

システム紹介

教育訓練用 ASP シミュレータ

Operator Training Simulator for Air Separation Plants

1. はじめに

当社の主力製品である酸素・窒素・アルゴンを製造する深冷空気分離装置 (ASP: Air Separation Plant) を安全かつ効率的に運転するには、多くの知識と経験が要求される。よって当社ではオペレータ教育に注力しており、その一環として ASP シミュレータを構築・活用し、オペレーション技術の向上に努めている。

ASP シミュレータは、1990年代に当社プラント製作部門において ASP 設計用プロセスシミュレータの派生技術として開発された。現在は運用をオンサイト・プラント事業本部ガス生産技術部、改良改善を開発・エンジニアリング本部にて実施している。

本シミュレータは初級オペレータの基礎教育に留まらず、中級以上のオペレータへの ASP 異常時対応訓練などに利用可能な各種機能を有している。また、遠隔操作方式の採用によって国内に点在する工場で利用可能であり、全国約30工場の関係者、年間延べ300人に利用されている。

以下、システムおよび運用方法について紹介する。

2. システム内容

2.1 システム構成

図1にシステム構成図を示す。本システムはシミュレータ制御およびプロセス演算を行う「講師 PC」1台および運転操作を行う「訓練員 PC」2台の1組で構成されており、これらを各工場で共有する方式となっている。2工場以上での同時利用は出来ないため、事前に利用予約を行った後、各工場に配置された表示用端末 (シンクライアント) から通信セキュリティが確保された社内イントラネットを介して遠隔操作を行う。本方式の採用により、低コストながらも24時間利用可能なシステムとなっている。

2.2 シミュレーションモデル

各生産工場の規模や装置に即した教育ができるよう、当社における標準的な3種類の ASP を再現するダイナミックシミュレーションモデルが搭載されている。各モデルは ASP 設計に使用されるモデルと同等の計算精度を有する空気圧縮機、精留塔、熱交換器などのプロセス部と、ASP の制御系を再現する制御ループ部で構成されている。

各 ASP モデルは製品の増減量や純度調整といった通常の ASP 運転操作だけではなく、表1に示すシミュレータ独自機能を有し、訓練の幅を広げている。特に図2に示す精留塔内の組成分布表示機能は精留プロセスを理解するのに非常に有用であり、プロセスの深い理解に役立っている。

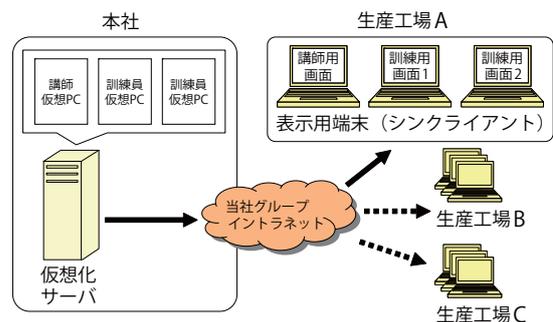


図1 システム構成図

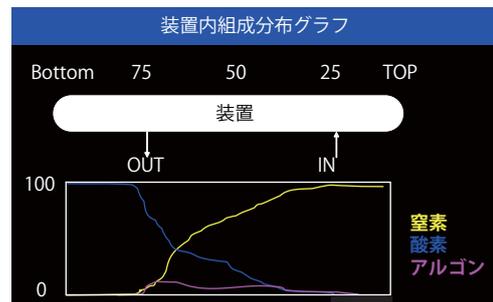


図2 精留塔内の組成分布表示機能 (イメージ図)

表1 ASP シミュレータ独自機能

機能	特徴
精留塔内の成分濃度表示	精留塔内の酸素・窒素・アルゴン組成分布を、視覚的かつリアルタイムに表示可能。
設備故障対応訓練	過去に実際に発生した弁開閉不調などの設備故障を、最大10種類再現可能。
実行速度変更	実行速度を1~4倍の範囲で変更可能。長時間に渡るプロセス変化を短時間に確認可能。

表2 訓練員の熟練度に応じた教育カリキュラム

区分	教育ステージ	教育内容
初級者	導入教育	DCS 操作の習熟と ASP 精留理論・運転方法の基礎理解。 ASP に不慣れな初心者が実際に機器を操作しながら技術習得を図る。
中級者	ASP 異常時の対応訓練	実機では出来ない非常時の訓練。シミュレータへ模擬的な外乱を与えて異常状態にした後、安定状態まで回復させることを目標に訓練を行う。
上級者	最適運転模索と挙動解析	高効率な運転手法などをシミュレータ上で簡易テストする。また潜在化している設備不調などを調査・検討する。

2.3 シミュレータ使用方法

本シミュレータでは、はじめに講師 PC にて初期設定を行い、その後訓練員 PC より運転操作を行う。

以下、講師および訓練員 PC の機能を紹介する。

(1) 講師 PC 機能

シミュレータ起動時に利用モデルの選択、初期状態の選択（製品発生量やガス・液優先採取など）が可能であり、訓練内容に応じて実行速度の変更および一時停止が可能である。また、擬似的に設備故障（外乱）を発生させる機能、各種プロセス値に対する警報値設定機能などを有している。

(2) 訓練員 PC 機能

実在プラントの DCS 画面を忠実に再現したグラフィック画面を有しており、弁の開閉操作や PID 制御器の Auto・Manual モードおよび PID 値の変更が可能である。また、イベントログやトレンドグラフの表示、各種警報表示および警報音の再生が可能である。そして、各 PC で訓練対象者の氏名を入力すると操作ログに氏名を記録することができるため、各訓練員の操作を検証し、適切な指導を行うことが可能である。

3. 運用方法

効果的なシミュレータ教育を行うためには、教育内容を明確化し、教育担当者が無理なく利用できる運用体制を構築することが重要となる。当社ではオペレータ習熟度・各工場の特徴に合わせた教育カリキュラムを整備し、社内グループウェアを活用した運用体制を構築している。

3.1 教育カリキュラムについて

表2に示す区分に基づき、オペレータの習熟度に合わせた教育を行えるよう、社内技術者や熟練オペレータ監修による教育資料に基づいた教育を実施している。また、各工場の特徴に合わせた教育が出来るよう、工場ごとに現地指導者を選任し、シミュレータ教育に関する集合研修を行った後に教育を一任している。



図3 ASP シミュレータによる訓練風景

現地指導者は訓練員のスキルに応じた教育計画の立案や、教育終了後に教育実施報告書を提出することになっており、教育内容の見直しやシミュレータ改良・改善に役立っている。

3.2 社内グループウェアによる運用

シミュレータ予約・運用の省力化と情報共有を図るため、社内グループウェア上に予約管理および運用情報の2つのデータベース（以下、DB）を構築している。予約管理 DB では昼間または夜間の半日単位での予約が可能であり、運用情報 DB では、教育資料の取得や教育実施報告書の登録などが可能である。

4. おわりに

教育実施報告書には「シミュレータ独自機能によりプロセスをより深く理解できた」「普段は試すことのできない操作を安全に実施できた」といった感想が寄せられており、多くの利用者から好評を得ている。

今後は液体窒素製造装置モデルの追加や海外事業所での利用に関する調査を実施予定であり、本システムを更に活用し、当社技術力の向上に役立てたい。

（ オンサイト・プラント事業本部ガス生産技術部 東山泰三
 開発・エンジニアリング本部技術サポートセンター 電気技術部 安藤浩二
 開発・エンジニアリング本部技術サポートセンター シミュレーション技術部 落 猛 ）