

非正常運転支援パッケージ “ Exapilot ”

Unusual Operation Support Package "Exapilot"

新名 伸仁^{*1} 小林 靖典^{*1} 福沢 充孝^{*1}
 NIINA Nobuhiro KOBAYASI Yasunori FUKUZAWA Mitsunori

非正常運転支援パッケージ Exapilot を開発した。本パッケージは、高度運転支援システムの一構成要素としてプラントのスタートアップ・シャットダウン等の非正常運転の支援を行うことを目的とする。
 本稿では Exapilot の機能概要について概説する。

The Exapilot package, which is a constituent of the advanced operation support system, has been developed to provide supportive functions for unusual operations such as plant start-up and shutdown. This article summarizes the functions of Exapilot package.

1. はじめに

プラントの高度化、信頼性の向上に伴い、プラントオペレータに要求される技能ならびに知識も高度化してきている。しかし、依然としてオペレータが運転業務の重要な役割を果たしているのには変わりなく、さらに運転制御以外の業務範囲まで関係するようになってきた。そのような背景のもと、高度化した運転支援システムのニーズが高まり、その中の非正常運転への自動化のニーズも高まってきた。

期間が延びる傾向にあることや、省人化の波が押し寄せていることなどによって現状の運転レベルを維持すること自体も難しくなっており、早急な対応が必要とされてきている。

2. 非正常運転支援ニーズの背景

石油精製プラントに代表される連続プロセスでは、プラントスタートアップ/シャットダウン(以下S/U, S/D)運転を自動化しているケースはまだ少ない。これにはいくつかの要因が考えられるが、まずドレンバルブやベントバルブといった現場設備が自動化運転に対応していないことがある。更に、連続プロセスでは数年に一度の頻度でしかS/U, S/Dが行われず、結果的に熟練運転員の高度な運転技術に依存せざるを得ないことも大きな要因である。このようなことから、S/U, S/D運転は熟練運転員によってマニュアルで行なわれている。近年定修

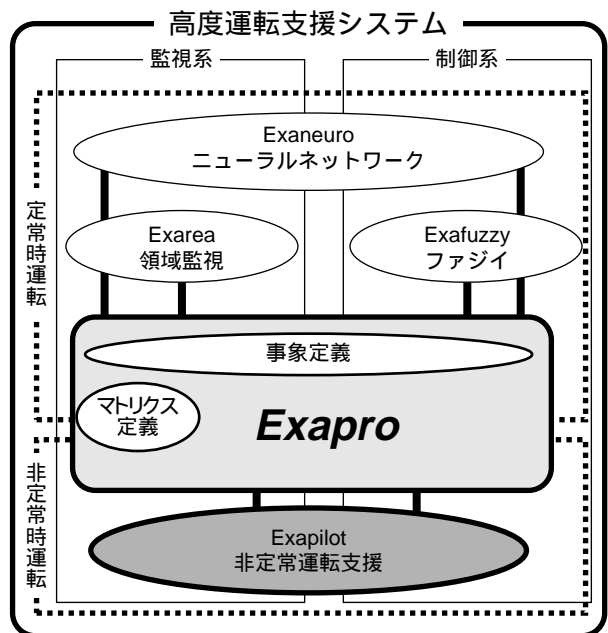


図1 Exaproファミリと高度運転支援システム

*1 シス PIM 1 部
 *2 Exapro, Exarea, Exafuzzy は横河電機の登録商標
 Exapro: エキスパートシステム構築ツール
 *3 Ethernet は XEROX 社の登録商標
 *4 OSF/Motif は OSF の登録商標

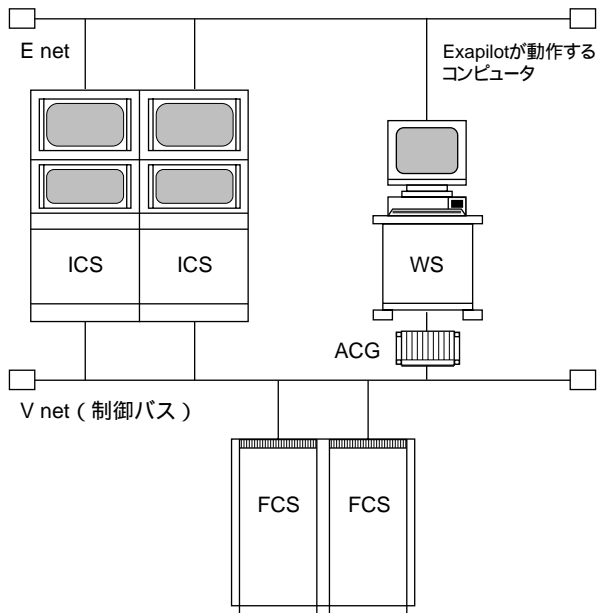


図2 高度運転支援システム構成例
(既設DCSがCENTUM CSの場合)

3. Exapilot の位置付けとコンセプト

横河電機ではそのようなニーズのもとで、Exapro²をベースにした高度運転支援システムを提供している。高度運転支援システムは、知識システムをキーワードに複数のソリューションパッケージから構成され、定常時運転と非定常時運転を監視と制御の面で支援する。(図1)

定常時運転支援では、Exapro plus/ 事象定義・マトリクス定義、領域監視Exarea²、ニューラルネットワーク Exaneuro、ファジィExafuzzy²を用いて、アラームマネージメントとアドバンス制御を行う。

非定常運転支援では、Exapilotを用いて非定常運転の監視と制御を行う。

このような位置付けのもと、Exapilotは高度運転支援システムの一構成要素として、現場オペレータが開発・保守できるツールを開発のコンセプトとして開発された。また、開発のキーアイテムとしては、構築の簡易性、操作性、リアルタイム性、安全性を基本に開発した。

4. 高度運転支援システム導入メリット

ユーザが高度運転支援システムを導入するメリットを示す。

- ・ 速やかな定常状態への復帰や最適な制御での生産量増産

- ・ 生産性向上
- ・ 人件費の抑制
- ・ 安全性の向上
- ・ オペレータノウハウの継承

5. システム構成

5.1 ハードウェア構成

Exapilotは、Exaproをベースとしている為、Exaproと同じハードウェア構成をとり、HP9000サーバー/ワークステーション上で動作する。

CENTUM-CSの場合、HP9000サーバー/ワークステーションをACG経由でV-netに接続する(図2)。CENTUM-XLの場合、HFバスインタフェースカードをそれらに組み込み、HFバスカップラボックス経由でHFバスに接続する。サーバーを使用する場合は、X端末が必要となる。ICSにはEthernet³を経由しX端末モード(ワークベンチモード)で画面を出すことができる。

5.2 ソフトウェア構成

(1) ソフトウェア環境

HP-UX上で動作し、ユーザインタフェースとしてXウィンドウシステムOSF/Motif⁴を使用する。

(2) 高度運転支援システムパッケージ構成

パッケージの構成は、ExaproをプラットフォームにExapilot等の高度運転支援パッケージ群から成る。(図3)

(3) ソフトウェア構成

ソフトウェア構成は、図4に示す。詳細は、機能概要で説明する。

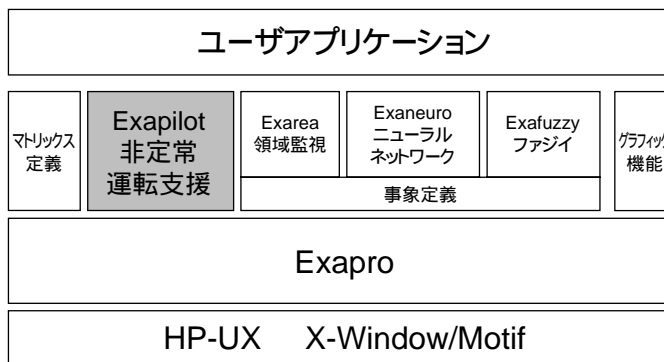


図3 パッケージ構成

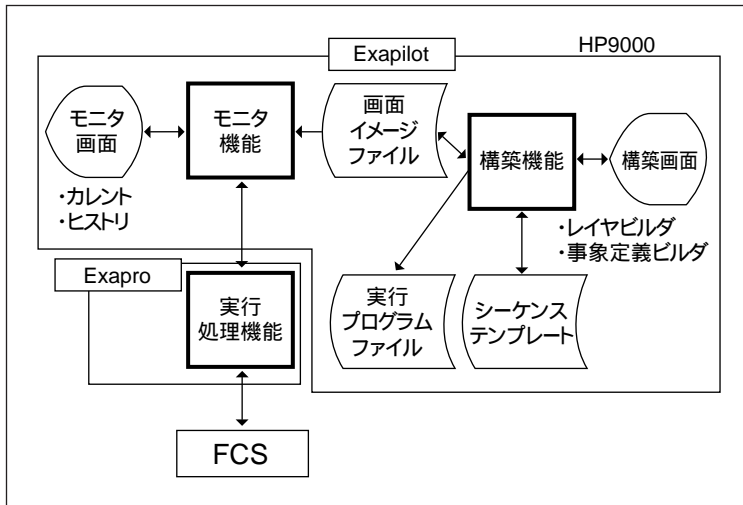


図 4 機能概念図

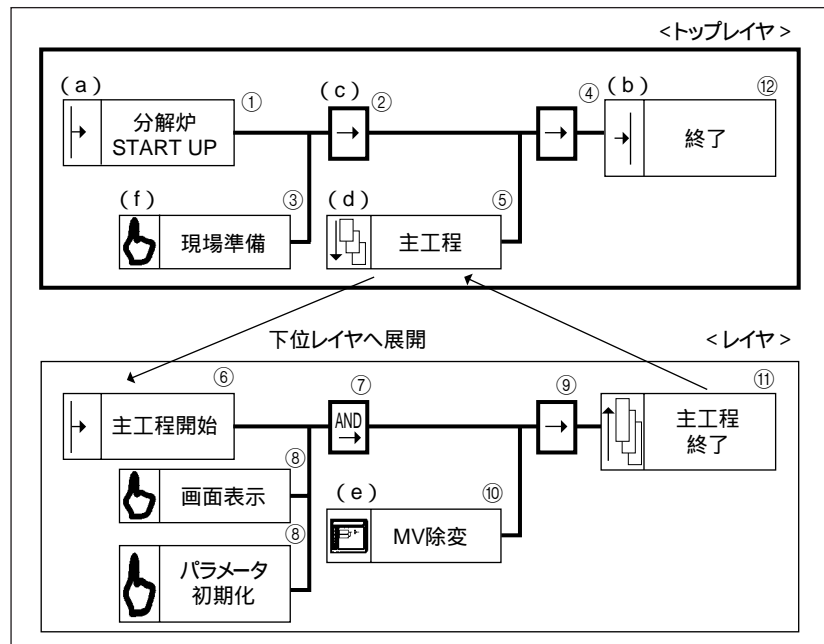


図 5 Exapilot定義と動き

6. Exapilot の特長

- ・グラフィック型言語でアイコンを貼り付けるだけで、工程シーケンスを作成することが可能。
- ・自動運転と手動運転を融合させたシステムの構築が可能。
- ・起動、停止、ポーズ、スルー、ブレイクポイント等の運転ステータスを用意し、プラント運転状態に柔軟に対応することが可能。
- ・定型のシーケンステンプレートを利用することで、システム構築が容易にできる。
- ・ユーザ独自の工程アイコンをグラフィック型言語で作成することができる。
- ・定義画面の内容がそのまま運転画面となる。

7. Exapilot 定義と動き

Exapilotの定義例と動きを簡単に説明する。(図5)
 工程の定義は、スタート(a)からエンド(b)までの間のステップライン上にステップ(c)と呼ばれる工程を配置し、そのステップ上で実行させるレイヤ(d)またはプロシージャ(e)等の単位操作アイコン、又は手動確認等の機能アイコン(f)を割り付ける。実行時は、スタートからエンドまで逐次ステップを実行することでシーケンス処理を行う。実際の動きを ~ の順番で示す。

8. 機能概要

8.1 構築機能

(1) レイヤビルダ

構築系は、運転工程シーケンスを定義するレイヤビルダ機能と、ポンプ起動・停止、徐変操作などの単位操作シーケンスを定義する事象定義ビルダ機能から構成されている。レイヤビルダ機能は、図5で示した内容をマウス操作で定義エリアに配置し、それぞれを配線することで工程シーケンスを生成する。ここで定義した内容は、そのまま運転・監視画面として表示される。レイヤビルダ画面を図6に、工程アイコン一覧を表1に示す。

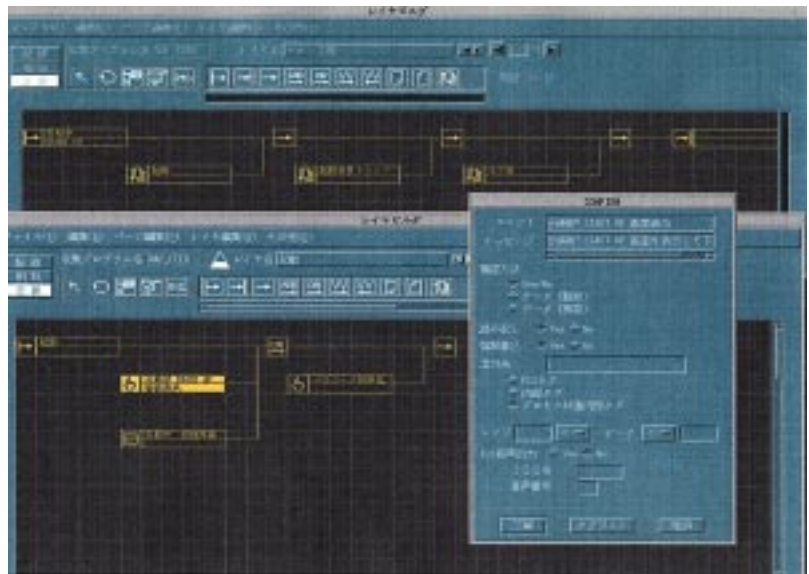


図6 レイヤビルダ

(2) 事象定義ビルダ

事象定義(図7)ビルダは、単位操作、監視ロジック(プロシージャアイコン)や工程の移行条件(コンディションアイコン)を、画面上パレットエリアにある各種機能アイコン(図8)をマウス操作で定義エリアに配置し、それぞれを配線することでロジックを生成する。また、ユーザアイコン機能を使用すると、ロジックをまとめることでマクロ化することができる。



図7 事象定義ビルダ

(3) シーケンステンプレート

シーケンステンプレートは、Exapilotのサンプル機能を利用して作成されたもので、単位操作、監視ロジックを雛形として提供し、タグ名、パラメータを変更するだけで工程シーケンスに利用することができる。Exapilotでは、約50個のテンプレートを用意している。その一部を表2に示す。また、これらのテンプレートは、事象定義ビルダで作られている為、ユーザが自由にカスタマイズすることができ、新規に登録することもできる。

8.2 実行機能

実行機能は、構築機能で定義された工程シーケンスを実行する機能で、Exaproのデータ収集機能をベースに構成されている。実行機能は、機能最小単位のモジュール(単位操作、工程)によって構成され、それらの状態遷移は図9のように、未実行、実行中、終了、ポーズ、ウェイトの5つの状態を有する。通常の動きは未実行 実行中 終了のパスを通るが、動作指定、操作司令を行うこと

表1 工程アイコン一覧

アイコン	アイコン名称	用途
	スタート・エンド	工程の始めと終わりに必ず配置する。
	ジョイント(前後)	工程がレイヤビルダの複数ページにまたがるとき使用する。
	ステップ	1工程を意味し、この下に工程アイコンを割り付ける。
	ステップラインAND/OR	ステップライン上で工程を並列・分岐処理したいとき使用する。
	ファンクションラインAND/OR	ファンクションライン上で工程を並列・分岐処理したいとき使用する。
	ワイドステップ(開始終了)	一定期間継続処理したいプロセスをこの下に割り付ける。
	レイヤ	下位レイヤへ展開したいとき使用する。工程の階層化に用いる。
	リターン	下位レイヤから上位レイヤに戻るとき使用する。
	プロセス	単位操作・監視ロジック用。ロジックはExapilot事象定義ツールにて作成。
GD	ガイダンスメッセージ	工程中にガイダンスを出力したいときに使用する。
	コンファーム	確認/データ設定用。確認/設定されるまで運転はポーズされる。
!	コンディション	移行条件用。条件はExapilot事象定義ツールにて作成。
	タイマ	運転を一定時間ポーズさせたいときに使用する。
	クロック	運転を決められた時間までポーズしたいときに使用する。
A	コメント	トローイングエリアに任意のコメントを記述するとき使用する。

8.3 モニタ機能

モニタ機能は、カレント表示機能(図10)と履歴表示機能がある。カレント表示機能は、工程シーケンスの状態の表示と運転操作を行う。運転の進捗状況は、工程アイコンの表示色が運転状態に応じて変化することで状態を表示する。運転操作は実行機能に対して、操作司令と動作指定を与える。レイヤアイコンをマウス選択すると、下位レイヤへの画面展開し、階層化された運転工程の表示を行う。更に、プロセスアイコン・コンディションアイコンをマウス選択すると、単位操作、監視ロジックの進捗状況、あるいは工程の移行条件の成立状態を表示する。履歴表示機能は、アプリケーション実行時の運転履歴を保存しておき、これをビデオデッキの要領で巻き戻し、再生することによって過去の運転を再現する。アプリケーションのデバッグ用にはもちろん、異常事態の解析や、オペレータ教育などに幅広く活用できる。

データ加工 演算処理	加算	減算	乗算	除算	指数1	指数2	平方根	対数1	対数2
	変化率	最大値	最小値	移動平均	絶対値	標準偏差	偏差	平均	
条件判断 状態検知	AND	OR	大なり	小なり	等号	不等号	レンジ内	レンジ外	データ保持
	変化	ハンチング	シキ値下	シキ値上	回数カウント	SV設定	上昇検知	下降検知	
ユーティリティ	FCS出力	コンピュータメッセージ	アナラジーメッセージ	LED点灯	オバガイ	音声出力	エラーメッセージ	メッセージ出力	メッセージ抑制
	むだ時間	外部入力	時計	データ反転	カウンタ	カウンタリセット	ゲート	スイッチ	ユーザアイコン
ウォッチドッグ タイマ	欠測値処理	共通エリア保存	ディスク保存	if - then, else	if { else }				

図8 事象定義アイコン例

で、ポーズ、ウェイト等の状態にすることができる。操作司令は、モジュールに対してスタート、停止、ポーズを促し、動作指定は、モジュールが実行する時の動作(振る舞い)を指定することで、ブレイクポイント指定・解除、スルー指定・解除、終了解除を行う。

9. システム導入効果

システム導入による効果として、実際石油精製プラントのスタートアップで使用された結果から述べる。

- ・スタートアップ時間の短縮
自動化することで、作業の効率化が図れスタートアップ時間を短縮化することが出来た。
- ・作業の確実性の向上
手順どおりに作業を進めなければ、スタートアップしない為、作業の確実性が向上した。
- ・運転知識の継承

作業手順をExapilotに定義することで運転知識を明確化することができ、またスタートアップを重ねる度に、改善点を積み重ねその知識を継承することが出来る。

- ・作業者の負荷軽減
除変、設定、あるいは確認等を自動的に行う為、作業者の負荷の軽減が図れた。

表2 シーケンステンプレート名

No.	制御系テンプレート名	No.	監視系テンプレート名
1	ポンプ開始・停止	1	ポンプ監視
2	制御弁開度設定	2	レベル監視
3	ON/OFF弁開・閉	3	圧力監視
4	設定値・操作出力値除変	4	上昇・下降監視
5	SV・MV設定	5	除変監視
6	モード設定	6	操作出力値操作監視

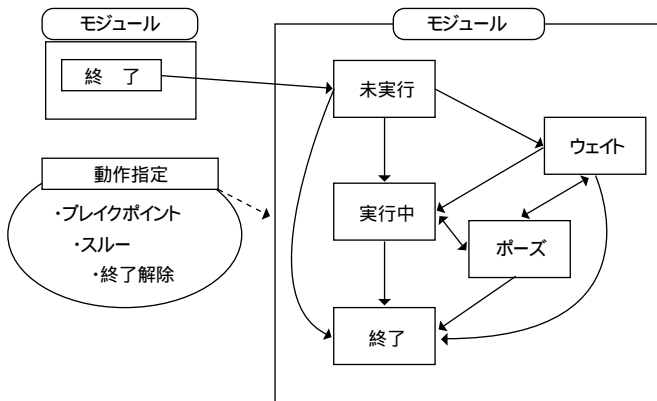


図9 モジュール状態遷移

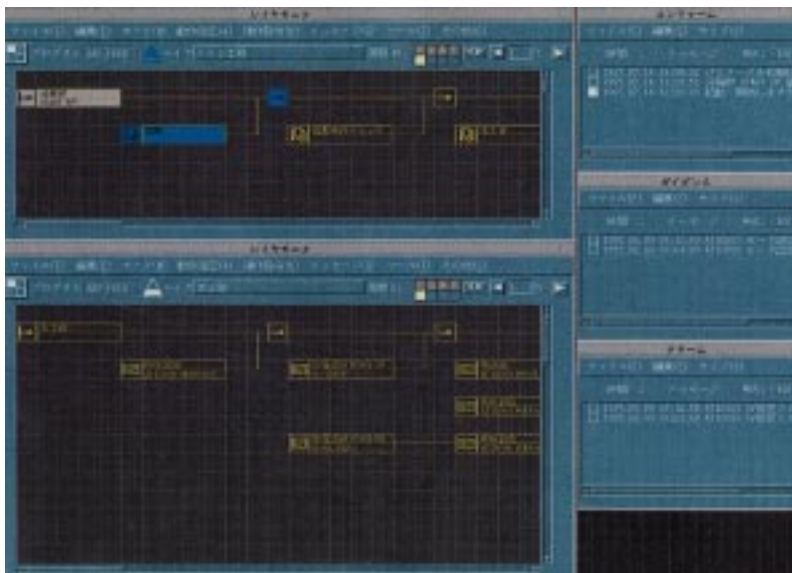


図10 レイヤモニタ

10. 今後の方針

(1) 適用範囲拡大化

初期開発は、プラントのスタートアップ、シャットダウンをターゲットに開発してきた。今後は、原油切り替え、運転モード変更などの非正常運転や、定常時運転中に発生する異常処理についても対応できるように機能アップを行っていく。

(2) シーケンステンプレートの拡充

シーケンステンプレートも上記の適用範囲拡大化と同様に、色々なアプリケーション向けのテンプレートを開発、拡充し、非正常運転支援システム開発効率アップを図る。

(3) プラットホームPC化

プラットホームにPC/NTを加えることで、ユーザの初期投資の軽減を図る。

11. む す び

Exapilotによって、低コストで短期間に非正常運転支援システムを簡単に構築することができるようになった。この様な、ユーザの要求は元々潜在しており、今後必ず導入されていくと確信する。また、

定常時と非定常時の両方をサポートした高度運転支援ツール群の製品は他社を一步リードしており、CENTUMの付加機能、あるいは補完機能として大いに期待できる。

参 考 文 献

- (1)新名伸仁他. ニューラルネットワーク “ Exaneuro ”. 横河技報 . Vol. 40. No. 2 pp. 69 ~ 72 (1996)
- (2)小林靖典. “ その時期にきたスタートアップ/シャットダウンの自動化 ”. 月刊「計装」5月号(通巻475号)

注)

「Exapilot」は出願中

「CENTUM」は当社の登録商標