

査読研究ノート

ハーフィンダル指数による競争環境の分析
——車載電子制御システム市場を対象として——

徳田 昭雄

要 旨

本研究ノートでは、①センサ、ECU（電子制御ユニット）、アクチュエータから構成される「車載電子制御システム市場」へ参入しているサプライヤの諸類型とその概略を再確認した上で、②ハーフィンダル指数を拠りどころに、日本における電子制御システム市場の競争環境の分析に取り組むものである。本論から、システムあるいは構成部品ごとの競争の様態が明らかなる。

キーワード

電子制御システム市場、ハーフィンダル指数、競争

1. 本稿の目的

これまで筆者は、「センサ・ECU（Electronic Control Unit：電子制御ユニット）・アクチュエータ」の3つの構成部品からなる「電子制御システム市場」を研究対象として、同市場がどのように形成され、いかなる産業構造（市場規模、参入企業の類型、生産構造、流通構造）にあるのか分析し、その特徴を明らかにしてきた（徳田・佐伯，2007a；2007b；2007c）。

本研究ノートでは、

- ①これまでの研究成果を拠り所にしながら、「電子制御システム市場」へ参入しているサプライヤの諸類型とその概略を再確認した上で、
- ②これまでの研究では掘り下げることのできなかつたテーマ、すなわち「電子制御システム市場の競争環境の分析」に取り組む。

競争環境の分析にあたっては、市場集中度と並んで産業内の競争（寡占）の様態を把握する指標として様々な産業分析（例：新宅・生稲，1999；蔵，2005；総務省，2007）や競争・イノベーション政策の立案（例：元橋・船越・藤平，2005）に用いられてきたハーフィンダル指数（以下：H指数）を分析ツールとして適用する。H指数を用いれば、上位集中度が同じであっても上位企業間格差の存在する場合に数値が異なってくるため、市場集中度との補完的な活用によって競争の様態をより多面的に把握することができる。

2. 参入企業の類型

電子制御システム市場の競争環境分析に先立ち、同市場にどのようなプレイヤーが参入しているのかを確認しておこう。徳田・佐伯は(2007b)は、アイアールシー編『カーエレクトロニクス部品の生産流通調査』の2nd Edition(1992)から7th Edition(2007)を精査し、日本の電子制御システム市場への参入企業を以下のように類型化している。

図1は、構成部品の種類(セットの幅)と電子制御カテゴリ(システムカバーの幅)を軸にして、それぞれのカテゴリに参入企業を分類したものである。

図1 電子制御システム市場参入企業の類型

		セットの幅		
		センサ	ECU	アクチュエータ
シ ス テ ム の 幅	オールラウンド型			
	デンソー・三菱電機			
	フルセット・マルチシステム型			
	日立製作所, アイシン精機, ボッシュ, 日立ユニシア, トヨタ自動車			
	フルセット特定システム型			
	ワプコ, オートリブ, ビステオン, カーナビのサプライヤなど			
	センサ・ECU型			
	カルソニックカンセイ, ホンダエレシス, 松下電器, 富士通テン			
		アクチュエータ・ECU型		
		アドヴィックス, ケーヒン		
センサ専業型			アクチュエータ専業型	
村田製作所, 日本特殊陶業など			日信工業, 日本インジェクタなど	

出所) 徳田昭雄・佐伯靖雄「自動車のエレクトロニクス化(2) 車載電子制御システム市場の分析」『立命館経営学』46-3より

(1) フルセット型

まず、センサ、ECU、アクチュエータをフルセットで参入している企業が3つに類型化されている。すなわち、

- ①すべてのカテゴリに参入している企業群を「オールラウンド型」
- ②フルセットで2～4カテゴリに参入している「フルセット・マルチシステム型」
- ③フルセットで特定のカテゴリ、あるいはシステムにのみ参入している「フルセット特定システム型」

である。「オールラウンド型」に類型化されるのがデンソーと三菱電機であり、デンソーの参入しているシステムの厚みと生産数量のボリュームは圧倒的である。

「フルセット・マルチシステム型」には、日立製作所、アイシン精機、ボッシュ、日立ユニシアオートモーティブ、トヨタ自動車の内製がある。ここに属する企業群は、一部カテゴリあるいは構成部品に注力しておらず、系列企業と合わせてもオールラウンドに参入していないボッシュのような企業がある一方、系列企業と補完的に関係を構築してオールラウンドな参入

を確保している企業もある。例えば日立製作所は車両とボディ制御カテゴリに注力していないが、日立系列の日立ユニシアオートモーティブやクラリオンが補完している。ただし、トヨタ自動車の内製に関しては、系列企業と重複しているシステムもあり、補完的關係というよりは、むしろ競合関係にあるといえる。

「フルセット特定システム型」には、シェアは低いものの外資系企業とナビゲーションシステム専業サプライヤ（パイオニア、アルパイン、ケンウッド、アサヒ）の名前があげられている。外資系企業については、ABS や ESC、EPS などの車両制御カテゴリにコンチネンタル・テベス（車両制御）やワブコ、ボディ制御のエアバッグシステムに TRW やオートリブ、そして電子制御燃料噴射システムでピステオンなどがここに類型化されている。

(2) センサ・ECU 型, アクチュエータ ECU 型

次に、センサ、ECU、アクチュエータのうち、2種類の構成部品に参入している企業が2つに類型化されている。すなわち、

④センサとECUを手掛ける企業群の「センサ・ECU型」

⑤アクチュエータとECUを手掛ける「アクチュエータ・ECU型」

である。「センサ・ECU型」には、CK、ホンダエレシスといった完成車メーカーの系列企業とトヨタ自動車関連の合弁会社である富士通テン、そして松下電器が類型化されている。

一方の「アクチュエータ・ECU型」には、ホンダ系列のケーヒンとトヨタ系列の合弁企業であるアドヴィックスが類型化されている。ECUを除くセンサとアクチュエータを手掛ける企業は皆無に等しい。

(3) 専業型

次に、特定の構成部品に特化している企業群であり、これらは

⑥「センサ専業型」

⑦「アクチュエータ専業型」

に類型化されている。「センサ専業型」には、エアバッグシステムのGセンサ及びカーナビのジャイロセンサに参入している村田製作所や、電子制御燃料噴射装置(PET)の酸素センサに参入している日本特殊陶業、ホンダロックなどが類型化されている。

一方、「アクチュエータ専業型」には、完成車メーカー系列としてホンダ系列の日信工業、日産系列の愛知機械工業が類型化されている。その他、インジェクタの専業サプライヤである日本インジェクタや、エアバッグシステムのインフレーターでは、オートリブやダイセル、タカタが名を連ねている。また、日本電産がトソクを傘下におさめて（日本電産トソク）、ATやCVTのコントロールバルブに参入している。なお、ECU専業の企業は皆無である。

以上、徳田・佐伯（2007）に従って、電子制御システム市場へ参入しているサプライヤを類型別に再確認してきた。以下では、1990年代初頭から今日に至るまで、これら参入サプライ

表1 主要システム別H指数

車種	1992		1995		1998		2001		2004		2007		
	SENSOR O2(酸素センサ)	ACTUATOR インジェクタ	SENSOR O2(酸素センサ)	ACTUATOR インジェクタ	SENSOR O2(酸素センサ)	ACTUATOR インジェクタ	SENSOR O2(酸素センサ)	ACTUATOR インジェクタ	SENSOR O2(酸素センサ)	ACTUATOR インジェクタ	SENSOR O2(酸素センサ)	ACTUATOR インジェクタ	
電子制御 燃料噴射 装置 (PET)	0.43 0.43 0.28	0.25 0.25 0.28	0.35 0.35 0.26	0.20 0.30 0.30	0.45 0.45 0.30	0.19 0.18 0.32	0.44 0.44 0.32	0.17 0.20 0.20	0.43 0.43 0.46	0.21 0.22 0.22	0.40 0.49 0.51	0.20 0.22 0.36	
	エアロメータ ハキウムセンサ スロッドピストン 水温センサ
TCS		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU	
ABS		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU	
EPS		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU	
ESC		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU	
AirBike System		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU	
Navigation System		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU		ECU	

出所) アイアールシー (各年版) をもとに筆者作成。

ヤが同市場にていかなる競争を展開してきたのか、その様態を明らかにしていく。

3. 電子制御システム市場の競争環境分析

(1) ハーフィンダル指数分析にあたって

一般的に、産業内における競争の様態を定量的に把握するオーソドックスな指標として、①集中度（上位三社の集中度：マーケットシェアの合計）や、②H指数（ハーフィンダル指数）が用いられる。それぞれ、産業内におけるおおよその競争の様態を把握するには便利な指標ではあるが、3社集中度では上位企業間の格差が考慮されることはない。また、H指数が低い場合は市場における競争は厳しく、H指数が高い場合は市場における特定企業の独占的な傾向が強くなっていると判断することができる。

ここではH指数を分析ツールに用いて、アイアールシー編（各年版）をもとに、1992年から2007年に至る電子制御システム市場の競争の様態とその推移を把握していこう¹⁾。

まず、セグメント（システムとセットのマトリクス）ごとにH指数を示した表の説明しておく。表1は、主要7システム（電子制御燃料噴射装置 [PET], TCS: トラクション・コントロール・システム, ABS, EPS: 電動パワーステアリング, ESC: 横滑り防止装置, エアバッグ, ナビゲーションシステム）を抽出し、それぞれの構成部品のH指数を計算したうえで、1992年から2007年までのH指数を時系列に示したものである。

各セグメントに2つの数値が記されているのは、上段に各社ごとのシェアをもとに計算された「通常」のH指数が示され、下段に「トヨタ系列をひとつの企業として把握」した場合のH指数が示されているからである。それぞれのH指数を求めた理由は、電子制御システム市場においては、デンソー、アイシン精機、アドヴィックスのみならず、トヨタ自動車による内製を含めて、トヨタ系列サプライヤのプレゼンスが非常に高く、同じ系列サプライヤとはいえデンソーとアイシン精機は競合関係にあることから、競争の様態をより内容豊富に明らかにする狙いがあるためである。

2つのH指数を算出することによって、たとえば「通常」のH指数と「トヨタ系列サプライヤをひとつの企業とし把握」した場合のH指数にかい離が大きい場合、それはトヨタ自動車が構成部品の調達にあたって、系列内サプライヤ間での競争を実現させている様態を描写することができる。

表1を使って具体的に見ておくと、両数値の乖離が最も大きいセグメントのひとつであるTCSの車輪速度センサ（2004年）では、

・「通常」のH指数（上段）= 0.28

1) H指数は、「競争業者の多さ」あるいは「規模・パワーの同等程度」を表す指標である。

H指数 = $\sum (\text{各社の市場シェア})^2$ 。

指数を導くにあたって、売上高ベースのシェアをみる場合と、本稿のように生産実績ベースのシェアをみる場合がある。

・「トヨタ系列をひとつの企業とし把握」した場合の H 指数（下段） = 0.53
になっている。前述のように、この H 指数の大きな乖離は、トヨタ系列サプライヤ間の競争の激しさを物語るものである。すなわち、同セグメントはデンソーとアイシン精機がそれぞれ 35.7% のシェア（トヨタ系列として 71.4%）にあり、トヨタ系列内部で拮抗した競争関係にあることを確認することができる（アイアールシー, 2004; 徳田・佐伯, 2007b）。

センサ, ECU, アクチュエータの各構成部品をみた場合、両数値の乖離が大きくなる傾向にあるのがセンサ（車輪速度センサ）とアクチュエータである。そして、主要 7 システムの中でも、特に TCS において通時的にその乖離が顕著である。これは、前述のごとくトヨタ系列内部でデンソーとアイシン精機がしのぎを削っているからに他ならない。

ただし、2004 年の両数値を見比べてわかるように、近年になってアクチュエータの H 指数の乖離が急速に縮小している。これは、競合関係にあったデンソーとアイシン精機の両社が、住友電工とともに 2001 年にアドヴィックスに統合されたからである。この統合によって、ボッシュ、コンチネンタル・テーベスに対抗しうるプレーキサプライヤが誕生したことになる。H 指数の変化は、このような業界における大規模な再編を的確に表す。それでは、H 指数を頼りにしながら、その他の主要システムの競争環境分析を順次行っていくことにしよう。

(2) 電子制御燃料噴射装置 (PET)

電子制御燃料噴射装置 (PET) は、複数のセンサによってシステムが構成されている。センサ・セグメントは、スロットルセンサを除き、他のシステムに比べて概して H 指数が高い値で推移（= 高止まり）している。これは、同セグメントでは圧倒的にデンソーのプレゼンスが大きいからである。唯一、スロットルセンサについては、同じくトヨタ系列サプライヤの愛三工業がデンソーのシェアを抑え、比較的競争的なセグメントになっているといえる。

センサに比べて、ECU とアクチュエータの H 指数は低く、市場が競争的に推移している。これは、電子制御燃料噴射装置 (PET) の ECU は自動車の中核部品であるエンジンの制御に関わる基幹デバイスであり、アウトソーシングせずに、各自動車メーカーの系列サプライヤがそれぞれ力を入れているからである。一方のアクチュエータは、ECU ほど競争的な環境にはない。しかしながら、指数の乖離を見てわかるように、トヨタ系列内で複数の企業がアクチュエータ市場に参入していることから、個別のサプライヤにとって競争環境は厳しいものになっている。これは、先にみたスロットルセンサと同じく、デンソーと愛三工業が競合関係にあることが背景にある。ただし、エンジン関係ではデンソーと愛三工業が部品の標準化をはじめとする協調関係を深めていることから、トヨタ自動車の出方次第では、一気に寡占的な市場が形成される可能性も孕んでいる。

(3) ABS

ABS は、構成部品全般を通じて主要システムの中で最も H 指数が低い競争的なシステムで

ある。中でも最も競争環境の厳しいセグメントが2001年のECUであり、「通常」のH指数(上段)が0.11、「トヨタ系列をひとつの企業とし把握」した場合のH指数(下段)でも0.17にしかならない。単純に考えると、H指数が0.11とは10%のシェアを持つ企業が同じセグメントに10社近く参入している、非常に競争が激しい市場を想定することができる。

この点、各サプライヤのシェアを確認しておくと、同セグメントのトップシェアのデンソーですら、シェアは17.7%である。その他、10%以上のシェアを有するサプライヤは、ボッシュブレーキシステム(同16.8%)と三菱電機(同13.0%)だけである(アイアールシー, 2004; 徳田・佐伯, 2007b)。ただし、ECU及びアクチュエータ(ブレーキアクチュエータ)のH指数が、2004年のデータから約2倍ポイントが高くなっている。これは、先述のTCSと同じくトヨタ系列サプライヤがアドヴィックスに統合された結果である。

センサ(車輪速度センサ)の上段と下段の乖離が大きいのは、先述のTCSの車輪速度センサと同じく、トヨタ系列内部でデンソーとアイシン精機がしのぎを削っているからである。

(4) EPS・ESC

同じ車両制御カテゴリに属するEPSとESCは、全構成部品にわたってH指数が高く推移しているシステムである。これは、それぞれのセグメントに参入しているサプライヤがそもそも少ないことや、各セグメントに2社ずつメカ・サプライヤが存在していることによる。例えば、EPSのセンサ市場では、光洋電子工業と東京コスモス電機が80%以上のシェアを占め、ESCのセンサでは、デンソーとボッシュの2社で80%以上のシェアを占めている。同じく、EPSのECUではデンソーと三菱電機の2社が、そしてESCのECUではアドヴィックスとボッシュの2社で80%以上のシェアを占めている(アイアールシー, 各年版)。

これに対して、H指数の推移を見てみると、アクチュエータは近年になって次第に競争的な市場環境に変化してきている。これは、EPSに関しては圧倒的なシェアを誇ってきた三菱電機の牙城に、デンソーの子会社であるアスモが割って入ってきたことによる。また、ESCについては、アドヴィックスの誕生による市場の寡占化以上に、ボッシュやコンチネンタル・テベスといった外資系企業との競争が激しくなっている影響による。

なお、ABSと比べると、EPS・ESCは上段と下段の値が同値の場合が多く、違ったとしてもその乖離が一貫して小さいことから、トヨタ系列内における競争がほとんど行われていないセグメントといえる。

(5) エアバッグシステム

エアバッグシステムは、構成部品によって競争環境が全く異なるシステムとして特徴づけることができる。センサとECUに関して言えば、エアバッグシステムはABSと並んでH指数が低い競争的な市場である。とりわけセンサは、主要システムの中で最も競争的な市場であり、参入サプライヤが最多のセグメントになっている(アイアールシー, 各年版; 徳田・佐伯,

2007b 2007c)。ECU に関しても、1995 年以降、H 指数は一貫して 0.2 ポイントを下回っている。

これに対して、アクチュエータ（インフレータ）は、波はあるものの 2007 年まで H 指数が他のシステムよりも高く推移している。これは、インフレータ市場に参入しているサプライヤが限定的であることによる。

1992 年から 2001 年にかけて漸次 H 指数は低下していたが、近年になってその値は高くなってきている。同市場で競争を展開してきた主要三社であるダイセルセイフティシステムズ、オートリブ、タカタのうち、ダイセルセイフティシステムズが急速に力をつけ、トップのシェアの値が大きくなっていることが H 指数アップの背景にある。

(6) ナビゲーションシステム

ナビゲーションシステムは、ジャイロセンサを除くすべての構成部品について H 指数が低く、競争の激しい市場といえる。最新の 2007 年データをみると、センサ（GPS ユニット）、ECU、アクチュエータ（ディスプレイ）とも、H 指数は 0.2 を下回っている。これは、総合電機系サプライヤ、ナビゲーション専門サプライヤ、トヨタ系列サプライヤ（アイシン・エイ・ダブリュ、デンソー）が入り乱れ、先述のエアバッグシステムに次いで参入サプライヤが多いからである（アイアールシー、各年版；徳田・佐伯, 2007b 2007c)。比較的新しく市場に導入されたナビゲーションシステムではあるが、市場規模の拡大も鈍化傾向にあることから、すでにサプライヤ間の消耗戦に突入していると捉えることができる。テレマティクスの導入など、ユーザーに訴求力の高い付加価値の創造を通じた市場拡大が望まれる。

これら競争の激しいナビゲーションシステムの構成部品の中であって、唯一ジャイロセンサの H 指数は高く（= 0.75）、主要システム全セグメントの中でも最高の値である²⁾。これは、参入サプライヤがパナソニックエレクトロニックデバイスと村田製作所の 2 社のみであり、同市場ではパナソニックエレクトロニックデバイスが圧倒的なプレゼンス（2007 年シェア = 85.5%）を誇っているからである。

4. 小 結

本研究ノートでは、「電子制御システム市場」へ参入しているサプライヤの諸類型とその概略を再確認した上で、H 指数を用いて主要システムごとに同市場における競争の様態を描写してきた。

電子制御システム市場と一口にいても、システムによって、あるいは構成部品によって競争の様態は千差万別であることが確認できた。最後に、競争環境を時系列で眺めた場合のシス

2) 過去を遡るならば、主要システムの中で最も H 指数が高かったのは、1992 年の GPS 用ユニット（= 0.92 ポイント、シェアトップはバイオニアの 95.6%）。しかし、1992 年当時は、ナビゲーションシステム市場自体が導入期にあり、バイオニアの出荷数も 2,530 台に過ぎないことから、H 指数が最も高いセグメントであることに殊更大きな意味はない。

テムごとの特徴を簡単に以下のようにまとめて、本研究ノートの結びとしておく³⁾。

- ・電子制御燃料噴射装置（PET）：時系列にみて、競争環境に大きな変化が見られない。
- ・ABS：トヨタ系列サプライヤの統合によって誕生したアドヴィックスの影響により、ECUとアクチュエータでは競争が緩和傾向にある。
- ・EPS：かつて圧倒的な競争優位にあった三菱電機に代わってデンソー子会社のアスモが力をつけてきたことにより、競争的な環境に変化しつつある。
- ・エアバッグシステム：センサ・ECUとアクチュエータでは競争の様態が大きく異なるが、時系列でみた場合、競争環境に大きな変化は見られない。
- ・ナビゲーションシステム：波はあるものの、一貫して厳しい競争にある（ジャイロセンサは一貫して寡占的である）。

謝辞 本研究ノートの作成にあたっては、経済産業省産業技術環境局基準認証ユニット「標準化経済性研究会」委員から有益なご意見を頂いた。また、本誌への投稿・修正プロセスにあたっては、匿名のレフェリーから「論稿に不可欠な要件」に関して貴重なコメント・ご教示を賜った。この場を借りて諸氏に御礼申し上げたい。

尚、本稿は平成17年度産業技術研究助成事業費助成金 研究課題「自動車車載電子制御システムの日欧標準化推進コンソーシアムにおける標準策定プロセスおよびコンソーシアム運営手法の国際比較・分析」（研究代表者：徳田昭雄）、平成18年科学研究費若手（B）課題番号18730265、平成19年電気通信普及財団研究奨励により助成を受けた研究の一部である。

参考文献

- アイアールシー各年版（1992, 1995, 1998, 2001, 2004, 2007）『カーエレクトロニクス部品の生産流通調査』アイアールシー
- 蔵琢也（2005）「各種計量指標から見るゲーム機ハードの歴史」『ITEC Research Paper Series』05-06, June
- 元橋一之・船越誠・藤平章（2005）「競争、イノベーション、生産性に関する定量的分析」競争政策研究センター
- 新宅純二郎・生稲史彦（1999）「家庭用ゲームソフトにおける開発戦略の比較」『ディスカッション・ペーパー』CIRJE-J-11, 東京大学大学院経済学研究科・経済学部
- 総務省（2007）『平成19年度 情報通信白書』東京：ぎょうせい
- 徳田昭雄・佐伯靖雄（2007 a）「自動車のエレクトロニクス化（1）車載電子制御システムの分析」『立命館経営学』第46巻 第2号
- 徳田昭雄・佐伯靖雄（2007 b）「自動車のエレクトロニクス化（2）車載電子制御システムの分析」『立命館経営学』第46巻 第3号
- 徳田昭雄・佐伯靖雄（2007 c）「自動車のエレクトロニクス化（3）車載電子制御システムの分析」『立命館経営学』第46巻 第4号

3) これらシステムごとの諸特徴に対して、「主要システム別の分析結果をもとに、システム横断的に何らかの傾向が見出せたのか？」と問われると回答に窮する。同じ車両制御のカテゴリにあっても、ABSとEPSの競争環境は対極である。最も知識集約的なECUが、センサやアクチュエータに比べて恵まれた競争環境にあるかといえば、必ずしもそうとは言えない。H指数が0.2ポイントを切るほど競争が激しいがゆえにサプライヤ間で合従連衡が起こる場合もあるが、競争が激しくとも10年以上参入企業の顔触れが変わらない場合もある。

The analysis of the competitive environment in Japanese automotive electronic-control-system market.

Akio TOKUDA

Abstract

The objective of this paper is to describe the competitive environment of automotive electronic control system market in Japan, by invoking the Herfindahl-Index which is made use normally of the analytical framework for grasping the competitive environment of a specific industry. The characteristics of the market by each segment could be clarified by means of this analysis.

Keywaors:

automotive electronic control system market, Herfindahl-Index, competition