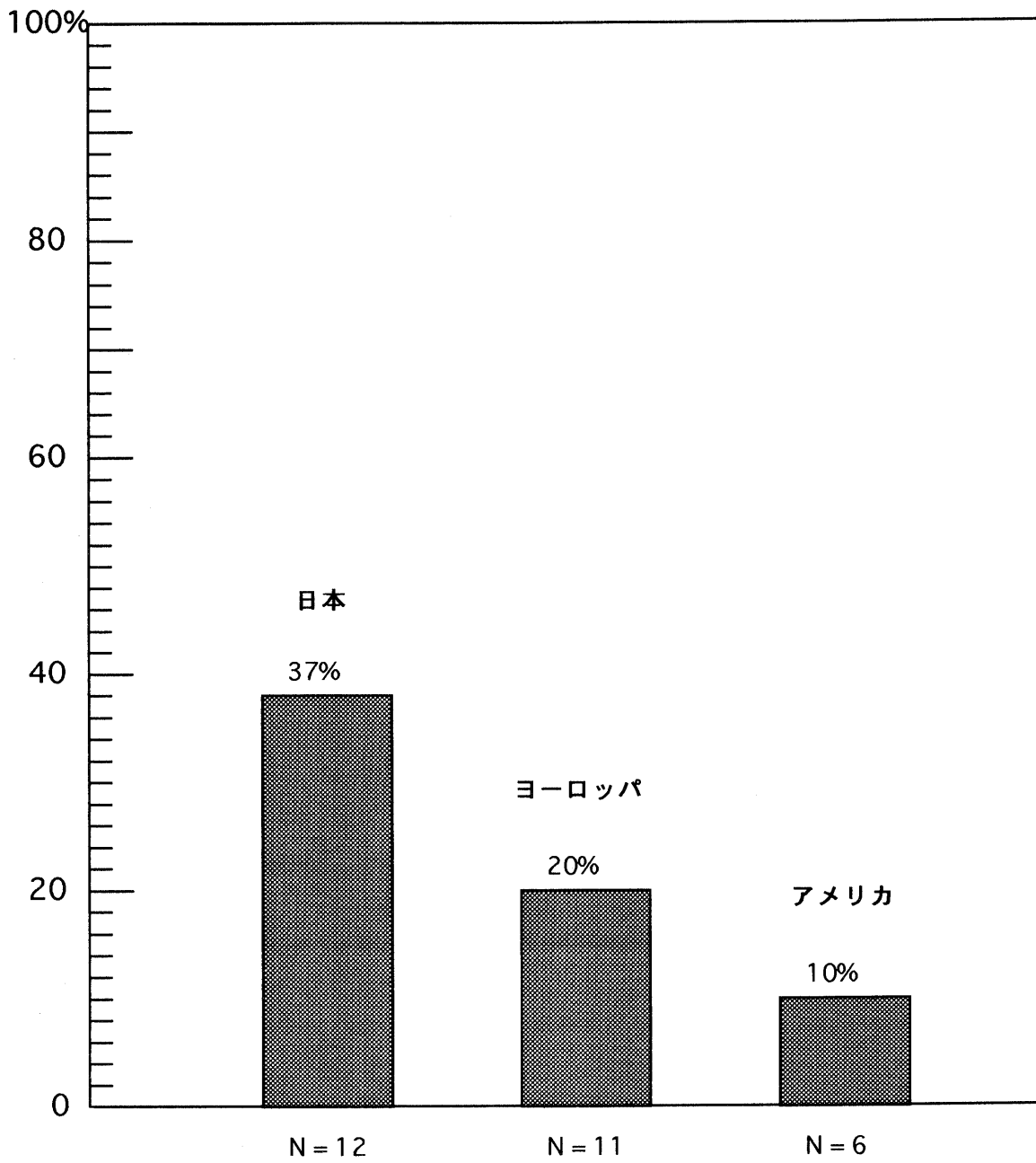
まず、より短いリードタイムもしくはより高い開発生産性に貢献する傾向のあった日本の開発組織の3つの主な特徴を確認しよう。

1. サプライヤーの開発能力の役割；日本の自動車メーカーは、部品供給業者が開発業務の重要な役割を担うことを認めることで、自らの開発プロジェクトのサイズをコンパクトに保っている傾向があった(図5)。また、プロジェクトがコンパクトであることで、プロジェクトコーディネーションの作業が管理可能なレベルまで単純化されて、より短いリードタイムやより高い開発効率が促された。それに対して、アメリカの自動車メーカーは、明かに別のプロジェクトで開発された既存の部品デザインを使用することによってプロジェクトをコンパクトにしようとする傾向があった。しかし、彼らの過度の共通部品の使用は、製品の統合性を落とし製品間の差別化をあいまいにする結果となった。それゆえに、日本の部品供給システムの開発能力は日本の自動車メーカーの開発面での競争力に貢献していたように思われる。

2. 製造能力の開発への貢献；日本の自動車メーカーは、プロトタイプ(試作車)製作、金型開発、パイロットラン、生産開始などのような製品開発のパフォーマンスを左右するアクティビティに、自らの高度な製造能力を応用する傾向があった。それは、転じて、製品開発の全体的なパフォーマンスでの改善に貢献した。例えば、ジャストインタイム思想の金型工場への応用は、なぜ日本のプロジェクトの金型開発リードタイムが、欧米のプロジェクトのものよりはるかに短いのかを部分的に説明するように思われる(図6)。

3. 開発段階間オーバーラップと緊密なコミュニケーションの組み合わせ(図7)；全体のリードタイムを短縮化するために、日本のプロジェクトは、上流段階(例えばプロダクトエンジニアリング)と下流段階(例えばプロセスエンジニアリング)とを、アメリカや欧州のプロジェクトにくらべはるかに大幅にオーバーラップさせる傾向もあった。日本のオ

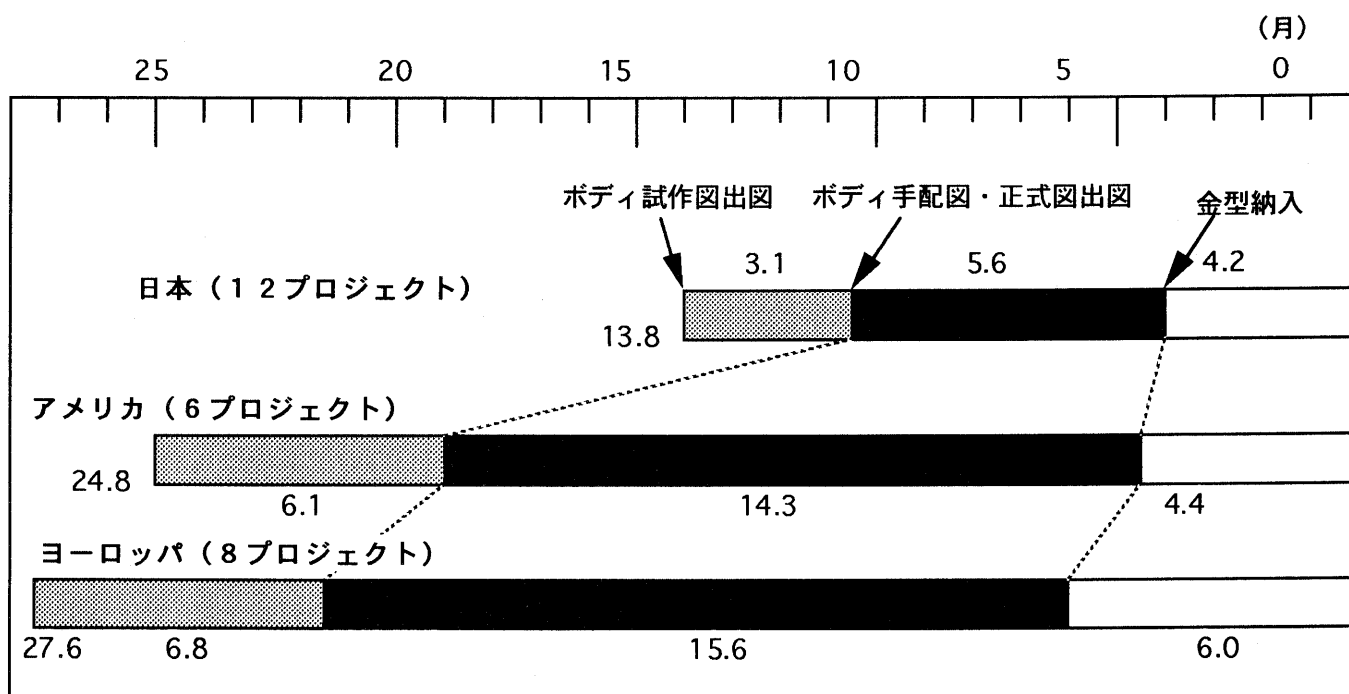
図5 部品メーカーの開発関与度



総部品開発工数に占める部品メーカーの負担分の推定値。

資料：クラーク、藤本。Product Development Performance. 1991.

図6 金型開発・製造期間（大物ボディ部品用）の国際比較

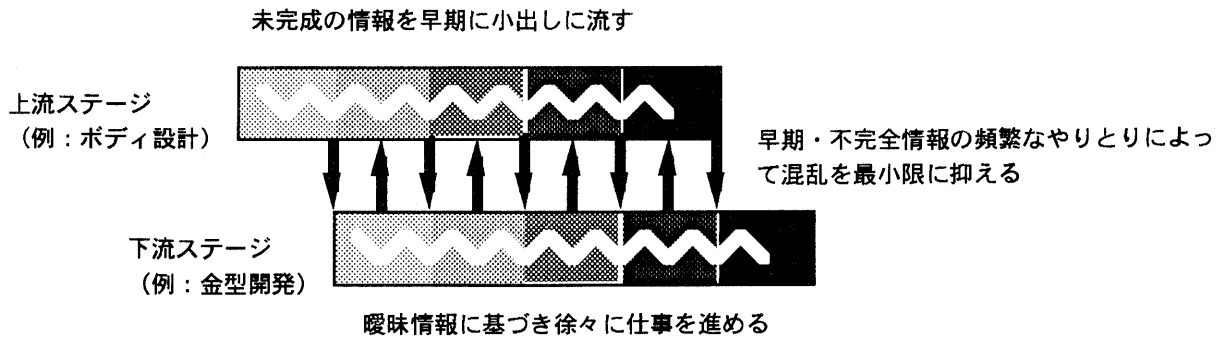


- 金型計画期間にほぼ対応
- 金型製造期間にほぼ対応
- トライアウト（試し打ち）期間

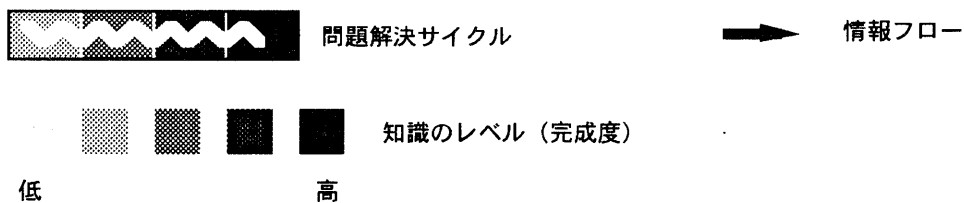
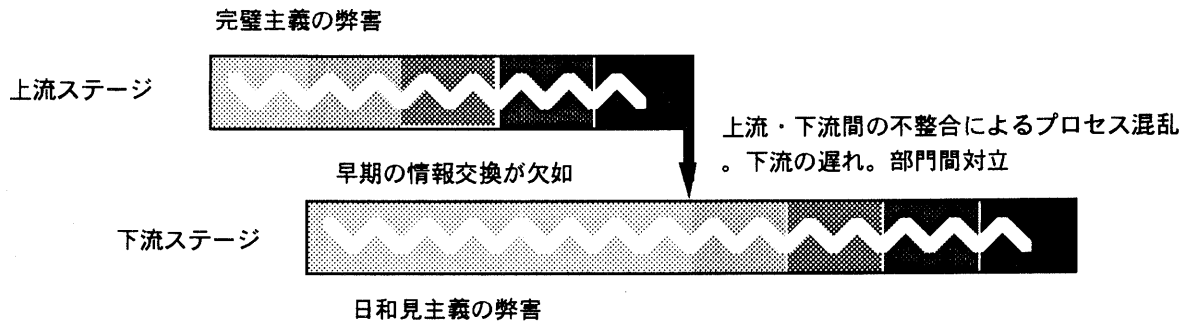
資料：クラーク・藤本, Product Development Performance (1991)

図7 開発ステージのオーバーラップ (サイマル・エンジニアリング)

1. 緊密な部門間コミュニケーションを伴うオーバーラップ (日本企業に典型的)



2. 緊密な部門間コミュニケーションを伴わぬオーバーラップ (米国企業に典型的)



資料: クラーク・藤本。Product Development Performance. 1991.

オーバーラップアプローチは、上流と下流の密なコミュニケーションと結び付けられるときにだけ、効果的にリードタイムを短縮化できる。効果的なオーバーラップは、柔軟性、相互信頼そして二段階間の目標共有だけでなく、上流、下流の両方の人間が未確定の情報を処理する能力をも要求する。そのような条件がないと、段階間オーバーラップは開発業務の混乱、部門間コンフリクトそして製品開発パフォーマンスの悪化に陥りがちである（図7の2ケースを比較のこと）。

統計的結果とフィールド観察の両方が、以上の3つのテーマを一般的に支持していた。

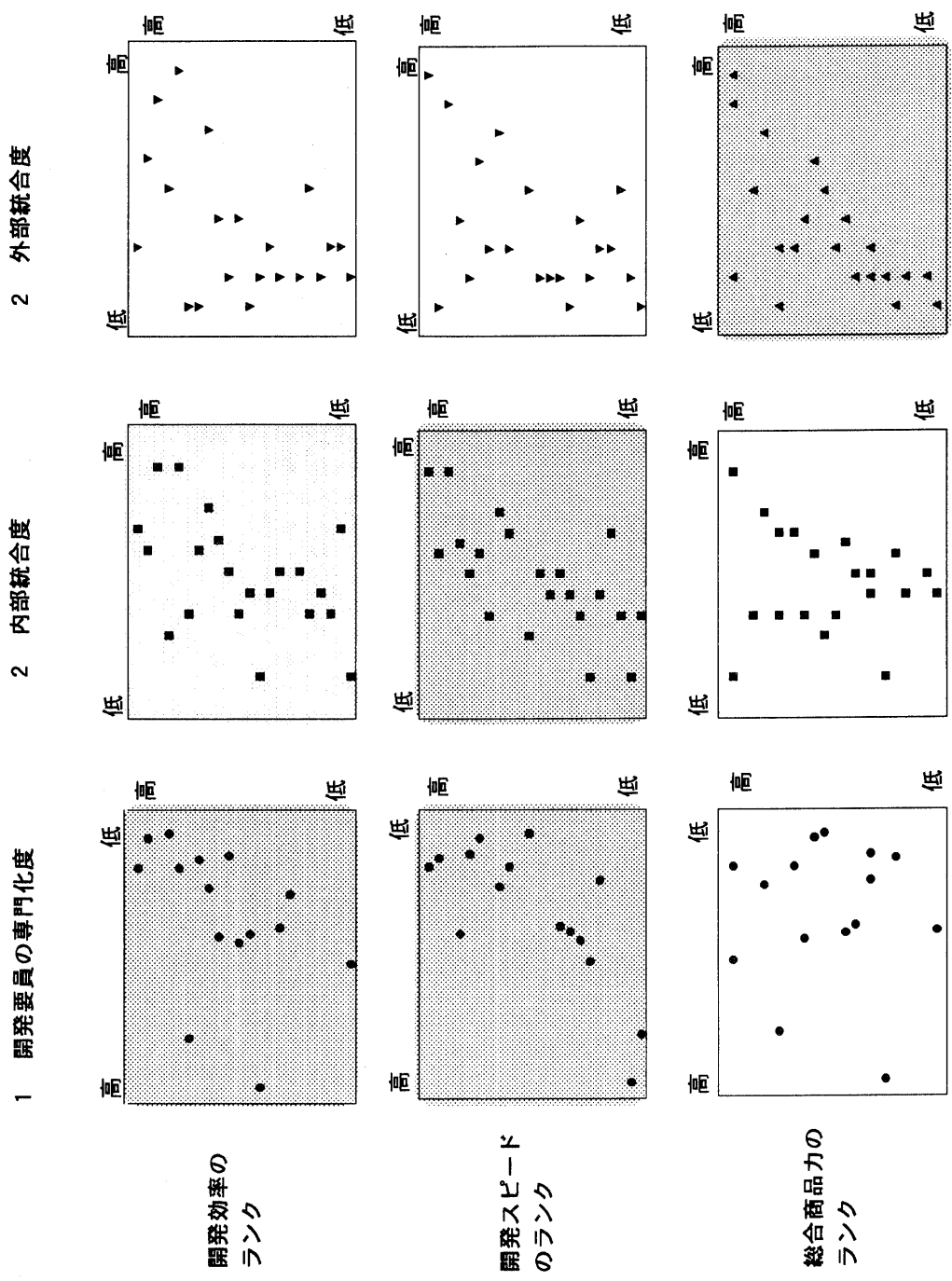
1.6. 重量級プロダクトマネージャー

第二の段階に移ろう。効率、スピードそして統合性のすべてのハイパフォーマンスを同時に達する開発組織のパターンとはなんだろうか。日本企業の実践を一般的に見ていても、もはや答えはみつからない。なぜなら、今日3つのすべてを達成している自動車メーカーは日本企業の中でもごく一部でしかないからだ。この問題を調べるために、前に説明した開発組織の統合、すなわちパワフルな内的・外的統合者の存在に焦点をあててみる。

まず、組織の3つの側面についての指標を開発する。つまり、エンジニアの専門化、内的統合者（プロジェクトコーディネーター）の強さ、および外的統合者（コンセプトチャンピオン）の強さについてである。そして、3つの組織的側面と3つのパフォーマンスの側面とのあいだの相関関係を検証する。その3 x 3の組み合わせは、図8に示されている（定義と測定法については、Fujimoto,1989,Clark and Fujimoto,1991参照）。9つの散布図のうち影のついたボックスは、その組織的側面が、開発パフォーマンスのその要素と統計的に有意に相関していたことを示している。

1. 専門化の程度が低いほど（すなわち個々のエンジニアの作業割り当て範囲が広いほど）、プロジェクトはより速くかつ効率的になる傾向がある。多くの開発組織（ほとんど欧米の組織）は、「過度の専門化」症候群に冒されている。一方で、幾つかの別の組織（主に日本の組織）は、技術的な専門性を失わずにより低い専門化の程度から利益を得ているように思われる。しかし、専門化は（TPQで測った）製品の統合性とは関連していない

図8 専門化度、内部統合度、外部統合度と開発成果の相関関係



網かけのある図は統計的に有意な相関を示す。

資料：クラーク・藤本、Product Development Performance, 1991.

ようだ。

2. 内的統合者（プロジェクトコーディネーター）が強いほど、プロジェクトはより速く（そして幾分より効率的に）なる傾向がある。この結果は妥当であるように思われる。というのは、リードタイムの短縮は、各段階間の緊密なコミュニケーションを伴った段階間オーバーラップを必要とするのであるが、こうしたコミュニケーションはパワフルなプロジェクトコーディネーターによって促進されやすいからである。しかし、上記の専門化の場合と同様、内的統合は製品の統合性とは相関していなかった。

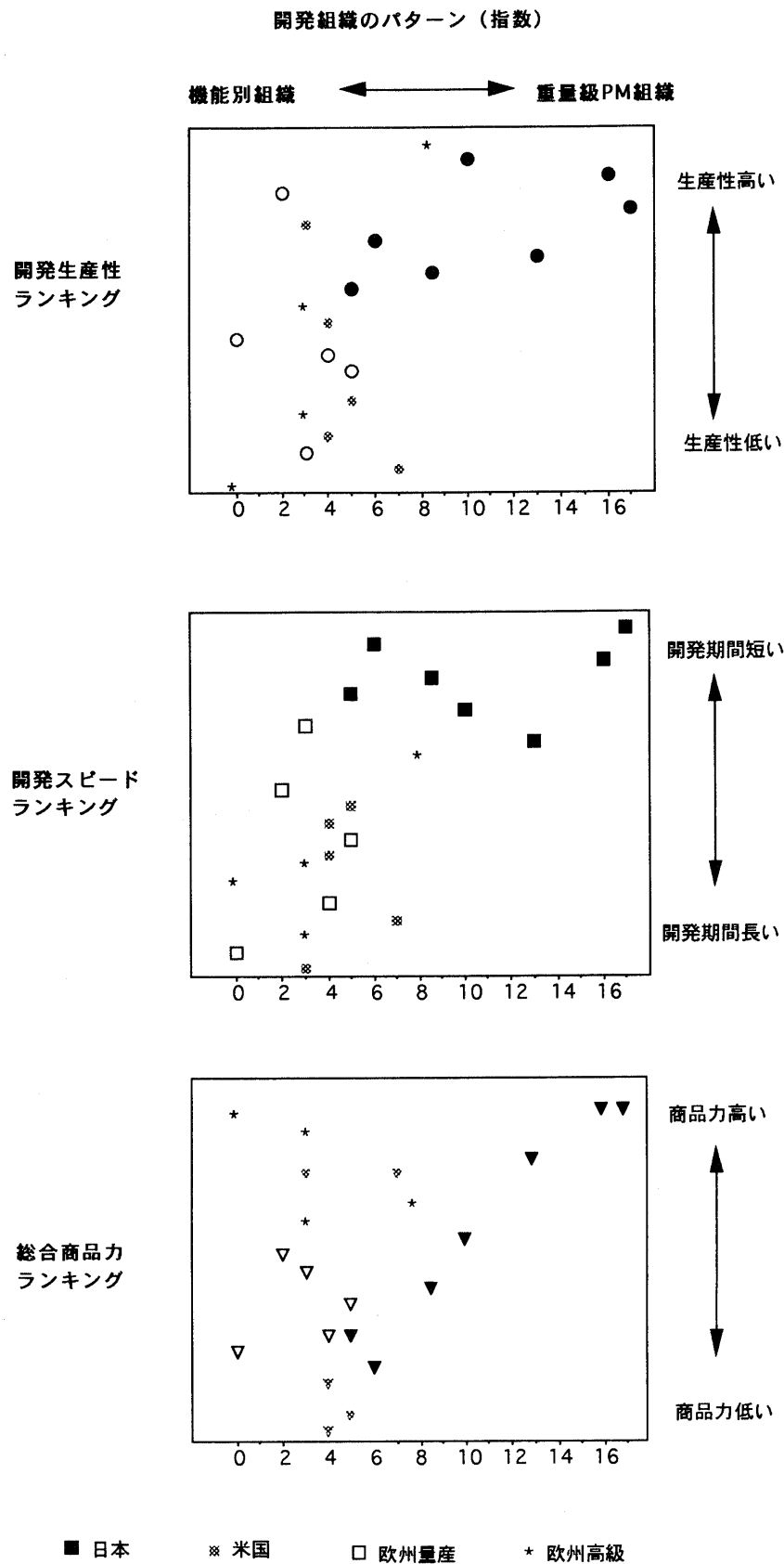
3. 外的統合者が強いほど、TPQスコア（ここでは製品の統合性と解釈する）はより高くなるようだ。この相関は、卓越した製品コンセプトを創造したり実現する強力なチャンピオンの存在が、製品の統合性と市場での成功の鍵かもしれないということを示しているように思われる。

以上の3つの実証結果を結び付けると、1980年代の自動車産業では、リードタイム、生産性そして製品の統合性を同時に達成している開発組織は、強力な内的、外的統合を一つの作業に結合している組織であったということになる。このタイプの内的・外的統合者を、重量級プロダクトマネージャー（強力なプロジェクトコーディネーターと強力なコンセプトリーダーの結合）と呼ぶことにしよう（Fujimoto, 1989, Clark and Fujimoto, 1991）。

重量級プロダクトマネージャー制が、3つのすべての側面での高パフォーマンスを実際に達成できていたかどうかを検証するために、ある組織がどれほど重量級システムの理想形態に近いかを測定する指標を開発した。結果としては（図9）、1980年代の大量生産メーカーに関する限り、重量級プロダクトマネージャーシステムは製品開発パフォーマンスの3つのすべての面で高スコアを生じる傾向があった。しかし、このことは、高級車メーカーにはあてはまらなかった。それらの企業では、高い製品の統合性はむしろ内的・外的統合者が強力でない企業によって達成されていたのである。

また、実地調査にもとづいて、重量級プロダクトマネージャー（PM）を以下のように

図9 開発組織のパターンと開発成果



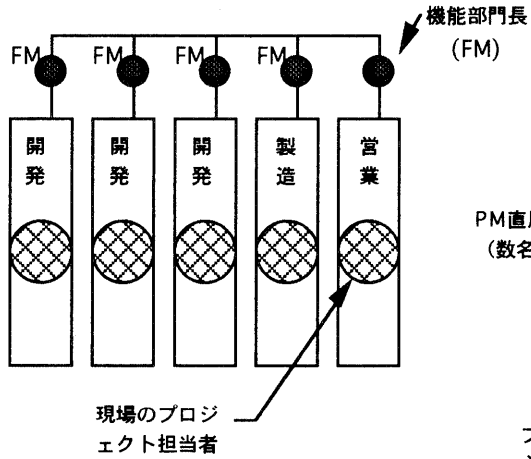
資料：クラーク・藤本、Product Development Performance, 1991.

性格づけることができる（図10も参照）。

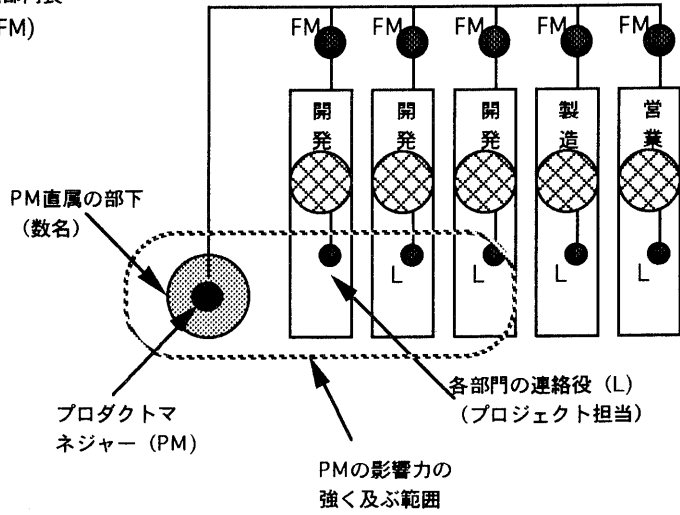
- －PMは開発のみならず、生産や販売も含む広範な分野の調整の責任を持つ。
- －PMはコンセプトから市場までのプロジェクト全期間の調整の責任を持つ。
- －PMは機能部門間の調整のみならず、コンセプト創造やコンセプト擁護の責任も持つ。
- －PMは、製品コンセプトが正確かつ確実に自動車の技術的細部に翻訳されるように、製品スペック、コスト目標、レイアウトそして主要な部品技術の選択などにも責任を持つ。
- －PMは、作業実務担当のデザイナーやエンジニアとリエゾンを通じての間接的な結び付きのみならず、直接的かつ頻繁な接触をも保つ。
- －顧客との直接的な接触。PMは、マーケティング部門が行う定常の市場調査に加え独自の市場調査を行う。
- －PMは、デザイナー、エンジニア、検査員、工場マネージャー、監督者等と効果的にコミュニケーションするために多分野の知識や言語に通じている（マルチリンガルかつマルチディシプリン）。
- －PMは、単なる中立的なレフリーや受動的なコンフリクト対策要員ではない。彼等は、製品設計などが当初の製品コンセプトからずれないようにするためであれば、自らコンフリクトを引き起こすこともある。
- －PMは、将来市場に対する想像力をもつ必要がある。すなわち、現在の市場にひそむあいまいではっきりとしないヒントをもとに、将来の顧客の期待を再構成し、予測す

図10 開発組織の4つのモデル

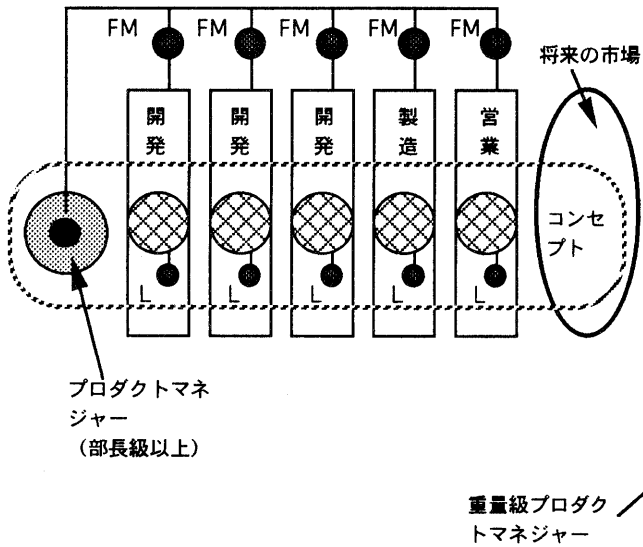
1: 機能別（縦割り）組織



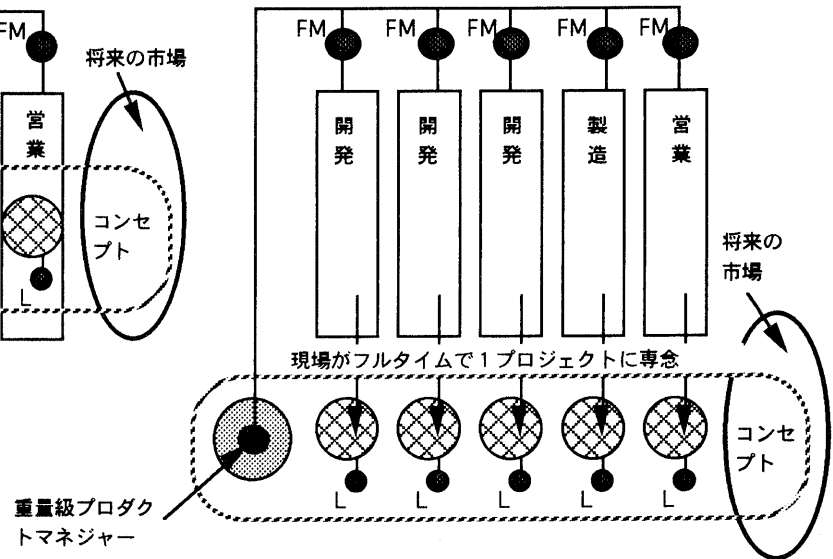
2: 軽量級プロダクトマネジャー組織



3: 重量級プロダクトマネジャー組織



4: プロジェクト・チーム組織



資料：クラーク・藤本。Product Development Performance. 1991.

ることができる必要がある。

－PMは、ペーパーワークを行ったり公式の会議に参加するよりも、むしろ社内を歩き回って製品コンセプトを説いて回ることに時間を費する。

－PMは、ほとんどが製品エンジニア出身である。しかし彼等は、自動車全体あるいは生産技術に関しても、深くはなくても広範な知識を持っている。

2. 他の産業への適用可能性

2.1. 時間軸・産業軸への展開

われわれは、一つの産業のケースを検証して、動的で、多様でそして洗練された市場での効果的な製品開発パターンを描写してきた。例えば、内的・外的な統合者（すなわち重量級プロダクトマネージャー）を、製品開発のパフォーマンスに影響をあたえるかもしれない要素の一つとして確認してきた。

にもかかわらず、まだ一つの疑問が残っている。以上の発見は、時間そして産業を越えてどのように一般化可能なのだろうか。1980年代の自動車産業からの教訓は、1990年代の自動車産業にも直接適用可能だろうか。また、消費者向けエレクトロニクス、工業用プラステック、セミコンダクターそしてソフトウェアのような他の産業にも適用可能であろうか。このペーパーの後半では、われわれがこれらの疑問に部分的にでも答えられるような枠組を探っていく。時系列における一般化の可能性を簡単に議論した後で、効果的な製品開発の産業間比較分析のための概念的枠組に焦点をあわせることにする。

時系列に沿った違い；まず時間を通じた一般化について考えてみる。企業間での競争上のパフォーマンス、もしくは”競争の焦点”、の違いの主な源は、企業が自社と世界的なクラスの競争相手とのパフォーマンスの差を認識しその差を縮めようとするにつれ、時の経過とともに変化する可能性がある。結果として、現存の企業間格差は減るかもしれないが、どこかで別の競争、新しい競争の焦点が生まれているかもしれない。例えば、いくつ

かの日本の自動車メーカーだけでなく多くの欧米の自動車メーカーは、1980年代に、プロジェクト組織の重量級構造への改変、部品開発への部品供給業者の参加（いわゆる”デザインイン”）、プロトタイプ製作や金型づくりのプロセスの再検討および改善そしてサイマルエンジニアリングの実行などを開始した。最近のデータでは、また日本の自動車メーカーと欧米の自動車メーカーのリードタイムの差は1990年代初頭までに狭まってきたことも示されている。これらの動きと一致して、この産業の競争の焦点は、1990年代の初頭までに、幾分、個々の開発プロジェクトのパフォーマンスから別の分野（例えばマルチプロジェクトのマネジメントの技量）に移ってきた（とはいえ、個々のプロジェクトレベルの製品開発パフォーマンスは、依然として自動車産業を含む多くの産業で重要であるように思われる）。

産業間にわたる違い；産業間にわたる一般化に関しては、今日の自動車産業のケースは規模の面でも複雑さの面でも比類のないものなので、以上の実証結果をワンセットにして、直接他の産業に適用することはできないように思われる。しかし、同時にこの産業は多面的で多くの分野をすそ野に持っているので、他のほとんどの産業のマネージャーとエンジニアは自動車産業のケースから、少なくとも部分的には幾つかの重要な教訓をえることができるであろう。つまり、自動車の製品開発の調査結果は、少なくとも部分的には他の多くの産業部門に移転可能であると思われる。

市場規模、顧客のタイプ、製品の性格、コアの技術、競争のパターン、企業の規模そして産業の進歩段階を含む多くの要因が、効果的な製品開発のあり方に影響している可能性がある。諸要因の中でも、製品の基本的性格自体が、なぜ効果的なパターンが産業によって異なるのかを部分的に説明するように思われる。すなわち、自動車以外のある製品を開発する効果的なパターンは、他のすべての要因を同じとすれば、その製品がいくつかの性格を自動車と共有している程度に応じて自動車のケースに類似してくるであろう。逆に言えば、最も効果的なパターンは、その製品が自動車と共通の性格を持っていないときには、自動車のパターンとは異なってくるであろう。よって、基本的な製品の性格を分析するための、産業間にわたる適切な分析枠組は、研究者や実務家が他の製品の経験から学び取ることを手助けするだろう。

産業間にわたって製品の性格や開発プロジェクトを分析比較する代替的な手法は多くあるように思われるが、このペーパーの以下の部分では、3つの側面、すなわち、製品一部品間の相互変化、製品－ユーザー間の複雑さ、そして製品－工程間の連結（図11）を持った予備的な枠組を提示しよう。このシエーマに関して、今日の自動車産業の幾つかの基本的性格は以下のようにまとめられる。

－自動車は、多くの分解可能なパーツから組み立てられる複雑な耐久消費財である。製品開発プロジェクトの規模は、典型的には何百もの専門的エンジニアから成っていて、他のほとんどの製品にくらべてはるかに大きい。すなわち、自動車製品は構造的に複雑である。

－今日の消費者は、わずかな数の基準面での優れたパフォーマンスよりも、むしろ多くの製品機能間のバランスと一貫性の面から自動車を評価する傾向がある。彼らは、“製品の統合性”を強調する。よって、自動車製品は機能的に複雑である。

－この産業での近年の技術進歩は、コア要素技術のラディカルイノベーションだけでなく、トータルシステムレベルでの急速なインクリメンタルイノベーションによっても促されてきた。このケースのイノベーションは、基本的には、Henderson and Clark(1990) の語法で、「アーキテクチュラル」である。

－プロダクトエンジニアとプロセスエンジニアは、自動車産業では二つの別々のグループである。この二つのグループをあえて統合することは、しばしば成功をおさめる製品開発の鍵だと考えられている。

以上の仮定の上では、われわれの仮説は、他の産業での製品開発の効果的なパターンは、製品一部品間の相互の変化、製品－ユーザー間関係の複雑さ、もしくは製品・工程の間の連関の点から製品の性質が自動車の場合とずれる程度に応じて異なってくる傾向があるというものとなる。正確な産業間比較を行うためには一層の調査が必要ではあるが、ここで

図11 産業間での「効果的な製品開発」パターン比較の枠組

(1) 製品 - 部品間の相互変化

		コアコンセプト (部品)	
		既存のものが強化される	新しいものと置き換わる
部品間の 相互関係	不変	インクリメンタル イノベーション	モジュラー イノベーション
	変化	アーキテクチャル イノベーション	ラディカル イノベーション

出所: Henderson & Clark (1990)

(2) 製品とユーザー・インターフェースの複雑さ

		製品・ユーザー・インターフェースの複雑さ	
		低い	高い
製品の内部構造 の複雑さ	低い	単純な製品	インターフェース主導型 の製品
	高い	部品主導型の製品	複雑な製品

出所: Fujimoto (1991)

(3) 製品 - 工程の連結

		工程の製品への特化の度合	
		低い	高い
製品構造に関する 知識のレベル	高い	製品開発と工程開発は 分離可能	開発初期 (試作段階) から工程開発が必要
	低い	開発初期段階から試作・ 実験の繰り返しが必要	製品開発と工程開発は 一体不可分

注:



自動車該当するケース

の枠組は将来の研究にいくつかの洞察を与えるはずである。

2.2. 産業間にわたる比較のための枠組と仮説

ここで、産業間にわたる比較のための三つの側面を持つ枠組（図11、表2）の点から、基本的概念、準備的な証拠そしていくつかの予測を検証しよう。

(1) 製品-部品相互の変化；最初の側面は、部品デザインの変化と製品全体の（すなわちシステムの）デザインの変化との間の関係である（Abernathy, et al., 1983, and Clark, 1985）。Henderson and Clark(1990)の提案した枠組は、この側面での有用な洞察を与えてくれる。別々の部品が相互関連するシステム製品に焦点をあてて、彼らは、以下の二つの面にそって技術的変化のタイプを分類した。部品の知識の変化（すなわち特定の部品が一体化しているコアコンセプトの知識）とアーキテクチャルな知識（すなわちコアコンセプトを一体化した部品間の連結についての知識）である。

これらの二つの側面にそってイノベーションを分類することで、Henderson and Clarkは、四つのタイプの技術変化を確認した。インクリメンタル、モデュラー、アーキテクチャルそしてラディカルである（図11）。インクリメンタルイノベーションは、部品と製品設計の両方で既存の技術的知識を洗練し強化する。ラディカルイノベーションは、対照的に部品と設計の両知識を変化させ刷新する。モデュラーイノベーションは、基本的に、システム（設計）レベルでのマイナーな修正を行いながら、部品に体化されてたコアコンセプトを根本的に変化させる。アーキテクチャルイノベーションは、一方で、個々の部品のコアコンセプトは維持しながら部品間の連結の仕方の方を変化させる。

実際には、現実の製品開発プロジェクトを四つのセルに分類することは難しいかもしれない。しかし、この枠組は、異なる製品タイプ間で、製品開発におけるいくつかの特徴を比べるのに役立つ。この文脈では、モデュラータイプの製品開発とアーキテクチャルタイプの製品開発とを区別することが特に重要だ。しかし、この枠組を、別々のパーツや部品に分解できない一枚岩的な製品（すなわちプラスチック、セラミックそして他の新素材）に適用するのは幾分難しいかもしれない。

表2 効果的な製品開発パターンに関する予想

産業間比較の軸	製品もしくは製品開発の特徴	予想される効果的な製品開発のパターン	例
製品 - 部品間の相互変化	インクリメンタルイノベーション	少ない技術資源投入で十分： 多くの小規模プロジェクトの管理	アパレル
	ラディカルイノベーション	多くの技術資源投入が必要	第一世代のテレビ
	モジュラーイノベーション	先行技術開発と現行製品開発との統合が鍵	メインフレーム・ コンピューターの パッケージ
	アーキテクチャルイノベーション	現行製品開発の中での 部門間の統合が鍵	自動車
製品とユーザー・ インターフェース の複雑さ	単純な製品	少人数の開発チーム； 緊密な相互連携・調整が鍵	パッケージ商品
	複雑な製品	大規模な開発プロジェクト 強力な開発リーダーによる統合鍵 効果的な開発リーダーはデザイナーと エンジニアの資質を兼ね備える傾向	自動車
	インターフェース 主導型製品	効果的な開発リーダーは デザイナー出身者である傾向	小型の家庭用エレクトロニクス製品、 ファッション-アパレル
	部品主導型製品	効果的な開発リーダーは エンジニア出身者である傾向	工作機
製品 - 工程の 連結	製品開発と工程開発 が分離可能なケース	製品開発と工程開発の再統合が鍵 (例：サイマル・エンジニアリング)	自動車
	製品開発と工程開発が 一体不可分なケース	製品 - 工程の統合は当り前のこと (競争優位の源泉にはなりにくい)	ビール、 プロセス産業

予測；まず、ラディカルイノベーションは、他の条件を同じとすれば、インクリメンタルイノベーションよりもリスクが大きくより多くの技術的資源を要するだろうということが、はっきりと予測される。しかし、もっと面白い仮説は、アーキテクチャ的なイノベーションもしくは製品開発と、モジュラー的なイノベーションもしくは製品開発との間でできるかもしれない。

例えば、製品開発は、部品に体化したコアコンセプトのアドバンスドエンジニアリング（先行開発）とトータルシステムのカレントエンジニアリング（現行の開発）とから成立している。アーキテクチャ的な製品開発の典型的な例では、個々の部品の先行開発は新製品にあわせて現状の部品技術を修正する程度に限定されてしまうだろう。開発された部品技術は、“冷蔵庫”に蓄積される。そこから、エンジニアは現在の製品開発のための部品を持ち出すことができる。この場合には、先行技術開発と現行の製品開発との統合という問題は、現行の製品開発の中における異なる部品間の統合ほどは挑戦的なものではないだろう。

対照的に、モジュラー的な製品開発の場合には、コア技術を持った部品を少なくとも一つ根本的に変化させるために、集中的に先行技術開発を行う必要がある。新しい部品（すなわち新しい技術コンセプト）は、現在の製品設計に適合するようにされる必要があるので、現在の製品開発内での部品間統合よりも、むしろ先行技術開発と現行の製品開発との間の段階間統合が、ここでの挑戦課題であると予測してもいいだろう。

自動車（Clark and Fujimoto,1989,1991）の製品開発とメインフレームコンピューター（Iansiti, 1992）の製品開発についてのハーバードの研究を比較すると、この点である知見が得られる。というのも、前者はアーキテクチャ的なタイプにより近く、後者はモジュラー的なタイプにより近いからだ。前者のケースでは、ここ70年間、主な部品のコアコンセプト大幅に変化していない一方で、（特に1970年代と80年代の間のアメリカでは）自動車全体レベルでの機能や構成はかなり急速に変化している。対してメインフレームのパッケージングでは、要素技術は、より高い密度と計算スピードを追求して急速に変化している。が、一方でメインフレームコンピューターの基本的な製品アーキテクチャーは、ここ数十年、それほど変化していないのである。

二つのケースの実証結果は、一般的に以上の予測に合致しているように思われる。この

ペーパーの前の方で分析された自動車の製品開発のケースでは、実証研究によって、製品開発のパフォーマンス（すなわちリードタイムと生産性）と現行の開発段階の内的統合性とに相関があることがわかった。一方、先行技術開発と現行の製品開発との統合程度は、パフォーマンスに有意な影響を与えていなかった。対してメインフレーム・プロセッサのパッケージに使われるマルチチップモジュールのケースでは、要素技術の先行開発（Iansitiの用語で”探索(exploration)”）と現行のシステム開発との間の統合の程度は、パフォーマンス変数と有意な相関を示していたが、内的統合とは有意な相関を持っていなかった。よって、上流段階での（先行技術開発と現行の製品開発との間での）オーバーラップと統合的な問題解決は、メインフレームパッケージの効果的な製品開発にとっては重要な要素であるが、自動車の場合にはそうではないことがわかる。

（2）製品－ユーザー間関係の複雑さ；第二の側面は、製品の複雑さに関わるものである。製品が、内部構造もしくはそのユーザーインターフェースの点で複雑になると、製品開発プロジェクトも複雑になる傾向があり、プロジェクトコーディネーター（すなわち統合者）の役割も重要になる。自動車は、そうした複雑な製品の典型例である（図11）。内部的には、自動車は何万もの部品から成立しており、そのコーディネーションは技術的にも組織的にもとても難しい。部品間のトレードオフがとても強く、限られたスペースに多くの相互連結した部品を相互干渉を避けつつレイアウトすることは挑戦的な作業である。外的には、そのユーザーインターフェースも以下の点で複雑である。今日の消費者は、自動車から多くの機能を期待している点、その基準は微妙であいまいである点（例えば乗り心地、興奮度、アピール性）そして彼らは特定の数量的な基準よりもむしろ、製品についての包括的な消費経験を強調するという点で複雑なのである。よって、自動車は図11では”複雑な製品”として分類されている（Clark and Fujimoto,1991,そして Fujimoto, 1991も参照のこと）。

製品－ユーザー間関係の複雑さの面でのもう一つのカテゴリーは、”インターフェース主導型（interface-driven）”製品である。そのカテゴリーでは、ユーザーインターフェースのコーディネーションは、内部の調整よりも難しい。典型的な例には、比較的単純なオーディオビジュアル装置がある（例えばヘッドフォンステレオ）。その内部では、

諸々のLSI技術が劇的に内部のパーツ数を減らしているが、一方でそれらの技術はユーザーインターフェース面での製品機能を多様化させている。反対のカテゴリーは、伝統的な工作機のような”部品主導型 (component-driven)”製品である。この場合、内部的な機械構造は複雑であるが、ユーザーインターフェース面での機能は単純で簡単である。そして最後に、ユーザーインターフェース面と内部構造面の両方で単純ないくつかの製品(例えば食品など伝統的なパッケージ製品)がある。

予測；以上の枠組から、他の条件を同じとすれば、より複雑な製品の開発にはより多くのエンジニアが必要となる傾向があるという予測を引き出せるだろう。例えば、巨大な民間旅客機(数百万のパーツ)の開発には、少なくとも数千のエンジニアや技術者が参加している。自動車(20000から30000のパーツ)の開発は、普通100から1000の人によって行われる。カメラ(200から500のパーツ)の開発は、通常10から100のエンジニアや技術者によって行われる。プロジェクト参加者が増えるにつれ、プロジェクトリーダーの役割はより重要で挑戦的なものとなる。室内音楽とオーケストラを対比するアナロジーが、ここでは適切かもしれない。弦楽器のカルテット音楽(すなわち製品)は、指揮者(すなわちフルタイムのプロジェクトリーダー)なしで演奏者間で同時に相互調整することで成立するかもしれないが、オーケストラ音楽は、フルタイムの統合者として強力な指揮者を必要とする。よって、他の条件を同じとすれば、普通、製品の複雑さが増すにつれ、プロジェクト統合者の役割は増大するということになるだろう。

もう一つの、そしてより面白い予測ができるかもしれない。プロジェクト統合者(リーダー)が重要である場合、誰がプロジェクト統合者になるのかということについてである。最も困難な調整領域を扱うことができるものが、プロジェクトの統合者もしくはリーダーとなる傾向があると仮定してもここでは妥当であろう。この点からみると、通常は、製品エンジニアは内部構造と技術的機能の専門家であり、一方インダストリアル・デザイナーは製品-ユーザー間のインターフェース(例えば外観、人間工学)の専門家であると理解されている。言い替えれば、エンジニアは製品を内から外へとデザインする傾向があるが、デザイナーは外から内へとデザインする傾向がある(Gorb, ed., 1988, Lorenz, 1990)。

以上の論理から、インダストリアルデザインのバックグラウンドを持つ人間は、インターフェース主導型製品の統合者となる傾向がより強く、一方工学的なバックグラウンドを持つ人間は、部品主導型の製品をリードするだろうという予測がでてくる。パッケージ・フードのような単純な製品については、これとは違った人達（例えばマーケティング担当者）がプロダクトマネージャーとなる傾向がより強いであろう。

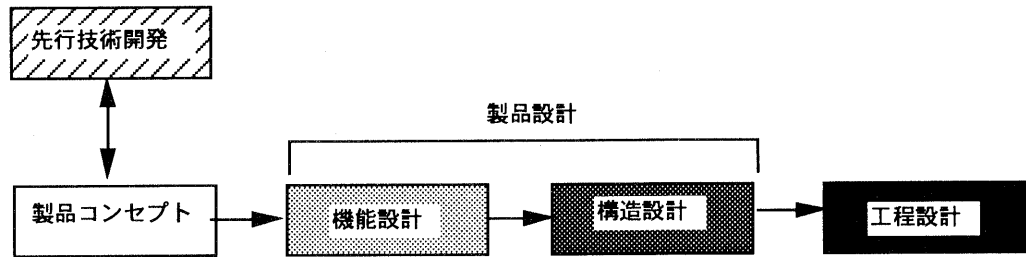
では、自動車産業はどうか。ここでの枠組では、エンジニア的特徴とインダストリアルデザイナー的特徴とがある種混ざりあった特徴を持つ者が、プロダクトリーダーとなる傾向があるだろう。実際、”重量級プロダクトマネージャー”が、自動車の大量生産メーカーにとって効果的な統合の手段であったというわれわれの発見は、この予測とかなり一致している。以上に述べたように、重量級プロダクトマネージャーは、エンジニア的スキルとデザイナー的精神とを合わせ持つ人々として特徴づけられる（Fujimoto, 1991）。彼らは、製品の工学的内容についての広範な知識を持っているが、コンセプト創造に責任を持っている点では、インダストリアルデザイナーのように思考し行動する。一層の実証研究が要されるが、問題の製品が複雑な製品として分類されるときには、最も効果的なプロジェクトリーダーシップのパターンは自動車産業のケースに類似しているだろう、ということが当面予測される。

（3）製品技術－工程技术間の連結；製品についてのこれらの性格の第三の側面は、製品－プロセス間の連関である。ここでの基本的な問題は、プロダクトエンジニアリング（製品技術）とプロセスエンジニアリング（生産技術）は分離可能かどうか、ということである。このことを分析するために、まず製品開発プロジェクトの一般的なプロセスを考えてみよう。一般に製品開発プロジェクトは、コンセプト創造と技術の先行開発からはじまって、製品機能設計（例えば技術的なパラメーターやスペックの決定）、製品構造設計（例えばレイアウト、外観／インテリアのデザインそして部品の詳細設計）、そして工程设计（例えばプロセスフロー、設備、工具、レシピ）へと進むデザイン活動の連鎖を通じて進んでいく。はじめの二つが、一般的に製品設計と考えられているものである（図12）。

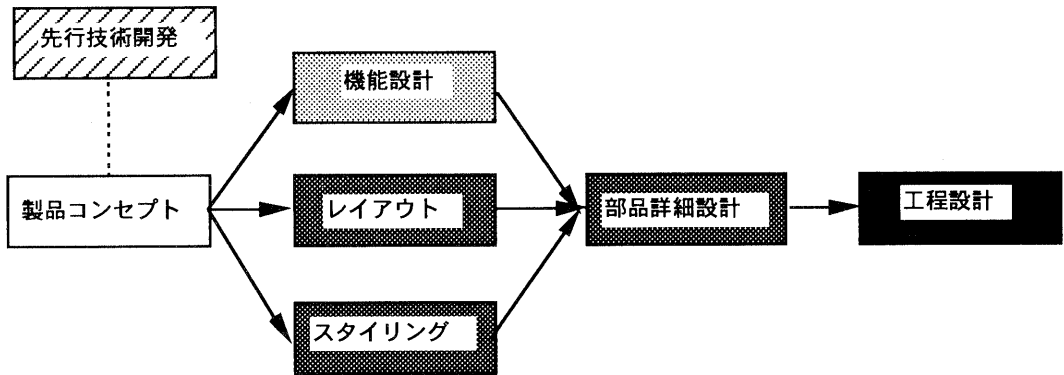
少なくとも二つの要因が、プロダクトエンジニアリングとプロセスエンジニアリングとの結び付きに影響するように思われる（図11）。まず、製品構造に対する知識のレベルが、

図 1 2 設計の連鎖 (The Design Chain)

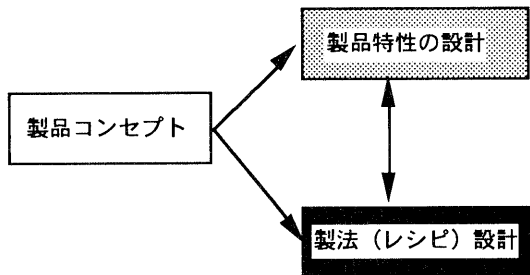
a. 一般的な設計の連鎖



b. 自動車開発における設計の連鎖



c. ビール開発における設計の連鎖



プロダクトデザインとプロセスデザインの相互依存性に影響するようだ。製品構造を表しているはっきりとした”青写真”があって、かつ製品構造と製品機能の間の関係についての十分な知識のあるときには、設計の連鎖は二つの段階に分けられるであろう。すなわち、(1) 機能設計を通じて製品コンセプトを構造設計へ翻訳する段階と、(2) 構造設計を工程設計へ翻訳する段階である。開発プロセスがこのように分けられるときには、開発組織も二つの専門家集団に分けられる。すなわち、前者の翻訳に焦点をあてているプロダクトエンジニア（すなわち目標の機能達成してコンセプトを実現する構造をデザインする）と二番目の翻訳に責任をもつプロセスエンジニア（すなわち構造を物理的に形成するのに最適なプロセスをデザインする）である。プロダクトエンジニアとプロセスエンジニアのこの種の職能的分離は、（自動車を含む）加工組立型製品にはきわめて共通している。この分野では、構造設計もしくは青写真は、開発プロセスの要となる情報として存在する。

しかし、製品構造についての知識が乏しいときには、機能設計と工程設計とは相互依存的で分離不可能なものとなる傾向がある。与えられた機能的目標を達成していて、しかも製造可能な製品構造が存在するという保証がないときには、機能デザインの可能性をチェックする唯一の方法は、まず工程を設計し、工程設計にしたがって試作を行い、それら試作品の特性を調べ、そして試行錯誤の繰り返しを通じて機能的目標を達成するというものだ。よって、製品機能設計と工程設計は相互に絡み合っており、したがってプロダクトエンジニアリングとプロセスエンジニアリングを分離することは難しい。

例えば、ビールのミクロ的分子構造が、エンジニアにとってブラックボックスである程度に応じて、新しいビールのレシピの開発（工程設計）と特性の開発（機能設計）の両段階は、多かれ少なかれ同時に進められる必要が出てくる（図12）。ビールのエンジニアは、”いい味”に至るまで、小型のパイロットプラントで試験的な醸造を繰り返す必要がある。いい味を発見したとき、（スケールアップによるわずかな変更を無視すれば）エンジニアは製品機能設計と工程設計を同時に完了したことになる。よって、ビール産業では、プロダクトエンジニアとプロセスエンジニアを分離することは難しいのである。機械製品の開発における青写真にあたる情報が存在しないからである。

第二に、工程の製品への特化度が高いときには、プロダクトエンジニアリングとプロセスエンジニアリングは分離不可能な傾向がある。与えられた製品構造を作る方法が一つし

かないとき、製品構造のデザインとそれを作るのに不可欠なプロセスのデザインとは、通常分離不可能であろう。例えば、同じ構造の車体パネルは、手たたきでも、“簡易”金型（プラスチックや亜鉛合金）でももしくは鉄性の金型でも成型することができる。言葉をかえれば、多くのプロセスデザインが一つの構造デザインに対応している。異なる工程設計が同じ製品構造設計に適用されうる程度に応じて、プロダクトエンジニアリングとプロセスエンジニアリングとを二つの別々の作業として分離することは一層妥当だといえるだろう。理論的には、製品エンジニアは、構造の製造可能性をあまり考えないで機能的に最適な構造をデザインし構築する。一方、工程エンジニアは、多くの製法の中から与えられた構造を製造するのに最良の解を選び出すのである。

これに対してビールのケースでは、エンジニアは与えられた製品設計と工程設計との間には、一般的に一対一対応があると仮定している。パイロット醸造プラントのエンジニアは、一度あるレシピがある特性の新しいビールを創り出すことがわかると、そのレシピと製品特性の両方が保持され商業的な規模の工場で再現されるように、注意深く操業をスケールアップしていく。実際、いくつかのビールメーカーは、与えられたレシピが商業的規模で再現されるだろう可能な限り最小のパイロットプラントをデザインする努力を行っている。

予測；概して、自動車産業では、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングは比較的分離可能なように思われる。自動車産業では、製品構造と製品機能との関係はよく知られており、青写真（図面）は製品開発において中心的な役割を演じている、そして与えられた製品構造に対して工程設計の自由度がある程度存在する。対照的に、ビールのケースでは、製品エンジニアと工程エンジニアとを二つの全く別々のグループに分けて考えることは難しいだろう。一般的にあって、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングとの分離が不可能なことは、化学、プラスチックそしてセラミックのようないわゆる“プロセス産業”（製造産業）ではかなり共通しているようだ（Barnett,1991）。

製品エンジニアと工程エンジニアが二つの専門家グループとして分けることができるところでは、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングとの統合は、プロジェクトリーダー（統合者）にとって、はるかに挑戦的な仕事となる。それゆえに、製品エンジニアリ

ング段階と工程エンジニアリング段階とのサイマルエンジニアリングは、自動車や多くの他の組立加工型製品の効果的開発の鍵として理解されてきたが、典型的なプロセス産業ではこれはそれほど重要でない可能性がある。プロセス産業では、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングとは、そもそも技術的に分離不可能なのである。

そのような産業での効果的な製品開発の鍵は、プロセスデザインと製品機能との間の因果関係の知識の蓄積であるように思われる。そのような知識は、機能面での目標を達成するのに必要なプロトタイプ作成の試行数を減らすのに一役買うであろう、そして/またスケールアッププロセスで、望ましい製品特性を保持する助けにもなるであろう。それゆえに、例えば、醸造メーカーやプラスチックメーカーにとっては、過去の試作品やスケールアップのデータベースを構築することは極めて重要である。

2.3. まとめと将来の調査研究展望

本ペーパーの前半は、自動車産業の製品開発の実証結果を分析した。国際競争が、変化が激しく、多様でそして洗練された市場で激化しているとき、製品開発パフォーマンスの三つの側面（すなわちリードタイム、生産性そして製品開発の統合性すなわちプロダクト・インテグリティ）が、企業の競争力に貢献する鍵であることを確認した。日本、アメリカそして欧州の自動車メーカーの29のプロジェクトを比較した研究では、そのようなパフォーマンス基準において国際的違いのみならず企業間での有意な違いも現れた。高パフォーマンスと相関する、開発プロセスと開発組織のパターンも確認された。

ペーパーの後半では、特定産業での実証結果の一般化の可能性を検証するような枠組を探った。三つの側面：製品-部品間の相互変化、製品-ユーザー間の関係の複雑さ、そして製品-工程間の連結、が議論された。この枠組を使うことで、自動車産業での発見を、より一般的な語彙で定式化できるかもしれない。図11で描かれた枠組では、1980年代の自動車の製品開発は、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングを分離することを通じて複雑な製品のアーキテクチャルイノベーションを行うこと、と特徴づけられるかもしれない。

以上の枠組にもとづいた予測は、このペーパーの最初の部分で描写された、自動車産業での経験的発見と一致しているように思われる。すなわち、

(1) ほとんどの自動車の製品開発はアーキテクチャルであるので、

－先行技術開発と現行の製品開発との統合はプロジェクトパフォーマンスと関係しない。

－現行の製品開発の中での内的統合はパフォーマンスと関連する。

(2) 自動車は複雑な製品であるので、

－個々の開発プロジェクトは巨大で複雑であり、統合者（プロジェクトリーダー）の役割は重要である。

－エンジニアリングに部品供給業者が参加することで、部品間の相互調整の複雑さが減じられる。よって、それはプロジェクトパフォーマンスに貢献する。

－重量級プロダクトマネージャー（エンジニアの技能とデザイナーの精神をあわせ持つ統合者）は、プロジェクトパフォーマンスに貢献する。

(3) 自動車開発は、製品エンジニアリングと工程エンジニアリングとが分離されているので、

－製品エンジニアリングと工程エンジニアリングとの再統合が、高いプロジェクトパフォーマンスへの鍵となる。

この枠組は、他の産業や製品での製品開発パターンがなぜ自動車のケースと時として異なるのかを、部分的に説明しているのかもしれない。例えば、この枠組は、なぜメインフレームパッケージの開発（すなわちモジュラーイノベーション）では下流段階での内的統合が重要でない一方で、先行技術開発と現行の製品開発との統合が重要であるのか、なぜ小型の消費者向けエレクトロニクス産業（すなわちインターフェース主導型製品）での効果的な製品開発では、インダストリアルデザイナーがプロジェクトリーダーとなることが

あるのか、またはなぜ幾つかのプロセス産業の製品開発（すなわち融合された工程エンジニアリングと製品エンジニアリング）では、サイマルエンジニアリングが大した問題ではないのか、といったことを部分的に説明している可能性がある。

このペーパーで提示された産業間比較の枠組は、無論、決して完璧なものではない。広範囲の産業間で効果的な製品開発の分析ができる枠組に達する前には、実証研究と理論構築の両面でさらに努力することが必要だ。多彩な実際のケースを説明できるようなシンプルな枠組を発見することは、特に挑戦的な課題であろう。

この点で、多かれ少なかれ共通なフォーマットを使用して、多くの異なる産業や国で、定性的、定量的に一層の実証研究を行うことが必要である。同時に、現状の概念枠を洗練し豊かなものとする必要もある。われわれのこれまでの調査研究や文献から、どんな時にもどんな産業にも適用可能な唯一最良の効果的な製品開発の方法は存在しないことは、大体わかっている。にもかかわらず、効果的な製品開発のパターンがいくつかのケースでは産業間で異なっているのはなぜか、そしてなぜそれらのパターンは他のケースでも共通するのかといったことを、少なくとも部分的に説明する枠組を開発することは今だに重要な研究課題なのである。

文献

- Abernathy, William J., Kim B. Clark, and Alan M. Kantrow (1983). Industrial Renaissance. Basic Books. New York.
- Barnett, Brent D. (1991). "Product Development in Process Industries." Harvard Business School working paper.
- Clark, Kim B. (1985). "The Interaction of Design Hierarchies and Market Concepts in Technological Evolution." Research Policy 14. pp. 235 - 251.
- Clark, Kim, Bruce Chew, and Takahiro Fujimoto (1987). "Product Development in the World Auto Industry: Strategy, Organization and Performance". Brookings Papers on Economic Activity, 3, 1987, pp. 729-771.
- Clark, Kim and Takahiro Fujimoto (1989). "Lead Time in Automobile Product Development: Explaining the Japanese Advantage." Journal of Technology and Engineering Management, 6, pp. 25 - 58.

Clark, Kim and Takahiro Fujimoto (1989). "Reducing the Time to Market". Design Management Journal, Vol. 1, No. 1, Fall 1989.

Clark, Kim and Takahiro Fujimoto (1990). "The Power of Product Integrity." Harvard Business Review. November - December, pp. 107 - 118

Clark, Kim and Takahiro Fujimoto (1991). Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry. Harvard Business School Press. Boston.

Dumas, Angela and Henry Mintzberg (1989). "Managing Design Designing Management." Design Management Journal, Vol. 1, No. 1, Fall 1989.

Fujimoto, Takahiro (1989). "Organizations for Effective Product Development -The Case of the Global Automobile Industry-". Unpublished D.B.A dissertation, Harvard Business School.

Fujimoto Takahiro (1991). "Product Integrity and the Role of Designer-as Integrator." The Design Management Journal, Vol. 2, No, 2, Spring, pp. 29 - 34

Gorb, Peter (ed. 1988). Design Talks! The Design Council. London.

Henderson, Rebecca M., and Kim B. Clark (1990). "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms." Administrative Science Quarterly, 35, pp. 9 - 30.

Iansiti, Marco (1992). "Science-based Product Development: An Empirical Study of the Mainframe Computer Industry." Harvard Business School Working Paper, 92 - 083.

Lorenz, Christopher (1986). The Design Dimension. Basil Blackwell. New York.

Thompson, James D. (1967). Organization in Action. McGraw-Hill. New York.