

自動車部品産業のイノベーションシステムに関する考察

A Study of Innovation System in Auto Parts Industry

成城大学社会イノベーション学部教授
加藤敦宣 KATO, Atsunori

1. 本稿の目的

自動車産業では、自動車自体のイノベーション、すなわち、燃料電池自動車 (FCV)・電気自動車 (EV)・プラグイン・ハイブリッド自動車 (PHV)・クリーンディーゼル車 (CDV) といった次世代自動車の開発からはじまり、産業レベルでは自動車をモビリティサービスと捉える MaaS や CASE といった産業横断的なイノベーションに至るまで、重層的にイノベーションが進展している。これらのイノベーションは決して一過性のものではない。藤本 [2020] は、少なくとも 2030 年代までは要する長期戦であり、10 年、20 年の単位で本質論的な議論をする必要があるとしている。

この背景にあるのは、自動車設計のモジュール化や電装部品のデジタル化といった、製品設計や部品設計の根本的な変化である。これらは基本設計 (アーキテクチャ) のイノベーションである。このため開発組織はもとより、企業組織全般においても構造変化が起きている。特に近年では、企業提携や企業合併など、業界再編の兆しとも取られる動向が、自動車産業全体で広がっている。完成車メーカー・自動車部品メーカーともに、大きな変革の中にあるとあって良い。

このため自動車産業にあるメーカーは、収益性を持続的に維持するビジネスモデルを構築しつつ

も、新たなイノベーションを目指していく先進性が、同時に求められている状況にある。そこで本稿では、自動車産業の中でも特に自動車部品メーカーにフォーカスし、自動車部品メーカーにおける収益力の源泉と、それを支えるイノベーションシステムについて、アンケート調査データに基づき実証的な考察を行うこととする。

なお、考察対象となるデータは、2019 年 12 月 2 日より同年 12 月 13 日において、自動車部品メーカー 50 社を対象として実施したアンケート調査である。各企業の研究開発戦略を担当する人物、具体的には取締役・執行役員もしくは開発本部長・研究所長に対して、アンケートの回答を依頼した。アンケート回答企業数は 50 社で、そのうち有効回答数は 47 社であった (3 社からは回答が難しい旨、ご返事を頂いた)。この結果、アンケート有効回答率は、9.4 パーセントとなっている。このアンケート調査データに基づき、以下の考察を進めていくこととする。

2. 先行研究のレビュー

Argyres・Rios・Silverman [2020] によると、研究開発の組織構造をどのように設計するのが良いか、また、組織構造の変化がどのような結果をもたらすのかについて、そのメカニズムは未だ具

体的には解明されていないとされる。彼らの実証研究によると、研究開発費の予算権限を一元化し、より集中化された研究開発組織を持つ企業の方が、発明者ネットワークの接続性が高まり、イノベーションのインパクトと知の探索の幅が向上するとしている。

知の探索というのは知の深化とともに、Tushman [2009] らが提唱している「両利きの経営」(Organizational Ambidexterity) に他ならない。イノベーションを継続的に生成するには、両者の資源配分を偏ることなく行う必要がある。企業組織というのは経営効率を追求し過ぎると、どうしても知の深化の側に経営資源の投入が偏りがちとなり、ひいてはそれがイノベーションを阻害する原因として逆機能してしまう。

では、知の探索をどのようにバランス良く機能させれば良いのだろうか。Granovetter [1973] の SWT (strength of weak ties)理論や、Chesbrough[2003] のオープンイノベーション理論などが、それに対する解やアプローチを提示していると考えられる¹⁾。企業組織に内在する知識の生成と外部知識との新結合が、どのようなメカニズムで起きるのかということは、学習組織理論の観点からも興味深いテーマであろう (e.g. 野中 [1990]・Senge [2006])。

Teece によると企業組織は変化に直面した際に、組織の内外にある経営資源を創造的に組み替え、新たな変化に対応していくという考え方を提示している。いわゆるダイナミック・ケイパビリティ理論である。組織の境界を越えた組織学習プロセスを動的に捉えようとするところに、従来学説とは一線を画す Teece のオリジナリティーがある。

内部知識の生成と外部知識の新結合については、近年興味深い実証研究の成果も報告されている。Garg・Zhao[2017]は製薬メーカーのイノベーションに着目し、研究開発組織における外部知識の獲得には、製品実現化の可能性と市場見通しが、組織に影響を及ぼすとしている。これは複数の事業部門における専門知識の偏在性に着目した研究で、基礎寄りの外部知識の獲得パターンと開発寄りの外部知識の獲得パターンでは、組織における

イノベーション成果にも影響に違いが生じるとしている。

つまり、内部知識の生成と外部知識との新結合は、市場の不確実性を低減する作用を持つ訳であるが、では、組織の内外に偏在する専門知識をいかに統合すれば良いか、また経営資源の投入判断をいかに行えば良いかについては、経営戦略論の領域において、未だ学問的な決着は見出されていない。そこで本稿では、これらの課題についてアンケート調査に基づき、更なる考察を試みることにする。

3. 製品開発から見た収益力の源泉

本章では、自動車部品メーカーの収益力の源泉について、重回帰分析を用いた考察を行う。収益力の成果指標には、ROE や ROI をはじめとして、種々の指標が存在するが、本分析では売上高経常利益率(以下、経常利益率と表記)を従属変数とした重回帰分析を行う (e.g. Kaplan・Norton [2008])。

経常利益率を従属変数とする重回帰分析では、ステップワイズ法による独立変数の絞り込みを行った。その結果、世界をリードする技術力、最終試作評価件数という2つの独立変数が、経常利益率にプラス作用することが確認された²⁾。

重回帰分析のサンプル数は15社で、自由度調整済み決定係数 $\hat{R}^2 = 0.624$, F 値 = 13.463 であった。各変数の標準化β値, t 値, P 値, および VIF の値であるが、世界をリードする技術力 (β 値 = 0.655, t 値 = 4.134, P 値 = 0.001, VIF = 1.003), 最終試作評価件数 (β 値 = 0.534, t 値 = 3.371, P 値 = 0.005, VIF = 1.703) であった。独立変数間における多重共線性も特に認められず、モデルとしても約 62 パーセントの説明力を有しており、重回帰分析として当てはまりの良い妥当なモデルとなった。

分析の結果、自動車部品メーカーの収益性を左右するマネジメント要因として、世界をリードする技術力の有無と、最終試作評価件数の多寡が、ポイントとなることが明らかになった。興味深

かったのは類似する独立変数として、国内トップクラスの技術力という変数も取り上げていたのであるが、独立変数の絞り込みの段階で、前者の世界をリードする技術力に軍配が上がった点である。優れた技術力は競争力の源泉になり得るが、グローバル競争の進展する自動車産業では、世界レベルにおける技術力の向上を追求していくことが、結果として収益力に結び付くと考えられる。

ただし、Chesbrough・Rosenbloom [2002] が既に指摘をしていることではあるが、技術の価値を決定付けるのは、ビジネスモデルの優劣である。ビジネスモデルという文脈の中、あるいは函数の中において、技術がどのように変換されるかにより、顧客価値を創出するのであり、単純に技

術そのものが価値を生み出す訳ではない、ということには注意を払う必要がある。ここで言うところの技術力が、自動車部品メーカーのビジネスモデルと、実際にどのように組み合わせられているかは、さらに慎重な考察を進める必要がある。

他方の最終試作評価件数という指標は、完成車メーカーより量産承諾を得た件数を指す³⁾。自動車部品メーカーは完成車メーカーから受注を獲得するため、試作段階で設定された幾つかのテストにパスする必要がある。最終試作評価というのは、文字通りその最終段階にあるテストとなる。完成車メーカーによる技術監査にパスすると、新しい自動車部品の量産可能と認定され、完成車メーカーからの受注獲得となる。言い換えれば、自動

資料 3-1 分析結果の詳細

モデルの要約

R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
.821 ^a	0.674	0.624	0.024

a. 予測値：(定数)，最終試作評価件数，世界をリードする技術力。

分散分析^a

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	0.015	2	0.007	13.463	.001 ^b
残差	0.007	13	0.001		
合計	0.022	15			

a. 従属変数：経常利益率

b. 予測値：(定数)，最終試作評価件数，世界をリードする技術力。

係数^b

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率	共線性の統計量	
	β	標準誤差	β			許容度	VIF
(定数)	-0.047	0.021		-2.261	0.042		
世界をリードする技術力	0.024	0.006	0.655	4.134	0.001	0.997	1.003
最終試作評価件数	0.001	0.000	0.534	3.371	0.005	0.997	1.003

a. 従属変数：経常利益率

相関行列

	最終試作評価件数	世界をリードする技術力
最終試作評価件数	1.000	0.058
世界をリードする技術力	0.058	1.000

車部品メーカーの受注成約件数であり、その件数はそのまま企業業績にも直結する指標となる。

こちらは企業の内部指標に該当するため、調査回答からのデータ入手に限られるが、自動車部品メーカーが必ず所持しているデータでもある。このため自動車産業の分析を行う場合に、客観的なイノベーションの成果指標として、継続的な利用が可能であると考えられる。

4. 世界をリードする技術力の生成要因

本章では、先の分析結果を踏まえ、さらに変数の内容を深掘りしていく。具体的には、世界をリードする技術力が、どのようなマネジメント要因により支えられているのか、このことについて、考察を深めていくこととする。

そこで今度は世界をリードする技術力を従属変数とする重回帰分析モデルを組み、先の分析と同様にステップワイズ法を用いて独立変数の絞り込

資料 4-1 分析結果の詳細

モデルの要約

R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
.797 ^a	0.635	0.608	0.635

a. 予測値：(定数)，自動車以外の高度な部品の製造，ものづくりへの自負，製品の革新性。

分散分析^a

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	28.681	3	9.560	23.730	.000b
残差	16.519	41	0.403		
合計	45.200	44			

a. 従属変数：世界をリードする技術力

b. 予測値：(定数)，自動車以外の高度な部品の製造，ものづくりへの自負，製品の革新性。

係数^a

	非標準化係数		標準化係数		共線性の統計量		
	β	標準誤差	β	t 値	有意確率	許容度	VIF
(定数)	1.817	0.554		3.282	0.002		
ものづくりへの自負	0.361	0.110	0.385	3.286	0.002	0.650	1.538
製品の革新性	0.380	0.133	0.352	2.857	0.007	0.587	1.705
自動車以外の高度な部品の製造	0.648	0.206	0.317	3.151	0.003	0.881	1.135

a. 従属変数：経常利益率

相関行列

	自動車以外の高度な部品の製造	ものづくりへの自負	製品の革新性
自動車以外の高度な部品の製造	1.000	0.099	0.326
ものづくりへの自負		1.000	0.584
製品の革新性			1.000

みを行った。その結果、ものづくりへの自負、製品の革新性、ロケットなど自動車以外の高度な部品の製造（以下、自動車以外の高度な部品の製造と表記）という3つの独立変数が、世界をリードする技術力に対してプラスに作用することが確認された。

重回帰分析のサンプル数は44社で、自由度調整済み決定係数 $\hat{R}^2 = 0.608$, F値 = 23.730であった。各変数の標準化β値, t値, P値, およびVIFの値であるが、ものづくりへの自負 (β値 = 0.385, t値 = 3.286, P値 = 0.002, VIF = 1.538), 製品の革新性 (β値 = 0.352, t値 = 2.857, P値 = 0.007, VIF = 1.705), 自動車以外の高度な部品の製造 (β値 = 0.317, t値 = 3.151, P値 = 0.003, VIF = 1.135) であった。こちらの分析においても、独立変数間の多重共線性は認められず、モデルとしても約60パーセントの説明力を有しており、重回帰分析として当てはまりの良い妥当なモデルとなった。

世界をリードする技術力を持つような企業では、ものづくりに対する自負が高くなる傾向にある。実際、インタビュー調査を行った優良企業では、マイスター制度や技能表彰制度などを制度化することにより、組織技能の向上に努めている企業も多かった。個人ベースにおける内発的な技能向上、組織職制上の客観的な評価などを上手に組み合わせ、マネジメント上の成果を収めているのが印象的であった。

製品の革新性というのは、自社の強み（コンピタンス）について尋ねた調査項目である。コスト競争力や開発スピード、製品デザインなどについても併せて尋ねているが、これらの独立変数については、統計的な有意差は確認されなかった。顧客である完成車メーカーに対して、どのような革新的な価値を提供することができるか否か、やはり、そういう点が世界的な技術力におけるポイントになるのであろう。

実際、製品の革新性に関してデータを確認してみると、LEDヘッドランプやリチウムイオン電池、電子ミラーなど、優れた製品技術を持つ錚々たる企業が多かった。各自動車部品における市場

シェアなども比較的分かり易いことから、どの程度革新的な製品であるかも、相対化し易い側面もあると考えられる。

3番目に有効な独立変数が、自動車以外の高度な部品の製造であった。高速鉄道や旅客機、ロケットなど、自動車部品から見ると相対的により高度で、精密な技術力を要求される部品を製造している企業が多かった。これらの良質な企業間取引ネットワークが、内部知識の生成と外部知識との新結合をもたらしていると考えられる。

5. 最終試作評価件数を向上させる要因

本章では、最終試作評価件数に関して更なる考察を行う。最終試作評価件数を引き上げることは、自動車部品メーカーの収益力と結び付く訳であるが、では、最終試作評価件数を向上させるマネジメント要因は何であるのだろうか。この点について、更に考察を深掘りすることにしてみたい。

最終試作評価件数を従属変数とする重回帰分析においても、ステップワイズ法による独立変数の絞り込みを行った。その結果、試作提案依頼件数、モジュール化への設備投資、生産拠点の海外移転の3つの独立変数が、最終試作評価件数の向上に有効であることが確認された。

重回帰分析のサンプル数は26社で、自由度調整済み決定係数 $\hat{R}^2 = 0.703$, F値 = 21.551であった。各変数の標準化β値, t値, P値, およびVIFの値であるが、試作提案依頼件数 (β値 = 0.789, t値 = 7.299, P値 = 0.000, VIF = 1.025), モジュール化への設備投資 (β値 = 0.350, t値 = 3.147, P値 = 0.005, VIF = 1.083), 生産拠点の海外移転 (β値 = 0.253, t値 = 2.296, P値 = 0.031, VIF = 1.076) であった。独立変数間の多重共線性も特に認められず、モデルとしても約70パーセントの説明力を有しており、重回帰分析として当てはまりの良いものとなった。

試作提案依頼件数とは完成車メーカーが、自動車部品メーカーに新車開発に関連して、自動車部品の開発・製造試作を依頼してきた件数を指す。コンベ形式であるため開発能力を同じくする複数

の自動車部品メーカーに対して、この依頼書が送付されるのが一般的である。製品開発の契機となる試作提案依頼件数の多寡が、最終試作評価件数に最も大きな影響を及ぼすという分析結果は、開発プロセスから見ても整合的である。

次に有効な独立変数が、モジュール化への設備投資である。自動車の設計方法は、近年プラットフォームに基づく設計から、モジュールに基づく設計に大きく変化している。開発手法も大きく様変わりしており、マツダが確立した「モデルベー

ス開発 (Model Based Development)」が、トヨタをはじめ技術提携をしている完成車メーカー間で、知識共有をされ始めている状況にある (e.g. 藤川[2013])。製品アーキテクチャの変更が、設計方法の変革をもたらし、ひいては企業間、組織の境界を越え、内部知識の生成と外部知識の新結合を引き起こしている。モジュール関連への開発投資は、今後も益々重要なマネジメント要因になると推察される。

3 番目に有効な独立変数は、生産拠点の海外移

資料 5-1 分析結果の詳細

モデルの要約

R	R2 乗	調整済み R2 乗	推定値の標準誤差
.859a	0.738	0.703	13.788

a. 予測値：(定数)、生産拠点の海外移転、試作提案依頼件数、モジュール化への設備投資。

分散分析^a

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	12290.104	3	4096.701	21.551	.000b
残差	4372.192	23	190.095		
合計	16662.296	26			

a. 従属変数：最終試作評価件数

b. 予測値：(定数)、生産拠点の海外移転、試作提案依頼件数、モジュール化への設備投資。

係数^a

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率	共線性の統計量	
	β	標準誤差	β			許容度	VIF
(定数)	-81.060	19.611		-4.133	0.000		
試作提案依頼件数	0.695	0.095	0.789	7.299	0.000	0.976	1.025
モジュール化への設備投資	15.270	4.852	0.350	3.147	0.005	0.924	1.083
生産拠点の海外移転	8.537	3.718	0.253	2.296	0.031	0.937	1.067

a. 従属変数：最終試作評価件数

相関行列

	生産拠点の海外移転	試作提案依頼件数	モジュール化への設備投資
生産拠点の海外移転	1.000	0.051	-0.236
試作提案依頼件数	0.051	1.000	0.131
モジュール化への設備投資	-0.236	0.131	1.000

転である。この変数は自動車部品メーカーのグローバル化と密接に関連する変数である。日本の完成車メーカーの新車生産台数は、国内外で台数が逆転しており、既に海外生産が主流となっている。米州、欧州などでは日本とのレギュレーションの違いがあり、自動車部品に求められる安全性能は、別の基準で細かく指定されている。海外生産拠点はそのようなレギュレーションの差分を調整する上でも、本社開発部門とのリエゾンとしてとても重要な役割を担っている (e.g. 加藤 [2020])。製品性能の向上や設計段階の作り込みに貢献しており、近年では先に述べた「モデルベース開発」との関連で、デジタルベースで統合的な開発にも組織的に参加をしている。また、グローバル市場に向けた新製品開発 (NPD) の有効性は、Cooper [2019] の最新研究でも指摘されているところであり、分析結果はこれらとも整合的であると考えられる。

6. まとめと今後の展望

本稿では、自動車部品メーカーの製品開発戦略を、収益力とそれを支えるイノベーションシステムの観点から考察した。収益性を高めるマネジメント要因としては、世界をリードする技術力と最終試作評価件数を挙げられることが、アンケート調査の分析結果から判った。前者の世界をリードする技術力というのは、自動車部品の上位製品に該当する、高速鉄道や旅客機、ロケットなど高度な精密部品を製造する革新的な技術力とクラフトマンシップを支える自負心、それを必要とするメーカーとの良質な企業間取引ネットワークなどから構成される。企業内部の知識生成と外部知識との結合のサイクルを、上手にマネジメントするビジネスモデルに、優良な自動車部品メーカーの戦略性を見出すことができる。単純な技術一本槍の話ではないところもポイントとなる。

後者の最終試作評価件数は、完成車メーカーからの試作提案依頼件数というインプットと、モジュール化への設備投資、生産拠点の海外移転がプラスに作用することが明らかになった。イノ

ベーションの生成のため、企業内部の組織資源を将来投資に回すこと、本格的なグローバル生産の推進が、新車開発能力の向上と完成車メーカーからの信頼性向上に結びつくものと考えられる。国内市場と海外市場のボリュームが逆転した今日、このような分析結果も整合的な内容を持つと考えられる。

ただし、本調査をよりロバスタな分析結果にするためには、更なる追証が必要不可欠である。今回は収益性に関する調査項目を増やした結果、トレードオフとしてアンケート回収率が、前回調査と比較して10パーセント程度低下した。回答される企業担当者の方々のご負担にならない設問作りも考慮する必要があるだろう。今回の調査から有効なマネジメント要因にも目処が立った。次回の調査では更にブラッシュアップを行い、自動車部品産業のイノベーションシステムの全体像について、考察内容の更なる発展と充実を図りたい。

注

- 1) なお、Granovetter [1973] のSWT理論に関連して、高橋・稲水 [2007] の研究も示唆に富んでいる。
- 2) 説明変数・被説明変数の内容であるが、経常利益率・最終試作評価件数・試作提案依頼件数は実数データ、世界をリードする技術力・モジュール化への設備投資・生産拠点の海外移転・ものづくりへの自負・製品の革新性は5段階のカテゴリカルデータ、ロケットなど自動車以外の高度な部品の製造は2段階のダミーデータとなっている。
- 3) なお、最終試作評価件数および試作提案依頼件数というのは、完成車メーカーによりそれぞれ正式名称が異なる。このため本調査では、主要取引先が異なる自動車部品メーカー間での比較を可能とするため、上記のような2つの名称を作成・使用している。

参考文献

- Argyres, N. & Rios, L. & Silverman, B. [2020] Organizational change and the dynamics of innovation: Formal R&D structure and intrafirm inventor networks. *Strategic Management Journal*, 41, pp.2015-2049
- Chesbrough, H. & Rosenbloom, R. [2002] The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation: Evidence from Xerox Corporation's Technology Spin-Off Companies. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), pp.529-555
- Chesbrough, H. [2003] Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology.

- gy. HBS (大前恵一朗訳 [2004] 『オープンノベーション』産業能率大学出版部)
- Cooper, G. [2019] The Drivers of Success in New-product Development. *Industrial Marketing Management*, 76, pp.36-47
- 藤川智士 [2013] 「マツダの目指すモデルベース開発」マツダ技報, 31
- 藤本隆宏 [2020] 「昨今の根拠の怪しいものづくり論議を批判する (3・完)」赤門マネジメントレビュー, 19(5) pp.159-164
- Garg, P. & Zhao, M. [2018] Knowledge sourcing by multidivisional firms. *Strategic Management Journal*, 39, pp.3326-3354
- Granovetter, M. [1973] The Strength of Weak Ties. *The American Journal of Sociology*, 78(6), pp.1360-1380
- Kaplan, R.・Norton, D. [2008] The Execution Premium, Harvard Business School Press (櫻井通晴・伊藤和憲監訳 [2009] 『バランスト・スコアカードによる戦略実行のプレミアム』東洋経済新報社)
- 加藤敦宣 [2020] 「自動車部品メーカーにおける知識創造プロセス：自動車シートシステム・メーカー：タチエスの事例考察」成城大学社会ノベーション研究, 15(1), pp.25-34
- 野中郁次郎 [1990] 『知識創造の経営』日本経済新聞社
- Raisch, S. & Birkinshaw, J & Probst, G. & Tushman, M. [2009] Organizational Ambidexterity: Balancing Exploitation and Exploration for Sustained Performance. *Organization Science*, 20(4), pp.685-695
- Senge, P. [2006] *The Fifth Discipline*, Doubleday Business (枝廣淳子・小田理一郎・中小路佳代子訳 [2010] 『学習する組織』英治出版)
- 高橋伸夫・稲水伸行 [2007] 「ブリッジは弱い紐帯か？ー経営学輪講 Granovetter (1973)ー」赤門マネジメントレビュー, 6(7) pp.281-286