

鉄鋼や紙パルプ分野における制御システム

Control Systems for Steel and Pulp and Paper Industrial Fields

坂本 匡

小林 孝

津曲 隆司

■ SAKAMOTO Tadashi

■ KOBAYASHI Takashi

■ TSUMAGARI Takashi

鉄鋼や紙パルプなどの製造プラントでは、高品質な製品を効率よく製造できる設備が必要であり、その制御システムには、膨大な情報の高速処理、制御応答の高速化、機能・性能の向上、保守の容易性、及びライフサイクルコストの低減といった多くの要素を総合的に満足することが求められている。

東芝グループは、このようなニーズに対して更に高いレベルで応えるためにNew TMACS_{TM} (Toshiba Mitsubishi-electric Advanced Control Solutions)を開発し、順次適用を開始している。このシステムは、TC-net_{TM} 100を使った従来のデータベース制御システム TMACS_{TM}に、ユニファイドコントローラnvシリーズとTC-net_{TM} I/O(Input/Output) ループを適用し発展させている。

Facilities in the steel and pulp and paper industries are required to efficiently produce high-quality products. Highly advanced control systems are becoming essential in these industries for rapid processing of vast amounts of information, high-speed response control, improvement of function and performance, easy maintenance, and reduction of life-cycle costs.

The Toshiba group has developed the New TMACS_{TM} control system applying both the nv series unified controller and the TC-net_{TM} I/O Loop fieldbus in addition to the conventional TMACS_{TM} system, and started to supply it to steel mills and pulp and paper mills.

1 まえがき

鉄鋼や紙パルプの製造プラントでは、設備の新設や既設設備の老朽更新が行われているが、短期間でのエンジニアリングと設計や、限られた時間内での現地調整による垂直立上げが要求される。一方で、製品品質の高精度化や設備故障時の短期修復化のニーズに応えるために、大量のプラント制御用データの有効活用が必須となってきている。

東芝グループは、このような要望に応えるため、Real-Time EthernetのIEC (国際電気標準会議)規格に準拠した^(注1)TC-net_{TM} 100をデータベースとして活用した制御システム TMACS_{TM} (Toshiba Mitsubishi-electric Advanced Control Solutions)を発展させ、New TMACS_{TM}を開発した。

ここでは、New TMACS_{TM}の概要、その特長を活用した調整・保守支援ツール、及びNew TMACS_{TM}の適用事例などについて述べる。

2 New TMACS_{TM}の概要

当社は、制御用ネットワークとして、TC-net_{TM} 100を適用してそのコモンメモリをデータベースとして活用するとともに、フ

(注1) Real-Time EthernetのProfileはIEC 61784-2 CPF11 (Communication Profile Family 11)に、Protocol and ServiceはIEC 61158 Type11に準拠。

ルリモートI/Oを特長とした制御システム TMACS_{TM}を提供している。今回、更にユニファイドコントローラnvシリーズ(以下、ユニファイドコントローラと略記)を適用し、フィールド分散型フルリモートI/O化やプラント情報データベースを付加するとともに、プラントのメニュー化などを発展させた新たな TMACS_{TM}としてNew TMACS_{TM}を開発した。

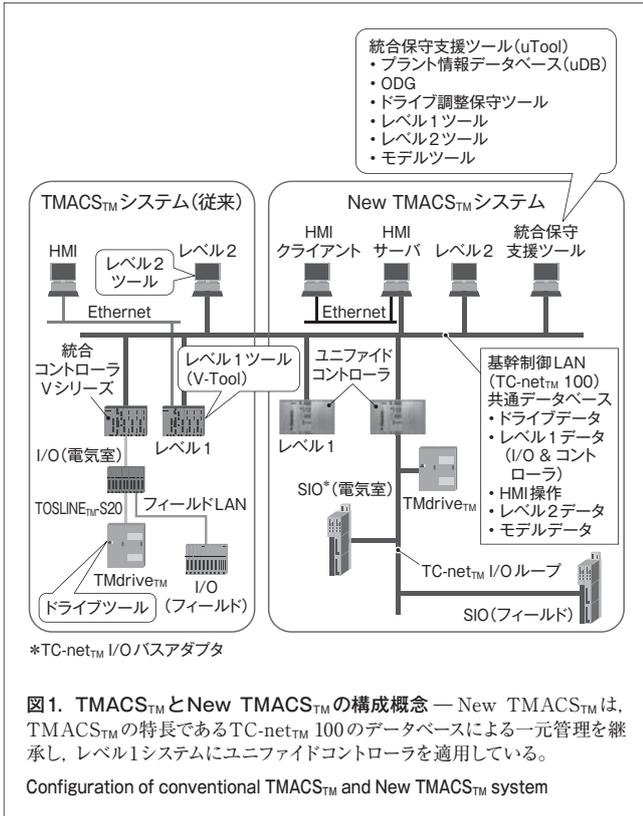
2.1 特長

当社の TMACS_{TM}とNew TMACS_{TM}の構成要素を表す概念を図1に示す。プラント制御を行うための計算機システム(レベル2)やコントローラ(レベル1)が基幹となる高速の制御 LAN (TC-net_{TM} 100)を介して接続されている。

New TMACS_{TM}は、 TMACS_{TM}の特長であるTC-net_{TM} 100のデータベースによる一元管理を継承し、レベル1システムに従来の統合コントローラVシリーズの後継であるユニファイドコントローラを適用している。

ドライブ装置(TMdrive_{TM})は、フィールドバスとして位置づけられる速度100Mビット/sの新しく開発されたTC-net_{TM} I/Oループを介して接続され、ドライブのデータがTC-net_{TM} 100のデータベースでシームレスに管理できるようになっている。

新HMI(ヒューマンマシンインタフェース)システムは、HMIサーバをTC-net_{TM} 100に接続したサーバクライアント構成を採用している。従来のHMIシステムでは、レベル1とEthernet経由で接続されていた。新HMIシステムでは、HMIサーバとレベル1間はTC-net_{TM} 100経由で接続され、HMI操作信号



はプロセス信号とともにTC-netTM 100上のデータベースで一元化されている。また、HMIサーバにOPC (OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control) サーバを適用している。

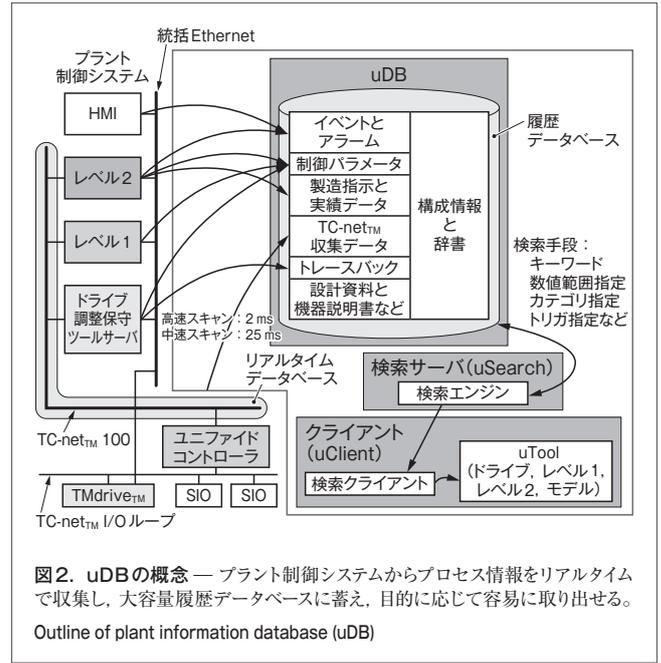
統合保守支援ツール (uTool) は、ドライブ調整保守ツール、レベル1ツール、レベル2ツール、プロセス制御モデル用ツール (モデルツール)、及び高速オンラインデータ収集装置 (ODG) などの各種専用ツールを統合化し、1台の端末で操作や確認ができるようになっている。

フィールド信号の入出力は、TC-netTM I/OループとシリアルI/Oの採用でI/O盤配置の自由度が拡大し、電気室集中フルリモートI/O方式からフィールド分散型フルリモートI/O方式に発展している。現場に配置されたりリモートI/Oは、フィールド機器とI/O盤の配線距離が最短となり工事期間を短縮し、増設や拡張性に優れたものになっている。

2.2 プラント情報データベース

プラント情報データベース (uDB) の概念を図2に示す。

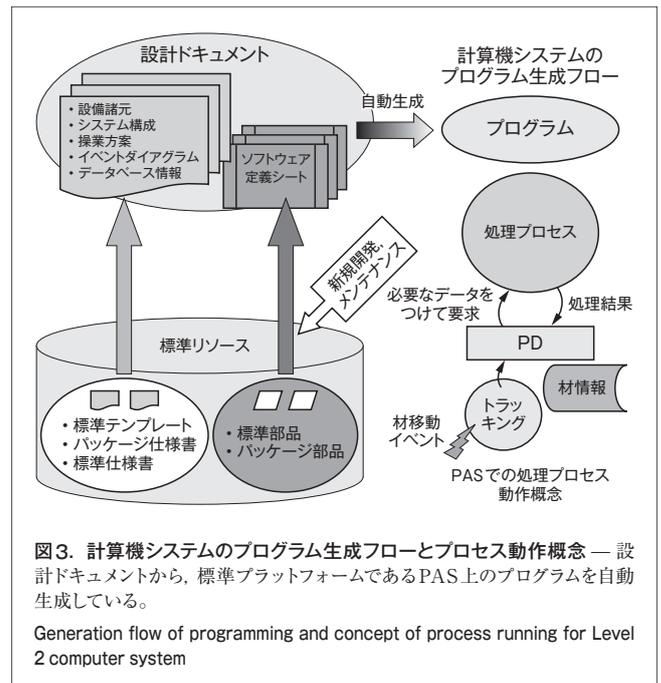
従来は各制御レベルであらかじめ指定された制御情報の履歴データや、製造指示と実績データなどのプラント情報を収集し蓄積していたが、uDBはすべての履歴情報を収集して蓄積する。uDBには、制御周期で収集したTC-netTM 100のリアルタイムデータベース上の情報のほか、ドライブ、レベル1とレベル2の制御パラメータやイベント情報、製造指示、実績などが数十日間蓄積され、多彩な機能を備えた検索エンジン



(uSearch) を用い目的に応じて容易に取り出すことができる。試運転調整や操業時に発生する様々な事象の解析や問題点の解決に際して、対象となるすべての制御情報とプラント情報が活用できるので、従来のようなデータ不足による再現待ちがなくなり、保守に要する時間や操業への影響が小さくなる。

2.3 計算機システム (レベル2) のメニュー化

New TMACSTMシステムのプラントメニュー化の例として、レベル2における機能パッケージ化について述べる。機能パッケージ化を実現することで、新たな設備の追加や変更柔軟



かつ容易に対応できる。

当社は、機能パッケージ化にあたり、オブジェクト指向型設計による上流から実装レベルまでの一貫設計を行っている。レベル2のドキュメントとプログラム作成フローを図3に示す。設計ドキュメントから標準プラットフォームであるPAS (Process Automation Solutions Package) 上のプログラムを自動生成している。PASでは、図3のPASでのプロセス動作概念にあるように、材 (Piece) 情報をPD (Piece Director) で一元管理している。PDは、材の移動に伴って発生するイベントに応じて必要な処理プロセスヘデータを渡し、その結果を受けて一連の処理を完了させている。この方式により処理プロセス動作での設備単位のパッケージ化を実現している。これと、設備単位のパッケージ化された設計ドキュメントの標準リソースを組み合わせ、ドキュメントからプログラムソースまでの機能パッケージ化を行っている。

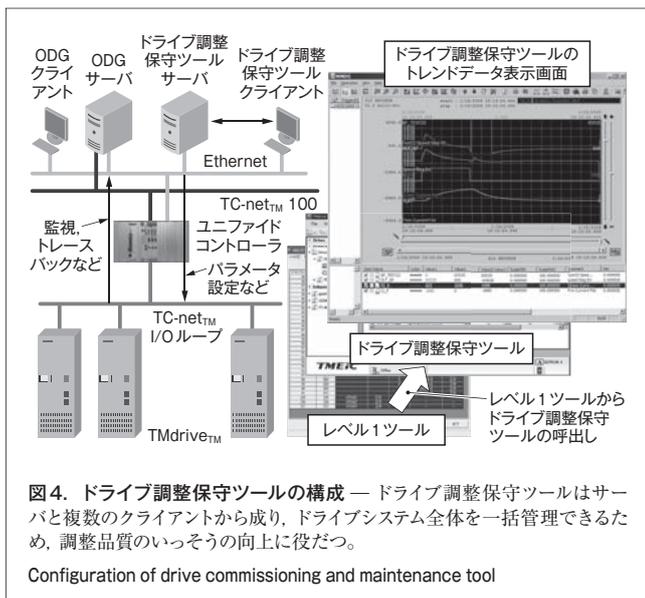
3 調整・保守支援ツール

従来は、各々個別の端末にドライブツール、レベル1ツール、レベル2ツール、モデルツール、及びODGなどの各種専用ツールを搭載していた。プラント一括メンテナンスの必要性から専用ツールに加え、各種ツールが1台の端末上で容易に操作でき、各種データの確認ができる統合ツールを開発した。

3.1 ドライブ調整保守ツール

調整目的に重点が置かれていた従来のドライブ調整ツールを、ドライブ調整及び保守ツールとして、より有効に使うことができるようにした。

ドライブ調整保守ツールの構成を図4に示す。ツールは1台のドライブ調整保守ツールサーバと複数のドライブ調整保守



ツールクライアントから成り、同時に複数のユーザーがサーバを通じて複数のドライブにアクセスできる。ドライブのパラメータなどの設定情報はサーバで一元管理を行うため、ドライブの基板を交換した場合などでも元の設定を容易に再設定できる。また、複数のドライブ間のパラメータを比較でき、調整品質のいっそうの向上に役立てられる。ドライブのオンライン監視もサーバを通じて行い、ドライブに異常が発生した場合は自動的に異常情報をサーバに吸い上げ、それを速やかに保守情報として有効に活用できる。

3.2 コントローラ (レベル1) ツール

レベル1ツールからドライブ調整保守画面やODGを呼び出すことができ、1台の端末で一元的に、レベル1とドライブの調整や保守、及び異常時の解析ができる。

3.3 uTool

uToolは、プラントの操業中に発生する様々な品質や制御の課題解決、及び障害発生時の原因解明などを支援する仕組みである。

uToolは、uDBに蓄積されたプロセスデータ、イベント信号、オペレーション履歴、設備状態や品質データなど、すべての制御情報の履歴データを汎用の統計分析ツールなどで見ることができる。また、当社の各種専用ツールも、uToolの端末 (uClient) 上で統合 GUI (Graphical User Interface) としてサポートしている。これにより1台の端末で、プラント状態の監視からシステムメンテナンスまでを可能としている。

uToolは、標準機能として、製造実績などプラント状態のサマリー表示 (uWeb)、各設備のパラメータや設備定数及び維持管理ためのデータ解析支援 (uReport, uTrend, uAnalysis) などの機能を準備している。汎用ツールとの組合せを考慮しており、ユーザーの要望に応じて機能の新規追加も可能となっている。

プラントに設置されたuToolと当社のオフィスインターネット経由で接続することで、当社のオフィスから遠隔対応ができる。

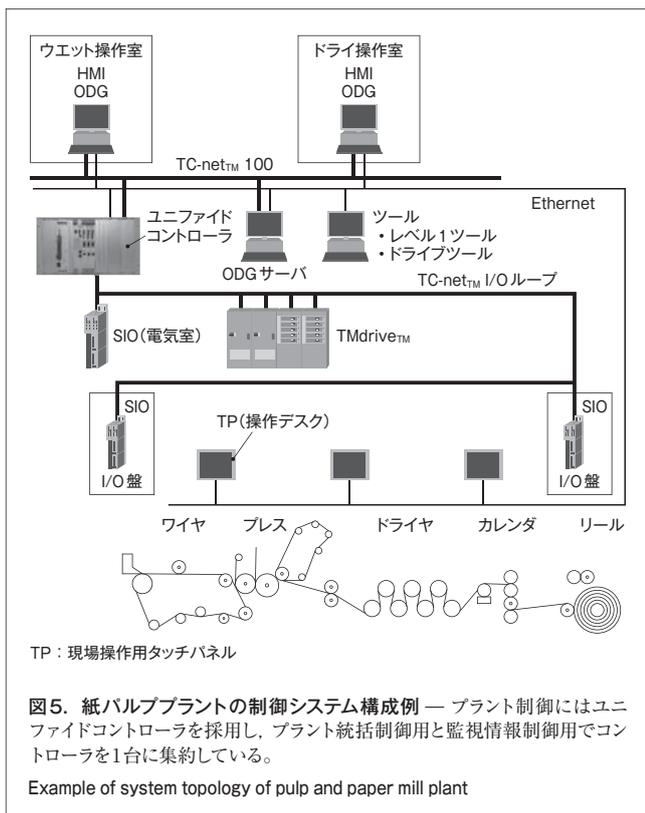
4 New TMACSTMの適用事例

New TMACSTMは、紙パルププラントで6システム、鉄鋼プラントで2システムが稼働している。更に2010年以降も鉄鋼プラントで多数の稼働計画がある。ここでは、これらのプラントへの適用事例について述べる。

4.1 紙パルププラントへの適用事例

New TMACSTMを適用した抄紙機プラントにおける制御システムの構成例を図5に示す。最近の大型抄紙機では、設備の全長200～300 mに多数のドライブ装置が配置され、毎分1,800 m前後の高速で運転される。

プラント制御 (レベル1) にはユニファイドコントローラを採



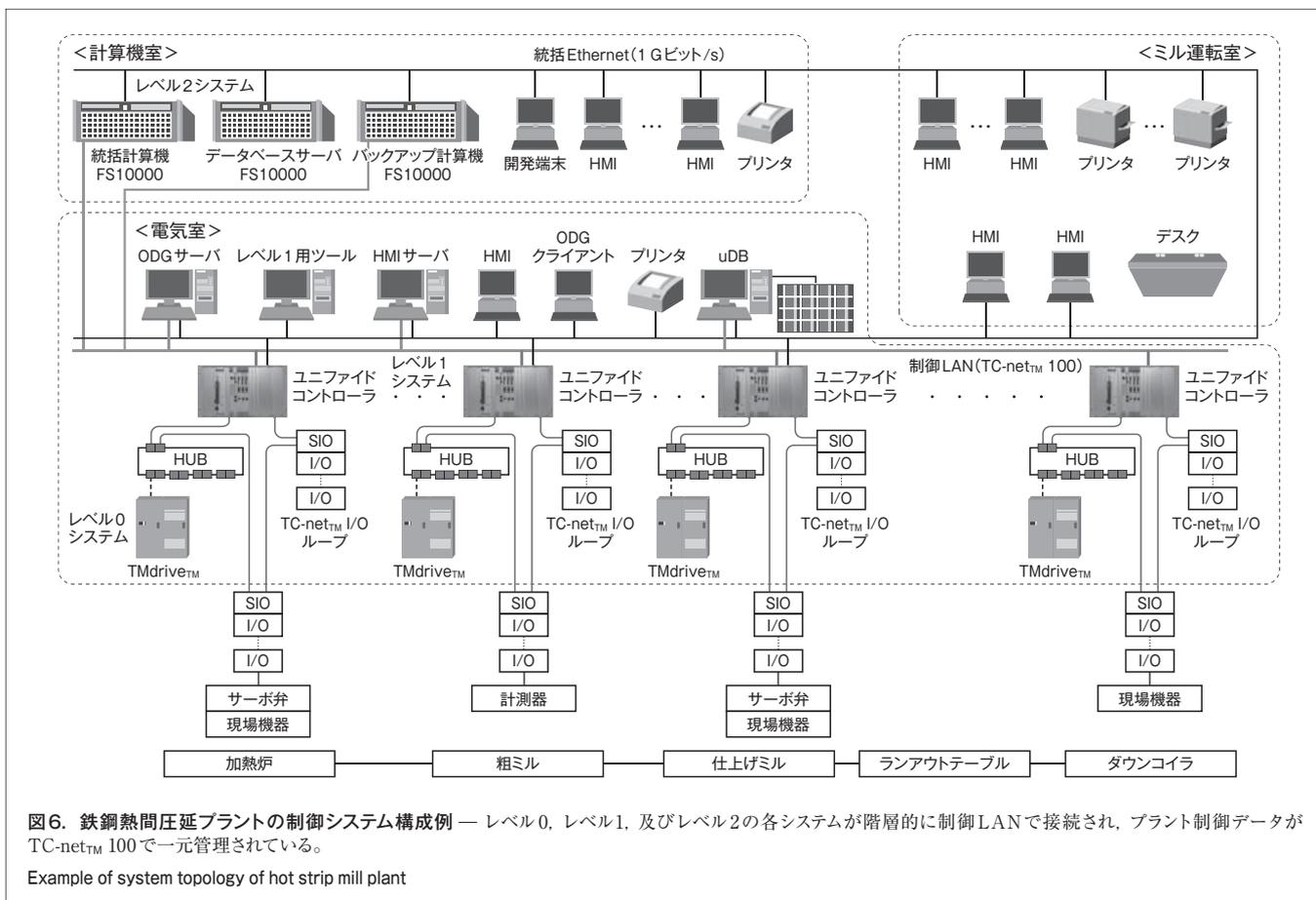
用し、プラント統括制御用と監視情報制御用でコントローラを1台に集約している。ドライブ装置は、TC-net™ I/Oループでプラント制御用のコントローラと接続している。TC-net™ I/Oループで伝送容量が拡大し、従来は複数系統必要であった伝送路を1系統に集約できた。また、TC-net™ I/Oバスアダプタ (SIO)をフィールドに配置することで、操作用品やセンサなどの信号もTC-net™ I/Oループに取り込むことができ、伝送の一元化が図られている。

基幹LANにはTC-net™ 100を採用し、電気室に設置したODGサーバや操作室に設置したHMIと接続している。TC-net™ 100上の情報は、2.1節で述べたように、ドライブ装置やフィールド機器とコントローラが持っているデータを一元的に扱うことができる。

4.2 鉄鋼熱間圧延プラントへの適用事例

鉄鋼熱間圧延プラントにおける制御システムの構成例を図6に示す。

典型的な熱間圧延プラント設備では、1,000℃以上に加熱された厚さ200mm程度のスラブ(鉄鋼半製品)を連続的に圧延しながら、厚み、幅、形状、温度などを処理工程ごとにダイナミックに制御して厚さ数mmのコイルを生産している。制御システムは、基幹LANのTC-net™ 100を介して接続され、



階層を成している。このシステムは、TMdrive_{TM}から成るレベル0システム、プラントの対象機械の動作を数ms～50msの定周期でダイナミックに制御するユニファイドコントローラから成るレベル1システム、及び計算機として東芝製産業用サーバFS10000などを適用しプラントの情報処理を行うレベル2システムで構成される。また、フィールド信号の入出力のために現場に配置された約3万点のリモートI/OやTMdrive_{TM}とは、TC-net_{TM} I/Oループを介して接続される。TC-net_{TM} 100のデータベースには約5～6万点の制御データがあり、用途に応じて2～200msで更新されている。uDBはデータ更新周期に応じて毎秒約6MバイトのデータをTC-net_{TM} 100上から収集し、3か月間程度の全履歴情報を蓄積するために約50T(テラ:10¹²)バイトの大容量ディスクを備えている。

5 TC-net_{TM}の高速・大容量化

鉄鋼や紙パルプの製造プラントの制御システムでは、膨大な情報の高速処理、制御応答の高速化、機能・性能の向上、及び保守の容易性が要求され、機械動作の動画像や音声などの大容量データも、制御データとともにTC-net_{TM}上での一元管理が必須となってきている。このために、New TMACS_{TM}の特長であるTC-net_{TM}上のリアルタイムデータベースにおいて、更なるコモンメモリ空間拡張が必須である。より高速・大容量化されたTC-net_{TM}が適用できるようになれば、大容量データが取り込め、New TMACS_{TM}としていっそうの向上が期待できる。

6 あとがき

産業分野の製造プラントにおいて、より高品質な製品をより効率よく製造するための制御システムとして、New TMACS_{TM}を開発した。製品品質の高精度化や設備故障時の短期修復化のニーズに応えるために、大量のプラント制御用データの有効活用が必須となってきている。TC-net_{TM}の高速・大容量化のような将来技術や機能の拡張を含めて、更なる発展を推進し、調整・保守支援ツールをより向上させた制御システムを提供していく。

文 献

- (1) 澤田尚正, ほか. 鉄鋼圧延プラントの制御システム技術. 東芝レビュー. 62, 10, 2007, p.34-37.
- (2) 高柳洋一. Real-Time Ethernet "TCnet_{TM}"の国際標準化への取組み. 東芝レビュー. 64, 4, 2009, p.64-67.
- (3) 久積崇志, ほか. "次世代制御システムと制御盤コンセプト". 電気学会 金属産業研究会発表論文集. 東京, 2008-06, 電気学会. 2008, 論文番号MID-08-9.



坂本 匡 SAKAMOTO Tadashi

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第二システム事業部
制御システム開発部技術主査。鉄鋼プラントの計算機システム
開発及びシステムエンジニアリング業務に従事。
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



小林 孝 KOBAYASHI Takashi

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第二システム事業部
品質管理統括部技術主査。紙パルププラントのシステムエン
지니어リング業務に従事。
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



津曲 隆司 TSUMAGARI Takashi

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第二システム事業部
制御システム開発部技術主査。鉄鋼プラントの計算機システム
開発及びシステムエンジニアリング業務に従事。
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.