

OmegaLand 今後の展開

横山 克己^{*1}・井上 正広^{*2}

Katsumi Yokoyama・Masahiro Inoue

1. はじめに

これまで以下のように4回にわたってOmegaLandを紹介してきた。

第1回 OmegaLandの概要¹⁾

第2回 OmegaLandのコア技術 Visual Modeler²⁾

第3回 事例紹介 教育シミュレータ³⁾

第4回 事例紹介 動力プラント訓練シミュレータ⁴⁾

第3回、第4回ではユーザーの方に詳細な事例を紹介していただいた。これらを通じてOmegaLandの実力はある程度ご理解いただけたと思う。今回は連載の最後として、現在開発している機能を簡単に説明し、その応用システムを紹介する。

第1回で説明したように、OmegaLandは多数のモジュール群から成っており、大きくBasic機能モジュールとOption機能モジュールに分けられる。Basic機能モジュールはOmegaLandの応用システムで常に利用される主要な構成要素で、現在これに含まれる4つのモジュールを提供している。今後提供するモジュールは、Option機能モジュールに含まれるもので、運転訓練シミュレータや制御支援シミュレータなどで使われる。

今回はこのOption機能モジュールに含まれる運転訓練シミュレータの機能を2.で説明する。また、最近オープン化がキーワードになっていることはいうまでもないが、システム同士で

データをやり取りするような連携が重視される。OmegaLandと他のシステムを有機的に結合すれば、より高度なシミュレーションシステムが構築可能となる。この連携を利用した制御支援シミュレータについて、事例を交えて3.で説明する。

OmegaLandではユーザー自身が作成したモジュールを容易に追加できるように考えられている。4.ではその端的な例として、ExcelのVBAを使用してVisual Modelerからリアルタイムに計算データを取り込んで表にする事例を紹介する。

2. 運転訓練シミュレータ

弊社ではEWS(エンジニアリング・ワークステーション)で動作する運転訓練シミュレータPlantutorを製品として保有しており、多くの実績で確実な評価を得ている。この経験を生かして、現在OmegaLandの運転訓練機能を開発している。

■運転訓練機能

運転訓練機能の一覧を表1に掲げた。Basic機能モジュールで実現している機能もあるが、これらはある意味ではダイナミックシミュレータの応用システムとして基本的な機能といえる。なお、マルファンクション実行と自動実行は、Visual Modelerの機能を利用して実現可能であるが、機能的には制約があるため△印とした。

以下にこれから加えられる訓練機能を簡単に説明する。

●マルファンクション機能

^{*1} 株式会社 オメガシミュレーション 技術本部

^{*2} テクノシステム九州株式会社

表1 運転訓練機能

	Basic機能 モジュール	Option機能 モジュール
シミュレータ管理	○	
初期状態読み込み／保存	○	
運転／休止	○	
スナップショット／ステップバック	○	
タイムスケール変更	○	
マルファンクション実行	△	○
自動実行	△	○
DCS画面エミュレーション	○	
現場操作模擬	○	
DCS接続		○
リプレイ		○
ロギング		○
訓練評価		○

異常状態や機器の故障を故意に発生させる機能で、それへの対応訓練が行われる。マルファンクションの実行指示は2つの方法から選択できる。実行制御パネルのリスト一覧から選択して実行指示する方法と、グラフィック画面にマルファンクションの専用パネルを用意し、ボタンで実行を指示する方法である。

●自動運転機能

あるストーリーをもった一連の手続きに基づいた訓練(シナリオ機能)や、あるオペレータの操作部分のみを省いて作成した手続きによる訓練(カラオケ機能)を実現する手段として、自動運転モジュールが用意されている。また、マルファンクション実行でも、複数の操作が伴う場合や、時間をかけて変数を操作する場合、あるいは条件によって処理を選択する場合にこの自動運転機能が利用される。

●リプレイ機能

訓練を終えた後で、運転をそのまま再現する機能である。インストラクタがトレーニーといっしょになって訓練を振り返り、運転操作を確認して指導を行うためにこの機能が利用される。

●ロギング機能

訓練の記録として、あるいは訓練評価のために、運転操作や運転事象(イベント)を記録(ログ)に残すことができる。時系列に事象をそのまま記録し、リプレイにも利用される。

●訓練評価機能

運転中のアラーム発生回数や安全弁をふかして

しまった回数など、特定の事象に注目してその回数をカウントして表示する。これも訓練評価の指標のひとつとして使われる。

●DCS(分散制御システム)接続機能

この後触れるDCS実機接続タイプでは、DCSとの接続が必須になる。ただし、運転訓練システムでは、DCSでのFCS(フィールド・コントロールステーション)は実機使用と同一機種のハードウェアでなく、FCSシミュレータが使われる点は注意が必要である。DCSからタグリストを取得してOmegaLandでのタグと結びつけを行い(ワイアリング)、DCSとOmegaLandとデータのやり取りができる。

■DCS実機接続タイプとDCSエミュレーションタイプ

運転訓練シミュレータの実現型として、実機DCSを使用するタイプと、DCSをグラフィックでエミュレーションするタイプがある。前者のDCS実機接続タイプでは、現場の制御システムの設定値などがそのまま使えること、オペレーション・コンソール(操作卓)がDCS実機そのものであり、実運転システムと違和感のない操作が実現されることが特長であるが、その分システムが大規模になり高価になる。これにくらべ、DCSエミュレーションタイプではグラフィック画面でDCSを模擬し、制御機器のロジックをソフトウェアで実現するためコンパクトに実現でき比較的安価である。そのハードウェア構成をそれぞれ図1、2に示した。図1は実機DCSとして横河電機(株)製DCSであるCENTUM CS3000を使った例である。

1990年代半ばに運転訓練システムが導入されたころは、ほとんどDCS実機接続タイプが採用されたが、最近はDCSエミュレーションタイプも増えている。どちらを採用するかは、場面場面での使い分けが考えられる。新設プラントでは、プラント稼働前にオペレータを訓練する必要があるが、操作卓での運転操作訓練が重視されるなどDCS実機接続タイプが向いている。訓練専用のスペースを確保し、費用も建設費の中に織り込まれる。また、計器室を再現してチームでのスタートアップ・シャットダウン訓練を重視する場合にも、

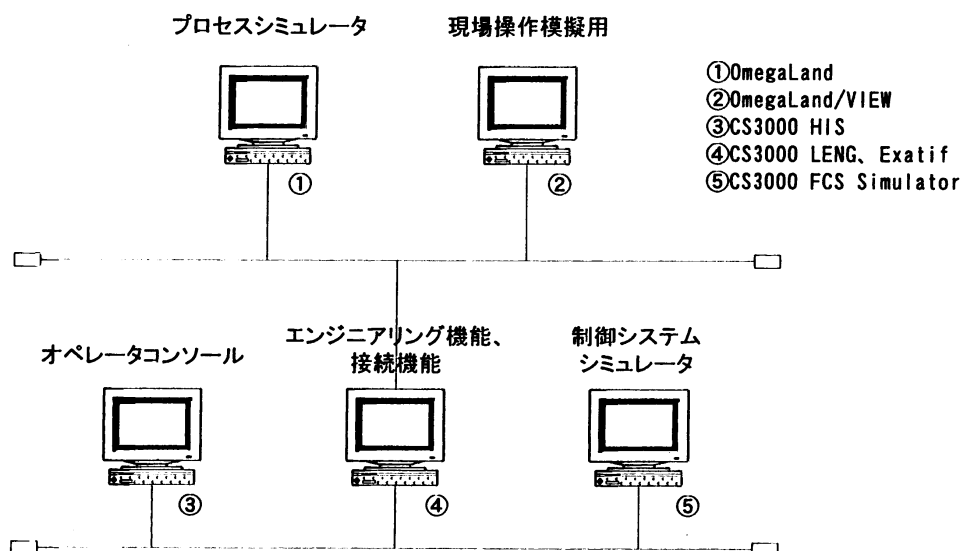


図1 DCS実機接続タイプ

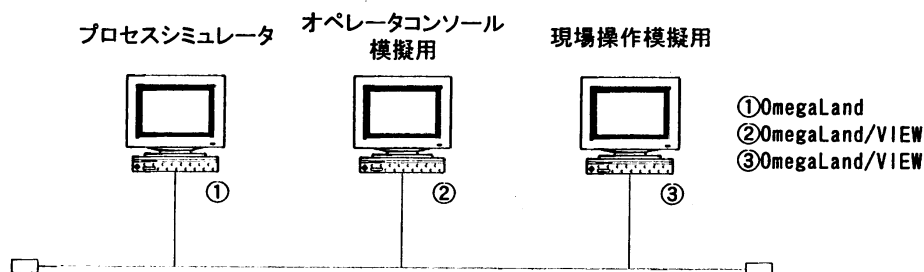


図2 DCSエミュレーションタイプ

実機のDCSを数台用意した訓練がなされる。一方、すでに稼働中のプラントで、運転技術の伝承やオペレータの教育に主眼がある場合には、DCSエミュレーションタイプの方が安価であり、計器室でDCSの脇に置いて、訓練目的以外にも多目的に利用できる。

ただ、今後は安価なDCSエミュレーションタイプが中心になるのではないかと。DCSの監視画面もパソコンのWindows上で動く時代になり、操作性に関する抵抗感がなくなりつつある。操作性を重視する場合にも、ディスプレイにタッチパネルが組み込まれたものを採用したり、操作卓をハード的に模擬したものを用意してカバーすることも考えられる。

3. 制御支援シミュレータ

近年、プラントの運転および制御の高度化に伴い、従来のDCS単独の制御システムに加えて、運転支援システムや高度制御システムなどの上位

システムと連携したより高度なプラント運転システムが求められている。上位システムとの接続には、ネットワークに対してオープンでかつ標準化されたインタフェースであるOPC (OLE for Process Control)が利用されるケースが増えつつある。

制御支援シミュレータは、OPCインタフェース機能を提供しており、シミュレータと上位システムを接続することで、更に高度なシミュレーション環境を構築することができる。制御支援シミュレータを利用すると、これらの上位システムで作成された制御ロジックや運転操作がプロセスに与える影響をシミュレーションによりダイナミックに確認できるため、プロセスの改造に伴う制御ロジックの変更や運転効率化のための複雑な運転手順を作成するような場合には、その検討手段として特に有効である。

以降では、今回新たに開発されたOPCモジュールの特長ならびに制御支援シミュレータの応用事

例について説明する。

■ OPC モジュール

OPCは、DCSをはじめとするPCS(Process Control System)が保有する各種データへのアクセス方法を標準化したインタフェース仕様である。仕様の策定は、OPC Foundation により行われている。ここ数年、各PCSベンダでも OPC に準拠したサーバ製品の開発および製品化が進められている。また、このような PCS ベンダの動向により、PCS に接続されるクライアントも OPC に準拠したものが各社より多数製品化されている。

OPCモジュールは、OmegaLand の Option 機能モジュールの一つであり、OmegaLand 上のさまざまなデータへアクセスする手段として OPC インタフェースを提供する。これにより、市販されている各種 OPC クライアントと OmegaLand との接続が可能となる。

以下に、OPCモジュールの主な特長を示す。

1) DA (Data Access) 2.0に準拠

OPC Foundationが策定したデータアクセスに関する仕様(DA2.0)に準拠している。当仕様に準拠する OPC クライアントは、容易に OmegaLand に接続でき、プロセスデータやエンジニアリングデータを自由に読み書きできる。また、DAのオプション機能であるブラウジング機能も提供しており、OPC クライアントから OmegaLand の公開されたアイテムの一覧を取得することができる。

2) ネットワーク透過性

OPCは、マイクロソフト社の開発した DCOM (Distributed Component Object Model)技術を

基に構築されており、ネットワークに対して透過的である。OPC クライアントは、OPC サーバと異なるマシン上で動作することが可能で、またネットワークを意識することなく OPC サーバが提供するサービスを利用することができる。

3) デフォルトプロセス

OPC モジュールの起動時に、デフォルトプロセスを指定することができる。デフォルトプロセスに属するデータを OPC クライアントからアクセスする際には、プロセス名を省略することが可能である。

■ 運転支援システムとの接続事例

典型的なポリエチレン気相重合反応プロセスと運転支援システムを接続した制御支援シミュレータの事例について紹介する。

【システム構成】

制御支援シミュレータは、Visual Modeler, DB, EXEC及びVIEWなどのBasic機能モジュールとOPCモジュールで構成される。運転支援システムは、横河電機(株)製の Exapilot を使用した。システム構成図を図3に示す。

【シミュレータ概要】

OmegaLand上にVisual Modelerを用いて典型的なポリエチレン気相重合反応プロセスを構築し、Exapilotからポリマーの銘柄変更を行う操作の信号を送る。銘柄変更を行う場合、ポリマーの流動性を表すメルトインデックスを調節するための分子量の調節やポリマー密度の調節が必要となる。本シミュレータでは、分子量調節のための水素流量の調節およびポリマー密度調節のためのモノ

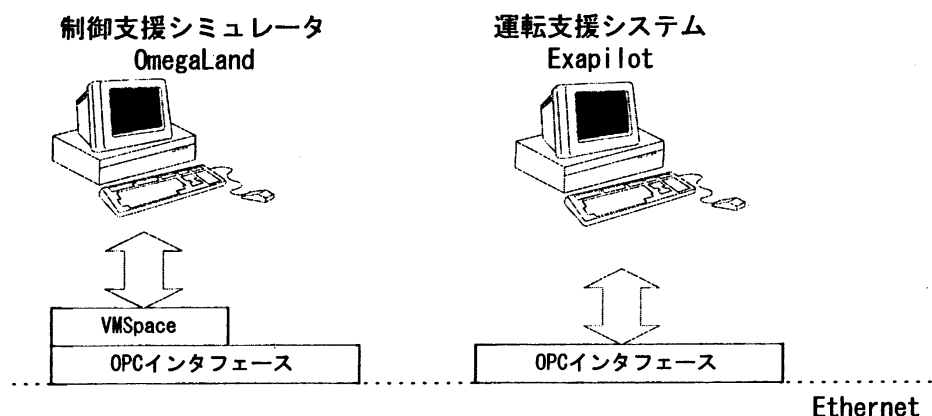


図3 システム構成図

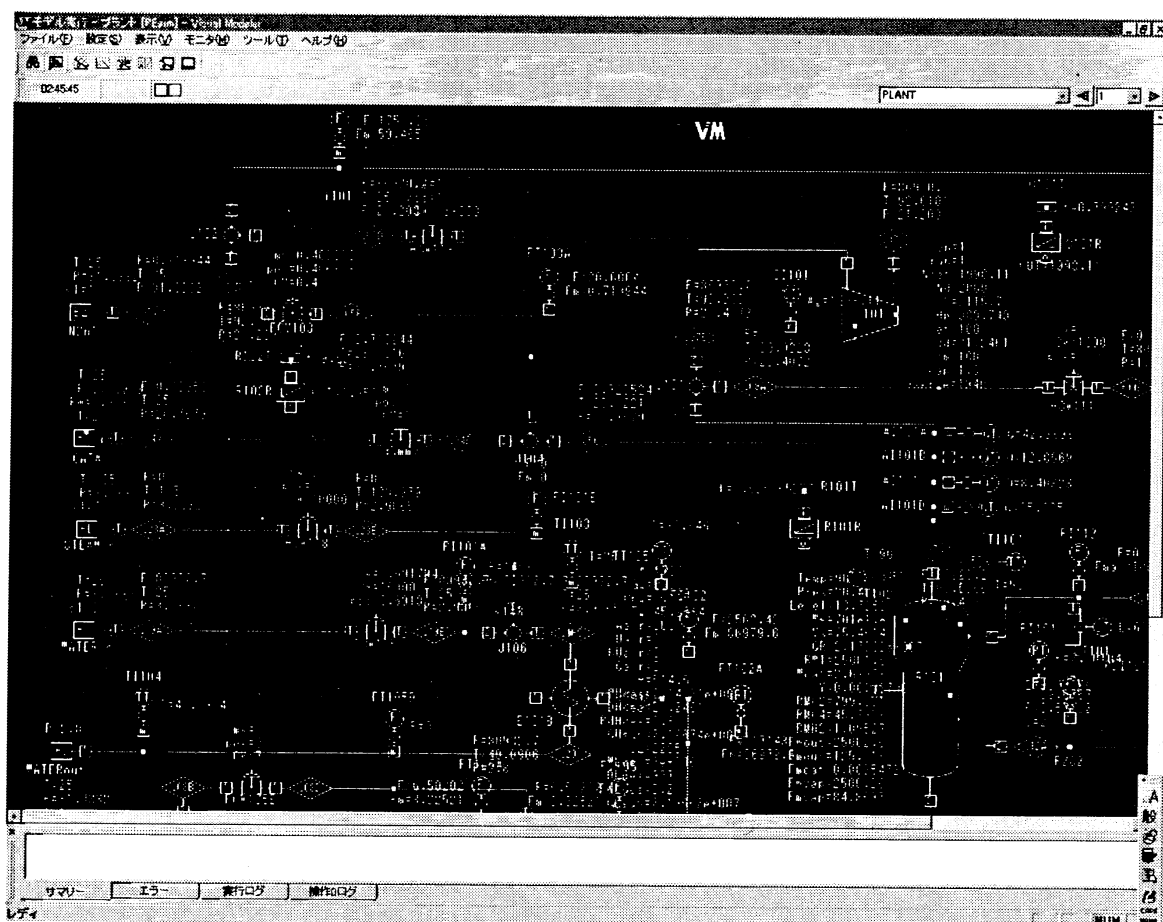


図4 PFD画面

マー流量の調節を実行するロジックを Exapilot で作成し、銘柄変更操作の自動化を行った。図4にVisual ModelerのPFD画面、図5にExapilotのフロー図を示す。

【ベンダ依存部の解決】

本システムでは、Exapilotで作成されたロジックをシミュレータと実際のDCSでシームレスに使用できることを想定して構築した。OPCでは、インタフェースの仕様について細かく規定されているが、データの内容(意味)等については規定されていないものもあり、ベンダに依存している。したがって、Exapilotのロジックをシームレスに利用するには、ベンダ固有の部分への対応が必要となる。本システムでは、OmegaLandのDBモジュールを利用することにより、この問題の解決を図っている。

4. 他のシステムとの接続

OmegaLandで、データや実行制御命令のやり

取りをする仕組みとしてVMSpaceがあることを第1回で説明したが、このVMSpaceのインタフェースがユーザーに公開されている。この公開関数を使ってユーザーモジュールを作成し、OmegaLandに組み込むことができる。また、すでにユーザー作成のシステムがあって、それとデータを交換したい場合には、3.で説明したOPCインタフェースを用いるか、このVMSpaceの関数を呼ぶ方法がある。

ユーザーが公開関数を利用するために、関数の使い方とサンプルプログラムを説明したドキュメントを含んだ「ユーザーモジュール作成キット」を用意している。開発言語としては、Visual C++とVisual Basicが利用可能である。

ここではその最も簡単な例を紹介する。ExcelでVBAを利用し、Visual Modelerの計算結果を取り込んでストリーム表を作成してみる。対象には製品にサンプルとして添付されているデプロパナイザープロセスを利用する。これは石油精製

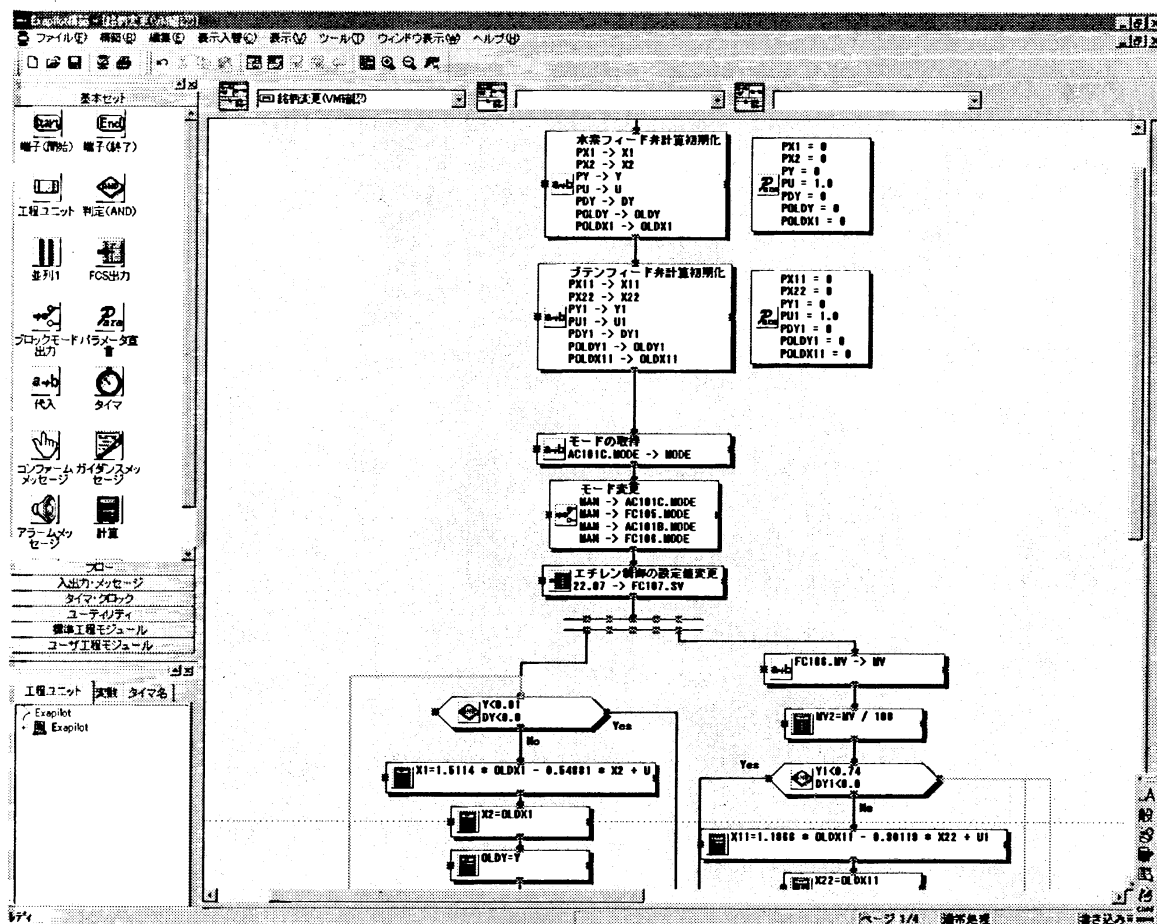


図5 フロー図

でおなじみのC3とC4を分離する蒸留塔である。

表2に作成したストリーム表の一部を示した。このために記述した Visual Basic は100行程度である。表の上部にある温度、圧力、組成、総モル流量を Visual Modeler から取り込み、成分流量(モル基準)、成分流量(重量基準)を計算している。これを任意の周期(たとえば5秒)でリフレッシュ表示できる。

Visual Modelerのある変数にアクセスする例を示そう。

```
Dim InOut As DUAL_INOUTLib.DualInOut
Dim Pid As Long, data As Double
Set InOut = New DUAL_INOUTLib.
```

```
DualInOut
Call InOut.Open_InOut("VMspace01",
    "PROCSEE1", Pid)
Call InOut.Get_real(Pid, "F001", "F", data)
Call InOut.Close_InOut(Pid)
```

これだけのコードで data という変数にストリー

ムF001の総モル流量Fの値を取り込むことができる。短いコードで比較的容易にデータを取り込むことができる。また、同様に記述すれば塔内の各段の温度を取り込んで、Excelのグラフ機能を使って温度分布をグラフ表示することも可能である。

5. 連載のおわりに

21世紀を迎え、情報技術(IT)の進歩にともなって、プラント運転もますますの高度化が予想される。シミュレーション技術も従来のプロセス設計・解析の狭い範囲にとどまらず、プラント運転のさまざまな場面に活用され始めている。

ひとつには運転訓練システムがある。数年後にはオペレータの高齢化が進み、急激な世代交代が起こることが予想されている。またプラントが安定運転され、定期修理の機会が減少して、異常時への対応のスキルを積むことはますます難しくなっており、シミュレータの要求は高まってくる。

プラント運転を高度化するためのシステム(運

表2 デプロパナイザープロセス ストリーム表

		F001	T001	B001	R015	O002	T005	T007	B003
サービス名		塔フィード	塔頂	塔底	還流	オフガス	還流ドラム出	C4LPG	C3LPG
温度 [°C]		87.8	51.7	105.2	41.1	9.6	25.0	40.4	34.7
圧力 [kPa]		2700.06	1790.15	1824.97	1790.15	150.34	1727.30	1081.97	1081.97
圧力 [MPa]		2.700	1.790	1.825	1.790	0.150	1.727	1.082	1.082
組成 (モル分率) [-]	C2H6	0.002	0.003	0.000	0.003	0.005	0.003	0.003	0.000
	C3H8	0.648	0.985	0.015	0.985	0.624	0.985	0.985	0.015
	i-C4H10	0.057	0.006	0.150	0.006	0.005	0.006	0.006	0.150
	n-C4H10	0.292	0.002	0.832	0.002	0.011	0.002	0.002	0.832
	i-C5H12	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
	H2O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N2	0.000	0.003	0.000	0.005	0.355	0.005	0.005	0.000
合計		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
成分流量 [kgmol/h]	C2H6	0.59	1.67	0.00	1.08	0.00	1.67	0.59	0.00
	C3H8	200.63	571.30	1.61	371.03	0.00	571.77	200.74	1.61
	i-C4H10	17.65	3.50	15.99	2.11	0.00	3.27	1.15	16.00
	n-C4H10	90.22	1.38	88.97	0.83	0.00	1.28	0.45	88.97
	i-C5H12	0.39	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39
	H2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	N2	0.00	1.89	0.00	1.76	0.00	2.71	0.95	0.00
総流量 [kgmol/h]		309.48	579.74	106.96	376.82	0.00	580.70	203.87	106.96
成分流量 [t/h]	C2H6	0.018	0.050	0.000	0.033	0.000	0.050	0.018	0.000
	C3H8	8.847	25.192	0.071	16.361	0.000	25.213	8.852	0.071
	i-C4H10	1.026	0.204	0.930	0.123	0.000	0.190	0.067	0.930
	n-C4H10	5.244	0.080	5.171	0.048	0.000	0.075	0.026	5.171
	i-C5H12	0.028	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028
	H2O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N2	0.000	0.053	0.000	0.049	0.000	0.076	0.027	0.000
総流量 [t/h]		15.163	25.580	6.200	16.615	0.000	25.604	8.989	6.200

転支援システムや高度制御システムなど)は、現場に適用するためには事前に十分なる導入検討やテスト、チューニングが必要であるが、シミュレータを利用することで運転に影響させることなく検討ができる。

さらに経済性や安全性のためにプラント運転を最適化することが運転の究極の目標であるが、シミュレータの利用はこれからであり、大きな可能性を秘めている。

また、一方教育現場に目を転じると、大学教育では学力の低下が叫ばれているが、エンジニアの認定制度がスタートすることもあり、これからは基礎学力を付けたうえで実践的に活躍できるエンジニアが求められる。実プラントを模擬できるシミュレータ(バーチャルなプラント)の利用は、座学では得られない実践的な能力を身につけるうえで極めて有効と考えられる。

統合ダイナミックシミュレーション環境Omega Landを5回にわたって解説してきた。われわれは21世紀はあらゆる分野でシミュレーション技術が活用されるシミュレーション世紀と位置づけている。21世紀型のOmegaLand環境の充実とアプリケーション事例公開により、多くのユーザーに使いやすいシステムを提供していく所存である。

※本文中の製品名は各社の商標または登録商標である。

参考文献

- 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) 木村 勉, 石川真紀夫, 深見峯市, 佐藤季雄, 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 (2001)
- 4) 岡本高義, 河村 哲, 高垣 仁, 塙 恭一, 横山浩二, 事例紹介 動力プラント訓練シミュレータ, ケミカルエンジニアリング, Vol.46, No.3 (2001)

