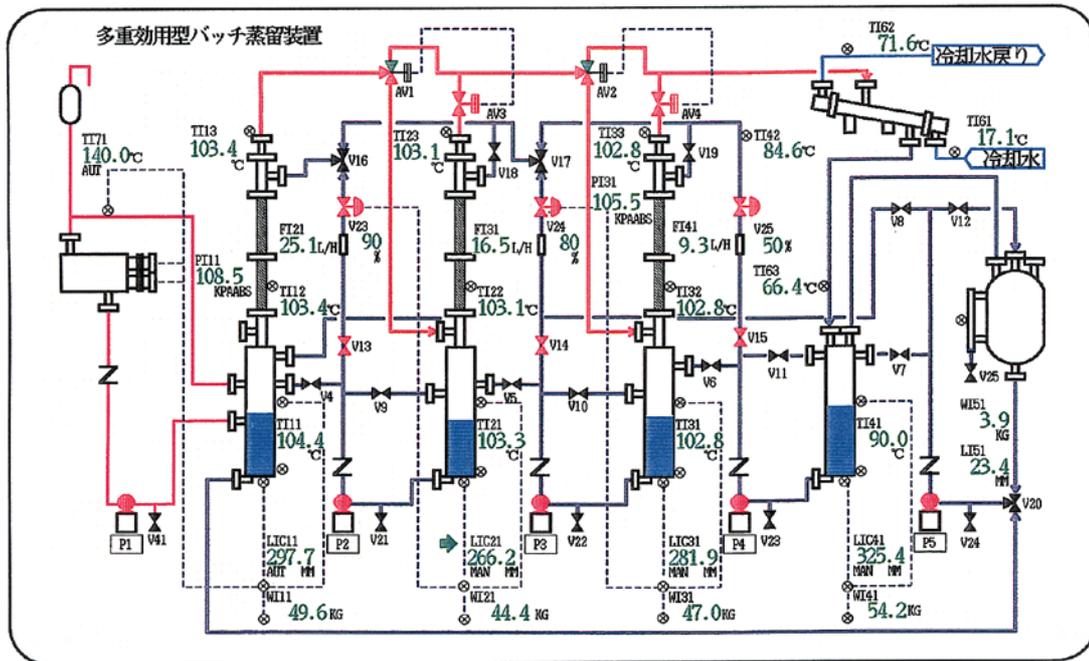


Intelligent Support System for Design, Operation, and Maintenance of Next Generation Chemical Plants

次世代化学プラントの設計・運転・保全のための知的支援システムの開発

プロジェクトリーダー 橋本 伊織

京都大学 大学院工学研究科 教授



多重効用型バッチ蒸留システム DCS 監視画面

1. 研究の目的

次世代の化学プラントでは、省エネルギー化、省資源化を一段と押し進めると同時に、グローバルな地球環境との調和を図らねばなりません。例えば、発生した廃棄物を処理するという消極的な対応ではなく、廃棄物をできるだけ発生させない生産システムにしていく必要があります。化学プラントが省エネルギー・省資源型のクリーン・プロダクション・システムの方向に進むにつれ、プラントそのものが高度にインテグレートされた非常に複雑なシステムになることは明らかです。さらに、生産される製品についても、高性能・高品質であるだけでなく、廃棄されたとき地球の生態系に問題なくとりこまれるという、従来とは異なった物理・化学的特性が要求されるようになってきます。

このような製品を製造する次世代生産システムを最適に設計し、安全かつ効率よく運転するとともに、機能低下をきたさないように絶えず保全していくためには、多岐にわたる情報に基づいた的確な意志決定を、プラント・ライフサイクルの様々な段階で行わねばなりません。そのためには、設計・運転・保全のいずれのフェーズにおいても、関連する大量のデータを迅速に処理し、意志決定者にとって必要な情報を、簡明かつ確に提供できる支援システムが不可欠です。本プロジェクトでは、様々な厳しい要求が課せられる次世代化学プラントを実際に設計・運転・保全していく研究者・技術者を支援する、多機能かつ知的な計算機援用支援システムを、プロセスシステム工学的技法の新しい発展を図りつつ、開発することを目的としています。



多重効用型バッチ蒸留システム

2. 研究の内容

次世代化学プラントの知的な計算機援用支援システムを開発していくためには、多くの課題を解決していかなければなりません。現在進行中の具体的な研究内容は次の通りです。

(1) 省エネルギー型バッチ蒸留システムの開発

本研究グループで提案してきた多重効用型バッチ蒸留システムは、多成分高度分離に適した省エネルギー型の分離法です。現在この点を、理論的に明らかにすると共に、分散型制御システム (DCS) を備えたパイロットプラントを用いた実験によって検証しています (前頁図参照)。また、これまでに選点法と逐次二次計画法を用いた最適操作パターン導出システムを開発しました。現在、このシステムをオンラインで用い、将来の状態を予測してプラントに最適な操作を指示するシステムを開発しています。

(2) 自律分散型生産管理システムの開発

現実の生産情報には、多くの不確実性が含まれます。集中型の生産管理システムでは、このような状況に迅速 (agile) かつ柔軟 (flexible) に対処することは困難です。これまで、スケジューリング問題を対象に、生産工程を要素とした自律分散型システムを開発してきました。現在、より柔軟で実用的なシステムの開発を目指し、汎用化及びマンマシンインターフェースについて検討しています。

(3) 多機能性・高品質性を保証するためのインテリジェント制御システムの開発

ポリマー生産プロセス等を対象に、直接測れない品質などの状態量を、測定可能な状態量からオンラインで推定するインテリジェントセンサーを、ウェブネットなどのAI手法を活用して構築しています。このような推定機構とモデル予測制御などのアドバンスな制御方式とを融合させることによって、原料から最終製品生産までの生産プロセス全体の最適なオペレーションを支援できるシステムの開発を進めています。また、晶析プロセスの結晶粒径のように、分布のある状態量によって表現される系を対象に、プラント設計と制御系設計とを融合した設計手法についても検討中です。

(4) プラント監視・異常診断システムの開発

プラントの状態監視では、異常状態になる前にその兆候を見つけることが重要です。このような観点から、プラントの健康状態を絶えずチェックするシステムを、PLS, PCA等の多変量データ解析の手法を活用して開発しています。既に、いくつかの変数の時系列データから、ナフサ分解炉のスキン温度を推定し運転状態を監視する、DCSに搭載可能なシステムを開発しています。また、プラントの状態監視だけでなく、制御システムの機能や性能をモニタリングするシステムの開発も目指しています。

化学プラントには多くの流量計が設置されています。これらの中から、故障したり精度が劣化しているものを迅速に見出すことは、プラントを安全かつ最適に運転するために不可欠なことです。プラントの運転データを解析し、精度の悪い流量計を特定できる診断システムを開発中です。

(5) プラントオペレータのための教育・訓練用システムの開発

プラントオペレータの能力向上は、高度な運転や異常に的確に対処するために不可欠です。本研究では、計算機上に構築したバーチャルプラントを実オペレータに運転させ、異常に対するオペレータの対応や挙動を解析しています (本頁写真参照)。得られた情報から、オペレータの挙動を再現できるモデルを作成し、そのモデルを利用して既存のマンマシンインタフェースの問題点を抽出することにより、より高度で機能的なインタフェースを開発しています。また、オペレータの挙動解析をさらに進めることによって、オペレータに欠けている知識を指摘し、その知識を獲得するための訓練法や手順を提示できる、より効率的なCAI (計算機利用教育) システムの開発を目指しています。



オペレーターコンソール



視線分析装置



感性スペクトル解析装置

3. 研究の体制

期間：1996年10月～2001年3月

構成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー7名、研究討論メンバー6名 (全員、日本学術振興会産学協同研究会であるプロセスシステム工学第143委員会の委員で、研究討論メンバーの内5名は企業メンバーです)。

実施場所：研究の拠点は京都大学ですが、主要な実験装置・計測装置、ならびに高機能の計算機を、京都大学橋本研究室と奈良先端大学院大学西谷研究室に集中させ、東北大学松本研究室、名古屋大学小野木研究室、神戸大学大野研究室、九州大学松山研究室が緊密な連携を取りながら研究を進めています。