

VMS を活用した次世代制御システム —保守保全の見える化システム「次世代 HMI」— —保守保全教育システム「バーチャルトレーナ」—

Next-Generation Controlling System Using VMS
— Visualization System "Next-Generation HMI" for Maintenance —
— Educational System "Virtual Trainer" for Maintenance Person —

坂 保徳 Y. BAN 大石重雄 S. OHISHI 山本吉二 Y. YAMAMOTO 向井康晴 Y. MUKAI

The word VMS stands for Virtual Machine Simulator. It is software and also is the system which accurately simulates the movement, state, phenomenon and mechanism of a machine in three dimensions.

Originally it was developed and has been utilized to improve business practices. While the need for globalization has been rapidly prevailing, we developed the next-generation controlling system that accomplished supreme visualization on-line by blending the system with visualization technology that has been our technical strength.

The system is offered to improve maintenance by as "Next-generation HMI" for off-line and "Virtual trainer" for on-line.

Key Words: visualization, 3D-Graphics, simulation, MTBF, MTTR, globalization

1. はじめに

これまで、設備可動率を向上させる取組みをしてきた。海外生産シフトの流れから、設備メーカーとして今後も設備可動率向上の取組みは避けて通れない命題である。

設備の信頼性の指標に MTBF (Mean Time Between Failure : 平均故障間隔時間) と MTTR (Mean Time To Repaire : 平均故障修理時間) がある。これらに対して、我々は工作機械メーカーでありながら、工作機械を制御する NC, PLC, 操作盤などのメカトロニクス製品も製作しているメーカーであり、その強みを活かして、他社の設備メーカーや要素メーカーではできない取組みを行ってきた。

例えば、操作盤を使った「見える化」がその一つの例である。

異常発生時に、その異常の原因、対策の詳細表示および異常個所の回路へジャンプする「異常ガイダンス」、 「回路モニタ」、サーボ系の異常の原因を特定する「異

常フローガイダンス」などを機械の操作盤に搭載して、MTTR の短縮に寄与してきた。また、その寿命が原因でしばしば長時間停止の要因となっているコンデンサの劣化予知機能を搭載し MTBF の向上に努めてきた。

これらの機能は自他共に認める当社の強みであるが、全て日本の文化および日本の高い保全レベルを基準とした機能であり、グローバル化が進む中、海外で同じ効果が得られるかどうかは疑問がある。また、グローバル化は、今後益々増加する海外生産に対して現地教育費、スーパーバイザー費が膨らむ一方であるという問題も作っている。

2. 開発のねらい

VMS (Virtual Machine Simulator) を開発するに至った経緯として、機械製造工程における製造リードタイム短縮がある。非効率工程を洗い出してみると、実機待ち状態、評価するための準備、危険を伴う確認行為な

どがあり、実機械を用いた電気回路検証に多くの時間が割かれていることがわかった。機械製造プロセスを図1に示す。理想的なコンカレントエンジニアリングを実現するには、電気回路から機械動作までをトータルに検証できるシステムでなくてはならず、当社のシーケンス回路の特徴である、「①客先からの厳しい要求を満たす複雑なインターロック」、「②複数ステーションのライン全体制御を行う大規模な通信制御」、「③戻りサイクルやリセット起動などの特殊な制御」を満足する事前検証技術確立すべく、専用システムの独自開発が必要となった。

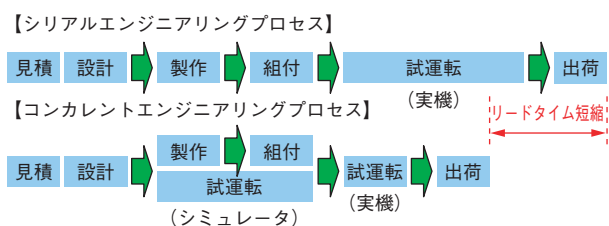


図1 機械製造プロセス
Machine-building processes

そこで、まず開発コンセプトとして次の3項目を挙げた。

- 1) 実機と同等に振舞う忠実な仮想機械である事
- 2) 実機データを最大限利用できる事
- 3) 誰でも使える分かり易いシステムである事

この3項目を基本として、機械製造工程における製造リードタイム短縮ができるしくみ（フレームワーク）を提供してきた。このフレームワークに事業部に必要なコンテンツを設定し、社内設計ツールとして使われるようになった。VMSの制御システムの構成を図2に示す。使うごとに新たな需要が生まれ、それらを組み込みながら進化し続けてきた。フレームワークには、イーサネットを介してハードCNC、ハードPLCへの切替えや通信I/Fの組み込みにより他のCNC、PLCへの接続も可能であり、高い拡張性を持たせている。

もうひとつの経緯として、当社の強みである実ライン稼動中での「見える化」の取組み（操作ガイダンス、異常ガイダンス、回路モニタなど）がある。こちらも急激な環境変化にとまらぬ、グローバル化に適用するための見える化、シンプル・スリムな制御構成などを早急に実現する必要があった。

そこで、社内設計ツールとして進化し続けたVMSに、3Dグラフィックスによる機械動作の見える化・異常部位の見える化を融合して、オンマシンで言語に依存しな

い究極の「見える化」を実現するため、画期的な生産性向上と保全費低減をねらいとして次世代制御システムを開発した。

今回は、保守保全の見える化システムとして「次世代HMI」、保守保全教育システムとして「バーチャルトレーナ」を紹介する。

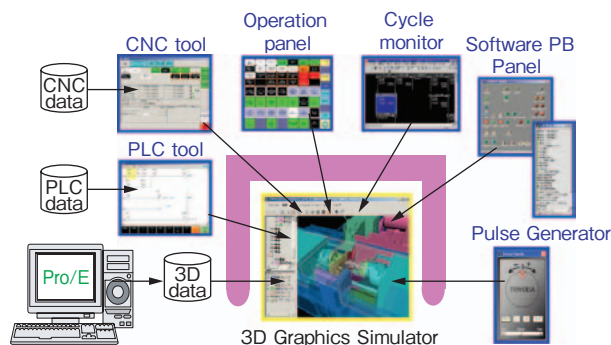


図2 VMSの制御システムの構成
Composition of controlling system

3. 次世代HMI

3.1 システムの概要

“インターフェース”から、人と機械の“コミュニケーションツール”へと進化させるため、操作盤に3Dグラフィックを装備し究極の見える化を実現した。操作盤に3Dグラフィックを装備した例を図3に示す。

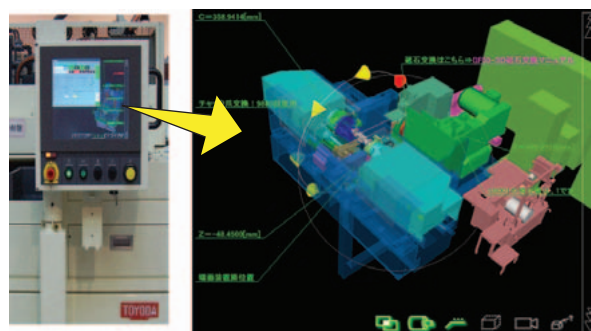


図3 操作盤に3Dグラフィックを装備した例
Operation board with 3D graphic

効果としては、非熟練者でも視覚的だから即座に対応できることから、さらなるMTTR短縮が期待でき、予防・予知保全により、さらなるMTBFの向上につながる。代表的な「見える化」の機能の特長を以下に示す。

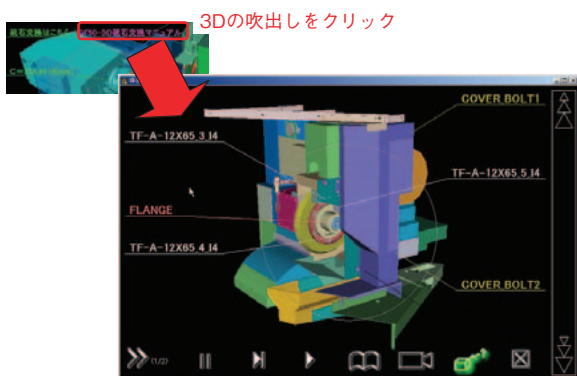


図7 砥石取付けの例
Setting grinding wheel

3.2.4 消耗部品の「見える化」 —3D 交換予報ガイダンス—

今まで、数多くの消耗部品、寿命部品の交換予報を予め登録した経過時間や回数にて判断し警告表示することで対応していた。ところが数多い部品のため非熟練者では交換箇所を見つけるまでに時間を要する事態が発生した。

そこで今回、使用回数、交換箇所を 3D で警告表示することによりこの問題を解決した。チャック爪交換予報の例を図8に示す。また、次の作業となる部品の手配をアシストするため、表示された交換箇所に吹出しで交換部品の型式を表示させた。3D 保全マニュアルとのリンクも可能である。

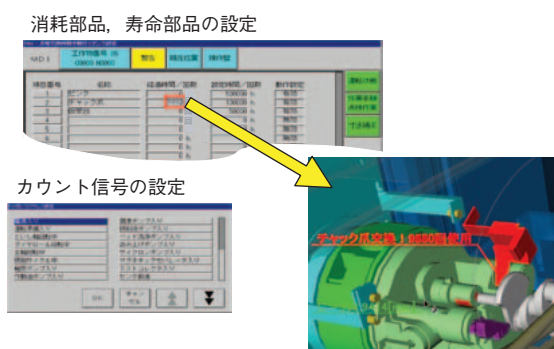


図8 チャック爪交換予報の例
Predicting collet chuck's exchanging period

3.2.5 ハンドル動作方向の「見える化」 —3D ビジュアルハンドル—

位置合わせなどの調整作業にハンドル操作がある。砥石が工作物に近づいている時は低速で動作させるなど状況に応じ動作させたい方向、オーバーライドの設定を切

り替えながらの作業となり神経を使う。少し慣れてきた時に方向を間違え接触ミスが発生する場合もある。

そこで今回、ハンドルモードにて、動作させたい軸の方向を 3D で表示させた (図9)。コーン (三角錐) の向きが + 方向でスクロールすることで、視覚的にすぐに判断できる。同時に吹出しコメント表示でオーバーライド値を表示させるとさらなる作業改善が望める。

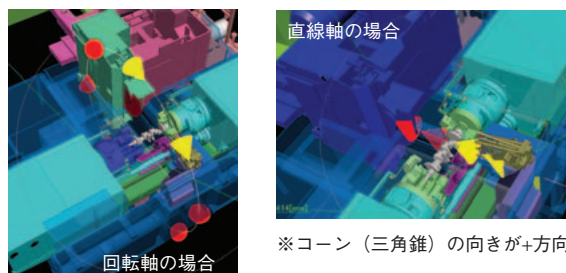


図9 3Dビジュアルハンドル
Visual handle by 3D graphic

4. バーチャルトレーナ

4.1 システムの概要

バーチャルトレーナのシステムの構成を図10に示す。先の次世代 HMI に用いた全てのデータをそのまま使用し、パソコン上に機械そのものを表現させた。ハードボタンはソフトボタンに対応させている。機械の細部が見え、安全に訓練できる、操作・保全教育ツールが出来上がった。

バーチャルトレーナの特長を以下に示す。

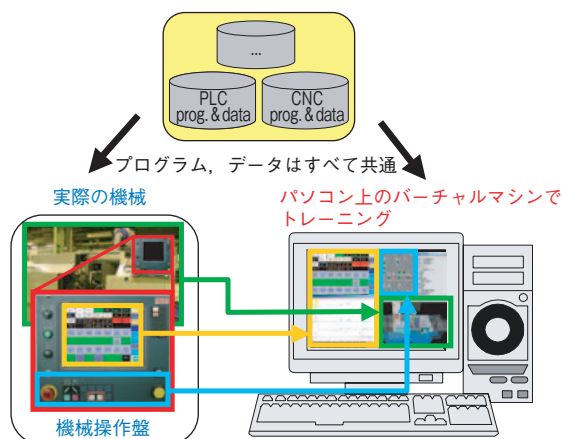


図10 バーチャルトレーナのシステム構成
System configuration of Virtual Trainer

4.2 特長

- ・3D グラフィックで機械の動作を再現し、実機と同じ操作感覚を味わえる。
- ・機械の機構がすばやく理解でき、オペレータや保全者教育に最適で習熟度向上につながる。
- ・実機を破壊することなく、実機では安全上不可能な作業も体験できる。
- ・機械の複雑な段取りや、制御系の CNC, PLC 操作まで、幅広い教育がパソコン上で可能となる。

作業員別に便利な機能を図 11 に示す。このように、保全作業員、オペレータ、生産技術員にとって必要なトレーニングを、環境の良い場所で安全に行うことができる。

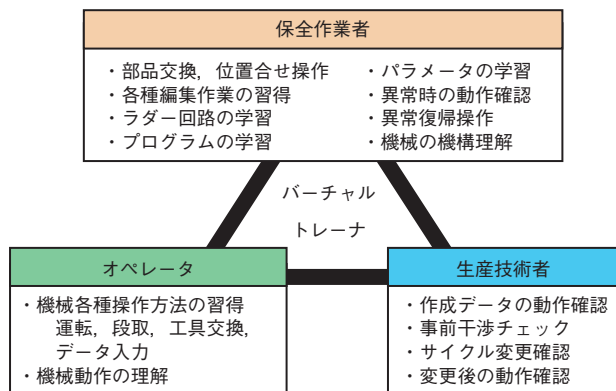


図 11 作業員別にみた便利な機能一覧
 Convenient functions of each working category

5. おわりに

VMS は、さまざまな可能性を与えてくれる。本報では、社内設計支援ツールとして活用してきた VMS の一部を、機械の操作盤に搭載し、オンマシンで究極の見える化を実現する次世代 HMI および操作・保全教育ツールとしてのバーチャルトレーナの説明を、保守・保全の角度からおこなった。

今後は、設計品質向上のための NC, PLC のプログラム、回路の自動設計まで行う設計支援ツールとしての活用、さらには加工結果を予測し設計作業の最適化が容易に検討できるツールへと進化し、試作機レス、加工評価レスへの展開へも期待されている。

これらを実現するための、フレームワークは完成した。今後益々加速されるグローバル化におけるリードタイム短縮、可動率向上の 2 つの重点課題に対して、VMS を

活用したシステムを積極的に提案し、制御の JTEKT というイメージを確立すべく邁進する所存である。

筆者



坂 保徳*
 Y. BAN



大石重雄**
 S. OHISHI



山本吉二**
 Y. YAMAMOTO



向井康晴**
 Y. MUKAI

* 工作機械・メカトロ事業本部 グラインディングマシン技術部
 ** 研究開発センター 工作機械開発部