

|                     |                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title</b>        | カーエレクトロニクス市場における標準化戦略の差異性：Tier 1サプライヤーとデバイスサプライヤーとの比較分析(標準化(1), 一般講演, 第22回年次学術大会)                                                           |
| <b>Author(s)</b>    | 徳田, 昭雄; 佐伯, 靖雄                                                                                                                              |
| <b>Citation</b>     | 年次学術大会講演要旨集, 22: 318-321                                                                                                                    |
| <b>Issue Date</b>   | 2007-10-27                                                                                                                                  |
| <b>Type</b>         | Conference Paper                                                                                                                            |
| <b>Text version</b> | publisher                                                                                                                                   |
| <b>URL</b>          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/7274">http://hdl.handle.net/10119/7274</a>                                                             |
| <b>Rights</b>       | 本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management. |
| <b>Description</b>  | 一般講演要旨                                                                                                                                      |

## カーエレクトロニクス市場における標準化戦略の差異性 —Tier 1 サプライヤーとデバイスサプライヤーとの比較分析—

徳田昭雄（立命館大学経営学部），○佐伯靖雄（立命館大学社会システム研究所）

### はじめに

本研究では、カーエレクトロニクス市場における標準化戦略について比較分析を行う。分析対象は、Tier 1 サプライヤーである電装部品メーカーと Tier 2 サプライヤーである電子デバイスメーカーである。自動車は部品点数も多く、様々な要素技術が集約された製品である。そのため標準化が難しい産業領域ではあるが、個別の企業単位や重層のサプライヤー構造の中で特定のレイヤー単位で見た場合、標準化と呼ぶに値する取り組みを見出すことが可能である。また近年、これら個別の企業や特定のレイヤーに留まらず、カーエレクトロニクスに携わる企業全般を対象とした業界標準の策定が試みられている。以下では、カーエレクトロニクスを取り巻く諸環境を概観した上で、電装部品メーカーと電子デバイスメーカーとの標準化戦略の差異性を考察する。そして最後に、コンソーシアム方式で進められるカーエレクトロニクス関連企業全般を対象とする標準化の動向を整理する。

### 1. カーエレクトロニクスの発展と課題

近年、自動車の付加価値向上の点で注目されるカーエレクトロニクスであるが、それが現在に至るまで継続して発展してきた要因は、大別すれば社会的要因と技術的要因とに集約される。

カーエレクトロニクスの重要性が高まったのは、1960 年代のことである。この頃、自動車の排気ガスによる大気汚染が深刻な社会問題となり、アメリカで厳しい環境規制が法制化されたことで、自動車メーカーでは飛躍的にエンジンの燃焼効率を高める必要性が出てきた。燃料噴射制御の技術は 1950 年代に実用化されていたが、1967 年にトランジスタ式燃料噴射制御が実用化され、信頼性や性能が更に向上した。それまでの電装部品といえば、主に点火系のスパークプラグやヘッドライト、カーラジオといった複雑な制御を必要としない部品ばかりであった。その後電装部品は、度重なる環境規制の強化や乗員保護といった社会問題を解決するために技術的發展を遂げていくのである。これら自動車にまつわる環境汚染、交通事故といった課題に応えるという社会的要因が、カーエレクトロニクスを発展させた第 1 の要因である。

次に、電装部品は民生エレクトロニクスでの技術革新を後追いで採用することで、その製品価値を高めてきた。最大の技術革新は 1971 年に発明されたマイコンを電装部品にも採用したことである。これにより、1980 年代以降の制御能力は格段に向上する。マイコンを使用したエンジン制御や、快適性を向上させるマイコン式オートエアコンなどがその例である。また、マイコンの採用によって電装部品の開発にはソフトウェア開発という新しい要素が加わった。そして現在では、ソフトウェアに求められる機能と開発工数は年々増加の一途を辿り、マイコン搭載の電装部品におけるソフトウェアの開発生産性低下が民生・車載を問わず大きな問題となっている。続いて生産技術上の革新としては、1980 年代に SMT（表面実装技術）が確立したことが挙げられる。これにより、プリント基板上にそれまでよりも遙かに多くの部品を実装することが可能となり、同時に自動化率を大幅に向上させることが可能となった。その後 1990 年代後半には自動車の電子化が急速に進み、環境分野では高度かつ複雑な電子制御技術が必要とするハイブリッド車が登場する。このように、電装部品は民生エレクトロニクスの技術革新という技術的要因を背景に、先に述べた自動車にまつわる社会的な課題に応える形で発展してきた。これがカーエレクトロニクスを発展させた第 2 の要因である。

現在の電装部品における最もオーソドックスな制御システムとしては、センサ・ECU(Electronic Control Unit)・アクチュエータという 3 系統の部品がワイヤー・ハーネスによって接続される構成が挙げられる。この構成では、センサからの入力信号をもとに ECU が制御を行い、出力信号をモーターやソレノイドバルブなどに伝達することで制御システムを形成している。他にもハイブリッド車のように

環境対応分野，自動運転に繋がる安全分野，情報化を中心とした快適性の分野のいずれにおいても電装部品が活躍するシーンは広がっている。

他方で，電装部品メーカーは増大するソフトウェア開発工数の確保やプリント基板実装のための高額な設備投資を可能とする企業体力を求められるようになった。特にソフトウェア開発工数の爆発的増加は，カーエレクトロニクスに関わる企業全てにおいて深刻な課題となっている。このような背景のもと，完成車メーカーとサプライヤー，ツールベンダーなどを巻き込んだコンソーシアム方式での標準化が進められているのである。

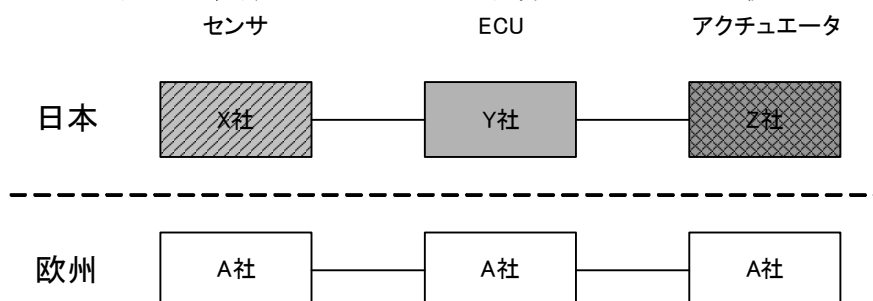
## 2. Tier 1 サプライヤー層における標準化（電装部品メーカーの場合）

完成車メーカーと直接取引する Tier 1 サプライヤー層に属する電装部品メーカーには，大きく分けて 2 系統の企業群が存在する。1 つ目は，我が国の最大手サプライヤーであり，世界的にもトップ 3 に入るデンソーを初めとする自動車産業生え抜きの電装部品メーカーである。ここには，完成車メーカー系列のサプライヤーから独立系まで様々な企業が含まれるが，いわゆる大手の電装部品メーカーの多くが系列サプライヤーである。2 つ目は，電機・電子産業から参入してきた企業である。ここには，民生・産業領域ではセットメーカーである日立製作所や松下電器産業，三菱電機といった総合電機メーカーに加え，半導体や電子部品に特化した電子デバイスサプライヤーが含まれる。カーエレクトロニクスが民生分野のイノベーションを積極的に取り入れつつ発展してきた経緯からも，これら民生領域の企業が自動車部品産業で少なからぬ存在感を見せていることはある意味当然でもあろう。

それではこの Tier 1 サプライヤー層に属する電装部品メーカーがどのような標準化に取り組んでいるかという点，実のところほとんど標準化らしい標準化を実現できた例は無かったのである。電装部品における希少な標準化の事例としては，僅かにカーナビゲーションシステムの外形を欧州の DIN 規格に収めるといった程度であった。電装部品に限らず，Tier 1 サプライヤーが標準化に頼ることなく今日まで至った理由としては，自動車産業における特異な取引慣行があったことを指摘する必要がある。それはつまり，長期継続取引による関係的技能の形成（浅沼[1997]他），特定部品単位における少数企業間の激しい競争（伊丹[1988]他）などである。更に藤本[1998]は，先の 2 つの項目に加え，承認図方式の展開とともに開発・生産・品質保証を 1 セットまるごとサプライヤーに「まとめて任せる」ことが，我が国自動車産業におけるサプライヤーの競争力構築に大きな影響を与えたとしている。

以上のような取引慣行のもと，サプライヤーは主要顧客である完成車メーカーから開発・生産の大部分を委託され，体系的な技術知識を習得するとともに，比較的少数の競合他社と数十年間に渡って熾烈な受注競争を繰り広げてきたのである。こういった構造を可能にしたのは，長期かつ継続的な取引である。サプライヤーには，一度受注できれば最低 4～5 年に渡って比較的安定した部品供給が約束されるという強力なインセンティブが付加されていたのである。こういった背景のもと，我が国のサプライヤーは，世界的に見てもごく早いサイクルで繰り返される完成車のモデルチェンジ（Clark and Fujimoto[1991]）に対して，完成車メーカーと二人三脚で対応してきた歴史を持つ。すなわち我が国のサプライヤーは，標準化による効率性を上回る適時的対応能力を個別に形成していたため，これまで標準らしい標準を採用してこなかったのである。

図 1. 電装部品システムの担当区分における日欧比較



これは電装部品だけを抽出しても同様の結論に至る。少なくとも過去 15 年間の完成車メーカーと電装部品メーカーとの取引関係では，特定の部品で競争する顔ぶれはほとんど変わっていない（徳田・佐伯[2007]）のである。また，電装部品同士でやり取りされる電氣的信号を通信制御する車載 LAN におい

ても、完成車メーカーがそれぞれ固有の規格を立ち上げ、電装部品メーカーはその規格に則った開発を行ってきた。複数の顧客を持つ電装部品メーカーは、ほぼ同等の機能にも関わらず各々の規格に準拠した仕様に自社部品の設計を変更することで、これに対応してきたのである。他にも、電装部品市場における我が国特有の取引慣行による影響も大きかった。図1が示すように、日本では電装部品のシステムを形成するセンサ・ECU・アクチュエータを担当するサプライヤーは、各々全く別の企業であることが多い。これに対して特に欧州では、システム全体を1つのサプライヤーが担当することが多い。ゆえに、日本の取引慣行では部品間のマッチング・コストが必要になる。接続検証そのものは完成車メーカーが行う場合が殆どであるが、いずれにせよ不具合が発生すれば設計変更を実際に担当するのは電装部品メーカーである。ここにも欧州勢には見られない附加的なコストが発生していたのである。

とは言え 1990 年代後半までは、数十年來に渡って組織能力を磨き上げてきた電装部品メーカーの力業によって、半ば強引に問題が解決されてきた。しかしながら、前節で論じたように車載ソフトウェアの開発工数が指数関数的に増大する今日、電装部品メーカーがこれら非効率を上回るだけの開発パフォーマンスを達成することが殆ど不可能な状況にまで陥ってしまった。開発パフォーマンスの低下は、品質の低下を意味する。それゆえ、冒頭で紹介したようなコンソーシアム方式によってこれら車載ソフトウェア、車載 LAN の業界標準策定が必要となってきたのである。

### 3. Tier 2 サプライヤー層における標準化（電子デバイスメーカーの場合）

電装部品メーカーと取引する下位層のサプライヤーにはいくつかの分類が必要になるが、ここでは取引量や原価構成上の大部分を占める電子デバイスに焦点を当てる。電子デバイスを供給する企業としては、半導体集積回路ではルネサステクノロジーや NEC エレクトロニクス、富士通などが挙げられる。また、半導体以外の電子部品については、京セラや TDK、村田製作所などが代表的なメーカーである。これら Tier 2 サプライヤーとしての電子デバイスメーカーは、主たる取引先である Tier 1 サプライヤーの電装部品メーカー以外にも、直接完成車メーカーと取引している場合も多い。しかし、取引の絶対量としては Tier 1 サプライヤーが多いため、本研究では Tier 2 サプライヤーとして位置づけている。

これら電子デバイスメーカーは、当然のことながらその多くが民生領域で活躍している企業群であり、カーエレクトロニクス発展と共に自動車部品産業に組み込まれてきた。自動車に使用される電子デバイスは、民生機器用とは異なり、耐久性などの点で非常に高い品質水準が求められる。よって自動車向けには専用の設計が必要とされる。そのため、過去においてはあまり数量が出ない車載用電子デバイスは、サプライヤーにとって相対的に魅力の乏しい分野であった。ところが、近年の電装部品の増加によって車載用電子デバイスの需要は激増し、電子デバイスメーカーの方向性を一転させたのである。

電子デバイスメーカーの標準化戦略は、極めて明確である。それは、顧客特殊性を可能な限り排除し、仕様の共通化を図ることで標準化を進めるというものである。例えば、半導体の中でも高付加価値製品に分類されるマイコンなどのシステム LSI では、複数顧客の要求を反映しつつ、ブロック化された回路の集合体（IP）を組み合わせることで基本システムを構成し、それを MPU の処理速度と ROM/RAM の容量でシリーズ化することで、基本プラットフォームの標準化を可能としている。見かけ上の製品多様性はあるものの、基本的な構成は共通化されていることが多い。そういったアーキテクチャ（基本設計思想）の選択は、当然のことながら民生機器の開発経験で培ったものである。現在のデジタル機器が機能単位の組み合わせ的な設計で開発されているように、車載用電子デバイスにおいても組み合わせ的な設計開発を踏襲しているのである。

こういった標準化を可能とする要因を取引慣行から分析すると、以下のような特徴が導出される。電子デバイスメーカーの多くは、特定の親企業を持つ系列サプライヤーではない。半導体大手のルネサステクノロジーのように総合電機メーカーを親企業に持つサプライヤーも存在するが、そもそも総合電機メーカーの事業部制は個々の事業部の独立性が極めて高く、同一社内での取引においても社外取引と同じように中立的に行われる。そのため、総合電機メーカーからスピンアウトした電子デバイスメーカーもまた、親企業と言えども一定の距離間を維持しながら取引するのが常である。この慣行は車載用のビジネスにおいても踏襲されており、特定の顧客とだけ密接に取引することは稀なケースである。したがって電子デバイスメーカーとしては、事業を拡大する上で、できるだけ複数の顧客を満足させつつ製品のシリーズ化によってラインナップを拡充するという標準化のインセンティブが増大する。

もう1つの特徴としては、電子デバイスの生産プロセス特性が挙げられる。電子デバイスはシリコンやセラミック基板の上に回路のパターンを転写する工程によって生産され、資本集約的である。半導体は 18 ヶ月で集積が 2 倍になるというムーアの法則に従って微細化が続けられており、製造設備の投資

額は増加の一途を辿っている。そのため、多品種小ロット生産では単価が跳ね上がってしまうのである。顧客である電装部品メーカーも、このような状況では自社消費だけのために ASIC を起こすことは難しく、このことが前述の電子デバイスの標準化を更に推し進める要因となっているのである。

ただし、このような標準化志向が万能なわけではない。何よりもスケールメリットが求められるため、我が国の車載用半導体メーカーは、グローバル規模の競争において海外の Freescale や Infineon といった大手半導体メーカーの後塵を拝している。ネットワーク外部性によってトップ企業の製品単価は容易に引き下げられるが、後続企業は利益を圧縮しながら追従する他なく、電子デバイスメーカーの標準化は業界内でのポジションの逆転が困難な戦略でもある。

#### 4. 標準化戦略の比較分析

ここまで電装部品メーカーと電子デバイスメーカーの標準化戦略について整理してきた。端的に言うならば、これまで電装部品メーカーは標準化に頼らず、自己の組織能力を極限まで高めることで複雑かつ高度化するカーエレクトロニクスを支えてきた。他方の電子デバイスメーカーは、もともと特定顧客とのアドホックな開発をあまり志向せず、もっぱら仕様の共通化とシリーズ化によって標準化を推し進めてきた。両者における戦略性の違いについては、主要顧客との取引慣行という経路依存的な背景、扱う製品のアーキテクチャという技術的背景といった大きく2つの要因が明らかになった。同じカーエレクトロニクス関連のサプライヤーといえども、「電装部品」と「電子部品」では標準化への取り組みや事業のあり方が大きく異なるのである。

それでは標準化に乗り遅れた電装部品メーカーが一方的に不利かと言えば、必ずしもそうとは言えない。本研究の冒頭から何度か紹介したように、完成車メーカーと有力電装部品メーカーが中心となって車載用ソフトウェア、車載 LAN の標準化が進められている。ここには標準仕様に対応した電子デバイスを開発するために電子デバイスメーカーも名を連ねている。これらの活動の中心は日本と欧州であり、日本では JasPar によるソフトウェア標準化が、欧州では AUTOSAR によるソフトウェア標準化、FlexRay コンソーシアムによる車載 LAN の標準化が進められている。日欧の主要メンバーは相互乗り入れしており、思惑の違いはあるものの日欧のダブルスタンダードは回避しようという試みが（一応）見られる。これらの取り組みを評価するには時期尚早であるが、標準化策定が成功したあかつきには、電装部品メーカーの開発生産性は大幅に改善されるであろう。自動車部品開発における最大のボトルネックが解消されることの意義は大きい。そしてまた、企業レベルでの標準化から全世界規模でのコンソーシアム型標準に準拠することで、電子デバイスメーカーも海外市場を含む大きな商機を掴むことができるかもしれない。

このように、カーエレクトロニクスにおける標準化は、個別企業や特定レイヤーでの取り組みから、産業をあげた取り組みへと移行しつつある。ただし、グローバル規模で熾烈な競争が繰り広げられるこの産業における標準化策定の取り組みは、理想的な「競争と協調」の構図が簡単に描けるほど容易ではあるまい。ゆえに、完成車メーカーや有力サプライヤーのリーダーシップが試されている。

#### おわりにかえて

本研究で明らかになったことは、Tier 1 サプライヤー層に属する電装部品メーカーと Tier 2 サプライヤー層に属する電子デバイスメーカーとの標準化戦略に対するアプローチの違いであった。電装部品メーカーでは、これまで標準化らしい標準化を追求せず、もっぱら自己の組織能力を研鑽し、問題解決のスピードを向上することでカーエレクトロニクスの複雑化・高度化に対応してきた。誤解を恐れずに言うならば、（それまでの完成車メーカーとの取引のあり方から考えると）電装部品メーカーにとって標準化など是有り得ない選択肢だったのではないだろうか。それとは正反対なことに、Tier 2 サプライヤー層に属する電子デバイスメーカーは積極的に標準化を推進してきた。そこでは、数少ない特定顧客との共同デバイス開発は、次の製品世代の標準を探索する取り組みとして位置づけられてきた。両者の差異性の要因は、取引慣行の違いという経路依存的な要因と、扱う製品のアーキテクチャの違いという技術的要因との2つであった。しかし、近年のカーエレクトロニクスにおける標準化の舞台は、産業全体の取り組みへと局面を変えてきている。標準化コンソーシアムでの日欧の取り組みがカーエレクトロニクスの姿をどのように変革していくのかについては、慎重なモニタリングと追加分析を必要とする。今後の課題としたい。