

報 文 4

新潟運転訓練プラントの紹介

製造部 操業管理グループ
にしおか けいじ
西岡 啓二



製造部 操業管理グループ
はやし たかみち
林 孝通



1. はじめに

当社新潟事業所に設置されている運転訓練プラントは、通常の訓練シミュレータとは異なり、実装置+訓練シミュレータにより構成される斬新なコンセプトを持った運転訓練システム¹⁾であり、2009年以降、当社社員をはじめ海外技術支援の一環として海外の運転員の教育にも活用している。

以下に、本運転訓練プラントの設置経緯、プラントの特徴とこれまでの教育実績等について紹介する。

2. 運転訓練プラント設置の経緯

2.1 背景

2007年頃より我が国の製造業、特に石油・化学分野では、団塊の世代の退職などにより50代以上のベテラン運転員層が大幅に減少したため、「技術の伝承」が課題になっている。

当社では、これを補うために、新入社員採用増による10～20代の若手層が急増しており、PE (Production Engineer: 装置運転員) の運転技能習得に向けた対応が急務となっていた。(図1)

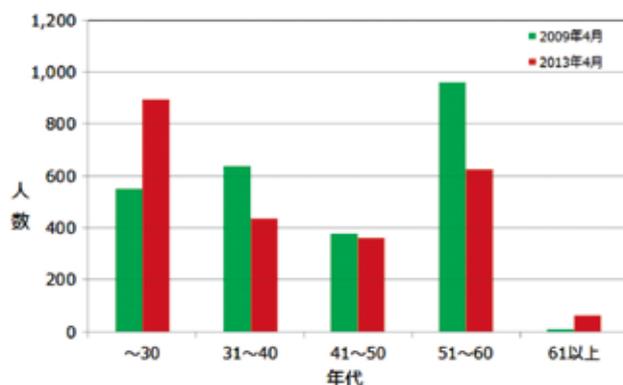


図1 当社PE年齢構成の変化

また、運転に関するトラブルが増加傾向にあり、その要因の一つが運転現場の技量不足にあると考えられていた。かかる状況下、若手PEの早期育成が急務ということか

ら、OJT (On the job training) の強化を推進したものの、OJTでは、例えば以下のケースに関して十分な経験は得られないことが課題であった。

(1) 運転開始、停止時の運転操作

連続運転化(定修のインターバル延長)により、非常運転を経験する機会が減少

(2) 予期していない運転変動に対する緊急処置

これらの問題点を解決する手段として、ボード(計器室)とフィールド(現場)の連携作業を実際に体験しながら、種々の訓練を実施できる新しいタイプの「運転訓練プラント」を検討し、導入した。

2.2 設置のきっかけ

2008年頃より、海外からのPE教育訓練のニーズに応えるため、運転訓練プラント設置の検討を行い、2009年から当該訓練を開始した。以後、上述の背景から社内の若手PE研修に軸を移し、現在に至っている。(図2)

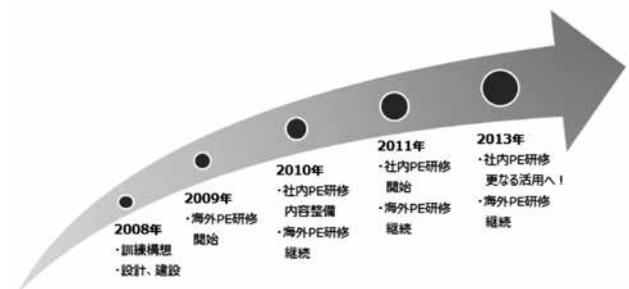


図2 運転訓練プラント設置の経緯

3. 運転訓練プラントの概要

3.1 概要

本運転訓練プラントは、新潟市にある当社新潟事業所内の遊休装置であったノンアロマソルベント製造装置(能力1,000B/D)を軽油脱硫装置に見立て、訓練用に改造した。(図3)



図3 訓練プラントの外観

3.2 運転訓練プラントへの要求事項

本運転訓練プラントは以下の要求事項に基づき設計した。

- (1) 臨場感をもってボード/フィールド連携訓練を体験できること (すなわち、実際の設備、機器 (計器・バルブ・ポンプ等) を操作できること)
- (2) 実装置さながらの「動き」を表現できること (実装置を運転している実感が得られること)
- (3) 多彩な訓練メニューを実施できること (運転開始・停止操作、予期しない運転変動に対する緊急処置)

3.3 運転訓練プラントの構成

本運転訓練プラントは、訓練装置、訓練シミュレータおよび DCS (Distributed Control System: 分散型制御システム) から成る。

(1) 訓練装置

新潟事業所で使用されていた設備や機器を転用し、実際に流体を流すことにより、リアリティのある訓練が行える。石油精製に必要な設備 (蒸留塔・反応器・加熱炉)、機器 (コンプレッサ・ポンプ・計器) は一式揃っており、運転操作の殆どが体験できる。(図4)

流体としては、実際の運転で使用する油の代わりに水、水素の代わりに窒素、燃料ガスの代わりに空気を使用し、また系内を常温低圧 (1MPa以下) に保つことで、若手 PE をはじめ海外の運転経験に乏しい人たちにも安全に訓練することが可能である。

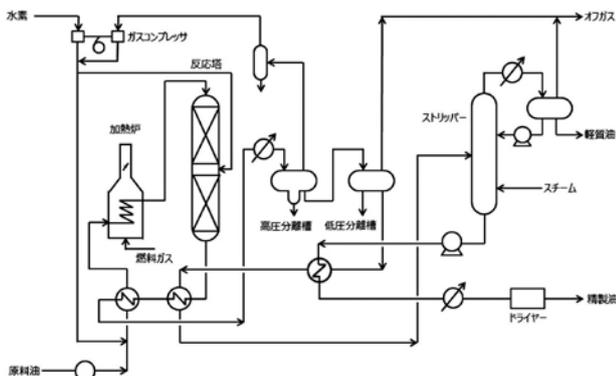


図4 運転訓練プラントの簡易フローシート

(2) 訓練シミュレータ

ハネウェル社「UniSim Operations」を用いて軽油脱硫装置のシミュレータを新規に作製した。

(3) DCS

アズビル社 APS 5000 (TDCS 3000) 制御システムを使用している。本 DCS は、訓練装置・訓練シミュレータの連携運転のみならず、目的に応じて訓練装置、訓練シミュレータをそれぞれ単独でも使用することができる。

3.4 訓練方法

訓練装置は、訓練シミュレータに連動することにより、実装置と同じ動きをする。

流体としては、前述のとおり、水や空気を用いているので、反応・蒸留・熱交換等のプロセス変化は実際には起きない。しかし、DCS やフィールドで表示される圧力・温度等のプロセス値は、訓練シミュレータが示す値を表示するようにしているので、研修生は、あたかも実装置を運転しているかのような感覚で訓練を行うことができる。(図5)



図5 訓練システムの構成

通常、訓練シミュレータを使用した訓練は、DCS を操作するボード担当を対象としているが、当訓練プラントでは、DCS を操作するボード担当と現場操作を行うフィールド担当との双方向の情報伝達が必要となり、その結果両者間での指示 (命令) の出し方や簡潔な報告の仕方、復唱の徹底等、チームとしての総合訓練が可能である。計器類の誤作動や誤指示、原料性状の急激な変化等の異常事象 (状態) を訓練シミュレータにて人為的に発生させることができ、異常発生時への対応訓練も簡単に行うことができる。(図6) また、途中で装置の動きの停止、再生、繰り返しや途中の動きを省略させることもできる。



図 6 計器室内設備・配置

3.5 運転感覚 … リアリティ実現例 (液面計)

本運転訓練プラントでは、仕掛けや見せ方の工夫により、研修にリアリティを与えている。ここでは、研修生が実際に現場で見えるものとして液面計制御について紹介する。

液面計については、訓練装置のレベル値をシミュレータのレベル値に追従させ、ボード担当が DCS 画面で確認するレベルとフィールド担当が現場で確認するレベルをベッセルに接続している裏配管(「張り込み」と「抜き出し」配管)で合わせ込んでいる。通常は、訓練装置のレベル値とシミュレータのレベル値に対してセットポイントの同期制御(図7左)を行っているが、訓練装置のレベル値とシミュレータのレベル値に一定量以上の偏差を生じた場合、一時的に訓練装置のレベルのセットポイント制御を停止(開度を固定)し、裏配管からの流体の出し入れをスピーディに行い、訓練装置のレベルを追従させ(図7右)、偏差が解消すれば、再び同期制御に戻る。

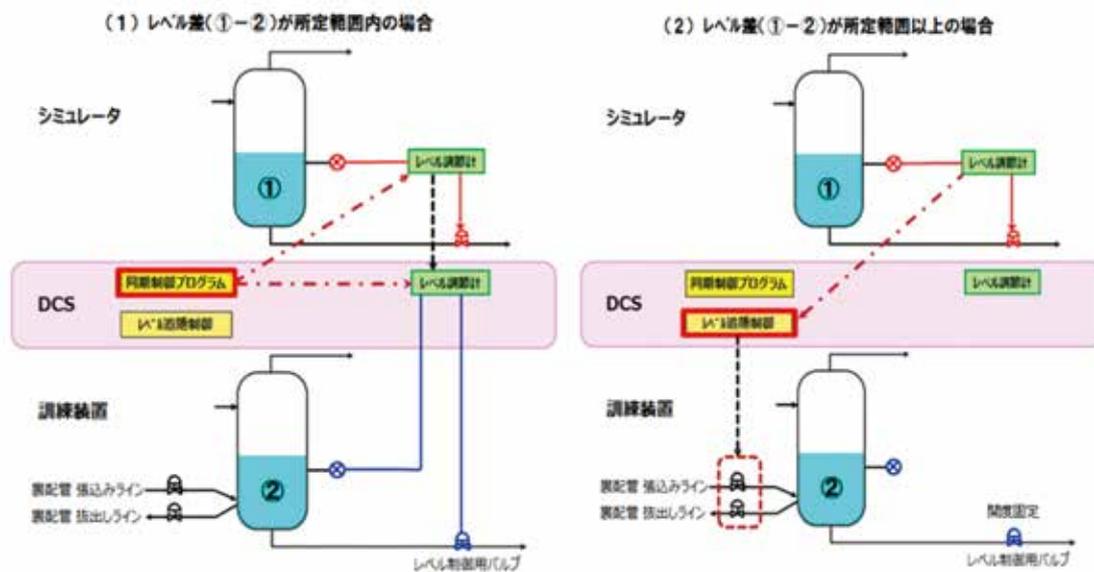


図 7 レベル制御方法 (レベル追従)

4. 研修内容

4.1 研修実績

これまでの実施状況を示す。(図8) 当社若手 PE の教育強化のニーズに応えるべく、2010 年以降、多くの PE に機会が与えられるような研修内容に整備し、成果が得られたことにより、2013 年からは研修回数が大幅に増加している。

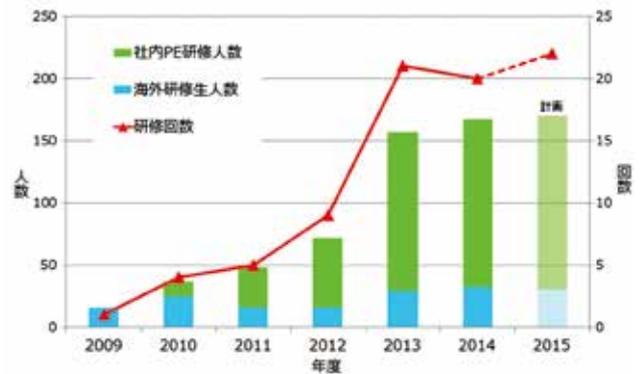


図 8 研修実績推移

4.2 研修のねらいと期待効果

若手 PE 研修を例として、本運転訓練プラントによる具体的な研修内容を紹介する。

対象者は、

- ・ボード担当 : 入社 2~10 年(ボード経験 0.5~2 年)
- ・フィールド担当: 入社 2~3 年
(非定常作業の経験不足者)

通常運転時の OJT では操作する機会が少なく、なかなか経験できない作業について、実体験訓練を通して若手 PE の技能、意識の向上を図ることを目的としている。(表 1)

表1 研修の目的と期待される効果

	技能面	意識面
目的	非正常運転への適応力養成	指示待ちではなく、自ら考えて行動
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・基本技能の習得(ボード操作等) ・非正常時の対処方法理解・習得 ・ボード・フィールド連携の重要性確認 ・相互コミュニケーション力の上達 	<ul style="list-style-type: none"> ・自ら技能不足を再認識 ・成功体験による自信の獲得

4.3 研修プログラム

研修(社内)の一例を示す。(表2)

座学と実習を組み合わせた3泊4日のプログラムとなっており、初日の訓練装置理解とメンバー交流から始まり、「運転開始⇒トラブル対応⇒運転停止」まで、一連の非正常作業の訓練を連続して繰り返す。この中で、訓練反省会や座学復習でのフィードバックにより、技術・技能力を養う。また、ポンプ停止(空引き)、コンプレッサー故障、ストリップスチーム異常、レベル計異常、加熱炉失火等々種々のトラブル事象への対応訓練を備えており、これらを通して、ボード担当の異常検知、フィールド担当との連携による対応を経験させる。

なお、プログラムとしては上記に加え、主に海外からの

運転員の研修として、3泊4日でトラブル対応訓練を中心にしたコースと「運転開始⇒トラブル対応⇒運転停止」をじっくり実施する4週間コースを用意している。

4.4 研修事例

ここでは、トラブル対応訓練事例を紹介する。

これは装置停止にも繋がる重要機器である反応塔張り込みポンプの不調を再現した訓練で、最初に定常運転状態にした後、インストラクタによりトラブル仕掛け操作を実施する。DCS、フィールドともに異常事態が発現され、研修生はこれに対応する。適切な処置により運転が正常状態へ回復するケース、逆に運転継続が困難となり緊急停止に至るケースなど研修生の対応により様々な状態が生じる。

この訓練で最も大事なことは無線での連携と即座の判断、迅速な行動である。ポンプ空引きにより張り込み流量が低下するのでボード担当は状況把握後、原因を推定、対応を判断、フィールド担当へ指示する。フィールド担当は、ボード担当へ状況報告後予備ポンプへの切替えを実施する。(図9)

訓練シミュレータおよびフィールドの仕掛けにより作り出したトラブルに対してボード担当、フィールド担当の的確なコミュニケーションにより解決に導いていく。(図10)

表2 研修スケジュール・内容(1例)

若手PE研修スケジュール(3泊4日体験型)											
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
1日目						集合	リインテーンション		DCS操作 フロー確認		
2日目	現場設備 確認	コンプレッサー 実習	運転開始 準備訓練	昼食	運転開始 準備訓練			運転開始 準備説明	意識教育		
3日目	運転開始 説明	運転開始訓練		昼食	トラブル対応訓練 および反省会			トラブル対応 説明			
4日目	運転停止 説明	運転停止訓練		クoo-ジツグ	解散						



図9 トラブル対応訓練(イメージ)



図10 訓練風景(左:ボード担当、右:フィールド担当)

5. 研修効果

研修終了1ヶ月後のアンケート結果を示す。(図11)

研修生の8割以上が「研修に満足した」との結果となり、また理解度についても9割の研修生が「理解できた」となっている。

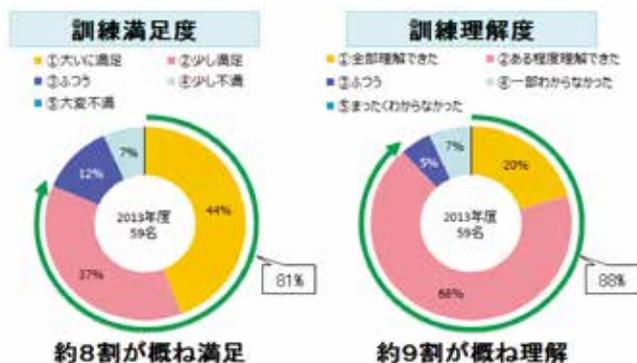


図11 受講後のアンケート結果

研修生からは、

- ・担当装置と似ており、運転停止・開始・トラブル対応はとても勉強になった。
- ・自分でやらないと分からない、自分でやることで向上心が生まれた。
- ・自分にまだまだ足りない部分が理解できた。
- ・他製油所 PE との交流はとても刺激になった。
- ・手順書も大事だが、やはり臨機応変に対応するには経験が重要だと感じた。

等の意見が寄せられ、意識や行動に良い変化が現れつつあると思われる。

また、同時に研修生の上司(班長)からもつぎのような感想を得ている。

- ・指示、コミュニケーションの取り方などかなりスキルアップした。
- ・積極的に質問してくるようになった。
- ・フィールド担当だが、ボードで運転確認する姿を良く見かける。
- ・より若い人へアドバイスやフォローをするようになった。
- ・発言が増え、仕事に対する意欲が伝わってきはじめた。
- ・実践に近い操作により、本人の自信につながったように見える。

短期間の研修ではあるが、本運転訓練プラントによる研修が PE の成長に貢献できていることがわかる。

6. おわりに

当社運転訓練プラントは、軽油脱硫装置をモデルにしているため、石油精製における他の複雑な装置よりシンプルであるが、学ぶべき基本的な要素は備えていると考える。

前章では社内の評価を示したが、同じく実施している海外からの研修生の評価も非常に高く、今後もこれを活用していきたい。そのためには、訓練に重要な役割を担うインストラクタの充実化、更なる PE の運転技術向上および潜在能力を引き出すための訓練設備の活用や研修カリキュラムの多様化の検討が必要である。

— 引用文献 —

- 1) 西岡; 林; 石川; 佐伯; プラント訓練装置及びプラント訓練方法, 特許第 5111448 号. 2012-10-19