

COVID-19によるアセアン・サプライヤの 新しい評価手法

川 邊 安 彦

1. はじめに

グローバル視点で企業現地調査研究は、2016年メキシコにおいて当時のメキシコ政府機関 ProMexico と共同で実施し、日本から遠く離れた LCC (Leading Competitive Countries: コスト競争力の高い新興国) の海外サプライヤから購入した経験の無い日本企業の為に統計手法のマハラノビス手法を活用する調査手法を研究した。

今回は、海外出張を行わず COVID-19 における環境下でアセアンのサプライヤの調査研究の可能性を確認した。

ここでは、サプライヤの海外調査の通常手順を示す。

- (1) 部品サプライヤは、各国の政府機関を通じて紹介される。しかし、事業内容は明確であるが製品の品質までの情報は得られない場合がほとんどである。
- (2) 次に、経済性（品質・価格競争力）という視点で企業経営状態評価を行う。ここで幾つかの専門的アンケートを行い、現地へ依頼し OK のサプライヤのみ会社の体制監査を行う。
- (3) この体制監査は、現地まで行き提出された内容が現場の状況と同じと確認する必要がある。海外の部品サプライヤの場合、購買部門だけでなく品質部門、時には設計部門まで出張を行ない現場確認の必要性がある。

(4) その後、試作評価を行い、工程監査を行なった後、取引の開始となる。

(5) しかし、ここまで監査を行っているにも関わらず、海外企業においてはその後の不具合が発生することが多くある。

そこで新しいフィルタシステム採用により(3)以降の活動の代わりにアンケート調査(フィルタシステム)を行うことで試作部品の納入まで進めることが可能であるか検討した。

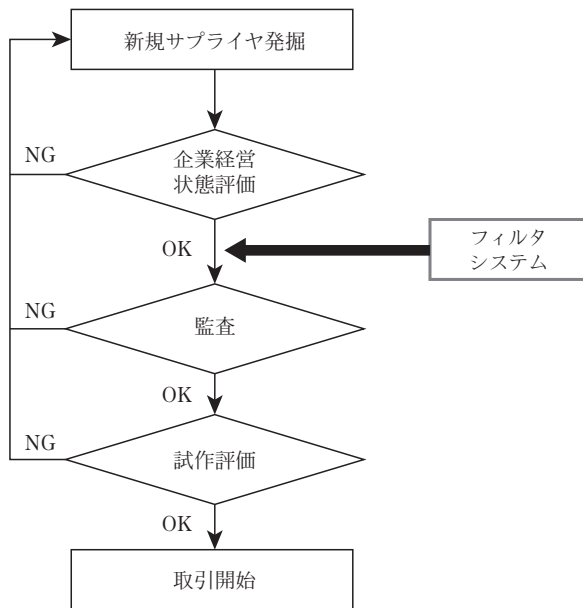


図1. 従来版の部品サプライヤ選定フローチャート

本件を自動車メーカーや自動車部品メーカーで使用する ISO/TS16949 の評価項目で欧州・米国・日本等の自動車完成メーカーのアセスメント内容を比較分析した上で、ものづくり部品サプライヤに適応する基準の新しい質問を加えた内容とした。

次に、過去の研究で作成した自動車完成メーカー複数社のアイテムと ISO 項目の重要度の関連がある考察結果のアンケート内容を使い、部品サプライヤの回答結果を MT（マハラノビス）手法で解析を行ないアセアン用に要素を追加した。

この論文では、COVID-19 の環境下でアセスメントを行わずアンケート型の評価のみで採用する調査研究を行うことで調査関係者及び研究者の身体の安全を担保できる調査手法としての適用性について確認研究を行った。

2. 研究目的

今回、COVID-19 の環境下における新規部品サプライヤにおける品質評価において現場での調査・確認行為を行わず、将来的に品質等のトラブルを担保できるように MT 手法の中の複数の評価項目から優位差を判定するマハラノビスの距離（MD：マハラノビス・ディスタンス）に注目し、効率的に新規部品サプライヤを評価する手法の有効性について検証した。

3. 事前研究

過去に、莊竣喬・川邊らの日本 MOT 学会「自動車部品調達におけるサプライヤ品質評価基準に関する研究」[1]において、サプライヤの品質評価の総合評価アンケートを作成した。

実際の作成手順について図 2 にフローチャートを示す。

総合評価アンケートの作成経緯としては、アメリカ・ヨーロッパ・日本の車両生産メーカーの品質評価から各社の評価項目の共通性を整理した。その後、各項目に対して点数付けと重要度の低い項目の削除を実施し総合評価書をまとめた。

この研究の中で報告されている工程不良率 PPM とアンケート評価結果の相関関係について図 3 に示す。

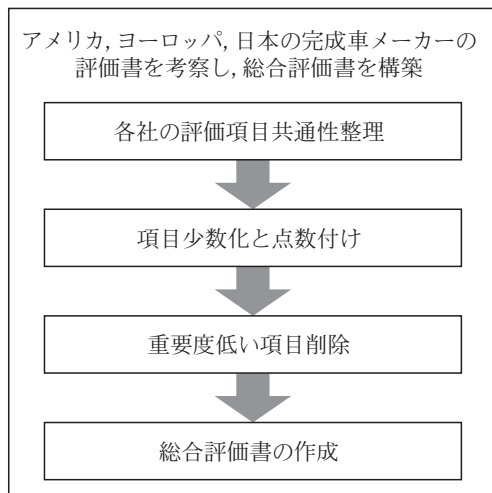
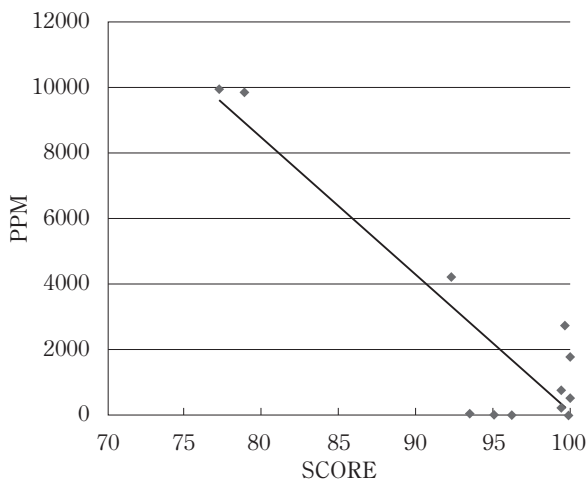


図2. 総合評価アンケート作成フローチャート



相関係数R値 0.93 全17社中の回答 12社

図3. 工程不良率 PPM-アンケート評価相関

図3より、相関係数R値が0.93と高い為、工程不良率 PPM とアンケート評価結果の間には相関関係があると考えた。つまり、新規サプライヤへ研究アンケートを実施すれば、実際に取りを開始した際の不良率 PPM を予測できると評価した。

今回は、改めて相関関係を確認する為、受入不良 PPM を把握している取引のあるサプライヤ（60社）へアンケートを実施し、今回のデータについて相関関係の有無を評価する為にグラフ化したものを図4に示す。

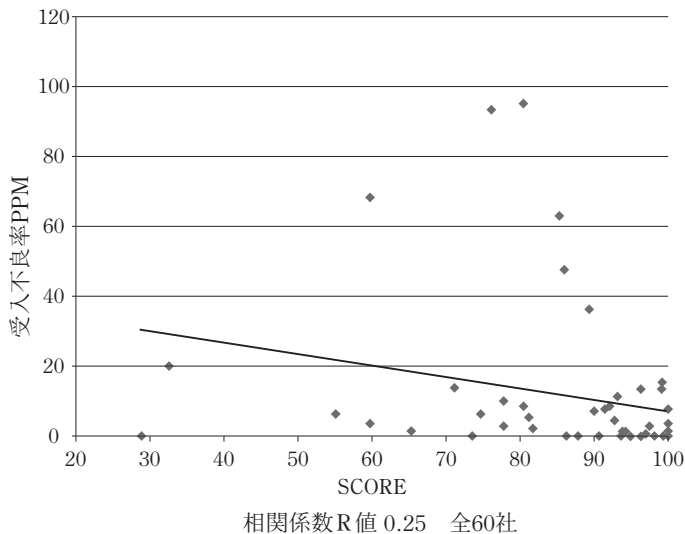


図4. 現行サプライヤ（60社）の相関確認

図4より、現行サプライヤの受入不良率 PPM とアンケート結果の相関係数R値は0.25と低い為、両者に明確な相関関係は認められず、スコアが70～100点の間で受入不良率 PPM が0近傍のサプライヤが非常に多く、両者の関係性がないと評価した。連動していない要因としては工程不良率 PPM ではなく、受入不良率 PPM を使用したことにより、全体的に0 PPM のサプライヤが多いと判断した。

そこで、対象サプライヤについて、業種を工程不良 PPM と受入不良 PPM に差が出にくい鑄造及び鍛造サプライヤのみに限定し、再度相関関係の有無を確認した。

その確認結果を図 5 に示す。

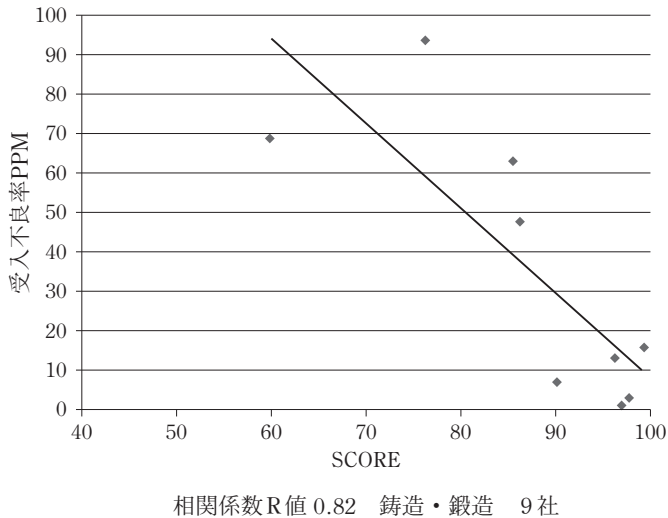


図 5. 鑄造・鍛造サプライヤ（9社）の相関確認

図 5 より、鑄造・鍛造サプライヤに絞り込むことで相関係数 R 値が 0.82 と高いと確認できた。

また、今回のアンケートは全 50 問に全て回答するにはサプライヤ視点で非常に工数がかかるとの反響も得て今後の対応も必要と判断した。

4. 仮説

今回の研究目的は、COVID-19 下においてサプライヤ品質確認のため、海外まで出向がなくても判断できるフィルタリングシステムの構築にある。

つまり現受入実績として品質レベルが優秀で且つ、品質管理レベルが高く安定しているサプライヤを優秀なレベルと定義し、新規サプライヤ確認時点で優秀か否かの判定が可能と考えた。

今回、MT法を用いて解析を行うことにより従来の50問より39問へ減らしアンケート項目からの寄与の大きな項目のみを抽出し、評価の精度を向上させ、且つアンケート項目の削減を行い判断に主眼をおいた。[2]～[3]

5. 検証方法

MD とは、多次元の項目を複合的に評価する手法である。

MD は、以下の多次元の式で表される。

$$MD^2 = \frac{XR^{-1}X^T}{k}$$

各変数 x_j について、基準化値 X_j は以下の式で定義する。

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{\sigma_j} \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k)$$

n = サンプル数, k : 変数の数

また、相関行列 R を計算し求める。

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad r_{ij} = \frac{\sum X_{il} \times X_{jl}}{n} \quad (l=1, \dots, n)$$

尚、今回は変数が2つ（x と y）である為、下記計算式により求められる。

$$M_D = \sqrt{\frac{U_1^2 - 2 \cdot r \cdot U_1 \cdot U_2 + U_2^2}{1 - r^2}}$$

$$U_1 = \frac{X_1 - \bar{m}_1}{\sigma_1} \quad U_2 = \frac{X_2 - \bar{m}_2}{\sigma_2}$$

例として、X値Y値に相関がない場合のMDの概念について図5に示す。

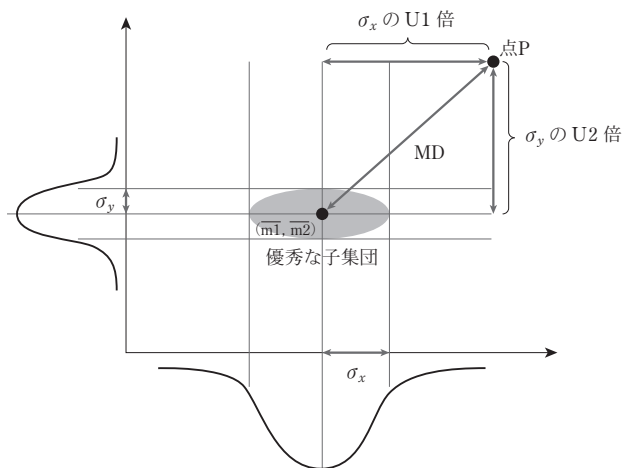


図6. MDの概念 (イメージ)

図6において、理想的な集団が図の範囲内であると定義すると、その集団の平均を基準として対象となる点Pが σ (標準偏差)の何倍に相当するかを示す値をMDという。

MDは、母集団の内、優秀な子集団を抽出し、他の要素が優秀な集団からどれだけ離れているかを数値化したものであり、数値が小さい程優秀であると言える。

本報告では、MDが3以下 (3σ 以下)であるサプライヤは優秀であると定義する。

つまり今回の場合、受入不良率 PPM 及びアンケート評価に対して MD が小さいサプライヤは「不良発生率が低く、品質管理が優秀な為、将来的にも不良が発生しない」サプライヤであると判定ができる。

6. 検証及び考察

今回調査を実施した60社の受入不良率 PPM に対して、上位49社を品質レベルの優秀なサプライヤ（基準空間）とし、その他の11社のサプライヤを品質レベルが優秀でないサプライヤ（信号データ）と定義し、マハラノビスの距離を算出した。

基準空間と信号データそれぞれのマハラノビスの距離の分布比較を図7に示す。

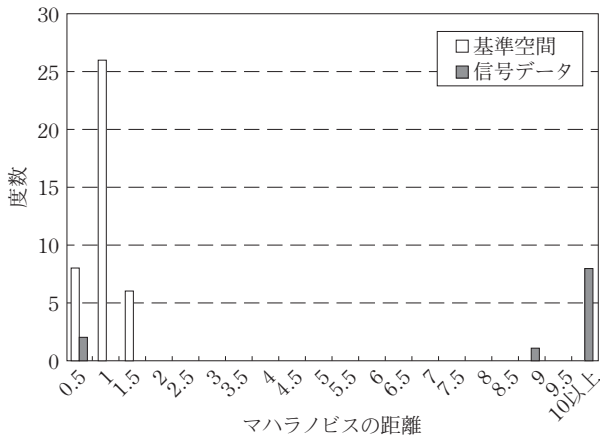


図7. 現行サプライヤのマハラノビスの距離度数分布

図7より、マハラノビスの距離を用いてサプライヤの品質レベルの優劣の判別ができることが判明した。

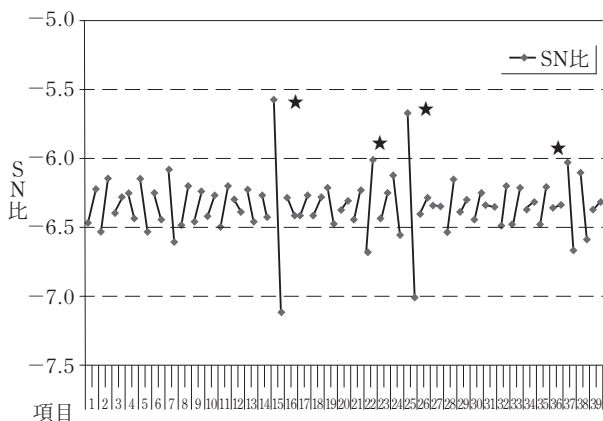


図8. 現行サプライヤの要因効果図

図8は、マハラノビスの距離の算出に各々のアンケート項目を使用した場合と使用しなかった場合のSN比の差異を示すものであり、アンケート項目有りの場合が無しの場合に対してSN比の値が高いほど、そのアンケート項目が基準空間から信号データの距離をより遠くするのに有効な要因であることを意味する。

今回の結果から、品質レベルの優劣において、受入不良 PPM の予測に特に大きな因子となるアンケート項目を4つ抽出できた。(図7中★項目)

今回 MT 法により抽出されたアンケート項目を大別すると、表1のような結果となった。

表1より、サプライヤの品質レベルへの貢献度が高いアンケート項目は、日本での研究と同様「品質管理システム」のような直接的な項目よりも「変化点管理体制」、「不良品管理体制」、「材料管理体制」といった項目であることが判明した。

表 1. アンケート項目内容と項目数

アンケート項目の内容	オリジナル項目数	MT法適用後項目数
品質管理システム	2	0
従業員管理体制	4	0
変化点管理体制	3	1
統計的管理体制	1	0
メンテナンス管理体制	6	0
コントロールプラン管理体制	1	0
不良品管理体制	4	0
受け入れ検査管理体制	1	1
材料管理体制	2	1
その他	15	1
合計	39	4

7. 今後の課題

現状、COVID-19下でこの研究の成果の拡大を行うことは難しいが法政大学経済学部の地域経済論の中で今後、確認研究及び調査の拡大を図りたいと考えています。

タイ政府においては、タイ工業省やタマサート大学経済研究所研究所長タナン教授と共にタイ王族のサポートを頂き、タイの次世代産業育成に活用したいと考えています。

参考文献

- [1] 自動車部品調達におけるサプライヤ品質評価基準に関する研究
 荘竣喬・川邊日本 MOT 学会研究発表 2011
- [2] や・さ・し・いタグチメソッドの応用と数理著者：森輝雄
- [3] や・さ・し・く・事例で解説するタグチメソッド・ポケットガイドブック
 ロバストデザインから直行表・MTによる改善・解析・調査まで著者：
 森輝雄

COVID-19's new evaluation method for ASEAN suppliers

Yasuhiko KAWABE

《Abstract》

This study is a paper on a method to evaluate the quality level of a supplier by judging by MD (Mahalanobis distance) of the MT method in COVID-19.

Keywords : Online survey, Mahalanobis Distance, Supplier evaluation