

# 多計測データを統合した設備診断システムの開発

株式会社プローブ

手島 昌一  
teshima@prob.co.jp田村 義和  
tamura@prob.co.jp

本研究は、多数の計測データを統合して、設備が安全に稼働しているか否かをリアルタイムで出力するシステムの開発を意図して行っているものである。15種類の時系列の計測データから設備稼働の特徴を多数抽出し、統計的理論を適用したMTA法により、設備の稼働状態を正常状態からの距離として出力する。人間と同等あるいはそれ以上の判定をリアルタイムで実現することを確認した。

## 1. はじめに

機械や設備の状態をコンピュータが自動診断するという課題は、万が一誤りが生じたときにどの程度の損害が生じるかによって、開発の思想が異なる。万が一の誤りが、取り返しのつかない損害を発生する場合、最終判断は人間が行うのが通例である。例えば発電所では、多数の計測装置が温度や圧力などの推移を計測するが、計測値を監視し、異常発生時の最終判断を下すのはほとんどの場合人間である。人間の方がコンピュータと比較して総合判定の面で信頼性が高く、コンピュータの情報は支援情報として有益であっても、最終的な判断を依存するまでに至っていないという認識があるからである。

しかし、最近、航空機のニアミス事故に関する国土交通省の事故調査委員会から、「衝突を回避するために、人間の判断ではなく装置の指示に従うべき」と発表され、論議を呼んでいる。複数の航空機が相対的に接近しつつある際の情報が、きわめて複雑で猶予のない状態であるため、コンピュータの判断に従う方がより安全であるとの結論である。論議を呼ぶのは、それでもなおコンピュータの能力に不安があるからである。多数の情報から一つの判定を下すための適切な判定理論を確立することが、システムの安全管理の今後の重要な要件である。

本研究は、多数の計測データを統合して、設備が安全に稼働しているか否かをリアルタイムで出力するシステムの開発を意図して行っているものである。15種類の時系列の計測データから設備稼働の特徴を抽出し、統計的理論を適用したMTA法により、設備の稼働状態を正常状態からの距離として出力する。本研究の結果、人間と同等あるいはそれ以上の判定をリアルタイムで実現することが確認された。

## 2. 設備診断の概要

対象とした設備診断の概念図を図1に示す。比較的規模の大きな設備であるが、その稼働状態を監視するために、温度、圧力、振動などを複数箇所で計測している。

従来は、計測値を個別に表示し、専任の監視員が判定を行ってきた。しかし、異常の発生は計測値を個別に見ただけでは検知できず、各計測値の相関も考慮しなければならない。ある計測値が徐々に上昇しているときに、他の特定の計測値が下降するようなことが正常時にはあり得ない場合、何らかの異常が発生している可能性がある。従来のシステムでは相関も考慮した判定は人間に任されており、コンピュータは各々の計測値が一定の範囲に収まっているか否かを判定することが多かった。

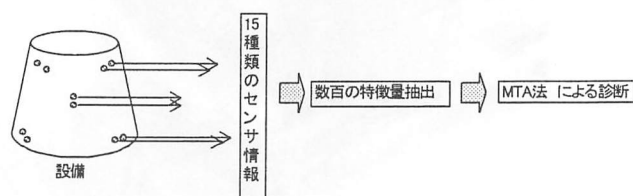


図1 設備診断の概念図

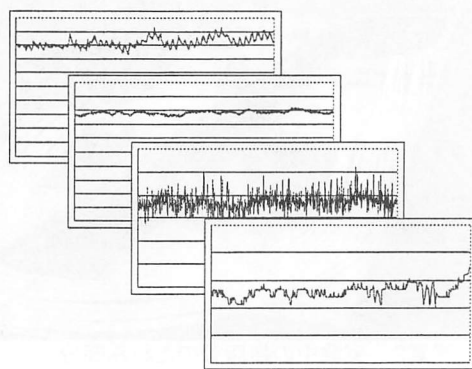


図2 計測値の一部

### 3. 計測値の例と認識空間

図2に、計測値の一部を示す。時々刻々と時系列で変化しているが、この計測値から設備監視に必要な特徴を抽出した。特徴としては、各計測値の生データあるいはその時間的な変化などがあるが、その総数は数百となった。

この多数の特徴から認識空間を求めるが、その理論的中心としてMTA法と呼ばれる理論を適用した。MTA法は、統計理論を応用したものだが、特徴的なことは、「正常な状態」のみから得た特徴を用いて認識空間を作成する。「病気がどうかを診断するための認識空間は、健康人のみの特徴から作成する」という考えであり、これまで医学分野などでも成果を挙げている。本研究でも、全く同様に予め監視員の判定で「正常」という判定を下した状態から計測値を収集し、認識空間を作成した。ただし、「正常」以外の状態はこの場合「異常」ではない。監視員が「どの観点から診ても、正常の範囲に納まっている」ことが正常であり、一部でも疑わしい状況があれば、正常からは除外している。対象とした設備は、故障にまで至ることが許されないためである。

MTA法の計算式は以下の通りである。

今、正常な状態からk個の特徴を抽出したとき、まずk個の特徴間の相関行列を計算する。この相関行列について、余因子行列 $A_{ij}$ を求める。この行列が認識空間となり、任意の対象に関する距離は以下の式で求められる。

$$D^2 = \frac{1}{k} \sum_{ij} A_{ij} \left[ \frac{X_i - m_i}{\sigma_i} \right] \left[ \frac{X_j - m_j}{\sigma_j} \right] \quad (1)$$

ここで、Xは任意の対象から得た特徴、mおよび $\sigma$ は各特徴ごとの平均値、および標準偏差である。

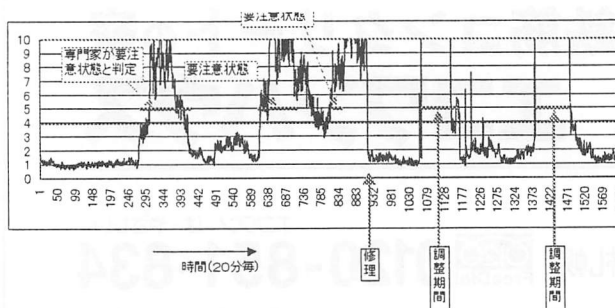


図3. 設備の診断結果

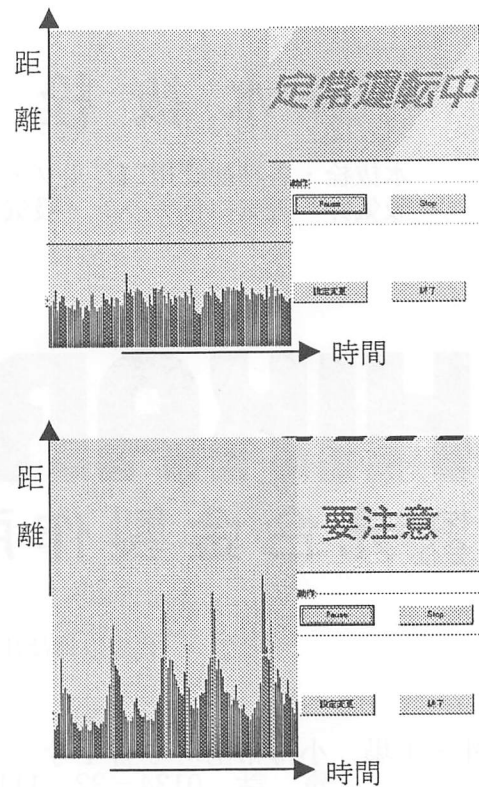


図4. 正常度の表示画面例

### 4. 設備診断の結果

図3に診断結果を示す。グラフの横軸が時間、縦軸が「正常な状態からの距離」である。すなわち、縦軸の値が大きいほど異常なことを示す。このグラフには専任の監視員による判定も重ねて表示している。監視員は、コンピュータによる判定とは全く独立して、設備が正常かどうかを判定している。対象とした設備は、故障するまでの異常は許されないため、多少でも「正常から外れかかっている」と認識した時点で、マーキングをしている。

図3から、監視員の判定と本研究の判定とがよく一致していることがわかる。さらに、監視員が「正常に復帰した」と判定した時点でも、まだ「外れかかっている」との判定を継続している箇所がある。この部分に関する妥当性については、今後詳細に検証してゆく。図4には診断システムの表示画面を示す。

### 参考文献

田口玄一：MTシステムにおける技術開発，日本規格協会(2002)