

# トヨタの R&D 垂直系列化と協働的研究開発システム<sup>1)</sup> R&D vertical integration and corporative R&D system in Toyota Group

具 承 桓 (KU, Seunghwan)

## 1. 問題意識と背景

本研究の目的は、技術の融合・統合力が求められる自動車の製品開発において、トヨタ自動車グループをとりあげ、研究開発体制の構築プロセスとメカニズム、その経済的・経営的な意味を考察することにある。

最近、自動車産業における自動車メーカーとサプライヤーとの間で、技術開発協力体制が一層強化されている。自動車メーカーとサプライヤー間の密接な調整を伴った協力開発の傾向は製品開発フェーズを超えて、上流の先行開発フェーズにおいてもその協力的関係が強まりつつある（藤本・具・近能, 2006；具, 2008；近能, 2008）。

こうした動きの背景には次の4つに集約できる市場・技術環境の変化があると考えられる。

### ① 自動車産業をめぐる市場ニーズと技術環境の変化

市場ニーズの変化は、排気ガス規制強化やガソリン値段の高騰などによって、顧客ニーズは低燃費、低排気ガス製品、いわゆる環境親和型車両へのシフトが顕著である。新しい技術進歩曲線の浮上と同時に代替が検討される中、トヨタによって打ち出されたハイブリッド領域の特許を回避する形で、従来のガソリンエンジンの延長線上の技術変化を選択する企業と技術のジャンピング（電気自動車）を図る企業など、様々な競争が展開されている。よって、電気自動車、ハイブリッド、代替燃料電池車開発を巡って、電池開発、発電、社会インフラの構築など多様な関連産業との技術的な連携の重要性が増している。

### ② 需要成長市場のシフト

新興国を中心とした需要成長市場へのシフトは二つの問題を引き起こす。

ひとつは需要成長の軸が従来の先進国市場から開発途上国市場への変化していることである。成長市場の変化は当然ながらこれまでのビジネスの中心だった国とは異なる現地ニーズや商習慣を反映した製品づくりとビジネスシステムの構築が求められる。とりわけ、インドのタタ自動車のナノ

1) 本研究は文部科学省科学研究費基盤研究C（研究番号：21530419，課題名：R&Dにおける企業間分業と中核部品企業の機能及び知識・技術の移転メカニズム）の支援を受けて実施された成果の一部であることを記す。

を引き金に、開発途上国向けの低価格自動車の開発競争がグローバル次元で激化しており、最も大きい市場である中国においても民族系自動車メーカーが加わり、その競争は一層顕著になっている。

もう1つは、開発を含めた現地化の問題である。新興国への生産拠点の移転は安価な労働力志向が多かった。しかし、新興国市場の経済発展と消費市場の拡大によって、その位置付けが変わり、従来の生産拠点から消費市場としての意味合いが強くなった。すなわち、生産だけではなく開発の現地化を含めて、現地ニーズを反映した車両開発が必至となった。しかし、本社からの権限移譲や生産設備、サプライチェーンの問題などにより、日本企業は苦戦している状況におかれている。

### ③ 自動車のデジタル化・エレクトロニクス化

製品技術のデジタル化は市場ニーズにより一層加速化している。つまり、製品の多様な利活用を求める顧客の要望が増加する中、製品開発の方向性は既存性能の維持・向上だけではなく、製品機能の多様化と統合化、ネットワーク化の方向へ変わっている。製品設計側の変化は携帯電話や家電製品で著しく、多様な機能追加と精細な操作性、機器のネットワーク機能の強化、洗練されたユーザーインターフェースなどが追求されている。こうした製品設計の変化の背後には組み込みソフトの役割と規模、複雑性の増加がある。

同じく、典型的なインテグラル・アーキテクチャといわれる自動車においてもこのような傾向は例外ではない。「走る、曲がる、止まる」といった基本機能が従来のメカニカルな制御から電子制御に置き換えられつつある。また、その比重も高くなっている<sup>2)</sup>。速度や熱、光、圧力など様々な車両状態に関する情報を探知する体の神経に当たるセンサーと、その情報を処理し、車両の動作を制御する人間の頭脳に当たる ECU (Electronic Control Unit) が一段増加 (高級車の場合、ECU が約 100 個にまで達しているという) しており、その制御を担うソフトウェアの規模が 1,000 万行 (高級車の場合) にまで増幅している (図 1)。いわゆる複雑性 (complexity) の問題が増している。この動きはより強まっており、多様な技術的・組織的な問題を引き起こすことになる。

例えば、自動車の電子化の進展が強まった 90 年代中ごろからリコール件数が急速に増えている (図 2)。このことから電子化と品質問題との間には高い相関があると推測できよう。端的な例としては 2010 年に起きたトヨタのプリウスのリコール問題が挙げられる<sup>3)</sup>。プリウスのリコールは、米国の

2) 例えば、走行安全システムの場合、衝突時の乗員の安全を守るためのものだけではなく、歩行者安全や事故予防、通常運転の支援のためにシートベルトやエアバック、ABS、車線変更支援、周辺監視カメラ、衝突回避システムなどによって実現される。各々のシステム間では順次車両状態や環境情報をやり取りし、車両の最適の状態を制御したり、乗客に車両情報を開示・伝達したりするようになっている。いわゆるカーエレクトロニクス化が進展している。

3) 同時期に起こったトヨタのリコールの内容をみると、非正規品フロアマット、米国 CTS 社のアクセルペダル、プリウスのブレーキ制動問題、3つである。これらのうち、純粋はトヨタ側の問題は CTS 社のアクセルペダル問題である。アクセルペダルの場合、現地調達部品だった。その点で、現地企業に対する品質管理体制が緩んだ結果であろう。他の2件に関しては政治的な問題が絡んでいると思われる。しかし、これらのリコール騒ぎによってメーカーは非正規品やコピー品、そして感性品質問題まで責任を負う前例を残すことになった。

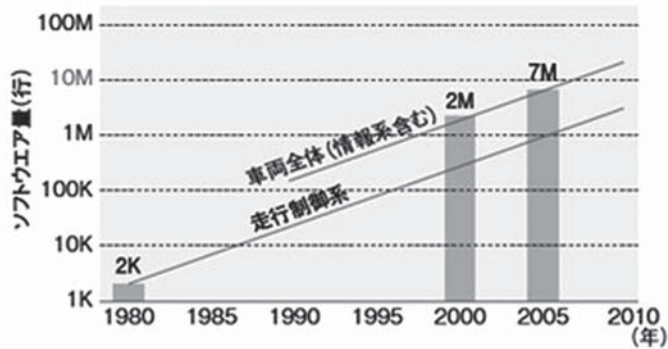


図1 グルマ1台当たりのソフトウェアの量  
出所：日経 Automotive Technology 編集部（2007）より。

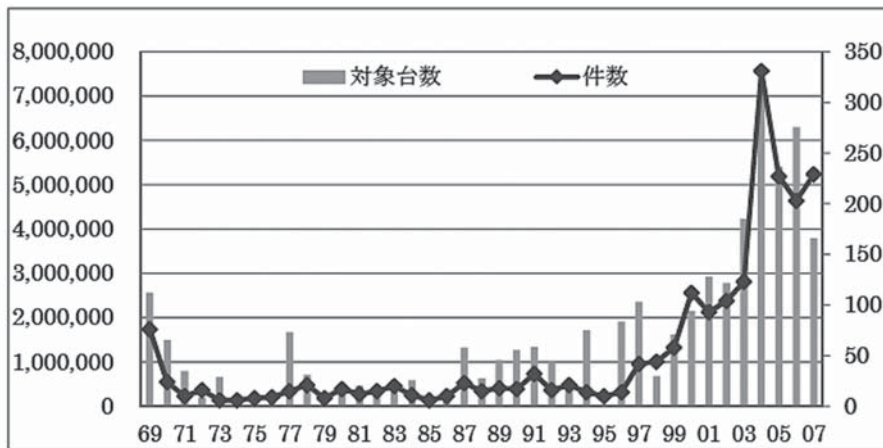


図2 豊かな社会における潜在能力の規定因  
注：国産車対象である。  
出所：国土交通省（2008）。

政治的な意図が絡んで表面化されていたものの、自動車の電子化による問題、すなわち電子制御によるシステムの複雑化による問題にほかならない（マクダフィー・藤本，2010；具，2010）。例えば、リコールの原因別内訳（2006年度）をみると、設計ミスが約7割を占めていることがわかる<sup>4)</sup>。

#### ④ いわゆる「モジュール化」と「システム化」の進展

日本の自動車産業の場合、自動車メーカーとの間で差があるものの、モジュール化やシステム化<sup>5)</sup>は、従来より大きな塊にした納入単位にし、生産ラインでの作業性やメイン組立ラインの工数の低

4) 2009年度統計をみると、国内リコール件数の310件、対象車両426.8万台（保有車両の5.4%）のうち、設計欠陥によるものが77%を占めており、年々増加している傾向にある（付表1を参照）。

5) 「モジュール化」と「システム化」は同様ではない。詳細な概念定義については具（2008）を参照して欲しい。

減だけではなく、部品間の関係の見直し・再設定を伴う設計の見直しを通じて機能統合された単位を追求する傾向が強くなった（武石・藤本・具，2001；具，2002，2008）。

設計の見直しには、車両全体に関する知識（システム知識）を有する自動車メーカーとコンポーネント知識を持っているサプライヤーとの間で密接な調整が必要となり、従来よりも協働的製品開発プロセスが求められるようになる（具，2008）。設計の見直しの場合、個別部品の範囲を超えた関連部品、さらに要素技術、材料技術、プロセス技術のイノベーションを伴いながら、新技術の追加（搭載）と部品機能および構造の統合・分離が行われる。したがって、製品開発フェーズを超え、先行開発、さらに基礎研究フェーズにおける共同研究の必要性がより高まっていく。

以上のような市場技術環境の変化は自動車メーカーとサプライヤー、双方に大きな影響をもたらす。それは自動車メーカー側の開発負荷と、サプライヤー側の製品開発における役割の増加につながる。同時に、サプライヤーの技術力や提案力がより重要になる。

まず、自動車メーカーの場合、品質・価格競争力に加えて、低燃費、環境、安全に配慮した車作りが製品パフォーマンスの核になっているため、次世代燃料電池や電気自動車、カーエレクトロニクス化、ユビキタスなどへの対応に追われている。また、成長市場の変化により、先進国中心の製品設計から現地ニーズを反映した製品かつ市場競争力（コストと品質）のある車両開発を制約された資源の中で行わなければならない、といった二重の負担に強いられる状況にある。したがって、自動車メーカーは車両開発における技術の不確実性と複雑性、拠点間の統合に伴うマネジメントの複雑性が増している中、市場成長の中で企業成長を図れる資源の再配置・配分・結合・管理をしなければならぬ<sup>6)</sup>。

次に、サプライヤーの場合、上述の自動車メーカーの状況によってより高い能力と開発への参画が求められるようになる。よって、技術競争力や現地化対応の組織能力構築が重要な課題となる。その際、海外進出による国内生産拠点の疲弊的な状況を防ぎつつ、技術的かつ経営的な課題を解決しなければならない。

要するに、自動車メーカーは市場技術環境の変化に対応しながら、サプライヤー・システム全体を含めた開発体制をどのように構築し、組織の資源配分と機能をどのように設定するかが重要なマネジメント課題となる。言い換えれば、自動車メーカーとサプライヤーの技術開発力と製品化能力の向上のためにはトータルなネットワーク能力が必要となるのである。

そこで、本稿では自動車業界で最強のパフォーマンスを誇るトヨタ自動車ないしトヨタ自動車グループにおける協働的研究開発ネットワークの形成プロセスと、その維持・発展がどのようなプロセスを経てきたのかについて歴史的な考察を行う。その上、それが持つ経済合理性と競争優位性について検討を加える。

6) 人工物である製品システムの複雑性に関しては具・加藤（2010）を参照して欲しい。

本研究の構成は次のようである。まず、次節ではトヨタの R&D 体制を協力的垂直統合型として把握し、R&D ネットワークと協力会について考察を行う。第 3 節ではトヨタにおける R&D 垂直系列 R&D システムの形成プロセスと車体メーカー、中核サプライヤーとの間の機能移転と協働的な研究開発システムの仕組みについて考察する。最後に、トヨタグループの垂直統合化された協働的研究開発システムの合理性とその限界についてディスカッションを行う。

なお、トヨタグループは、2009 年現在、車両組立 8 社、部品メーカー 36 社、資材・設備・加工メーカー 4 社、研究開発 10 社、通信・ITS16 社、金融 2 社、販売サービス 10 社、物流 5 社、住宅 4 社、海洋 4 社、その他 19 社で成り立つ（トヨタグループ史編纂委員会，2005）。

## II. トヨタの R&D 体制と垂直統合化

### 1. トヨタの R&D 体制

研究開発（Research and Development）は、一般的、科学的な原理や原則、材料の探求やその属性・性質の究明などサイエンスに近い基礎研究段階（R）と、基礎研究の成果を応用に商品化の可能性を探求し、要素技術の開発を行う先行技術開発段階、実際に市場投入を目指す製品開発段階（D）に分けられる（藤本，2001）。よって、製品開発段階から上流に行けばいくほど、研究分野や領域が広くなり、不確実性が高まると同時に、その成果との関連性も薄まっていくのが一般的である。

トヨタの場合、それぞれのフェーズに対して、次のように対応している。

まず、開発の流れにおいて、基礎研究は豊田中央研究所が、先行研究は東富士研究所が、製品開発はトヨタ自動車のテクニカルセンターとグループ内外のサプライヤーが担う体制をとっている。つまり、トヨタ自動車の R & D 体制は研究開発の上流から下流までグループ内で行う、研究開発の垂直統合体制を整えている。これに加えて、製品システムを構成する単位、すなわち基幹部品—システム—車両—車体メーカーの体制を整えている。それを表しているのが図 3 である。

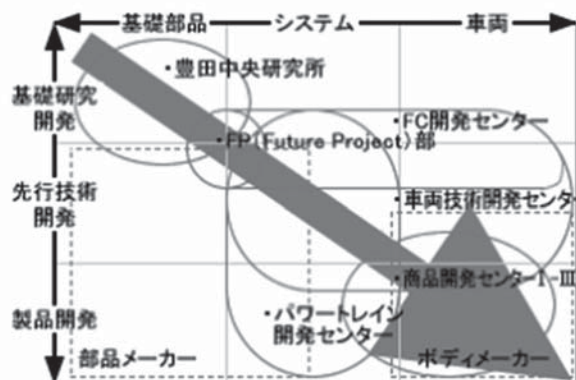


図 3 トヨタの研究開発体制

出所：トヨタ自動車ホームページ（2003 年 10 月アクセス）



こうした開発機能と領域における分業のあり方は、信頼に基づく長期継続取引、ブラックボックス取引方式、競争と協力に基づく企業間関係といった日本自動車産業の特徴（浅沼，1997；藤本他，1997；酒向，1997，武石，1996，2003）が反映された形態になっている。また，中間組織的な企業間関係は生産領域やサプライヤーとの取引だけではなく，同じく研究開発システムにおいてもトヨタの初期段階からバランスをとりながら形成されてきたことが確認できる。

## 2. トヨタグループの R&D ネットワークの構築

トヨタ自動車の研究開発システムはトヨタ自動車単独では説明しきれないが多い。自動車という複雑な人工物の製品開発に関わる部品や素材が多く，多岐にわたるため，それを担うサプライヤーとの関係を視野に入れてみるべきである。この点で，トヨタグループの形成とそのプロセスの中で形成された研究開発システムを取り上げて考察してみよう。

トヨタ自動車の研究開発ネットワークは図4のように示すことができよう。

本社のテクニカルセンターを中心に，豊田中央研究所，東富士研究所，日本自動車部品総合研究所，コンポン研究所，TTDC があり，それにグループの中核サプライヤー研究所が配置されており，これらの機関との間には緊密な情報交換と連携が行われている。以下ではそれぞれの組織について概観する（表1）

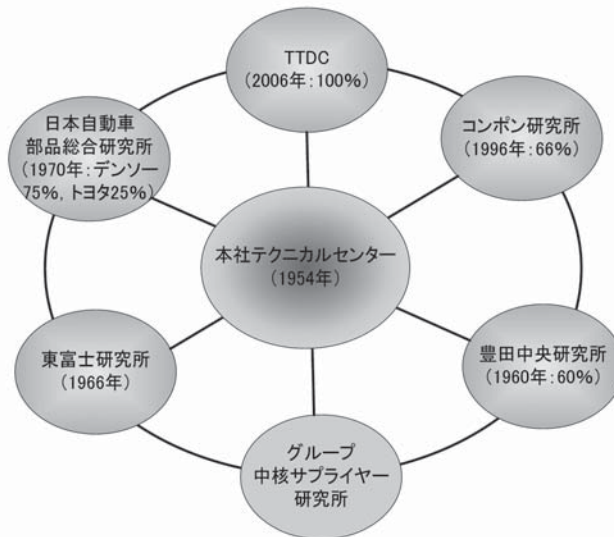


図4 トヨタ自動車の R&D ネットワーク  
出所：各種資料をもとに筆者作成。

表 1 トヨタグループの研究開発機関

	設立年	出資比率の内訳	体制・主な機能
テクニカルセンター	1954	本社部門	車両開発、関連部品及びシステムの開発・設計・試作など
豊田中央研究所	1960	トヨタ 54%、豊田自動織機 10%、デンソー 7%、トヨタ車体 6%、トヨタ工機 6%、愛知製鋼 6%、アイシン精機 6%、豊田通商 2.5%、トヨタ紡織 2.5%、計 9 社	・トヨタグループ 9 社の共同出資。 ・先行開発、要素技術開発
東富士研究所	1966		基礎研究、素材・材料研究
日本自動車部品総合研究所	1975	デンソー 75%、トヨタ 25%	パワートレーン分野、燃料電池、パワーエレクトロニクス、電子・通信、熱機器、試作・試験
コンボン研究所	1996	トヨタグループ 12 社が株主	将来の産業創造につなげる研究

出所：IRC 他、トヨタグループ史編纂委員会（2005）、各種資料をもとに筆者作成。

#### ① テクニカルセンター

基本的に車両開発とプロトタイプ企画・設計を行う役割を担うため、1954年に設立された機関である。つまり、一般的に新車開発を行う研究センターである。2008年「グローバルビジョン2020」<sup>7)</sup>の策定によって同年6月に組織が改編され、今は5本部5センター、4部体制になっている。すなわち、技術管理本部、FC開発本部、第1技術開発本部、第2技術本部、デザイン本部で構成される「5本部」と、技術企画総括センター、レクサスセンター、第1乗用車センター、第2乗用車センター、トヨタ商用センターで構成される「5センター」、制御システム総括部、FP部、電池研究部、モータースポーツ部の4部、体制である。

人員体制は、米国、ヨーロッパ、中国、インドなどにある海外の研究所とデザイン部門が加わると、約13000人を超える人が車両開発に関わっている。さらに、部品や素材メーカーからのゲストエンジニアで入っている人員を合わせると、約2万を超えるエンジニアが車両開発に携わっている。

年々、車両開発の複雑性の増加とトヨタ本体の資源制約と研究分野の拡大により、ゲストエンジニアの数は増えている。最近では自動車のエレクトロニクス化の進展により、他産業から中途採用が増えており、ソフトエンジニアの増員が目立つ。

#### ② 豊田中央研究所

豊田中央研究所は1960年にトヨタグループの10社（当時）の総合研究機関として設立された。

7) グローバルビジョン2020は①ハイブリッド技術の全モデル展開、②高度運転支援システムの実用化、③次世代モビリティ実現、④人間と共生するパートナーロボット、⑤次世代電池の事業化、⑥バイオ技術確立とバイオ資源普及が主な目標である（IRC, 2007）。

同研究所は、1940年に設立された(財)豊田理科研究所(当時、東京所在)を移管・継続という形で、1957年の協議の中で生まれた。約46人(1961年12月8日現在)から始まった同研究所は、2011年現在には資本金30億円、従業員1,062名で研究課題を推進している。現在の出資企業の比率をみると、トヨタ54%、豊田自動織機10%、デンソー7%、トヨタ車体6%、トヨタ工機6%、愛知製鋼6%、アイシン精機6%、豊田通商2.5%、トヨタ紡織2.5%、計9社が出資している。

主な活動を時代別に概観する(IRC, 1994, 2007)と、1970年代には自動車の排気浄化対策や生産技術の合理化などを中心に取り組んだ。1980年代には円高・貿易摩擦などがきっかけとなり、トヨタグループ全体の技術の底上げと技術情報の連携が図られた。そこで、研究設備の拡大とともに、明確な技術課題の策定、技術連絡会の強化、中長期技術戦略開発が策定された。特に、1990年代に入って、先行技術開発に当たる要素技術の開発を担う。1990年代前半には、マイクロエレクトロニクス、バイオテクノロジー、人間特性解釈、光機能材料、エネルギー・環境、人工知能、6つの分野を基盤研究として策定し研究活動が行われた。また、最優先課題として生体情報処理、車両の統合制御、知能ロボットシステム、化合物半導体、IC設計、画像処理・認識、ナノ複合材料、原子レベル制御材料、表面・界面物性、触媒、軽量高強度合金、バイオテクノロジーなど13テーマを実施した。

また、1990年代後半には、トヨタグループの事業展開に貢献し続けるため、新しい概念と技術の創出、技術の融合を進めた。その時の研究テーマは①エンジンの排気・燃費、②EV技術、③安全向上であり、これに自動車の情報化(1998年)が加わる。要素技術としては環境・リサイクルと住宅技術が追加された。2000年に入ってから、研究とビジネスのリンクを強く意識する姿勢をとった。グループ各社が他社と差別化の源泉となりうる技術開発と、コアとなる技術の特許化を図る方針を打ち出した。よってグループ内の受託研究を遂行しながら、基礎研究を並行して行うことになった。

以上で論じてきたように当研究所は、車両開発に必要とされる基盤技術と中核となる要素技術をトヨタ及びトヨタグループの各社に提供する役割を担っている。また、この機能は、同機関への相互出資によって開発成果をトヨタの研究開発ネットワークメンバー間で共有できるようになっている。出資企業間では定期的な技術連絡会と研究発表会などを通じて技術知識の共有・移転が行われている。

### ③ 東富士研究所

1966年に静岡県に設立された東富士研究所である。主に基礎部品や材料、素材など研究開発の最も上流にあたる基礎研究と次世代の先行開発機能を担うところである。

### ④ 日本自動車部品総合研究所

1970年、トヨタグループ11社の共同研究機関として設立されたが、1985年にトヨタとデンソー、2社の共同出資会社が変わった。資本金27億円で、デンソーが75%、トヨタが25%出資している。従業員は約380名(2006年現在)である。場所はトヨタの第1サプライヤーともいえるデンソーの西尾製作所に隣接している。



主な研究事業は、パワートレーン分野、燃料電池、パワーエレクトロニクス、電子・通信、熱機器、試作・試験などである。資本金の比率や人材採用などの側面から推測すると、デンソーとトヨタの先行研究が必要とされる研究テーマを遂行する研究機関である。

#### ⑤ コンボン研究所

「科学・技術・社会に関する必要な研究の方向を根本から考えて研究課題を創造・探求し、将来の産業創造につなげる研究を行う目的」で 1996 年 12 月に設立されたのが、コンボン研究所である。設立の際には、豊田中央研究所を含めてトヨタグループ 12 社が出資をしており、役員派遣をしている。自動車だけではなく、社会システムも含めて未来社会に関するテーマを取り上げて研究を進めている。

#### ⑥ 各グループサプライヤーの研究所

これについては次節で解説する。

最後に、人文社会科学系の研究所として現代文化研究所と国際経済研究所が運営されている。これらの組織にはそれぞれ 92%、100% の資本をトヨタ自動車が出資している。これら以外にも、トヨタ学院豊田工業大学などの学校法人が運営されている。そこでトヨタの中核となる人材を一貫体制で育成している。

### 3. サプライヤーとの連携

#### (1) 協力会

周知の通りに、日本の自動車メーカーはサプライヤーとの協力会がよく知られている。現在「トヨタ自動車と会員会社が、グローバルでオープンなパートナーシップに基づいた活動を通じて、世界の経済・社会の発展に貢献しようとするもの」として運営されている（トヨタのホームページ、2011.7.1）。

同会の設立は 1943 年にまで遡る。設立以降、同会は関東協豊会・東海協豊会・関西協豊会に分かれて活動をしていた。1994 年ベースで見ると、図 5 に示すように、それぞれの車体、外装、内装などに分かれて研究テーマを遂行していた。

これとは別組織として栄豊会がある。この会では治工具、施設部会、機械部会に分かれており、生産活動を支援に必要な部分に関する研究を行っていた。当時はそれぞれの組織には 187 社、78 社が所属（重複社あり）しており、サプライヤーの共同研究が進められた。

トヨタの協豊会は 1999 年 4 月 1 日に再び、一元化され、現在の「協豊会」となる。現在はボデー部品部会とユニット部品部会、そしてタイムリーな研究テーマを遂行する研究テーマ部会が組織されており、これらの組織活動にはトヨタの購買・営業担当者も参加している。すなわち、コンポーネントやユニットレベルにおける技術成果や問題に関する情報を仕入れており、新車開発に生かせる技術情報を取り入れる役割を果たしている。2009 年度現在、協豊会会員は 219 社が介入しており、二つの部会が入っている。ボディー部会に 107 社、ユニット部会に 111 社が所属している。ま

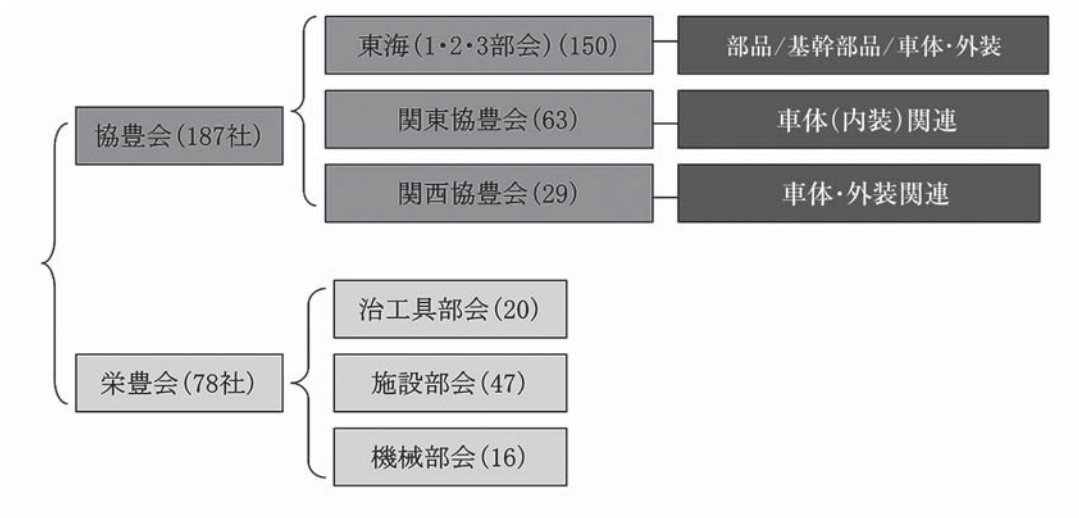


図5 トヨタの協会の組織構成 (1994年)

出所：自動車部品工業 (1994年) の組織図である。同組織は1999年に再編された。

た、ボディー設備やユニット、物流関連のサプライヤーの協力会である栄豊会が別にある。同組織は1983年に創立され、現在126社が所属している。現在、合計325社（重複介入を除いて）が協力会に所属している。

協力会はトヨタの車両開発や要素技術開発を支援するサプライヤーの連合会であるが、サプライヤー間の共同問題、すなわち品質、コスト、改善などに関する問題を共有する場として機能している。また、新しい技術のトレンドや車両メーカーの次期ビジネス情報が共有される場でもある。こうした活動が円滑かつ活発に行われるよう、空間的にもトヨタ本社に隣接したトヨタ会館に入居している。

## (2) サプライヤーとの連携

自動車の構成部品の場合、約7割が外注されていることを考慮すると、完成車メーカーはサプライヤーとの緊密な連携は不可欠である。

サプライヤーとの連携方法は「面と面」の連携である（藤本，2001）。図6に示すように、トップマネジメント－開発－生産－品質保証－生産管理－購買がリンクされて機能する。ここで注目しておきたいのは、機能間の連携だけではなく、トップ間同士の強力な関係が維持されていることである。このような企業間関係は、不確実性が高い開発、共同研究によるリスクの分かち合いができると同時に、様々なビジネスの内示やトレンド、問題などに関する情報共有ができるシステムになっている。

また、トヨタの内部においては、サプライヤー側から苦情や問題相談があった場合、購買部門が窓口になるが、関連機能部門が連携して対応する体制を整えている。面と面の協力的支援開発体制は、平常時の製品開発においてはよく知られているように、コンカレントエンジニアリングやゲストエ

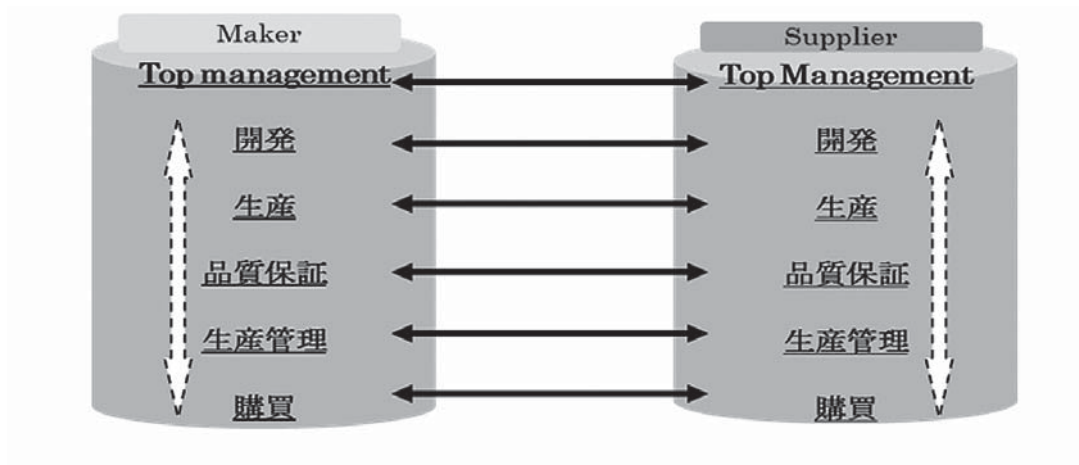


図6 トヨタとサプライヤーとの「面と面」の連携  
出所：藤本（2001）をもとに筆者作成。

ンジニアの派遣，技術及び品質管理指導が行われている。また，非常事態の時，アイシン精機の火災事故や阪神大地震の時で見られるように，協調的な関係は素早く問題解決やサプライヤーへの支援を可能とする（西口，2000）。

### Ⅲ. トヨタの R&D 垂直系列化の強化と機能移転，そしてパフォーマンス

#### 1. バブル経済崩壊以降のトヨタの海外展開と開発負荷の増加

##### (1) 海外生産拠点の積極的な展開と開発拠点の拡大

1990年代始め，バブル経済の崩壊と円高により，トヨタは継続的なコスト削減を行いながら生産拠点の海外移転を拡大した。海外生産拠点展開について概観しておこう。

トヨタの海外生産の歴史は意外に長い。1958年に創業されたトヨタ・ド・ブラジル S.A. の創業がスタートである。その後，東南アジアをはじめ，世界各地に展開されるようになった。本格的に増産を視野に入れた海外展開が行われたのは1990年代の半ば以降であろう。つまり，奥田社長，張社長，渡辺社長の赴任時期である。

まず，奥田社長の就任中（1995.8～1999.5）に米国のインディアナ工場建設を発表した以後，北米，欧州などに海外工場の新設を行った。2000年に入ってからその勢いは続いた。2000年に中国の四川，天津，2001年にフランストヨタ（TMMF），2002年 PSA との合弁会社の設立し，660万台体制を構築した。そのあと，2004年に中国の広州工場，2005年にインド，チェコ，南米に工場が新設された。続いて欧州の研究開発組織の再編と2007年のミシガン州の生産拠点新設が発表され，854万台生産体制を構築した（図7参照）。

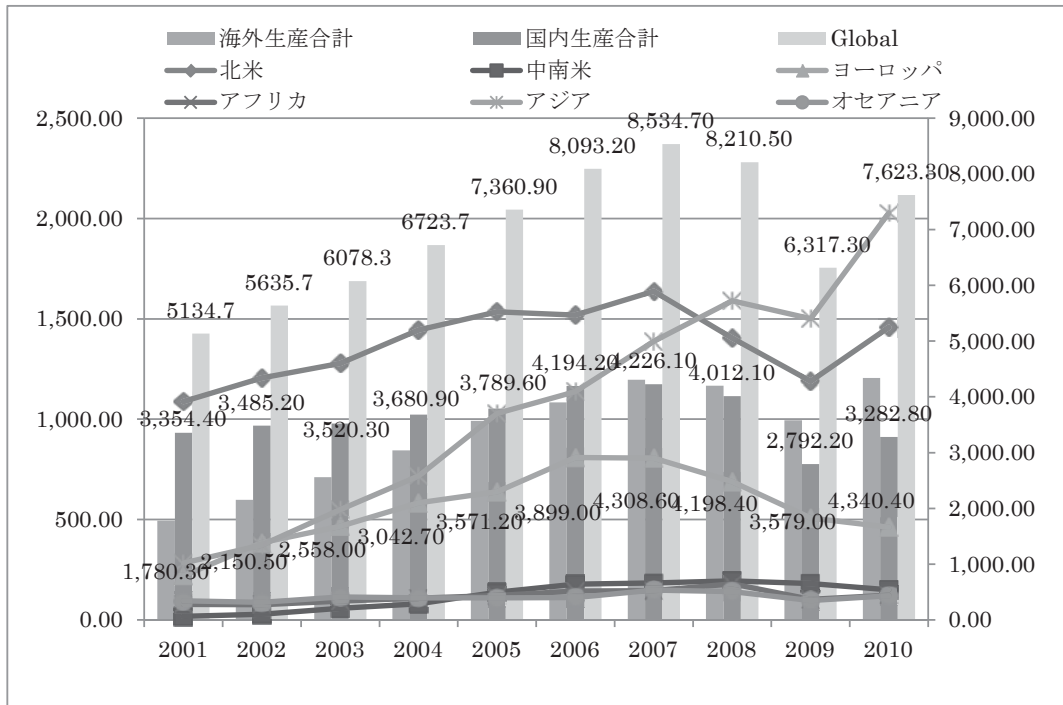


図7 トヨタの地域別・海外・国内別生産台数の推移(2001年～2010年)  
 注：地域区分は日本自動車工業会区分。台数はトヨタとレクサスブランド。四捨五入の結果。  
 出所：トヨタ自動車ホームページにより、筆者作成。

こうした積極的な海外展開は、2007年を起点に海外生産割合が国内生産を超えるようになった(図8)。また、海外生産の本場所とも言われた米国の割合は2001年の21.2%(1,088.5千台)から2010年には1,458.0千台生産だったが、グローバル生産比重は19.1%に微減した。代わりに、海外生産がより積極的に展開されたところは中国を中心とするアジア地域である。アジアは2001年282.2千台(5.5%)から2010年2,027.4千台(26.6%)に約5倍以上増加した。その中では2000年代に入ってから本格化した中国拠点の展開が大きく影響している。

この時期は量産規模の拡大が行われただけでなく、開発の現地も拡大された。表2に示すように、タイ、オーストラリア、欧州の現地開発拠点が新設もしくは拡大された。2003年のトヨタの研究開発組織の再編とアメリカ、ヨーロッパ、タイなどで研究機能の現地化が推進された。これと関連して、グループ間の研究機能の再配置(専門化)と移転、企業合併と事業構造軸の変化を通じた大型化が図られている。例えば、2006年にはトヨタテクノサービス、トヨタマックス、トヨタコミュニケーションシステムのCAE/電子分野合併を通じてTTDCが設立された。サプライヤーサイドでは光洋精工と豊田工機が統合され、J-TEKTになった。

(2) 開発負荷の増加に伴うグループ内生産と開発機能の移管

バブル経済の崩壊以降、トヨタ自動車は海外展開を積極的に展開するとともに、開発モデルも多

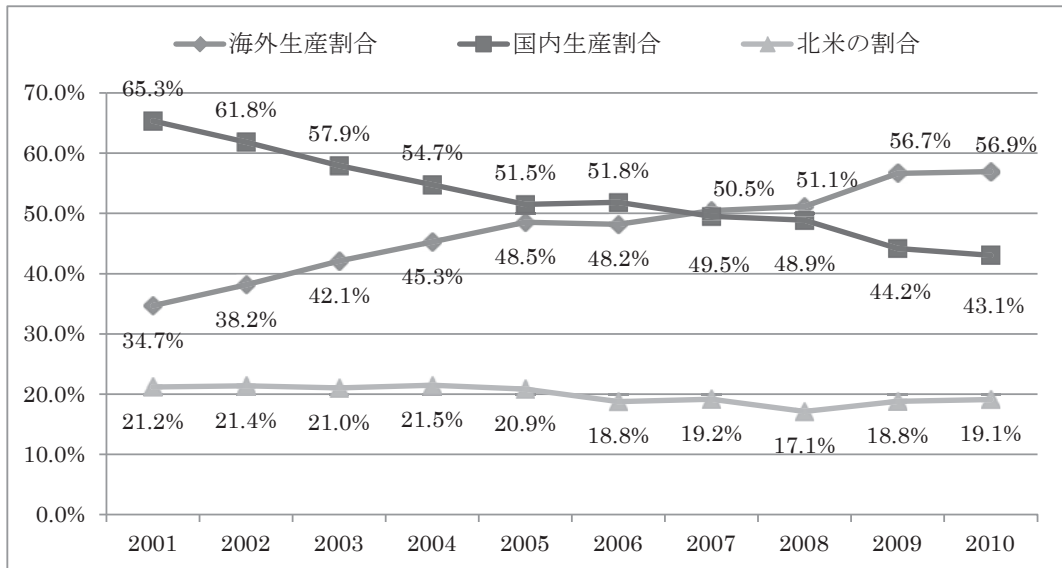


図8 海外生産及び国内生産の割合の変化  
出所：トヨタ自動車のホームページをもとに筆者作成。

表2 トヨタの生産拠点及び開発拠点の展開

2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>中国 四川トヨタ自動車(有) 生産開始</li> </ul>
2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>TMMF (フランス) 設立</li> </ul>
2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>PSA との合弁会社, IMV Project</li> <li>中国 天津トヨタ自動車(有) 生産開始 <span style="float: right;">World Product Rank 3(660 万)</span></li> </ul>
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタアストラモーター分社・製造委託, 中国第一汽車との合弁会社</li> <li>タイと Australia に研究開発拠点設立 <span style="float: right;">World Product Rank 3(624 万)</span></li> </ul>
2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>中国広州(エンジン, 生産), 天津(金型), 吉林/長春(エンジン), メキシコ(TMBC)</li> </ul> <span style="float: right;">World Product Rank 2(680 万)</span>
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>インド(TKM), チェコ(TPCA), アルゼンチン(TASA)</li> <li>オーストラリア/タイ (研究開発拠点開設), ポーランド (ディーゼルエンジン)</li> <li>レクサス日本販売 <span style="float: right;">World Product Rank W2(730 万)</span></li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州研究開発拠点, 研究開発子会社再編, TMAP (タイアジア生産支援組織)</li> </ul> <span style="float: right;">World Product Rank 2(803 万)</span>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>ミシガン州工場建設発表。</li> <li>ITS, 新交通システム(IMTS), G-Book など情報通信関連及び燃料電池技術開発強化 <span style="float: right;">World Product Rank 2(854 万)</span></li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタリコール問題。テスラとトヨタ、電気自動車開発で提携。</li> </ul>

出所：各種資料をもとに筆者作成。



くなった。図9は1999年より2008年まで、トヨタの成長期である10年間で行われたモデル開発の内訳を示したものである。全体的に、開発モデル数が多くなっていることが見てとれる。特に、2003年以降は新興国市場拡大に伴った車両開発のため、マイナーチェンジャーや派生車開発が多くなっており、毎年新車開発の数も2~4台が行われていた。

この時期は海外生産増大とともに開発モデル数の増加が続いた時期であり、1990年代とは一段と違う開発負荷があったと推測できる。というもの、2000年代半ばは団塊世代の大量退職があった時期である。また、冒頭で述べたように自動車の電子化により、従来より開発負荷が高まった時期と重なる。さらに、開発ツールのデジタル化が進み、車両開発期間の短縮競争が展開された時期である。

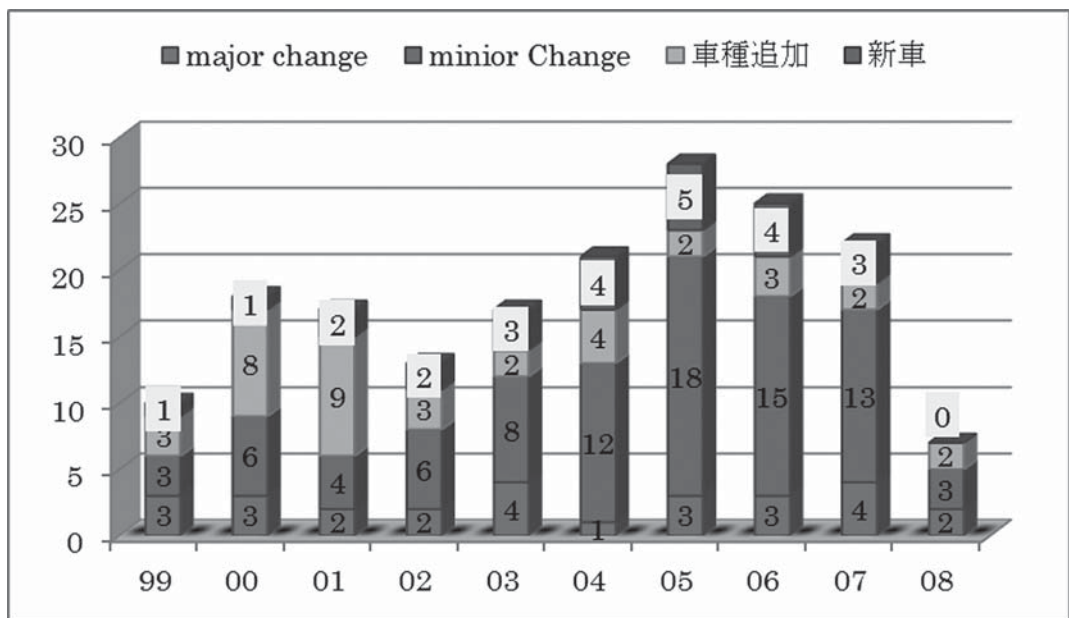


図9 トヨタのモデルチェンジ数の推移（1999年～2008年）

注：車種追加は派生車を指す。

出所：IRC データをもとに筆者作成。

したがって、トヨタは開発の負荷と不確実性を軽減するため、部品の共通化とプラットフォーム共有化戦略を推進している。特に、大きな成果を上げたのが、バブル崩壊期以後である。当時、承認図方式取引の増加（藤本・武石・具，1999）とともに、部品数の30%、車種の20%削減が行われた。組織的には1992年9月に開発部門の改革を行った。これまでの構成部品中心の組織から、FF，FR，RV/商用車，エンジン・電子制御システム開発部4センターに変えたのである。また徹底的な原価低減とVA/VE活動を行いながら開発生産の向上を図った。

一方、トヨタは海外生産拠点の拡大と開発モデルの増加の中で、もう1つ注目したいのが、車体専門メーカーへの生産機能移転の拡大と一部開発機能の移転である。トヨタグループの中には関東

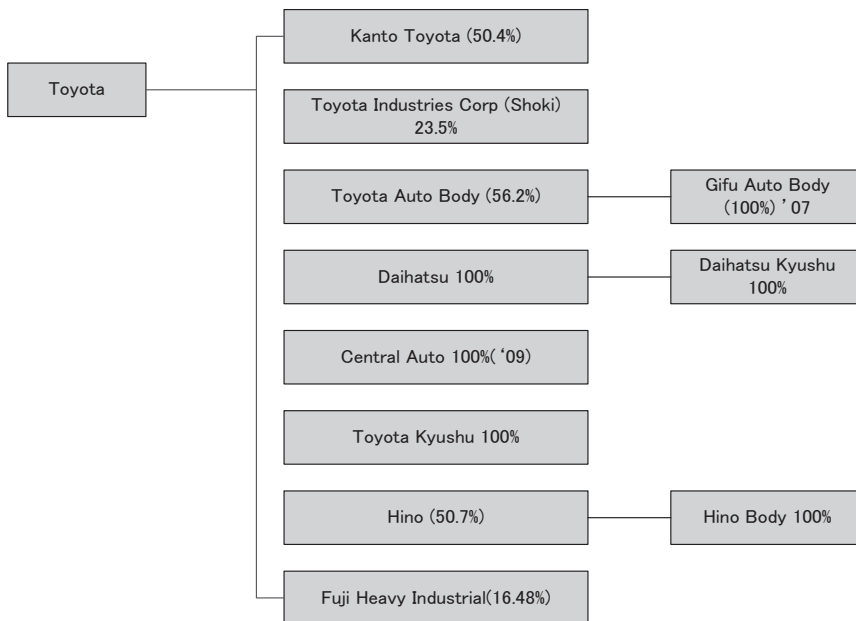


図 10 トヨタグループの生産委託メーカー  
 注：( ) の%はトヨタの出資比率を示す。  
 出所：田鑫 (2009) より、一部修正筆者作成。

自動車，トヨタ車体，豊田自動織機，ダイハツ，日野自動車，セントラル自動車，富士重工業，岐阜車体，ダイハツ九州，日野車体などが車体組立を専門的に担うメーカーが存在する。2007年基準でみると，すでに全体の生産台数の853万台のうち，285万台（約3割）を車体組立メーカーが生産しており，国内生産で占める割合は非常に高い。

これらの車体組立の役割が大きくなったのは，1990年代半ば以後である。たとえば，豊田自動織機では，1999年に小型乗用車ヴィッツの生産開始が始まった。2001年にAV4，2007年にマークXジオの生産を行っている。また2008年7月にセントラル自動車の完全子会社化（最初の資本参加は1959年である）が挙げられる。同社は1997年にラウム，1999年ンMR - S，2000年にWill VS，2002年Will CYPHA，2004年bB，2005年にカローラクシの生産委託を受けている。岐阜車体は2007年に，セントラルは2009年にトヨタの完全子会社になった。つまり，これまで緩やかな関係にあった車体組立委託メーカーをグループ内で位置づけを行い，全面的な再調整を図ったのである。

要するに，トヨタグループ内で次世代自動車開発における開発負荷と不確実性，モデル数の増加の中で，生産部門の複雑性をグループ会社に多くの機能と役割を移転し，トヨタ本体の仕事を再定義していることが読み取れる。さらに，車体組立機能の移管だけではなく，開発機能も移管されるようになる。

## 2. 中核サプライヤーへの R&D 機能の移転と協力的開発体制の強化

同じ時期に、トヨタグループサプライヤー、いわゆる中核サプライヤーともいえる企業を中心に、R&D 機能の強化と移転によって、グループ全体で開発力を強化する動きが図られた。代表的な動きを見てみよう。

まず、アイシン精機は 1994 年、西尾工場内に軽合金開発センターを新設し、軽量化部品開発を中心にした新素材開発のため、新素材開発をテーマとした研究開発に力を入れた。光洋精工（現 J-TEKT）はポンプの HPI を買収した。トヨタ自動織機にはエンジン性能向上や評価のための研究実験棟が建設されると共に、排気環境システム開発業務をスタートしたのである。

車体メーカーの動きをみると、トヨタ車体は本社の研究機能の 3 割を移管してもらった（IRC, 2007）。バンパー、成形天井、ドア開閉などの試験評価機能も移管してもらうなど、主要車体技術の設計及び試験評価技術が移管された。

また、1977 年にトヨタの資本参加が行われた Trinity は、1993 年技術センターを設置し、新しい塗装技術開発への取り組みを始めた。フタバは 1994 年技術開発本館を建設すると共に、実車評価のできる技術力向上を図った。2000 年以降はモジュール化、システムの動きによる生産システムの変化（部品の事前配膳システムの導入）と共に、2003 年にはトヨタの研究開発組織再編と、米国、ヨーロッパ、タイなどの海外現地の研究機能の強化が行われた。これらの動きと関連してグループ間の研究機能の再配置と移転が行われた。2006 年、トヨタテクノサービス、トヨタマックス、トヨタコミュニケーションシステムの CAE/ 電子分野を合併し、TTDC を設立した。また、2006 年には、光洋精工と豊田工機が統合された、J-TEKT が誕生された。

トヨタグループ最大のサプライヤーであるデンソーは、海外 R&D 機能を強化すると同時に、技術特許の管理を専門的に行う技術特許情報管理会社 ipics が設立された。

## 3. 協力的製品開発の事例と成果

### (1) 協働的製品開発の仕組み

トヨタの協働的製品開発の仕組みは生産プロセスだけではなく、開発においてもより鮮明である。

前述したように、基礎研究フェーズにおいては、豊田中央研究所を中心にサプライヤーの共同出資により、共同研究とその成果の共有が図られている。

次に、先行研究フェーズでは、車両組立機能の移管と同じ理由で、技術や組織能力のある企業を選別的に参画している。技術情報を共有しながら新しい要素技術の開発をサプライヤーの力を借りながら行う傾向が近年強まっている（具，2008）。部品間の連携の度合いの増加や自動車の電子化によるシステム間の連携の必要性の増加がその背景にある。また、先行開発フェーズへの参画は、新しい技術開発のリスクを負うことにもなるが、必ずしも開発への参加が量産受注権利の獲得を意味するわけではない。つまり、先行開発参加企業も繰り返される複数企業間の競争の中でビジネスチャンスを得られるようになっている。

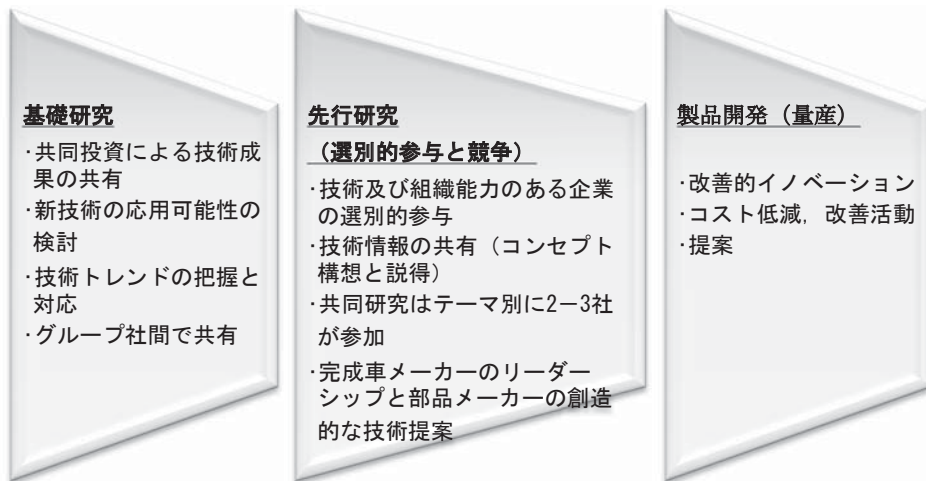


図 11 開発プロセスにおける協働的仕組み  
出所：筆者作成

こうした協力的製品開発の重要な役割を担う仕組みがゲストエンジニア（以下、GE）制度である<sup>8)</sup>。ここでは GE の役割を中心に考察すると、最近ではより上流の段階まで GE が参加するようになった。派遣の形態は中長期派遣と短期派遣がある。主な役割は次期ビジネスの時期や技術のトレンドに関する情報獲得、自社の貢献ポイントの模索、中長期の新しい技術課題の発見などである。また、自社においては外部情報のゲートキーパー（Gatekeeper）の役割をしている。サプライヤーによっては GE を技術移転の担い手として積極的な活用方を模索しており、彼らの獲得知識やノウハウを社内に伝承する仕組みを作っている企業も少なくない。

他方、グループあるいは協力企業と企業レベルでの技情情報の共有システムがある。1969 年結束された「朝の会」と呼ばれる全社長会と「昼の会」と呼ばれる全トヨタ企画調査会がある図 12。これらはトップマネジメントレベルでの技術移転や共同開発の仕組みとしてみなすことができる。さらに、実務レベルでは 1967 年より創立された全トヨタ技術会

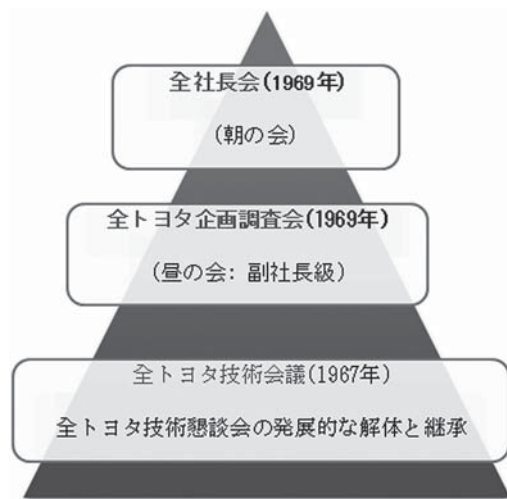


図 12 トヨタグループにおける技術共有のための組織システム  
出所：トヨタグループ史編纂委員会編（2005）と和田・由井・トヨタ自動車歴史文化部（2002）をもとに筆者作成。

8) ゲストエンジニアについて詳細な研究としては具（2008）と河野（2009）を参照して頂きたい。

議がある。これらの仕組みは前述の面と面の関係をより円滑に行われるように、トップマネジメントから実務レベルにまでの協働的技術開発を形成している。

### (2) 協働的研究開発の成果

トヨタの協働的研究開発システム（もちろん「競争」を基盤とする）は他社に比べて高い研究成果を上げている。研究開発成果の一つの指標である特許取得件数を中心にみてみよう（近能，2008を参照）。

企業の規模には差があることを反映しても、トヨタは日産あるいはホンダに比べて、特許取得件数は非常に高いレベルを維持している（図13）。トヨタの特許件数は、協働的研究開発の成果である共同特許取得件数は高いレベルを維持しているホンダに比べても3倍以上多い件数である。

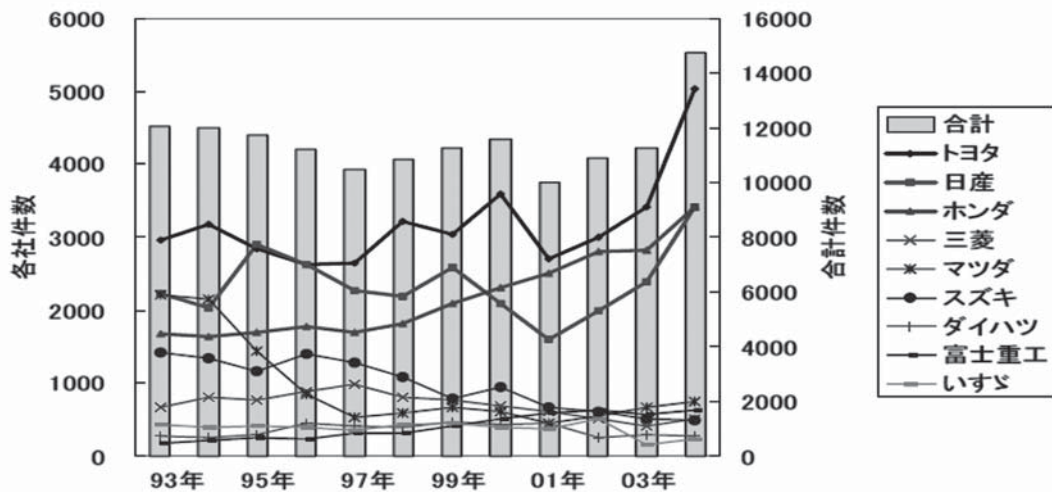


図13 メーカー別特許取得件数  
出所：近能（2008）より。

このことは、完成車メーカーが開発の方向性を示し、イニシアティブをとりながらサプライヤーの知識を生かし、開発を進めていることであり、そこには共同特許、共同活用といったインセンティブ制度が機能していると推測できる。武石（2003）が指摘したように、サプライヤーを企業の境界内に入れて、彼らの知識やノウハウを活用する研究開発体制が構築されていることであろう。

### (3) 協力開発による新しい技術開発

前述したように、トヨタは90年代半ば以降、トヨタ自動車本体におけるモデル数の増加、海外生産の拡大によりマネジメントの負荷が増幅された。これらに加えて、車両を構成する技術も多く変わった。例えば、安全、燃費、通信などの機能の追加・拡大により、一層エレクトロニクス化が進



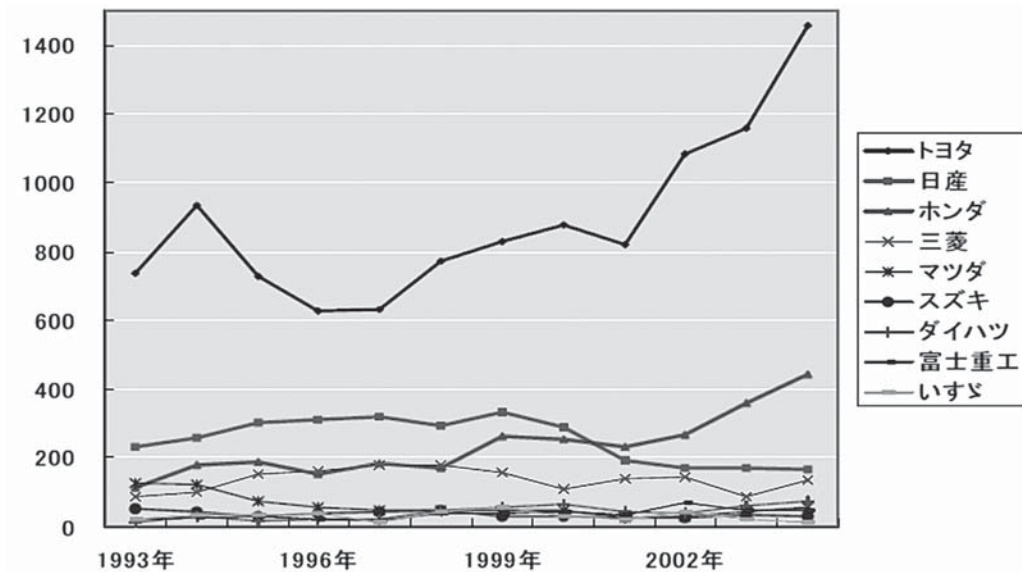


図 14 自動車メーカー各社の共同特許取得件数の推移  
出所：近能 (2008) より。

むことになった。このような車両開発および要素技術の開発への資源確保と生産ラインの複雑性の軽減コスト削減のため、当時欧米自動車メーカーを中心に活発だったモジュール生産方式を一部入れることになる。

当時、欧米メーカーは自動車を構造的な塊（「モジュール」と呼んだ）に分けて、モジュールサプライヤーあるいはシステムサプライヤーと呼ばれる巨大サプライヤーがそれを組み立てる方法を採用していた。しかし、日本の場合、構造的な塊を大きくすることはあまりメリットがないと判断し、部品機能を統合し、設計の合理化のメリットを享受できる機能統合モジュールに取り組んだ（武石・藤本・具，2001；具，2008）。機能統合型モジュールは当然ながら従来の部品機能を見極め、関連部品との関係性を見直すことになる。よって、この作業は技術のリーダーシップなしでは困難な作業である。

ここでは新しい開発の際のトヨタの役割を見るため、モジュール開発の代表的な例であるセンタークラスタモジュールを取り上げて分析を試みる（具，2002，2008）。

センタークラスタは運転席と助手席の中央に位置するもので、エアコン、ラジオ、ナビゲーションなどが配置される。センタークラスタ・モジュールは、住友電装グループと豊田合成<sup>9)</sup>の共同で開発されたモジュールである。オーディオ・システム、空調システム、ナビゲーション、車体電気装備の制御/スイッチ基盤を樹脂で統合し、一体化することで開発に成功した。構成部品の最終組立

9) 豊田合成は Ford/Visteon のコックピットモジュール開発についてもフラットワイヤーなどの分野からパートナーとして関与している（フォーイン，2001）。

は住友電装の子会社である九州電装の日田工場で行い、トヨタ九州工場のハリアー向けで納入された。

同モジュールは、部品の統合・集積化と機能の最適レイアウトを追求し、パネル一体化による意匠自由度の向上、高剛性化、組み付け工程の簡略化を狙ったモジュールであり、以前のモデルと比べ大きな変化があった。具体的には、構成部品を従来の9点から4点に削減し、電子部品を結ぶハーネスも220本から160本まで減らし、車体への取り付けも3工程から1工程に削減することができた。各部分についても、スイッチボタン部は透明性のPC（ポリカーボネート）/ABS（アクリロニトリブタジエン・スチレン）、ランナーとヒンジ部は黒色のABS樹脂で2色成形した。導光レンズ部についても同様な加工をした上に、透明性のある材料のボタンを採用し意匠を高めた。また、従来オーディオとエアコンで個々に制御回路基盤を持っていたものを1枚の基盤にし、それらを統合した形で納入した。

このように部品サプライヤー側で一定の機能的・構造的な統合化を進めることで、トヨタの組立ラインでは従来オーディオ、エアコン、クラスタと3工程必要だったものが1回で済むようになった。しかしながら、両社の間で他社製品に関する技術や知識がなかったため、技術リーダーシップを取るのが難しく、結局、自動車メーカーの支援が加えられて開発が進められた。

同事例は個別の部品と部品間のインターフェースに関する知識を有していたトヨタの調整があったから可能だったものである。つまり、技術の融合が必要とされる開発課題の場合、完成車メーカーと中核サプライヤーとの間で緊密な事業連携と開発協力体制が必要になる。それを支えるのが、トヨタの垂直統合化された研究開発システムであった。また、新しい技術開発の際、グループ企業を投入し、試行錯誤の経験を共にすることで技術知識を内部化していることが読み取れる。つまり、サプライヤー同士の開発による技術のブラックボックス問題を解決できる仕組みが存在していたわけであり、事業化に伴うリスクをヘッジできる信頼と協力的な研究開発システムがあったから可能だったのであろう。

#### IV. 結論とディスカッション：研究開発の垂直統合化の意味と課題

本研究の目的はトヨタのR&D体制の歴史的な形成経緯とその特徴、経済的な合理性を探ることにある。トヨタのR&Dシステムの特徴はトヨタを中心とするトヨタグループ内の垂直統合化された協働的研究開発システムである。基礎研究から量産車両開発までグループ内で技術知識の創造可能な体制を構築している。欧米の自動車メーカーに比べれば、多くの部品を外部のサプライヤーから調達している。しかし、車両開発に必要とされるシステム知識とコンポーネント知識の内部化を常に図っている様子がうかがえる。

このシステムは長年に亘って形成されてきた企業間システムであり、円高や新興国市場の登場、製品技術の変化の中で、グループ内の協力関係の変化と機能分化・移管を図りながら今日に至って

いる。また、その体制は企業の境界を越えてサプライヤーとの強力かつ緊密な関係の中で維持しつつあり、両者にとってインセンティブが発揮できるシステムになっている。

どのような経済的な合理性があるのだろうか。

まず、緊急性が要求される技術開発の際、資源の調達が可能にできる点が指摘できよう。垂直化された研究開発体制は外注による技術のブラックボックス問題を回避でき、グループ内に技術知識の蓄積を可能とする。また、長期的な観点での研究開発を推進することが期待できる。また、共同開発方式をとることで、参加企業間でリスクを分散させながら、関連コンポーネント知識や要素技術を互いに出し合うことができ、新しい技術の融合に対応できる企業間システムであることがいえよう。つまり、垂直統合化された研究開発組織のネットワークに生成された技術知識はグループ全体の技術吸収能力 (absorptive Capability : Cohen and Levinthal, 1989) の増大をもたらし、多様な知識の統合と融合できる機会を極大化できる。さらに、ネットワーク内の技術情報の移転が円滑に行われる。

また、文脈依存的な知識の生成においても安定的かつ継続的なサプライヤーの持続的な貢献を促す仕組みであり、その成果をグループ内あるいは参加企業間で共有でき、資源の再配置と結合を通じて、素早く次期もしくは新しいビジネスへの展開を可能とする要素を有している仕組みであると判断できる。多様なプレイヤーの継続・安定した開発は、今後多様な分野の技術の集約として、また技術の融合が必要とされる自動車という複雑な人工物においても有効に働くと考える。

一方、近年のトヨタグループ内の分業関係の変化といった一連の動きは何を意味しているのかについて考えてみよう。それは複雑性への対応行動として理解することができる。技術の不確実性が増す中、車両の軽量化、親環境性車両開発、エレクトロニクス化、ソフト技術、通信技術、素材技術など、360°全方位での多方面の技術に対する研究開発投資と資源配分が必要となり、研究開発のリストだけではなく、それに伴う技術管理や組織の複雑性も過重になる。つまり、トヨタは新しい研究課題の増大による複現実性と開発負荷を中核サプライヤーを含めてグループ内企業に分散しつつ、自動車メーカーがイニシアティブを取るべき分野に資源を集中する必要があったと考える。したがって、トヨタグループや系列内の中核部品サプライヤーを中心に研究開発機能を移管と拡大を通じた研究開発機能の専門化と、企業合併 (グループサプライヤー間の合併) による大型化を通じたグループ内でのシナジー効果の極大化がその狙いだったと考える。言い換えると、トヨタは生産だけではなく、R&D 機能を垂直統合化された協働的企業間システムの構築を通じて、市場及び技術環境の変化に対応しているのである。

しかしながら、これまでのトヨタ自動車が構築してきた垂直統合化された協働的な研究開発システムは今後も有効なのだろうか。この問題に答えるのは容易ではない。ICT 技術を活用した後発企業のキャッチアップスピードは速い。それに対して、トヨタはこれまでの先進国傾斜の製品戦略やマーケティング手法を新興国市場に適応することで苦戦しているのも事実である。新興国市場の顧客を掴めていない過剰品質、世界の生産及び開発拠点における従来の日本型経営システムの適合、

本社と現地国間の権限移譲や自律権をめぐるパワー関係などがその問題の背景にある。

グローバル次元での価値連鎖分業の広がりと消費市場としての新興国の戦略的意味合いの変化はこれまでの競争優位性を鈍化させることも考えられる。例えば、Berger (2006) が指摘するように、企業活動はもはや単一国家を超えて、全世界を舞台にきわめて多様かつ複雑に展開される中、成功する企業は必ずしも垂直統合化された形態ではなく、モジュール化や生産委託、オープンイノベーション体制が成功の重要なポイントになりつつある。また、丸川 (2007) は、中国においては水平分裂した産業構造が、結果的にコンポーネントビジネスを促すことになり、結果的には日本の部品企業による技術のパッケージ化が、技術移転やキャッチアップを促すことになることを指摘する。

今後、自動車は既存アーキテクチャや産業分業構造を必ずしも維持するとは限らない。また、製品の発展経路における大きなベクトルがメカニカルな製品（部品）のすり合わせだけでなく、電子部品や組み込みソフトの比重の増加の中で従来とはやや異なる企業間分業関係や産業間融合が起こることも考えられる。そうなると、従来の組織能力が core rigidity (Leonard-Barton, Dorothy, 1992) になることもありうる。もちろん、深層の競争力は依然として重要であるものの、市場ニーズに適応しながら、市場成長スピードを考慮した戦略策定、すなわち先発企業の技術開発と継続的な資源の循環を作るための現行ビジネス間のバランスをいかに取るかは多くの企業の経営課題になっているに間違いはない。

#### ■参考文献

- 浅沼萬里 (1997) 『日本の企業組織革新的適応のメカニズム—長期取引関係の構造と機能—』東洋経済新報社。
- Berger, Suzanne and The MIT industrial Performance Center (2006) *How We Compete: What Companies Around The World Are Doing to Make it in Today's Global Economy* Currency Books Doubleday (楡井 浩一訳『MIT チームの調査研究によるグローバル企業の成功戦略』草思社, 2006年)。
- Cohen, Welsey M. and Daniel A. Levinthal (1989) "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Dyer, Jeffery and Kentaro Nobeoka (2000) "Creating and Managing a High Performance Knowledge-sharing Network: The Toyota Case," *Strategic Management Journal*, 21: 345-367.
- Dyer, Jeffery (1997) "Effective Interfirm Collaboration: How Firms Minimize Transaction Costs and Maximize Transaction Value," *Strategic Management Journal*, 18 (7) : 535-556.
- Dyer, Jeffery (1996) "Specialized Supplier Networks As a Source of Competitive Advantage: Evidence From the Auto Industry." *Strategic Management Journal*, 17: 271-291.
- 藤本隆宏 (2001) 『生産システム入門Ⅱ』日本経済新聞社。
- 藤本 隆宏・具承桓・近能 善範 (2006) 「自動車部品産業における取引パターンの発展と変容 — 1次部品メーカーへのアンケート調査結果を中心に—」東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッションペーパー 2005-MMRC-85, <http://www.ut-mmrc.jp/>

- 藤本 隆宏・伊藤 秀史・西口 敏宏編 (1997) 『サプライヤーシステム—新しい企業間関係を創る』有斐閣。
- 近能善範 (2008) 「自動車のエレクトロニクス化と先端技術開発協業」東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッションペーパー MMRC-J-198.
- 具承恒 (2010) 「トヨタリコール問題と戦略的示唆」ソウル, 2月, mimeo.
- 具承恒 (2008) 『製品アーキテクチャのダイナミズム』有斐閣。
- 具承恒 (2002) 「日本の自動車産業におけるモジュール化の動向と協業開発プロセスに関する一考察—製品アーキテクチャの階層性と知識の統合化の視点からの実証分析—」『日本ロジスティックシステム学会誌』3 (1), 43-58 項。
- 具承恒・加藤寛之 (2010) 「人工物の複雑性とビジネス・システムの不確実性をもたらす複雑性へのマネジメント—造船産業の事例—」東京大学ものづくり経営研究センター ディスカッションペーパー 2010-MMRC-324.
- 河野英子 (2009) 『ゲストエンジニア—企業間ネットワーク・人材形成・組織能力の連鎖』白桃書房。
- Leonard-Barton, Dorothy (1992) "Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development." *Strategic Management Journal* 13: 111-125
- マクダフィー, J.P.・藤本隆宏 (2010) 「経済教室 複雑化が組織能力を超越」『日本経済新聞』3月17日。
- 西口敏宏 (2000) 「場と自己組織化—アイシン精機火災とトヨタ・グループの対応」伊丹敬之・西口敏宏・野中郁次郎 (編) 『場のダイナミズムと企業』東洋経済新報社, 97-124 頁。
- 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・西口敏弘・伊藤秀史編著 (1998) 『サプライヤー・システム：新しい企業間関係を創る』有斐閣, 第4章。
- 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。
- 武石彰 (1999) 「自動車産業のサプライヤー・システムに関する研究:成果と課題」『社会科学研究』52 巻 1 号, 25-50 項。
- 武石彰・藤本隆宏・具承恒 (2001) 「自動車産業におけるモジュール化：製品アーキテクチャー—生産システム—企業間システムの複合ヒエラルー」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編著『ビジネス・アーキテクチャーの経営学』有斐閣, 101-120 項。
- 丸川和雄 (2007) 『現代中国の産業—勃興する中国企業の強さと脆さ』中央公論新社。
- 和田一夫・由井 常彦・トヨタ自動車歴史文化部 (2002) 『豊田喜一郎伝』名古屋大学出版会。
- 田鑫 (2009) 「自動車産業における分業—トヨタグループ完成車生産分業を中心に—」産業学会産業学会全国研究会, 6月13日, 明治大学。
- 河野英子 (2009) 『ゲストエンジニア—企業間ネットワーク・人材形式・組織能力の連鎖—』白桃書房。

#### ■資料

- フォーイン (2001) 『グローバルサプライヤーの政界再編とモジュール・システム化』フォーイン社。
- IRC (1994) 『トヨタ自動車グループの実態』アイアールシー。
- IRC (2007) 『トヨタ自動車グループの実態 2006 年版』アイアールシー。
- 国土交通省自動車交通局 (2007) 「リコール届出内容の分析結果」。
- 豊田中央研究所編 (2000) 『研究と創造：豊田中央研究所 40 年史』豊田中央研究所。
- 豊田中央研究所編 (1990) 『豊田中央研究所三十年の歩み』豊田中央研究所。



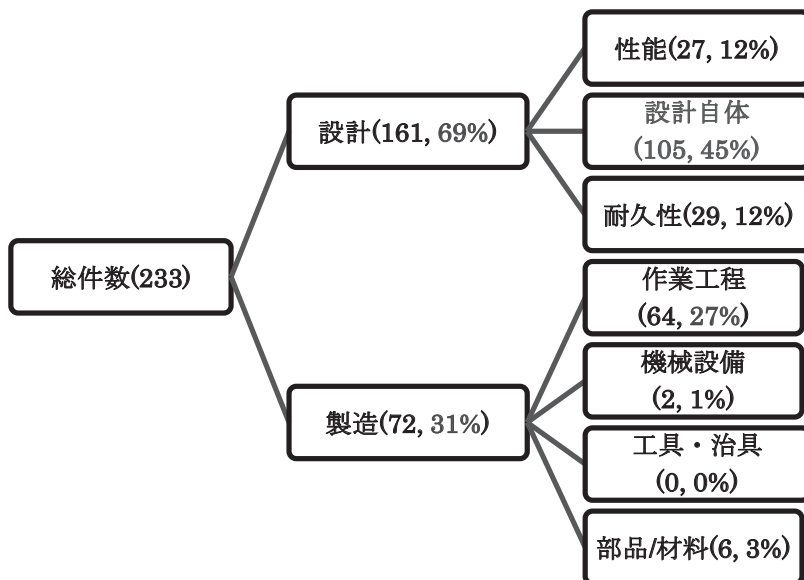
トヨタ自動車 (2001) 「自動車の R&D」第 3 技術革新システム小委員会資料.

トヨタ自動車ホームページ (2011 年 6 月 1 日, 2003 年 10 月アクセス).

トヨタグループ史編纂委員会編集 (2005) 『絆: 豊田業団からトヨタグループへ』トヨタグループ史編纂委員会  
週刊ダイヤモンド編集局 (2009) 「検証: トヨタ最強の伝説」『週刊ダイヤモンド』2 月 14 日号, 30 - 72 項.

日経 Automotive Technology 編集局 (2007) 「車載ソフト巨大化に立ち向かう: 標準化で開発効率向上」『日経  
Automotive Technology』11 月号.

■付表. リコール原因別内訳



出所: 国土交通省自動車交通局 (2007) 「リコール届出内容の分析結果」p.7 より.

## R&D Vertical Integration and Corporative R&D System in Toyota Group

KU, Seunghwan

### **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to study the formation process and characteristics of Toyota's R & D system. Toyota has built vertical integrated inter-enterprise systems in research and development in long periods. Since the 1990s, complexity of technology and burden of R&D task have being increased. In addition, a lot of development work were transferred to the group companies and suppliers. The mechanism is based on a cooperative relationship from top management to field layer.

