

《ルネサス那珂工場に見る非合理的なビジネス慣習》 トヨタの誤算とルネサスの苦悩 マイコンシェア1位で何故か赤字



微細加工研究所 所長 湯之上 隆

ルネサス エレクトロニクス・那珂工場が被災したことにより、那珂工場からマイコン（MCU）を調達していたトヨタ自動車の自動車生産が滞った。デンソーへの依存度が高かったトヨタは、リスク回避のためにデンソー以外の下請けに電装部品を分散させていた。ところが、ほとんどすべての下請けが那珂工場からMCUを調達していた。ここにトヨタの誤算があった。また、MCU製造の際、ラインも装置もプロセスも固定する「ライン認定」が必須とされていた。これが障害となって、那珂工場以外での代替生産ができなかった。さらに、自動車メーカーは、極めて厳しい使用環境で20年の品質保証と不良ゼロを要求する。その結果、MCUはまったく割に合わないビジネスとなり、これがルネサスの赤字体質の一因となっている。自動車産業および半導体産業が健全に成長するためには、これまでの非合理的なビジネス慣習を是正する必要がある。

“絆”プロジェクト進行中

4月の新車販売台数で、トヨタの「プリウス」が5位に転落した。ここ数年、ホンダの「フィット」とランキング1位を競い、ほとんど勝利してきたにもかかわらず、ここに来て大きく順位を下げた。東日本大震災によるサプライチェーンの寸断により、すべての自動車メーカーが販売台数を低下させたが、特にトヨタ（特にプリウス）の低迷は顕著に見える。

この主要な原因は、ルネサス エレクトロニクスの那珂工場が直接被災したことにある。この震災により、車載用マイコン（MCU）の生産が完全にストップし、那珂工場からマイコンを調達していたトヨタや米General Motors（GM）は、自動車が生産できなくなったからだ。

現在、ルネサス那珂工場では、“絆”プロジェクトが進行中である。経済産業省や自動車工業会が音頭を取り、取引先の自動車メーカーから2500人もの応援部隊が駆けつけ、昼夜を問わず、復旧作業が続けられている。その結果、ルネサス那珂工場は予定を大幅に前倒しして、6月から10%の能力で工場を稼働させ、毎月20%ずつ供給量を引き上げる予定を発表した¹⁾。

ルネサス那珂工場、3つの疑問

トヨタから見ると、ルネサス那珂工場は3次下請け以下に過ぎない。にもかかわらず、何故、一部品メーカーである那珂工場の被災が、これだけ大きな

インパクトを与えることになったのか？

また、ルネサスは2003年に日立製作所と三菱電機が合弁し、さらに2010年にNECエレクトロニクスと経営統合して設立された巨大半導体メーカーである。国内外に十数か所もの半導体工場を所有している。しかし、何故、被災していない工場での代替生産ができないのだろうか？

さらに、近年、自動車のエレクトロニクス化が急速に進み、普通車で50～70個、レクサスなどの高級車では100個を超えるマイコンが使用されている。現在、自動車の機能の90%以上をマイコンが制御しているという。それほど重要な部品を世界で最も多く製造しているにもかかわらず、ルネサスの収益率が非常に低いのは何故なのか？ 本稿では、これら3つの疑問に対する筆者の見解を示す。

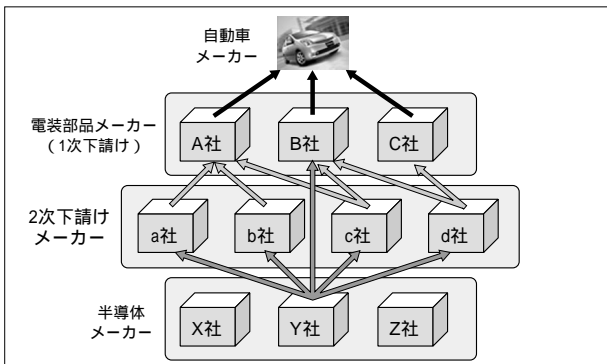


図1 自動車メーカーへの電装部品供給の構図

トヨタの誤算

自動車産業においては、トヨタなどの完成車メーカーを中心に、電装部品メーカーがピラミッド構造を形成している。トヨタの下には、第1次下請けとして、トヨタ系列の電装部品メーカーであるデンソーとアイシン精機が存在する。同様に、ホンダにはケーヒンおよびホンダエレシス、日産にはカルソニックカンセイおよびユニシアジェックスが、それぞれの系列の1次下請けとして

存在する。その他に、独立系の電装部品メーカーとして日立ユニシアオートモティブなどがある。

1次下請けの下には、2次下請け、3次下請け...と多層構造のヒエラルキーがある。ルネサスなどの半導体メーカーは、3次下請け以下に該当する。

電装部品には、電子制御燃料噴射装置（PET）などのエンジン制御部品、電子制御ATやCVTなどのパワートレイン制御部品、ABSや電子制御ブレーキアシストなどの車両部品、エアバッグシステムなどのボディ制御部品がある。電装部品には、ほとんどすべてに、マイコンを搭載した電子制御ユニットであるECU（Electronic Control Unit）が必要とされる。

これらの電装部品は、一部はトヨタが内製しているが、多くは1次下請けのデンソーとアイシン精機が製造している。その中でも特に、デンソーへの依存度が高い。それゆえ、トヨタは、リスク分散のために、デンソーへの依存度を低減する努力を続けてきた。例えば、電子制御燃料噴射装置用ECUについては、1997年に74%だったデンソーへの依存度を、2007年には43%に低減させた。また、ABS用ECUについては、97年に64%をデンソーに依存していたが、2007年には1.7%にまで減らした。

このように、トヨタはリスク分散のためにデンソーへの一極集中を避け、デンソー以外の系列サプライヤーに下請けを分散させていた。ところが、分散させたはずの下請けメーカーが、ほとんどすべてルネサス那珂工場からECUを調達していたのである（図1）。

このルネサス那珂工場が東日本大震災で被災し、ECUの製造が完全に停止した。例えば、電子制御燃料噴射装置用ECUやABS用ECUにおけるトヨタの系列サプライヤーへの依存度は、どちらも約80%だった（図2）。これらの系列サプライヤーは、それぞれ別々に、ECUをルネサス那珂工場から調達していた。つまり、トヨタが知らない間に、ECUのルネサス一極集中が起きていた。このことが、

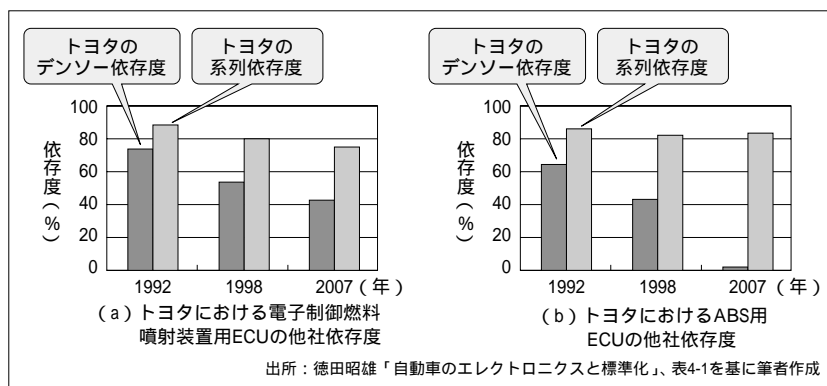


図2 トヨタのサプライヤー依存度

震災によって、はじめて明らかになった。トヨタが真っ青になったことは言うまでもない。その結果として、2500人規模の応援部隊を那珂工場に派遣することになったのである。

何故代替生産ができないのか？

トヨタ用のECUは、那珂工場の200mmラインにて、0.18 μmプロセスで製造されていた。前述した通り、ルネサスは日立、三菱、NECエレクトロニクスの3社が事業統合した半導体メーカーである。0.18 μmの200mmラインなら、那珂工場以外にも、西条工場、滋賀工場、熊本川尻工場、シンガポール工場など、代替生産できそうな工場が多数ある。

であるにもかかわらず、ルネサスも、トヨタも、他工場代替生産しようとはせずに、被災した那珂工場の立ち上げに固執した。これは何故なのか。同じルネサスとは言っても、日立、三菱、NECエレクトロニクスでは、製造設備の種類が異なる。それが問題だったのだろうか。

そこで、ルネサス那珂工場では、ECUの製造に関わっていた元技術者にヒアリングを行った。その結果、「1~2か月あれば、プロセス移管は問題なくできる」という回答を得た。つまり、設備が異なることによるプロセス移管の問題ではない。では、何が問題なのか。

前述の元技術者によれば、「ライン認定の問題」とのことである。すなわち、1次下請けないし2次下請けメーカーが、ルネサス那珂工場にECUの製造を依頼する際、数百に上るプロセスフローが構築されたら、そのプロセスフローを認定する。これを「ライン認定」という。そして、一旦ライン認定されたプロセスフローについては、原則として、装置やレシピの変更を許さないという。

ルネサスとしては、他製品との兼ね合いや、他工場との生産計画の調整、または、微細化の推進などのために、製造ラインを変更したい、設備を

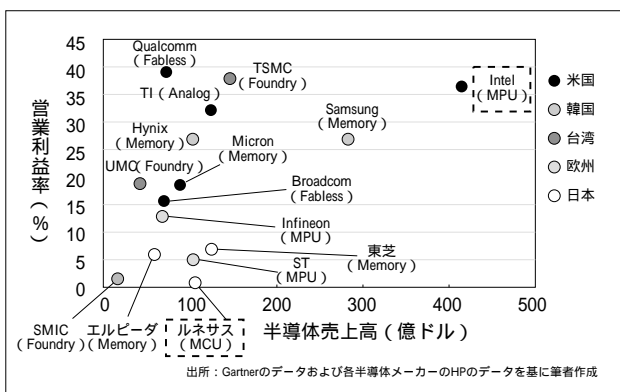


図3 2010年の半導体売上高と営業利益率

変更したい、プロセスを変更したいと思っても、発注者である上位メーカーがそれを許可しないのである。その背景には、もし装置を変更したり、プロセスを変更して不良が出たら、そして自動車事故が起きたら、一体誰が責任を取るのか、という極めて保守的な(日本的な?)思想が存在している。

このようにして、ルネサスは上位の発注者により、ライン、装置、プロセスをがんじがらめに固定されていた。上位の発注者にとってみれば、この方が不良は出ないはず、すなわち、リスクは軽減されるはずだった。しかし、今回のような巨大地震が起きた場合、代替生産手段がまったくなかったため、より被害を大きくしてしまったのである。さらに、那珂工場の現場技術者が「1~2か月あれば、プロセス移管は問題なくできる」と考えていても、上位のECU発注者が「ライン認定」という呪縛に囚われ続けているため、他のラインでECUの試作がなされることはなかった。

世界シェア1位なのに何故赤字

ルネサスは、マイコンの世界シェア1位(30%)の半導体メーカーである。車載用マイコン/ECUに限れば、世界シェア42%を占めている。しかし、収益性は恐ろしく悪い。米Gartnerによると、2010年の世界ランキングは5位だが、売上高1兆1500億円、営業利益は70億円。つまり、営業利益率はたったの0.61%だった。そして、2011年3月期の連結決算では、1150億円の赤字に転落してしまった。

一方、同じマイコンでも、PC用のCPUを製造している米Intelは、世界ランキング1位、2010年の業績は売上高436億ドル、営業利益159億ドル、営業利益率は36.5%であった。

用途は違うが、同じマイコンを製造しているのに、この利益率の差は一体どういうことなのか。とにかく、ルネサスの収益性の低さは、断トツなのである(図3)。

この第1の理由として、過剰技術で過剰品質を作っていることについては、あちこちで実態を報じてきた³⁾。図3を見ると、諸外国と比較して、東芝やエルピーダメモリなどの営業利益率も低いことから、過剰技術で過剰品質を作る病気は、依然、治っていないようだ。また、ルネサスは、部長職が異常に多く、オーバーヘッドが重たい。これも収益性が悪い原因の1つであることを、以前から指摘してきた⁴⁾。

さらに、価格支配権と不良率に関する問題が、ルネサスの収益性をより一層悪化させていると考えられる。以下で説明しよう。

価格支配権の問題

Intelは、PC用のCPUを製造・販売するとともに、CPUが搭載される純正のチップセットも販売する。チップセットには、メモリアンターフェースやグラフィックインターフェースなどの制御回路が搭載されている。従って、メモリ(DRAM)やグラフィックチップ(GPU)などの部品は、Intelが決めたインターフェースに合うように製造しなくてはならない。つまり、Intelは、PCのアーキテクチャ自体を支配している。PCの世界は、Intelを中心に回っていると言える。こうしてIntelは、価格支配権を持つようになった。

一方、自動車の世界において、価格支配権を持っているのは自動車メーカー、つまりトヨタである。前述の通り、自動車業界は、完成車メーカーを頂点としたピラミッド構造を形成している。たとえ重要部品であるECUを製造していたとしても、ルネサスは、トヨタからすればまったく顔の見えない単なる下請けの“部品屋”に過ぎない。上位メーカーから言われた仕様、言われた価格で、言われた通りに作るしかないのである。恐らく、Intelとルネサスの収益性に大きく差が出る第1の理由は、このような価格支配権の有無であろう。

不良率の問題

自動車メーカーは、ECUに対してどのような仕様を要求しているのか。家電用の半導体と比較してみると、その異常なまでの厳しさがわかる(表1)。デンソーが発表した資料によれば、温度-40~175(200)、湿度95%、50Gの激しい振動、15~25kVの静電気の中で、20年も品質を保証し、不良率は1ppm(100万分の1)以下でなくてはならない。それでいて、価格は徹底的に“Low”を追求される。

ところが、実際にルネサスの那珂工場で、ECUの製造に関わっていた元技術者から、凄まじい話を聞いた。その話によれば、自動車メーカーは、

100万分の1以下どころか、“不良ゼロ”を要求するというのである。ECUが1個でも動作不良を起こせば人が死ぬ、だから、不良はゼロでなくてはならない。100万個作ろうが1000万個作ろうが、不良はゼロでなくてはならない。だから、不良率何ppmという定義はない。厳密にゼロでなくてはならない、とのことである。

この思想はわからなくはない。しかし、実現不可能である。大量生産した工業製品がすべて壊れないということはある得ない。このような思想はあくまで理想論であって、工業製品の仕様にすべきではない。

不良ゼロの思想は原発の安全神話と同じ

ちょっと脇道に外れるが、トヨタやデンソーが要求する“不良ゼロ”は、原発を推進してきた政府や東京電力などが言い続けてきた「原発は絶対に安全」という話と同類ではないかと思う。人間が作り出した原発も壊れるものである、という前提に立って、危機管理を用意周到に行うべきだったのだ。神様ではないのだから「絶対安全」などと傲慢不遜なことは言うてはいけなかった。「絶対安全」と言ったがために思考停止に陥り、今回のような大事故を起こしたのである。それと同様に、ECUも、「壊れるかもしれない」という前提に立って、自動車の安全システムを構築すべきである。

話を元に戻すと、下請けのそのまた下請けであるルネサスは、悲しいかな“不良ゼロ”の要求をのまざるを得ない立場にあった。そのため、製造過程において検査に次ぐ検査を行い、選別に次ぐ選別を行わざるを得ないのである。検査、検査と簡単に言うが、半導体ウェーハ上の欠陥を検査する米KLA-Tencorの欠陥検査装置は、5億円以上する。これをずらりと並べて検査しなくてはならない。そして、欠陥があればもちろんのこと、わずかでも不安な点があれば、即、それはロットアウトになる。

このようにして、製造原価は雪だるま式に膨れ上がる（そして、残念ながら不良はゼロにならないだろう）。しかし、価格は変わらない。というより、常にコストダウンを要求される。その結果、まったく利益が出ないということになる。

MCU/ECUシェア42%の本当の意味

こうして考えてみると、車載用マイコン/ECUは、まったく割に合わないビジネスであると言える。ラインも装置もプロセスも一切変えるな、不良は1個も出さな、しかし価格はもっと下げろという。ピラミッドの上位メーカーと下位メーカーが、対等な立場でビジネスを行っているとはとても思えない。

表1 自動車メーカーへの電装部品供給の構図

		Automobile	Consumer	
Quality	Environment	Tj	- 40 ~ 175 (200)	0 ~ 125
		振動	50G	5G
		静電気	15 ~ 25kV (ECU)	2kV (HBM)
		湿度	95%	40 ~ 80%
	Field	不良率	~ 1ppm	~ 200ppm
寿命		20年	10年	
Cost		Low	Low	
Delivery	供給	10年 ~	1.5 ~ 2年	
	サンプル	車両生産の3年前	~ 1年前	

では、何故ルネサスは、こんな割に合わないECUを製造しているのか。筆者にその真意はわからないが、前述の元技術者はこのように答えた。「どの半導体メーカーも、ECUを作りたがらない。しかし、ルネサス那珂工場は、ラインの稼働率を上げるために、利益の出ないECUですら作らざるを得なかった。そうして、あっちからもこっちからも、ECUの製造を押しつけられてしまった...」

自動車産業および半導体産業が健全に成長するためには、不合理なビジネス慣習を是正する必要がある。さもなければ、誰も真面目にECUを製造しようとはしないだろう。

ルネサス技術者の地獄はこれから始まる

冒頭で述べたように、自動車メーカーの応援により、那珂工場の復旧は大幅に前倒しされた。6月には、ラインが稼働し始める。しかし、そこからルネサス那珂工場の技術者の地獄の苦しみが始まる。歩留りとの戦いである。不良ゼロとの戦いと言ってもいい。

一度壊れたクリーンルームで、一度壊れた数百台の装置を動かすのである。震災前の正常な状態に戻るのに、どれほどの労力とコストが必要なのか。自動車メーカーは、もう助けてはくれない。むしろ、我儘な王様として、ルネサス那珂工場の前に立ち上がるのである。その上、ECUの立ち上げを最優先したため、携帯電話用LSIやデジタル家電用SoCは後回しになっている。こちらの発注者も、鬼のように迫ってくるだろう。

前述の元技術者は、最後にこう述べた。「ルネサスの技術者は震災の被災者でもあるんだよ。福島原発で事故対応している作業者と何ら変わらないんだよ。いつになったら彼らに安穏とした日が来るのだろうか」

参考文献

- 1) 日経新聞 (2011.5.18) 朝刊
- 2) 徳田昭雄：自動車のエレクトロニクスと標準化、晃洋書房 (2008)
- 3) 湯之上隆：日本「半導体」敗戦、光文社 (2009)
- 4) 湯之上隆：Electronic Journal (2010.2) pp.47-49

この記事に関するお問い合わせ、

月刊誌 **Electronic Journal** の定期購読に関するお問い合わせは

[こちら](#)まで