

# 設計品質管理手法を活用した部品調達モデルの提案 (グローバル・サプライチェーンを担保する部品品質管理システム)

## Parts procurement model by Design quality control methods (Quality management system to success in global supply-chain)

戸水晴夫 (正, SDI Japan, Haruo TOMIZU)

### 1. はじめに

近年, 多くの製造業においては, 外部に製造を委託する OEM (Original Equipment Manufacturing) や一部の設計までを含めて委託する ODM (Original Design Manufacturing) といわれるビジネスモデルに移行することが, 顕著になってきたといわれている. 特に, 製品原価に占める機構部品や電子コンポーネントの割合が高い場合は, 日本国内での製造や部品調達に耐えられなくなったことから, 海外の EMS (Electronics Manufacturing Service) に製造を移してしまっただけが多い. その結果, 多くの製品で設計のコモディティー化が進み, 部品が共通化されることになった. そして, 部品さえ調達することができれば, 世界中の誰もが製品を製造できるようになったのである. これにより, 世界的なコスト競争がスタートし, 多くの日本メーカーを苦しめるようになった.<sup>1)</sup>

結果的に, 多くの日本企業では設計と組立の工程だけが社内に残るようになった. 現地生産によるグローバル・サプライチェーンの時代の到来である. そして, 設計者がものづくりの現場に頻繁に出入りできなくなった段階で, 製造工程での「擦り合わせ」による「品質の作り込み」の時代が終わったように見える. その結果, 海外からの調達部品の品質が, 直接的に日本製品の品質に影響するようになったと思われる. 図 1 に海外現法が日本国内からの部品調達を減少させ, 現地調達を加速させた状況を示す.<sup>2)</sup>

本報では, 海外現法が部品調達する場合に直面する問題を考察し, 設計品質の管理手法を活用した品質を確保できる部品調達モデルを提案している.

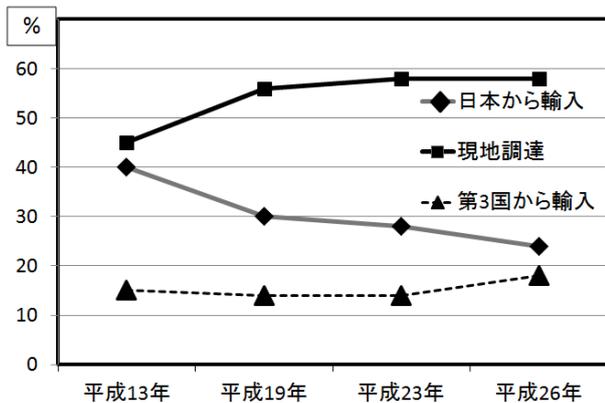


図 1 海外現法の部品調達先の推移

### 2. 海外で起きた部品調達のトラブル

日本企業の海外現法で, 納入された部品の品質を見極めることができずにトラブルになるケースが相次いでいる. その一つの原因は, 国内の系列部品メーカーに対して行ってきた従来の納入部品に対する検収方法が, そのまま海外部品メーカーに適用ができなかったためである. 特に, 海外での部品調達に関しては, 従来の納入ロットごとの検査シート添付による部品検収だけでは, まったく品質的に不十分になる場合があることが分かってきたのである.<sup>3)</sup>

従来の納入部品の検収方法では, 計量抜き取り検査の方法に基づき, サンプルとそのロットに対する検査シートの提出を義務付けている. 計量抜き取り検査とした理由は, 対象の多くが電子デバイス部品などであり, 大量に生産されるからである. 電子基板などを含み, それらの破壊強度や剥離検査まで行うことから全数検査が不可能だったことも理由の一つだった. 検査結果は, 規格限度内で製品を生産できる能力を表現した統計値である工程能力指数 Cp 値をロットごとに算出し, 検査シートに記載するものとした. しかし, 海外の部品メーカーの場合, Cp 値の計算を全数検査した後のサンプルに対して行い, 部品納入してくる例があった. 当然, 破壊を伴う検査については, サンプルによる計量抜き取り検査となるが, 特性試験や目視検査項目は全数検査し, 良品となったものだけを対象にしてロットを構成し, 検査シートを作成したのである. 全く統計値の意味を理解しておらず, 部品のロバスト性は確保されない結果となった. 図 2 に全数検査後に納入されたロットの検査データの分布例を示す.

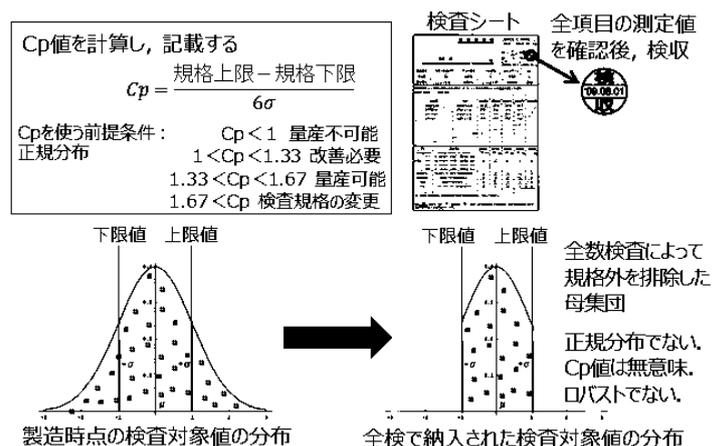


図 2 全数検査で納入された場合

### 3. 部品調達モデル再構築の提案

海外現法で実際に発生した部品調達に関するトラブルを総括すると以下ようになる。

- 現状の検査シートだけのチェックでは、品質の比較ができないため、どこに発注して良いか分からない。まして何 1000 社も候補が存在し、安ければどこでも良いようになりがち。
- 生産ラインで不良が発生した場合に、業者の工場が遠いこともあるが、すぐに対応してくれない。うまく話せないで、どうしても商社を挟んで間接的にしか情報を得ることができない。トラブル時に、日本のように電話一本掛ければ、業者が徹夜してでも対応してくれるということは全くない。
- 私営企業の場合は財務状況や技術情報がほとんど表に出てこない。どこでどのように作っているのかは、現地に行ってみるまで分からない。
- 製品の目的や使われ方まで関知しようとししない。そのため、実現したい機能に関して誤解をしている場合がある。
- 製品に組み込んだ時に特性が変わる。部品の設計マージンそのものが、極めて狭い範囲にある場合がある。
- 熱、湿度、衝撃などの外乱に弱い割に、不具合発生時のリスク管理がなされていない。いつもその場しのぎの対応しかしない。

結局、以上の理由で部品機能のロバスト性を確認できないままに部品納入を続けると、そのうちにひどい品質問題に繋がる場合がある。製品の品質に関わる問題は、海外ビジネスを遂行する上での根幹に関わり、下手をすれば致命的問題となる。そのため、ファイナルアセンブリを業態とする企業（FAT 型企業と称する）においては、ODM/OEM の品質確認に最も注力しなければならないのである。

それでは、海外生産を展開する中で、どのように部品調達のシステムを再構成すればよいのだろうか？図 3 に筆者が提案する部品調達モデルを示す。本モデルのポイントは、従来の検査シートに加え、設計品質管理手法を用いて、業者を見極めること、業者を論理的に選択すること、安定的品質を持続させることである。

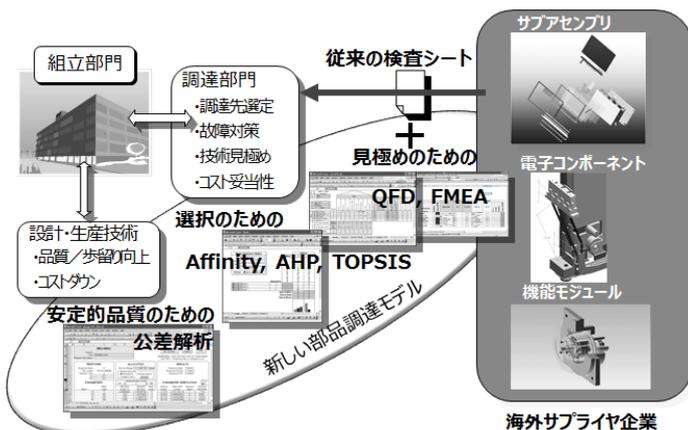


図3 提案する部品調達モデル

### 4. 見極めのための QFD と FMEA

取扱商社を通して納品される部品であっても、直接的に部品開発を取り仕切っている EMS から納入する部品であっても、それらが特定の仕様書を必要とする開発部品であるならば、取引を開始する前に対象部品に関する QFD の提出を要求することがよい。提出された QFD シートを比較することで、部品メーカーの保有技術を見極め、どこに発注すべきかを定めることができる。QFD の対象に、電子部品、機械部品の区別はなく、サブアセンブリとして納入される場合も対象とする。但し、ソフトウェア単独や単品の受動部品、締結部品、マスプロ部品などは対象外としてもよい。また、海外現法と部品メーカー間で電子データのやり取りすることになるので、共通のデータフォーマットを採用する必要がある。この共通データフォーマットを使うことによって、入手した QFD から複数の部品メーカーの技術力の比較ができるようになるのである。

次に、発注することが決まった部品メーカーには納入部品に関する FMEA の提出を求める。FMEA はリスク管理の要となるものである。なぜなら、調達部品の開発は、主として部品メーカー側で行っているため、それがどれほどの故障の要因を内在しているかを知ることができないからである。通常、FMEA ワークシートは何行にも渡り、大きくなる傾向がある。そのような場合は、FMEA の内容をリスク・サマリーレポートとしてまとめることをお勧めする。図 4 に部品メーカーを見極めるための QFD と FMEA の関係を示した。QFD と FMEA は部品メーカーの技術力やポテンシャルを比較するうえで、決定的な資料となるものである。特に、事前に品質対策を打つ場合、一律に改善を部品メーカーに要求してしまうと直接的なコストアップにつながる場合があるので注意を要する。品質対策としては、製品組立側で対処できる場合がある。組み込みソフトの変更で対処できる場合もある。製品をライフサイクルで捉えて、品質とコストの最も良い折り合いが見つかる場所を探ることが肝要である。

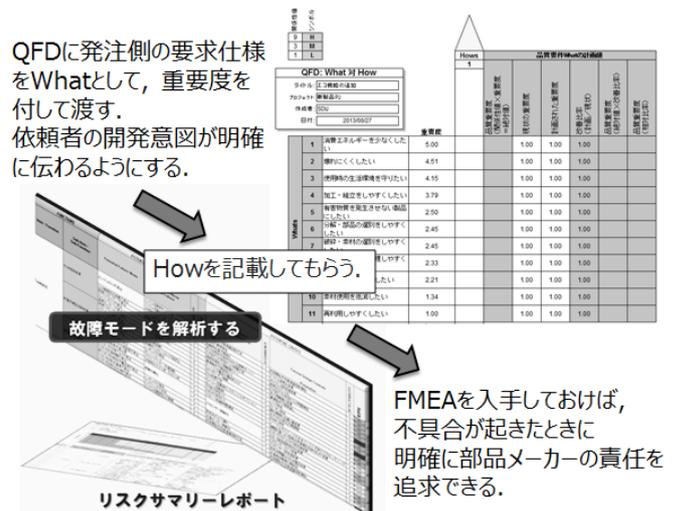


図4 見極めのための QFD と FMEA

## 5. 選択のための Affinity, AHP, TOPSIS

部品メーカーを評価するにあたっては、まず何をもちて評価すべきなのか、その評価項目を決めなければならない。そのために、調達担当者は本国の製品開発者や設計者の開発意図を確認し、現地の品質のエキスパートと意見を交えながら評価項目を決めることがよい。また、経験上、評価項目は分野別に 25 項目ぐらい挙げておけばよいと思われる。但し、部品メーカーによっては測定が難しい項目があるため、別な代用検査の項目を挙げておく必要がある。

次に、評価項目の分類を行う。例えば、QCDS のカテゴリ分類でもよい。ここで Affinity (親和分析) のツールを使うと便利である。Affinity で分類した後に、評価項目データを AHP (階層分析) のワークシートに転送し、それぞれの評価項目の重要度を一対比較法で決定する。そして、それら評価項目が部品メーカーにアンケートとして配布する内容となる。但し、アンケートの回答は自己申告によるものであり、部品メーカーの現状が、どのようなレベルにあるかは不明である。また、全ての部品メーカーが、このような一方的なアンケートに答えてくれるとは限らない。いずれにせよ、アンケート票を作成し、依頼状と共に部品メーカーに送付し、その後、アンケートを回収して、TOPSIS (優劣順位技法) のワークシートに記入するデータを得ることがポイントである。以上の基本的な部品メーカー選択の流れを図 5 に示す。

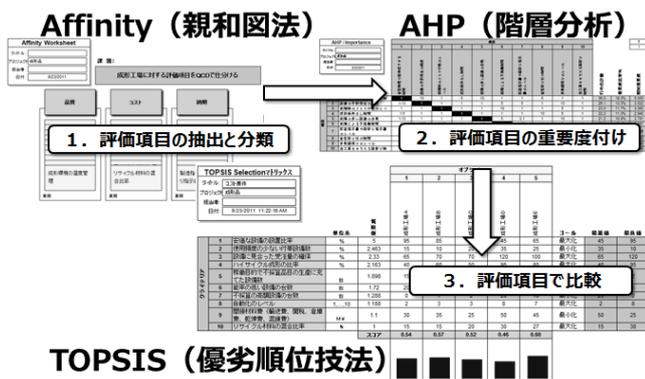


図 5 Affinity, AHP, TOPSIS を使った選択

## 5.1 TOPSIS を利用した選択の結果

図 6 は、部品メーカーから回収したアンケート結果をもとに、TOPSIS を用いて部品メーカーの評価を行った結果を示している。いま、最下行にあるスコアから、実際に発注対象となる部品メーカー候補を選び出すことができる。そして、次に、それらの部品メーカーにサンプルの製作をお願いすることになる。図 6 の例では、部品メーカー D のスコアは、部品メーカー B に比べて良かったため、部品メーカー D を 1 位候補とした。実際は、上位の数社を発注対象にすれば良いという結論になる。しかし、場合によっては部品メーカー D も B も、どちらも技術レベルが低くて改善の余地があるかもしれない。採用対象として技術的に不十分であるかもしれないのである。そのような不適合の可能性があると疑われる場合は、QA 表の提出を追加でお願いする。QA 表とは、簡単に言えば製造指示書のことになる。これは、製造品質を高めるために作成するもので、できた製造物について何をどのように検査し、どのような結果であれば良いかを記載するシートである。QA 表の内容をみれば、正しく製造工程を理解しているかが判明するだろう。

## 6. 安定的品質のための公差解析

公差解析を行う理由の一つに、仕様値変化のトレサビリティの確保がある。仕様値が製品の製造プロセスの中で変化していく理由は、数限りなくある。しかし、どのように変化していったかについては元々の設計段階での仕様値の分布が分かっていると、知ることはできない。目的機能は構想・開発設計の初期においては理想的な方程式で表現されるだろう。しかし、詳細設計段階での設計変数の持ち方にミスがあれば、シミュレーション結果が異なることになる。試作・テスト段階で、条件設定をミスしたり、納入部品の許容値が指定とは異なっていたとしたら、目的の機能を表す実験式の結果の分布は異なるものになる。あるいは、部品メーカーでなんらかの製造上の不具合があっても求める分布にはならないのである。図 7 は、そういった工程を経るごとに目的機能の仕様値が変化することを表したもので、変化のタイミングは公差解析の分布の変化に現れる。

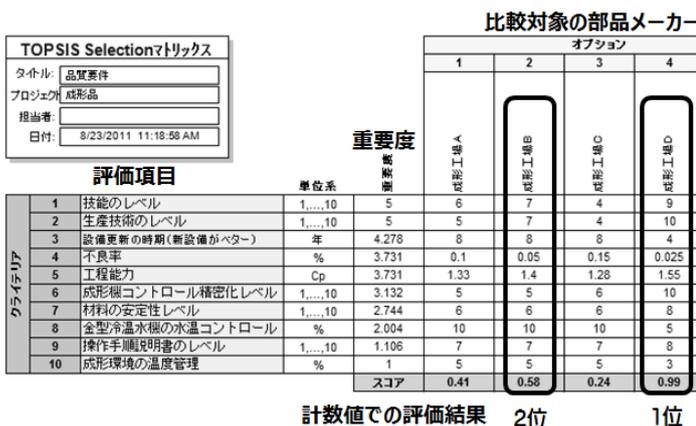


図 6 部品メーカーの比較結果例

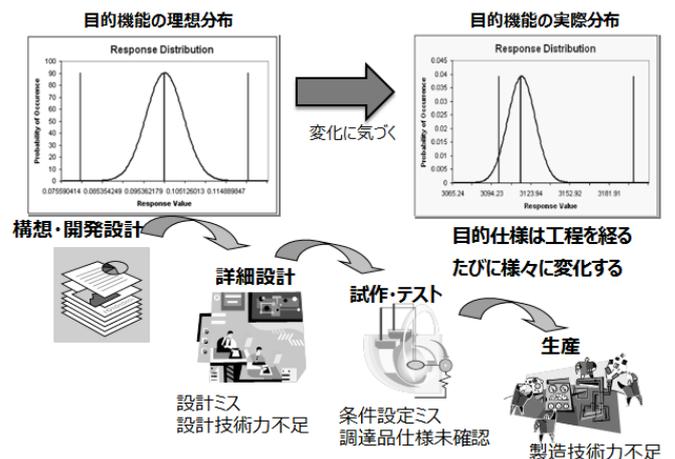


図 7 仕様値の分布が変化するタイミング

それでは、どうすれば調達する部品の仕様値のバラツキを抑制することができるのだろうか？そのためには、もとの設計値をよりロバストにする必要がある。従って、調達担当が単独で行えることではない。部品メーカー、設計・製造、調達の三者が協調する必要がある。最終的に、個々の調達部品の設計変数がばらついたとしても、製品機能としての仕様値の応答がばらつかないようにしたい。ロバストな設計とは、設計変数が外乱によってばらついていても、求める機能がばらつかないように設計のことをいうのである。外乱には、温度、湿度、振動、圧力、衝撃などの使用環境の変化がある。ここで部品のロバストネスが低いと、製品特性が温度、湿度、衝撃など環境の変化に弱く、すぐに目的仕様が許容値外になってしまうであろう。これは顧客の使用環境を再現してなくても、工場において、部品単体では問題は無いが、アセンブリにすると特性が出ないという現象になって表れてくる。このような複合現象のシミュレーションは、Sensitivity Analysis (感度分析) のツールを使用し、設計変数を変動させてやることによって、仮想的なプロセス内で仮想的な評価が行える。図 8 に、感度分析で仕様値の分布の評価を行った例を示す。

部品製造においては、常に同じものが作れることが理想であるが、現実的には不可能である。そのため、個々の設計値には許容範囲である公差が設定される。安定的な製品仕様値というのは、これらの公差値を適正化し、仕様値をより安定的な分布に変えることで得ることができる。

## 7. おわりに

2008年9月15日、米国の投資銀行リーマン・ブラザーズが破綻したことによって引き起こされた世界金融危機は、米国経済のみならず世界経済に多大なダメージを与えたことは周知の通りである。なかでも米国の製造業は深刻なダメージを受けたといつてよい。一方で、日本では株価が暴落し、製造業の資金繰りが困難となり、輸出産業のより継続的なリセッションが進んだのである。しかしながら、その後の両国の製造業の動向をみると、極めて対照的だ

った。米国は速やかに回復基調となり、2012年以降は逆に製造業への回帰が進んだ事実が報告されている。<sup>4)</sup> 先端製造業における競争優位の確保が、オバマ政権の優先政策課題だった。<sup>5)</sup> そして、その原動力になった施策の一つが、米国製品の製造品質そのものを改善することだった。これはモノづくりのソフトウェア化やシステム化が進み、企画・デザインという最上流のポジションで付加価値を取るだけではなく、グローバル・サプライチェーンでのモノづくりのコントロールに成功したことを意味している。このことによって新興国における部品産業の成長と共に米国の製造業の復興が達成される仕掛けとしたと考えることができる。つまり、より厳密なシミュレーションによって事前検証した製品仕様書を発注側が作成し、IoT (Internet of Things) を活用して部品製造を担う新興国と情報共有することによって製品品質の向上が達成されるようにしたものである。

一方で、日本の製造業においては、近年の海外生産や海外からの部品調達による生産形態が進む中で、製造における「品質の作り込み」で他国をリードしていた特徴が失われつつある。ましてや製品バリエーションが極めて多様な現状では、海外調達部品の品質を管理することが、以前に比べてはるかに困難になってきたと言わざるを得ない。調達した多くの部品の中のたった一つの不具合が、製品全体の品質に大きな影響を与えることがあるからである。問題の根本的解決のためには、日本企業が設計品質教育の重要性を理解し、もっと設計上流からのIT化を進め、効率的なグローバル・サプライチェーンへの対応を図ることが必要である。<sup>6)</sup> そして、将来にわたり、顧客から高い信頼を勝ち得るためには、従来の検査シート一辺倒の部品納入検査から、設計品質管理手法を用いたグローバルな部品調達モデルの導入へ向かうことが望ましいと考える。

## 参考文献

- 1) 日本貿易振興機構 海外調査部 中国北アジア課：「日台ビジネスアライアンス研究会」報告書, (2010), 42
- 2) 経済産業省 経済解析室：「海外現地法人の調達行動の定量的時系列的把握」, (2016), 16
- 3) 日本貿易振興機構 海外調査部 アジア大洋州課：「アジアの原材料・部品の現地調達の課題と展望」, (2016), 2
- 4) 日本貿易振興機構 海外調査部 北米課：「米国の製造業回帰を検証する」, (2013), 12
- 5) President's Council of Advisors on Science and Technology: Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing, (2012), 43
- 6) 戸水晴夫, 佐藤雄二：製品イノベーションの原動力になりえる設計品質教育の開発, 日本設計工学会 2015 年度秋季大会講演論文集, (2015), 127.

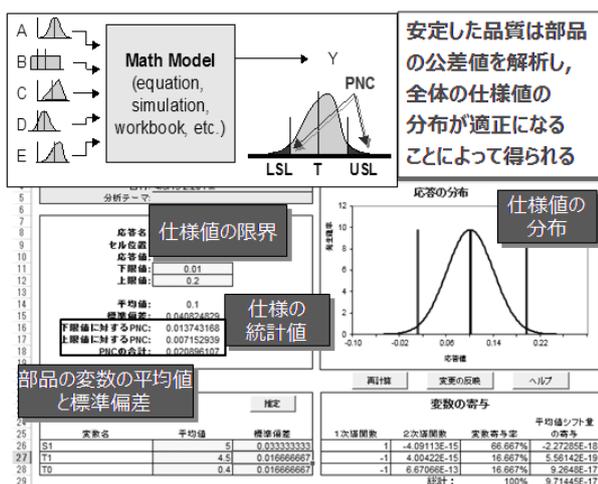


図8 感度分析による公差値の解析結果例