

産業用コントローラ 入出力モジュールの冗長化

Redundant I/O Module for nv Series Unified Controller

栗本 武司

小寺 繁仁

山口 安春

■ KURIMOTO Takeshi

■ KODERA Shigehito

■ YAMAGUCHI Yasuharu

一般産業、社会インフラ及び電力の各分野のプラントで使用される産業用コントローラ ユニファイドコントローラnvシリーズに適用する、冗長化^(注1)が可能なI/O (Input/Output) モジュールを製品化した。

開発にあたっては信頼と安心を追求し、コンポーネントの信頼性及び頑健性の向上によって、長期間の連続稼働を実現した。また、既存コントローラ更新の際の制御システム継承性を高めるため、CIEMACTM PCS (Process Control Station) シリーズやシステムが異なる他のコントローラなどから、ユニファイドコントローラnvシリーズへ容易に移行可能な構成を提供できる。

Toshiba has developed a new input/output (I/O) module with a redundant configuration for the nv series unified controller, which is used in various fields including general industrial infrastructure, social infrastructure, and electric power plants.

Long-term continuous operation of the new I/O module is ensured by its enhanced reliability, robustness, and maintainability. Furthermore, it offers easy configuration and renewal engineering for migration from the existing CIEMACTM series to the nv series unified controller and system updating to the latest controller.

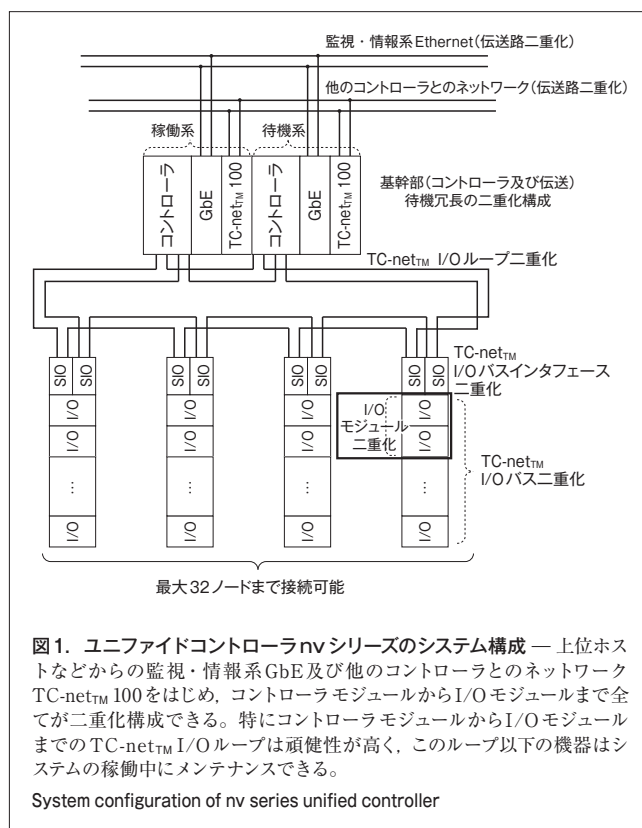
1 まえがき

産業用コントローラは、流量計や、圧力計、温度センサ、リレー接点などから入力した信号をデジタルデータに変換して読み込み、制御演算を行い、その結果に基づいて制御信号を操作弁やシーケンス装置に出力することでプラントの制御を行っている。東芝の産業用コントローラであるユニファイドコントローラnvシリーズは、基幹部（コントローラモジュールや伝送モジュールなど）にメモリ誤り訂正機能を搭載し、また冗長化を構成できるようにして、信頼性の向上を図りプラントの長期間にわたる連続稼働とダウンレス化を実現している。

ユニファイドコントローラnvシリーズでは、流量や、圧力、温度などプラントからの入力データと、操作弁やシーケンス装置などの制御指令といったプラントへの出力信号はI/Oモジュールを通して入出力される。しかし、I/Oモジュールの故障によって不正な入力データ又は異常な出力信号で運転制御が行われると、製造物の品質の低下や、設備機器の破損、工場全体へのエネルギーの供給停止などその影響は甚大になる。また、I/Oモジュールの故障が発生しただけでプラント運転を停止する場合もある。

このたび、ユニファイドコントローラnvシリーズの中で、プラント制御に直接影響の大きい構成要素として、充実した故障診断機能を搭載し、冗長化できるI/Oモジュールを開発した。

(注1) 構成をシングル（一重）から二重にすることで、片方に障害などが起きても通常の動作が継続できるようにした構成。



2 システムの構成

ユニファイドコントローラnvシリーズのシステム構成を図1に示す。

コントローラの基幹部は、19インチサブラックにアプリケーションプログラムを実行するコントローラモジュール、上位のホストコンピュータなどの監視系や情報系との通信する1Gビット/sのEthernetであるGbE (Gigabit Ethernet) モジュール、及びコントローラ間ネットワークである伝送装置TC-net™ 100モジュールを実装して構成される。これらのモジュールは、基幹部内の高速バスを介して相互のデータ授受を行う。また、コントローラモジュールと、プラントの入出力信号を取り扱うSIO (Serial Input Output) モジュールであるTC-net™ I/Oバスインタフェースとの間は、100 Mビット/sのTC-net™ I/Oループで接続される。

基幹部では、コントローラモジュールや伝送モジュールは待機冗長の二重化構成にでき、ネットワーク部では、監視系及び情報系ネットワークのGbEモジュールと、コントローラ間ネットワークTC-net™ 100の伝送路を二重化できる。また、TC-net™ I/Oループは、ループ構成でかつ二重ループ構成にも対応している。

更に今回、I/Oモジュールのうち、アナログ入力モジュール及

びアナログ出力モジュールを冗長化できるようにした。この結果、コントローラモジュール、伝送モジュール、ネットワーク、及びI/Oモジュールの全ての構成要素で冗長化構成をとることができるようになった。

3 冗長化I/Oモジュールの特長

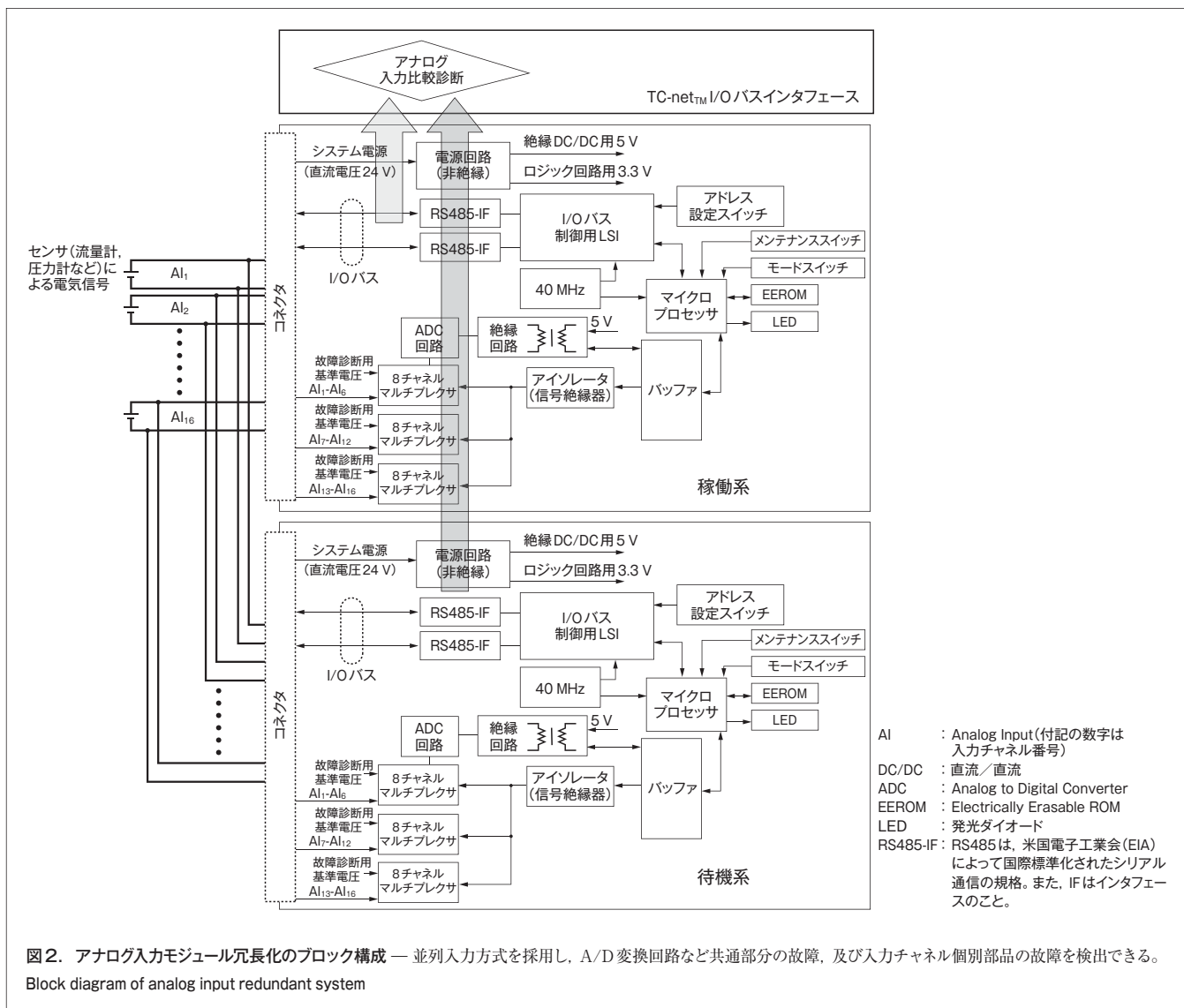
I/Oモジュールの冗長化設計における重要なポイントは、次のとおりである。

- (1) 稼働系の故障を確実に検出して待機系に切り替える。
- (2) 待機系の故障を確実に検出して切替え後の異常を防ぐ。

これらを実現するために複数の故障診断手法を取り入れた冗長化設計を行っている。

3.1 アナログ入力モジュール

アナログ入力モジュール冗長化のブロック構成を図2に示す。冗長化設計の主な特長は、次のとおりである。



- (1) 並列入力方式 流量計や、圧力計、温度センサなどからのセンサ信号を稼働系と待機系に並列に入力する方式を採用し、複雑な冗長化回路を不要にして故障率のミニマム化を実現した。
- (2) 複数あるマルチプレクサ故障の検出 センサ信号をデジタルデータに変換するA/D (Analog to Digital) 変換回路などの共通部分の他に、入力チャンネルを選択するための、複数あるマルチプレクサに故障診断用の基準電圧を入力して、個別に故障を検出できるようにした。
- (3) 入力チャンネル固有の個別部品故障の検出 今回、I/Oモジュールを管理するTC-net™ I/Oバスインタフェースによって稼働系及び待機系のアナログ入力データを比較する診断を新たに採用し、両者の入力データに規定以上の差異がある場合に入力偏差異常を発報する機能を採用した。これによって、入力チャンネルごとにある入力フィルタ部品や過電圧保護部品などの故障を検出できるようにした。

3.2 アナログ出力モジュール

アナログ出力モジュール冗長化のブロック構成を図3に示

す。冗長化設計の主な特長は、次のとおりである。

- (1) 待機冗長方式 稼働系は操作弁に出力する。一方待機系は出力を実行するが、切替え素子を短絡させてこれを内部消費させる方式を採用した。
- (2) 出力リードバックによる故障診断 稼働系では操作弁に出力している電流を、待機系では切替え素子で内部消費している出力電流を、それぞれA/D変換方式でリードバックして出力精度異常及び切替え素子故障を診断する。
- (3) 切替え素子故障診断 今回、新たに切替え素子(図中の丸囲い素子)を冗長化した。これにより、待機系動作時に、切替え素子の動作故障の検出を実現した。

3.3 冗長化構成

アナログ入力及びアナログ出力のモジュールを冗長化して構成した場合の実装外観を図4に示す。

I/Oモジュールを実装して取り付けるI/Oベースユニットに最大10台のI/Oモジュールを実装できる。隣り合うスロットとペアで実装することで冗長化構成にできる。

既設CIEMAC™ PCSシリーズへの更新を配慮し、入出力信号は外部端子台と専用ケーブルで接続する形態としている。

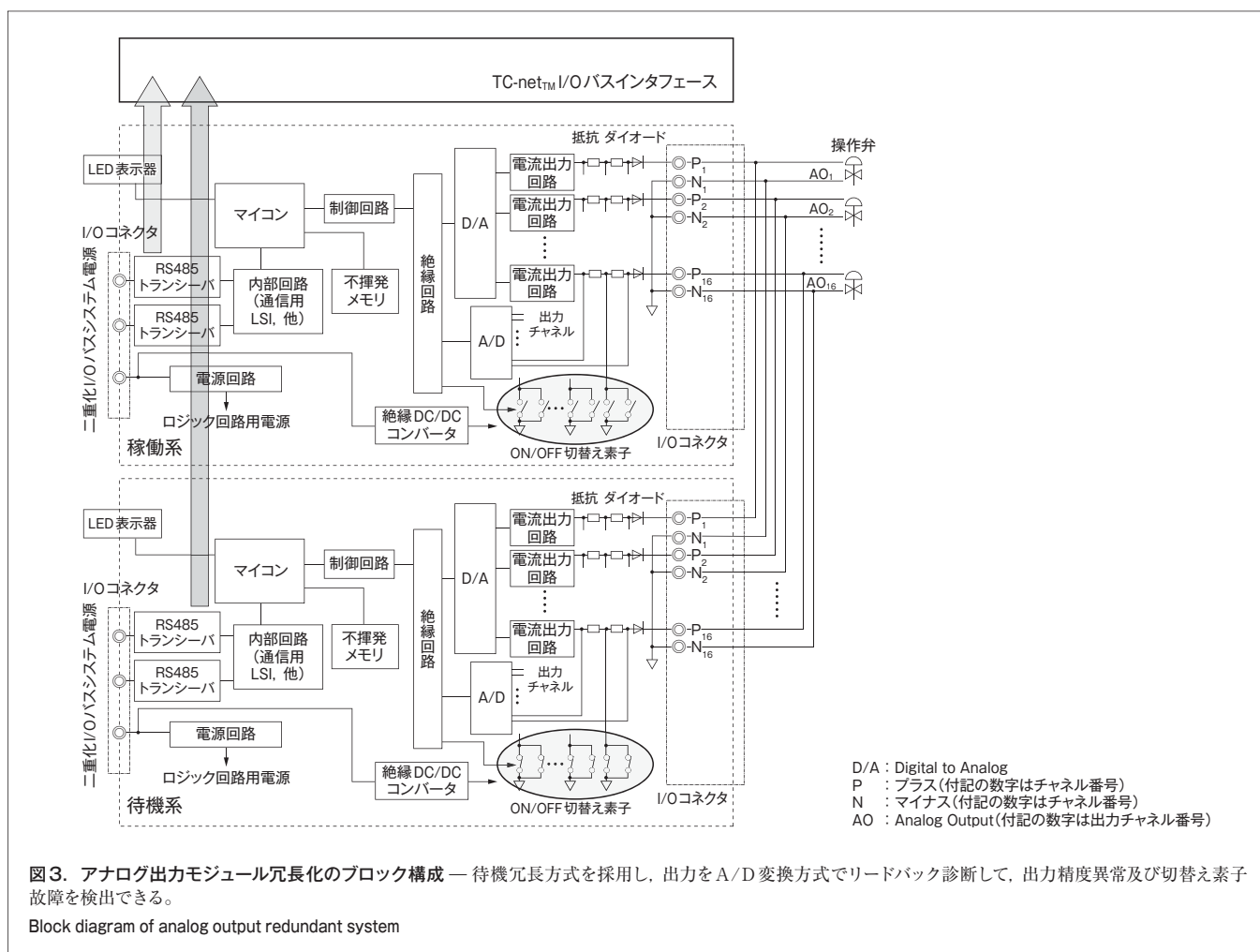


図3. アナログ出力モジュール冗長化のブロック構成 — 待機冗長方式を採用し、出力をA/D変換方式でリードバック診断して、出力精度異常及び切替え素子故障を検出できる。

Block diagram of analog output redundant system

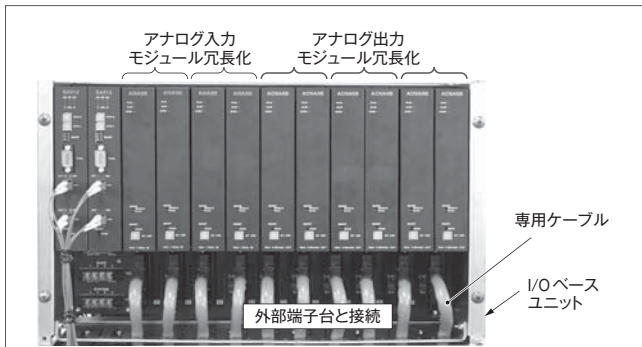


図4. アナログ入出力モジュールの冗長化構成 — CIEMAC™ PCSシリーズと同じ外形のユニットにして、ユニットを交換することでシステムを容易に構築できるようにした。また、I/Oモジュールの並びや実装位置などを一致させることで、視覚的な統一感を継承したユニットにしている。

Redundant configuration of I/O modules

4 ユニファイドコントローラnvシリーズへの更新

既設のCIEMAC™ PCSシリーズからユニファイドコントローラnvシリーズへの更新について述べる。

図4に示す冗長化I/Oモジュールを含むI/OモジュールをI/Oベースユニットに実装することで、CIEMAC™ PCSシリーズからの更新を容易にしている。

最新集中形制御システム (DCS: Digital Control System) への更新には、資金、対応人員など多くのリソースと、対象になるシステムが受け持つ生産活動の停止が必要になる。したがって、次の事がらユーザー及びメーカーにとって共通の課題である。

- (1) いかに低コストで実現できるか
- (2) いかに生産活動の停止期間を短くできるか

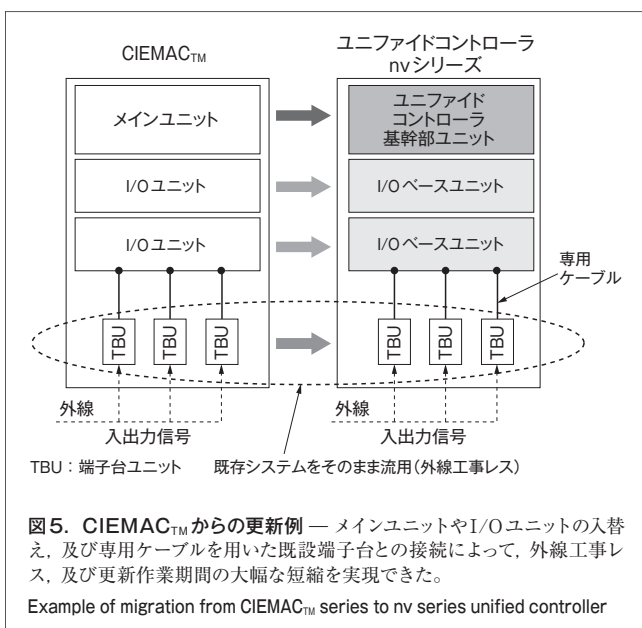


図5. CIEMAC™からの更新例 — メインユニットやI/Oユニットの入替え、及び専用ケーブルを用いた既設端子台との接続によって、外線工事レス、及び更新作業期間の大幅な短縮を実現できた。

Example of migration from CIEMAC™ series to nv series unified controller

この課題を解決するため、更新実績のある次の方式を採用した。

- (1) 既設筐体 (きょうたい) の流用と筐体追加レス
- (2) 入出力配線工事レス

CIEMAC™ PCSシリーズからユニファイドコントローラへの更新例を図5に示す。この更新には、次のような特長がある。

- (1) 既設I/Oユニットと同一外形のI/Oベースユニット

図4に示すI/Oベースユニットの外形は既設I/Oユニットと同一の外形で実現した。I/Oモジュールが実装できる台数も同じにして、I/Oモジュールの実装位置や並びなど既設機器の構成との視覚的な統一感を継承した。

- (2) 既設端子台ユニットの流用 図4のベースユニットと既設端子台を専用ケーブルで直接接続する方式を採用することで、入出力配線工事レスを実現した。

更に、冗長化I/Oモジュールの製品化によってCIEMAC™ PCSシリーズ相当の全I/Oモジュールのラインアップ化を実現した。

5 あとがき

冗長化できるI/Oモジュールをユニファイドコントローラnvシリーズにラインアップしたことによって、コントローラモジュール、伝送モジュール、上位ネットワーク、及びI/Oモジュールまでの全ての構成要素で冗長性を持たせたシステムを提供できるようになった。

コンポーネントの故障による運転制御の停止が許されない重要なプラント向けに、長期間にわたる連続運転が可能で、信頼性の高い最適なシステムを提供できる。

当社は今後も、ユーザーニーズを取り込み、継承性のある継続的な機能拡張を行うことで、安心して使用できる制御システムを提供していく。



栗本 武司 KURIMOTO Takeshi

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部主査。
制御コンポーネントの開発に従事。
Fuchu Complex



小寺 繁仁 KODERA Shigehito

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部課長。
制御コンポーネントの品質保証業務に従事。
Fuchu Complex



山口 安春 YAMAGUCHI Yuharu

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部主務。
制御コンポーネントの品質保証業務に従事。
Fuchu Complex