

B5 Robots

ロボットデータ見える化ソフトウェア

「NR:connect スマートモニタ」

"NR:connect Smart Monitor" Software for Visualization of Robot's Data

キーワード (データコレクタ)・(スマートモニタ)・見える化・稼働状態
サイクルタイム・エラー監視・経年変化

ロボット事業部／ロボット開発部

小神野 東賢 Token Okano

要旨

ロボットを活用した生産ラインにおいて、ロボットを含む機械設備の予期せぬトラブルによる停止は、直ちに生産性の低下につながる。その影響は、設備が停止したことによる稼働時間の低下だけでなく、障害から復旧に至るまでの人的リソースの浪費にまで至る。そこで、生産ラインの管理者はできるだけ早期にトラブルの芽を摘むことで障害の発生頻度を抑え、発生した場合でもできる限り早期に復旧させるために尽力している。

本稿では、NACHIのロボットが稼働する生産ラインにおいて、機械設備の状態を可視化することによって、管理者が抱えるこれらの課題を解決する一助となること目的として開発した「NR:connect スマートモニタ」(以下、「スマートモニタ」)を紹介する。なお、「スマートモニタ」はNACHI TECHNICAL REPORT vol.36で紹介したロボットの内部データを自動的に収集するソフトウェア「NR:connect データコレクタ」(以下、「データコレクタ」)と組みあわせて使用することを想定しているため、本稿とあわせて、そちらの内容を参照することでNACHIのロボットIoTソリューション「NR:connect」への理解がすすむと考えている。

Abstract

In the production line that utilizes robots, sudden, unexpected stoppages due to failure of machines and equipment including robot's issue lead to immediate decrease of productivity. These stoppages not only decrease operation time but also waste money in human resources that are deployed for repair and recovery of failing equipment from the time it went down. Therefore, supervisors in charge of production lines make efforts to recover equipment as quickly as possible and resolve the issues as early as possible to reduce frequency of failures.

In this article, "NR:connect, Smart Monitor" (hereinafter called "Smart Monitor") is introduced. "Smart Monitor" gives visibility of equipment condition. It is developed for the purpose of assisting front-line supervisors with this visibility in resolving issues on the floor where NACHI robots are operated.

In addition, "Smart Monitor" is assumed to be used in conjunction with NR:connect, Data Collector (hereinafter called Data Collector) that automatically gathers robot's internal data. Data Collector was the data collection software introduced in NACHI TECHNICAL REPORT Vol.36. Referring to this along with this article will enhance understanding of "NR:connect", NACHI's Robot IoT Solution.

1. 概要

「スマートモニタ」は、「データコレクタ」によって収集された複数のロボットの様々な情報が保存されたCSVファイルを自動的にデータベースに格納し、そのデータベース上の情報にWEBサーバーから適宜アクセスすることで、ロボットの状態をブラウザ上に表示することを可能にしたWEBアプリケーションである。これによって、ロボットの健全性や稼働状況をPCやタブレットから容易に確認することを実現している(図1)。

データコレクタ



スマートモニタ

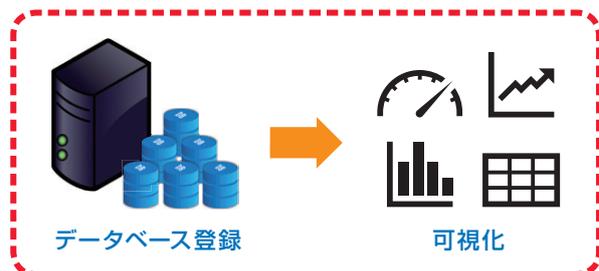


図1 「スマートモニタ」システム概要図

2. 「スマートモニタ」概要

1) システム構成

「スマートモニタ」は、Linux OS上で動作するWEBサーバーソフトウェアであり、「データコレクタ」が収集したロボットの様々なデータをWeb画面上で一元管理・可視化することでロボットのメンテナンス支援を実現する。パソコンやタブレット端末上のブラウザから「スマートモニタ」に接続することでロボットの状態を簡単に確認することが可能である(図2)。

「データコレクタ」は最大で20台のロボットから情報を収集することが可能である。さらに「スマートモニタ」は最大で10台の「データコレクタ」に接続することが可能なため、これらを合算すると最大で200台のロボットの情報を可視化することが可能である。

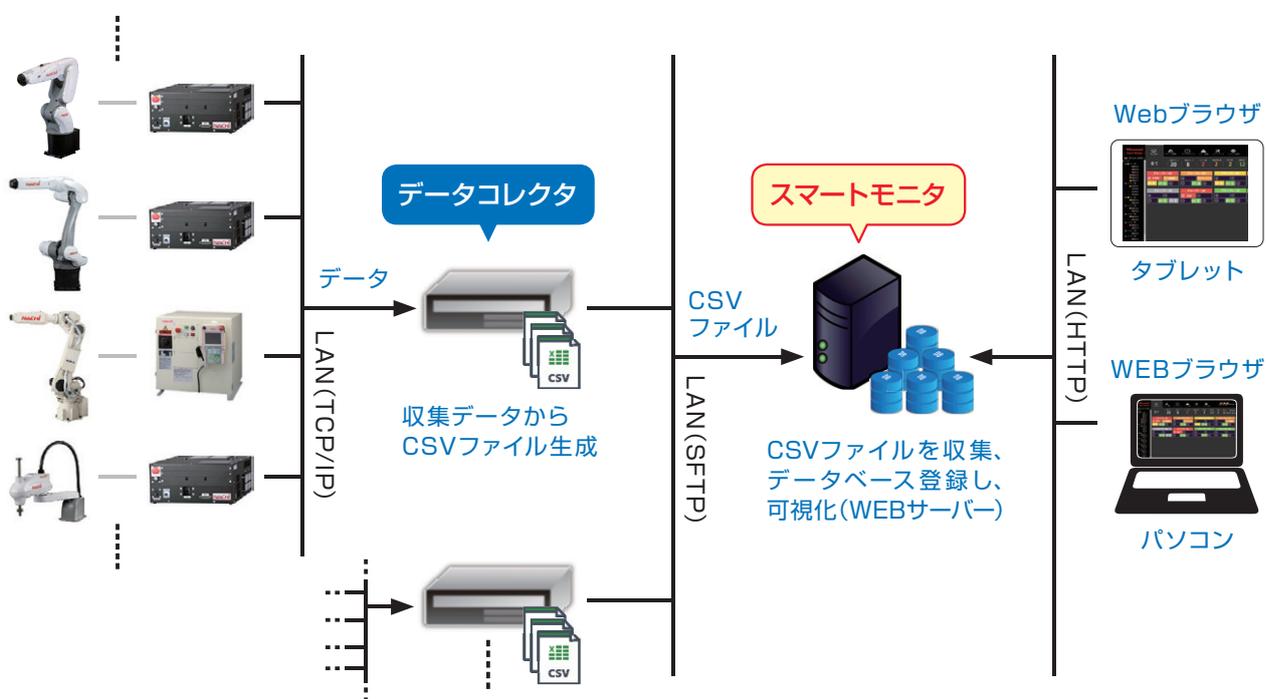


図2 「スマートモニタ」システム概要図

2) 主な機能

【ロボット管理機能】

「スマートモニタ」における最も基本的な機能で、ロボットの型式や制御装置のバージョンなどのロボットに関する属性情報や、運転・停止やエラー発生中などの運転状態の表示を行なう。その他、ロボットの稼働状況や稼働効率を可視化する目的で、「サイクルタイム」や「サイクル数」の表示、また「入力信号待ち時間」、「タイマー信号待ち時間」などの情報も表示が可能である。

【エラー管理機能】

稼働中のロボットで何らかの問題が生じた際に発生するエラーは、故障に直結するもの、操作ミスによる

もの、周辺機器との連動に起因するもの、また、タイムアウトのようにプログラムから自動的に発せられるものと多岐にわたる。エラー状況の把握は、「スマートモニタ」にとって最も重要な要素の一つである。エラー状況の把握方法の一つとして、エラーが発生した際に事前に登録された管理者に対して自動的にその内容をメールにて発信を行なうことが可能である。また、エラー発生時にその要因分析を行なうことができるようエラー発生前後のロボットの詳細情報が自動的に保存されている。その情報を可視化することでエラーの前後にどのような

「NR:connect スマートモニタ」

挙動（例えば関節角度がソフトウェアリミット値に達したことで停止信号がONになる、モーターのトルクが局所的に大きくなるなど）が現れたかを確認することができる。

【メンテナンス管理機能】

ロボットの故障に繋がる要因解析のために「^{※3}エンコーダデータ伝送異常」や「アーム落下量」の経年変化を確認することができる。これらのデータに変化が生じた場合、ロボットを点検することで故障部位の特定を行ない、トラブルを未然に防ぐことが可能となる。その他にも交換部品の交換時期の表示や日々の点検記録を保存するような管理画面も提供している。

【その他の機能】

制御装置のバックアップファイル取得は、制御装置の機械的な故障に備える目的以外に、プログラム修正やパラメータ調整の後に、ロボットを元の状態に戻す際にも有効な手段である。「スマートモニタ」では、「データコレクタ」が動作するPC内に保存されているロボット制御装置のバックアップファイルを自動的に取得し、バックアップファイルリストを作成する。管理者はそこから必要なファイルを選択・取得することが可能である。

3) 表示画面

前述の通り「スマートモニタ」は、「データコレクタ」がロボットから収集した様々なデータをブラウザ上で可視化するためのソフトウェアである。次にその具体例を紹介する。

「機能メニュー」と「ロボットリスト」

全画面に共通するインターフェースとして、図3にある2つの画面の例で示すように、画面の左側ではグループ毎に階層化されたロボットの一覧（以下、「ロボットリスト」）を表示させ、画面の上部では「稼働状況」「サイクルタイム」「エラー情報」などの機能一覧（以下、「機能メニュー」）を表示している。操作者は「機能メニュー」から機能を選択し、「ロボットリスト」から、グループまたは個々のロボットを選択することで必要な情報に容易にアクセスすることができる。

【稼働状況】画面

見える化のソフトウェアにとって最も基本的な情報の一つである運転状態を表示する（図3）。本画面における操作系の留意点は、登録した全てのロボットの運転状態が即座に把握できること、また、全体からグループ、個々のロボットへと上流から下流に流れるように情報を確認できることである。ポータルサイト（トップ画面）としてライン全体を表示した【稼働状況】画面を表示させて

おき、何らかの故障が発生した場合には、操作者が即座にその場所を特定し、詳細情報やエラー情報へアクセスできるようになっている。

図3の右側の画面（グループ表示）では、グループ毎の表示の中で、それぞれのロボットの運転状態と共に「サイクルタイム」の表示を行なっている。例えば工作物搬送システムにおいて、ロボットがエラーで停止していないにも関わらず、何らかの障害によって工作物が滞留しロボットが長く待機状態となり、その結果「サイクルタイム」が通常時から大きく逸脱した際、その不具合にいち早く気付くことができる。運転信号と同時に「サイクルタイム」を監視することで、ライン全体の正しい稼働状況が把握できる。

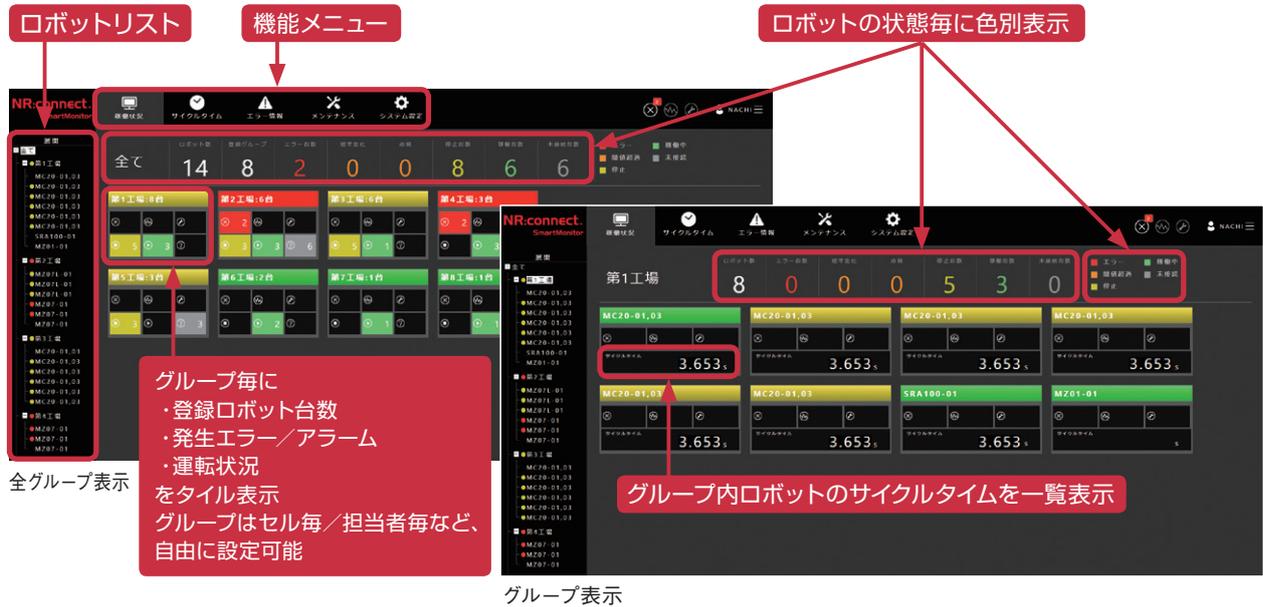


図3 「稼働状況」画面

ライン全体からグループ、個々のロボットへと表示を遷移すると図4に示すロボット単位における詳細情報となる。本画面では、前述した「サイクルタイム」の他に、「入力信号待ち時間」や「タイマー信号待ち時間」の値を表示する。また、過去に遡ってロボット運転状態を確認できる。例えば、ロボット制御装置の「CPU負荷」や

「サイクルタイム」などの時系列データをグラフ表示し、その値の経時変化や異常値の有無を確認することでロボット稼働状況の安定性を確認できる。また、ここでは制御装置のソフトウェアバージョンなどのロボット毎に保持している情報の確認が可能である。



図4 ロボット単体の詳細情報

「NR:connect スマートモニタ」

【サイクルタイム】画面

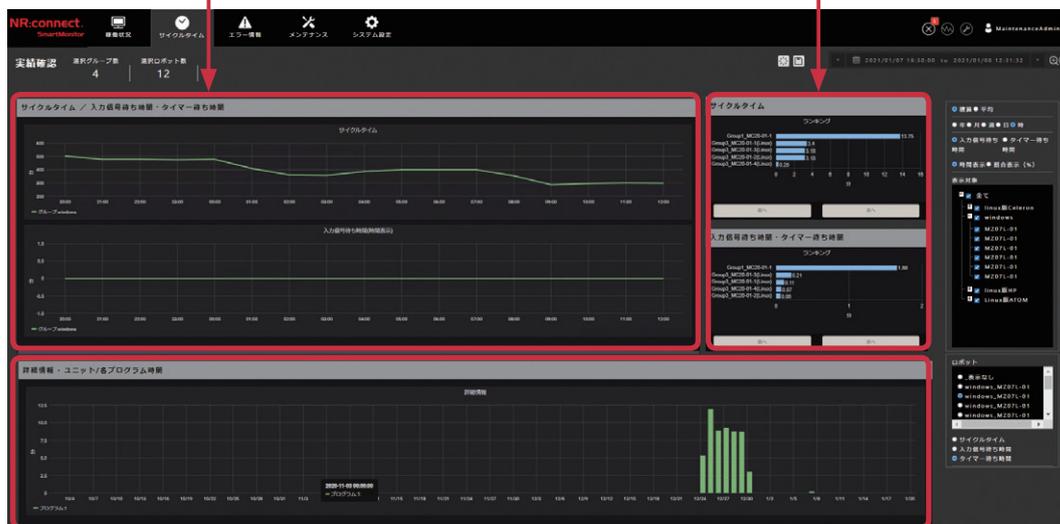
ロボットの稼働率を上げることは生産性の向上に大きく寄与する。そのためには、ロボットが仕事をしていない時間を短くすると同時に、一つの作業を終える迄の時間を短縮する必要がある。その際、個々のロボットの動作に着目するだけでなく、複数のロボットが連動して動作する生産ラインを効率化する必要がある。そこで、以下の管理項目を見える化することで、これらの課題を解決する一助になると考える(図5)。

- ①「入力信号待ち時間」、「タイマー信号待ち時間」を監視することで、ロボットの待機時間を改善する。
- ②「サイクルタイム」を監視することで、ロボットの作業時間を改善する。
- ③複数台のロボットの「サイクルタイム」を比較(ランキング)することで、ボトルネックになっているロボットを炙り出し、ライン全体の効率化を図る。

「スマートモニタ」は、生産性を阻害する最大の要因である障害(エラー)以外にも、ロボットの稼働率に直接的に影響する「サイクルタイム」に着目することが生産ライン全体の効率化に寄与するという考えに立ち「サイクルタイム」を多方面から検証できるユーザーインターフェースを提供している。

サイクルタイムや入力信号待ち時間を時系列で確認

サイクルタイムをベースにロボットの稼働率をランキング表示



1日毎のサイクルタイムや入力信号待ち時間の積算時間を確認

図5 「サイクルタイム」画面

【エラー情報】画面

多岐にわたるエラーに対して、それぞれの要因と復旧方法を提供することが理想である。しかし、複数のエラー要因がある場合、それは容易ではない。そこで「スマートモニタ」は、エラーメッセージに加え、エラーが発生した前後の入力信号の状態とロボットの内部データ（指令値情報や「CPU負荷」、「プログラム番号」など）を

時系列で表示することで、エラー要因の特定に近づくための支援を提供する(図6)。加えて、どのロボットに多くエラーが発生したかなどのランキングや、エラーの重要度別の割合などの統計的な指標を示すことで、エラー全体の傾向を掴みやすくする機能を提供する(図7)。

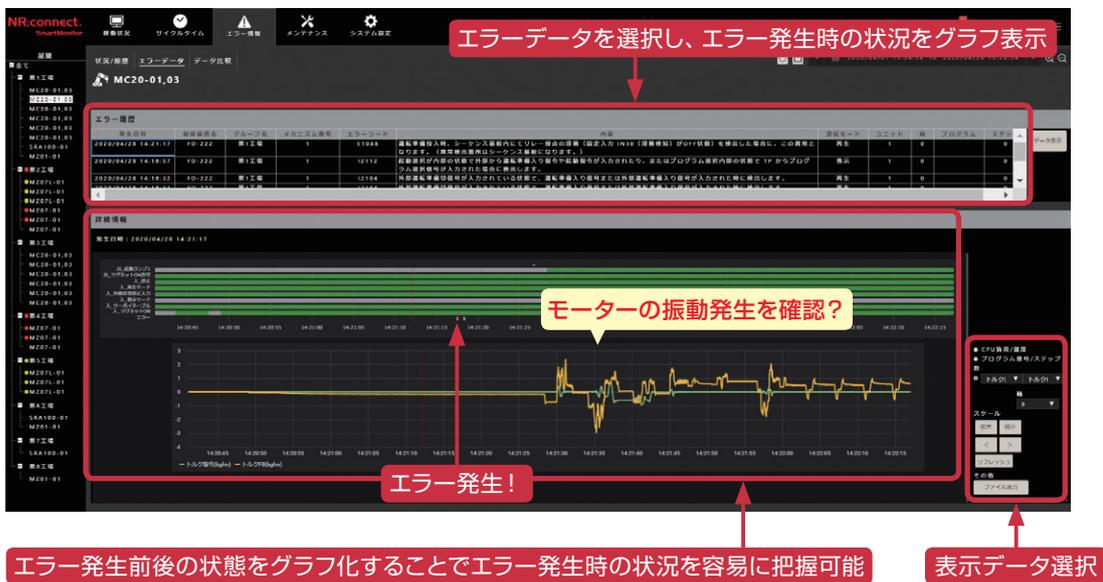


図6 「エラー情報」画面

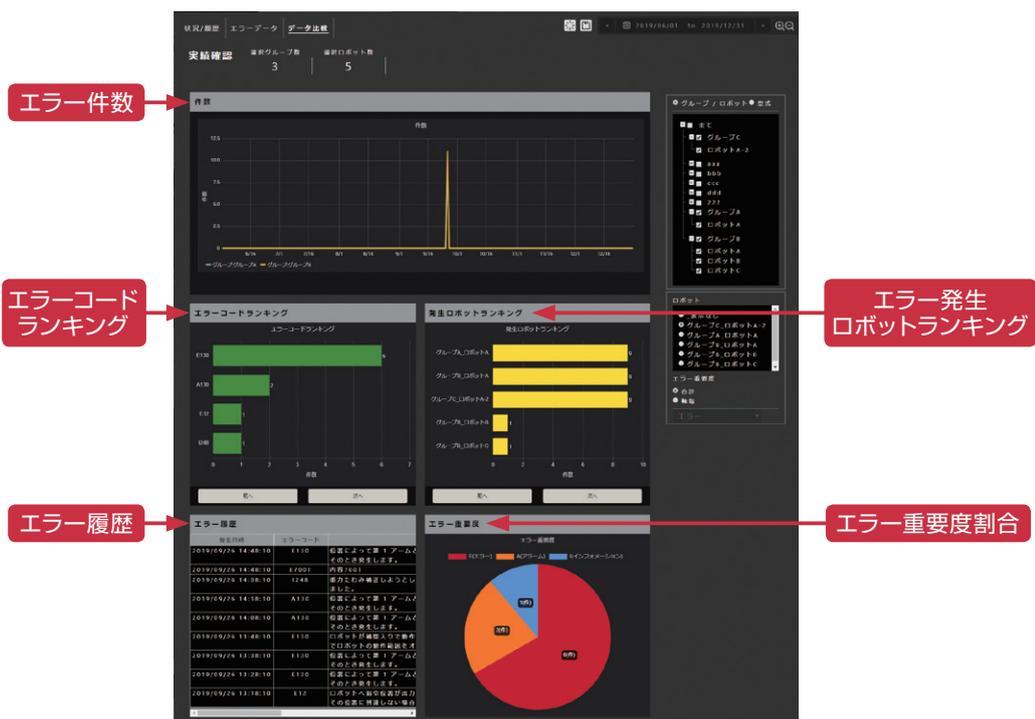


図7 「エラー情報」画面

「NR:connect スマートモニタ」

【メンテナンス】画面

メンテナンス情報として、定期交換部品の交換時期告知に加え、「エンコーダのデータ転送状態」や、「アーム落下量」の長期的な傾向を確認することができる(図8)。前者は、電気的なノイズや、配線の接触状態などによる故障要因を察知することに役立ち、後者はロボットアームの機械的な不具合の早期発見に役立つことが期待できる。それらの状態が時間経過と共に変化する兆候が見られた場合、保守点検の時期を早めるなどの処置を行なうことで、予防保全が可能となる。

また、メンテナンス画面で提供している機能の一つにメンテナンス記録の管理機能がある。日々のメンテナンスにおいて、一般的に行なわれている日報などのメンテナンス履歴の記録作業を本機能の運用により、操作者および、監督者が履歴の共有化や確認を容易に行なうことができる(図9)。ブラウザ上で簡単に入力と履歴の管理が行なえることは、メンテナンスに携わる者にとってシンプルで、且つ有益なツールになると考えている。

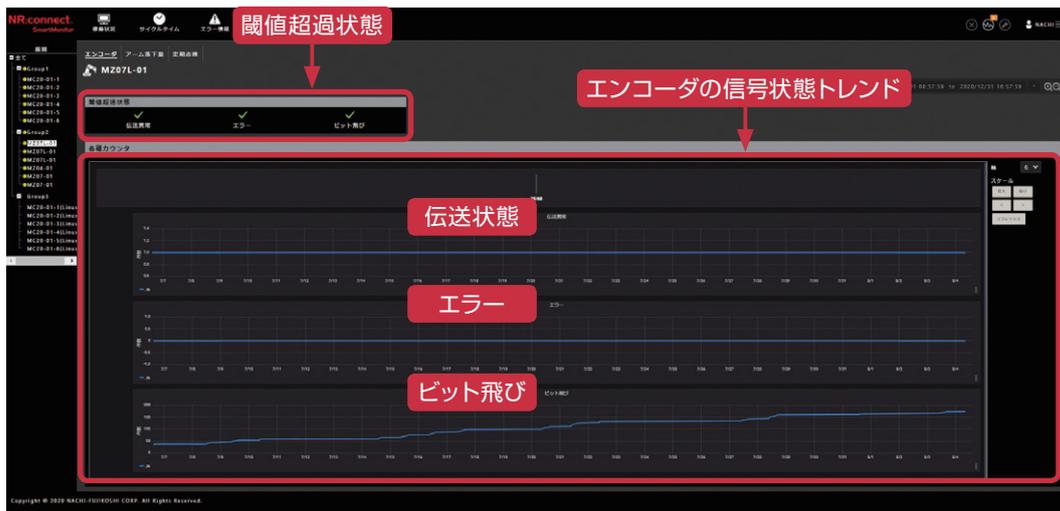


図8 「メンテナンス」画面



図9 日報入力画面

3. システムの活用例

【システム設定】画面

本画面では、以下の機能を提供している。

- ・〔データコレクタ〕が動作している) エッジPCの登録とソフトウェアバージョン情報の管理
- ・管理者の登録
- ・管理対象のロボットの登録やグループ化設定
- ・バックアップファイルの取得・管理
- ・(重要度の高いエラーのみ監視するなどの) エラー監視対象の選択
- ・アラートメールの自動送信先情報の登録
- ・〔スマートモニタ〕が動作するPCのストレージ状況の把握

これまでに説明した機能を使って、具体的にどのようなことが実現可能か、活用例を改めて列記する。

①計画メンテナンス

ロボットのような機械設備を運用する現場では、消耗品の交換や定期的な保守点検は必須の作業となる。点検日誌の管理といった基本的な業務に加え、オーバーホールのタイミングなどを可視化することで、消耗品の交換作業忘れなどを未然に防ぐことに役立つ。さらに、日々の保守業務の中で、可視化されたロボットの状態を並行して確認することで設備の軽微な変化に気が付きやすくなり、メンテナンスの効率が向上することが期待できる。

②エラー要因の調査・対応

前述の通り、不具合の要因は多岐にわたる。容易に要因を特定できる場合もあるが、現実的には即座に要因を特定できない複雑なものの方が多い。その要因特定には、過去にどのような不具合があったのかを把握することと、エラーが起きた前後にロボットにどのような状態の変化があったかを把握することが重要であり〔スマートモニタ〕では、そのために必要な機能の提供を行なっている。

③〔サイクルタイム〕短縮、安定化の検討

生産性を向上させるために〔サイクルタイム〕を短縮することは、ロボットを導入する生産現場での普遍的な課題である。単純にロボットを含む機械設備の動作速度を上げれば解決するような例は少なく、ロボットと連動して動作する機械設備のボトルネック工程を見つけ出し、品質を維持したまま最適な動作速度や工程間のタイミング調整を図る必要がある。ロボットが待機状態になる時間を減らすため、〔入力信号待ち時間〕や〔タイマー信号待ち時間〕が適切であるか、バラツキはないか、の評価を単体のロボットだけでなく、ライン全体に着目して実施する必要がある。同時に、^{※4}チョコ停の発生頻度なども定量的に評価しながら、日々の改善活動を行なっていく必要がある。その時、様々な現象を定量的に可視化することが最初の一步であり〔スマートモニタ〕は、そのためのツールと位置付けている。

4. 今後の開発に向けて

今回紹介した「スマートモニタ」と「データコレクタ」を組み合わせたNACHIのロボットIoTソリューション「NR:connect」を活用することで、ロボットデータの見える化が実現でき、ロボットに関連する日々の管理業務や保守点検作業の大幅な改善に寄与するものと期待している。一方で、予兆を含んだ予防保全といった機能のほか、リモートメンテナンスやクラウドの有効活用、さらに、ロボットだけでなく周辺機器まで含んだ生産設備全体を一括して管理するなど、IoTソリューションに期待されている内容は多様かつ多岐にわたる(図10)。多種多様なニーズの中から、できるだけ多くのユーザーに寄り添いながらソフトウェアの価値を高め、IoT技術の進歩によって多くのお客様の課題解決に貢献していきたい。

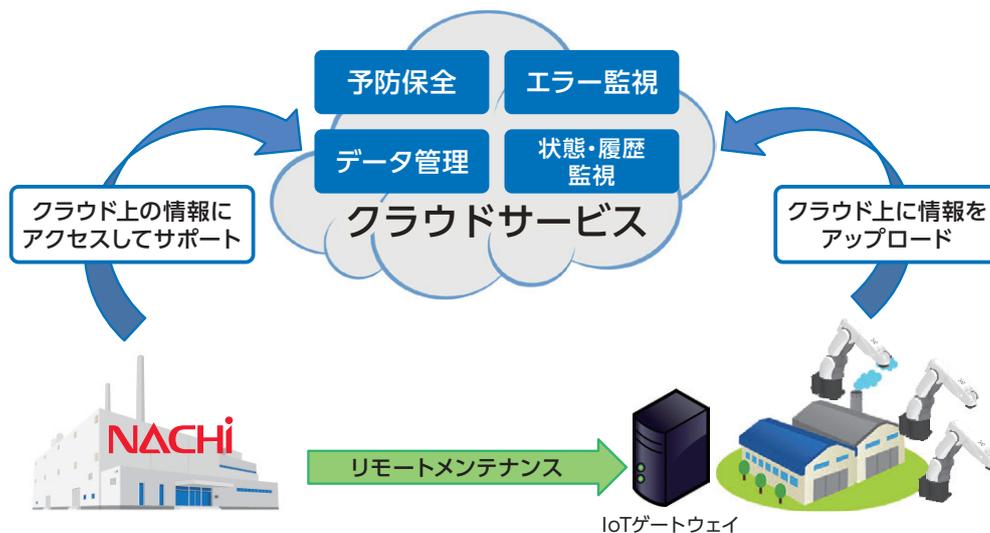


図10 広がる「NR:connect」のIoTソリューション

用語解説

※1 サイクルタイム

1つの作業が完了してから、次の作業が完了するまでの作業サイクル時間。ロボットの連続運転の場合、メインプログラムが起動し、再度、起動がかかるまでの時間を指す。

※2 エラー

ロボットの機械的・電氣的な不具合だけでなく、プログラム上の不具合や意図的に操作された停止操作などによってロボットが停止した際の要因のこと。

※3 エンコーダ

ロボットの関節軸に取り付けられたセンサ部品で関節角度値を検出する。

※4 チョコ停

機械的なトラブルのほか、把持した工作物などを落下させた場合など、一時的にロボットが停止した状態。