

複数顧客に対応する製品開発管理

—自動車部品の事例を用いて—

伊 藤 誠 悟

1. はじめに

本稿の目的は、機能や性能が同等であっても顧客ごとに仕様が異なる製品を供給する企業の製品開発管理に関して論じることである。顧客ごとに特定の仕様が必要とされる典型的な産業である自動車産業がある。本稿では、そのサプライヤー・システムを分析単位として、日本における自動車部品取引の実際の構造がどのようなものであるか、を整理する。その実態を踏まえた上で、複数顧客への対応能力が高いと推察される自動車部品会社の具体的な製品開発の事例を取り上げ、複数の顧客に部品を納入するためには製品開発管理上どのような困難な課題があり、そしてその課題に対してどのような対応をとっているのか、を論じる。

完成品メーカーとの企業関係のあり方がサプライヤーの事業成果にきわめて重要な影響をもたらすことが論じられてきた。サプライヤーが特定の完成品メーカーと深く協調的な関係を築くことが、サプライヤーの事業成果にプラスの影響を及ぼすとされるものである (Asanuma, 1989; Clark and Fujimoto, 1991; Cusumano and Takeishi, 1991; Dyer and Nobeoka, 2000; 藤本, 1998; Helper and Sako, 1995; 真鍋, 2002; Nishiguchi, 1994; 酒向, 1998)。

特定の顧客と親密な信頼関係を築き、長期的な取引を前提に取引特化な能力を蓄積することが製品開発力の向上につながることは先行研究からも理解できる。その一方で、サプライヤーにとっては、成長の観点からは顧客を広げることも必要である。もちろん、顧客範囲を広げることによって既存の顧客との緊密な関係が損なわれてしまうのであれば望ましい行為ではない。一般的には、幅広い顧客へ製品を提供しようとすると、製品の適合において特定の顧客に妥協を強いることにつながる。しかし、特定の顧客に十分に適応した製品開発を行うと、その特定顧客以外への製品提供が困難になる。そうかと言って、すべての顧客に対してカスタム製品を提供するとコストがかさみ採算が合わなくなる。

特定の顧客への製品適合と広範囲な顧客への製品提供の同時追求は矛盾した営みのように思える。製品の多様性とコストは通常は両立しがたいトレードオフの関係にあるからである。

既存の研究を見てみると、この矛盾を解決するためのいくつかの方策が示されている。例えば、戦略面ではマスカスタマイゼーションという概念が提示されており (Kothe, 1995; Pine, 1993)、組織管理面ではマルチプロジェクト管理が論じられている (延岡, 1996a)。前者は、製品を構成する部品を共通化できる部分とカスタマイズが必要な部分に分けて、共通化のメリットを享受しながらも、カスタマイズ部分で顧客のニーズに応える戦略である。後者は、技術や部品を複数の製品開発プロジェクトで共用するための組織運営上の工夫である。

複数顧客への戦略や組織に関する研究は存在するものの、具体的なマネジメントの具体的な中身については未だ十分に明らかになっていないとは言えない。顧客ごとにある程度特定の仕様が必要となる製品開発、つまり標準化が困難な製品開発のマネジメントとは一体どのようなも

のであろうか、この問いに対して、実際の製品開発事例を用いて論じたいと考える。本稿の構成は以下の通りである。まず第2節では、事例分析の対象企業が属する自動車部品取引の特徴を説明する。第3節では、前節での整理を踏まえて、自動車部品取引の構造を概説する。第4節では、複数顧客への対応というマネジメント上の困難な課題に取り組んだ具体的な製品開発事例を紹介する。最後の第5節はディスカッションである。

2. 日本の自動車部品取引の特徴

日本の自動車産業のサプライヤー・システムの特徴に早くから着目したのが浅沼（1984）やClark and Fujimoto（1991）らの研究であった。彼らの研究を通じて、自動車メーカーは新車の開発を進めるにあたって、各々の部品の詳細設計をサプライヤーに任せる割合が多く、これが開発リードタイムの短縮や開発工数の削減につながっていることが明らかになった。

素材メーカーや部品メーカーなど、川上に位置する企業に開発活動の一部を委ねるメリットは、いくつかの実証研究により明らかにされている。特定の材料や部品に特化した企業に任せることでその専門性や規模の経済性を利用でき、自らの負担を軽くできる。また、開発の柔軟性やスピードという点でも得るところが大きい（武石，2003）。日本の完成品メーカーは、長期的かつ協調的な関係にあるサプライヤーの積極的な活用により柔軟かつ迅速な開発を可能にしていると言われている（Imai, Takeuchi and Nonaka, 1985）。

日本の自動車産業における取引方式を整理分類したのは、浅沼（1984）である。その後、Clark and Fujimoto（1991）などによって研究が積み重ねられてきた。一般に新車向けの部品の設計開発でサプライヤーが分担する役割は、大きく3つの方式に分けられる。その分類によると、基本的な仕様は自動車メーカーが提示し、サプライヤーが詳細設計を行う「承認図方式（black box parts）」の他に、「貸与図方式（detail-control parts）」と「市販品（supplier proprietary）」がある。「貸与図方式（detail-control parts）」は自動車メーカーが詳細設計までを行い、サプライヤーは貸与された設計図をもとに部品の製造のみを行うという取引方式であり、「市販品（supplier proprietary）」は開発から生産までサプライヤーが行い、その取引方式は市場取引が中心となる。

ただし、実際の開発現場ではさらにケース・バイ・ケースで上の3つ以外の取引方式が存在している。例えば、自動車メーカーが詳細設計を行う場合でも、生産工程設計や金型、治具の設計はサプライヤーが行う場合もあるし、サプライヤーが詳細設計を担当しても図面の所有権は自動車メーカーが所有するケースなどがある（藤本，1997）。さらに最近では、サプライヤーが詳細な仕様を決め、自動車メーカーの関連部署と部品間干渉問題を調整するといったパターンなどが始まっている（武石，2003）。ただし、これらの取引方式は、承認図方式、貸与図方式、市販品の派生的な位置づけに変わりなく、自動車メーカーとサプライヤーの開発における役割分担を整理する上では3つの分類で足りるであろう。

Clark and Fujimoto（1991）は、こうした設計においてサプライヤーの果たしている役割を日欧米で比較し、開発の分業のパターンに大きな違いがあることを見出した。彼らの調査によると、1980年代後半においては、日本では承認図方式が6割と過半を占めるのに対して、米国では2割以下、欧州ではその中間の4割程度であった。この結果は、欧米に比べて、日本ではサプライヤーの設計における役割が大きいことを示すものであった。加えて、自動車の開発工

数や開発リードタイムといった開発の効率性についても、欧米に比べ日本の方が効率的であることも明らかにした。これは、日本のサプライヤーが部品の詳細設計に関して大きな役割を果たしていることが日本の自動車メーカーの開発効率性につながっていることを示した。

日本の自動車メーカーは単にサプライヤーに多くを任せているというわけではない。Asanuma (1988)によると、日本の自動車メーカーは米国の自動車メーカーに比べ、開発の早期段階からサプライヤーを巻き込んで開発を進めていた。一方、開発効率、すなわち短いサイクルで新車を開発できる日本の自動車メーカーの能力を支えている要素として、Dyer (1996)が論じたのは自動車メーカーとサプライヤーとの濃密なコミュニケーションであった。

そして、サプライヤーの能力向上を支えているのが、長期継続的な取引を前提とした共同での問題解決である。欧米に比べて製品の詳細設計から製造に至るまでの広範囲な業務をサプライヤーが担う割合の高い日本の場合、日常的な対面コミュニケーションを通じて、自動車メーカーの設計や購買担当者とサプライヤーが頻繁に接触している。こうした協調的な開発パターンはサプライヤーにとって技術や知識などを学習する機会となり、サプライヤーの能力向上を支えているのである。

長期継続的な取引を前提として協調的な関係を築いていくためには、自動車メーカーは取引をするサプライヤーの数を比較的少数に絞り込まざるを得ない。納入先数が比較的少数に絞り込まれていることも、従来の米国のシステムと比べた場合の日本のサプライヤー・システムの特徴と言われている。しかし、藤本 (1997) はこれには2つの異なる意味はあるので混同しないように注意を促している。

第1に、特定の部品カテゴリーについては、単一のサプライヤーにのみ依存することは稀である。ランプなどの特定の部品について日本の自動車メーカーが何社のサプライヤーと取引しているか、というレベルで議論するならば、単一の部品メーカーのみに依存していることはほとんどないということである。

第2に、特定の車両に対する部品（特定の部品設計図面）レベルでの部品発注先は、特定の一社になることが多い。つまり、部品カテゴリーレベルで見れば、少数ながらも複数のサプライヤーが競争しているが、いったんある特定の部品設計図面に基づいて受注すれば、対象の車両モデルの生産期間中は納入を独占することが可能になるケースが多いということである。上記の第1のレベルと第2のレベルの議論を混同すると、日本のサプライヤー・システムにおけるサプライヤー間での競争の実態を誤解する恐れがあり、過去には第2のレベルだけ見て「日本のサプライヤー間には競争が欠如している」と誤認されることもあった。

前述の通り日本のサプライヤー・システムでは、特定部品のレベルでは、納入先として少数ではあるが複数のサプライヤーが存在している。部品あたりのサプライヤー数が少なさはきめ細かな管理や育成を可能にする一方で、サプライヤーが交渉力を発揮して部品価格を吊り上げる可能性をはらんでいる。サプライヤーが寡占レントを価格に反映しない場合でも、日本のサプライヤー・システムでは、自動車メーカーとサプライヤーの長期継続的な取引形態から馴れ合いが生じることも予想される。それらへの対策として、自動車メーカー自身がその部品を内製し潜在的に競争圧力をかけるという方法もあるが、実際には、多くの機能部品の場合、詳細設計技術はサプライヤー側にあり、自動車メーカーがすぐに内製できるわけではない（藤本, 1997）。

馴れ合いを防ぐ方法として日本のサプライヤー・システムに導入されている仕組みは、少数

のサプライヤー（3、4社）による開発コンペを通じた競争形態である。「見える手の競争」（伊丹，1988）や「顔の見える競争」（伊藤，1989）などと表現される新古典派的な完全競争と異なる形のこの競争は、サプライヤーの開発力や改善能力を継続的に繰り返し競争させる仕組みとして機能している。

例えば、伊藤（1989）は、継続的な取引が競争形態そのものを変え、それが結果的に競争優位をもたらす可能性を分析した。そして、開発力・改善能力の次元で少数のサプライヤーが競う「顔の見える競争」という概念を提示した。伊藤（1989）は、「顔の見える競争」の場合、単純な市場競争以上に競争が激しくなると指摘している。

また、伊丹（1988）も、日本の自動車部品サプライヤー間の競争は新古典派的完全競争と異なる形での競争であるとして、これを説明する概念として「見える手の競争」を提示した。伊丹は、「見える手の競争」を、次のような競争形態であると定義している。①少数のお互いに「顔の見える」競争相手の間で、②参入・退出の自由が制限されており、③買い手による退出（exit）ではなく告発（voice）による規律がある。加えて、④売り手と買い手が協調関係を結べば技術力や生産性を高めることができるとお互いに理解しており、⑤価格以外の情報を取引主体で共有しており、親会社による取引プロセスの多元的なコントロールが行われる競争形態である。

伊丹は、「見える手の競争」の機能として、競争促進効果（少数者間の有効競争と、新規参入可能性の確保）による最小費用実現、情報共有等による技術進歩促進効果をあげている。つまり、「見える手の競争」は競争促進効果では完全競争と同等に有効性を持ち、技術革新促進効果では完全競争よりも有効であるというのが伊丹の主張である。

以上をまとめると、日本の自動車産業のサプライヤー・システムの特徴は、サプライヤーに長期継続取引という比較的安定した事業環境を提供し、技術の取得経路になっていると同時に、開発力と改善能力の継続的な向上を図らなければならない仕組みとなっている。言い換えれば、競争と協調が共存するシステムとなっているのである。

これまでの検討結果から、日本の自動車産業における自動車メーカーとサプライヤーの部品取引については、以下の3つの特徴が相互補完的に機能しており、それが開発リードタイムや開発工数といった新車開発における主要な成果指標に正の影響を与えていると言えるであろう。3つの特徴とは、長期継続的な取引、少数者間の有効競争、および一括発注の分業パターン（詳細設計、製造、品質管理などをまとめて任せる方式）である。比較的少数の取引相手による継続的な関係は自動車メーカーとサプライヤー間の活動調整を促し、関連し合った業務の一括発注はサプライヤー側の内部活動の調整を容易にする。そして、開発力・改善能力の次元で少数のサプライヤーが競う少数有効競争（「顔の見える競争」、「見える手の競争」）は、全体として自動車産業の競争力向上に貢献している。つまり、日本の自動車産業のサプライヤー・システムは、サプライヤーにとって長期継続取引という比較的安定した事業環境の提供や技術の取得経路になっていると同時に、継続的に開発力と改善能力の向上を図らなければならない仕組みとなっている。

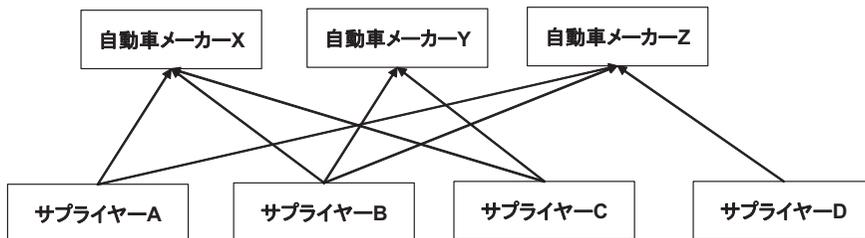
3. 自動車部品取引の構造

3-1 取引構造の特徴

前述したように、日本の自動車産業では、サプライヤーと自動車メーカーが共同で問題解決やタスク間の調整を行うことが強調されている。こうした日本の取引モデルは、サプライヤーと自動車メーカーの双方に利益をもたらすものと考えられている (e.g. Nishiguchi, 1994)。

日本的な企業間関係の特徴として、長期的で協調的な部品取引関係や系列取引が過度に強調され、自動車部品サプライヤーと自動車メーカーの間に1対1の排他的な取引関係が存在すると言われることもあるが、それは事実と反している。1980年代以降の日本の自動車産業におけるサプライヤー・システムに関する一連の研究の中で明らかにされてきたように、現実では多くのサプライヤーは複数の自動車メーカーに部品を納入しているし、自動車メーカーも複数のサプライヤーから部品を調達している (延岡, 1996b)。簡素化した例で示すと、日本の自動車産業の部品取引は図表1のような構造になっている。自動車メーカー X は、サプライヤー A・B・C から部品を調達している。一方、サプライヤー A も自動車メーカー X だけでなく、自動車メーカー Z にも部品を納入している。サプライヤー B と C も同様に複数の自動車メーカーへ部品を納入している。中にはサプライヤー D のように自動車メーカー 1 社としか取引をしていないサプライヤーもいるが、多くのサプライヤーは複数の自動車メーカーに納入をしているのである¹。

図表1 自動車部品取引の構造イメージ



先行研究で明らかになっている自動車部品取引の構造的な特徴は次の3点である。第1の特徴は、日本の自動車メーカーの部品内製率は欧米に比べて相対的に低く、日本でサプライヤーが部品の開発・設計を担う割合は欧米の場合に比べて高いことである。このことは、日本の自動車メーカーが新車開発を効率的に行う上で重要な役割を果たしてきたと言われている (Clark and Fujimoto, 1991)。

第2の特徴は、日本の部品取引は各自動車メーカーを頂点に階層的になっており、日本の自動車メーカーが直接取引をするサプライヤーの数は欧米の自動車メーカーに比べて相対的に少ないことである (松井, 1988)。そのため、自動車メーカーの購買に要する管理コストが低く抑えられていると言われている。

第3の特徴は、上記のような階層構造は、「ピラミッド型」の構造ではなく、サプライヤー

¹ 同じサプライヤーでも部品により納入相手の自動車メーカーは異なる。自動車メーカーの立場からしても、複数のサプライヤーから調達している部品と1社のサプライヤーに依存している部品が混在している。

群が複数の自動車メーカーと取引をしている「アルプス型」の構造を形成しているということである（藤本・武石，1994）。

3-2 取引構造の変化

近年、日本の自動車産業で、取引関係のオープン化が進みつつあると指摘されている。有力なサプライヤーが納入先自動車メーカーの数を増加させる傾向は1970年代から見られ、少なくとも2000年まで一貫している（近能，2004a）。取引関係のオープン化という傾向は、概ね引き続いている。ただし、1999年以前は自動車メーカーの調達先数とサプライヤーの納入先数がともに増加傾向にある中でオープン化であったが、1999年以降は自動車メーカーの調達先数が減少し、サプライヤーの納入先数が増加するといったオープン化であり、中身に質的な転換が生じている（近能，2004b）。つまり、調達構造は単純にオープン化が進んでいるのではなく、部品の種類によって二極化してきていると言える。標準的な部品は、定少数のサプライヤーから調達する優位性が小さい。しかし、特定の部品²は自動車メーカーとサプライヤーの間で調整や共同開発業務が多く必要であるため、ある程度調達企業を絞り込む必要がある。その結果、特定の部品は2~3社に収斂しつつある（延岡，1999）。

図表2「サプライヤーの納入先数の分布」と図表3「自動車メーカーの部品調達先数の分布」³は、1987年から2008年までの3年ごとの自動車部品取引構造の推移である。

部品サプライヤーが製品を納入する自動車メーカー数の平均（図表2）は、1996年の2.94社を除き、3社を若干上回る水準で推移しており、大きな変化はないと言える。図表3は、自動車メーカーが自動車部品を平均して何社のサプライヤーから調達しているかを表している。自動車メーカーが同機能の部品を調達するサプライヤー数は、2.5社を下回るレベルである。傾向としては、1999年までは緩やかながらも増加を示したが、2.5社を目前にした1999年をピークにむしろ微減傾向にある。ただし、0.03社の差であるので大きな変化ではなく、2.4社~2.5社で安定的に推移していると言える。

以上のことから、自動車部品においてサプライヤーが部品を納入する顧客の範囲は3社程度であること、自動車メーカーは部品を2~3社の比較的少数のサプライヤーから調達していること、そして、サプライヤーの納入する顧客数と自動車メーカーの調達するサプライヤー数の傾向には大きな変化はないことがわかる。

² 延岡（1999）では、標準的部品と特定の部品を次のように分類している。標準的部品を「基本的な技術や設計が車種や自動車企業（メーカー）に依存せず比較的標準な部品で、モジュラー性が高く自動車企業（メーカー）との調整が比較的少なくすむ部品」と定義し、それ以外を特定の部品とした。標準的部品に分類されたものには、バッテリーや、スパークプラグ、フューエルポンプなどの電気・電子部品と、タイヤやワイパーブレード、オイルフィルタのような汎用的な非電気・電子部品の両方が含まれている。

³ 1999年までは近能（2003a）のデータを使用し、2002年、2005年、2008年は㈱アイアールシー発行の「自動車部品200品目生産流通調査」の2002年版、2005年版、2008年版を基に作成。近能（2003a）と同じ部品を対象にしているが、継続的にデータがない部品があったため、2002年以降は対象部品数が、近能（2003a）の68に対して66（2002）、53（2005）、52（2008）と少なくなっている。

図表2 サプライヤーの納入先数の分布

	対象 部品数	平均納入 企業数	納入企業数別の頻度 (括弧内は累積比率)									合計
			1社	2社	3社	4社	5社	6社	7社	8社	9社	
1987年	68	3.10	183	58	39	39	23	21	31	21	15	430
			(42.6%)	(56.0%)	(65.1%)	(74.2%)	(79.5%)	(84.4%)	(91.6%)	(96.5%)	(100%)	
1990年	68	3.08	193	61	38	37	25	27	30	21	15	447
			(43.2%)	(56.8%)	(65.3%)	(73.6%)	(79.2%)	(85.2%)	(91.9%)	(96.6%)	(100%)	
1993年	68	3.06	205	61	46	32	26	35	29	15	20	469
			(43.7%)	(56.7%)	(66.5%)	(73.3%)	(78.9%)	(86.4%)	(92.5%)	(95.7%)	(100%)	
1996年	68	2.94	229	67	48	33	25	29	30	16	21	498
			(46.0%)	(59.4%)	(69.1%)	(75.7%)	(80.7%)	(86.5%)	(92.6%)	(95.8%)	(100%)	
1999年	68	3.05	211	72	53	27	31	28	31	19	21	493
			(42.8%)	(57.4%)	(68.2%)	(73.6%)	(79.9%)	(85.6%)	(91.9%)	(95.7%)	(100%)	
2002年	66	3.05	198	81	53	23	29	20	28	24	21	477
			(41.5%)	(58.5%)	(69.6%)	(74.4%)	(80.5%)	(84.7%)	(90.6%)	(95.6%)	(100%)	
2005年	53	3.11	159	62	33	19	25	18	21	15	23	375
			(42.4%)	(58.9%)	(67.7%)	(72.8%)	(79.5%)	(84.3%)	(89.9%)	(93.9%)	(100%)	
2008年	52	3.06	159	62	32	20	25	14	20	16	22	370
			(43.0%)	(59.7%)	(68.4%)	(73.8%)	(80.5%)	(84.3%)	(89.7%)	(94.1%)	(100%)	

出所) 1999年までは近能(2003a)のデータを使用し、2002年、2005年、2008年は(株)アイアールシー発行の「自動車部品200品目生産流通調査」データを筆者加工

図表3 自動車メーカーの部品調達先数の分布

	対象 部品数	平均調達 企業数	調達企業数別の頻度 (括弧内は累積比率)								合計
			1社	2社	3社	4社	5社	6社	7社	8社	
1987年	68	2.18	146	284	123	45	11	2	1	0	612
			(23.9%)	(70.3%)	(90.4%)	(97.7%)	(99.5%)	(99.8%)	(100%)	(100%)	
1990年	68	2.25	141	267	137	50	9	8	0	0	612
			(23.0%)	(66.7%)	(89.1%)	(97.2%)	(98.7%)	(100.0%)	(100%)	(100%)	
1993年	68	2.35	131	258	140	57	15	11	0	0	612
			(21.4%)	(63.6%)	(86.4%)	(95.8%)	(98.2%)	(100.0%)	(100%)	(100%)	
1996年	68	2.39	121	251	158	53	18	11	0	0	612
			(19.8%)	(60.8%)	(86.6%)	(95.3%)	(98.2%)	(100.0%)	(100%)	(100%)	
1999年	68	2.46	121	223	179	56	20	13	0	0	612
			(19.8%)	(56.2%)	(85.5%)	(94.6%)	(97.9%)	(100.0%)	(100%)	(100%)	
2002年	66	2.45	111	225	172	57	22	6	1	0	594
			(18.7%)	(56.6%)	(85.5%)	(95.1%)	(98.8%)	(99.8%)	(100%)	(100%)	
2005年	53	2.44	76	187	153	50	10	1	0	0	477
			(15.9%)	(55.1%)	(87.2%)	(97.7%)	(99.8%)	(100.0%)	(100%)	(100%)	
2008年	52	2.42	80	185	148	42	9	3	0	1	468
			(17.1%)	(56.6%)	(88.2%)	(97.2%)	(99.1%)	(99.8%)	(100%)	(100%)	

出所) 1999年までは近能(2003a)のデータを使用し、2002年、2005年、2008年は(株)アイアールシー発行の「自動車部品200品目生産流通調査」データを筆者加工

4. 事例研究⁴

4-1 事例選定理由

事例研究は株式会社デンソー（以下、「デンソー」）が手がけている自動車部品であるラジエータの製品開発を取り上げる。デンソーは、1987年時点で平均6.9社に製品を納入しており、業界平均の3.10社を大きく上回っている。直近の2008年のデータにおいても、業界平均3.06社に対しデンソーは7.8社となっている。この数字は、いかにデンソーが幅広い顧客に製品を提供しているかを示している。

本稿で取り上げるSRラジエータはデンソーの発展を支えた代表的な製品の1つである。デンソーの発展を支えた代表的な製品の多くは、1970年代半ばから1980年代にかけて生み出された。デンソー製ラジエータの国内市場シェアは、1984年時点で49.6%、1987年時点では52.4%（+2.8%）であった⁵。また、納入顧客数も国内自動車メーカーだけでも9社（1987時点）⁶と幅広い顧客に製品を提供している。

4-2 ラジエータとは

ラジエータは自動車の前面に位置し、エンジンから出る熱を外気へ放散する役割を持つ熱機器部品である。その基本構造は、熱交換を行うコア、冷却水を集配するタンク、および車両への取り付け部である。ラジエータにはエンジンの容量や車体の大きさなどにより、さまざまな種類の要求が課せられる。

製品の小型・軽量化や低コスト化が進められる中、SR（Single Row）ラジエータは世界のトップを目指して開発された。それまで2列だったチューブを1列にし、フィンピッチを2分の1に、さらにタンクを樹脂化するという設計上の新たな発想から、画期的な製品となった。また、さまざまな形状のラジエータを全自動で生産できるようにした多種流動自動生産ラインは世界中の注目を集めた。1980年代には「世界一製品」としての先鞭を付け、世界各国での特許取得はSRシリーズで70件を超えている⁷。

4-3 「世界一製品」開発の背景

1980年代初頭にデンソーのSRラジエータは世界No. 1のシェアを獲得できた。このような小型・高性能のSRラジエータを開発した背景には、1973年のオイルショックによる省エネルギー化の動きがあった。

デンソーのラジエータは、1965年に熱効率を大幅に改善したコルゲートタイプのラジエータ⁸を市場に投入したことで、国内海外ともに市場シェアが大きく伸びていた。しかし、燃費の改善を目指す自動車メーカー各社は、熱効率を犠牲にすることのない小型・軽量化をラジ

⁴ SRラジエータの事例は、太田和宏氏（デンソー元副社長）と花井嶺郎氏（デンソー元専務、現アスモ株式会社）の論文「フレキシブルオートメーションと設計：自動車用ラジエータを事例として」、『デンソー 50年史』に収録の「世界一製品の先鞭：SRラジエータ」を参考にしている。

⁵ ㈱アイアールシー発行の資料から抜粋。

⁶ ㈱アイアールシー発行の資料から抜粋。

⁷ 『デンソー 50年史』356頁

⁸ この当時のラジエータはコアの厚みが32 mmであった。

エータに求めていた。コルゲートタイプのラジエータを開発した後もデンソーは、熱効率の良いラジエータの研究・開発に取り組んでいたが、技術的な課題に面していた。

デンソーが熱伝機構の解明の点で壁に突きあたり、部分的な改良製品を出すに留まっている状態の中、欧州ではソフィカやグレンクスほか、いくつかの企業がそれぞれに新しいタイプの熱交換器を開発し、好評を得つつあるという情報が入ってきた⁹。欧州のラジエータ・メーカーでは、「はんだ」や「ろう」付け不要の製造方法による製品を開発して低コスト化を実現していた。欧州のラジエータ・メーカーがこうした欧州の自動車部品市場での実績をもとにして日本市場に参入するのは時間の問題と思われた。

こうした厳しい市場環境の中、デンソーは熱伝達の基本に戻って画期的なラジエータの研究開発に着手した。冷却性能を向上させつつラジエータそのものを小さくすることができれば、自動車メーカーにとって大変魅力的な製品となる。コンパクトな分、使用する材料も節約できコストダウンが見込めるし、エンジンルームのコンパクト化も可能になる。加えて、軽量化により燃費の向上もできる。自動車メーカーに多大なメリットがあるため、軽量でコンパクトなラジエータが必ず主流になるという確信をデンソーの開発陣は持っていた。

こうした共通の認識に立ち、設計技術者と生産技術者が一体となって、製品構造、材料開発、加工技術などのさまざまな視点から知恵を絞り出し考えられる限りの開発パターンを検討しながら、そのひとつひとつについて改良が加えられていった。

4-4 軽量化への挑戦

ラジエータをいかに軽量化するか。この問いに対して、まず「材料の軽量化」という観点から、冷却水を蓄えるタンクを樹脂化する試みが行われた。従来のラジエータは銅や黄銅が主材料であったが、主材料を樹脂に代えて軽量化を試みた。

ラジエータの樹脂化による軽量化はすでに欧州で実績があった。しかし、当時のデンソーには樹脂化の経験が全くなく、耐熱樹脂を開発しなければならないため、デンソーにとっては容易なことではなかった。耐熱樹脂の開発という課題に対して、デンソーは1974年に「樹脂タンク開発チーム」を発足させ、タンク樹脂化への本格的な取り組みを始めた¹⁰。

タンク樹脂化の実現には、高温・高圧の環境に耐えられる材料の選定やタンク全体の構造の設計変更など、製品化への課題が山積していた。試行錯誤の末に、「66ナイロン+グラスファイバー」という新材料を材料メーカーと協力して開発し、タンクの樹脂化に成功した。この樹脂化により5%から10%の軽量化を達成した¹¹。そして、1977年に国内初の「樹脂タンク+2列チューブ」タイプのラジエータを市場へ投入した。

タンクの樹脂化と並行して、開発技術者たちは、さらなる小型・軽量化へ結びつく設計上の改良点を模索していた。それまで、コアの熱効率の改良には「ポール・ハウゼン理論¹²」への

⁹ 『デンソー 50年史』 356頁

¹⁰ 『デンソー 50年史』 357頁

¹¹ デンソーにタンクの樹脂化を決断させたもう1つの要因として、職場環境の改善があった。黄銅製タンクの製造現場に必要なはんだ付け作業は、フラックスによる薬品臭や火気使用による暑熱問題など職場環境を悪化させる原因となっていた。この加工工程の改善により職場環境は飛躍的に向上し、クリーンな工場づくりを大きく推し進めることが可能となった。(『デンソー 50年史』 357頁)

¹² ポール・ハウゼン理論とは、流れのなかに置かれた平板の熱伝達に関する古典理論であり、その熱伝達量は

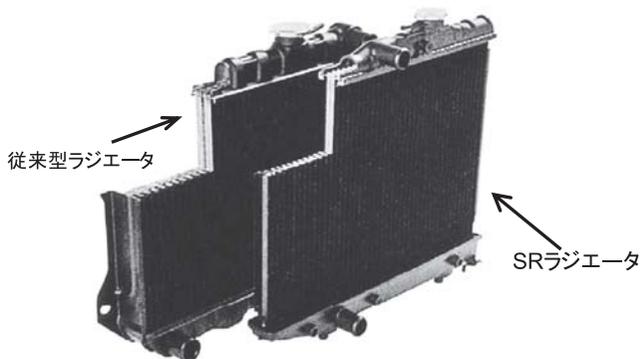
到達が難題として残されていた。この課題の解決に効果を発揮したのが、コア全体の設計への数値解析によるシミュレーション技術の導入であった。デンソーは、伝熱工学の権威である泉亮太郎氏や豊田中央研究所の藤掛賢司氏らに指導を依頼し、そのアドバイスに基づき社内でシミュレーションによる数値解析を行い、難題を解決していったのである¹³。

デンソーはコンピュータによる解析手法を利用してラジエータコアのフィンの中の空気の流れを理論化した¹⁴。コンピュータによるシミュレーションに加え、実物を拡大した模型を作り、水槽の中へ着色した液体を流すことによって、それを空気の流れに見立てて読み取るという可視化技術も駆使した。

解析や実験を繰り返して重ねていくうちに、薄いコアで高効率を得られることがわかってきた。そして、その成果として、1列チューブ、すなわちSRという画期的な発想が生まれたのである。SRの発想をもとにさらに実験を繰り返し、フィンピッチを従来の半分近くに詰めても風が通り、従来よりも放熱性能を向上できることを発見した。多くのフィンピッチとチューブピッチの組み合わせの中から最良の寸法が選択され、SRラジエータの基本諸元が確定したのである。

コアの厚みを従来の32 mmから16 mmへ半減させる小型化（容積あたりの熱効率が50%向上）に成功し、また重量も30%低減できた¹⁵。図表4は従来コルゲートフィン型ラジエータと新型ラジエータの比較写真である。新型ラジエータの幅は従来品の2分の1になっていることがわかる。

図表4 ラジエータの新旧比較



出所) デンソー (2000) 『デンソー 50年史』

流速の平方根に比例し、平板の長さの平方根に反比例する。従って、平板（フィンの場合はルーバ）の長さが小さいほど理論的には伝熱性能が向上することになる。

¹³ 『デンソー 50年史』 357頁

¹⁴ ラジエータの熱効率の性能を飛躍的に向上させるには、ラジエータコアのフィンの間を流れる空気をいかにスムーズに流せるかが鍵となっていた。

¹⁵ 軽量化の面では、SRによるコア部分の小型化と並行して進められた材料開発も大きな要因となった。材料メーカーとの共同開発により、性能アップや長寿命化につながるさまざまな材料が開発された。例えば、冷却水の通路となるチューブの材料を従来的一般黄銅材から耐食黄銅材に代えることにより、長寿命を達成できた。こうした材料開発面からの改良は製品の品質改良にも結び付いた。総合的な製品改良によって、水漏れによるオーバーヒートなど、それまでのドライバー泣かせのラジエータの故障は激減した。

この新型コアを中核技術として開発された小型で高性能の新型ラジエータは、1980年当時、放熱量当たりの容積で世界トップの製品となった。SRラジエータの放熱効率は、当時世界で最も放熱効率が良かった米国メーカーのラジエータよりも30%以上の効率向上がされていた。SRラジエータのサイズと重量は、開発後10年間世界のトップレベルを維持した。

SR化とフィンピッチの縮小は画期的なラジエータの構造であった。しかし、全く新しい構造であるがために、量産化のための工程開発では難題が山積していた。

例えば、ピッチが半分のフィンをいかに効率的に製造していくかという技術的な問題があった。それは、高速化技術と自動化技術の開発を前提としなければならず、製品設計が生産技術と協力せずには解決できない問題であった¹⁶。

4-5 多種ランダム生産の実現¹⁷

4-5-1 コンカレントエンジニアリングの展開

1978年頃からデンソーでは、次期型ラジエータについて、構成部品の共通化による標準化と顧客ニーズに対応した多様化の両立を図るという方針を定め、設計開発と生産技術が一体となって開発を進めた。今でこそ、コンカレントエンジニアリングという概念で設計と生産技術が連携することは珍しくないが、1978年当時は、組み立てやすさを損なわずに標準化と多様化の両立を図るといふ開発活動は先進的であった。

具体的には、次期型研究会である「HE (Heat Exchange) 研究会」を設け、設計開発と生産技術が一緒に3年～4年かけて10年間売れる製品の開発を目指したのである。そして、多種ランダム生産を実現させるために、これまでのデンソーの生産技術ノウハウを集結させた。SRラジエータの開発当時は、まさに乗用車の多様化が求められていた時代であり、ラジエータの大きさも車種やグレードに対応させる必要があった。コアの高さや幅、フィンピッチの規則性のある組み合わせにより、合計120以上の製品種類に対応させる。しかも、その生産を「1本のラインで実現させ、従来に比べて2倍以上の生産効率をあげること」を目標に次期型研究会では開発を進めた。そして、数々の障害を乗り越えて、次期型研究会の最初の上市商品となる新型のラジエータ (SRラジエータ) が完成した。その間のプロジェクトへの参加人数は延べ300人を数えた。

4-5-2 標準化による部品点数の削減

フレキシビリティを持った製造工程の実現を目指し、製品設計面では自動化のための標準化を検討した。まず、前述の通りルーバ付フィンの改良により列を2列から1列にした新型コアを完成させ、従来の半分の容量で同一性能を確保するとともに、基本構造における部品点数の削減を図った。部品点数は旧型の203から137に削減された。加えて、熱交換以外の機能である自動車ボデーへの取り付けと、エンジン冷却水の集配水は、機能の結合に着眼し基本構成部品点数の低減を図った。そして、取付機能としてのブラケット、集配水機能としてのタンク、パイプ、注水口およびオーバーフローパイプなどを樹脂成形に変更することによってタンクサブアッシとして一体化し、部品点数を10から8へ削減した。コア部と取付・集配水部を合わ

¹⁶ 『デンソー 50年史』 358頁

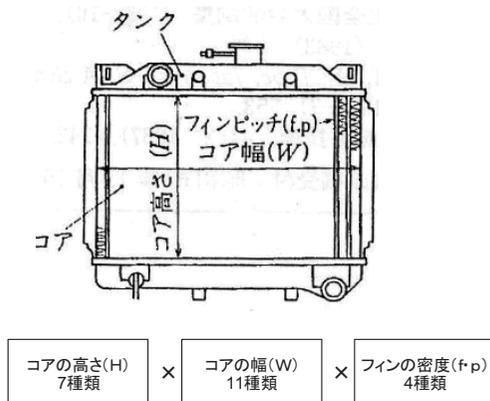
¹⁷ 主に太田・花井 (1988) 「フレキシブルオートメーションと設計」を参考にしている。

せると構成部品点数は旧型の213から145へ約32%の削減を達成した。

4-5-3 多様性への対応

組み立てやすさを担保するためにシンプルな製品構造に変更するとともに、顧客ニーズの多様化への対応も行った。まず、各部品を(1)一種類に統一できるもの、(2)統一はできないがシリーズ化やマトリクス化することにより、ランダムでなく規則性のある多様化対応ができるもの、(3)顧客の自由度を確保するため、標準化はしないが生産時の自動化のために部品の一部分を統一し対応しやすくできるもの、に層別した。(1)は修理時の排水に使うドレンコックなどがその例である。そして、最も重要な(2)は、エンジンの容量や車体サイズの影響を受けるコア部がその中心である。従来は製品設計者が顧客の要求に応じて自由に決めていたものを、(a)チューブの長手方向の寸法(コアの高さ);7種類、(b)チューブとフィンの積段数方向(コア幅);4種類、(c)フィンの密度を示すフィンピッチ;4種類、の3要素のかけ算で構成される数百種類のマトリクスを作り、その標準サイズのメニューの中から、必要な性能のものを自由に行きわたる形にした(図表5参照)。(3)の例は、樹脂タンクのかしめ部分である。タンクそのものは基本的に顧客ニーズすべてに対応するものの、多種類のかしめが行いやすいようにかしめ爪のピッチだけ統一を図った。

図表5 コア部分のマトリクス構成



出所) 太田・花井 (1988)「フレキシブルオートメーションと設計」

4-5-4 多種流動システムを支援する工夫

多種流動システムを支援する工夫も行った。具体的には、コアのインサート部に設けた穴の配列で品番を表現する識別信号の採用¹⁸、構成部品を押さえ治具としても使う方式を採用した治具レス組立機¹⁹、品番ごとに必要なかしめ型がスライドして出入りする設備(樹脂タンク

¹⁸ 機種識別信号は、コアを支持するインサートに2進法のパンチ穴をつけることで対応した。また、タンクにも同様な2進法のリブをつけてコアの誤組立がないように工夫した。(太田・花井, 1988)

¹⁹ コア部のフィンとチューブのはんだ付けに使用してきた焼付け治具(はんだ付け中のコア保持用)は、どうしてもそれぞれのコアサイズに合わせたものが必要になるため、多種流動に膨大な数の治具を用意しなくてはならなかった。これを根本的に解決するため治具をまったく必要としない治具レス化を検討した。そし

の組付け機；通称ピアノ鍵盤)²⁰など、新しい方式が次々に開発された。

検査についても、それまで大量の水を使用していた「漏れ検査」をヘリウムガスの利用により自動化することで、作業環境の改善と検査精度の向上が可能となった。

また、ライン管理コンピュータにより受注情報、在庫情報および設備段取り条件から最適流動順序を自動的に決定し、それを機種別の組立ラインに流動指示させるといった「モノづくりソフトウェア」の開発にも力が注がれ、一貫自動化ラインが完成した。

4-6 SRラジエータの成果

1981年5月にSRラジエータの量産ラインは本格稼働を始め、デンソーの生産技術を駆使した組立ラインは国内自動車部品業界を始め世界中の注目を集めた。

SRラジエータは重量・容積・コストの面で圧倒的なアドバンテージをほこり、デンソーのラジエータ事業を世界No.1シェアへと拡大させる要因となった。技術的な面で他社に与えたインパクトも大きく、デンソーはすぐに特許を取得した。米国を始め世界各国での特許は70件にもものぼった²¹。

5. ディスカッション

5-1 事例のまとめと分析

SRラジエータの開発プロジェクトでは、製品構造の簡素化と部品の組み合わせにより製品の多種類化を実現している。つまり、共通部品を選択的に組み合わせることで、多様な顧客ニーズに合った製品の生産を可能にしたのである。

SRラジエータでは構成部品を約32%削減するという製品構造の簡素化を実現し、組み立てやすさをサポートし工程のフレキシビリティを補完している（図表6参照）。そして、顧客の多様性へは、コア部を高さ、幅、フィンピッチをそれぞれ7種類、11種類、4種類用意し、その組み合わせを顧客に選択してもらうというシリーズ化方式で対応している。こうして部品点数を低減ながらも限られた部品を選択的に組み合わせることより、標準化（部品の共通利用）と多様化の両立を実現したのである。

製造工程で必要な工夫は、製品構成を選択的に組み合わせる構造にすることで規則性を持たせた製品を、同一ラインで組み付けることである。デンソーが行った製品の組み付けにおける工夫は識別信号であった。次にどの種類の製品が投入されるかを組み付けロボットが認識でき

て、製品の一部をコア加圧用のばねとして使うことで部品寸法のばらつきなどの外部条件とは無関係に均一な力で保持できる理想的な方法（自己治具方式）を開発した。（太田・花井，1988）

²⁰ このマシンは、前工程からきたコアにタンクを組み付けるもので、コアプレートとの間にゴムのパッキンをはさみ、統一ピッチの爪を持つかしめプレートを使ってかしめるようになっている。まず、入り口でインサートの信号穴から機種をチェックすると必要な部品の品番が表示され、それにしたがってセットされる。その後、タンクの機種信号を読み取り、コアの機種信号と照合させて誤組付けがないかチェックした上で、自動的に型の段取替えを行いかしめていく。ここで使用しているかしめ型は、形を自由自在に変えることができる柔らかさという新しい視点で開発したもので、細かく等分割したピアノの鍵盤状になっている。これにより機種ごとに異なるパイプやフィルターなどをうまく避けてかしめることが可能となった。（太田・花井，1988）

²¹ 『デンソー 50年史』 356頁

図表6 SRラジエータの部品点数削減

		従来型ラジエータ	SRラジエータ
部品点数	コア部（放熱部）	203	137（△33%）
	取付・集配水部	10	8（△20%）
	全体	213	145（△32%）

出所）太田・花井（1988）を参考に筆者作成

れば、1つの組立ラインで多種類の製品の組み立てができるからである。SRラジエータは部品本体に2進法のパンチ穴を開けて種類を特定している。

また、コア部のサイズは高さ、幅、フィンピッチがともにまちまちであるため、膨大な数の治具と段取り替え時間を要していた。これに対してデンソーでは、製品の一部をコア加圧用のバネとして使うことで、部品寸法のバラツキとは無関係に均一の力で保持できる自己治具方式を考案し、課題を解決したのである。

製品のフレキシビリティにおいて不可欠なことは、製品構成、部品加工、組立工程などの連鎖を通じて顧客ニーズの多様性や変化を多段階に吸収することである。したがって、多くの顧客のニーズに対応できるように製品を一般化するには、製品特性と顧客ニーズの多様性を踏まえた上で、部品の共通化（選択的組み合わせ）と工程の汎用化の双方をバランス良く調整する必要がある。

製品のフレキシビリティを高めるには、製造工程の技術開発だけで十分な効果を得ることは困難である。製品のフレキシビリティの確保を製造工程の開発だけで賄おうとするメーカーが多い中で、デンソーは異なるアプローチをとっている。デンソーは、製品設計段階で製品構造を工夫することで、工程開発の自由度をサポートする方法をとったのである。

設計部門は、性能を追求する際に、得てして製品を一体的に捉えて統合的に開発しがちである。そうすると、製品に対して部品が特殊になるため、製品バリエーションの追加のたびに大部分の部品を設計し直さなければならない。相応の開発工数が必要となるだけでなく、後工程の製造工程でも他の製品とラインを共用できなくなる可能性が高い。

デンソーは製品設計と工程設計の相互依存性を意識しつつも、製品フレキシビリティの課題を2つに分解して対処するアプローチをとっている。製品バリエーションへのフレキシビリティの問題と、多種混流生産を想定した生産設備のフレキシビリティの問題²²の2つである。前者に対しては、構成部品を1種類に統一できる部品、1種類には統一できないが数種類（多くても10種類程度）への絞り込みができる部品、完成品との関係上どうしてもカスタム設計が必要な部品の3つに分類し、それぞれの部品を組み合わせることで製品バリエーションへのフレキシビリティの問題を解決している。この製品構造のパターン化という手法により顧客ニーズの将来的な多様化への対応力も担保した。コア部分での高さ、幅、フィンピッチのマトリクス化でも効果を発揮しており、SRラジエータは従来品60種類に対して、理論上308種類のバリエーションに対応できる製品となった。

そして、後者の生産設備のフレキシビリティは、混流する多様な製品バリエーションに対す

²² 生産設備のフレキシビリティは、さらに部品製造設備のフレキシビリティと組立設備のフレキシビリティに分離できる。

る識別の仕方と組み付けのフレキシビリティの2つが重要な要素である。識別信号はダミー、パンチ穴などその時点で使える技術とアイデアを駆使して部品構成上の特性に合わせて工程を開発している。組み付けのフレキシビリティは治具を不要にする工夫によって確保した。組付けでロボットを活用できないものは人の手によって行うわけであるが、その際に問題になるのは製品バリエーションごとに必要な治具の存在である。治具の存在は3つの問題をはらんでいる。1つは治具そのものの費用の問題、もう1つは治具を変える際の段取り替え時間の問題、最後の1つは治具の埋没費用が改善への心理的バリアーとなるという問題である。多種混流生産の実現にはこれらの問題を解決する必要がある、これらを解決したのがSRラジエータの自己治具方式による治具レス化であった。

このようにデンソーは、構成部品を共用し、それらを選択的に組み合わせることで多様な製品バリエーションを実現し、かつ1つの製造ラインですべてのバリエーションを製造するという戦略を追求している。もちろん、この戦略の実現は理屈の上では簡単そうに見えても実際に行うことは容易ではなく、デンソーにおいても時間をかけて課題をひとつひとつ克服していったのである。

その際に重要であったのは、部品と工程の2つのフレキシビリティを製品開発と工程開発をそれぞれ独立したものと考えることなく、相補効果が享受できるように意図的に管理したことであると考えられる。そして、その管理の中心的役割を果たしたのが、本社機能部門の生産技術部隊であった²³。デンソーでは、部品と工程の2つのフレキシビリティを統合的に管理するために生産技術部隊が主導する「次期型研究会」という機能横断的な製品開発活動を行っている。そこでは、製品設計と工程設計の相互依存性を理解し、部品と工程のフレキシビリティを高次元で統合する取り組みがなされている。

5-2 結び

複数顧客への対応能力の鍵を握るのは製品のフレキシビリティであった。それも部品と工程の相補関係を意識した多段階のフレキシビリティである。製品のフレキシビリティを確保するには、2つの要件が存在することが見出された。

1つは、製品構成を決めるための部品共通化範囲の見極めである。部品の共通化範囲の見極めに必要な組織能力についての考察は十分であるとは言えないが、推論も含めて述べるとすれば、顧客ニーズの全体像の把握であろう。それも顕在ニーズに留まらず、潜在的な将来も見通した顧客ニーズである。顧客ニーズの全体像を理解することで一般化要素を抽出し、効果的な部品共通化の範囲や選択的組み合わせパターンを開発プロセスに反映することができるのである。もう1つは、部品設計と工程設計の間のバランス調整である。部品設計と工程設計の調整に対しては、機能横断的なプロジェクト管理が効果的かもしれないという手がかりをつかんだ。

僅か1ケースで製品の普遍化について議論するには限界があるが、SRラジエータの開発事例からは限定的であるものの、以下のことが言えるのではないか。

²³ デンソーは1963年まで機能部制の組織であった。1963年の事業部制導入に際し、生産技術部は主に新規性の高い工程開発を担当する本社生産技術部隊と流動品や改良品を担当する各事業部に属する生産技術部隊に分かれた。その後、デンソーでは事業本部制、事業グループ制など大きな組織変更を実施しているが、本社生産技術と事業部生産技術の分離の原則は変更していない。

複数顧客への対応能力は、大きく分けて3つのサブ能力から成り立っている。まず、規則性を持たせた汎用部分と特定（カスタマイズ）部分を見極める能力（商品企画力）、次に、製品構成を予見した上で、最も厳しい顧客の要求水準を満たす設計能力、そして最後は、すべてのオプションを流すことのできる多種流動システムを作り上げる工程開発能力である。高い顧客対応能力を確保するためには3つの要素はどれも必要不可欠であるが、自動車部品のような組み合わせ要素の多い部品においては、一番重要かつ難しいのは商品企画であるようである。

そして、商品企画力を高めるためには、幅広い顧客から得る生の情報の量の多さもさることながら、情報の質を担保するという取り組みが大切になるであろう。そのためには顧客の開発情報をタイムリーに入手し、開発初期段階からの共同開発への参画が効果的ではなからうか。顧客の開発活動に早い段階から入り込むことで、顧客である自動車メーカーが本当に必要とする機能を見極めるための情報を入手するできる可能性が高くなり、加えて、拡販しやすい製品構成を顧客に提案する機会も同時に得ることにつながるからである。顧客対応能力の高い企業がどのように顧客情報から製品の魅力とフレキシビリティの双方を高めているのか、その戦略的および組織的取り組みについては未だ明らかになっていないとは言えないし、本稿では十分に議論できていない。製品開発論がより実践的な理論として発展するためにも、これらは今後の研究課題である。

参考文献

- 浅沼萬里 (1984) 「自動車産業における部品取引の構造: 調整と革新的適応のメカニズム」『季刊現代経済』夏号, 38-48頁。
- Asanuma, B. (1988) "Japanese Manufacturer-Supplier Relationships in International Perspective: The Automotive Case." Working paper #8, Faculty of Economics, Kyoto University.
- Asanuma, B. (1989) "Manufacturer-Supplier Relationships in Japan and the Concept of Relation-Specific Skill," *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 3(1), pp. 1-30.
- Clark, K. B. and T. Fujimoto (1991) *Product Development Performance*, Harvard Business School Press, Boston, MA. (田村明比古訳『製品開発力』ダイヤモンド社, 1993年)
- Cusumano, M. and A. Takeishi (1991) "Supplier relations and supplier management: A survey of Japanese, Japanese-transplant, and U.S. auto plants," *Strategic Management Journal*, Vol. 17(4), pp. 271-291.
- デンソー (2000) 『デンソー 50年史』株式会社デンソー。
- Dyer, J. H. (1996) "Specialized supplier networks as a source of competitive advantage: Evidence from the auto industry," *Strategic Management Journal*, Vol. 17(4), pp. 271-291.
- Dyer, J. H. and K. Nobeoka (2000) "Creating and Managing a High Performance Knowledge-Sharing Network: The Toyota Case," *Strategic Management Journal*, Vol. 21, pp. 345-367.
- 藤本隆宏 (1997) 『生産システムの進化論』有斐閣。
- 藤本隆宏 (1998) 「サプライヤー・システムの構造・機能・発生」藤本隆宏・西口敏広・伊藤秀史編『サプライヤー・システム: 新しい企業間関係を創る』有斐閣 所収。
- 藤本隆宏 (2001) 『生産マネジメント入門 (I) 生産システム編』日本経済新聞社。
- 藤本隆宏・武石彰 (1994) 『自動車産業21世紀へのシナリオ』生産性本部。
- Helper, S. and M. Sako (1995) "Supplier relations in Japan and the United States: Are they converging?" *Sloan Management Review*, Vol. 36(4), pp. 77-84.
- Imai, K., Takeuchi, H. and Nonaka, I. (1985) "Managing the new product development process: How Japanese learn and unlearn," in K. Clark, R. Hayes and C. Lorenz (eds.), *The uneasy alliance: Managing the productivity-technology dilemma*, Boston, MA: Harvard Business School Press, pp. 337-375.
- アイアールシー (1984, 1987, 1990, 1993, 1996, 1999, 2002, 2005, 2008) 『自動車部品200品目の生産流通調査各年版』アイアールシー。

- 伊丹敬之（1988）「見える手による競争：部品供給体制の効率性」伊丹敬之・加護野忠男・小林孝雄・榊原清則・伊藤元重著『競争と革新—自動車産業の企業成長』東洋経済新報社 所収。
- 伊藤元重（1989）「企業間関係と継続取引」今井賢一・小宮隆太郎編『日本の企業』東京大学出版 所収。
- 近能善範（2003）「自動車部品取引の「オープン化」の検証」『東京大学経済学論集』Vol. 68(4), 54-86頁。
- 近能善範（2004a）「日本の自動車部品サプライヤーシステムの構造的変化：1973年から1998年にかけての定量分析」『産業学会研究年報』Vol. 19, 69-78頁。
- 近能善範（2004b）「日産自動車リバイバルプラン以降のサプライヤーシステムの構造的変化」『経営志林』Vol. 41(3), 19-44頁。
- Kotha, S. (1995) "Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage," *Strategic Management Journal*, Summer Special Issue, Vol. 16, pp. 21-42.
- 真鍋誠司(2002)「企業間協調における信頼とパワーの効果：自動車産業の事例」『組織科学』Vol. 36(1), 80-94頁。
- 松井幹雄（1988）『自動車部品』日本経済新聞社。
- 日本電装（1974）『日本電装25年史』日本電装株式会社。
- 日本電装（1984）『日本電装35年史』日本電装株式会社。
- Nishiguchi, T. (1994) *Strategic Industrial Sourcing: The Japanese Advantage*, Oxford University Press, New York. (西口敏宏『戦略的アウトソーシングの進化』東京大学出版会, 2000年)
- 延岡健太郎（1996a）『マルチプロジェクト戦略：ポストリーンの製品開発マネジメント』有斐閣。
- 延岡健太郎（1996b）「顧客範囲の経済：自動車部品サプライヤーの顧客ネットワーク戦略と企業成果」『国民経済雑誌』Vol. 173(6), 83-97頁。
- 太田和宏・花井嶺郎（1988）「フレキシブルオートメーションと設計：自動車用ラジエータを事例として」『日本機械学会誌』Vol. 91(833), 362-367頁。
- Pine II, B. Joseph (1993) *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston, MA. (江夏健一訳『マスカスタマイゼーション革命：リエンジニアリングが目指す革新的経営』日本能率協会マネジメントセンター, 1994年)
- 酒向真理（1998）「日本のサプライヤー関係における信頼の役割」藤本隆宏・西口敏宏・伊藤秀史編『サプライヤー・システム：新しい企業間関係を創る』有斐閣 所収。
- 武石彰（2003）『分業と競争：競争優位のアウトソーシング・マネジメント』有斐閣。