

# 機械不稼働原因の検討における クラスター分析の利用について

大 杉 直 幹

## An Application of Cluster Analysis Technique for Detecting the Causes of Minor Machine Sttopages

Naomiki OSUGI

It is imperative for a manufacturing business to maintain constant and high level machine utilization in order to perform the Just-In-Time manufacturing system effectively and to achieve higher productivity.

Besides functional machine breakdowns, there frequently happens machine stoppages due to minor malfunctions of the equipments as well as by committed / omitted faulty operations by operators that can be restored to the normal condition in a short time.

In conventional approach for detecting causes, "Cause analysis table for defect machine utilization ratio" as well as Pareto-ABC-Analysis are adopted.

This paper presents a result of the application of Cluster Analysis Technique for the given subjects which demonstrates the following advantages.

- (1) Critical cause factors are effectively isolated and the total picture is illustrated with comprehensive visuality.
- (2) It detects causes of similar categories rather easily and quickly thereby multiplier effects are expected when a single action is taken for eliminating one selected cause.

### 1. まえがき

設備の近代化に伴って、機械は自動化され、作業者は補助的作業或は段取、保守点検といった業務に携わる比重が大きくなってきている。一方仕掛量を最低にまで削減し、いるものだけを、いる時に生産するいわゆるJ・I・T生産が普及してきている現況下において、稼働すべき時に設備が停止する事態は、単に生産コストを高めることへの影響のみでな

く、生産計画の狂い、労働時間延長に伴う労務管理上の問題、納期遅延からくる得意先への影響、信用にまで波及する問題となる。又機械が自動化されるに伴い、機械の多台持ち、或は多工程持ちが増大して、自動化装置も改良され、不稼働原因も多岐に亘ってきてをり、作業者の気の付かない間に機械が停止していることも珍らしくない。J・I・T生産の基礎を支え、生産性の向上を図るためには、機械不

表1 機械別加工部品表

機 械	A	B	C	D	E
部 品 番 号	1・2・3	4・5・6・7・8	9・10・11・12	13・14・15・16	17・18・19・20

機 械	F	G	H	I	J
部 品 番 号	21・22・23	24・25	26・27・28	29・30・31・32	33・34・35



稼働時間、とりわけいわゆるチョコ停<sup>1)</sup>を撲滅することが極めて肝要になってきている。一方チョコ停は簡単に復帰するので、対策を立てる間もなく日常業務に追われ、停止が繰返されることが多い。基本的対策を立てる上から、ある自動車部品を加工している中小企業を事例とし、チョコ停の実態とその要因の特徴を把握し、設備の有効利用と、J・I・T生産方式への対応を高める対策についての分析方法について検討を試みた。

2. 目的

J・I・Tという生産態勢において、チョコ停をなくするための対策を立てる上において、一般的に用いられる原因別不稼働率表に、クラスター分析を併用し、原因の重点把握をより容易にする方策について検討する。

3. 研究内容

今回研究対象としたのは、自動車部品のプレス加工を行っている中小企業の自動プレス10台で、作業員2名が受持つラインである。このラインにおいて観測時間帯における総ての不稼働時間を連続観測した結果、表1のように、35種類の部品が加工され、不稼働原因としては16種類の原因があった。勿論この不稼働原因は、使用機械、加工されている部品によって様々であるが、こゝでは一事例として取上げたものである。観測時間に対する不稼働時間の割合をそれぞれ機械別、部品別に集計したものは、表2、表3のようになった。但し、機械の計画停止時間、段取時間は観測の対象から除外した。

次に、この集計をクラスター分析により分析してみる。クラスター分析では、距離尺度、クラスター間距離の計算方法には種々の方法<sup>2)</sup>が考えられてをり、それぞれ異なった結果が算出される。そこで今回のような不稼働分析においては、ある原因により、かけ離れた不稼働状態を示している機械又は部品を容易に発見したり、類似の原因により不稼働状態となっている機械又は部品のグループを見出すことにより、対策の水平展開、即ち、同じ対策によって得られる効果を、個々の部品、個々の機械に止まらず、他の部品、機械への波及効果を及ぼすように考えた。このような場合、クラスター間距離については、重心法、メジアン法、ワード法、可変法( $\beta = -0.25$ )については、デンドログラム<sup>3)</sup>は群平均法と略々同様の図形となり、又距離尺度については、ユークリッド距離、標準化ユークリッド平方距離、マハラノビスの汎距離、ミンコフスキー距離( $K = 3$ )について、デンドログラムを検討した結果、クラスター

の融合状態に若干の相違が出てくるが、大勢には影響ないと考えられたので、総合して、ユークリッド平方距離又はこれを一般化したミンコフスキー距離が利用しやすいと思われる。ミンコフスキーは

$$d_{ij} = \left\{ \sum_{l=1}^m |x_{il} - x_{jl}|^k \right\}^{1/k}$$

で定義され、 $K = 2$ とせばユークリッド距離となるが、図形の判断のし易さからみて、 $K = 3$ を利用し、クラスター間距離は群平均法を利用することにした。

図1は表2に基き、図2は表3に基くクラスター分析<sup>4)</sup>である。これによると図1から、機械Bが他の機械とかけ離れた状態を示している。これは表2より、原因として「材料供給」(プレスへの材料自動供給装置の不良)の値が突出しているからである。又同じく図1より、機械DとE、機械FとGの近似性が高いが、表2より、これは不稼働率の値はそれほど高くないが、原因「箱替」(部品箱が満杯になったとき箱の交換)及び「作業員不在」による不稼働という点では共通性の高いことを示している。

次に図2より、部品4並びに部品5がかけ離れた状態を示しており、表1よりこれら部品は機械Bで加工されているので、前述の機械Bの不稼働率の高

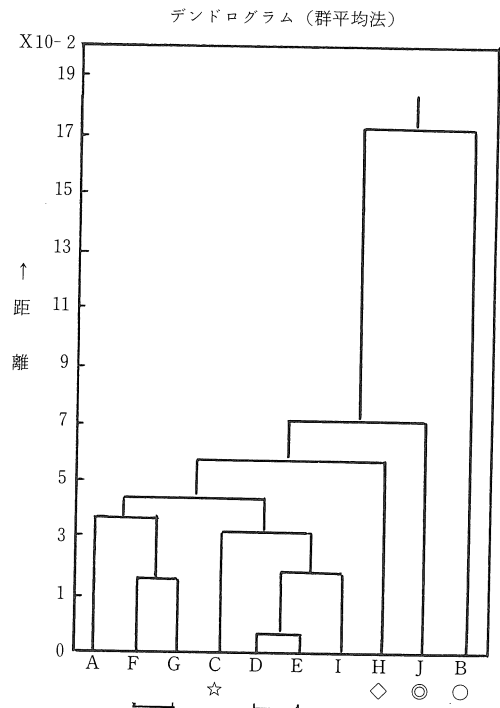


図1 機械別クラスター分析

デンドログラム (群平均法)

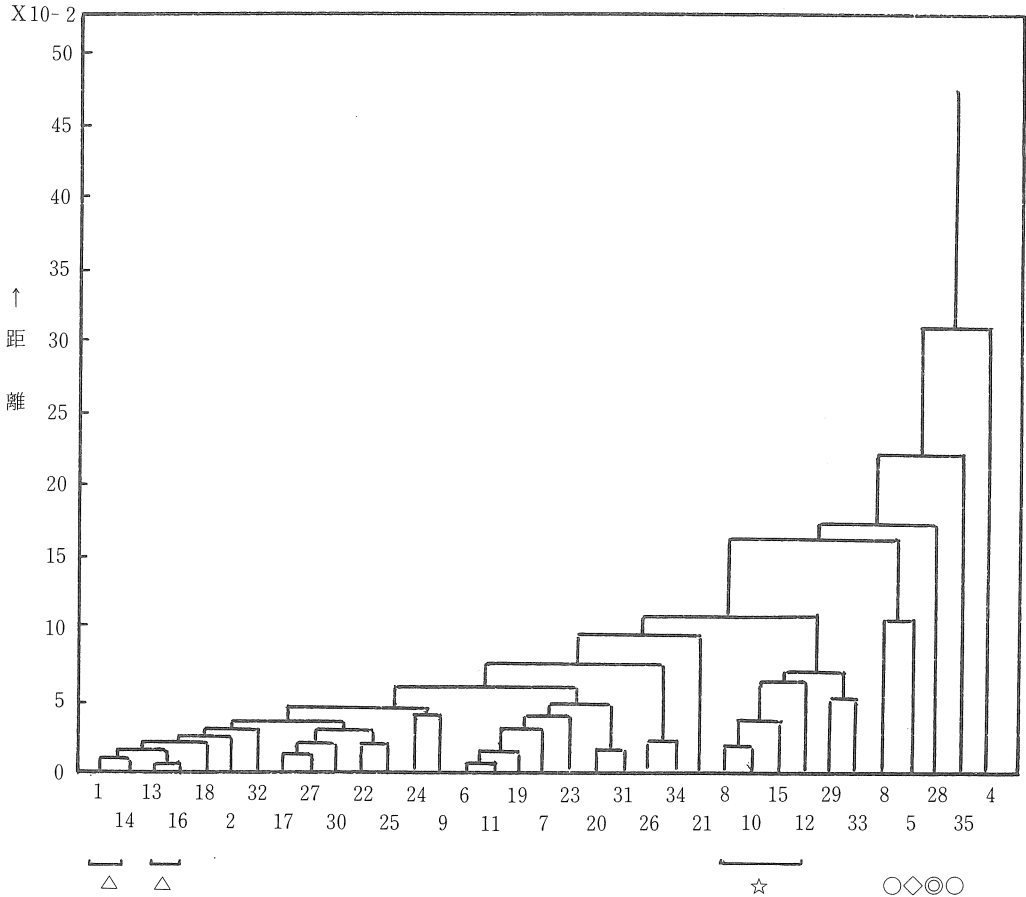


図2 部品別クラスター分析

いのは部品 4, 5 を加工した際の原因「材料供給」によることが分かる。又部品35, 28がやはりかけ離れているが、表 3 より、部品35は「作業員不在」により、部品28は「エア低圧」(部品供給用吸盤のエア圧力低下)において不稼働率が高く、それぞれ表 1 により、部品35は機械 J、部品28は機械 H で加工されているので、図 1 より J、H の主な不稼働原因となっていることがわかる。更に同じく図 2 より部品 8, 10, 12, 15並びに 1 と 14, 13 と 16 がそれぞれ共通性が高いことを示しているが、表 3 より、共に「作業員不在」による不稼働によることを示している。

対策の一例としては、「作業員不在」に対しては作業員の機械受持範囲を変更することにより、各部品共に停止時間の短縮を図り、「箱替」については、小箱の自動交換システムの導入を行うことにし、機械 A, B, D, E 及び F, G 共通的に稼働を上げるよう対策を立てた。

4. まとめ

必要なものを、必要なだけ、必要なときに生産するいわゆる J・I・T 生産を実現し、仕掛量を減少し、在庫費用の節減、作業スペースの有効活用、労働時間の短縮、納期確保等々合理化推進のために、設備機械は稼働すべきときに常に最高のコンディションで稼働しなければならない。このために不稼働原因を分析し、不稼働率の高いもの、対策の容易なものから改善を行うわけであるが、その際利用される不稼働分析には、原因別比率表又はこれをパレート図にし、重点を把握することが一般に用いられてをり、これでも実態把握することは出来るわけであるが、更にクラスター分析を併用することにより、特異発生現象を容易に見出したり、同じ傾向のものグループが明かになる。ただ、クラスター分析の場合、問題点の多いものの近似性とは限らず、問題点の少ないものの近似性が優先的に表示されることもあるので、原因別比率表によって、問題点の高い

項目と、近似性の高い組合せとを併せ考える必要がある。その点、クラスター分析は、比率表の補助的役割しか持たないが、不稼働原因、部品点数、機械台数が多くなると、比率表は大変見づらくなる。このような場合には、問題箇所を早く、分かり易く見出すことが出来、大変有効なものと考えられる。

#### 謝辞

本実験に際し、観測現場の提供をして戴いた企業には、一方ならぬご協力を賜った。深く謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) TPM展開プログラム, 中嶋清一, 日本プラントメンテナンス協会, 115, 東京, 1982
- 2) 5) パソコン統計解析ハンドブック II 多変量解析編, 田中豊, 共立出版, 228-233, 東京, 1988
- 3) 4) クラスター分析システム, システム・ライン, 日本能率協会総合研究所, 東京, 1989

(受理 平成3年2月20日)