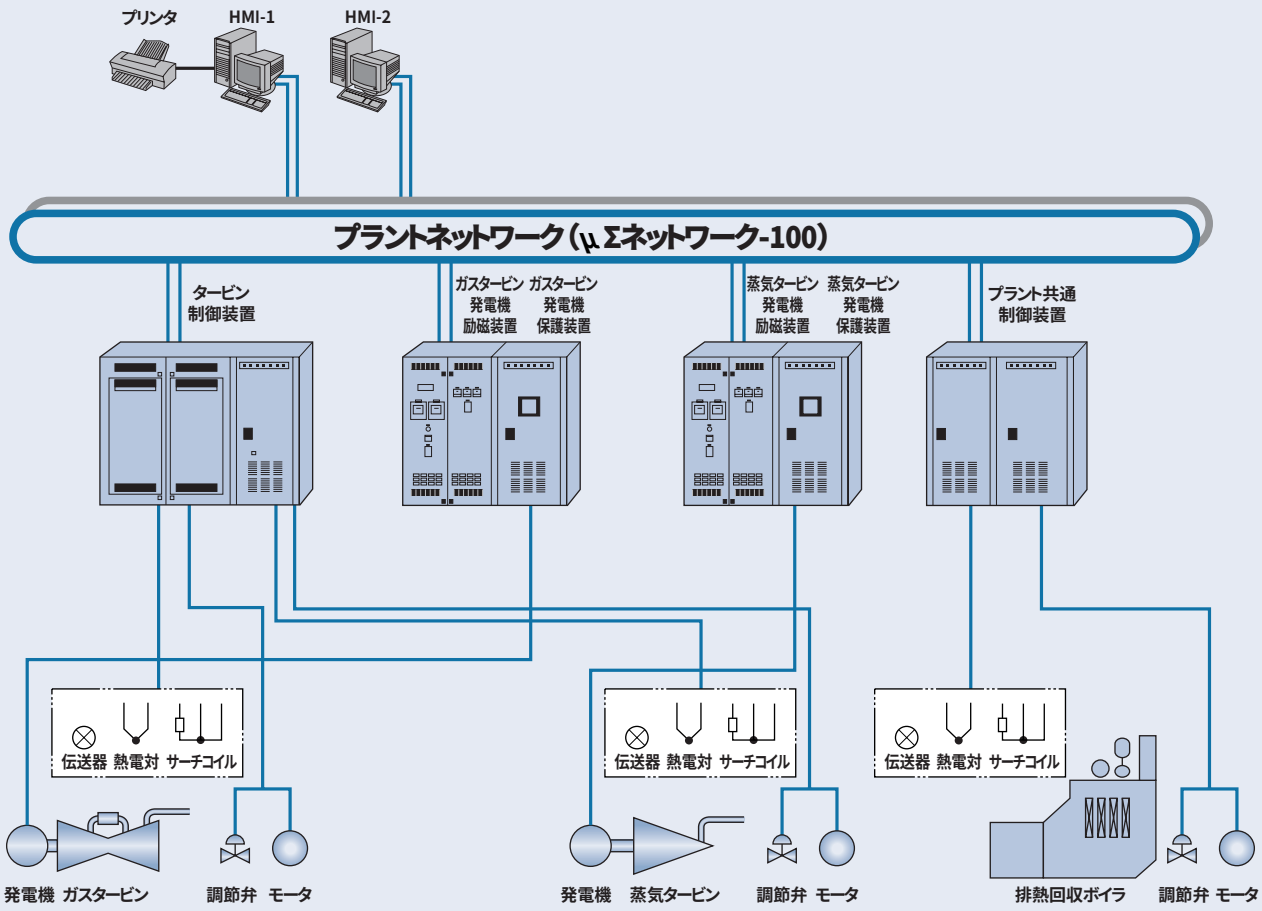
H-25コンバインドサイクル発電プラント向け制御システム

Control System for H-25 Combined Cycle Power Plants

朝倉一安 *Kazuyasu Asakura* 亀井貴志 *Takashi Kamei*



注：略語説明 HMI(Human-Machine Interface)

H-25コンバインドサイクル発電プラント制御システム“HIACS-MULTI 1000”の構成

H-25ガスタービン1台，排熱回収ボイラ1台，および蒸気タービン1台による多軸コンバインドサイクル発電プラントの制御システム構成例を示す。

近年，電力自由化を背景としたIPPやPPSの参入増大とエネルギー効率向上のニーズにより，20～100 MW級のコンバインドサイクル発電プラントの建設が増加してきている。このようなニーズにこたえるために，日立製作所は，プラント効率の向上，起動・停止時間の短縮に寄与できるH-25ガスタービン(25 MW級)を適用したコンバインドサイクル発電プラントを提案している。

発電プラントの監視・制御システムについては，H-25ガスタービン監視・制御システムであるHIACS-MULTIをベースに，H-25コンバインドサイクル発電プラント向けの監視・制御システムを開発し，制御性，保守性，信頼性の向上を図るとともに，設備のコンパクト化を実現した。

1 はじめに

電力自由化に伴い，IPP（Independent Power Producer：独立系電力事業者）やPPS（Power Producer and Supplier：特定規模電気事業者）による20～100 MW級のコンバインドサイクル発電プラントの建設が増加してきている。このようなニーズに対応するため，日立製作所は，H-25ガスタービン（25 MW級）を適用したH-25コンバインドサイクル発電プラントを提供している。

その運転・監視系の機能を担う監視・制御システムについても，高い信頼性を維持しつつ運転・監視操作の省力化が可能なシステムが求められており，国内外で実績のあるH-25ガスタービン監視・制御システム“HIACS-MULTI（Hitachi Integrated Autonomic Control System―Multiplex for Turbine Control）”をベースに，H-25コンバインドサイクル発電プラント監視・制御システム“HIACS-MULTI 1000”を開発した。

ここでは，その概要について述べる。

2 開発コンセプトと特徴

コンバインドサイクル発電プラント監視・制御システムを構成する機器は，ガスタービン制御装置，ガスタービン発電機保護装置，ガスタービン発電機励磁装置，蒸気タービン制御装置，蒸気タービン発電機保護装置，蒸気タービン発電機励磁装置，プラント共通制御装置，HMI（Human-Machine Interface），メンテナンスツールなどである。HIACS-MULTI 1000の開発にあたっては，設置場所の省スペース化に対応したコンパクトな制御装置と，運転操作・監視の省力化などの顧客のニーズを踏まえて開発した。

（1）タービン制御装置

従来のコンバインドサイクル発電プラント監視・制御システムは，ガスタービン制御機能と蒸気タービン制御機能をそれぞれ独立した制御装置で構築していた。HIACS-MULTI 1000では，両機能を同一コントローラに統合することにより，従来よりもコンパクトな制御装置の提供を可能としている。HIACS-MULTI 1000の外観を**図1**に示す。

タービン制御装置は，三重化されたコントローラで制御演算し，ガスタービンと蒸気タービンの保護，およびサーボ弁制御は，階層分散されたPCM（Programmable Control Module）で演算している。これによって演算負荷を分散するとともに，コントローラの故障による保護機能喪失のリスクを分散しており，信頼性の向上と制御機能の柔軟な拡張を可能としている（**図2**参照）。

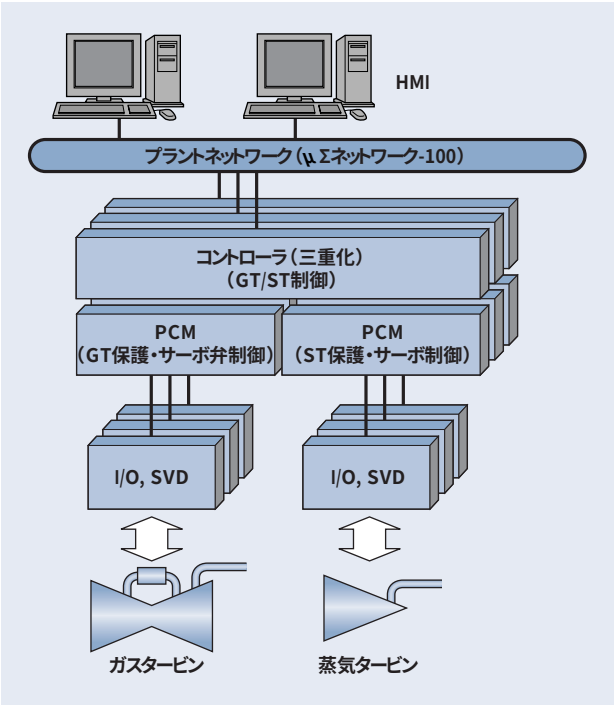
（2）プラントネットワーク（μΣネットワーク-100）

プラントネットワークには，高速大容量のμΣネットワーク-100を適用した。これにより，プラントネットワーク上に接続するタービン制御装置，プラント共通制御装置，ガスタービン発電機励磁装置，蒸気タービン発電機励磁装置，およびHMIでは，互いにゲートウェイを介さずに制御・監視データを高速で授受することを可能としている。

（3）プラント共通制御装置

プラント共通制御装置は，HRSG（Heat Recovery Steam Generator：排熱回収ボイラ）制御とプラントローカル設備の制御に加え，プラント起動時間短縮のためのATS（Automatic

図1 HIACS-MULTI 1000の外観
ガスタービン制御機能と蒸気タービン制御機能を統合したタービン制御装置を適用することにより，コンパクトな監視・制御システムを実現した。



注：略語説明ほか
HMI（Human-Machine Interface），GT（Gas Turbine），ST（Steam Turbine），PCM（Programmable Control Module），I/O（Input-Output），SVD（Servo Valve Driver）

図2 タービン制御装置のシステム構成
コントローラとPCMを階層化して演算負荷を分散することにより，ガスタービン制御と蒸気タービン制御機能の統合を可能としている。

Turbine Start-up and Shutdown：自動タービン起動・停止制御）機能を持っている。さらに，ユーザーが電力会社の系統と連携する際に必要となる電力・送電一定制御などの機能を付加することも可能としている。

（4）ガスタービン発電機励磁装置および蒸気タービン発電機励磁装置

ガスタービン発電機励磁装置および蒸気タービン発電機励磁装置には，デジタル励磁システム“ VCS-6000 ”を適用した。ブラシレス励磁方式のほか，サイリスタ励磁方式にも対応が可能である。制御系の多重化については二重化とシングルのレパートリーがあり，ユーザーのニーズによって選択可能としている。

制御機能としてはAVR（Automatic Voltage Regulator：自動電圧制御），AER（Manual Excitaton Regulator：手動界磁電流制御）の基本機能のほか，OEL（Over Excitation Limiter：過励磁制限），UEL（Under Excitation Limiter：低励磁制限），RCC（Reactive Current Compensator：横流補償）などの機能を付加することを可能としている。

（5）HMI

HMIには，ガスタービン，蒸気タービン，発電機，およびHRSGの運転データが集約され，各設備の運転操作・監視を一括して行うことが可能である（図3参照）。さらに，タービン制御装置やプラント共通制御装置のメンテナンスツールもHMIに統合し，各装置のソフトウェアデータの一元管理を可能としている。また，プラント周辺設備など外部システムの操作・監視に

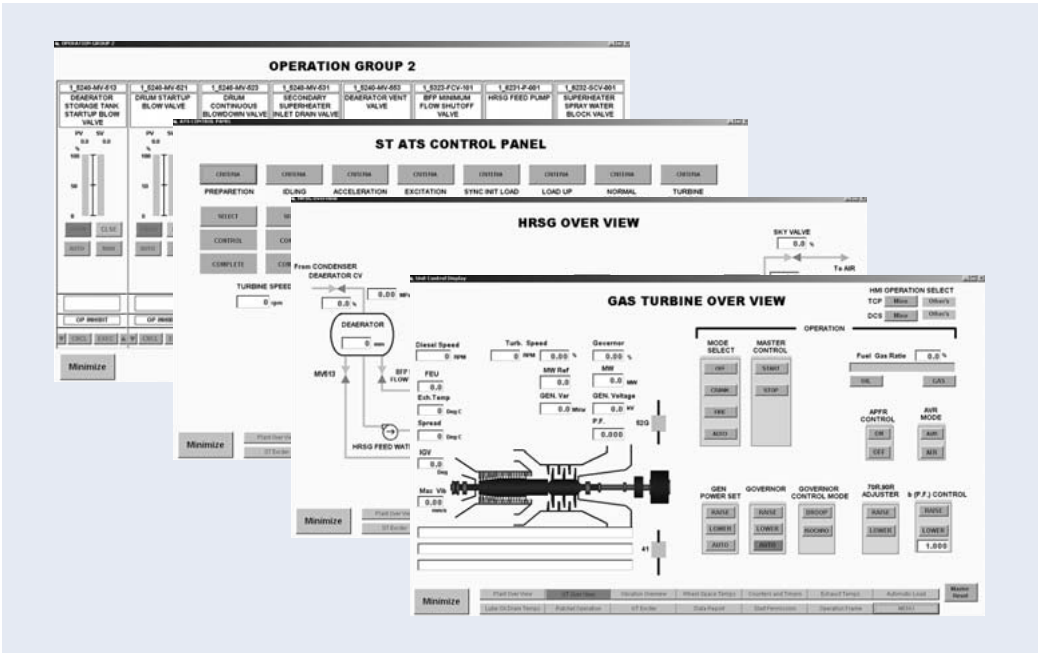


図3 HMI画面例
ガスタービン，蒸気タービン，および排熱回収ボイラの運転・監視をHMIで一括して行うことができる。

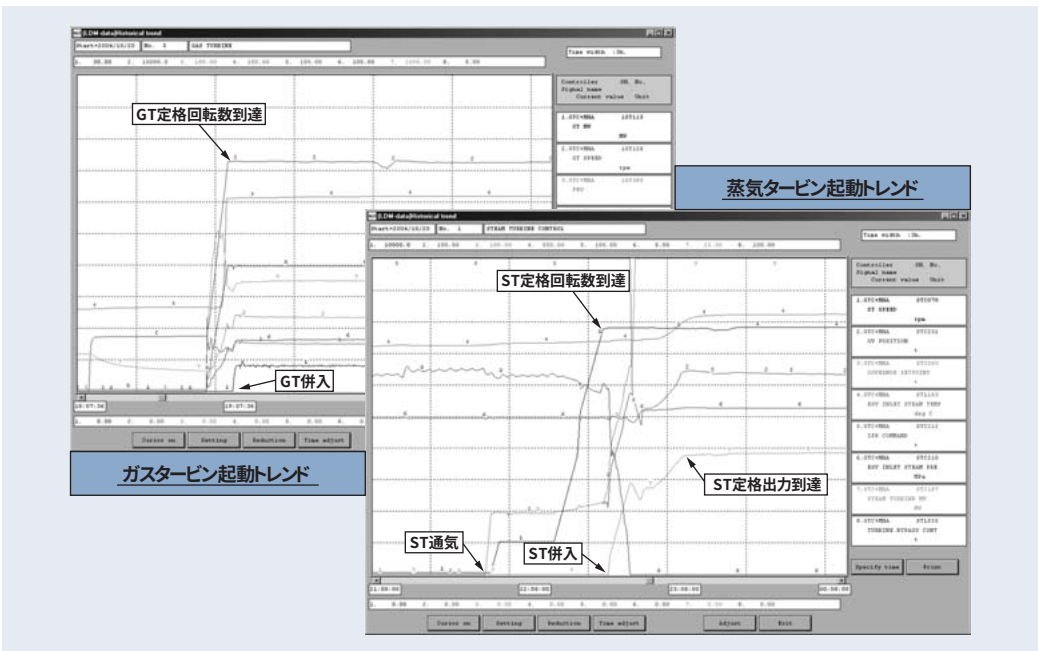


図4 H-25コンバインドサイクル発電プラントの試運転時トレンドデータ例
HIACS-MULTI 1000を適用したH-25コンバインドサイクル発電プラントは，試運転を完了し，現在順調に稼動している。

ついても，Modbus※）などのプロトコルを使って通信接続することができる。

3 適用事例および実績

今回開発したHIACS-MULTI 1000を適用したプラントでは，制御装置設置スペースを従来比65%に低減することができた。また，現地試運転の結果，起動・停止などコンバインドサイクル発電プラントとしての運用や制御特性を満足することを検証した（図4参照）。

4 おわりに

ここでは，H-25コンバインドサイクル発電プラント向け監視・制御システム“HIACS-MULTI 1000”について述べた。

電力の自由化やエネルギー効率向上を背景として，20～100 MW級のコンバインドサイクル発電プラントの需要は今後も続くと考えられる。日立製作所は，柔軟なシステム構築が可能で，使いやすく，かつ安全で安定したプラント運転のための監視・制御システムを提供できるように，さらに努力していく考えである。

※）Modbusは，Schneider Electric社の商標または登録商標である。

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）亀井，外：最新の発電プラント制御システム，日立評論，**85**，2，181～184（2003.2）

執筆者紹介

朝倉一安

1991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：kazuyasu_asakura @ pis. hitachi. co. jp

木村陽太郎

1992年日立製作所入社，日立事業所 タービン設計部 所属
現在，ガスタービンの設計業務に従事
E-mail：youtarou_kimura @ pis. hitachi. co. jp

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

三浦和彦

1992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：kazuhiko_miura @ pis. hitachi. co. jp