

事例紹介 動力プラント訓練シミュレータ

岡本 高義^{*1}・河村 哲^{*2}・高垣 仁^{*3}・埴 恭一^{*4}・横山 浩二^{*5}

Takayoshi Okamoto・Satoshi Kawamura・Jin Takagaki・Kyoichi Hanawa・Koji Yokoyama

1. はじめに

本稿では、統合ダイナミックシミュレーション環境 OmegaLand の VMviewer を使用した訓練シミュレータについて紹介する。従来の訓練シミュレータは実機 DCS を用いたおおがかりなシステムが主体であるが、本システムは訓練目的を限定することによりパソコンベースで構築され、計器室内でいつでも使用できる手軽なシステムとなっている。本シミュレータシステムの開発はユーザー側の運用に関する各種要望とベンダー側の確な対応という共同開発的な要素を含んだ特徴を持っている。以下に導入の背景、シミュレータの仕様および機能・特徴、運用状況について述べる。

2. 導入の経緯

三井化学株式会社市原工場は、三井化学の石油化学分野における中核工場である。工場の各プラントが必要とする、蒸気・電力・窒素などのユーティリティ&パワーの製造と安定供給が、動力プラント(以下 UP プラント)の役割である。また、同プラントには、ベンゼン・トルエン・キシレンを製造する SF プラントと、メインの自家発電電力と電力会社から購入している電力を工場内に送電する配電盤とが隣接している。

^{*1} 三井化学株式会社 市原工場 第一製造部 石化原料課

^{*2} 同上

^{*3} 三井化学株式会社 市原工場 技術部 システムグループ

^{*4} 株式会社 オメガシミュレーション 事業本部 プロジェクト部

^{*5} 同上

これらのプラントを運転・管理するのが石化原料課 UP・SF・配電盤運転係である。1992年10月、SFプラント運転係がUPプラント運転係に統合され、UP・SF運転係となった。その後、1997年4月、配電盤運転係が統合され、UP・SF・配電盤運転係となった。同係は、ライン管理者1名、スタッフ6名、日勤運転員4名、シフトクルー38名の総勢49名で構成されている。シフトクルーは4直3交代制で、1班の人数は班長以下9名を擁し、シフトクルー平均年齢は34.6才である。

現在、UP・SF・配電盤運転係は、昼夜連続の安全安定運転の継続と運転の最適化、コストダウンという使命を達成するとともに、ここ数年における専門分野の拡大に対応することが求められている。さらに、世代交代が進むシフトクルー間での技術の伝承・中堅オペレータのスキル向上・新入社員の早期戦力化等を、確実にこなすことが課題である。そのための有望なツールとして、平成12年3月にUPプラント訓練シミュレータを導入した。

3. 対象プロセスの概要

UPプラントは、ボイラー5缶、主蒸気タービン4基、ガスタービン1基を有し、工場内の各プラントに蒸気および電力を供給している。その能力は蒸気発生量約660T/h、発電量約13万KWH/hである。蒸気圧力レベルは高圧(HP)、中圧(MP)、中低圧(MLP)、低圧(LP)の4段階であり、高圧(HP)ヘッダーの圧力低下時には、工場内にあるエチレンプラントよりさらに高圧(HHP)

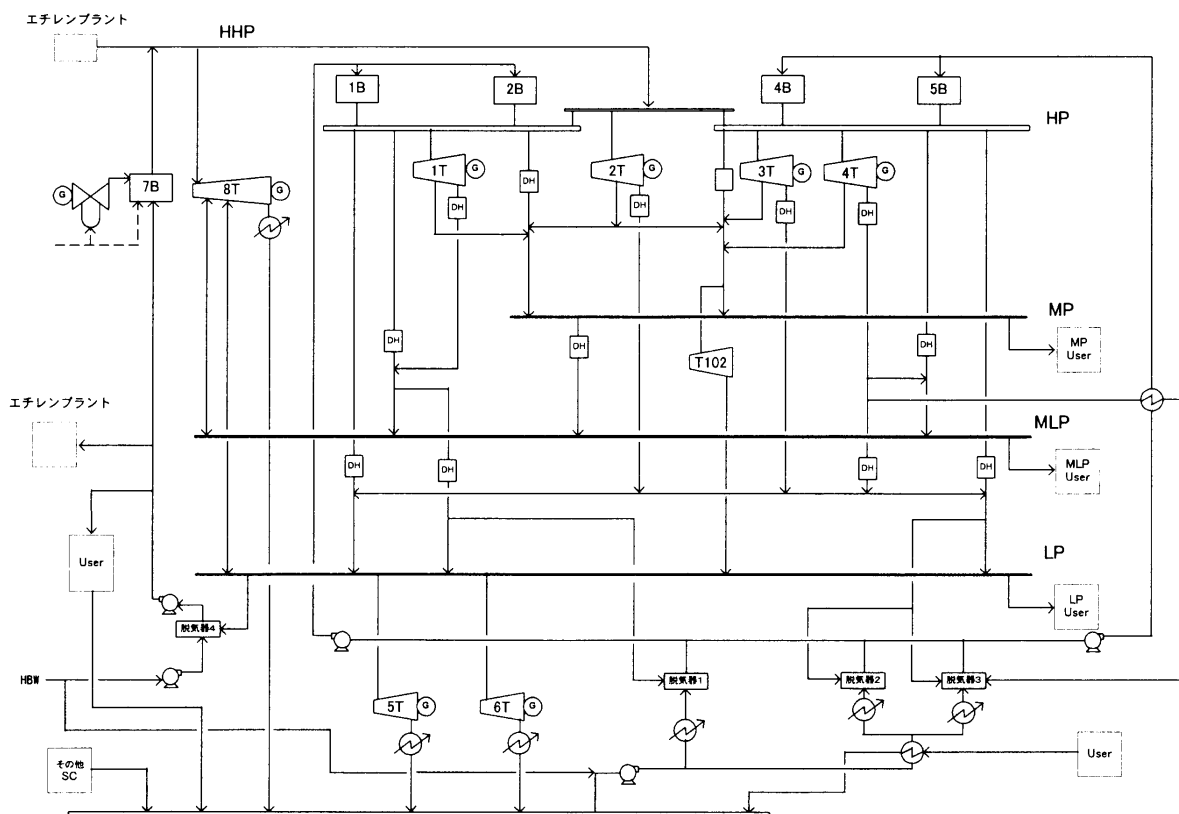


図1 蒸気系統図の概略

の蒸気の供給を受けることもある。また、他に抽混気タービン1基、復水タービン2基、給水ポンプタービン1基があり、負荷変動時は、これらの発停も含めて最適運転を行う。その他、ボイラ給水系、タービンバイパス減温減圧装置系(DH)、復水系などを有しており、訓練シミュレータの開発範囲は、これら全てを含む範囲とした。図1に、蒸気系統図の概略を示した。

4. シミュレータの要求仕様

訓練シミュレータを導入するにあたり、UPプラントを高効率かつ安定して運転する技術、特にボイラー・タービンのトラブルに際しその対応遅れが各ユーティリティの安定供給を損なうことを疑似体験し、実際に即したトラブルの予測・対応訓練を日常業務の中で習得すること、を主目的とした。このため、ボイラーあるいはタービン個々の訓練モデルではなく、系全体をカバーできるダイナミックなモデルを必要とした。また、多忙な日常業務のわずかな空き時間を利用し、訓練を自主的に行える工夫も必要であった。そこで、次の各項目をシミュレータの要求仕様として特に強調

し、開発を依頼した。

(1) プラットフォーム

市原工場では、訓練シミュレータシステムがUPプラントの他に4システム稼動している。これらはいずれもエンジニアリングワークステーション(EWS)を使用している。EWSは堅牢で故障には強いものの、故障した場合に交換部品が高価であったり、定期的なハードウェア・メンテナンスが必要であったりと、案外導入後にコストがかかる。またEWSは、起動/停止時に多くの手続きを踏まねばならず、操作が煩雑である。

そこで、OA機器としてIBM-PC/AT互換機とそのOSにMicrosoft社のWindowsを採用していること、シフトクルーもWindowsの操作に慣れていること、昨今のハードウェアの飛躍的な能力の向上により、EWSに引けを取らない計算能力を持つこと、保守部品などが安価に調達できることなどから、訓練シミュレータをIBM-PC/AT互換機とWindowsを採用したプラットフォーム上(以下、ウィンドウズパソコン)で開発・稼動させることを依頼した。

(2) シミュレーション範囲

シミュレーション範囲は、給水系・ボイラー・タービン/発電機・復水系・スチーム系の主要機器とその主配管系としたが、定常状態でのトラブル対応を主眼とするため、スタートアップ/シャットダウン固有の配管・機器は省略した。また、ブロックバルブなどの現場操作機器および関連配管などは、一部を除き省略した。

定常状態でのトラブル対応を主眼としたのは、UP プラントでは、ボイラー・タービンの保有台数が多く、定期点検などにより、シフトクルーは毎年スタートアップ/シャットダウンを経験しており、訓練の必要性が低いためである。また現場操作機器の省略は、短時間でかつトレーニー1人でも訓練が行えるよう、ラインナップの負荷をなくし、運転操作に集中できるよう配慮したためである。

(3) マルファンクション

想定した異常状態あるいはマルファンクションは、大幅なボイラー・タービンの負荷変動を伴うものとした。例として、ボイラー・タービンのトリップ、タービンバイパス減温減圧装置(DH)急開、大規模ユーザーの緊急停止などである。これらは、機器の数だけマルファンクションとして用意し、複数の組み合わせを同時あるいは順次実行可能なものとした。

さらにトレーニーの自主的訓練の便宜を図るため、ネットワークにより接続したウィンドウズパソコンの役割を極力限定せず、インストラクタ機能の大半をトレーニー側から操作できるように機能および画面の設計を依頼した。

(4) 美しいグラフィックスと臨場感

従来の訓練シミュレータでは、トレーニーの混乱を防止するため、対象プラントのDCSの画面に極力似せたマンマシンインターフェースを作り込むのが一般的であった。しかしUPプラントでは一部DCS化されていたものの、大半がパネルによる監視・コントロールであり、元となるDCSの画面が無い状態であった。そこで、格段に向上したウィンドウズパソコンのグラフィックス描画能力を活かして、グラデーションを配し立体感をもたせた見栄えの良いグラフィックスと、各所にタグを埋め込んだ使い勝手の良い画面展開構成、既存のDCSと同等の機能を持つコントロー

ルパネルやトレンドグラフ等を設計することを依頼した。

また、訓練において臨場感があり、かつトレーニーの注意を喚起できるよう、安全弁の吹出し蒸気やボイラーの火炎にアニメーションによる動きを持たせると共に、バルブの開閉や蒸気の吹出し音など、状況に応じて各種のサウンドを自動的に鳴らす機構を持たせることとした。

(5) 初期状態の管理

UPプラントの操業状態は、工場の各プラントの稼動状況やボイラー・タービンの稼動状況、電力単価等によりさまざまに変化し、同一条件で操業することはほとんどない。そこで、上記条件をパターン分けした基本の初期状態を6種類作成し、インストラクタの操作によりこの初期条件から現在の設定運転条件まで高速で移行するシステムを提案した。さらに、作成した運転状態を訓練用の初期条件として登録・追加するため、訓練のたびに増加する初期条件を効率的に管理し、キーワードに合致する初期条件を検索・表示・選択することができる仕組みを構築することとした。

5. シミュレータ概要

5.1 システム構成

本シミュレータでは前節で述べられた要求仕様を満足する訓練シミュレータシステムとするため、ベースシステムとしてOmegaLand VMviewerを採用している。

本システムのシステム構成を図2に示す。

3台のPCは、HUBを介して接続されていて、それぞれつぎのような役割をもっている。

(a) MDL-PC : インストラクタ用ターミナル

(b) TERM-PC : トレーニー用ターミナル

(c) TERM-PC : トレーニー用ターミナル

トレーニー一人でも訓練ができるように、TERM-PCでも訓練シミュレータの大半の機能が使用できるようになっている。

5.2 シミュレーションモデル

シミュレーションモデルはMDL-PCに搭載されているダイナミックシミュレータVisual Modelerで実行される。そのモデルはプロセス系(ボイラー、タービン、蒸気ヘッダー、弁など)

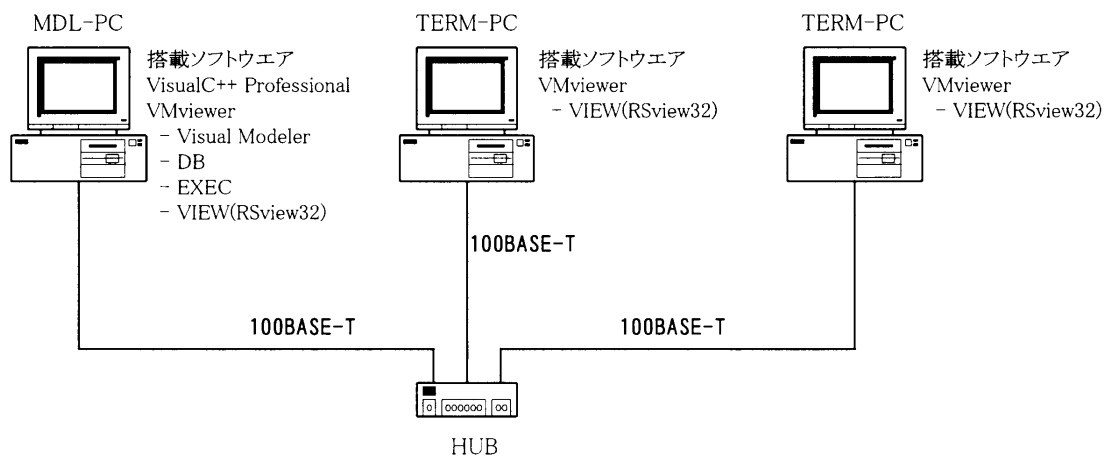


図2 システム構成図

および制御系(ループ制御, シーケンス制御, インターロック回路)を一体としてカスタム化し, 後述する初期状態の作成機能を個々のユニットに盛り込んだ。これは流量規定部ユニット(バルブ, タービン等), 圧力計算部ユニット(ヘッダー)でそれぞれ逆計算機能を持ち, 指定された流量, 圧力となるようにそれぞれ状態を逆算して定常状態

を作成するものである。この計算結果からさらに制御ユニット, ガバナの状態も計算し定常状態として再開できる機能とした。

5.3 訓練管理機能

訓練管理機能は MDL-PC および TERM-PC で実行され, VMviewer で標準サポートされてい

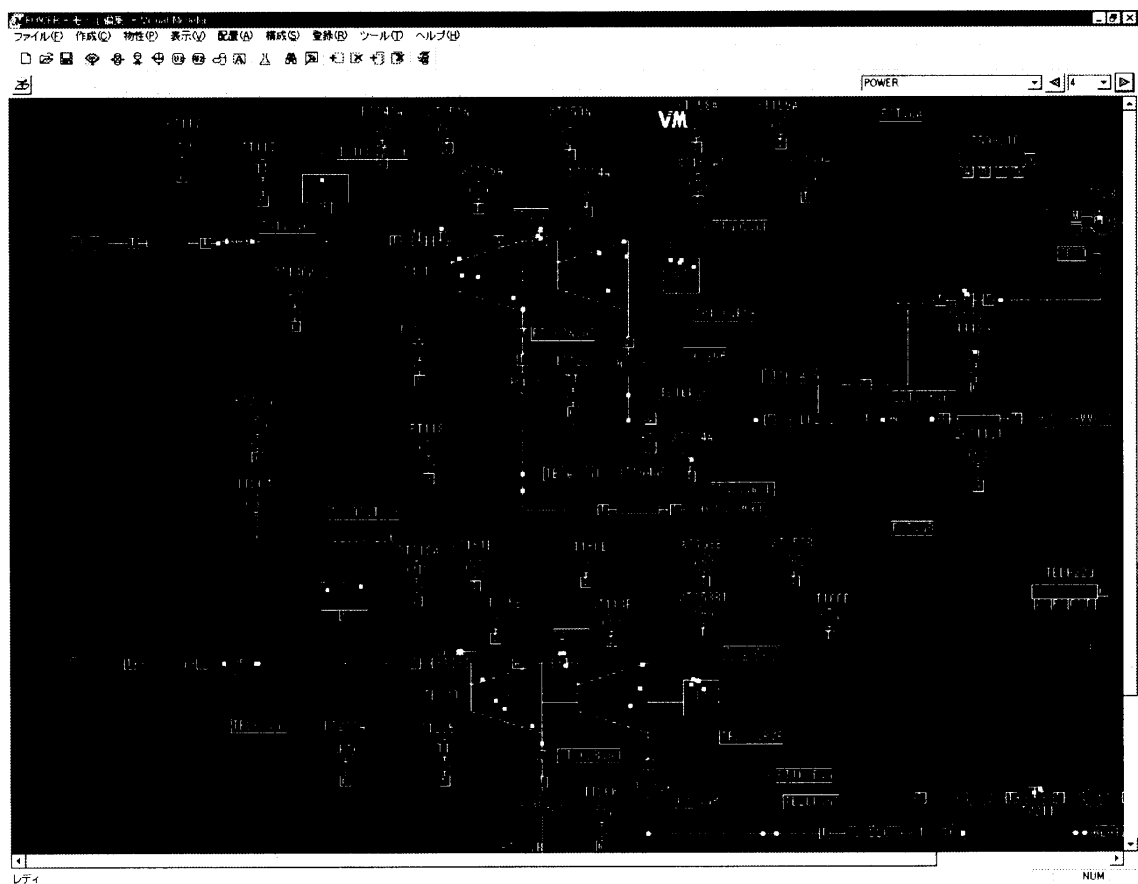


図3 シミュレーションモデル

る機能(実行制御,トレンド表示,制御ブロック表示,アラーム表示など)のほかに,導入の経緯でも述べられているように日常のわずかな時間を利用して,個人またはグループでの自主的な訓練ができるように工夫する必要がある,以下のような機能を開発した.

- マルフアンクション
- GUI および効果音
- 初期状態管理
- 初期状態作成機能

以下にその内容を説明する.

(1) マルフアンクション

● マルフアンクションの構成

マルファンクションは,何らかの要因でプラントに異常が発生した際のプラントの挙動の理解,およびそのプラント異常への対応を訓練することを目的にしている.

本シミュレータでは,ボイラーまたはタービンの大幅な負荷変動を想定したマルファンクション構成となっている.

要因としては,つぎの項目を想定した.

マルファンクション項目

1) ボイラートリップ

- 2) ガスタービントリップ
- 3) 主蒸気タービントリップ
- 4) 復水タービントリップ
- 5) 抽混気タービントリップ
- 6) 買電サイクル大幅変動
- 7) 集中豪雨
- 8) 大型プラント緊急停止
- 9) A系 RVDH 急開

● マルフアンクション実行方法

マルファンクションは,図4のマルファンクション画面から選択・実行できる.

複数のマルファンクションを組み合わせることも可能となっている.

(2) GUI と効果音

あたかも実際のプラントを運転しているような臨場感を持たせることを念頭において,操作用グラフィックパネルと効果音を設計した.

● グラフィックパネル

本シミュレータでは,操作用グラフィックパネルはプラントオーバービュー/エリアオーバービュー/機器詳細グラフィックパネルの3階層で構成されており,合計21枚の操作用グラフィックパネルをもっている.

図4 マルフアンクション画面

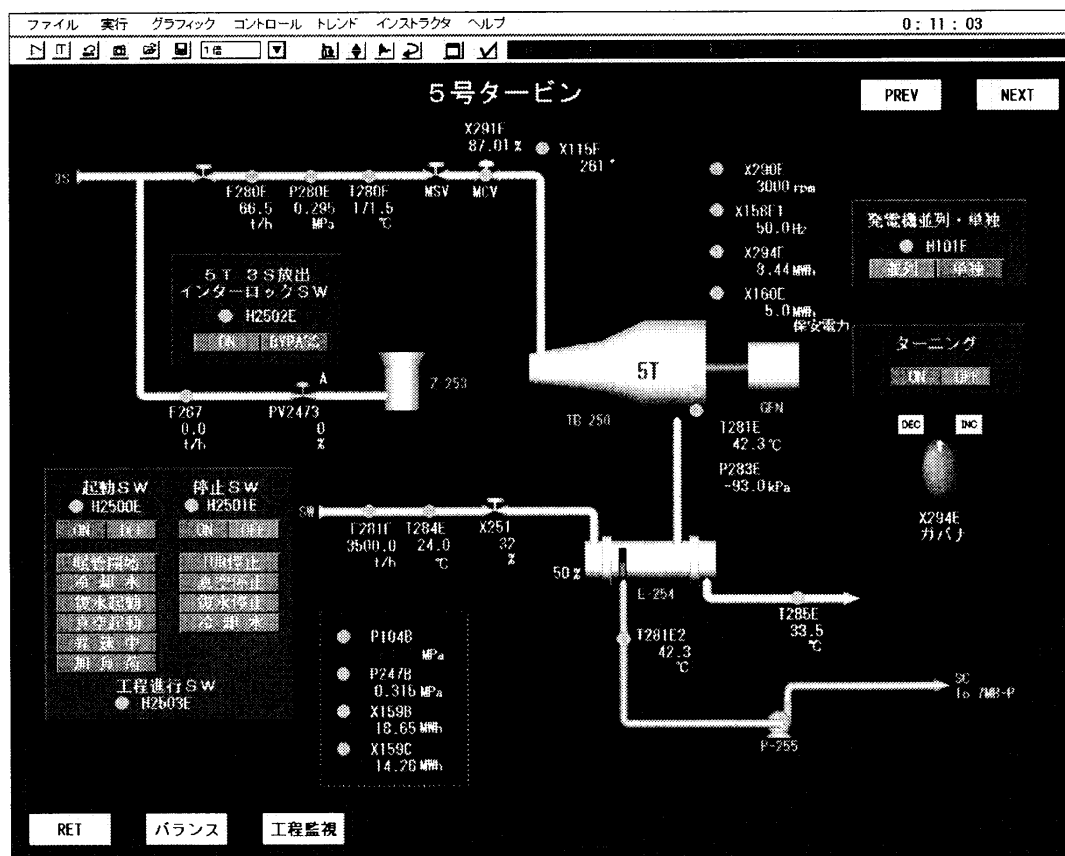


図5 復水タービングラフィックパネル

図5に機器詳細グラフィックパネルの例を示す(復水タービン)。

グラデーションにより立体感を持たせたタービンを中心に、ガバナノブなどを配置している。弁の開閉、機器の発停に応じた絵柄の色替など一般的なグラフィックパネル機能のほかに、状況に対応した効果音も出力する。たとえば、タービンの起動音・停止音、放出弁からの蒸気放出音などである。もちろん計器のHi/Low アラーム音も出力する。

●効果音

効果音はつぎのように3つに分類し、各PCより出力している。

また、各効果音には優先順位を付加し、より高優先度の効果音が出力されるようにした。

1) DCS 音

Hi/Low アラーム・オペガイドメッセージ音など、DCS が出力する音

2) プラント音・環境音

安全弁の吹出し音などのプラント音、雨などの環境音

3) 操作音

弁の作動音・タービン起動音など、オペレータの操作に起因する音

DCS 音は、UP プラントで採用されている実機 DCS の音を使用している。またプラント音、操作音についても、実際にプラントに出向いて録音した音を使用している。このため効果音は、臨場感あふれる訓練環境におおいに貢献しているといえる。

効果音一覧を表1に示した。

(3) 初期状態管理

本シミュレータではオペレータが1人で使用することを想定しているため、保管されている初期状態も日々増加することが想定される。また日々頻繁に訓練できるとも限らないため、トレーニーのシステム操作の不慣れから訓練そのものを敬遠してしまいがちになってしまう。そのため初期状態管理機能にはその内容が分かりやすく、操作性の高いものが要求される。

初期状態管理ファイルを作成、この情報を VBA を利用して管理・検索することによりトレー

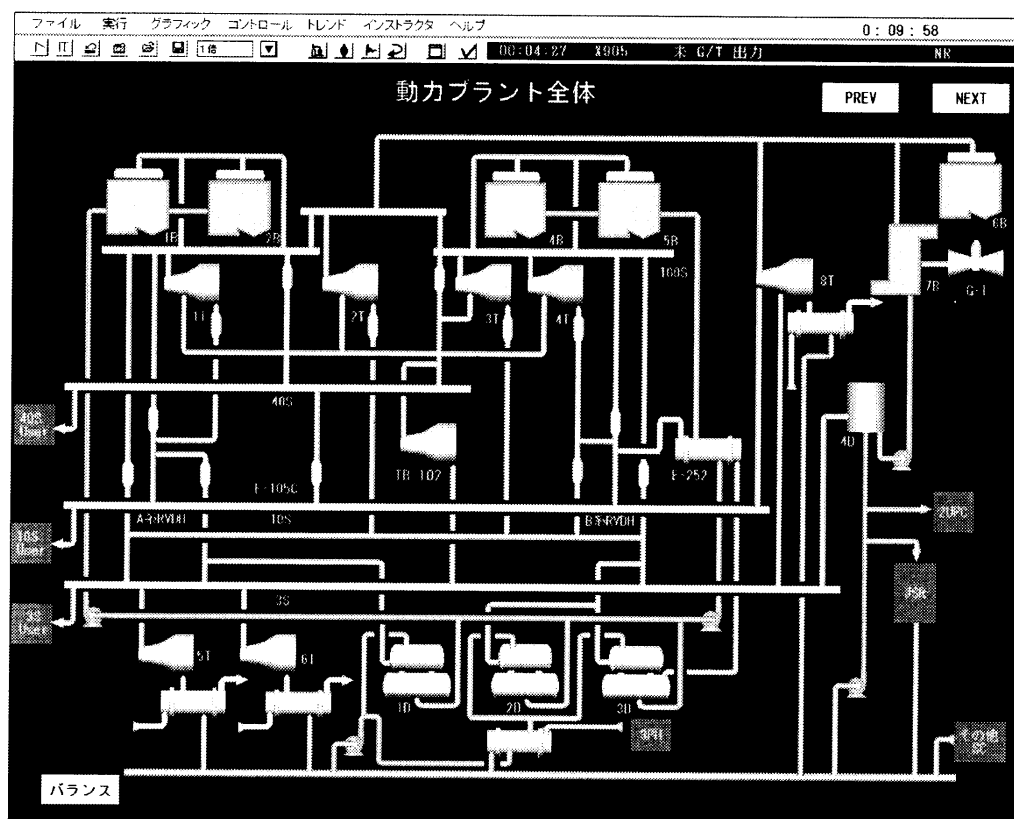


図 6 動力プラント全体グラフィックパネル

表 1 効果音一覧

種類	優先度	名称	効果音出力条件	効果音停止条件
DCS音	1	オペガイドメッセージ	OGメッセージウインドウ表示	OGメッセージウインドウ消去
	2	インタロック作動アラーム	アナンシエータメッセージON	「レ」操作
	3	アラーム HH/LL	HH/LL発生	「レ」操作
	4	アラーム PH/PL	PH/PL発生	「レ」操作
プラント音・環境音	1	HP安全弁	吹出し中	閉止
	2	MP安全弁	吹出し中	閉止
	3	MP放出弁	放出弁MV>0	放出弁MV=0
	4	MP RVDH	条件成立間	一定時間経過
	5	MLP安全弁	吹出し中	閉止
	6	MLP放出弁	放出弁MV>0	放出弁MV=0
	7	MLP RVDH	条件成立間	一定時間経過
	8	大雨	条件成立間	条件成立間
	9	LP安全弁	吹出し中	閉止
	10	LP放出弁	放出弁MV>0	放出弁MV=0
	11	LP RVDH	条件成立間	一定時間経過
	12	電力サイクル変動	一定時間	一定時間経過
	13	SCブロー	条件成立間	条件成立間
操作音	1	8T起動	出力条件成立	一定時間経過後
	2	8T停止	出力条件成立	一定時間経過後
	3	TB102起動	出力条件成立	一定時間経過後
	4	TB102停止	出力条件成立	一定時間経過後
	5	遮断弁	出力条件成立	一定時間経過後
	6	5T起動	出力条件成立	一定時間経過後
	7	5T停止	出力条件成立	一定時間経過後
	8	6T起動	出力条件成立	一定時間経過後
	9	6T停止	出力条件成立	一定時間経過後
	10	アクチュエータ弁	出力条件成立	停止条件成立
	11	モータ弁	出力条件成立	停止条件成立

ニーが容易に所定の初期状態を読みこむことを可能にした。

図 7 はその検索画面である。 検索項目には、

オペレータが分かりやすいように「作成日」「班名」「管理番号」「コメント」等を用意した。 初期状態読込時はこの検索項目を入力し、その条件内

検索条件

ベースIC

作成日

班名

管理番号

I検索項目

O検索項目

コメント

クリア

検索

検索結果

検索件数

班名-管理番号	作成日	I検索項目	O検索項目
A-00001	2000/02/29	全工場運転-夜間常	良
X-00002	2000/02/29	全工場運転-夜間常	優
X-00003	2000/02/29	夏SD時-昼間常	優
X-00004	2000/02/29	夏SD時-夜間常	優
X-00005	2000/02/29	秋SD時-昼間常	優
X-00006	2000/02/29	秋SD時-夜間常	優

負荷状態

B稼動状態

T稼動状態

コメント

読み

削除

閉じる

図7 初期状態検索画面

のファイルがリストアップされ、その中から所定の初期状態を選択することにより読み込まれる。

(4) 初期状態作成

システム納入時に代表的な初期状態として、以下の6条件を用意した。

- 全工場運転昼間常
- 全工場運転夜間常
- 夏SD時昼間常
- 夏SD時夜間常
- 秋SD時昼間常
- 秋SD時夜間常

実際のプラントでは、各工場のスチーム及び電力使用量や季節により気温・海水温などの外部条件も違ってくる。日々変動する条件に対応した訓練を行うために、本シミュレータでは初期状態作成機能を開発し、所定の条件の定常状態にすばやく移行できるようにしている。図8はその作成画面である。設定可能な条件としては、以下の項目を用意している。

- 1) ボイラー負荷
- 2) タービン蒸気量(主蒸気, 抽気, 排気, 復水)
- 3) 海水(流量, 温度)
- 4) ガバナ状態(調圧・調速)
- 5) 他工場の条件(蒸気使用量, 復水供給量, 復水温度)
- 6) 減温減圧器流量
- 7) 気温

設定条件に近い初期状態を読み込むことにより、

その時のバランスデータがこの画面に表示される。変更を必要とする条件を修正後、実行ボタンを押すことにより1～3分程度で定常状態が計算/作成され、トレーニーはその日の運転条件にあった訓練を行うことが可能となる。

6. シミュレータの運用

(1) 訓練カリキュラム

市原工場の訓練シミュレータによる教育は、製造部職場内教育要領における運転技術教育に組み込まれ、主に若年～中堅のシフトクルー養成レベルにある者、あるいはシミュレータ訓練のインストラクタとして、主にベテランのシフトクルー～班長養成レベルにある者の教育に活用されている。

UPプラント訓練シミュレータもまた、上記運転技術教育の一環として製造部職場内教育の一つとなる。導入・活用初年度の本年度は、シフトクルーおよび常勤運転員全員を対象に、マルファンクション対応操作を中心とした訓練カリキュラムを作成し、班毎に1～2回/人・月の訓練を勤務時間内に行うこととした。図9に、UPプラント訓練シミュレータ教育・活用スケジュールを示す。

当面シミュレータの操作に慣れるための助走期間として、据え付け後約3カ月を教育期間とし、シフトクルー各班のシミュレータ担当者に対してシミュレータの構成および操作方法の説明会を実施した。その後は各班毎の操作教育期間として、班毎にシミュレータの操作説明会を実施すると共

ファイル 実行 グラフィック コントロール トレンド インストラクタ ヘルプ 0:19:36

初期状態作成

SC条件

温度(℃)	流量(t/h)
JSR 100.0	80.0
3PH 110.0	79.0
その他 109.0	38.0

ボイラー

流量(t/h)	流量(t/h)
1B 0.0	6B 0.0
2B 0.0	HB#補正 0.0
4B 189.8	7B 0.0
5B 144.7	G/T 40S 0.0

脱気器

流量(t/h)	流量(t/h)
1D 15.1	3D 13.7
2D 13.7	4D 0.0
E252 0.0	

温度

温度(℃)
気温 30.0
海水温 21.0

トップタービン

抽気流量 (t/h)	背気流量 (t/h)
1T 0.0	0.0
2T 0.0	0.0
3T 51.5	64.9
4T 35.2	132.0

復水タービン

主蒸気流量 (t/h)	海水流量 (t/h)
5T 0.0	0.0
6T 0.0	0.0

抽気復水タービン

主蒸気流量 (t/h)	抽気流量 (t/h)
0.0	0.0

背気復水タービン

背気流量 (t/h)	海水流量 (t/h)
0.0	0.0

YB102

主蒸気流量 (t/h)
0.0

RVDH

流量(t/h)	流量(t/h)	流量(t/h)
E106A 0.0	E106B 0.0	
E106A 0.0	E106B 0.0	E106C 0.0
E107A 0.0	E107B 0.0	
E1011 0.0	E244 0.0	

スチーム消費

40S	10S	3S (t/h)
3PH 65.0	21.0	4.0
2UPC 0.0	0.0	0.0
6E0G 0.0	0.0	0.0
その他 18.0	109.0	18.0
合計 83.0	130.0	22.0

ヘッド圧力

100S 圧力(MPaG)	10S 圧力(MPaG)
11.29	1.057
40S	3S
4.40	0.307

制御計器

1T 调速	3T 調圧
2T 调速	4T 調圧
AUTO 切	X

流量偏差

偏差(t/h)
100S 50.9
40S 3.7
10S 2.0
3S 0.4

実行

時間(分)
逆算 5.0
整定 20.0
実行 開始

図8 初期状態作成画面

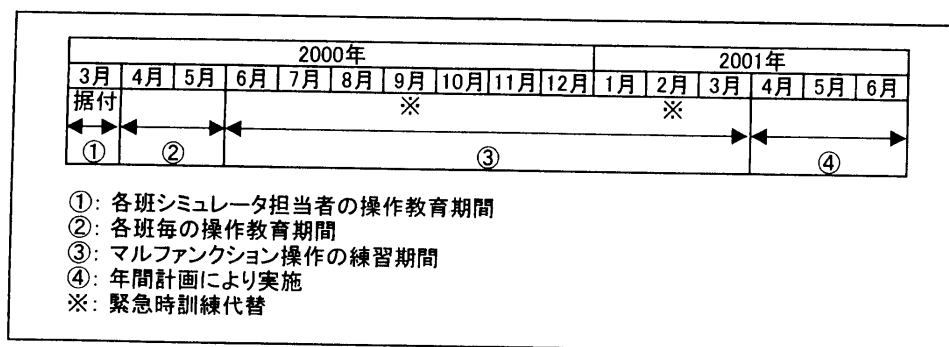


図9 UPプラント訓練シミュレータ教育・活用スケジュール

に、全員が回数に関係なく練習を兼ねてシミュレータを自由に操作することとした。

また、工場に定められた環境安全管理年間計画に従う緊急訓練の内、本年度は2回を訓練シミュレータを用いた訓練で代替することとした。

(2) 訓練状況

写真1に、シミュレータルームの全体を示した。シミュレータの設置場所は、トレーニーが勤務時間内に短時間で自主的・意欲的に訓練を行なえるよう、UP・SF・配電盤プラント計器室の一角とした。周囲をパーティションで囲い、落ち着いた雰囲気の中で訓練ができるよう、パーティションとカーペットの配色を同色系に統一した。

写真2は、訓練中の様子である。L字型に配置した長辺側の2台はトレーニー用の端末であり、短辺側がインストラクタ用であるが、トレーニー側の2台からもインストラクタ機能の大半が操作できる。スピーカーをトレーニー側にまとめて配置し、効果音を受け取り易くした。大画面の液晶ディスプレイは、軽く省スペースであり、発色が良く表示領域も広いため好評である。

図10には、本年度上期に訓練を受けたトレーニーに対して行ったアンケート結果を示した。機器の操作性・モデルの動特性・現実味などについて設問し、多くの項目でまずまずの評価を受けた(100点満点中、平均71.2点)。機器の操作性に関



写真1 シミュレータールーム全体

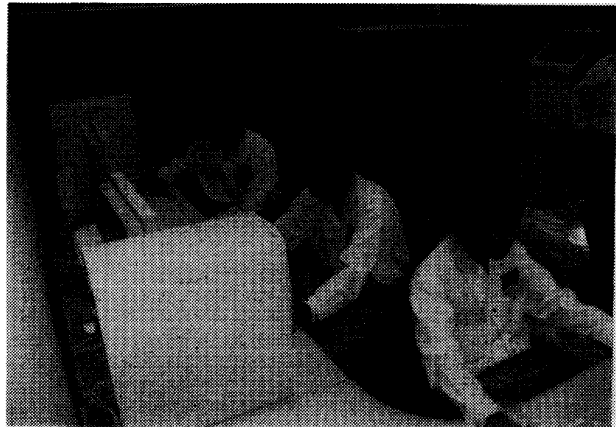
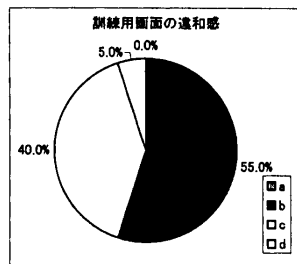


写真2 訓練風景

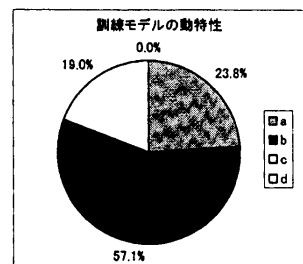
1) プラントのDCS等と比べ、訓練用画面での操作に違和感はありませんでしたか。

- a 特に違和感などはなく、使い易かった。
- b 一部違和感があったが、訓練上は問題なかった。
- c 機能が制限されていて、かなり違和感があった。
- d 十分に機能しておらず、違和感ばかりで訓練には役立たなかった。



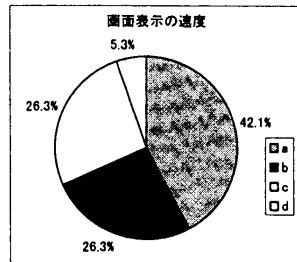
4) プラントの動特性と比べ、訓練モデルの動特性に違和感はありませんでしたか。

- a 様々な操作に対してプラントと同じ挙動を示しており、違和感はおきなかった。
- b 一部経験とは異なる挙動を示したが、概ね思い通り動作した。
- c 経験に比べ異なる挙動を示す部分が多く、かなり違和感があった。
- d 違和感ばかりで訓練には役立たなかった。



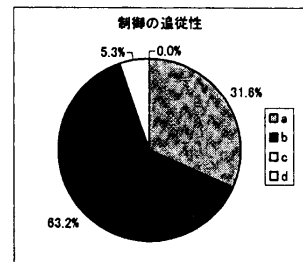
2) 画面表示の速度についてどう感じましたか。

- a 特に違和感などはなく、使い易かった。
- b プラントのDCS等より少し遅く感じられるが、運転操作上は問題なかった。
- c プラントのDCS等より遅くいらして、運転操作に支障をきたした。
- d プラントのDCS等よりかなり遅く、訓練には役立たなかった。



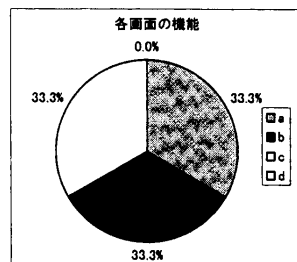
5) 制御(温度・圧力・流量・レベル等)の追従性について、どう感じましたか。

- a 様々な操作に対してプラントと同様に追従していた。
- b 一部で追従性が悪かったりしていたが、概ね思い通り動作した。
- c 多くの部分で追従性に問題があり、コントローラのチューニングを繰り返した。
- d プロセスが不安定になりやすく、チューニングしても解消しなかった。



3) 各画面(トレンド・グラフィック・グループ・アラーム)について、どう感じましたか。

- a 機能的には問題がなく、運転状態を把握する事も容易だった。
- b プラントに比べ一部機能が制限されているが、運転状態の把握には問題なかった。
- c プラントに比べ制限された機能が多いため、運転状態を把握するのに苦労した。
- d プラントよりかなり機能が制限されたため、運転に支障をきたした。



6) 運転状態の変化について、どう感じましたか。

- a プラントと同様の運転状態の推移を示していた。
- b 一部でプラントとは異なる部分があったが、概ね思い通りに運転状態が推移した。
- c 多くの部分で経験と異なる方向に運転状態が推移し、理解に苦しんだ。
- d かなり多くの部分で経験と異なる方向に運転状態が推移し、訓練にはならなかった。

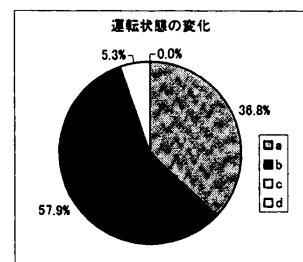


図10 アンケート結果

する設問で評価が低い傾向にあるが、1人1台のディスプレイで操作することによる情報量不足と、マウス操作による戸惑いが評価を下げた一因である。これは、シミュレータの操作に慣れることである程度解消される問題であるが、技術的には複数台のディスプレイに異なる画面を表示し、マウ

スポインタを行き来させることは可能であると思われる、メーカー側の対応が望まれる点である。

訓練モデルの動特性については、「概ねUPプラントの実際の動きを再現している。」との評価であり、開発に携わった一員として安堵している。また、訓練時に感じた現実味と今後の訓練への

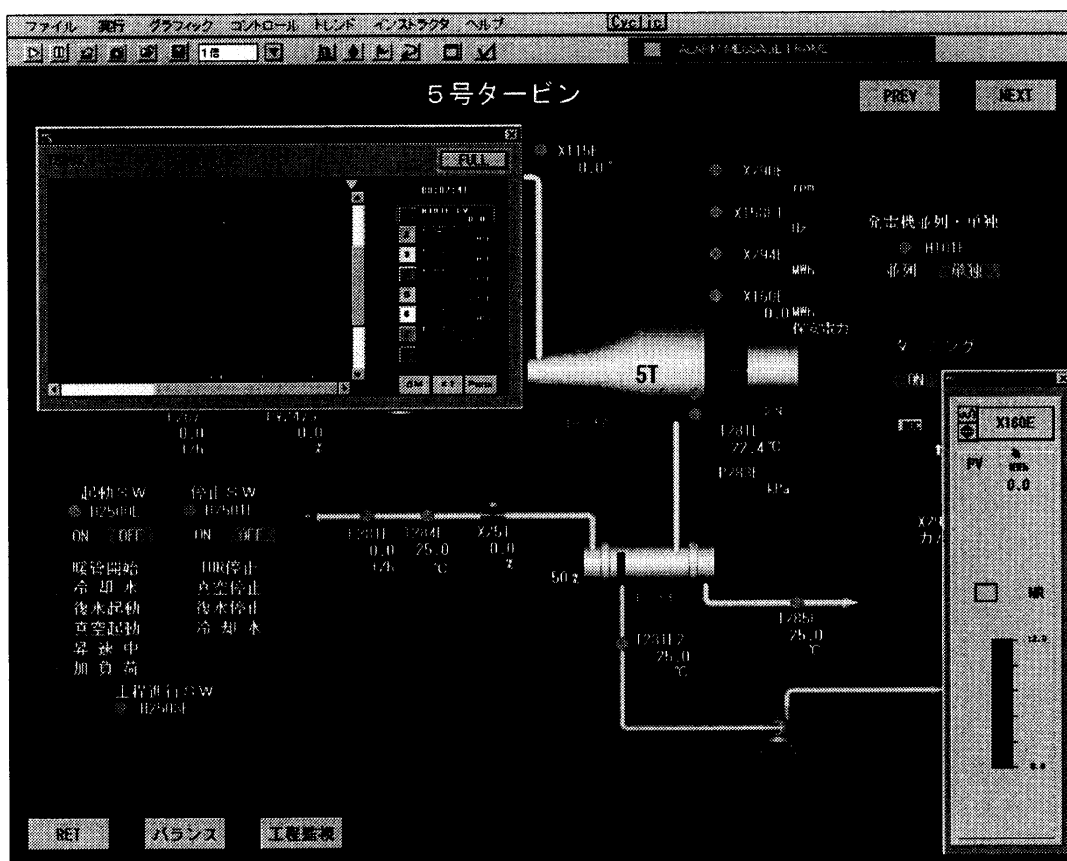


図11 ポップアップトレンド

興味を質問したところ、現実味についてはほぼ中庸の結果であったが、今後の興味においてトラブル対応などに評点が高かった。これは、訓練シミュレータを技術の伝承やスキルアップなどに使っていかうとする意欲の現われであると解釈している。

さらに、個別に数人のシフトクルーからヒアリングしたところ、開発に力を入れたグラフィックスの美しさと、音とアニメーションによる臨場感に、好感が寄せられ、さらにポップアップトレンド(グラフィック画面上のタグの数値データをクリックすると小ウィンドウが現われ、トレンドグラフが表示される。拡大・縮小が可能)は便利で使い勝手が良い、などの意見が寄せられた(図11)。

7. まとめ

(1) 開発時の留意点

開発に際して、先に示したような要求仕様を伝えただけでは、思い通りのシミュレータになるとは限らない。そこで、ベンダーの開発担当者と頻繁に打ち合わせを行い、開発の進行状況を確認しながら、こちらの要望を組み入れるという作業手

順になった。このため、時には画面の背景色を決定するのに数時間議論する、といったこともあった。また、立体感のあるグラフィックスとするため、光源の位置を左上方と定め、グラデーションの影のできかたを統一したが、タービンのガバナー調整用ノブ(アニメーション機能により、マウスクリックで一瞬右/左に回転する)の輝点の位置が、絵ごとに異なるという形で表現されている。グラフィックス作成に際しては苦勞されたことと思う(図12)。

また、モデルのチューニングは約3カ月にわたって行われた。1～2週間毎に打合せを持ち、UP・SF・配電盤運転係のシフトクルー・日勤運転員の中から決めた担当者のうち、勤務の調整可能な1～2人が必ず同行して、チューニングを繰り返した。これは、モデルのチューニングにはシフトクルーの経験・フィーリングが最も重要であることのみならず、訓練シミュレータ導入後にインストラクタとして、早期にシミュレータの機能・操作を習得し、他のシフトクルーを教育するための勉強も兼ねたことによる。

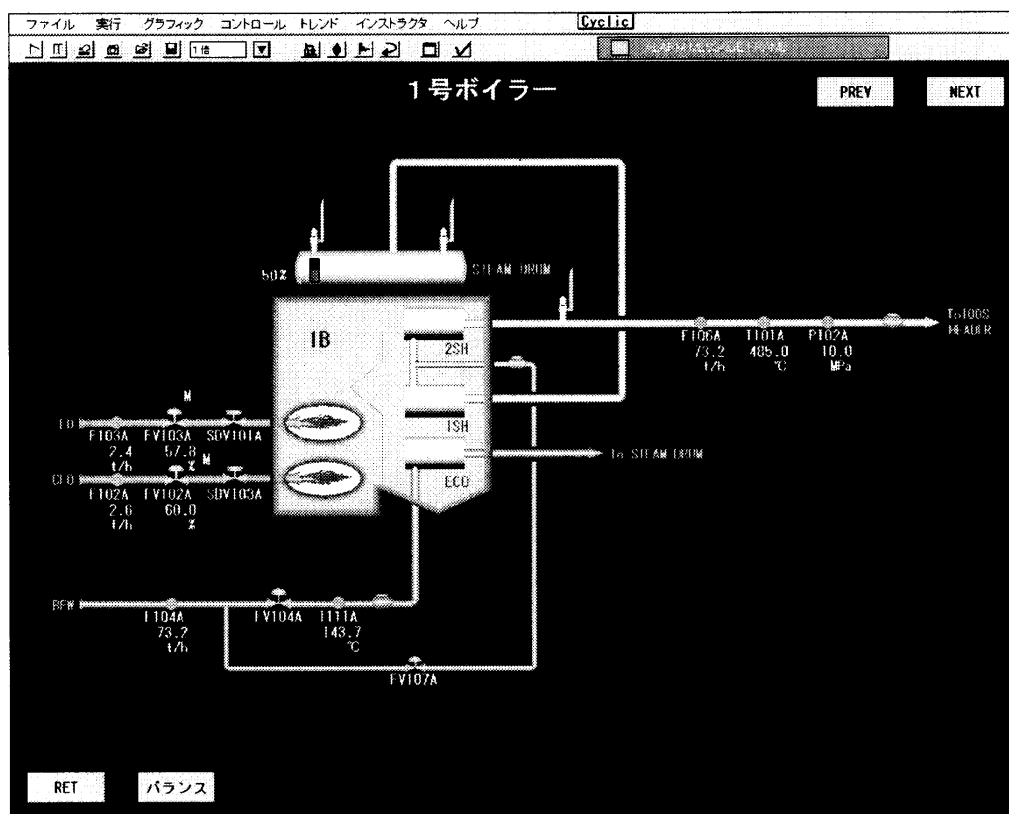


図12 立体感のあるグラフィックス

このほか、機械式ガバナーの挙動をプログラムに置き換えるための検討や、現場アナログ計器と同等の制御性を持たせるため、チューニングを繰り返したことなど、苦労話を数え上げればきりが無いが、双方の努力により乗り越えることができた。これもひとえに、訓練効果の上がる良いシミュレータを作り上げたいというお互いの情熱の賜物であると考えている。

(2) 今後の活用方法

UP プラント訓練シミュレータは、先に示した訓練カリキュラムに則って使用される。特に今後はシフトクルーの世代交代が加速するため、ベテランオペレータのノウハウ、ノウハウを具現化するのに非常に有効なツールとなると確信する。またさらに、各蒸気ヘッダーの設定条件変化時のケーススタディなど、解析・合理化のためのツールとしても、おいに活用する予定である。

謝 辞

UP プラント訓練シミュレータの開発にあたり、長期にわたる開発・チューニング作業に多大な協力を戴いた石化原料課各

班担当者(小林氏、荒川氏、国光氏、工藤氏、森井氏、菅原氏各位)、並びにオメガシミュレーション開発担当の方々に感謝します。

引用文献

- 1) 横山克己、三浦真太郎、OmegaLandの概要、ケミカルエンジニアリング、Vol.45, No.11, p.67 (2000)
- 2) 湯本隆雅、小口梧郎、OmegaLandのコア技術 Visual Modeler、ケミカルエンジニアリング、Vol. 45, No.12, p.66 (2000)
- 3) 深見峯市、佐藤季雄、木村 勉、石川真紀夫、事例紹介教育シミュレータ、ケミカルエンジニアリング、Vol. 46, No.1, p.82 (2000)

