

【技術分類】 1 - 4 - 1 用途 / 検査・診断 / 自動診断・処理

【技術名称】 1 - 4 - 1 - 1 遠隔監視のための自動診断ロジック

【技術内容】

遠隔監視システムは、対象設備をセンサ等で自動監視し、監視のためのデータ収集を自動で行う。しかしながら、回転機器<sup>1</sup>等の異常状態を振動データ等のみから自己診断することは実質的に困難であり、運転データをコントローラから取得して振動データと組み合わせて総合的に評価することが行われている。このように自動診断を構築するには、診断対象に応じた対象設備固有の診断ロジックが必要であり、そうしたロジックを容易に組み込める仕組みが必要である。

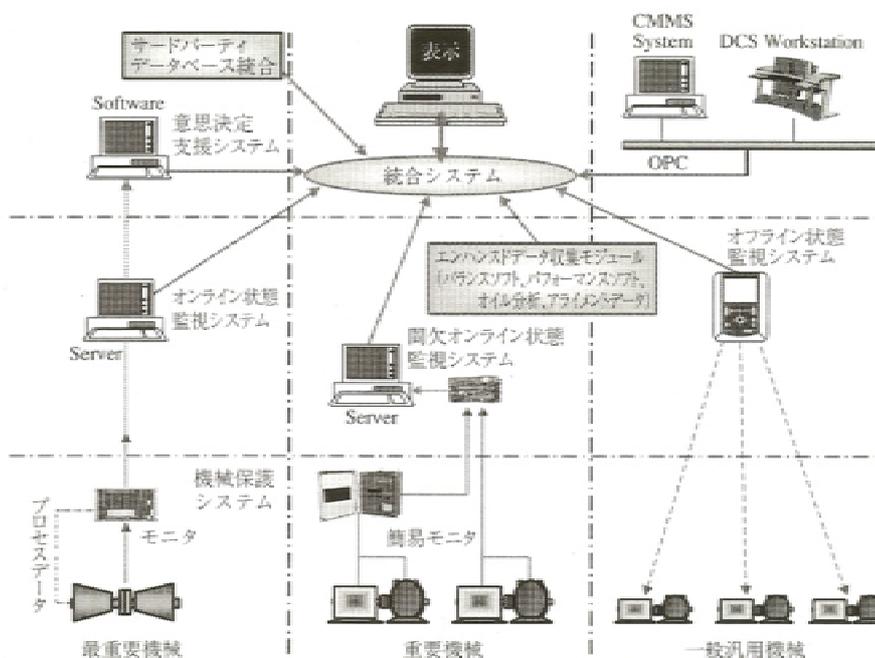
図1に自動診断システムの概要を示す。まず、監視対象の全ての収集データに関して、収集タイミングを変更して、必要なデータだけを遠隔監視システムにより収集する。その際、ある閾値を設けてデータの収集をしようかどうかの判断を行う。ある一定のパターンを外れるデータがあった場合、収集間隔を小刻みにしてデータ蓄積を行う。

選別されて蓄積された収集データは、いくつかの関連データごとにグループ化する。グループ内のいずれかのデータが閾値を超えた場合は、グループ内の全てのデータを蓄積するようにする。必要なデータのみを自動的に蓄積することで、自動診断を実現する。

自動診断ロジックは、機器固有のルールをブロック図による IF-Then ルールで作成し、ルールエンジン<sup>2</sup>に取り込む。異常状態が発見されると、ロガー装置にログ蓄積されたデータを、ルールエンジンの診断ロジックに従ってスクリーニングし、同一の条件における稼働データの比較によって、異常状態の原因を自動診断する。

図2には、自動診断のフローチャートを示す。

【図1】自動診断システムの概要

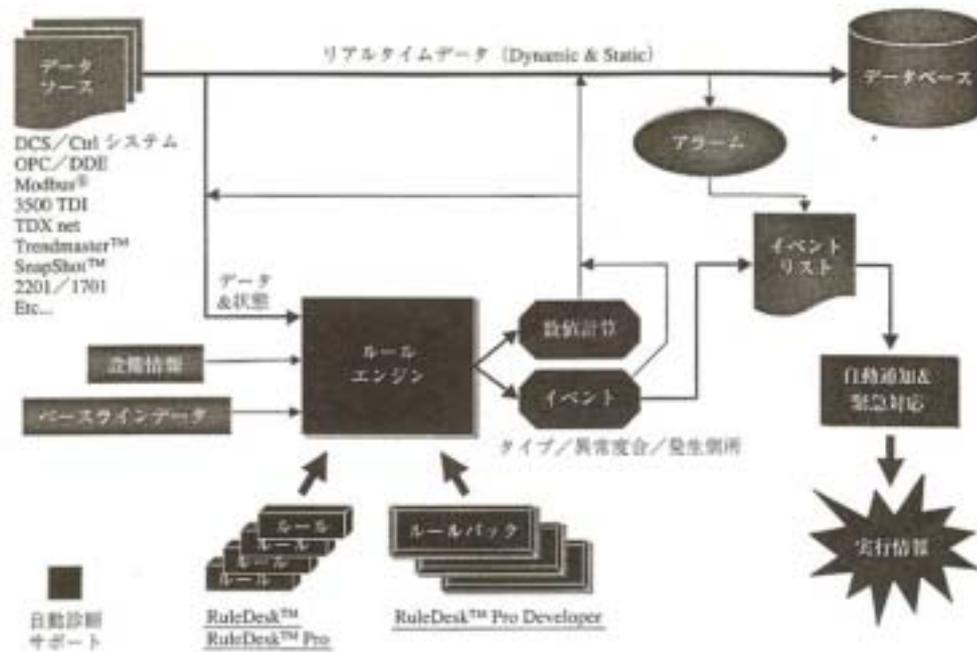


出典：「遠隔監視システムによる異常予知と故障診断」,「検査技術」,2005年3月,日本ベントリー 河部佳樹著,日本工業出版社発行,14 21頁 1 自動診断システムの概要

1 タービンなど回転する機械。

2 条件文を大量に保持しておき、人に代わって簡単な判断を自動的に行うソフトウェア。

【図2】自動診断のフローチャート



出典:「遠隔監視システムによる異常予知と故障診断」,「検査技術」,2005年3月,日本ベントリー 河部佳樹著,日本工業出版社発行,14 21頁 7 自動診断のフローチャート

「Modbus」: シュナイダー オートメーション インコーポレイテッドの登録商標

【出典 / 参考資料】

「遠隔監視システムによる異常予知と故障診断」,「検査技術」,2005年3月,日本ベントリー 河部佳樹著,日本工業出版社発行,14 21頁 (<http://www.ice-keiso.co.jp>)

【技術分類】 1 - 4 - 1 用途 / 検査・診断 / 自動診断・処理

【技術名称】 1 - 4 - 1 - 2 基盤テスト回路による故障検知法

【技術内容】

電子機器装置のボードに組み込まれているプリント回路基板には、本来の実装回路とは別にテスト用の回路が設けられている場合がある。このようなテスト回路を用いてプリント基板実装後のボードテストを容易に行う方法を、「バウンダリスキャンテスト」という。

バウンダリスキャンテスト対応のデバイス回路例を図1に示す。

バウンダリスキャンテスト用回路は、デバイス回路の出荷後には無用となって、電子機器装置に残存することになるが、この制御装置に残存したバウンダリスキャンテスト用回路を利用して制御装置の故障検知を行うシステムが開発されている。

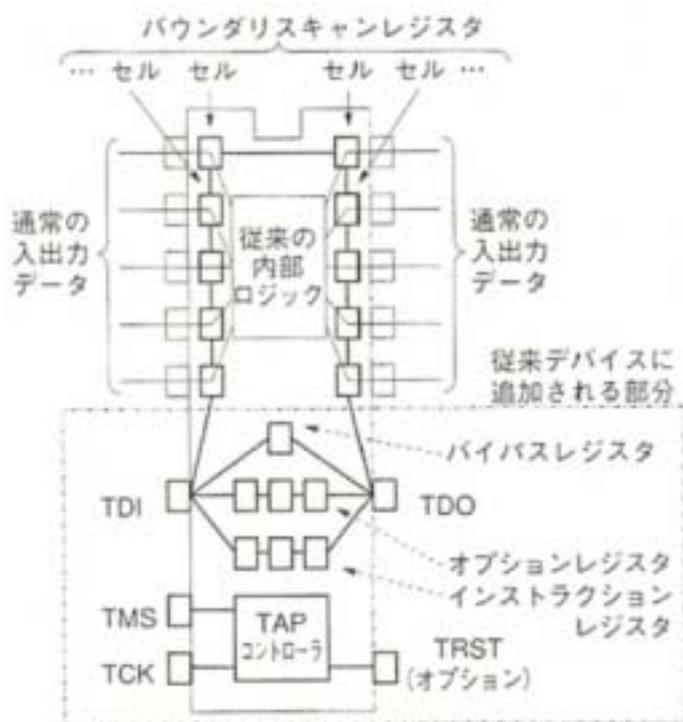
バウンダリスキャンテストには、対象回路に影響を与えずにテストが行えるノーマルモードと、回路内容に依存してテスト結果が反映されるテストモードがある。本技術は、このノーマルモードでのバウンダリスキャンテスト機能を用いることで、制御システムの稼働最中に、制御回路の故障検知を行うものである。

図2には、バウンダリスキャンテスト機能を用いた制御システムの監視制御の例を示す。

バウンダリスキャンテストによって監視制御された収集データは、通信回線を通じてホストコンピュータや中央監視室などのシステムに制御情報として伝達される。これらのデータは保守情報として蓄積され利用されるとともに、バウンダリスキャン機能によって異常が発見された場合、バウンダリスキャンテスト回路を操作して予め用意したフェールセーフなデータを強制出力する。バウンダリスキャンテスト回路の強制出力動作は、回路の本来機能の出力に優先する構造になっているため、安全な回路動作を実現することができる。

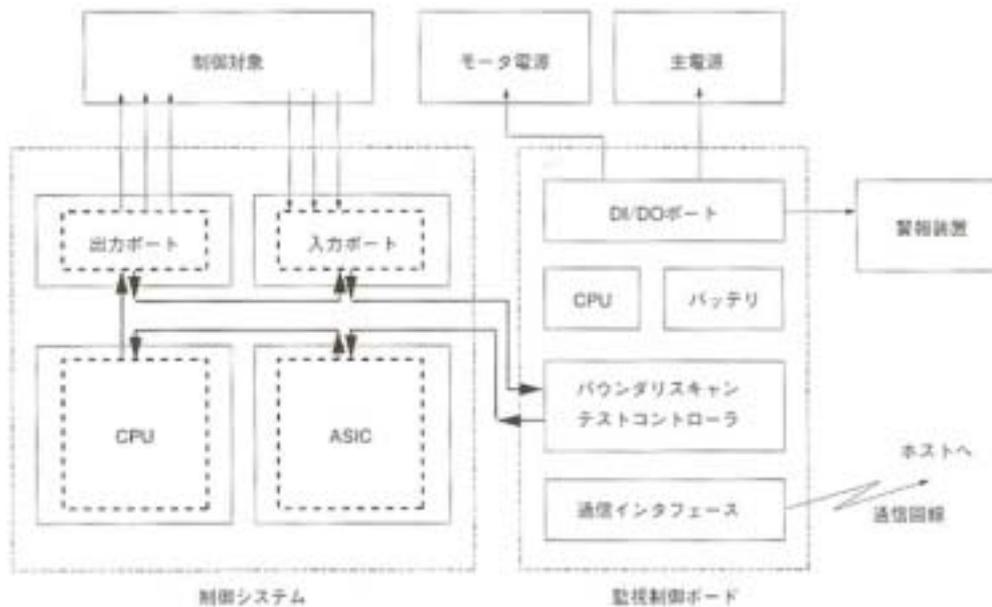
このようにして、デバイス回路出荷時に本来の役割を終えたバウンダリスキャンテスト回路を利用することによって、制御システムの安全性と信頼性を向上することができる。

【図1】 バウンダリスキャンテスト対応のデバイス回路例



出典:「バウンダリスキャンによる制御システム故障検知法」,「オートメーション Vol.45 No.2」,2000年2月,都立産業技術研究所 坂巻佳壽美著,日刊工業新聞社発行,78 82頁 1 バウンダリスキャンテスト対応デバイスの例

【図2】バウンダリスキャンテスト機能を用いた制御システムの監視制御の構成例



出典:「バウンダリスキャンによる制御システム故障検知法」,「オートメーション Vol.45 No.2」,2000年2月,都立産業技術研究所 坂巻佳壽美著,日刊工業新聞社発行,78 82頁 7 バウンダリスキャンテストを用いた制御システムの監視制御例

【出典/参考資料】

「バウンダリスキャンによる制御システム故障検知法」,「オートメーション Vol.45 No.2」,2000年2月,都立産業技術研究所 坂巻佳壽美著,日刊工業新聞社発行,78 82頁

【技術分類】 1 - 4 - 1 要素・基盤技術 / 検査・診断 / 自動診断・処理

【技術名称】 1 - 4 - 1 - 3 定性モデルによるビル空調システムの異常診断

#### 【技術内容】

ビル空調システムにおける測定ポイントは数千点以上にも及ぶため、運用管理をしている操作者やメンテナンス担当者にとって、これら全てのポイントの測定値を監視し、または分析して、異常発生時の原因を特定することは困難である。このような大規模なシステムには、従来から「エキスパートシステム<sup>3</sup>」による診断システムが導入され、異常診断に利用されてきた。

「エキスパートシステム」は、IF-Then ルールを計算機内に保持しておくことで、異常発生時に計算機が演繹を行うものである。しかし、ビル空調システムの数千ポイントにもおよぶ測定点のそれぞれに適切なルール設定をしようとすると、作業量が膨大となる。

そこで、空調システムにおける個々の機器の定性的なモデルを組み合わせて、システム全体の定性モデルを作成し、異常発生時にはこのモデルを用いて症状を解析するものが用いられている。これによってモデルから異常症状の原因が割り出せるようになるので、エキスパートシステムに登録するルールが大幅に削減される。

図1のシステムでは、定性モデルとして符号付有向グラフ<sup>4</sup>によるモデル化を行ったものである。ある状態変数（測定ポイントの値）が増加すると、別の状態変数も増加するという関係があれば、それらを実線の矢印で結んでいる。逆に状態変数の増加に対して減少する項目は破線の矢印で結ぶ。「増加」は値がある閾値以上になること、「減少」はある閾値以下になることを表す。

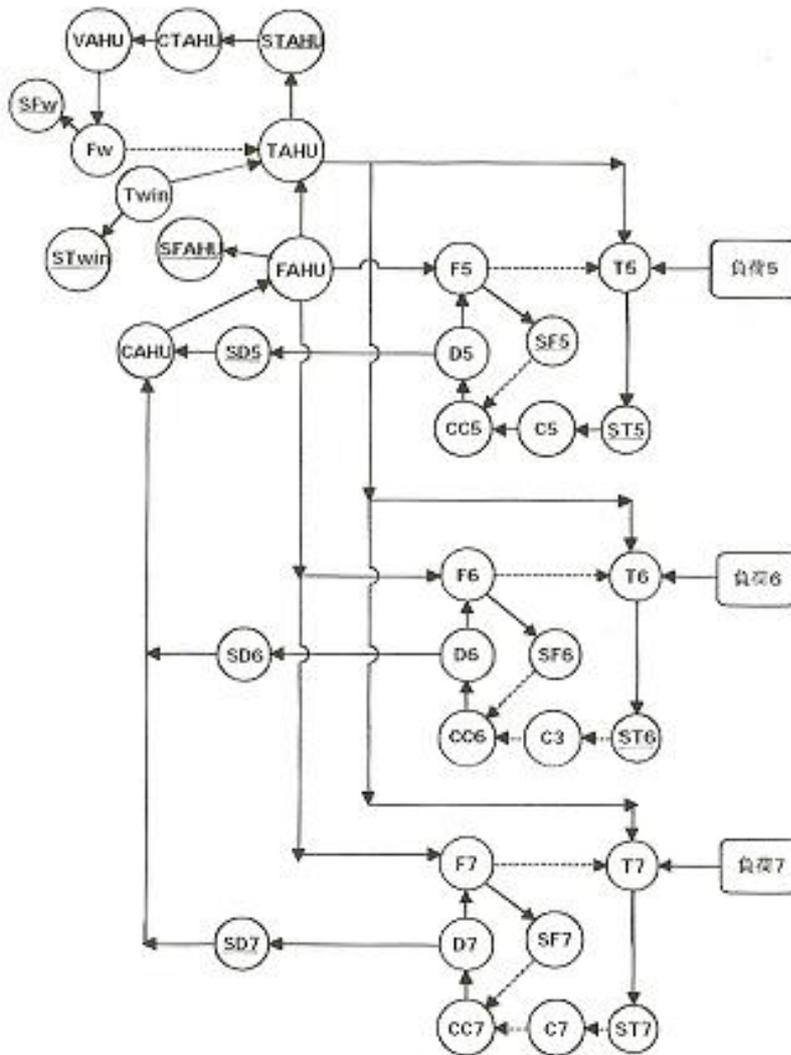
異常発生時の症状を、符号付有向グラフによるモデルによって計算機が解析することで、異常発生の様子が明らかになり、最も根幹となる症状を見つけ出すことができる。異常判定の閾値は、正常動作時の平均と標準偏差に従って設定される。また、増加・減少値域と正常値域の間に曖昧値域を設定し、曖昧値域にある状態変数は正常・異常が未確定なものとして取り扱い、解析を行う。

---

<sup>3</sup> 特定分野に特化した専門知識データベースを元に推論を行ない、その分野の専門家に近い判断をくだすことができる人工知能(AI)システム。

<sup>4</sup> 頂点と辺を結んだものがグラフで、辺に方向があるものが有向グラフ。グラフを用いてデータ構造を表現できる。

【図1】ビル空調システムを符号付有向グラフでモデル化した例



出典：「定性モデルを利用したビル空調システムの異常診断」,「Savemation Review Vol.17 No.1」, 1999年2月, 潮崎 淳一、宮坂 房千加著, 株式会社山武発行, 40 45 頁 9 VAV 空調系の符号付有向グラフ

【出典 / 参考資料】

「定性モデルを利用したビル空調システムの異常診断」,「Savemation Review Vol.17 No.1」, 1999年2月, 潮崎 淳一、宮坂 房千加著, 株式会社山武発行, 40 45 頁

【技術分類】 1 - 4 - 1 要素・基盤技術 / 検査・診断 / 自動診断・処理

【技術名称】 1 - 4 - 1 - 4 オンライン故障診断・予測技術

【技術内容】

プラントの生産設備では、操業の安定化と設備機器の長寿命化、そしてそのための保守・保全費用の効率化を実現するために、保守・保全作業の自動化、オンラインでの保守データの収集・分析・診断等の技術を導入し、設備機器の故障間隔の長期化、修復時間の短縮化が目指されている。

オンライン診断では、1) 設備機器から得られる各種実績データのリアルタイムでの診断、2) 収集・蓄積された履歴データの分析により故障時の異常個所の早期発見、3) 故障が発生する前に異常兆候を発見し突発故障を未然に防止する、ことが求められる。

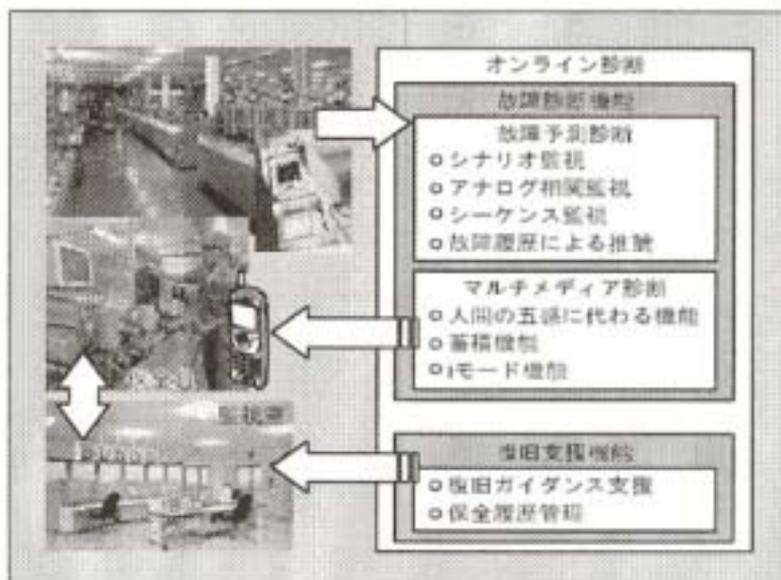
図1に示したものは、このような目的から、オンライン収集されたデータをもとに、故障予測診断を行うとともに、故障時の復旧作業を円滑化するためのシステムに関するものである。

主な機能を以下にまとめる。

- ・プラントの起動、停止、処理内容の切り替え等において、想定される挙動や操作タイミング等をシナリオ化し、監視データの推移と対比することで、異常挙動を検出し故障予測を行う
- ・相関をもつ複数のプロセス変数間の関係を予め定義しておき、オンライン収集された監視データが正常な相関分布の範囲内に収まっているかどうかを判定し、異常兆候を発見する
- ・シーケンス制御<sup>5</sup>等の処理で手順が確定している制御の信号データを記録し、正常稼働時の操作手順、タイミング等のずれを検出して、異常シーケンスを発見する
- ・設備稼働時間および稼働条件等のデータから、過去の保全記録・故障履歴をもとに、適切な保全方法、適確な故障からの復旧手順を導き出す

計測振動データの分析だけでは異常原因が十分に把握できないことがあるため、画像や音声、匂い等のマルチメディアデータを活用し、診断作業員の五感による評価を加えることで、診断精度を高めることも行われている。

【図1】 オンライン故障診断・予測システムの機能構成



<sup>5</sup> 予め決められた手順に従い、順次動作を決定していく制御方式。

出典：「プラントオンライン診断システム」,「富士時報 Vol.74 No.4」, 2001 年 4 月, 吉田 浩、吉野久夫、北谷保治著, 富士電機発行, 73 76 頁 6 プラント・生産ライン系オンライン診断の機能構成

【出典 / 参考資料】

「プラントオンライン診断システム」,「富士時報 Vol.74 No.4」, 2001 年 4 月, 吉田 浩、吉野久夫、北谷保治著, 富士電機発行, 73 76 頁

【技術分類】 1 - 4 - 1 要素・基盤技術 / 検査・診断 / 自動診断・処理

【技術名称】 1 - 4 - 1 - 5 画像処理による異常診断技術

【技術内容】

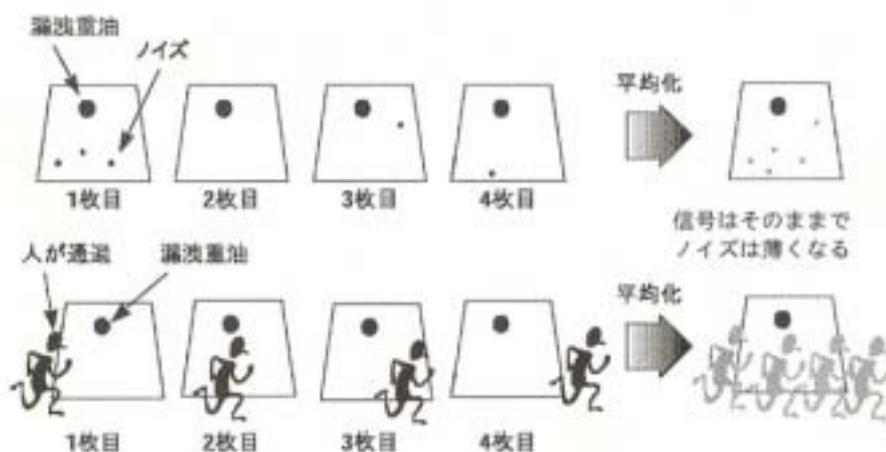
重油漏れ異常などの異常検知を、現場パトロールによる巡視検査で行う場合、確認箇所が数百箇所以上にも及ぶことが考えられるため、検査システムの自動化が望まれる。そこで、現場パトロールによる巡回検査を支援するために、プラント施設に設置された監視カメラからの情報を画像処理によって異常診断する技術が開発されている。

従来の画像処理診断技術では、気象条件による照明変動の影響や、人の通過等による死角領域の発生、配管等における影の差込み等による外乱要因によって、正確な異常検知が難しいという問題があった。実際に画像診断技術を適用する場合、検知対象ごとに画像処理アルゴリズム<sup>6</sup>を開発する必要があった。このため、他の対象にアルゴリズムを再利用することが難しく、広範な応用が期待できなかった。

図1および図2に示した画像処理の方法は、多数の画像センサをプラントの現場の様々な箇所に設置し、それぞれのセンサから取得した情報を統合し、異常診断を行うための技術である。気象条件や照明条件の激しい変化にも対応可能であり、死角領域の存在や配管等の影の存在にも影響を受けずに高精度な診断を行うことができる。

本アルゴリズムでは、まず、グレースケール<sup>7</sup>のパターンマッチングで、処理対象領域をソフトウェア的に補正し、カメラの位置にずれがあっても正常に検知できるようにする。次に、対照領域における複数の画像を重ね合わせ、平均輝度値が適当な値になるまで積算していくことで、コントラストを強調して、照明の影響をなくす。これにより重油漏れ等の異常箇所と背景の区別ができるようになる。一時的な死角の存在やビデオ信号のランダムノイズの影響は、連続する平均画像を求めてキャンセルする。日射の差込みや配管等の影が映っている場合は、対象領域を分割処理し、検出条件を整えて対応する。

【図1】 平気画像の作成によるノイズ除去効果

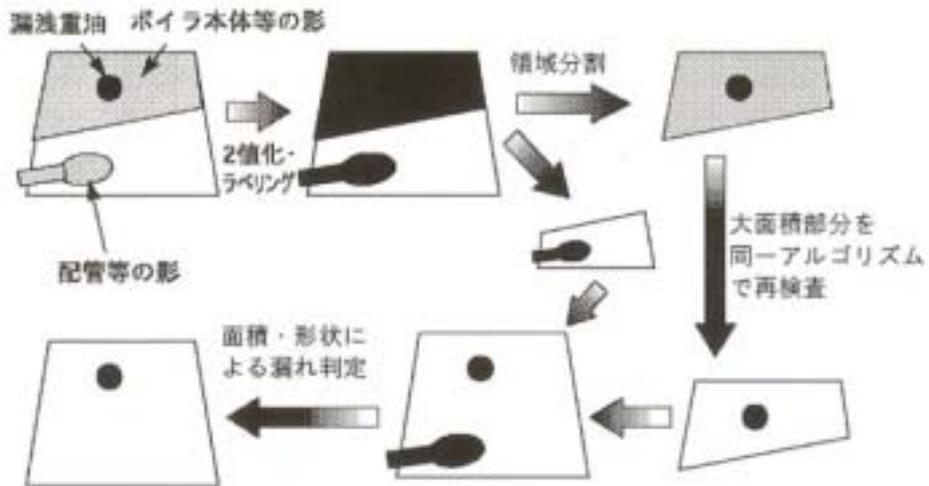


出典：「設備異常監視システムの画像処理アルゴリズム ボイラ・バーナ領域の重油漏れ検知」,「横河技報 Vol.42 No.2」, 1998年4月, 河野隆志、阿久津 実、柳川美和、池澤克哉著, 横河電機株式会社発行, 31 34頁 3 平均の効果

<sup>6</sup> 画像のエッジ検出など、画像から注目する特徴を抽出する計算方法。

<sup>7</sup> 白黒の濃淡だけで表された画像。

【図2】平気画像の作成によるノイズ除去効果



出典：「設備異常監視システムの画像処理アルゴリズム　ボイラ・バーナ領域の重油漏れ検知」,「横河技報 Vol.42 No.2」, 1998年4月, 河野隆志、阿久津 実、柳川美和、池澤克哉著, 横河電機株式会社発行, 31 34 頁 4 領域分割と形状判定による影（日射）の影響の除去

【出典 / 参考資料】

「設備異常監視システムの画像処理アルゴリズム　ボイラ・バーナ領域の重油漏れ検知」,「横河技報 Vol.42 No.2」, 1998年4月, 河野隆志、阿久津 実、柳川美和、池澤克哉著, 横河電機株式会社発行, 31 34 頁