

有効性比較分析サービスによるシステム視点でのプラント操業診断

Plant Operation Diagnoses by Comparative Effectiveness Analysis Focusing on System Effectiveness

志水 浩^{*1}

Hiroshi Shimizu

製造プラントに導入されている IA (Industrial Automation) システム・製品は、お客様が理想のプラントオペレーションを実現するための重要なインフラであり、プラントライフサイクルに亘って有効に運用・保守されることが求められる。横河電機の有効性比較分析サービスは、導入済み IA システムの有効活用度を示す有効性インデックスを自動的に収集・計算し、過去の値、同一システムを使っている他プラントの値、同一システムを使っている同業他社プラントの値と比較分析することで、操業上の新たな改善課題を特定し、理想のプラントオペレーションの実現を支援するサービスである。最初の対象システムは、データ収集の容易性を考慮して生産制御システム CENTUM シリーズとした。本稿では、CENTUM を対象とした有効性比較分析サービスの概要と、2009 年から 2010 年にかけて行ったサービス結果について述べる。

Industrial automation (IA) systems and products used in plants are fundamental infrastructure for realizing ideal plant operation. Yokogawa's Comparative Effectiveness Analysis helps customers achieve this by identifying new challenges for improving operations through the automatic acquisition and calculation of various effectiveness indexes of system utilization, and the comparisons with past data, data of other in-house plants and even data of competitors' plants. The first system supported is CENTUM series integrated production control system considering ease of acquiring necessary data. This paper outlines the service for the CENTUM series and the results for 2009 and 2010.

1. はじめに

計測・制御・情報分野の技術を活用した IA (Industrial Automation) システム・製品は、お客様の安全安定で高効率なプラントオペレーションを実現するための重要なインフラとして世界中のプラントに導入されている。ユーザであるお客様は、その有効性をプラントライフサイクルに亘って保つために、定期的に有効性のチェックを行い、問題があった場合はすぐに対処することが求められる。

しかしながら、定年退職や人員削減による人的リソースの不足、有効性を評価するためのデータ収集や分析作業の煩わしさなどの理由から、自社の人材だけでこれを継続して行うことが近年困難になってきている。そこで、横河電機は、この市場ニーズに答えるべく、新しいサービス商品「有効性比較分析サービス」を開発し、リリースした⁽¹⁾。本稿では、有効性比較分析サービスの機能・特徴、実施手順、実施結果の分析を紹介する。

2. 有効性比較分析サービス

有効性比較分析サービスは、導入済み IA システムの有効活用度を示す各種指標値、すなわち有効性インデックスを自動的に収集・計算し、過去の値、同一システムを使っている他プラントの値、同一システムを使っている同業他社プラントの値と比較分析することで、操業上の新たな改善課題を特定し、理想のプラントオペレーションの実現を支援するサービスである。横河電機の新しいサービス商品ブランド“VigilantPlant Services”においては、課題特定サービスの 1 つに分類される。

サービスの成果物は比較分析レポートであり、1 ヶ月の試行契約の場合は 1 回、年間契約の場合は年 2 回（半年に 1 回）、横河電機よりレポートが提供される。

2011 年 3 月時点での対象システムは、稼動数を考慮して生産制御システム CENTUM CS (R2.05 以降) および CENTUM CS3000 (R3.03 以降) としており、今後対象を増やしていく予定である。

2.1 有効性インデックス

表 1 に、CENTUM CS3000 における有効性インデック

^{*1} IA 事業部ビジラントプラントサービスセンター

スの例を示す。プラントの「安全の確保」という視点では、アラームの発生やそれへの対応、アラーム設定値やアラーム抑制等のパラメータ変更、グラフィック画面やトレンド画面等の HMI (Human Machine Interface) に関する有効性インデックスを用意している。「最適生産」という視点では、制御機能 (PID 制御、高度制御)、手動介入操作に関する有効性インデックスを用意している。「システム TCO (Total Cost of Ownership: 総保有コスト) の最適化」という視点では、信頼性、可用性、保守性、完全性、機密性に関する有効性インデックスを用意している。

画面切り替え回数、5 分以内に確認操作が無かった無視アラーム数、制御バス負荷など、システムサプライヤーでないと計算が困難な有効性インデックスも取り揃えており、今後、更に拡充していく予定である。

2.2 データ収集、有効性インデックス計算の概要

システム構成例を図 1 に示す。システムが CENTUM CS 3000 で制御バスが V net の場合、有効性インデックス計算用の生データ収集およびインデックス計算を自動で行うサービスツール CART (Comparative Analysis Reporting Tool) をインストールした PC を、Ethernet 経由でオペレータコンソール (HIS: Human Interface Station) に接続する。

HIS との通信は有効性インデックス計算に使用するデータ収集のみである。収集されるデータはイベント履歴、操作履歴、内部コマンドの実行結果などのサイズの小さいデータであり、HIS への通信負荷は極力抑えられている。また、アラーム関連の有効性インデックス計算時は、精度を上げるために抑制中のアラームを計算から除外している。制御関連の有効性インデックス計算時は、シス

テムとの通信負荷を極力抑えるために、プロセスデータを収集しての積算偏差計算は行わず、標準機能として記録されているアラーム & イベントログを活用するなど、長年の経験に基づいた処理を施している。

また、面倒な有効性インデックス計算作業も自動化されており、お客様の時間を極力排除している。長期保存された有効性インデックスファイルを定期的に横河電機に送付すると、比較分析レポートが提供される。

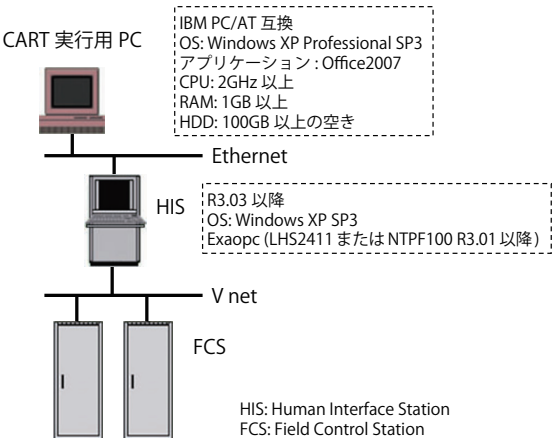


図 1 システム構成例

2.3 有効性インデックスによる比較分析

CART によって自動計算された有効性インデックスは、世界中のプラントから弊社に集められ、比較分析のための母集団に組み込まれる。有効性インデックスの評価方法として、次の 3 通りを用意している。

表 1 有効性インデックスの例

システムの有効性			有効性インデックス
視点	範囲	項目	
安全の確保 Safety Excellence	IEC 61511, ANSI/ISA-84.00.01 ⁽²⁾ の独立防護層の第 2 層及び第 3 層	アラーム	アラーム数 / 10 分・運転員 繰り返しアラーム / 日・運転員 長期継続アラーム / 日・運転員 確認操作アラーム / 日・運転員
		パラメータ変更	アラーム設定値の変更回数 / 日 アラーム抑制設定の変更回数 / 日 PID パラメータの変更回数 / 日
		HMI	画面展開回数 / 日・運転員
最適生産 Production Excellence	IEC 62264.03/ISA-95 ⁽³⁾ の機能階層モデルのレベル 2	制御	APC (Advanced Process Control) の最適化制御運転 (AUT) 時間率 PID の自動制御運転 (AUTO) 時間率 偏差アラームなしの時間率 出力制限アラーム有りの時間率 PID と MLD における繰り返し操作タグの割合 手動介入操作数 / 日・運転員 担当制御ループ数 / 運転員
TCO の最適化 Lifecycle Excellence	信頼性 (Reliability) 可用性 (Availability) 保守性 (Serviceability) 完全性 (Integrity) 機密性 (Security)	平均故障間隔	重中システムアラーム数 / 月・制御ステーション
		稼働率	重システムアラーム無しの時間率 / 制御ステーション
		平均復旧時間	重システムアラームからの平均復旧時間 / 制御ステーション
		制御バス負荷	制御バスの最大負荷
		セキュリティ	未承認ログオン数 未確認通信ポート接続回数 USB デバイス接続回数 セキュリティパッチ適用数 / オペレータコンソール

- 母集団の平均値との比較
- 母集団の上位 1/4 グループの最低値との比較
- 業界規格、指針との比較（現時点ではアラームのみ）

有効性インデックスの比較は、お客様だけでは実現が困難な同業他社プラントに対して行える。これは、世界中に豊富なインストールベースを持っており、その仲介役となれる横河電機ならではのアドバンテージである。本サービスを複数年継続的に契約された場合、自身の過去の有効性インデックスが長期保存され、時系列的な自己比較も可能となる。

お客様に提供する比較分析レポートの構成を表 2 に示す。レポートは、有効性インデックスに関する比較分析とそのインデックスに大きな影響を及ぼしたタグなどのランキングを掲載している。改善すべき領域の特定と改善対象となるタグの特定が同時に行えるため、プラントの改善活動に有益である。

表 2 比較分析レポートの構成

番号	項目	説明
1	要約	プラントのマネージメント層への報告を想定した、全領域を俯瞰した総合評価。
2	アラーム有効性	プロセスアラームに関する比較分析。アラームランキング、アラーム種別やシフト分析、対比図などを含む。
3	変更の管理有効性	運転員によるパラメータ変更に関する比較分析。変更管理の対象とすべきタグの抽出や自動化の検討のための設定変更されたタグのランキングを含む。
4	HMI 有効性	オペレータコンソール上で行われた画面展開に関する比較分析。頻繁に呼び出されている画面のランキングを含む。
5	自動制御有効性	PID 計器の有効活用度に関する比較分析。自動制御されている時間が短いタグを特定できる。
6	手動介入操作有効性	運転員による介入操作に関する比較分析。計器室統合や運転員の作業範囲拡大の検討のための、運転員当たりの担当ループ数も掲載。
7	RASIS	CENTUM に関する信頼性、可用性、保守性、完全性、機密性の分析。セキュリティ対策状況の把握や各コンポーネントの稼働状況の把握を可能とする情報。
8	付録	お客様情報、対象外期間など。

2.4 実施手順

有効性比較分析サービスの実施手順を図 2 に示す。VigilantPlant Services では、有効性比較分析サービスによって特定された改善課題を解決するための各種課題解決サービスを用意している。

図 3 には、有効性比較分析サービスと課題解決サービスとの関係を示す。課題の特定と課題の解決を合わせて用意することにより、お客様の改善活動を最大限支援する体制が整えられている。

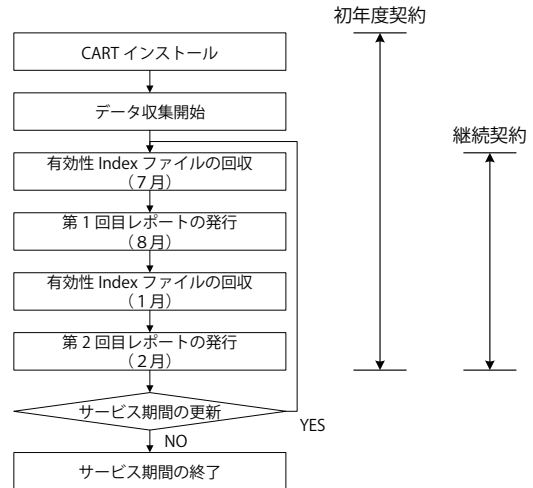


図 2 有効性比較分析サービスの実施手順

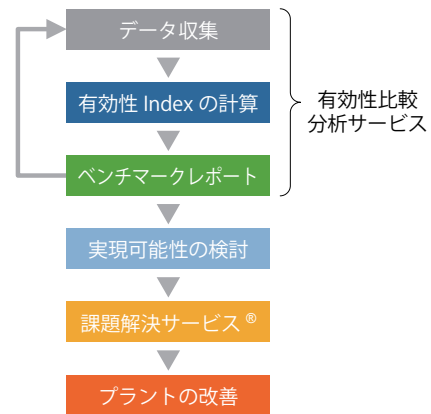


図 3 有効性比較分析サービスと課題解決サービスとの関係

3. 有効性比較分析サービス実施結果の分析

2009 年から 2010 年にかけて 100 以上のシステムに対して有効性比較分析サービスを実施した。多くの顧客はその結果を、驚きを持って受け入れることとなった。

■ アラーム有効性

アラーム数 / 10 分・運転員という有効性インデックスの平均は、2 を若干超えている。アラーム管理ガイドライン EEMUA (The Engineering Equipment & Materials Users' Association) No. 191⁽⁴⁾ で推奨されている値 1 と比べた場合、倍以上である。また、全体の 3/4 の顧客が 1 以上である。これから、アラームに関する改善の余地が多いことがうかがえる。

運転員の許容範囲を超えるアラームの頻発は重大アラームの見落としに繋がる可能性があり、潜在的な危険要因といえる。過剰なアラームが発生していたあるプラントで、その問題解決のための弊社の課題解決サービスの一つである「アラーム合理化サービス」を導入すること

により、9割の迷惑アラームを削減することができた事例がある。アラームの削減は、潜在的な危険要因の除去にとどまらず、運転効率の改善にもつながる。

■ 変更の管理有効性

アラーム設定値（アラーム上限／下限設定値、アラーム上上限／下下限設定値）の変更に関しては、0またはほぼ0の顧客が全体の1/3存在する一方、1日に10回以上変更している顧客も全体の1/3存在する。また、アラーム設定値の変更を運転員に許可していない顧客において、アラーム設定値の変更履歴が存在したケースもある。特にアラーム上上限／下下限設定値の設定変更は問題で、このような顧客に対しては、アラーム設定値変更の戻し忘れを防止する仕組み、変更管理の仕組みといったアラーム管理体制を再構築するアラームシステム設計サービスが有効である。

興味深いのは、日本の顧客の平均値が、日本以外の顧客の平均と比べて約1.4倍もあることで、海外と比べると、日本の運転員がアラーム設定値を木目細かく変更して、アラームの発生を未然に防止している傾向がうかがえる。

■ HMI 有効性

HIS上で操作監視画面を呼び出す頻度は、平均で2分に1回程度であり、頻繁に何らかの画面を呼び出している傾向がうかがえる。1分に1回以上の画面呼び出しを行っている顧客も存在する。

画面呼び出し数が多いということは、コンソールのモニターが低解像度であった時代に設計された、古い画面設計を流用している場合など、効率的な画面設計がなされていない可能性が考えられる。効率の良い操作監視画面は迅速な状況判断と確実な介入操作に繋がり、プラントの安全操業を確保するために不可欠な要素である。極端に画面操作が多い場合はHMIの再設計が必要となる。

■ 自動制御有効性

PID制御機能ブロックの自動制御運転時間率は平均で約70%である。換言すれば自動制御状態になっていない時間が平均で約30%もあることになる。

制御の専門家がいらない工場では、PID制御機能ブロックのチューニングは現場の運転員や計装保全員に任されている場合が多く、特に制御困難なループについては手動運転となりやすい。このような低自動制御運転時間率の工場からは、弊社にPIDループの一括チューニング・再チューニングの打診が来ている。

■ 手動介入操作有効性

手動介入操作は、全体平均で10分に1.2回であるが、ここでも日本の顧客の平均は約1.5回と日本以外の顧客の平均約1回を約50%上回っている。アラーム設定値の変更と手動介入操作において日本の平均値が海外のものよりも高いということは、日本のプラント運転は運転員

の技量に依存している割合が海外よりも多い結果と考えられる。日本においてはベテラン運転員の退職により高度な運転員の技量が失われる懸念が指摘されており、知識の継承や運転ノウハウのシステム化が喫緊の課題となっている。

手動介入操作に係わる各種指標を詳細に検討すると、弊社が提供する課題解決サービスの一つである「手動運転の標準化・自動化サービス」による業務改善の必要性が浮き彫りになる場合がある。この指標は、大きな経済的な改善効果を生み出す可能性がある。

4. おわりに

オペレータコンソールにたまっていた種々のデータを詳細に解析すると、これまで見えなかった運転員の行動が、かなり見えてくる。不必要な画面切り替えを繰り返すといった運転員の余計な行動が抽出されることもあるが、多くの場合、運転員がシステム不備、情報過多・不足といった困難な状況下で、危機回避、最適運転を目指して苦闘している姿が把握できる。このような貴重な情報も今まで埋もれていたのであるが、本サービスを通してこれに日の目を当てることができた。

運転員の生産性をあげ、安全かつ利益最大運転を達成するという各社共通の目的にもかかわらず、統計的に見るとプラント間で明らかに差が見られる。

今後は、対象を弊社の新しいシステムであるCENTUM VPへ拡大し、有効性インデックスについてもユーザコンソーシアムを開催し、幅広いユーザの知見を基に様々な要求を満たせるよう拡大し、より広くより深く比較分析できるよう改良する予定である。他社システムからのデータ収集も検討している。本サービスの利用により、横河電機のシステムを利用いただいているお客様での有効性が、他社システムでの有効性を凌駕する結果となったというレポートを提出できることを期待している。

利用者が多いほど、より効果が発揮できるシステムであり、より多くの皆さまのご利用を願いつつ、本稿を終える。

参考文献

- (1) 小林靖典, “システム診断による運転支援への展開～「有効性比較分析」の概要と狙い”, 計装, Vol. 53, No. 10, 2010, p. 48-53
- (2) IEC 61511, ANSI/ISA 84.00.01-2004, Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector
- (3) IEC 62264, ISA-95, Enterprise-control System Integration
- (4) EEMUA Publication No. 191 2nd Edition, Alarm Systems - A Guide to Design, Management and Procurement, 2007

* VigilantPlant Services, 課題特定サービス, 課題解決サービス, CENTUM は、横河電機(株)の登録商標です。