

## 自動車関連企業における電動化の積極性の要因

取扱商品カテゴリーと系列グループの視点から

岡本哲弥

Tetsuya Okamoto

滋賀大学 経済学部 / 教授

## I 序論

自動車産業は100年に一度の大変革期にあり、自動車関連企業がCASE<sup>1)</sup>への対応に迫られる中、カーボンニュートラル(脱炭素)の実現に向けて、世界的に電動化へ舵が切られた。各国・地域の政策を見ると、欧州連合(EU)の欧州委員会は2021年7月に2035年にハイブリッド車(Hybrid Vehicle; 以下、HVと表記)を含むガソリン車など内燃機関車の新車販売を禁止する規制案を公表し、英国では2030年にガソリン車の販売を禁止し、2035年にはHVも禁止する。中国は2035年をめどに新車販売を電気自動車(Electric Vehicle; 以下EVと表記)やHVなど環境対応車に限る方針である。日本は2035年にガソリン車の新車販売をなくす目標を掲げているが、HVの販売は認めている。

こうした電動化への潮流により、ガソリン車時代に構築された自動車メーカーと部品サプライヤーの垂直統合型のサプライチェーンは大きく変化することが予想される。電動化が進めば、ガソリン・エンジンなどの内燃機関を前提にした供給量は減り、1台のクルマには3万点の部品が使われているが、EVになればその3分の1(3~4割)がEV向け部品に置き換わるという(三菱総合研究所2020; 安井2021)。

本研究では、電動化が求められる自動車メーカーや部品サプライヤーを対象に、現在の各社の電動化への取り組みの積極性がどのような経営的な要因と関連しているのかについて、回帰分析を用いて実証的に明らかにすることを目的とする。

<sup>1)</sup> CASEは、Connected(接続化)、Autonomous(自動運転)、Shared & Services(シェアリング・サービス)、Electric(電動化)の頭文字である。2016年9月に開催されたパリ・モーターショーで、ダイムラー社CEOのDieter Zetsche氏が中長期戦略の中で用いた言葉として知られる。

特に、EVなどの電動化に対する取り組みや研究開発は取扱商品・部品及び系列グループに係る要因で異なってきているのかを分析していく。

## II 先行研究のレビュー

### 1 電気自動車はカーボンニュートラルか

そもそもEVはカーボンニュートラルであるのだろうか。Zhang & Fujimori (2020) は、EVの導入状況と交通部門以外の排出削減努力の進展度合いによって、シミュレーションを行った。その結果、EVの導入により、エネルギー消費量は減少するが、火力発電に依存するままでは将来のCO<sub>2</sub>排出量はほとんど変わらず、全体としては正味で増加してしまうこと、さらに、再生可能エネルギーを大規模に導入したと仮定しても2割程度のCO<sub>2</sub>削減にとどまることを示した。そのうえでパリ協定の目標(平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つ)<sup>2)</sup>達成には、家庭・産業・交通のエネルギー需要全体とともに、エネルギー供給の脱化石燃料化が必要であることを示した。

Kawamoto et al. (2019) は、LCA (Life Cycle Assessment)<sup>3)</sup>の観点から、欧州、日本、米国、中国、豪州の5地域を対象に、「製造」「燃料製造・発電」「使用」「メンテナンス」「廃棄」の5段階についてガソリン及びディーゼル・エンジン車、EVのCO<sub>2</sub>排出量を比較した。その算定結果は、豪州以外では、走行距離が少ない時点では、エンジン車よりもEVのCO<sub>2</sub>排出量が多いが、走行距離が伸びるに従いその差は縮み、6~12万kmの間で逆転し、エンジン車のCO<sub>2</sub>排出量が多くなる。国別

には、米国では、EVのCO<sub>2</sub>排出量がエンジン車に追いつくのは、約6万kmであり、日本は約11.5万kmでEVとエンジン車が逆転し、16万kmのバッテリー交換で再びEVの排出量が多くなる。中国は日本と類似し、エンジン車とEVの数値が逆転するのが約12万km時点である。欧州では、走行約7.6万km時でEVの排出量がガソリン・エンジン車を下回り、その後のガソリン車の排出量が高いままであるが、ディーゼル・エンジンは、日本や中国と同様に、約11万kmで一旦逆転されるものの、16万kmのバッテリー交換によって再度逆転する。一方で、豪州は、火力発電の構成が高く、エンジン車の方がCO<sub>2</sub>排出は少ない。

また、日本経済新聞(2021年9月26日付朝刊)によると、国際エネルギー機関(International Energy Agency: IEAと表記)は、EVの温室効果ガスのライフサイクル排出量は、世界平均で内燃機関車の約半分になるとし、CO<sub>2</sub>削減におけるEVの優位性を強調している。IEAが5月に出した報告書の前提を見直し、各国の電源構成について「2018年のまま変わらない」から「再生可能エネルギーの拡大で電源の脱炭素が進む」と変更し、自動車の平均的な使用期間と累積走行距離についても「10年・15万km」から「20年・20万km」に改めている。

これらの研究結果は、現時点での各国の電源構成、エンジン車やEVの燃費、今後の交通部門以外の他の産業部門のCO<sub>2</sub>排出努力などに、前提条件を置いたシミュレーション結果に過ぎないが、世界各国の2050年の「温暖化ガス排出ゼロ」に向けて規制強化が進む中、EVの環境負荷を

2) 正確には「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をする」ことが定められた。

3) LCAとは、製品やサービスが生まれてから廃棄されるまでのライフサイクルを通じた環境負荷を評価する取り組みを指す。EVの場合も、二酸化炭素は走行時の「Tank to Wheel(タンクから車輪まで)」に排出されなくとも、製造時や走行時の電力使用などでも間接的に排出されるため、自動車ならば、原料の鉄などの資源採掘から製造、使用、メンテナンス、リサイクル、廃棄までを含む「Well to Wheel(油井から車輪まで)」のライフサイクルで環境負荷を捉えねばならない。

LCAの視点から正しく評価し、電源構成との関係でどのようなシナリオでEVを普及させていくべきかを考える重要な手がかりを示している<sup>4)</sup>。要するに、電源の脱化石燃料化が進まなければ、EVもカーボンニュートラルにならないのである。

## 2 電動化による部品サプライヤーへの影響

中西(2020)によると自動車産業は、自動車メーカーを頂点に、部品を供給する1次サプライヤーであるティア1、2次サプライヤーのティア2、ティア3、4がピラミッド構造を形成し、ティア別にはティア1よりも、ティア3、4へ一段と厳しい経営的な影響が波及し<sup>5)</sup>、量的な変化に加え、質的な変化が長期的かつ構造的に進むことが予想される。さらに、モジュール設計での標準化も大きく進展するが、オープンアーキテクチャにはならず、クローズドアーキテクチャでのモジュール設計が続くとみる<sup>6)</sup>。

藤本(2017)は、自動車産業には、21世紀前半、テスラのような新規参入はあるとしても、既存企業が存在感をもちつづけるだろうとし、プラットフォームがオープンアーキテクチャであっても、そこに乗る補完財は多くの場合「中クローズド」の製品であるため、複雑だが良い「中インテグラル製品」で勝負し、強い補完財企業をめざすべきであると主張する<sup>7)</sup>。

佐伯(2015、2018)は、電気自動車事業で観察されるイノベーションについて、複数の事例研究

から、日産の「リーフ」と三菱自動車工業の「i-MiEV」にはクローズド・イノベーションからオープン・イノベーションというアプローチの遷移が見られたが、逆にテスラはオープン・イノベーションからクローズド・イノベーションへと遷移しており、両者のアプローチは折衷する領域に収斂しつつあるという。確かに、創業時のテスラ・ロードスターは、米国のEVベンチャー・ACプロパルジョンから根幹となるEVシステムのライセンス供給を受け、英国のロータス社のエリーゼ用のシャシーを流用し、電気モーターをはじめ世界中から調達した部品を積んで1台ずつ組み立てていた(桑島・川端 2021)。そして、EVの中核部品のバッテリーには、モバイル機器向けバッテリーが用いられ<sup>8)</sup>、水平分業型のビジネスモデルが採用されていたが、その後、AI向け半導体や自動運転システムのハードウェアなどを自社開発し、販売では、直営ディーラー、ネット販売などにより自社で一貫した垂直統合型モデルを採っているとみられる(田中 2018)。

アーサー・ディ・リトル・ジャパン(2019)によれば、電動化で特に大きな影響があると予想されるのが、パワートレインであるが、現状の内燃機関ベースのパワートレインが、EVや燃料電池車(Fuel Cell Vehicle: FCV)などの電動パワートレインに全て代替される場合には、エンジン部品や変速機、ドライブシャフトといった駆動・伝達系部品を中

4) トヨタ自動車社長の豊田章男氏は、2021年9月9日の日本自動車工業会の記者会見において、以下の通り、全てを電気自動車に移行することに強く反論している。

「(前略)カーボンニュートラルにおいて、私たちの敵は「炭素」であり、「内燃機関」ではありません。炭素を減らすためには、その国や地域の事情に見合ったプラクティカルでサステナブルな取り組みが必要だと思います。(中略) 私たちが、必死になって「選択肢を広げよう」と動き続けているのは、自動車産業550万人の雇用、ひいては日本国民の仕事と命を背負っているからです。(中略)一部の政治家からは、「すべてを電気自動車にすれば良いんだ」とか、「製造業は時代遅れだ」という声を聞くこともあります。私は、それは違うと思います。「今の延長線上に未来はない」と切り捨てることは簡単です。でも、日本の人々の仕事と命を守るためには、先人たち、そして、今を生きている私たちの努力を未来につなげること、「これまでの延長線上に未来を持つてくる努力」も必要だと思っております。

す。それが、日本を支えてきた基幹産業としての私たちの役割であり、責任です。(後略)」日本自動車工業会jama blog (<https://blog.jama.or.jp/>) 2021年9月23日閲覧。

5) 実際には、部品カテゴリごとに、完成車メーカーが専属の部品メーカーを抱えているわけではなく、複数のサプライヤーが複数の完成車メーカーに部品を納入しており、互いにオーバーラップした開放的ピラミッドになっていることが多い。伊丹(1988)、藤本(1997、1998)、岡本(2016)などを参照願う。

6) 製品アーキテクチャに関して、①製品を構成する部品間の相互依存性の高低(インテグラル型-モジュラー型)と②製品を構成する部品の汎用性の高低(オープン型-クローズド型)の2軸による2×2のマトリクスで4つの基本タイプが分類される。藤本・武石・青島(2001)、延岡(2006)、近能・高井(2010)などに詳しい。

心に、国内における自動車部品の最大で約28%が影響を受ける。そのうえで、系列型の垂直統合構造にいるサプライヤーは、その恩恵を最大限に生かしながらグローバル水平分業構造の中でも戦い抜くために自社のコアコンピタンスを定義し意識的に高め、部品サプライヤーとしてグローバル市場でプレゼンスを高めていくことが重要であるとする。

清(2021)によれば、電動化・自動運転技術や次世代車載半導体の開発、統合システムの構築について、その開発・製造をめぐるコスト構造に変化があり、ソフトウェア開発に占めるウェイトがますます大きくなっている。そのソフトウェア開発は、最適走行に求められるデリケートな制御ノウハウを如何にして構造化するかにかかっているという。

今後、垂直統合型のサプライチェーンがいかに変化するのかが重要な論点であるが、その前提としてパワートレインなどの取扱部品別、そしてトヨタ、日産、ホンダといった系列グループ別に部品サプライヤーの現況を分析することが不可欠であろう。

### III 分析方法

#### 1 データセット

本稿では、『週刊ダイヤモンド』第109巻14号(2021年4月3日発行)に掲載された「自動車・自

動車部品107社「EVシフト耐久度」ワーストランキング<sup>9)</sup>」のデータを利用する。具体的には、売上高営業利益率(2019年)、売上高研究開発費比率(2019年)、株価純資産倍率(PBR)、株価パフォーマンス(2020年7月末と2021年3月末の株価を比較した株価騰落率)、電動化戦略への積極性(5段階尺度)<sup>9)</sup>、上場年の6変数を用いる。なお、電動化戦略の積極性は、東海東京調査センターの杉浦誠司シニアアナリストが、電動車に関して、売上高規模や受注実績、製品開発の動向、経営者からの対外的メッセージの有無やその内容を総合的に検討して、業界内での相対評価を5段階で行ったものである。

また、部品メーカーの取扱商品については、マークライズ社の情報プラットフォームにおいて、主要製品、納入先等の情報から、「パワートレイン」「電装」「内外装部品」「シャシー/ボディー」の中で最も取扱が多いと推測されるカテゴリーに分類し、自動車メーカーについては「完成車」とし<sup>10)</sup>、企業の種類を5分類した。あわせて、把握できる各社の売上高(2020年ないしは2021年)もデータセットに加えた。なお、売上高については<sup>11)</sup>、企業間の格差が大きいため、常用対数変換(底:10)を施した。

部品サプライヤーには、完成車メーカーを頂点とする企業グループに属する系列サプライヤーと

7) アーキテクチャの位置取り戦略に関して、①自社のアーキテクチャ(製品・工程)がインテグラル(擦り合わせ)なのかモジュラーなのか、②自社の製品・工程が組み込まれる顧客のアーキテクチャ(製品・システム)がインテグラルなのかモジュラーなのか、の2軸で2×2のマトリクスから4つの基本ポジションが導かれる。「中インテグラル製品」は自社のアーキテクチャがインテグラルで、顧客のアーキテクチャがモジュラー(オープン)のポジションに相当する。詳しくは藤本(2004)を参照願う。

8) テスラのロードスターに積み込まれたリチウムイオン電池のバッテリーパックは、モバイル機器向けの直径18mm、長さ65mm(18650規格)の円筒形バッテリーセルを69個並列に接続し、1つのブリック(長方形の固まり)を作り、さらに、このブリックを直列に接続してシートにし、そのシート11枚を接続して、合計6831個のバッテリーセルで構成されていた(竹内2013)。

9) 当該記事では、「売上高営業利益率」「売上高研究開発費比率」「株価純資産倍率」「株価パフォーマンス」「電動化戦略への積極性」の各変数は20点満点に換算され、総合得点を100点満点としてワーストランキングが作成されている。

10) データセットには、「日産車体」「マツダ」「日野自動車」「SUBARU」「いすゞ自動車」「日産自動車」「三菱自動車」「ホンダ」「スズキ」「トヨタ自動車」の10社の完成車メーカーを含む。

11) トヨタ自動車の売上高には、連結売上高(27214800百万円)から日野自動車の売上高(1498400百万円)とダイハツの売上高(1364000百万円)を差し引いた値を用いた。

特定の完成車メーカーに属さない独立系サプライヤーが存在するため、トヨタ、日産、ホンダの主要サプライヤーを系列サプライヤーとし、特定の完成車メーカーに属さない独立系サプライヤーと区分し、ダミー変数として分析に取り込む<sup>12)</sup>。

## 2 分析方法

電動化戦略への積極性あるいは売上高研究開発費比率を従属変数とする複数の回帰分析モデルを用いて、探索的に部品サプライヤーと完成車メーカーの電動化や売上高研究開発費比率を高める要因を探る。また、分析には、IBM SPSS Statisticsを用いる。

# IV 分析結果

## 1 基本統計量

本研究で用いる変数の基本統計量は表1の通りである。取扱商品別と全体について、売上高営業利益率から売上高までの変数を示している。

売上高営業利益率については、取扱商品別に見ると、内外装が高く、シャシー/ボディーが低い傾向が確認できる。売上高研究開発費比率と電動化戦略への積極性は、完成車メーカーが最も高く、電装部品が続いている。逆にシャシー/ボディーが最も低く、内外装が2番目に低い値を示している。株価純資産倍率に関しては、電装部品のみが1倍を超えており、その他の企業は1を下回っている。株価パフォーマンスは、電装が他の商品カテゴリーに比べて高い傾向が観察される。上場年につ

表1 変数の基本統計量

変数	パワートレイン(n=43)		電装(n=9)		内外装(n=24)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
売上高営業利益率(%)	3.44	2.49	3.48	3.47	4.06	2.97
売上高研究開発費比率(%)	2.13	1.51	3.88	2.73	2.00	1.51
株価純資産倍率(倍)	0.59	0.32	1.28	0.68	0.69	0.48
株価パフォーマンス(%)	34.37	27.63	47.00	30.42	36.53	18.63
電動化戦略への積極性(5点尺度)	2.40	1.18	3.22	1.20	2.33	1.05
上場年	1973.26	19.88	1974.78	19.29	1982.17	20.04
log(売上高)	11.01	0.54	11.34	0.66	11.14	0.46
売上高(百万円)	282,826	644,450	752,221	1,583,214	237,008	283,323
変数	シャシー/ボディー(n=21)		完成車(n=10)		合計(n=107)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
売上高営業利益率(%)	2.87	4.30	3.81	2.96	3.51	3.11
売上高研究開発費比率(%)	1.90	1.28	4.22	1.17	2.40	1.73
株価純資産倍率(倍)	0.62	0.32	0.86	0.27	0.70	0.43
株価パフォーマンス(%)	40.91	21.72	35.96	23.56	37.35	24.46
電動化戦略への積極性(5点尺度)	2.24	0.89	3.90	1.29	2.56	1.20
上場年	1973.24	19.01	1956.2	12.18	1973.79	19.95
log(売上高)	11.21	0.60	12.50	0.53	11.24	0.68
売上高(百万円)	391,582	680,211	5,950,067	7,519,165	863,024	2,823,211

<sup>12)</sup> 完成車メーカーも含めてデータセットにはトヨタ系列企業は17社、日産系列企業は9社、ホンダ系列企業は13社が含まれ、系列グループ企業数の合計は39社となった。

いては、完成車メーカーが最も早い時期に上場しており、内外装部品サプライヤーは最も遅れて上場していることが分かる。最後に、売上についてであるが、対数 (log) の変数でみると、完成車メーカーが他の取扱商品カテゴリーの企業よりも1桁以上規模が大きいことが読み取れる。

## 2 取扱製品による影響

### (1) 電動化戦略と取扱製品

表2は、「電動化戦略への積極性」を従属変数として、他の経営指標を独立変数とする回帰分析の結果である。回帰分析モデルは、F値から一定の説明力があると判断でき、 $R^2$ も0.522(モデルⅡ)～0.622(モデルⅠ)であり、いずれの回帰モデルも変動の5割以上を説明している。

モデルⅠを見ると、「売上高研究開発費比率」「株価純資産倍率」「株価パフォーマンス」「売上高」が「電動化戦略への積極性」に影響していることが分かる。続いて、完成車メーカーの規模が

特に大きいため、「売上高」を取り扱う商品カテゴリーのダミー変数に差し替えたモデルⅡとⅢの回帰分析を行った<sup>13)</sup>。モデルⅡによれば、完成車メーカーは、他の自動車部品メーカーよりも統計的に有意に電動化戦略の積極性が高いといえる。逆に、モデルⅢからは、内外装、シャシー・ボディーに関連する部品メーカーは、完成車メーカーよりも統計的に有意に電動化への積極度が低いと捉えられる。パワートレイン、電装についても、統計的には有意ではなかったものの、その傾向が伺える。

### (2) 売上高研究開発費比率と取扱製品

表2のモデルⅠ～Ⅲの従属変数「電動化戦略への積極性」は、アナリストによる定性評価の5点尺度であったが、続いて、計量データの「売上高研究開発費比率」を従属変数とした場合、どの独立変数が影響するのかを確認する。

表2の従属変数を「売上高研究開発費比率」に差し替え、独立変数から「売上高研究開発費比

表2 回帰分析結果(従属変数:電動化戦略への積極性、ダミー変数:取扱製品)

従属変数:	モデルⅠ				モデルⅡ				モデルⅢ			
	B	$\beta$	t値	P値	B	$\beta$	t値	P値	B	$\beta$	t値	P値
電動化戦略への積極性 (定数)	-5.880		-0.664	0.508	14.072		1.573	0.119	14.259		1.537	0.127
売上高営業利益率	0.036	0.094	1.405	0.163	0.046	0.120	1.598	0.113	0.044	0.115	1.486	0.140
売上高研究開発費比率	0.148	0.213	2.635	0.010	0.275	0.397	4.869	0.000	0.276	0.398	4.704	0.000
株価純資産倍率	0.435	0.158	2.124	0.036	0.508	0.184	2.208	0.030	0.545	0.198	2.155	0.034
株価パフォーマンス	0.008	0.156	2.284	0.024	0.011	0.227	2.971	0.004	0.011	0.229	2.945	0.004
上場年	-0.001	-0.018	-0.266	0.791	-0.007	-0.111	-1.479	0.142	-0.006	-0.107	-1.367	0.175
log(売上高)	0.849	0.481	5.740	0.000								
完成車ダミー					0.708	0.173	2.294	0.024				
パワートレイン・ダミー									-0.639	-0.263	-1.942	0.055
電装ダミー									-0.804	-0.187	-1.898	0.061
内外装ダミー									-0.713	-0.249	-1.989	0.049
シャシー・ボディー・ダミー									-0.795	-0.265	-2.198	0.030
F値			27.388	0.000			18.215	0.000			11.908	0.000
$R^2$			0.622				0.522				0.525	

n=107

**13)** 完成車、パワートレイン、電装、内外装、シャシー・ボディーのダミー変数の関係は、相互排他的全体集合(MECE: Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive)であるため、同時に全てのダミー変数を独立変数に設定することは出来ない。

率」を取り除いた回帰分析の結果（モデルⅣ～Ⅵ）を表3に示す。

表3のF値やR<sup>2</sup>によると、モデルの適合は表2と比較すると下がっているが、全体的な傾向を掴むことは可能であるだろう。「売上高研究開発費比率」に対しては、Ⅳ～Ⅵのいずれのモデルでも株価純資産倍率が影響をもつが、株価パフォーマンスの影響は観察されない。また、モデルⅣによれば売上高が売上高研究開発費比率を押し上げる効果をもつといえる。モデルⅤからは、完成車メーカーは、部品メーカーよりも統計的に有意に売上高研究開発費比率が高いことが確認でき、モデルⅥからは、電装関連以外の部品メーカーは完成車メーカーよりも研究開発比率が有意に低いことが分かる。

### 3 系列グループによる影響

#### (1) 電動化戦略と系列グループ

ここからは、完成車メーカーごとの系列グループ

に属する企業かどうか、「電動化戦略への積極性」に関わっているのかを明らかにしていく。そのために、トヨタ系列グループ、日産系列グループ、ホンダ系列グループ、そしてそれら3社を合わせた系列グループのダミー変数を取り込み、回帰分析をした結果が表4である。表4のモデルⅠは、表2のモデルⅠの結果を再度掲載したものである。表4の回帰モデルⅦとⅧのF値やR<sup>2</sup>を見ると、表2のモデルと同程度の説明力があることが理解できる。

「電動化戦略への積極性」を従属変数とするモデルⅦにおいては、モデルⅡやⅢと同様に、「売上高研究開発費比率」「株価純資産倍率」「株価パフォーマンス」「上場年」の4つの独立変数は、統計的に有意な関係になっている。加えて、「系列ダミー」も統計的に有意であり、系列グループに属する企業は、独立系の部品サプライヤーよりも電動化戦略への積極性は高いことになる。特に、モデルⅧによると、「日産系列ダミー」を除く「トヨタ系列ダミー」と「ホンダ系列ダミー」が統計的に有意

表3 回帰分析結果(従属変数:売上高研究開発費比率、ダミー変数:取扱製品)

従属変数:	モデルⅣ				モデルⅤ				モデルⅥ			
	B	β	t値	P値	B	β	t値	P値	B	β	t値	P値
売上高研究開発費比率 (定数)	-3.838		-0.244	0.807	33.620		2.184	0.031	38.150		2.460	0.016
売上高営業利益率	-0.051	-0.093	-1.128	0.262	-0.045	-0.081	-0.882	0.380	-0.032	-0.058	-0.627	0.532
株価純資産倍率	0.868	0.218	2.456	0.016	1.223	0.308	3.165	0.002	0.841	0.212	1.970	0.052
株価パフォーマンス	-0.001	-0.014	-0.170	0.866	0.006	0.079	0.855	0.395	0.007	0.097	1.048	0.297
上場年	-0.005	-0.054	-0.633	0.528	-0.016	-0.189	-2.103	0.038	-0.018	-0.205	-2.252	0.027
log(売上高)	1.337	0.526	5.909	0.000								
完成車ダミー					1.504	0.254	2.880	0.005				
パワートレイン・ダミー									-1.562	-0.445	-2.871	0.005
電装ダミー									-0.454	-0.073	-0.624	0.534
内外装ダミー									-1.613	-0.391	-2.706	0.008
シャーシ・ボディ・ダミー									-1.877	-0.433	-3.164	0.002
F値			14.734	0.000			7.892	0.000			5.637	0.000
R <sup>2</sup>			0.422				0.281				0.315	

n=107

表4 回帰分析結果(従属変数:電動化戦略への積極性、ダミー変数:系列)

従属変数:	モデルⅠ				モデルⅦ				モデルⅧ			
	B	$\beta$	t値	P値	B	$\beta$	t値	P値	B	$\beta$	t値	P値
電動化戦略への積極性 (定数)	-5.880		-0.664	0.508	22.891		2.567	0.012	22.968		2.359	0.020
売上高営業利益率	0.036	0.094	1.405	0.163	0.051	0.131	1.754	0.083	0.043	0.111	1.457	0.148
売上高研究開発費比率	0.148	0.213	2.635	0.010	0.262	0.378	4.572	0.000	0.270	0.390	4.680	0.000
株価純資産倍率	0.435	0.158	2.124	0.036	0.593	0.215	2.563	0.012	0.592	0.215	2.559	0.012
株価パフォーマンス	0.008	0.156	2.284	0.024	0.010	0.194	2.550	0.012	0.008	0.171	2.202	0.030
上場年	-0.001	-0.018	-0.266	0.791	-0.011	-0.186	-2.485	0.015	-0.011	-0.186	-2.275	0.025
log(売上高)	0.849	0.481	5.740	0.000								
系列ダミー					0.473	0.191	2.568	0.012				
トヨタ系列ダミー									0.537	0.165	2.176	0.032
日産系列ダミー									0.095	0.022	0.297	0.767
ホンダ系列ダミー									0.634	0.174	2.224	0.028
F値			27.388	0.000			18.657	0.000			14.290	0.000
R <sup>2</sup>			0.622				0.528				0.538	

であるため、トヨタとホンダの系列グループ企業は電動化戦略の積極性が高いと見られる。

## (2) 売上高研究開発費比率と系列グループ

次に、完成車メーカーの系列グループ企業が、「売上高研究開発費比率」に関わっているのかを明らかにしていく。先ほどの表4と同様に、トヨタ

系列グループ、日産系列グループ、ホンダ系列グループ、そしてそれら3社の系列グループのダミー変数を含めて、回帰分析をした結果が表5である。表5のモデルⅣは、表2のモデルⅣの結果を再度掲載したものである。表5のF値やR<sup>2</sup>によると、表4と比較すると低い点には注意が必要であるが、一定の傾向は把握できるだろう。

表5 回帰分析結果(従属変数:売上高研究開発費比率、ダミー変数:系列)

従属変数:	モデルⅣ				モデルⅨ				モデルⅩ			
	B	$\beta$	t値	P値	B	$\beta$	t値	P値	B	$\beta$	t値	P値
売上高研究開発費比率 (定数)	-3.838		-0.244	0.807	51.425		3.517	0.001	44.541		2.724	0.008
売上高営業利益率	-0.051	-0.093	-1.128	0.262	-0.034	-0.061	-0.684	0.496	-0.027	-0.049	-0.537	0.592
株価純資産倍率	0.868	0.218	2.456	0.016	1.371	0.345	3.624	0.000	1.345	0.338	3.545	0.001
株価パフォーマンス	-0.001	-0.014	-0.170	0.866	0.002	0.027	0.291	0.772	0.003	0.046	0.496	0.621
上場年	-0.005	-0.054	-0.633	0.528	-0.025	-0.294	-3.447	0.001	-0.022	-0.254	-2.661	0.009
log(売上高)	1.337	0.526	5.909	0.000								
系列ダミー					1.072	0.300	3.558	0.001				
トヨタ系列ダミー									1.221	0.259	2.962	0.004
日産系列ダミー									1.393	0.225	2.577	0.011
ホンダ系列ダミー									0.587	0.112	1.192	0.236
F値			14.734	0.000			9.013	0.000			6.663	0.000
R <sup>2</sup>			0.422				0.309				0.320	



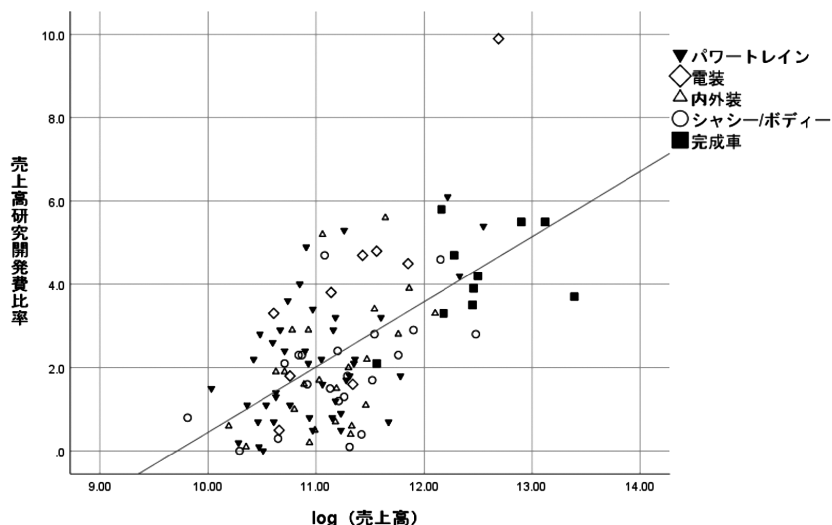


図1 売上高と売上高研究開発費比率の取扱商品別散布図

表5の「売上高研究開発費比率」を従属変数とするモデルⅨを見ると、表3のモデルⅤ・Ⅵと同様に、「株価純資産倍率」「上場年」の2変数が統計的に有意である。加えて、「系列ダミー」も統計的に有意であり、トヨタ・日産・ホンダの系列グループ企業は、独立系の部品サプライヤーよりも売上高研究開発費比率は高いといえる。その中でも、モデルⅩによると、「トヨタ系列ダミー」と「ホンダ系列ダミー」が統計的に有意であり、トヨタとホンダの系列グループ企業の売上高研究開発費比率が高いことが確認される。

#### 4 売上高と売上高研究開発費比率

電動化にとって重要な経営指標である売上高研究開発費比率とそれを大きく規定する売上高の関係について、取扱商品別の散布図によって視覚

的に把握しておこう。図1は横軸に売上高、縦軸に売上高研究開発費比率を取った散布図である。なお、売上高については、10を底とする常用対数を取っているため、実際の売上高の桁数に1を足した値を示している。例えば、横軸の10（11桁）は100億円、11は1000億円、12は1兆円ということになる。

全体的な傾向として、売上高(対数)と売上高研究開発費比率は正の相関( $r=0.616$ ,  $p=0.00 < 0.05$ )がある。また、完成車メーカーは、散布図上に記載された回帰直線の右上方に集中していることが確認できる。

この図1の散布図に基づけば、売上高開発費比率を上げようとするれば、売上自体が大きくなってはならない。仮に4%の研究開発費比率を得ようすると1兆円を超える売上高が必要になってくる。

## 1 分析結果の要約とディスカッション

本稿で、107件の自動車関連企業のデータ分析から明らかにできたことは、次の3点に集約できる。ディスカッションを交えて要約しておく。

第1に、電動化戦略の積極性には、売上高研究開発費比率、株価純資産倍率、株価パフォーマンス、売上高が関連し、売上高研究開発費比率には、株価純資産倍率と売上高が影響している。特に、売上高研究開発費比率と売上高の間にはかなり高い相関がある。ただし、「電動化戦略への積極性」を従属変数にした場合、「株価パフォーマンス」は統計的に有意に従属変数に関わっていたが、「売上高研究開発費比率」を従属変数にした場合には「株価パフォーマンス」の関連は確認できなかった。その理由として、株価自体は、短期的な要因で変動しやすい指標として捉えられるが、「売上高研究開発費比率」は変動率の高い指標とは関連しないのに対し、昨今急速に舵が切られた電動化には株価もある程度関わっているものと考えられる。また、株式市場から「電動化戦略への積極性」に好感が持たれた可能性もあるだろう。

第2に、取扱商品に関しては、自動車部品メーカーは完成車メーカーよりも電動化戦略の積極性や売上高研究開発費比率が低く、特に、電動化への積極性については、内外装、シャシー/ボディーに関連する部品メーカーは、完成車メーカーより低く、売上高研究開発費比率に関しては、パワートレイン、内外装、シャシー/ボディー関連サプライヤーは完成車メーカーよりも低くなっている。これらの結果からは、部品メーカーの中では、電装関連企業は相対的に電動化、研究開発への積極性

は高いと理解でき、電装関連の部品サプライヤーは、電動化とは相性が良いものと解釈できる。しかし、特に電動化によって最も大きな影響を受けるとされるパワートレイン系企業には、それらの積極性が現時点では見られないことになる。

第3に、トヨタ・日産・ホンダの系列グループに属する企業は、独立系を中心とする部品サプライヤーなどよりも電動化戦略への積極性及び売上高研究開発費比率は高い。特に、トヨタ系列とホンダ系列の企業群が電動化戦略への積極性が高く、トヨタ系列と日産系列の企業群は売上高研究開発費比率が高い傾向にある。この結果は、系列の垂直統合構造にいるサプライヤーは、その恩恵を生かし、自社のコアコンピタンスを高めるべきという主張（アーサー・ディ・リトル・ジャパン 2019）に一定の根拠を与えるといえよう。

## 2 実践的インプリケーション

部品サプライヤーにとってグローバル競争での生き残りに向けた対応が喫緊の課題である。とりわけ、パワートレイン系の部品サプライヤーは、電気自動車が主流になると、その多くの部品が不要になってしまうため、ガソリン車の販売が禁止される2030年代前半までに、現在の取扱部品の用途開発や電動化への対応を進める必要がある。グローバル競争の中で、日本のデンソー<sup>14)</sup>や欧州のメガサプライヤーが自動車産業の電動化において存在感を示しているが、部品サプライヤーも研究開発費比率を上げるためにも売上規模が必要であるため、M&Aを含めて企業統合も選択肢とすべきであろう。

<sup>14)</sup> デンソーについて、売上高は4936725百万円（2021年3月期）であり、売上高研究開発費比率は本稿の分析対象データ中で最大の9.9%である。

### 3 学術的インプリケーション

まず、社会ネットワーク論における紐帯の強弱についてである。本稿の分析結果は、系列部品サプライヤーは、独立系の部品サプライヤーよりも電動化や研究開発投資の水準は高い傾向にあることを意味しており、企業間の取引ネットワークにおいて、取引の紐帯(エッジ)をその強弱で捉えると、現時点の垂直統合型のサプライチェーンでは、強い紐帯が弱い紐帯よりも強い(有利な)状況にあると理解できる。しかし、今後、水平分業型のサプライチェーンなどに取引構造が変化するとすると、Granovetter(1973)の「弱い紐帯の強さ」<sup>15)</sup>のように、紐帯の強弱を踏まえた議論が、企業間取引ネットワークにも展開できる可能性を示唆している。

次に、テクニカルな方法論に関してであるが、結果の要約にも示した通り、売上高の対数変換値と売上高研究開発費比率の間に、強い正の関係が見出された。売上高研究開発費比率は、理論的には0~100までの範囲の値を取る変数である一方、売上高は桁数が大きく異なるようなレンジの広い変数である。本稿の分析対象データであれば、売上高の最大値は24352400百万円(トヨタ自動車)で、最小値は6444百万円(リード)であり、図1の通り範囲は4桁に及んでいる。そのため、本稿の売上高のように、レンジが過度に広い時には、この桁数自体を指標化すべく、対数変換が分析上有効になるといえる。

### 4 今後の課題

本稿では、部品サプライヤーについて、パワートレイン、電装、内外装、シャシー/ボディーのように大括りの分類による分析に留まっているが、より精緻な類型での研究が必要であろう。

今回の回帰分析の中で、上場年が電動化戦略への積極性ないし売上高研究開発費比率に負の関係を示す結果がみられる。上場以来長く存続している企業ほど、将来に向けた戦略、研究開発投資がしっかりとなされている可能性が示唆されるが、詳細な分析は今後の課題である。

今日、自動車産業のサプライチェーンは、電動化によって垂直統合型から水平分業型へ移行するとの論調が多く見られる。こうした論調の是非について、今後、製品アーキテクチャ論の視点から検討することが求められる。

### 【付記】

本論文は、商品開発・管理学会第36回全国大会での研究報告をもとに議論を発展させたものである。報告に際して、司会者および参加者の皆様から示唆に富むコメントをいただいた。なお、本研究は科学研究費補助金基礎研究(C)(課題番号:19K01832)の研究成果の一部である。ここに記して心からお礼を申し上げたい。

### 参考文献

- アーサー・ディ・リトル・ジャパン(2019)『モビリティサプライヤー進化論』日経BP。
- 藤本隆宏(1997)『生産システムの進化論—トヨタ自動車にみる組織能力と開発プロセス』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・伊藤秀史・西口敏宏『サプライヤー・システム—新しい企業間関係を創る』有斐閣)。
- 藤本隆宏(2004)『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社。
- 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編著(2001)『ビジネス・アーキテクチャ 製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣。
- 藤本隆宏(2017)『現場から見上げる企業戦略論 デジタル時代にも日本に勝機はる』KADOKAWA。

<sup>15)</sup> スタンフォード大学の社会学者M. S. Granovetterは、転職に役にたった人物の調査から、調査対象者の16%は「頻繁に」会っている人からの情報で就職したのに対し、84%は「時々」または「ごく稀に」しか会わない人の情報で就職していたことを明らかにした。この分析結果から、親密な人物の情報は自分の情報と重複している部分が多く、むしろ有益な情報

報はあまり身近でない人物がもたらすという「弱い紐帯の強さ」の理論仮説を導いた。なお、彼の研究は、パーソナル・ネットワークを対象としたものである。

- ◎Granovetter, M. S. (1973) , “The Strength of Weak Ties,” *American Journal of Sociology*, 78(6), pp.1360-1380.
- ◎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『競争と革新-自動車産業の企業成長』東洋経済新報社)。
- ◎Kawamoto, R., Mochizuki, H., Moriguchi, H., Nakano, T., Motohashi, M., Sakai, Y. & Inaba, A. (2019), “Estimation of CO<sub>2</sub> Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA,” *Sustainability*, 11(9).
- ◎近能善範・高井文子(2010)『コア・テキスト イノベーション・マネジメント』新世社。
- ◎桑島浩彰・川端由美(2021)『日本車は生き残れるか』講談社。
- ◎三菱総合研究所(2020)『移動革命 MaaS、CASEはいかに巨大市場を生み出すか』NHK出版。
- ◎中西孝樹(2020)『自動車新常态 CASE/MaaSの新たな覇者』日本経済新聞出版社。
- ◎延岡健太郎(2006)『MOT [技術経営] 入門』日本経済新聞出版社。
- ◎岡本哲弥(2016)「自動車メーカー間の部品サプライヤーのオーバーラップ-3時点における所属ネットワークの変動-」『商品開発・管理研究』、12(2)。
- ◎佐伯靖雄(2015)「オープン・イノベーションとクローズド・イノベーションの相克-EV事業戦略の2つのアプローチ」、『社会システム研究』立命館大学社会システム研究所(31), pp.29-49。
- ◎佐伯靖雄(2018)『自動車電動化時代の企業経営』晃洋書房。
- ◎清响一郎(2021)「電動化・自動運転をめぐる自動車部品産業の再編成と系列・下請関係-100年に一度の大変動の中で変容する日本的生産方式-」『経済学論纂(中央大学)』、61(3・4)、pp.21-43。
- ◎竹内一正(2013)『未来を変える天才経営者 イーロン・マスクの野望』朝日新聞出版。
- ◎田中道昭(2018)「2022年の次世代自動車産業 異業種戦争の攻防と日本の活路」PHP研究所。
- ◎安井孝之(2021)「2035年「ガソリン車」消滅」青春出版社。
- ◎Zhang, R. & Fujimori, S. (2020), “The role of transport electrification in global climate change mitigation scenarios,” *Environmental Research Letters*, 15(3).

#### 参考資料

- ◎『週刊ダイヤモンド』第109巻14号、2021年4月3日発行。

# Aggressiveness in EV Strategies of Japanese Automobile Companies

## From the Perspective of Product Categories and KEIRETSU

Tetsuya Okamoto

This paper analyzes what makes assembly manufacturers and parts suppliers in the Japanese automobile industry aggressive in electrification strategies and R & D investment, from the perspectives of their products and affiliated groups known as “KEIRETSU”. Consequently, the following three conclusions are obtained.

First, the aggressiveness of the electrification strategy is related to the R & D cost ratio to sales, the price-to-book value ratio, the stock price performance, and the sales. In addition, the R & D cost ratio to sales is affected by the price-to-book value ratio and the sales. In particular, the correlation coefficient between the sales and the R & D cost ratio to sales is quite high.

Second, the aggressiveness of electrification of parts manufacturers that handle interior/exterior and chassis/body is lower than that of assembly manufacturers, and the R & D cost ratio to sales of suppliers that handle powertrain, interior/exterior, and chassis/body is lower than that of assembly manufacturers.

Third, the companies belonging to affiliated groups are more aggressive in electrification strategies and have a higher R & D cost ratio to sales than independent parts suppliers. Especially, Toyota and Honda affiliated companies are more aggressive in electrification strategies, and Toyota and Nissan affiliated companies tend to have a higher R & D cost ratio to sales.

