

先進的メンテナンスサービス「K-COMMIT」

An Innovative Maintenance Service, K-COMMIT



中村正和^① Masakazu Nakamura
 川井淳^② Makoto Kawai
 田口哲也^③ Tetsuya Taguchi
 吉田絵梨子^④ Eriko Yoshida

ユーザーのロボット設備のダウンタイムゼロやライフサイクルコスト低減などを達成するための先進的メンテナンスサービス「K-COMMIT」を開発し、販売を開始した。本サービスによりロボット設備の常時監視と遠隔監視が可能となり、ユーザーへの迅速なサポートが可能となった。この画期的なサービスは、既に多くのカワサキロボットユーザーに導入され、大きな成果をあげている。

We have developed and launched an innovative maintenance service, K-COMMIT, to eliminate downtime for users' robotic equipment and their peripheral equipment, as well as reducing lifecycle costs. This service can provide users with timely support via constant remote monitoring. This innovative service has been already introduced at many Kawasaki robot users and has achieved an excellent track record.

まえがき

昨今、世界的に産業用ロボットの需要が高まり、出荷台数が飛躍的に増加している。これに伴いロボット管理台数も増加している。このような中、従来のような点検・修理・整備を中心とするサービス展開だけでは、十分な顧客満足度を得られなくなってきている。

1 背景

従来のサービスから脱却して顧客満足度をより高めるために、さらに一歩進んだ新しい提案型サービスと、それをサポートするツールや、システムの構築と実用化が求められている。

2 先進的メンテナンスサービス「K-COMMIT」のコンセプト

「K-COMMIT」(Kawasaki COmmunication Maintenance Management Inspection Total) は、ユーザーの「ダウンタイムゼロ」, 「ライフサイクルコスト低減」およびユーザーとの「情報共有化」をコンセプトとしている。

(1) ダウンタイムゼロ

工場設備には、点検や保守に伴う部品交換の時間が必要である。しかし、突発的な故障は工場稼働率の低下という

大きな損失を伴う。故障時期を予知することにより突発故障を回避し、ロボット設備の“ダウンタイムゼロ”を目指す。

(2) ライフサイクルコスト低減

従来は予防保全の観点から、ユーザーに年次の点検を推奨してきた。しかし、生産現場では、ロボット動作速度、稼働時間、気温、周囲環境によるロボット負荷が、ユーザーごとに多種多様である。そこで、ユーザーごとの最適なメンテナンス周期を提案することにより、ライフサイクルコストを低減する。

(3) ユーザーとの情報共有化

現在、ユーザーからの連絡ベースのサービスから、ユーザーへの提案型サービスを展開している。提案型サービスを実践するためにはユーザーと密接に情報共有し、ユーザーが直面している課題やニーズをタイミングよく察知することが必須である。そこで、従来の電話やメールによるコミュニケーションに替わる新しい情報共有を実現する。

3 「K-COMMIT」の概要

「K-COMMIT」は、常時監視と遠隔監視により故障予知を行う「TREND Manager」、正確な設備診断を行う「傾向管理定量点検」、ユーザーとのコミュニケーションツール「K-CONNECT」の3本の柱から成り立つ先進的メンテナンスサービスである。開発にあたっては、M2M

(Machine-to-Machine) やIoT技術を活用し、生産現場で稼働するロボットとサービスセンターとをリモート接続して、常時監視と遠隔監視によるメンテナンスを可能にしている。

(1) 「TREND Manager」

ロボット設備の常時監視と遠隔監視を行うことで、設備状態の把握と稼働データの取得および分析により故障を予測するソフトウェアである。メール自動送信機能を有しており、常時監視による故障予知結果を自動的に配信することが可能になっている。

(2) 「傾向管理定量点検」

点検結果を数値化してデータベースへ格納し、定量的に設備状態を管理する点検方法である。従来から実施している減速機ロストモーション計測や鉄粉濃度計測など約9種類の診断に加え、新しい診断方法として「定量フェログラフィ分析」を導入した。

(3) 「K-CONNECT」

従来は、保全のためにユーザー側の担当者と当社サービス員が個対個のコミュニケーションを行っていた。これに対しコミュニケーションツール「K-CONNECT」により、ユーザーとサービスセンターとが情報共有を行って組織的にコミュニケーションできるようになるとともに、ロボット設備保全履歴情報やメンテナンス提案などを「K-CONNECT」のwebブラウザ上で管理できるようにした。さらにマニュアルや技術資料などもwebブラウザ上で閲覧可能にした。

次章以降で、「TREND Manager」と「傾向管理定量点検」について説明する。

4 「TREND Manager」の機能詳細

「TREND Manager」は、川崎重工グループのアフターサービス支援情報基盤 (K-Cube) による、高セキュリティなネットワーク環境を活用している。

(1) ロボット設備の常時監視機能

図1に示すように、ユーザーの工場稼働するロボット複数台を常時監視することができる。また、動作や負荷状態を推測するためのデータを取得して、データベース化する。そして取得したデータを分析して故障予知を行うことで、正確・最適な予防保全を可能にしている。

(i) 故障予知の例 (電流値分析)

たとえば、サーボモータの電流値の変化とその傾向を統計分析することで故障発生日を予測してワーニングを発信

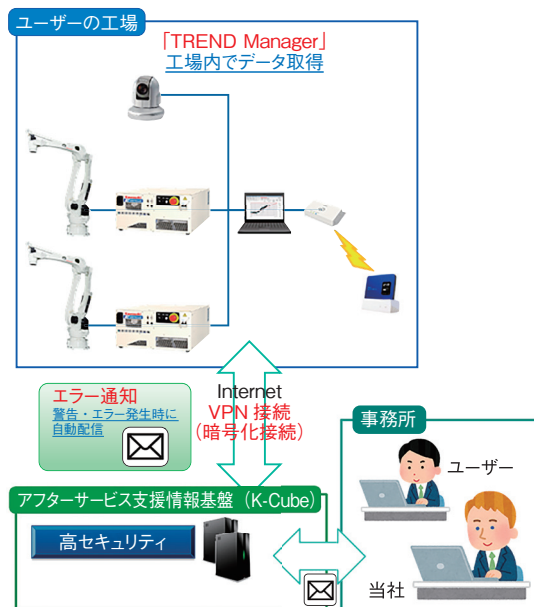


図1 「TREND Manager」のシステム構成
Fig.1 TREND Manager system diagram

することができる。ユーザーは故障発生予測日までにメンテナンスを計画することで予防保全できるようになるため、突発故障の回避が可能となる。図2に示す「TREND Manager」のトレンドグラフから、日数の経過に伴う電流値の変化とその傾向を把握できる。

(ii) 故障診断機能の高度化

ユーザーからのさらなる要望に応えるために、「TREND Manager」の機能高度化を進めている。モータ電流の変化を周波数分析 (FFT) することで、ダウンタイムに大きく影響する減速機の故障部位を特定するとともに、ユーザーのメンテナンス計画に合う早期診断に活用するため、予測精度の向上に取り組んでいる。今後、機械学習やAIなどの技術を取り入れてさらなる機能向上を図る。

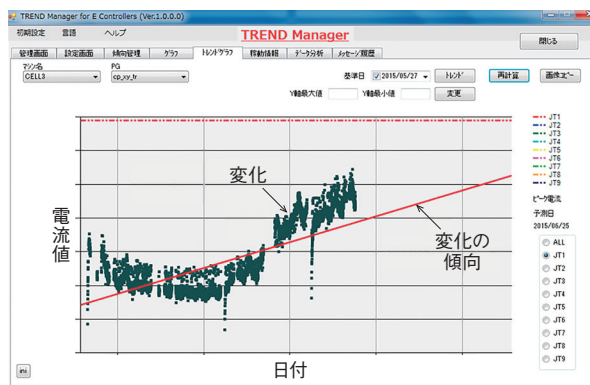


図2 「TREND Manager」のトレンドグラフ画面
Fig.2 Trend Graph of TREND Manager

(2) システムへの拡張性

ロボット周辺装置を制御するPLC (Programmable Logic Controller) から塗装機器や空圧機器などのデータを取得して傾向管理を行うことが可能である。

(3) メール通知機能

異常時には「TREND Manager」からワーニングやアラームがあらかじめ設定されたメールアカウントに通知され、さらに軸ごとのモーター電流など解析に使用する詳細なデータが配信される。

(4) トレーサビリティ機能

ロボットごとの現在と過去のデータ比較機能に加え、各軸稼働量・動作時間・アラーム出現回数を可視化でき、それらから過去のロボット状態を追跡することができる。

(5) リモート監視・メンテナンス機能

前述したすべての機能を、ネットワーク経由でサービスセンターからの遠隔操作により使用することもできる。また、ネットワークカメラの設置によりユーザーの生産工場稼働しているロボット設備の状況を可視化でき、ロボット設備が停止した場合、部品交換を必要としないトラブルであれば遠隔操作でネットワークカメラ画像を確認し、トラブルシューティングすることができる。これにより、ユーザーを訪問せずともロボット復旧が可能となり、復旧スピードとコストに大きなメリットがある。

5 「傾向管理定量点検」

既存の「傾向管理定量点検」に新しい診断手法として定量フェログラフィー分析を取り入れた。

(1) 定量フェログラフィー分析

定量フェログラフィー分析は、潤滑油や作動油中の摩耗粒子の大小別の量的変化を図3の分析装置を用いて把握する分析法である。この手法を応用し、減速機内グリスを当社独自の方法で希釈して分析することで、グリス内の大粒子と小粒子の比率を把握し、減速機の故障傾向を従来の鉄粉濃度測定よりも正確に診断することに成功している。これまでの蓄積データから閾値を求め、大粒子と小粒子の比率から算出した数値が閾値を超えた場合に故障と判断する。

(2) 鉄粉濃度測定における課題

従来は、減速機の摩耗状態を、グリス内鉄粉濃度を計測することで、「正常値」「注意値」「異常値」と判定していた。減速機グリスの鉄粉濃度は減速機異常摩耗の発生により急激に上昇するが、鉄粉濃度測定はグリス内鉄粉の総量を計



図3 定量フェログラフィー分析装置
Fig.3 Direct-reading ferrography analyzer

測する方法であるので、正常摩耗状態でも鉄粉濃度にある程度の上昇が見られた。また、異常摩耗状態の減速機であっても、一度でもグリス交換が行われると一時的に鉄粉濃度値が下がってしまい、異常として判定できないことが課題となっていた。

(3) 定量フェログラフィー分析による課題解決

上述の課題を解決するために、定量フェログラフィー分析手法を応用した。ロボットを使い始めてしばらくは、減速機グリス内には径が5 μmより小さい粒子（小粒子）が多い状態が続く。しかし減速機に異常が現れて異常摩耗が始まると、5 μm以上の粒子（大粒子）が増加する。この現象に基づき、定量フェログラフィー分析装置で大粒子量と小粒子量を把握することでIS値（危険摩耗指数）、LWPC（大摩耗粒子量）を算出し、これを減速機の摩耗診断指標として採用した。このように定量フェログラフィー分析を用いて、グリス内摩耗粒子径を評価することで、減速機の摩耗状態を以前より正確に診断できるようになった。採取したグリスサンプルの鉄粉濃度とIS値の分布を図4に示す。赤い点が実際の減速機の異常摩耗が認められたサ

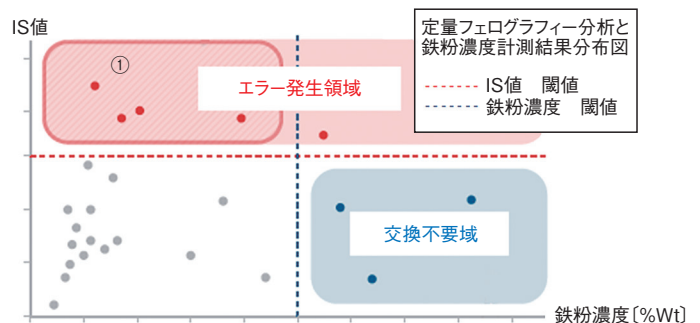


図4 定量フェログラフィー分析で検知できる領域
Fig.4 Regions detectable for ferrography analysis

ンプルで、鉄粉濃度測定では見逃されていた領域①が定量フェログラフィー分析では異常として捉えられるようになった。

6 「K-COMMIT」の適用事例

(1) カワサキワールド

カワサキワールドは、当社グループの代表的な製品を「見て」「触れて」楽しく学んで頂くことができる企業ミュージアムである。ロボットブースには各種ロボットを設置し、さまざまなデモンストレーションを行っている。この中のロボットについて「K-COMMIT」を適用している。

これまでは、ロボットが停止した場合に以下のような問題があった。

- ① 当社サービス員に連絡が入ると、サービスセンターから1時間以上かけてサービス員が現地へ赴き、停止の原因究明と復旧作業を行っていた
- ② 原因究明で部品の故障だと判明した場合は、交換部品を持ってくるために一度サービスセンターに戻る必要があった

上記①②により、復旧までにかなりの時間を要することがあった。

(2) 「K-COMMIT」導入による問題解決

「K-COMMIT」導入により、ネットワークカメラとリモート接続による遠隔操作での原因究明が可能となった。導入以前は復旧に1時間以上かかっていたが、導入後は軽微

なエラーであれば現地に赴く必要がなくなったため、30分以内で復旧できるようになった。

また、サービスセンターに必要な交換部品の情報がメールで届くため、迅速な対応ができるようになった。

あ と が き

「K-COMMIT」の開発により、これまで生産工場設備管理者の課題であったダウンタイムゼロ化やライフサイクルコスト低減が実現可能になった。今後もより多くのユーザーに使用していただくとともに、ユーザーごとのロボット設備にあわせて最適にカスタマイズした「K-COMMIT」カワサキロボット安心ライフサイクルサポートを提供していく。



中村 正和



川井 淳



田口 哲也



吉田 絵梨子