

発電総合監視制御システムの開発

Development of Comprehensive Monitoring and Control System for Power Plant

丸山 良雄 北川 勝秀 三浦 和彦
Maruyama Yoshio Kitagawa Katsuhide Miura Kazuhiko
田中 芳征 山田 崇弘
Tanaka Yoshiyuki Yamada Takahiro

日立製作所は、豊富な実績と制御技術力を結集した「HIACSシリーズ」を核として、環境に配慮した電力を「つくる」「つなぐ」「つかう」の統合ソリューションを提案している。その中核を成す発電総合監視制御システムの次世代機を開発した。

開発にあたっては、コントローラやI/Oなどの各モジュール、制御盤の構造およびプログラムメンテナンス用保守ツール「Hi³Station」を一新した。現行HIACSの持つ高信頼・高性能という特徴を継承しつつ、環境性向上（コンパクトで自由度の高いシステム）、保守性向上、拡張性向上を図った。新旧システムの親和性も考慮し、より使いやすいシステムを提供している。

1. はじめに

火力発電・水力発電プラントの監視制御システムにおいて国内市場を見てみると、既設設備の更新が主な市場となっている。このような市場では、高信頼性、更新工事の工期短縮、既設制御装置との親和性重視、保守容易性が主なニーズになっている。

一方、海外市場では、新興国を中心に電力需要が増加している。また、地球環境への配慮から、運転効率の高い運用が求められている。ここでの市場ニーズは、建設コス

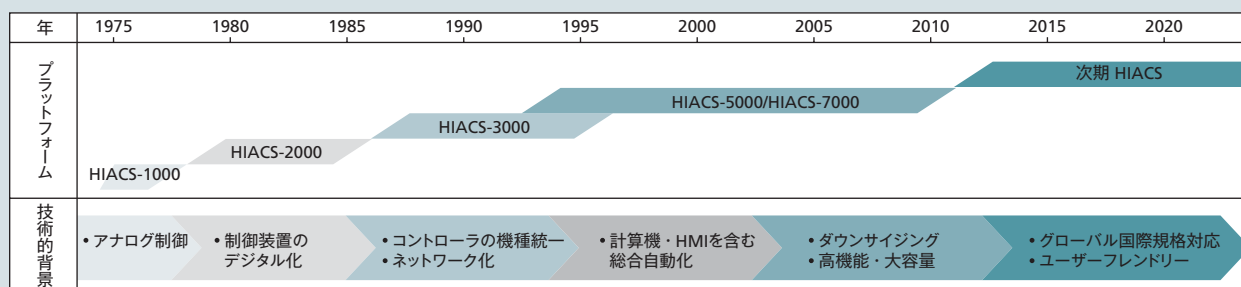
ト／発電コスト低減、ネットワークの国際規格対応、保守容易性が主なものである。

日立製作所は、従来からある高信頼・高性能を維持し、環境性向上（コンパクトで自由度の高いシステム）・保守性向上・既設システム親和性・拡張性向上をコンセプトとして、発電総合監視制御システム「HIACS (Hitachi Integrated Autonomous Control System)」を構成する各種モジュール、制御盤構造、保守ツール「Hi³Station」を一新する開発を実施した。Hi³とは、「High Security × High Reliability × High Value Added」を意味している。

ここでは、今回の開発において強化された次期HIACSの特徴について述べる。

2. HIACSの変遷

発電システム用プラットフォームの伝統ブランドであるHIACSは、初代制御装置「HIACS-1000」の時代から、35年以上の実績を重ねながら進化してきた。次期HIACS開発の技術的背景として、国際規格対応やユーザーフレンドリーで使いやすいシステムが挙げられる（図1参照）。



注：略語説明 HIACS (Hitachi Integrated Autonomous Control System), HMI (Human-machine Interface)

図1 システムロードマップ

その時代の最新技術を積極的に導入し、最先端の発電総合監視制御システムを提供してきた。

表1 | 各コンセプトにおける次期HIACSの強化項目

次期HIACSは、現行HIACSの強みを継承し、さらなる機能向上を図った。

コンセプト		現行HIACS	次期HIACS強化項目
(1) 環境性向上		- PCMによる保護機能コンパクト化 - フィールドネットワーク化とケーブルレス化	- 盤構造の簡素化 - 実装設計自由度の向上 - フロントメンテナンス化
(2) 保守性向上	ソフトウェア (保守ツール)	- CAD搭載保守ツール／階層化ロジック - 保守ツールの保守機能充実（モニタ、トレンド、チューニングなど）	- 操作性向上 - トレンドグラフ機能の強化 - ヘルプ機能の強化 - セキュリティ強化
	ハードウェア	オンライン中のモジュール交換（活線挿抜）	活線挿抜の容易化
(3) 拡張性向上		水平自律分散システムによる高い拡張性（ユニット、系統、機器、フィールド、各レベル分散）	- 新旧システム親和性継承 - ネットワークの国際規格対応 - Webブラウザによる遠隔監視
(4) 高信頼・高性能		コントローラ統合とPCMによる機能分散	- コントローラ、PCM性能向上 - 制御ネットワーク性能向上 - I/Oネットワーク性能向上

注：略語説明 PCM (Programmable Control Module：制御操作端の保護ロジックを内蔵可能なモジュール)、CAD (Computer Aided Design：ロジック図作成ツール)、I/O (Input / Output)

3. 次期HIACSの特徴

環境性向上（コンパクトで自由度の高いシステム）・保守性向上・既設システム親和性・拡張性向上というコンセプトの下、現行HIACSの持つ高信頼・高性能という特徴を踏襲しつつ、数々のエンハンスを加え、より使いやすいシステムとなっている。

各コンセプトを実現するにあたり、次期HIACSで強化した項目を表1に示す。

4. 次期HIACSの強化項目

次期HIACSにおいて強化した機能について以下に述べる。

4.1 環境性向上

次期HIACSでは、下記に示す(1)～(4)のように盤構造の簡素化を図ることで、盤組立て作業や外部ケーブルのI/Oモジュールへの接続作業を容易にした(図2参照)。さ

らに、(5)、(6)に示すとおり、実装設計自由度の向上を図ることで、盤内の実装スペースを有効活用し、コンパクトで自由度の高い盤実装を可能にした。

(1) 単一電源化

出力電圧を24 Vタイプに限定し、電源電圧調整の容易化、および予備品管理の簡素化を図った。現行システムでは出力電圧が5 V、±12 V、15 V、24 Vと多種類が必要だが、次期HIACSでは各モジュールへの入力電圧を24 Vに統一することで、単一電源化を実現した。

(2) 軽量レール化

ユニット方式からレール方式に変更することで、ユニットを構成するのに必要な部品を低減した。また、レールの素材にアルミニウムを使用することで軽量化し、組立て作業を容易にした。

(3) I/O ベース間接続のコネクタ化

I/O ベース間をコネクタ接続とすることにより、I/O ベース間の電源配線および信号配線を不要とした。また、

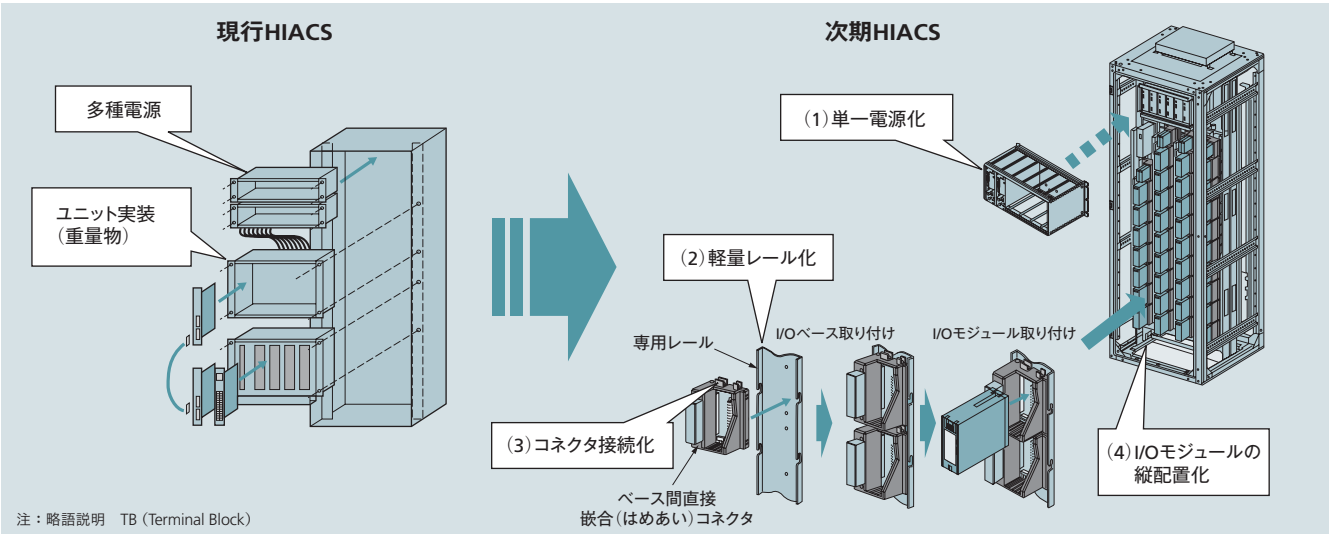


図2 | 盤構造比較

現行HIACSと次期HIACSの盤構造比較を示す。

I/Oベース間の信号配線が不要なため、耐ノイズ性向上にも寄与する。

(4) I/Oモジュールの縦配置化

I/Oモジュールを縦配置とし、外部ケーブルを真直ぐ立ち上げるだけでI/Oモジュールに接続できるようにしたため、外部ケーブルの接続が容易になった。

(5) 電源二重化構成時の電源ユニット数減少

現行の電源では、電源二重化を実施するために、2ユニットが必要だが、新型電源では1ユニットで実施可能とした。

(6) I/O列長の可変化

現行のユニット方式では、ユニットに実装するI/Oモジュール数が少なくても、ユニット分の実装スペースを占有してしまう。しかし、新型のレール方式では、I/Oモジュール数に応じてI/O列長を可変にでき、コンパクトな盤実装とすることで、輸送手段に合わせた制御盤を提供可能にした。

4.2 保守性向上

次期HIACSでは、より直感的な操作、試運転時のより容易な調整、より容易なトラブルシューティングによって、エンジニアリング作業時間低減を可能とするために、保守ツール「Hi³Station」を全面改良し、(1)～(5)の操作性向上、および機能拡充を図った(図3参照)。また新型I/Oの構造及びコントローラへ伝える診断情報を見直したため、(6)～(8)の保守性向上が図られた。

(1) 最新GUIの採用

ユーザーが慣れ親しんでいるWindows^{※1)}と類似したGUI(Graphical User Interface)を採用し、システム構成やドキュメントなどの情報をツリー表示することで、システ

※1) Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標である。

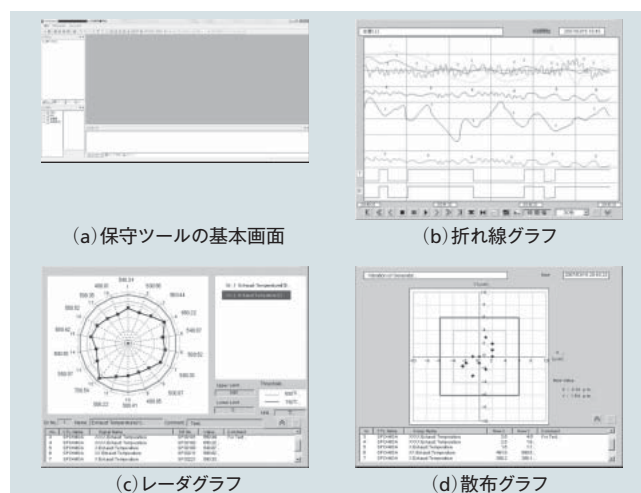


図3 | トレンドグラフ画面
各種トレンドグラフの画面例を示す。

ムやドキュメントの全体構成や階層構造が一目でわかるため、より直感的な操作を可能とした。

(2) トレンドグラフ機能強化

下記に示すようにトレンドグラフ機能を強化することで、プラントの状態や制御の状態をより正確に捉えられるほか、視認性が高まったことにより、試運転での制御パラメータの調整などが容易となる。

(a) トレンド登録点数及び収録時間の増加

(b) 1秒周期トレンドに加え、制御周期トレンド機能を追加(20ms～500ms)

(c) 場面に応じて、折れ線グラフ(従来保守ツールでも標準実装)、レーダグラフ(排ガス温度表示などで使用)、散布グラフ(タービン軸振動監視などで使用)という3つの表示方式を選択可能

(3) ヘルプ機能強化

ヘルプ画面でエラー要因と対処方法を調査することができ、容易なトラブルシューティングが可能となった。

(4) セキュリティ強化

下記に示すような詳細なセキュリティ設定が可能となり、保守ツール操作のセキュリティを強化した。

(a) ユーザーごとにパスワードを設定可能

(b) ユーザーごとにアクセス権レベル(モニター系のみ操作可能にするなど)を設定可能

(c) ユーザーごとに、アクセス可能な制御装置(APCなど)を設定可能

(5) オンラインでのソフト修正(開発中)

修正部分のみのコントローラへのダウンロードが可能となるため、オンラインでの安全なソフト修正が可能となる。

(6) I/Oモジュールの容易な活線挿抜

TB(Terminal Block)とI/Oモジュールを完全に分離し、I/Oモジュール交換時の作業性を向上した。現行のI/Oモジュールでは、パネルにTBがついているため、交換時にTBに接続されている外線ケーブルを養生する必要がある。しかし、新型のI/Oモジュールでは、外線ケーブルに触れることなく、交換できるようにした。さらに、I/Oモジュールをフルカバー化したことにより、充電部の露出がなく持ちやすい構造となった。

(7) I/Oモジュールの誤挿入防止

故障したI/Oモジュールの交換時に、挿入されたI/Oモジュールの型式チェックを実施することで、I/Oモジュールの誤挿入防止を可能とした。

(8) 監視装置によるI/O通信経路上の故障部位の容易な特定

監視装置による、コントローラとI/O間通信経路上の故障部位が特定可能となったため、従来必要としていた制御

盤内の各モジュールのERR (エラー) LED (Light Emitting Diode) などによる故障部位の特定作業が不要となった。

4.3 既設システムとの親和性

更新工期の短縮を図るためには、既設システムとの親和性が重要なポイントとなる。新型コントローラは従来型I/Oとの接続が可能であるため、従来型I/Oと既設外部ケーブルを流用した部分更新が可能である。このため、ケーブルの解線・再接続、および再接続に伴う再試験が不要となり、更新工期を短縮できる。

4.4 拡張性向上

次期HIACSは、遠隔地からのプラントの監視、フィールドバス、あるいは他装置を組み込んだシステム設計といったシステムの容易な拡張を可能とするため、(1)～(3)の多様なネットワークとの接続をサポートする(図4参照)。

(1) Web遠隔監視

Webブラウザによる遠隔監視をサポートし、プラントから離れたオフィスからの監視が可能となった。

(2) フィールドバス対応 (開発中)

グローバル市場で必須となるPROFIBUS^{※2)}やHART^{※3)}などのフィールドバスに対応できるため、現場機器とのデジタル通信が可能となり、配線コストを低減できる。

(3) 他社装置との通信

OPC^{※4)}、Modbus^{※5)}、GSM (GEDS Standard Message Format) など、グローバルスタンダードな他社装置との接続機能をサポートし、HIACSと他社装置を組み合わせたシステム設計が可能となった。

※2) PROFIBUSは、PROFIBUS User Organizationの登録商標である。

※3) HART は HART Communication Foundation の登録商標である。

※4) OPCは、OPC Foundation の登録商標である。

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

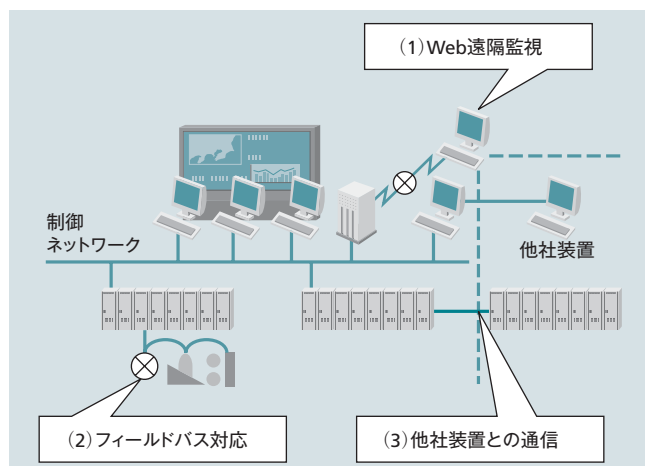


図4 | 次期HIACSの各種ネットワーク接続性

Web遠隔監視が可能であり、グローバル規格対応を進め、また他社装置との通信もサポートしている。

4.5 高性能

次期HIACSではコントローラ、PCM、制御ネットワーク、I/Oネットワークの性能向上を図り、制御性能向上およびコントローラの負荷率低減に貢献する。特に、制御ネットワークおよびI/Oネットワークについては、大規模かつ高速な通信を可能とし、制御用として最高速なものとなっている。

5. おわりに

ここでは、今回の開発において強化された次期HIACSの特徴について述べた。

次期HIACSは、盤構造の簡素化と実装設計自由度の向上により、環境性向上(コンパクトで自由度の高いシステム)を図った。また、多様なネットワークへの対応を進め、より拡張性の高いシステムとなったことに加え、ソフトウェア・ハードウェア両面から保守性の向上を図り、より使い易いシステムとなっている。

今後は、UL規格やCEマークなどの海外規格への対応を進めていく。

参考文献

- 1) 丸山, 外: グローバルスタンダード発電監視制御システム, 日立評論, Vol.91, No.3, 290~293 (2009.03)

執筆者紹介



丸山 良雄

1992年日立製作所入社, 情報制御システム社 発電制御システム設計部 所属
現在, 発電制御システムの開発業務に従事



北川 勝秀

1996年日立製作所入社, 情報制御システム社 発電制御システム設計部 所属
現在, 発電制御システムの設計ならびにグローバルビジネス企画・開発業務に従事
技術士 (情報工学)



三浦 和彦

1992年日立製作所入社, 情報制御システム社 発電制御システム設計部 所属
現在, 発電制御システムの設計業務に従事



田中 芳征

2008年日立製作所入社, 情報制御システム社 発電制御システム設計部 所属
現在, 発電制御システムの設計業務に従事



山田 崇弘

2005年日立製作所入社, 情報制御システム社 発電制御システム設計部 所属
現在, 発電制御システムの開発業務に従事