

手動運転の標準化・自動化サービスによる生産性の改善

－ 日本エイアンドエル株式会社愛媛工場における連続重合プロセスへの適用事例 －

Productivity Improvement by Best Practice Pilot

- Application to the continuous polymerization process in the Ehime plant of NIPPON A&L INC. -

星川 道夫 *1

Michio Hoshikawa

新井 貴久治 *2

Kikuharu Arai

杉田 広明 *1

Hiroaki Sugita

井上 崇 *3

Takashi Inoue

プラントの運転手順の自動化を標準化しようという動きが国際計測制御学会（ISA: International Society of Automation）を中心に高まってきている。これに対し、横河電機では、世界に先駆けて運転ノウハウの形式知化・自動化ツールである運転効率向上支援パッケージ Exapilot を発売し、多くの導入実績を作ってきた。この過程で培った豊富なエンジニアリング、コンサルティングノウハウを体系化したのが、「手動運転の標準化・自動化サービス」である。Exapilot を用いた本サービスを日本エイアンドエル株式会社愛媛工場での連続重合プロセスに適用し、大幅なスタートアップ時間の短縮と手動操作作業の削減に寄与することができた。本稿では手動運転の標準化・自動化サービスの概要とこの適用事例を紹介する。

Recently, standardization of procedural automation of manual operations has been promoted mainly by the International Society of Automation (ISA). As a leader in this area, Yokogawa released the operation efficiency improvement software package, Exapilot, which integrates the expertise of skilled operators into automatic sequences and operational guidance for the first time in the world. Yokogawa has since gained much experience of many applications in various industries. To utilize Exapilot know-how to help customers operate their plants effectively, Yokogawa has launched a new service called “Best Practice Pilot.” By applying it to a continuous polymerization process in the Ehime plant of NIPPON A&L INC., the project dramatically shortened the start-up time and reduced manual operations. This report outlines the Best Practice Pilot and its application to the polymerization process.

1. はじめに

ここにきて作業手順の自動化を標準化しようという動きが国際計測制御学会（ISA: International Society of Automation）を中心に高まってきており、米国では ISA106 委員会により、自動化に必要な機能要件の検討が進んでいる。

横河電機は、2000 年に世界に先駆けて、運転ノウハウの形式知化・自動化ツールである運転効率向上支援パッケージ Exapilot を発売し⁽¹⁾、現在までに世界中で 1000 システム以上導入してきた。手動運転の標準化・自動化サービスは、Exapilot の運用を通じて蓄積された

ノウハウを利用し、熟練オペレータの経験を Exapilot に最適な手順として実装することにより、お客様に最良のプラント操業をソリューションとして提供するサービスである。

以下に Exapilot を用いた本サービスにより、日本エイアンドエル株式会社愛媛工場がどのように操業の改善を行い、どのような効果が得られたかを紹介する。

2. 対象工場の特徴と課題

日本エイアンドエル株式会社愛媛工場（以降、愛媛工場と略称）では、各種樹脂製品を製造しており、特に“ライタック-A”の名で知られる樹脂は、透明性、寸法安定性、機械的強度に優れていることで高い評価を得ている製品である。

本サービスを適用した連続重合プロセスと自動化・標準化の対象となった運転の特徴を下記に列挙する。

*1 日本エイアンドエル株式会社 愛媛工場 製造部

*2 IA 事業部ビジラントプラントサービスセンター

*3 グローバルエンジニアリング本部スタートアップ部

- ・プロセスのメインとなる重合反応槽のスタートアップ操作は、温度管理を厳格に行う必要がある。
- ・その他の関連装置のスタートアップ操作も同時並行で行う必要がある。

このように、対象となるスタートアップの一連の操作は手数もかかり、神経を使う運転のため、オペレータにとって大きな負担となっていた。

3. 手動運転の標準化・自動化サービス導入までの経緯

愛媛工場では、数年前に複数の計器室を統合し、DCS (Distributed Control System) を CENTUM CS3000 に更新した。統合作業は大きな問題なく終了したが、統合後においても統合前と同等の機能を再現することが求められたために、多くの手動操作が残ったままとなっており、計器室統合による効果をどのように出すかが課題として残った。

横河電機では丁度この頃本サービスを本格的にビジネスとして立ち上げようとしていた時期であり、両者の思惑が一致し、本サービス適用の可能性について以下のような検討を行った。

- 1) 2010 年 1 月にトライアルによるデータ解析を実施。
- 2) 解析結果より、オペレータの人数に対して手動操作の回数が多く、オペレータの負荷を減らす必要があることを再確認。
- 3) オペレータの手動操作を減らし、かつ、より経済的な運転を実現するために、Exapilot による自動化を検討。
- 4) 愛媛工場では、CS3000 へのシステム更新時に合わせて、Exapilot を導入していた。Exapilot は CS3000 システムと親和性が高く、両者を組み合わせて運用することにより、操業の改善に役立てることができる。しかしながら、これまで Exapilot の使用例は監視ロジック機能の使用に止まり、手順の自動化には適用されていなかった。
- 5) Exapilot を制御に用いる上での不安を軽減し、かつ円滑にアプリケーション構築・運用を行うために、横河電機の「手動運転の標準化・自動化サービス」の導入を決定。

4. 手動運転の標準化・自動化サービス

以下に手動運転の標準化・自動化サービスとそのサービスで利用する運転効率向上支援パッケージ Exapilot の概要を説明する。

4.1 サービスの内容

定常状態の手動操作および非定常の操作は、運転員の判断に任されている部分が多く、操業効率向上を目指す上でボトルネックになっている。手動運転の標準化・自

動化サービスは、この状況を改善するため、運転効率向上支援パッケージ Exapilot を用いて、これら手動操作の自動化、標準化を行うために必要な内容をすべて含んだエンジニアリングおよびコンサルティングを行うサービスである。本サービスは以下を含む。

- 1) エンジニアリング
 - ・ Exapilot アプリケーションおよび関連するテンプレートの開発
 - ・ サービスレポート
- 2) コンサルティング
 - ・ お客様の組織横断チームと横河電機技術者による会議を開催
 - ・ 改善経験の提供
 - ・ OJT の促進
 - ・ 構築したアプリケーション試運転時の立会い

4.2 Exapilot 運転効率向上支援パッケージ

DCS のみで手動運転の操作を自動化しようとする、多くのシステム資源とエンジニアリング工数を必要とした。さらに完成後も、設備改造等のプロセスの変更があると、それに対応させるためのメンテナンスには多くの費用を必要とする。

Exapilot では、構築画面に運転操作に必要な、ポンプ起動、FCS 書き込み、現場作業依頼、時間待ち、条件待ち等の機能がアイコンとして用意されており、これらを結びつけ運転手順どおりに画面上に並べることで、経験のあるオペレータが、自らの経験や運転手順を半自動のシーケンスとして容易に作成することができる。FCS 書き込みは、Exapilot から制御ステーション (FCS: Field Control Station) へのデータやモードの設定動作である。

図 1 に Exapilot の構築画面の例を示す。

また、図 2 に示すように作成したシーケンスの運転画面をオペレータコンソールに表示することで、これを工程管理に用いることができる。

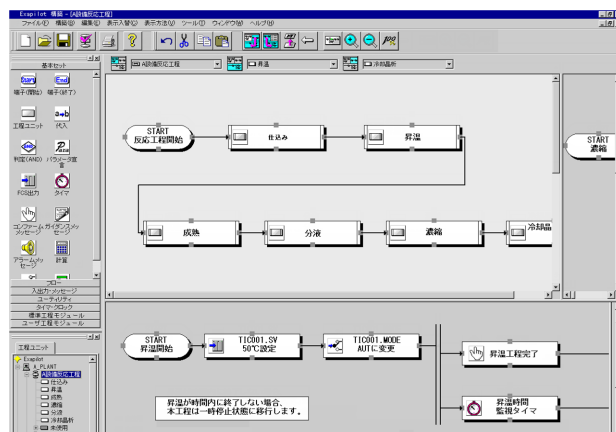


図 1 Exapilot 構築画面

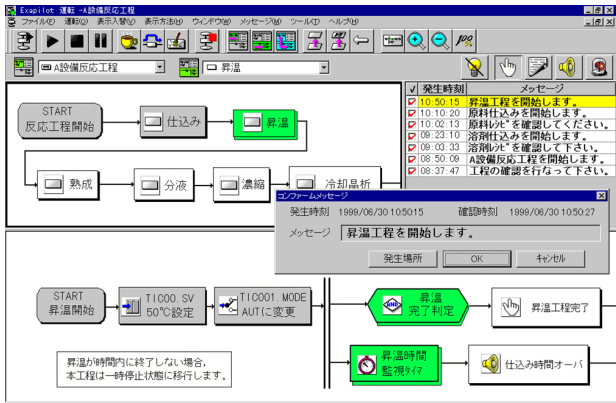


図 2 Exapilot 工程管理画面

4.3 代表的なシステム構成

図 3 に Exapilot を用いた運転操作自動化のために必要な代表的なシステム構成を示す。図中の Exaopc⁽²⁾ は OPC (OLE for Process Control) インターフェイス準拠の汎用 OPC サーバソフトウェアである。

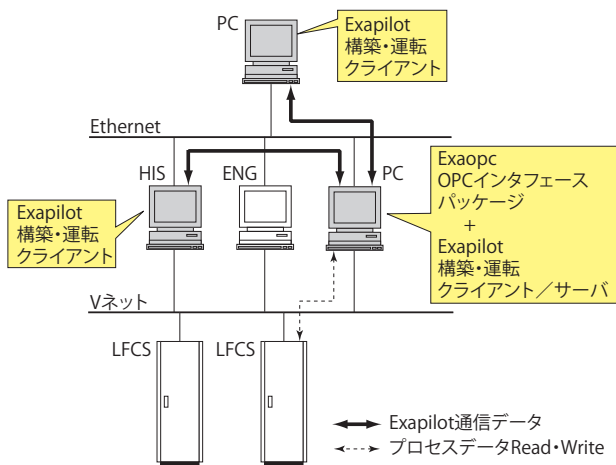


図 3 CENTUM VP/CS 3000 システムとの接続例

4.4 サービスの実施手順

本サービス実施にあたっては、サービスの品質を管理するために、製品の品質管理手法として著名なシックスシグマ DMAIC (定義：Define, 測定：Measure, 分析：Analyze, 改善：Improve, 管理：Control) の各ステップに基づいて定義された手順に従ったサービスが提供される。表 1 にその手順を示す。

5. 手動運転の標準化・自動サービスの導入事例

愛媛工場におけるサービス実施事例を説明する。

5.1 定義：Define

ターゲットとなる運転操作は、愛媛工場と横河電機との打合せにより確定した。その際に、横河電機からは、

表 1 手動運転の標準化・自動化サービスの手順

Step1: Define (定義)	<ul style="list-style-type: none">導入対象とする運転の選択標準化または自動化の目的を決定定量的な目標設定 (必要ならば)組織横断チームの結成
Step2: Measure (測定)	<ul style="list-style-type: none">熟練オペレータからの模範運転手順の聴取SOP 他必要な情報を入手
Step3: Analyze (分析)	<ul style="list-style-type: none">組織横断チームのメンバーとともに、運転内容を、Exapilot フローチャートを用いてロジック化、標準化一連の標準化された操作の中で定型化された操作について、雛形となるロジックとして Exapilot で設計・構築関連するフィールド機器運転の自動化を検討Exapilot と DCS のアプリケーションの機能の切り分けが円滑に行われるように DCS 制御機能設計
Step4: Improve (改善)	<ul style="list-style-type: none">DCS のアプリケーションの変更 (可能な箇所)関連したフィールド機器運転を自動化 (可能な箇所)標準化された操作内容を Exapilot に組み込みオフラインでのアプリケーションのデバッグを経て、Exapilot を実プラントに適用
Step5: Control (管理)	<ul style="list-style-type: none">改善効果を評価サービスの結果報告

導入事例の紹介、アプリケーション構築する上での注意点をノウハウとして提供した。今回は愛媛工場としては運転操作にかかわる最初の導入事例であることから、ある程度の導入効果が見込め、アプリケーションの構築もそれ相応の工数で済む連続重合プロセスのスタートアップ操作をサービス適用対象として選定した。導入効果が最大の操作は工数も相応にかかるため、初期導入の対象としなかった。

改善の目標としては、スタートアップ操作を標準化し最短時間にとすることと、手動操作を大幅削減 (可能ならばほぼゼロ) とすることに設定した。

5.2 測定：Measure

Exapilot を使う上で目標実現に必要と思われる内容の教育を、愛媛工場のサイトにて行った。目標が明確だったこともあり、教育は効果的に行えた。この際に教育を兼ねて、Exapilot に運転内容の仮入力を行った。

同時に、導入対象の運転について記述した運転手順書 (SOP: Standard Operation Procedure) の情報を収集・整理し、実際の運転手順と比較確認し、実際の運転に沿うような操作内容・手順を最良運転手順として定めた。

また、愛媛工場は、横河電機から提供された Exapilot に運転手順をブレークダウンするコツを習得し、Exapilot のロジックの組み方を学んだ。

5.3 分析：Analyze

アプリケーション構築は、愛媛工場が主体的に取り組んで行った。作業内容としては以下のような項目が含まれる。

- Exapilot へ入力する運転内容の精査
- Exapilot と DCS の機能の切り分けの検討
- Exapilot によるロジック作成

これらのアプリケーションの構築作業が、3ヶ月の間で、延べ10日間程度の工数で完了した。

5.4 改善：Improve

1) アプリケーション内容の確認

愛媛工場がアプリケーション構築した内容を、横河電機にて以下の項目について確認した。

- 文法的なミスの有無
- 受領した SOP と Exapilot で構築したアプリケーションの内容の整合性
- オンライン実行する上でのアプリケーション構築上の考慮
- DCS との連携
- 見易さ（Exapilot のアプリケーションは運用時に工程管理として HMI (Human Machine Interface) で使用できるので、見易さは重要な要素となる）

2) アプリケーションに対する提案

横河電機で確認した内容を、修正点（書き込み先のタグ名の入力ミスなど）、提案内容（ミスではないが検討すべき内容）に整理し愛媛工場へ提案した。

3) アプリケーション改善確認

愛媛工場において横河電機が提案した内容を参考にアプリケーションの最終的な確認を行った。

4) 横河電機立会いのもとで完成したアプリケーションをスタートアップ作業に適用した。

5.5 管理：Control

導入による改善効果を評価し、アプリケーション構築の過程をまとめた。

6. 構築したアプリケーションの運用結果

1) Exapilot の進捗管理の機能を効果的に用いるため、大きなスクリーンを用意し、そこに Exapilot の運転画面を表示した。その結果、関係者に進捗が一目でわかるようになった。

2) 運転手順の最適化により、10～11時間必要であった運転で、1～2時間の短縮が可能となった。

3) DCS での手動操作回数は大幅削減できた。

4) 新しいアプリケーションの運用時に発生しがちな問題はほとんど発生せず、作業は順調に終了した。

7. 考察

1) 本アプリケーションの構築は、ほとんど愛媛工場単独で実施されたが、横河電機は、“定義”、“改善”のステップで Exapilot に関するノウハウを提供し自動化作業をサポートした。それにより、アプリケーション構築の道筋が整理され、アプリケーション構築に必要な工数を最小限に抑え、かつ初期導入時に陥りがちなロジック作成時の“見落とし”に陥るリスクを減らした効果は大きい。

2) 厳格な温度管理を必要とする作業において Exapilot による自動運転がうまく機能したことで、当初あった不安が解消された。これにより、Exapilot を更に広範囲に適用する基盤が確立できた。

3) 今回は、愛媛工場の計装設備の状況を横河電機が良く把握していたため、適切なタイミングで適切な内容でサービスを提供することができた。このことにより、ユーザとメーカー間における日頃からのコミュニケーションが非常に重要であることを再認識した。

8. 今後の展開

愛媛工場では、今回の運用で Exapilot の構築・運用の方法が確認できたため、より複雑な操作の自動化、同工場の他のプロセスへの Exapilot の適用を検討する。

横河電機は、これまで Exapilot を活用するコンサルティングは、ユーザに固有な要望に応じて個別に実施してきた。今回の事例を契機として、今後は体系化されたサービスとして常時提供できるよう、本事例の内容を細かく精査し、本サービスを更にブラッシュアップし、サービス内容の充実を図る。

参考文献

- (1) 小林靖典, “Exapilot 運転効率向上支援パッケージ”, 横河技報, Vol. 43, No. 3, 1999, p. 17-20
- (2) 寺島伸彦, 岡安信二, “Exaopc OPC インタフェースパッケージ”, 横河技報, Vol. 43, No. 3, 1999, p. 13-16

* ライタック-A は、日本エイアンドエル株式会社の登録商標です。

* Exapilot, Exaopc, CENTUM は、横河電機(株)の登録商標です。