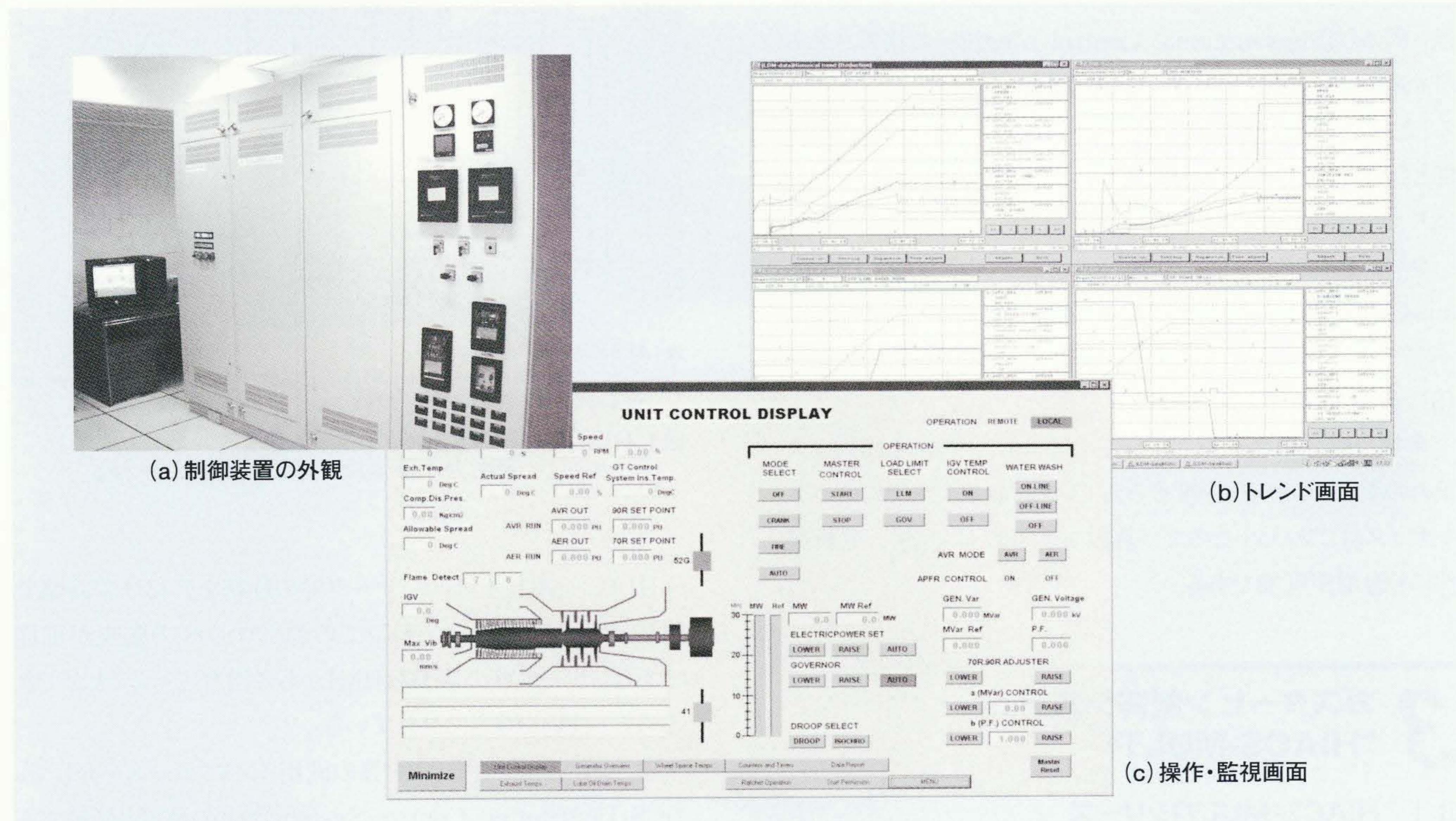


最新の発電プラント制御システム

Latest Power Plant Control System

亀井 貴志 *Takashi Kamei* 戸村 孝 *Takashi Tomura* 加藤 陽一 *Yôichi Katô*



インドネシア共和国 PT Pupuk SriwidjajaのUnit No.2ガスタービン発電プラント制御システムの制御装置外観と画面例

1973年に日立製作所が納入し、運転開始したガスタービン発電プラントの制御システムを、最新のデジタル式制御システムに更新した。

最新の発電プラント制御システムでは、近年のシステムコンポーネント技術の進歩に伴い、高速制御回路のデジタル化や、オープンインタフェースによる他装置との接続、多様なシステム多重化レパートリーのラインアップなどの最新技術が取り入れられるようになってきている。

日立製作所は、発電プラントの経済性や高運用性

などの顧客ニーズにこたえるため、発電プラント総合監視制御システム“HIACS(Hitachi Integrated Autonomic Control System)”を核とした、最新のガスタービン制御システム、蒸気タービン制御システム、発電機励磁制御システムなど、種々の発電プラント制御システムを開発し、提案している。

1 はじめに

発電プラントには、電力の安定供給、高効率、高運用性、環境保全などが要求される。そのため、プラントの監視・操作では高度化が進んでおり、同時に、使いやすさも求められている。また、電力市場の自由化の流れに合わせて、プラント建設のコストダウンや、スケジュールの短縮も必須である。

このような背景から、日立製作所は、高い信頼性を維持し

つつ、経済性を追求する一方で、運転・保守の負担を低減することができる監視制御システムを開発した。発電プラントの総合監視制御システムとして多数の実績がある、HIACS(Hitachi Integrated Autonomic Control System)シリーズを核とした、最新の発電プラント制御システムである。

ここでは、その中から、ガスタービン制御システム“HIACS-MULTI”，蒸気タービン制御システム“HITASS-2000”，および発電機励磁制御システム“VCS-6000”について述べる。

2 新しい制御システムの特徴

新しい制御システムには、日立製作所のHIACSシリーズの以下の最新技術が適用されている。

(1) 高速制御回路のデジタル化

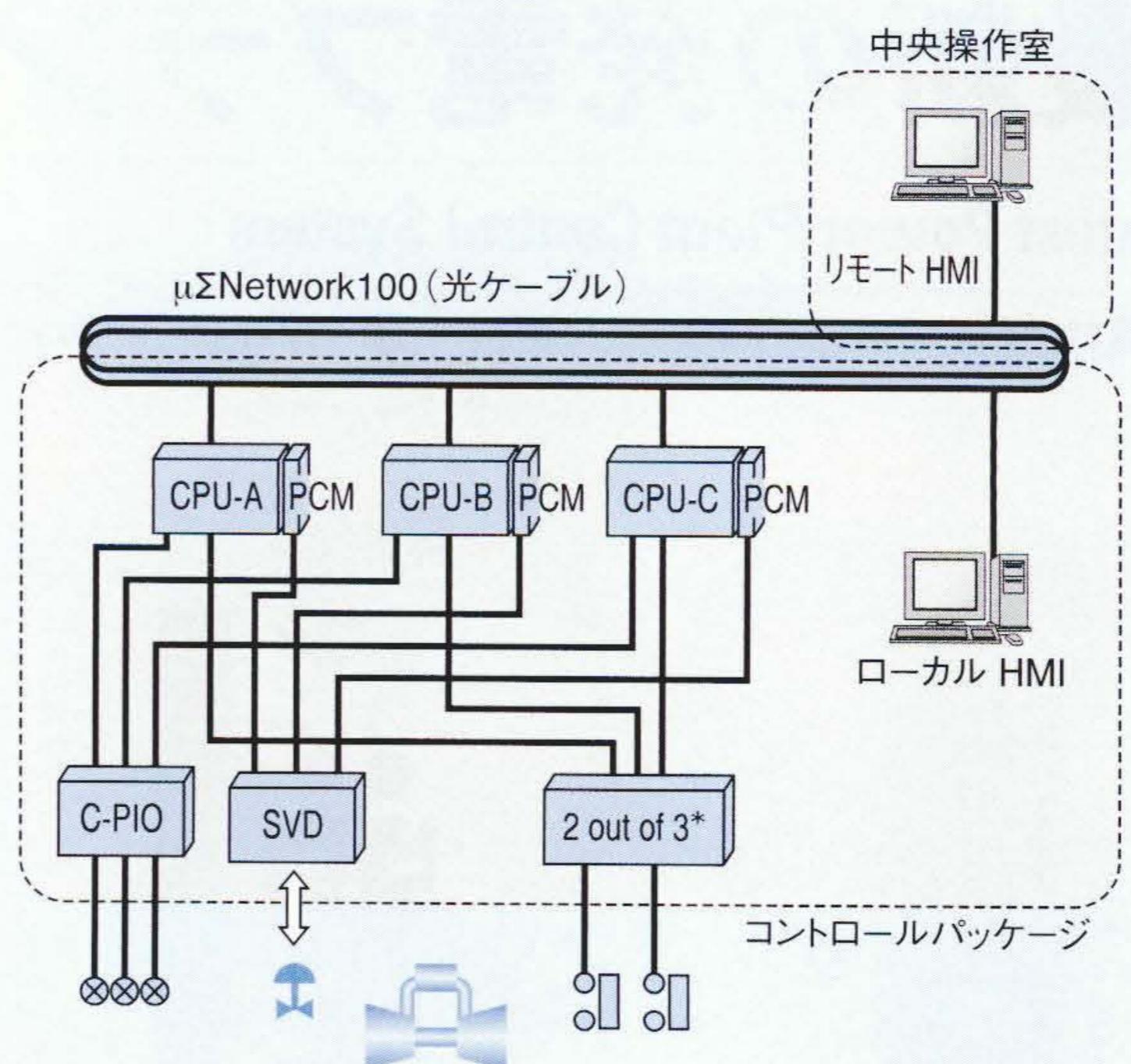
サーボ弁制御回路など高速演算を必要とする制御回路は、PCM(Programmable Control Module)で演算させるデジタル回路とした。これにより、制御装置をコンパクトにするとともに、制御設定値の調整を保守ツールから行うことが可能となり、使いやすさを向上させている。

(2) オープンインタフェースによる接続

シリアルインターフェース規格“RS232”やTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)などの汎用インターフェースにより、他装置との接続が可能である。

(3) 多様なシステムレパートリー

多様な顧客のニーズにこたえられるように、豊富な制御システムの製品レパートリーをそろえている。制御システムのパネルサイズはコンパクトなので、新設プラントだけでなく、更新案件にも適用が可能である。



注：略語説明ほか

C-PIO(Common Process Input and Output), SVD(Servo Valve Driver Module)

*2 out of 3は、多数決論理を意味する。

図1 HIACS-MULTI 300のシステム構成例

1台のHMIにより、監視、操作、およびプログラム保守を行うことができる。

3 ガスタービン制御システム “HIACS-MULTI”

3.1 HIACS-MULTIシリーズ

HIACS-MULTIシリーズは、ガスタービン制御・保護、発電機保護、発電機励磁制御といった機能を統合したガスタービン制御システムである。さまざまな納入形態を可能とするために、豊富な製品レパートリーをそろえている(表1参照)。

3.2 システム構成

HIACS-MULTIのHMI(Human-Machine Interface)は、CRTからの監視・操作を基本としている。リモートHMIを追加して、複数台のHMIを接続することも可能である。HMIにはCPUのプログラムメンテナンスを行う保守ツール機能も搭載されているので、1台のHMIで監視・操作・保守が可能である(図1参照)。

表1 HIACS-MULTIシリーズ一覧

多様な顧客ニーズに合わせて、豊富な製品レパートリーをそろえている。

型名	機能	GT制御 (一重系)	GT制御 (三重系)	発電機 励磁制御	発電機 保護
HIACS-MULTI 100	○	—	—	—	—
HIACS-MULTI 200	○	—	○	—	—
HIACS-MULTI 300	—	○	—	—	—
HIACS-MULTI 500	—	○	○	—	—
HIACS-MULTI 700	—	○	○	○	—
HIACS-MULTI 700(S)	○	—	○	○	—

注：略語説明ほか

GT(Gas Turbine), ○(機能あり), —(機能なし)

HIACS-MULTIでは、サーボ弁の制御をデジタル回路で構成しているので、オンラインでの制御ロジックの監視が可能である。サーボ弁の調整はHMIからの指令で行うことができる、使いやすさに優れている。

また、RS232やTCP/IP等の汎用インターフェースを介して、DCS(Distributed Control System)などの装置と接続することも可能である。

3.3 HMIシステム

HIACS-MULTIのHMIは、Windows[®]システム上で動作するグラフィカルなインターフェースであり、これによって運転操作・プラントデータ監視、警報出力、トレンド表示、サーボ弁調整など、わかりやすく、使いやすいメニューを提供することができる(図2参照)。

3.4 HIACS-MULTIによる制御システムの更新

日立製作所は、インドネシア共和国のPT Pupuk Sriwidjaja(以下、PUSRIと言う。)に、Unit No.2ガスタービン発電設備(1973年に日立製作所が納入したもの)の制御システムとして、HIACS-MULTIを納入した。今回はアナログ式の既設ガスタービン制御装置、発電機励磁制御装置、および発電機保護盤をHIACS-MULTI 700に更新した。

PUSRIに納入したHIACS-MULTIは現在順調に稼動している。

※) Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

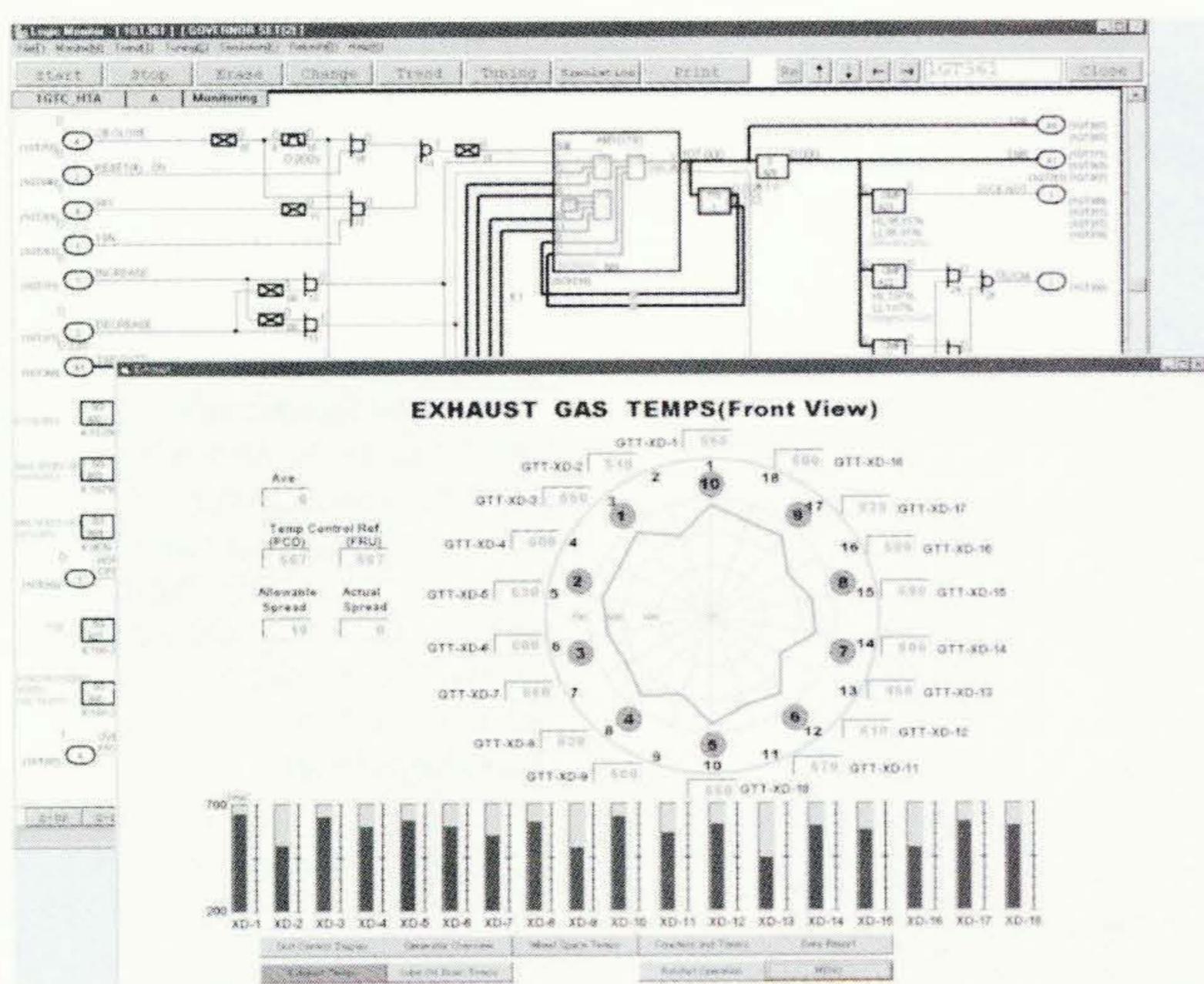


図2 HIACS-MULTIのHMI画面例(ガスタービン排気温度監視および制御ロジック監視の画面)

HMIの各種メニューにより、わかりやすく使いやすいユーザーインターフェースが提供される。

4 新型蒸気タービン制御システム“HITASS-2000”的特徴

(1) システム構成

蒸気タービン制御システムは、速度・負荷制御部、弁制御部、自動化制御部、およびタービン保護部に大別できる。今回はこの中で、従来ハードウェアで構築していたサーボ弁制御回路と蒸気タービン保護回路にPCMを適用することにより、デジタル化を図った。

新型蒸気タービン制御システム“HITASS(Hitachi Turbine Start up System)-2000”的構成を図3に示す。

(2) デジタルサーボ

制御コントローラからの弁開度指令を増幅するサーボ増幅

器回路は、PCM内のデジタル処理とすることにより、サーボ増幅器のゲイン調整部分をなくした。また、アナログ調整回路部を1ボード化したことにより、保守性も向上した。

(3) 蒸気タービン保護回路インタロックユニット

蒸気タービン保護回路は、プラント保護にかかる重要な回路であり、きわめて高い信頼性を要求されるため、デジタル三重系の構成を採用した。

蒸気タービン保護ロジックをPCM内で演算させ、トリップ要因を検出する入力部(AI:Analog Input; DI:Digital Input)とトリップ信号の出力部(DO:Digital Output)をユニット化し、三重系の構成とした。ユニット化構成によって他機能から完全に独立するので、蒸気タービン保護回路単独での運転継続が可能となった。

(4) 保 守

デジタル化の拡大により、PCM内の演算状態も制御装置用保守ツールを用いて監視できるので、保守性も向上した。蒸気タービン保護回路を含む警報信号などのインターフェースは計算機とネットワークで接続することも可能なので、ハードウェアの取り合いも削減することができた。また、蒸気タービンモデルを内蔵したソフトウェアシミュレータ機能を用いることにより、速度・負荷制御機能の確認試験が容易になった。なお、このシミュレータにより、実弁を駆動して制御機能が確認できる構成とした。

5 新型ディジタル発電機励磁システム“VCS-6000”的特徴

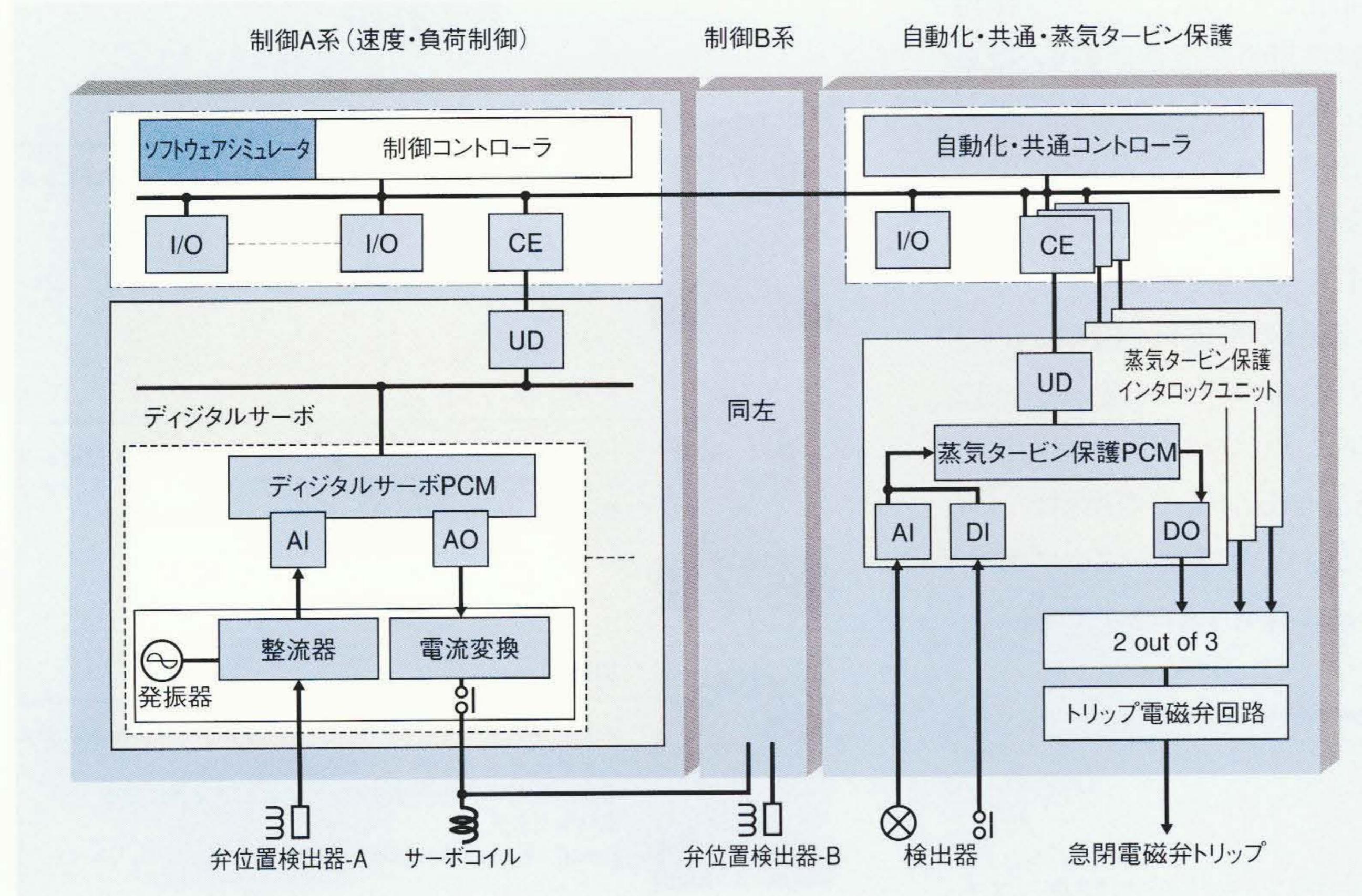
(1) 小容量から大容量発電機(600 MVA程度)まで、それぞれの容量に応じてサイリスタ盤面数が増減できるので、シス

図3 新型蒸気タービン制御装置(制御二重系)のシステム構成

デジタル化の拡大により、従来のサーボ弁制御回路と蒸気タービン保護回路に代わる、コンパクトで高い信頼性が確保できる新型蒸気タービン制御装置を開発した。

注：略語説明

I/O (Input and Output)
CE (Control Electronics)
UD (Unit Driver)
AO (Analog Output)



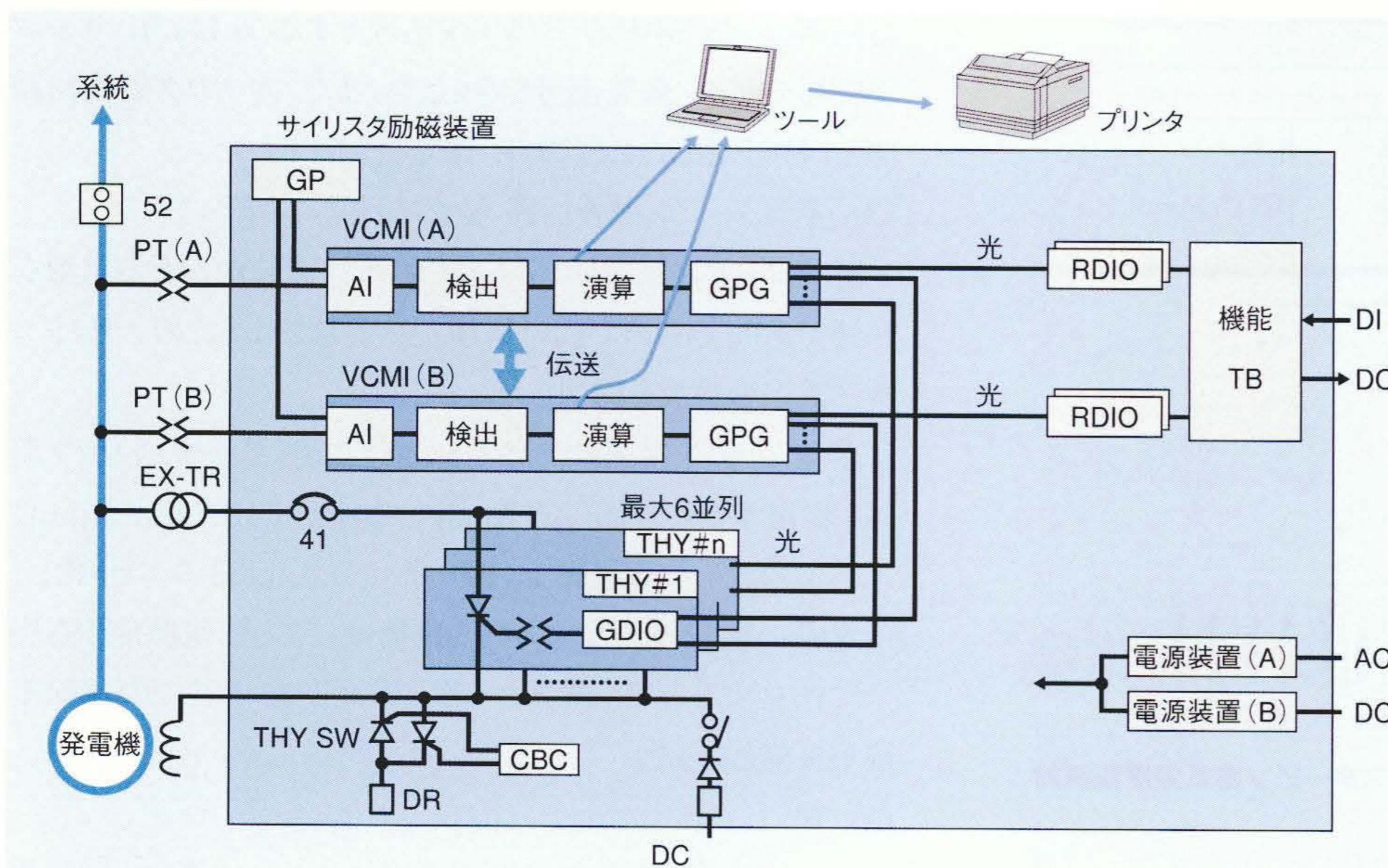


図4 サイリスタ励磁方式(制御二重系)のシステム構成例

新型デジタル励磁システムは、ブラシレス励磁方式にも適用が可能である。

注：略語説明

GP(Graphic Panel)
PT(Potential Transformer)
EX-TR(Exciter Transformer)
VCMI(Voltage Control Module Integrated)
GPG(Gate Pulse Generator)
RDIO(Remote Digital Input and Output)
TB(Terminal Block), THY(Thyristor)
GDIO(Gate Driver and Input and Output)
THY SW(Thyristor Switch)
CBC(Craw-Bar Circuit)
DR(Discharge Resistor)

ムを容易に構築することができる。

- (2) 制御系は一重系と二重系のいずれにも適用できるようにした。これにより、顧客のニーズに合ったシステムを提供することができる。
- (3) 電圧制御部、ロジック制御部、およびゲートパルス発生部(GPG:Gate Pulse Generator)を1枚の制御基板に機能統合したVCMI(Voltage Control Module Integrated)を開発、適用することにより、保守性の向上と高信頼性、高性能化を図った。
- (4) サイリスタゲート信号インターフェースにはGDIO(Gate Driver and Input and Output)を、入出力インターフェースにはRDIO(Remote Digital Input and Output)を開発、適用することにより、VCMI間を光通信することで耐ノイズ性を向上させた。
- (5) 界磁電流遮断時の放電回路にサイリスタスイッチを採用した。これにより、界磁遮断器に汎用の交流遮断器または単極の直流遮断器の適用を可能とし、経済性を向上させた。
- (6) 故障内容・プラント運転状況をグラフィックパネルで常時監視できるようにした。また、制御基板への配線はすべてコネクタを採用することにより、保守性を向上させた。

サイリスタ励磁方式(制御二重系)の構成例を図4に示す。なお、VCMI、GDIO、およびRDIOはブラシレス励磁方式にも適用が可能であり、設備容量に応じてサイリスタ変換器またはPWM(Pulse Width Modulation)電力変換器のいずれにも組み合わせることができますので、顧客ニーズやプラント要求仕様に沿ったシステムを容易に構築することができる。

6 おわりに

ここでは、日立製作所の発電プラント総合監視制御システ

ム“HIACS”を適用した最新の制御システムについて述べた。

経済性や高運用性の追求など、発電プラントへの要求は今後ますます高度化するものと考える。日立製作所は、柔軟なシステム構築が可能で、使いやすく、プラントの安全・安定な運転を可能とする制御システムを顧客に提案できるように、今後も努力していく考えである。

参考文献

- 1) 飯島、外:ACC発電プラントへの最新鋭監視制御システムの適用、日立評論、84, 2, 181~184(2002.2)
- 2) 朝倉:新型多重化システム、火力原子力協会第27回新技術発表会草稿(2000.11)

執筆者紹介

亀井貴志



1993年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 発電制御システム設計部 所属
現在、発電プラントの制御システム設計業務に従事
E-mail : takashi_kamei @ pis.hitachi.co.jp

戸村 孝



1982年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 発電制御システム設計部 所属
現在、発電プラントの制御システム設計業務に従事
E-mail : takashi_tomura @ pis.hitachi.co.jp

加藤陽一



1993年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 発電制御システム設計部 所属
現在、発電プラントの制御システム設計業務に従事
電気学会会員
E-mail : youichi_katou @ pis.hitachi.co.jp