

アラームマネジメントによる高度プラント監視の実現

Realization of Advanced Plant Monitoring and Control System Focusing on Alarm Management

中野 浩 杉森 久容 立野 元気

■ NAKANO Hiroshi ■ SUGIMORI Hisayoshi ■ TATENNO Genki

近年、プラントの安全管理の視点から、アラームシステムを適切化し、プラントのライフサイクルにわたって管理するアラームマネジメントの必要性が注目されている。

東芝のDCS (Distributed Control System) であるCIEMAC™-DS/nvの新しいアラームシステムは、プラントの重要な変化をアラームによってオペレーターに適切に伝達し、それに伴うオペレーターの判断や行動を支援するとともに、プラントのライフサイクルにわたるアラームマネジメントのために、アラームシステムの効果的な監視と評価及びシステム設計の業務を支援する。

In recent years, distributed control systems (DCSs) have been playing a leading role in manufacturing systems. From the standpoint of plant safety management, it is necessary to set up an appropriate alarm system and establish an alarm management system for the life cycle of the plant.

With these trends as a background, TOSDIC™-CIE DS/nv, a DCS developed by Toshiba, supports a new alarm system that promptly informs operators of significant changes taking place in the plant through alarms on the display to assist them in making judgments and taking the necessary actions. Furthermore, TOSDIC™-CIE DS/nv not only offers monitoring and evaluation of the existing alarm system for highly efficient plant operations, but also supports redesign of the alarm system for alarm management throughout the plant's life cycle.

1 まえがき

DCS (Distributed Control System) は、デジタル制御機能を分散して配置し、ネットワーク通信で機能を統合して監視操作を実現する制御システムである。今日、DCSは生産システムとして広く普及しており、少人数による効率的なプラントの運転に主導的な役割を担っている。DCSが備えているアラームは、プラントの運転状態の変化をオペレーターに知らせるためのものであり、オペレーターがプラントの異常を是正する起点となる。プラントの効率的な運転のためには、アラームの設定を適正化していくアラーム改善活動が重要であり、これは、わが国の製造現場における、業務効率改善のための主要なテーマである。

アラームによる対処は、応答時間や許容量といった個々のオペレーターの対処能力に依存する部分があり、これは、体調や周囲の状況によっても変化する。近年、オペレーターの人的要因にまで着目し、アラームシステムとその運用管理を適正化することで、プラント事故のリスクを低減させるアラームマネジメントが欧米で注目されており、ガイドライン及び国際規格が発行されている。

ここでは、東芝がガイドライン及び国際規格に基づいてこれまで進めてきた、東芝製DCSのCIEMAC™-DS/nvにおけるアラームマネジメントへの取り組みと成果、及び今後の方向性について述べる。

2 アラームマネジメントの概要

2.1 アラームシステムの要件

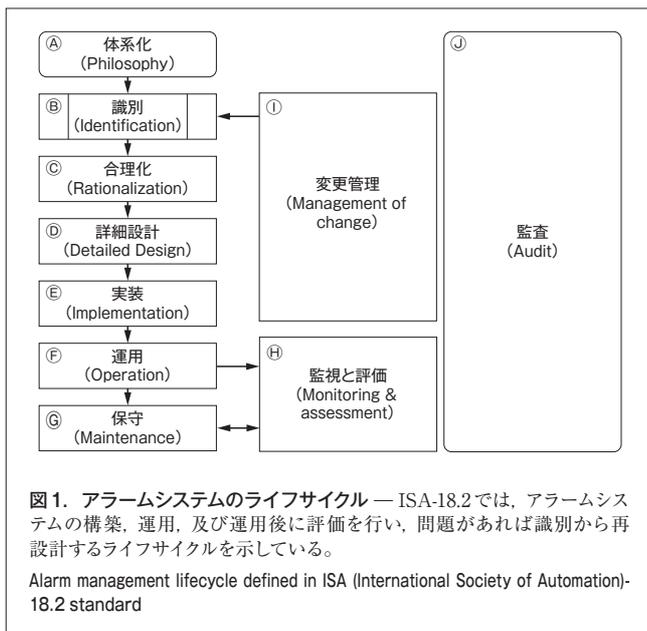
アラームシステムは、プラントの運転状態の重要な変化をアラームによってオペレーターに伝達するとともに、それに伴うオペレーターの判断や行動を支援するシステムである。プロセス産業の関連企業で構成されるEEMUA (Engineering Equipment and Materials Users' Association) から発行された、EEMUA No.191⁽¹⁾がアラームシステムに求めている要件のポイントは、次のとおりである。

- (1) 適切性 オペレーターの操作に不要なアラームがなく、かつ同じ意味のアラームが複数発生しないこと
- (2) 適時性 アラームの発生が、対応する操作に対して早すぎず、かつ遅すぎないこと
- (3) 優先度 オペレーターが操作する時点で優先度が明らかで、もっとも重要なアラームに注意を促せること
- (4) 支援性 原因の特定が可能であり、かつ対応する操作を支援すること

CIEMAC™-DS/nvのHMI (Human Machine Interface) である監視制御用HMI OIS-DSは、これらの要件に準拠しており、それらの機能の概要を3章で述べる。

2.2 アラームシステムのライフサイクルにわたる管理

ISA (国際計測制御学会) から発行されたアラームマネジメントに関する規格 ISA-18.2⁽²⁾の中で、アラームシステムを管理



するライフサイクルが規定されている。ISA-18.2で示されているそのライフサイクルを図1に示す。ライフサイクルのプロセス（以下、プロセスと呼ぶ）を通して、アラームシステムを改善していく行為が、アラームマネジメントと言える。

アラームマネジメントは、まずアラームシステムと各プロセスの要件や変更管理手順などを定義し、“A体系化（明文化）”することから始まる。これは、プラントオーナーの指針や規定に基づき作成されるものであり、以降のプロセスの指針ともなる。アラームシステムの構築にあたって、これに基づき、必要なアラームを“B識別”して“C合理化”し、“D詳細設計”と“E実装”を行う。プラント運転中は、主に“F運用”、“G保守”、及び“H監視と評価”を巡回させ、比較的小規模なシステム改善はこれらのプロセスで実施する。“I変更管理”では、“H監視と評価”の結果などから、アラームやシステム自体の見直しのために、適切な承認ルーチンを実施する。“J監査”では、アラームシステムとプロセスの整合性を維持するために、主に第三者によって定期的なレビューを実施する。

東芝は、アラームシステムを効果的に改善するため、特に“H監視と評価”に関わる業務支援ソリューションをCIEMAC_{TM}-DS/nvに実装した。この機能の概要は4章で述べる。

3 CIEMAC_{TM}-DS/nvアラームシステムの特長

3.1 適切性：アラーム抑制機能

例えば、プラント運転上どうしても発生してしまうアラームや、アラーム洪水と呼ばれる大量のアラームが発生したなかでの優先度の低いアラームなどは、オペレーターにとって不要と判断してもいい場合がある。EEMUA No.191では、HMIが備えるべき機能としてアラーム抑制機能を挙げている。

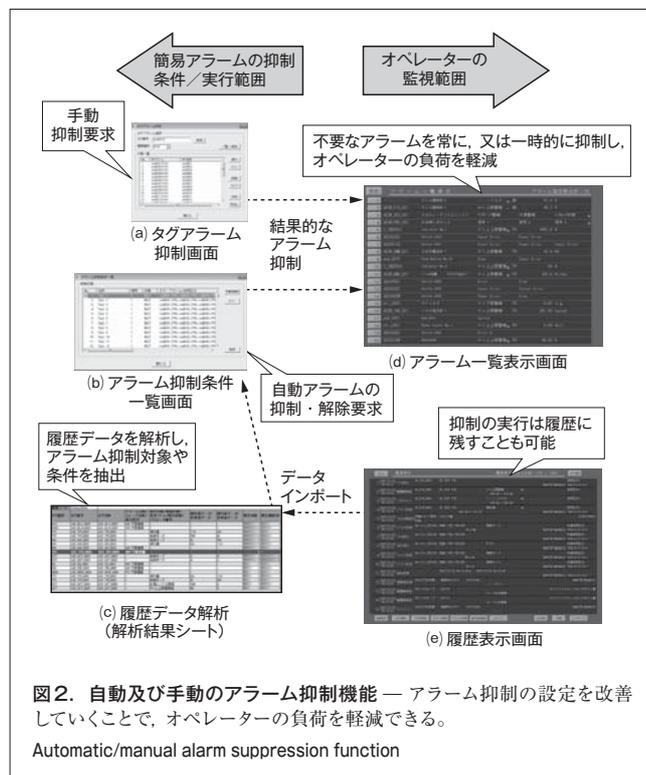
そこで東芝は、CIEMAC_{TM}-DS/nvに、自動及び手動のアラーム抑制機能を実装した。アラーム抑制機能に関するOIS-DSの画面例を図2に示す。自動アラーム抑制機能は、あらかじめ設定されたイベント条件に従いシステムが自動的にアラームを抑制する機能であり、手動アラーム抑制機能は、オペレーターの判断でOIS-DSを操作し、手動で抑制設定を行う機能である。

この機能の特長は次のとおりである。

- (1) 抑制動作タイプ アラームの発生を停止するサプレッションや、事象の発生を履歴には残すがオペレーターにはアラームとして伝えない、すなわちOIS-DSに表示しないシェルビング（棚上げ）といったアラームの伝達のしかた（抑制タイプ）と、自動解除時間などの動作タイプを設定できる
 - (2) 抑制範囲 プラント設備単位やオペレーターの監視単位で抑制の範囲を選択できる
 - (3) 繰り返しアラーム抑制 発生回数や継続時間などの項目を設定することで、オペレーターにとって煩わしい単位時間の発生と回復を繰り返すアラームを抑制できる
- これらの機能を適宜組み合わせることで、プラントにおけるアラーム表示を適切化し、オペレーターの負荷を軽減できる。

3.2 適時性：アラーム設定値管理機能

アラーム設定値は、プロセスの安全性、経済性、及び環境への影響のほか、オペレーターが対応操作する時間や対応後のプロセス応答時間なども考慮して設定されなければならない。



ただし、一つのアラーム設定値で全ての運転状況を管理するのは難しい。

東芝は、この解決手段として、アラーム設定値管理機能を提供している。この機能は、監視対象の設備ごとに八つまでの運転ステージを想定し、その設備に含まれる計器群に対して、運転ステージに対応したアラーム設定を行うことができる。運転ステージの推移に伴い、適切なアラーム設定値を自動的に、あるいはオペレーターの操作により一括で切り替えることができるため、運転ステージに応じた適切なアラーム設定値が設定されることになり、結果としてアラームの適時性を確保できる。

3.3 優先度：警報統合管理機能

従来のOIS-DSのアラーム一覧表示画面では、各アラームのグレード(注意報、軽警報、中警報、重警報)によって、異なる表示色や警報音などでアラームを管理していた。

一方、3.1節で述べたように、プラントの運転状況に応じてアラームを抑制する場合、抑制されたアラームはオペレーターにアラームとはみなされない。しかし、プラントの安全上、抑制アラームをオペレーターが明確に把握する手段も必要である。

そこで東芝は、OIS-DSに新たに警報統合管理機能を実装した。この機能は、従来のアラーム一覧表示機能と履歴表示機能を統合したもので、フィルタリング機能とソーティング機能を充実させたことで、オペレーターにとって必要なアラーム及び抑制アラームや履歴を、状況に応じて抽出できる。更に、この抽出結果は、手動アラーム抑制の対象としても設定できるため、自由度の高い警報管理を行うことができる。

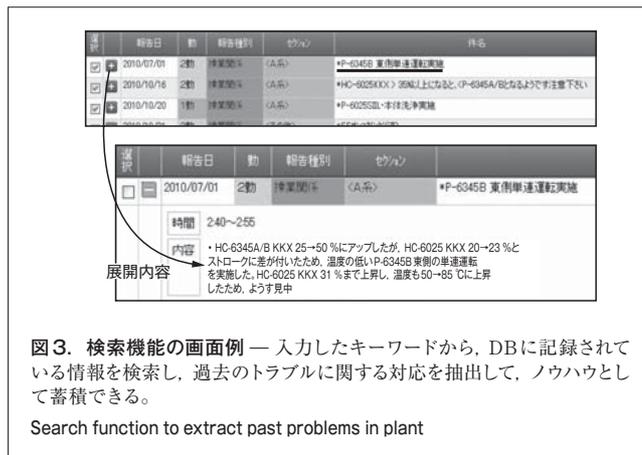
3.4 支援性：判断操作支援とノウハウ蓄積

(1) アラーム対応支援情報の表示機能 アラーム発生時に、3.3節で述べた警報統合管理画面などから、選択したアラームに関する推定原因、対応方法、及び設計根拠などを順次提示する機能を持ち、オペレーターの状況判断やその後の対応操作を支援する。これらの情報は4.2節で述べるアラームシステムの設計ステップでデータベース(DB)化するが、詳細な関連図書へのショートカットや、確認及び操作の対象となるタグ番号をここに登録することで、異常時に対応するためのインタフェースとして中心的な機能にできる。

(2) 電子操業日誌PlantLogMeister™との連携機能

PlantLogMeister™は、安全で安定した運転を続けるため、交代勤務のグループ間で申し送る引継ぎ簿や操業日誌をDB化して管理するシステムで、オペレーターが入力した気付き情報を共有して操業の効率化を図ることができる。

DBに蓄積された過去のトラブルの記録を対象に検索機能(図3)でキーワード検索することにより、どのような



理由で設定変更をしたかを抽出できる。また、アラーム設定値の変更を実施した記録をさかのぼって検索し、どのような事象のときにどのように対応したかを振り返り評価することで、ノウハウとして蓄積できる。更に、そのノウハウをアラーム支援DBに登録し、アラーム発生時に表示して参照させることで、アラームへより確実に対応できるようになる。

4 CIEMAC™-DS/nvアラームシステムのための業務支援ソリューション

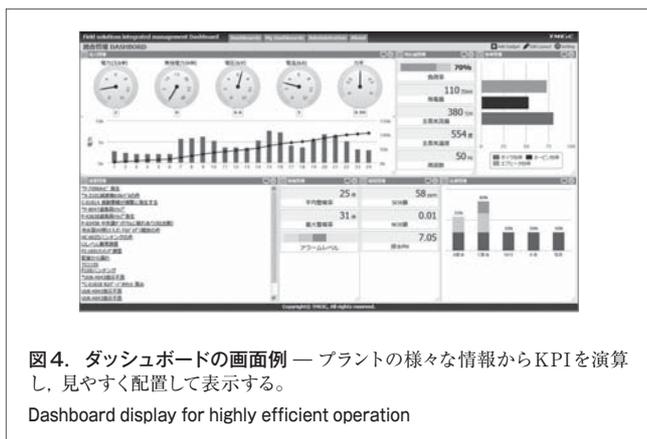
東芝三菱電機産業システム(株)(以下、TMEICと呼ぶ)は、アラームシステムの監視と評価を支援し、更に、それをフィードバックするために、アラームシステムの再設計を支援する業務支援ソリューションとしてPMD(PLANETMEISTER™ Database)を提供している。ここでは、アラームマネジメントのためにPMDが新たに搭載した機能を中心に、概要を述べる。

4.1 アラームシステムの監視と評価

(1) プラント情報ダッシュボード プラントの操業情報は、オペレーターの運転情報としてだけでなく、プラントの高効率運転の指標として活用することが注目されている。TMEICは、あらかじめ準備されている機能部品を自由に組み合わせた新しい指標機能(ダッシュボード)を用意した。ダッシュボードの画面例を図4に示す。

この指標機能を使用することで、製造スタッフ部門あるいは工場管理部門や技術部門など、見る人に応じて直観的に理解しやすい形式で表示でき、更に、ドリルダウンにより詳細な情報を確認できる。

(2) アラームシステムのKPI EEMUA No.191では、アラームシステムの監視と評価のために各種KPI(Key Performance Indicator:重要業績評価指標)が定義されている。TMEICは、これら指標をダッシュボード上で常に表示し、あるいは詳細情報に展開することで、プラント

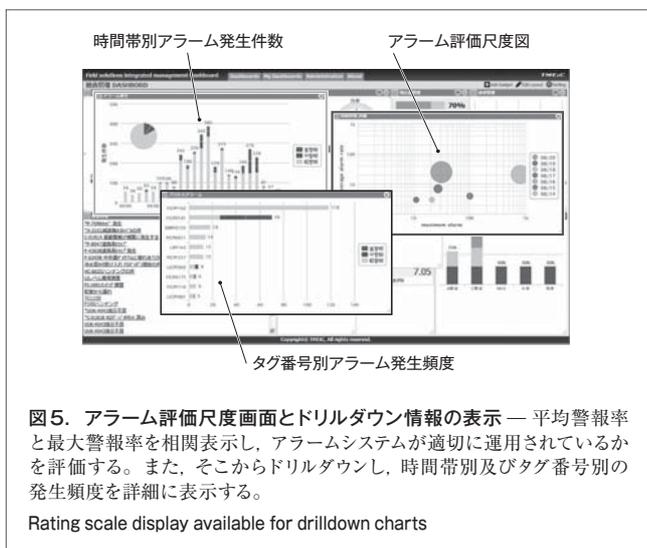


の安定稼働と操業上の問題点の把握を可能にしている。

ダッシュボードのアラーム指標からドリルダウンしたアラーム評価尺度画面の表示例を、図5中右上のウィンドウ画面に示す。アラーム発生件数を示す平均警報率と、アラーム洪水の発生を示す最大警報率の相関図になっており、指標が左下にあるほどアラームシステムが適切に運用されていることがわかる。また、アラーム評価尺度画面からプロットされている日付を選択することで、その日付のアラームについて時間帯別の発生件数(左上のウィンドウ画面)を参照できる。更に、アラーム発生件数順にソートしたタグ番号別のアラーム発生頻度の表示(左下のウィンドウ画面)へ展開できる。これらのドリルダウンした詳細情報により、どの時間帯に問題があるか、どのタグ番号に問題があるかを顕在化できる。

4.2 アラームシステム設計

(1) アラームの識別 PMDでは、オペレーターの操作が伴わないアラームを検出する“バランスアクション分析”や、あるアラーム事象に対して付随して発生するアラームを検出する“アラーム相関”などで、アラームの必要性の識別と検証ができる。



(2) アラームの合理化と詳細設計 合理化ステップでは、プラントの異常事象の推定原因、対応方法、及び設計根拠などが明文化されなければならない。TMEICは、機能安全システムの検討時などに用いられるHAZOP (Hazard and Operability Study) 手法に準じた、アラーム支援DBを構築するツールを提供する。

このDBに対して、詳細設計ステップにおいてOIS-DS上で表示されるタグ番号に対応させたアラーム情報が定義され、3.4節の(1)項で述べたアラーム対応支援情報の表示とリンクできる。このため、アラームの識別と合理化に基づく効果的なアラームシステムの設計が可能である。

5 あとがき

CIEMAC™-DS/NVのアラームマネジメントに対する取り組み及び成果として、OIS-DSによるオペレーターへのアラームシステム監視操作のための機能と、アラームシステムを管理するための新しい業務支援ソリューションについて述べた。これらは、製造現場における業務効率のいっそうの改善をサポートするとともに、システム全体を管理するというこれからのユーザーと、DCSのアラームシステムの監視と評価から再設計に関わるエンジニアの要望に応えるものである。

今後も、ユーザーからの要求や標準化活動に基づき、更なる機能向上とソリューションの提案を行っていく。

文 献

- (1) EEMUA. Alarm Systems-A Guide to Design, Management and Procurement Publication No.191 2nd edition. UK, EEMUA, 2007, 171p.
- (2) ANSI/ISA-18.2 : 2009. Management of Alarm Systems for the Process Industries.



中野 浩 NAKANO Hiroshi

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第一システム事業部 産業システムソリューション技術部技術主幹。一般産業向け計装システムのエンジニアリング業務に従事。
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



杉森 久容 SUGIMORI Hisayoshi

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第一システム事業部 産業システムソリューション技術部技術主査。一般産業向け計装システムのエンジニアリング業務に従事。
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



立野 元気 TATENO Genki

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 計測制御機器部。制御コンポーネントの開発及び商品企画に従事。計測自動制御学会会員。
Fuchu Operations-Social Infrastructure Systems