

# 運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ (J-HySIM<sup>®</sup>)の活用計画と実績

石原 正敏、大坂 滝広



当社は、六ヶ所再処理工場における運転・保守技術を強化するため、運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ(J-HySIM<sup>®</sup>)を自社開発し、2018年10月から運用を開始した。2021年までに延べ1265名の訓練実績があり、運転員および保守・保全員の継続的な技術力向上を図りながら、安全を最優先するとともに日本原燃グループの一員として原子燃料サイクル確立への貢献と地元企業との共生を念頭に日々の業務を行っている。

**キーワード:**ハイブリッド、コンパクトシミュレータ、J-HySIM、運転・保守、設計・開発

## 1. はじめに

当社は青森県六ヶ所村において、日本原燃株再処理工場等の燃料サイクル施設の機械や電気・計装制御設備の運転と保守、およびこれらを収納する建物の保守を担当している。本施設におけるこれら設備は膨大な物量であり、かつ複雑に組み合わせた構成であることから、安全で高品質な運転、保守・保全業務を遂行していくには、施設の構造や機能の理解と共に、現場作業の特徴に対応した教育・訓練が重要となる。

当社は、より現場に近い環境で業務を実体験させることが有効であると考え、実機プラントの様々な設備における共通機能を模擬した運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ(以下、J-HySIM<sup>®</sup>とする。)を自社開発し、2018年10月から運用を開始している。

本稿では、J-HySIM<sup>®</sup>を活用した教育訓練の計画と実績、その評価について紹介する。

## 2. J-HySIM<sup>®</sup>の概要

J-HySIM<sup>®</sup>は、六ヶ所再処理工場に隣接した当社の技術・訓練センター内に設置され、運転監視制御盤、現場監視制御盤、電気盤、機器類などの大型プラントを模擬する主要装置から構成されており、シミュレータ盤によるソフトウェアと現場盤・機器類によるハードウェアを組み合わせたハイブリット式の訓練装置である。また、運転監視制御盤、現場監視制御盤、電気盤、機器類を同一屋内に近接して設置することで、システム全体をコンパクトな構造とした。

このことから、運転操作、保守・保全業務における一連のプロセス、機器類の動作、音および仕組み等のシーケンシャルな反応を運転員自らがリアルタイムに体感することが可能となっている。

現在当社では業務の核である運転員、保守・保全員を中心に、本装置を使用した要員育成を行っている。

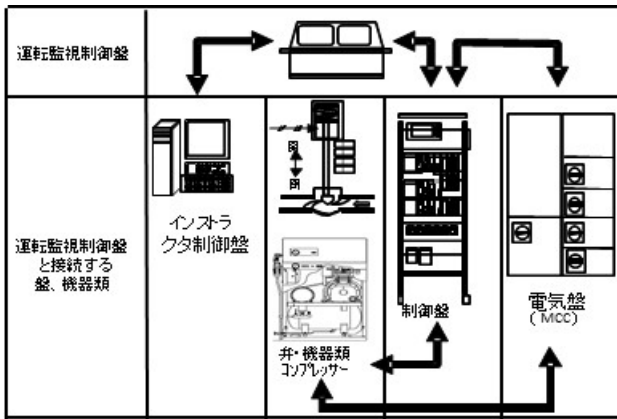


図1 J-HySIMのシステム構成



図2 J-HySIM全景

### 3. J-HySIM による育成訓練計画

本装置を用いた訓練を開始するにあたり、まず同一訓練条件にて運転員と保守・保全員の現状における力量を把握した。この結果、各人の今までの担当設備の特徴や実務経験の差による技術力のばらつきが大きくみられ、それぞれに合致した訓練内容と同一技量における評価の尺度を設定する必要性を確認した。これを踏まえ育成訓練における対象者および訓練項目の設定を行うこととした。

#### 3.1 訓練対象の設定

訓練の主対象者は以下の3職能および日本原燃株式会社等とした。

- (1) 運転員
- (2) 特定の機器、系統、エリア等を施設から切り離す作業（以下、隔離という）を含む電気計装制御系設備の保守・保全員
- (3) 当社社員以外の運転、保守・保全員

### 3.2 訓練項目の設定

3.1項で設定した対象者の特徴にあった訓練内容を設定した。表1に訓練項目と内容を示す。

表1 対象者別の訓練項目と訓練内容

訓練項目		訓練内容
(1) 運転員訓練コース	① 基本概要習得コース	J-HySIM全体構成、装置概要・システム構成と機能説明
	② 基本動作習得コース	通常運転操作、基本動作（指差呼称・復唱復命・報連相）
	③ 通常運転操作コース	溶液移送設備・建屋換気設備・電気設備の運転操作、手順書を用いたの運転操作
	④ 応用訓練コース	通常運転中におけるトラブル、故障対応訓練
(2) 保守・保全員訓練コース	① J-HySIMオペレータ・インストラクタコンソール点検訓練	電源電圧の確認、取付状態の確認、モタ清掃
	② 制御盤・電源盤点検	電源電圧の確認、取付状態の確認、接続端子状態の確認、バッテリーの確認
	③ 制御装置保守保全訓練	制御装置とPCの接続、制御装置ソフトウェアの読み込み・書込・照合
	④ 制御装置ソフトウェア制作訓練	制御装置ソフトウェア制作、タッチ画面の制作
	⑤ 合同保守訓練	運転部門と合同での系統隔離確認、電源隔離実施

#### (1) 運転員訓練コース

運転訓練は、各操作技術の経験年数等に応じて5段階に設定した。表1の①、②の基本コースは新規～経験1年、③の通常コースは経験2年以上、④の応用コースは経験3年以上とし、基本動作から熟練操作までの運転や、通常運転中に発生するトラブルや設備、機器の故障に対する復旧対応訓練を計画した。



図3 運転員による基本動作習得訓練の様子

## (2) 保守、保全員訓練コース

保守・保全訓練では、J-HySIM を構成する機能部位毎の個別保守と、運転部門と連携した系統や電源の隔離に関わる合同保守訓練を計画した。



図4 保守・保全員による保守・保全作業訓練の様子

## 3.3 訓練実施時期の設定

育成訓練実施時期を設定するにあたり、訓練対象者である運転員の場合、通常運転期間中の実施が困難であることから設備点検期間中に訓練を実施するよう設定した。

また、保守・保全員については運転員とは反対に、設備点検期間中の実施が困難であることから、通常運転期間中に訓練を設定することで、夫々の通常業務への影響を軽減した。

## 4. J-HySIM<sup>®</sup>の活用実績

3項の育成訓練計画に基づく2021年上期までのJ-HySIM<sup>®</sup>活用実績を以下に示す。

### (1) 運転員訓練

全運転員約200名を対象にして延べ816回の訓練を実施した。運転手順書を使用した通常運転モードの訓練に加え、再処理工場実機では発生頻度の非常に少ない項目として、通常運転中に単一故障が発生した場合の対応や、一つの故障から次の故障に派生する故障への対応、電源喪失時の対応等の訓練を繰り返し実施することが運転員の力量向上に極めて有効であることを確認した。

### (2) 保守・保全訓練

関係する保守・保全員約60名を対象にしてJ-HySIM<sup>®</sup>を構成する生産系・安全系の制御盤を使用し、延べ158回の訓練を実施した。さらにこのような個別の保守・保

全訓練に加え、2020年度からは、実際の現場業務で遭遇し、かつ安全と品質上非常に重要である「運転中の部分隔離」の訓練を実施し、運転と保守の両部門の現場での連携を深める訓練が実施できた。

### (3) 当社社員以外の実績

2020年度からは日本原燃(株)新入社員、当社の運転に関わる協力会社社員及びインターンシップの学生にも可能な限り開放した。特に新入社員向けの訓練では配属後の業務に関係なく、指差呼称、復命復唱、報告・連絡・相談等の基本動作の重要性を意識付けするために繰り返し体感訓練を行った。

これらの活動により再処理工場を構成する設備の機能と重要性に関する参加者の理解が深まった。また、日常の継続訓練の必要性を相互に共有することができたと考える。

表2 社内および社外の運転員活用実績

2018年度 訓練人数				
	運転員	当社新入社員	日本原燃(株)	協力会社
基本動作訓練	156	0	0	0
通常運転+複合故障	0	0	0	0
訓練合計	156	0	0	0
2019年度 訓練人数				
	運転員	当社新入社員	日本原燃(株)	協力会社
基本動作訓練	133	24	19	10
通常運転+複合故障	127	0	0	0
訓練合計	260	24	19	10
2020年度 訓練人数				
	運転員	当社新入社員	日本原燃(株)	協力会社
基本動作訓練	47	21	96	5
通常運転+複合故障	129	0	0	0
訓練合計	176	21	96	5
2021年度 訓練人数 (上期実績)				
	運転員	当社新入社員	日本原燃(株)	協力会社
基本動作訓練	112	18	256	0
通常運転+複合故障	112	0	0	0
訓練合計	224	18	256	0
訓練受講者総人数				
	運転員	当社新入社員	日本原燃(株)	協力会社
基本動作訓練	448	63	371	15
通常運転+複合故障	368	0	0	0
訓練合計	816	63	371	15
			合計	1265

## 5. 効果

J-HySIM<sup>®</sup>を活用した運転や保守・保全訓練の完了後のアンケートで、受講者の約90%が訓練に満足し、知識・スキルの向上、実践および担当業務への活用を期待できるとの結果を得た。以下に部門別の効果を示す。



## 5.1 運転部門

### ・連携性の向上

当社は再処理工場で4施設の運転を担当しているが、各施設の特徴や運転経験から「担当者間で指差呼称や報連相等の基本動作に若干の差」があることを運転員自らが確認した。訓練を通じて運転員自らがこれらをより適正で標準的な形に統一することにより、特にトラブル発生時の初動対応が統一され、相互の連携性も向上した。

### ・危機管理意識の向上

操作手順書だけでなく関連する設計図書も確認しながら運転操作訓練を行うことで、運転操作をはじめ、機器の動作および設計図書に対する理解力が向上した。また、正しい操作だけではなく、誤った操作も合わせて行うことで、通常運転では起こり得ない事象を機器類の動作から体感することができた。その結果、実運転業務における誤った操作・動作の低減が期待できる他、トラブルの予兆に対する感度も向上したと評価している。

## 5.2 保守・保全部門

### ・異常事象時の対応力向上

保守部門員がJ-HySIMの安全系・生産系の制御盤のソフト製作に直接携わることで、シーケンス制御に対する理解が深まり、異常発生時の原因分析精度が向上した。その結果、保守作業時のヒューマンエラー発生の低減とともに、異常事象時の対応に要する技術・技能が向上したと評価している。

### ・設計図書理解力の向上

基本的な設計図書であるインターロックブロック線図や展開接続図等の記載情報の理解と、実際の機器類の挙動との関係の理解が向上した。

### ・部門間連携性の向上

運転部門と保守部門の合同訓練により、特に隔離作業時の両者の連携とコミュニケーション力の向上につながり、今後の隔離時以外を含むヒューマンエラーの防止に繋がると評価している。

## 5.3 再処理関連企業による活用

日本原燃株、協力会社社員およびインターンシップの学生130名に、基本動作や基本操作から始まり、トラブルの体感を含めた総合運転訓練まで経験していただいた。その結果、受講者より

「机上説明だけでなく実践によって工場の理解が深まった」

「今後の業務に大いに生かせる」

「現場でも自信を持って作業できる」

等の貴重な意見があり、当社社員以外への訓練継続に向けた今後の計画策定に非常に有効であった。

## 6. まとめ

再処理工場の安定操業に向けて、異常兆候の早期発見や重大事故が発生した際の初動対応力向上訓練、保守・保全部門と運転部門の連携訓練を今後も継続していく。

また、J-HySIM®を活用した訓練のうち、基本動作習得コースについては報告・連絡・相談をはじめとした基本動作に対する意識を高めることが可能であることから、ヒューマンエラーによって生じる製造現場等での稼働率・歩留率への影響、または品質低下の抑制に対しても効果が期待できるものとする。今後は再処理施設に限らず各種製造業、ビル管理業務、上下水道管理施設等の幅広い業種も視野に入れたJ-HySIM®の展開を図りたい。

## 参考文献

- [1] 向川大敬、中山大幹、佐々木崇文、他 “運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ(J-HySIM)の開発と活用実績”、日本保全学会 第16回学術講演会 要旨集、2019、pp.627-634.
- [2] 高橋盛治、池本俊幸、大坂滝広、他 “再処理工場の運転・保守訓練用ハイブリッドコンパクトシミュレータ(J-HySIM®)の活用計画と実績”、日本保全学会 第17回学術講演会 要旨集、2021、pp.527-530.



石原 正敏  
株式会社ジェイテック  
設備運転部 第二運転グループ



大坂 滝広  
株式会社ジェイテック  
設備運転部 第二運転グループ