

# 「OmegaLand®を活用した制御アルゴリズム開発事例紹介」

三井化学大阪工場技術部システムG 大寶 茂樹

## 1. はじめに

プロセス制御システムを適切に構築することにより、品質の向上、省エネ運転の実現、オペレーション負荷の軽減などのプラントパフォーマンス向上に貢献する。

なお「プロセス制御システムを適切に構築する」方法としては、比率制御、フィードフォワード制御、さらには近年プロセス制御で注目され導入が相次いでいる多変数モデル予測制御などをイメージし易いが、実際はプロセス制御の代表的な制御手法であるPID制御のPIDパラメータ最適チューニングの実施が一般的であり、安価で効果的な方法である。

しかしながら、PID制御では“対応できない”あるいは“不適切”なプロセスが存在することも事実である。

極端な例であるが、図2に示すような連続した蒸留塔が存在するプロセスで上流のフィードが何らかの影響で変動し、かつ、蒸留塔の塔底レベル制御器の制御性が不適切であると仮定する。この場合、レベル制御器の操作量により、下流の蒸留塔フィードが変動するという連鎖状態になってしまい、最悪の場合はプロセスが不安定になり手動操作を余儀無くされることもある。

今回、図2のプロセスに於いて、下流への影響を緩和させる制御方法を検討すべく、ダイナミックシミュレータである Visual Modeler®（以下VM）を活用し種々の制御方法を検討した結果、独自の制御アルゴリズムを考案すべきとの結論に至った。さらにVM上で制御アルゴリズムを開発後、DCS（CENTUM CS3000®）上へ構築し実用化を図った。

本講演では、OmegaLand®を活用することで“制御アルゴリズムの開発”から“DCS上への実装”までを短期間でスピーディーに実現できた内容を紹介する。更に、実プラントへ適用しプラントパフォーマンスを向上させた事例も併せて紹介する。

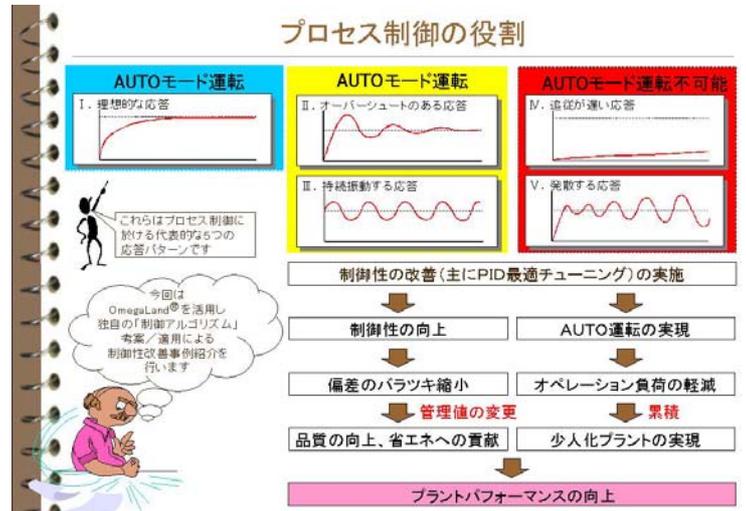


図 1

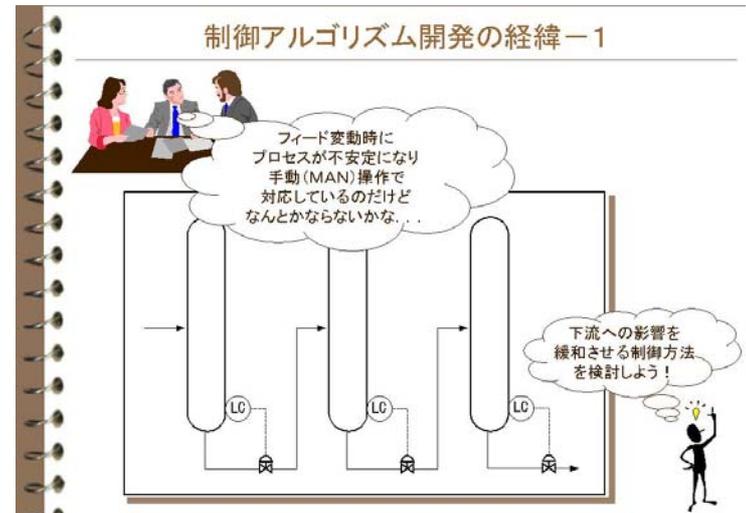


図 2

## 2. 制御方法の考察

図2に示すようなプロセスに於いて、下流への影響を緩和させる制御方法を検討する。

一般的な方法としては、

- ・弱いPIDパラメータを設定する
- ・ギャップ付PID制御を使用する

の2つが考えられ、これらを検証する方策として、

- ・実プラントを使用する
- ・ダイナミックシミュレータを活用する

の2つが考えられる。

しかしながら、“実プラントを使用する”場合、実プロセスに影響を与える可能性がある為、検証という意味での適用は難しく、また、ギャップ制御を使用する場合はDCSコンフィギュレーションを変更する必要があるなどの検証以外の時間を要することもあり、“ダイナミックシミュレータを活用すべき”と判断した。また、ダイナミックシミュレータにも種々の製品が存在するが、プロセスおよび計装ユニットが豊富なVMが適切と判断した。(図3参照)

図4、図5に2つの制御手法を用いた場合のシミュレーション結果を示す。いずれの場合も、レベルを制御し、かつ、下流への影響を緩和させる制御性を実現させるには不十分と判断し、独自の制御アルゴリズムを考案すべきとの結論に至った。

今回、VMを活用し制御方法の検討を行ったが、この検討で実感したVM活用メリットは次の通りである。

- 1) プロセスモデルが容易に作成可能
- 2) 同一条件でケーススタディー可能
- 3) 加速シミュレーション、自動操作機能により短時間で検討可能
- 4) 時系列データの入出力が容易

実際、シミュレータの作成から、これらの検討結果を得るまでに要した時間は1日であることから、VMが効率的な支援ツールであることは明らかである。

ただし、得られた時系列データを使って、トレンド描画する方法は表計算ソフト等を用いなければならないという煩わしさがある。今回の様なケーススタディー結果をトレンド比較する機能がOmegaLand®に備わることで、更なる効率的な検討ができると思われる。

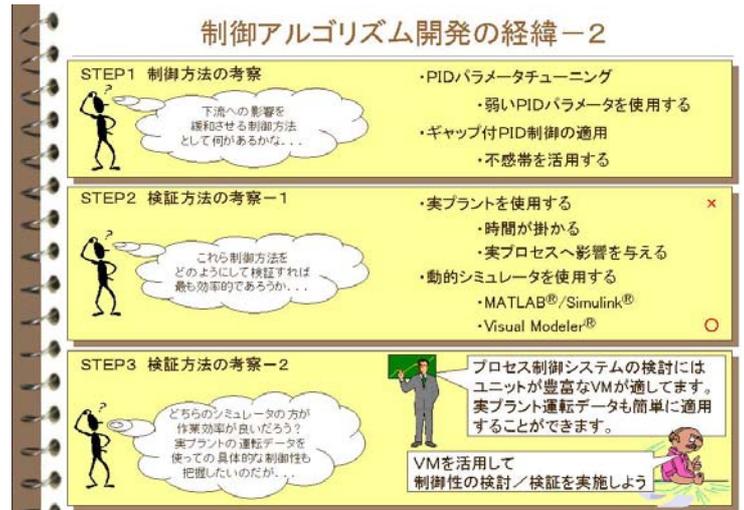


図3

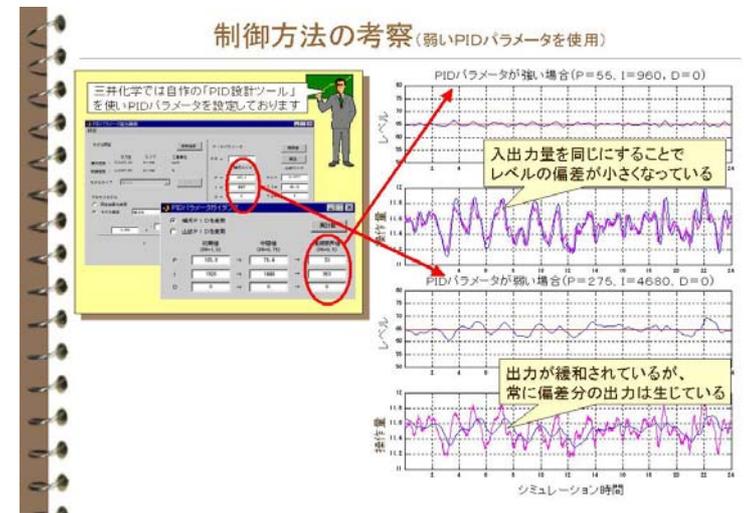


図4

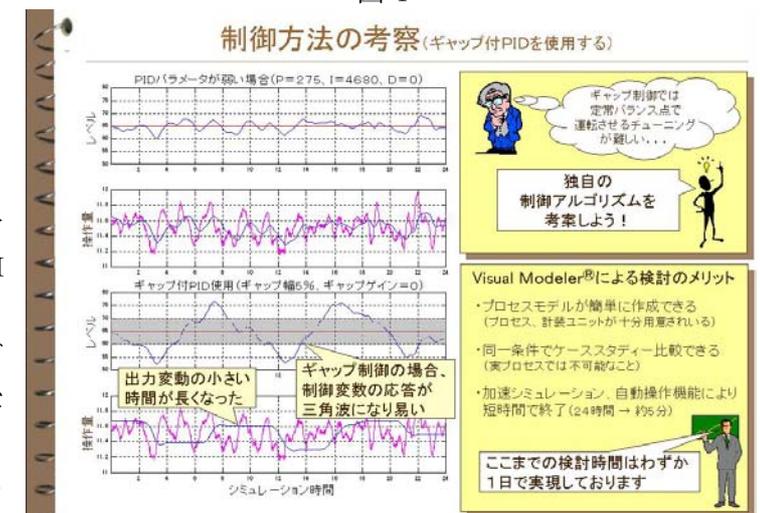


図5

### 3. 制御アルゴリズムの開発

まず、制御アルゴリズムを机上設計し、このアルゴリズムをユーザーユニットとしてVM上に作成し、制御性検証を行った。シミュレーションにより、机上設計では予期しない事象が確認でき、これを改善する為、再度机上設計を行うという作業を数回実施することで、制御アルゴリズムの開発は可能である。

今回のケースでも、机上設計では予期できなかった事象がシミュレーションにより発見され、4回の改良を実施している。この改良により、最終的には図7に示す制御性を得ることができ、開発前に期待した以上の制御アルゴリズムの開発ができた。

次に、この制御アルゴリズムを実用化させる為の実装方法を検討した結果、DCS (CENTUM CS3000®) 上にディシジョンテーブルで実現することとした。ディシジョンテーブルで作成したロジックはプログラム言語へ容易に変換できるので、ディシジョンテーブルでの実現は全てのDCSに於いて実現可能を意味する。なお、実プラント導入後の保全性を考慮し、DCS保全部門へ作成依頼を行った。

次に、ディシジョンテーブルで作成したロジックが仕様通りであることを確認するデバッグ作業が必要となる。効率的なデバッグ方法を検討した結果、OmegaLand®を活用したデバッグ環境を構築することが最善策と判断した。

この環境は図8に示す様にDCSとVMの間にOmegaLand®の機能モジュールのひとつであるPCSモジュールを使用することで構築されており、この環境のメリットは、

- 1) DCS側は本来の構成だけで良い
- 2) 既存VMシミュレータを使用可能
- 3) VM側で時系列データが収集可能

であると考えている。これはDCS単独でデバッグシミュレーションする場合よりも遥かに効率的、画期的であると認識している。

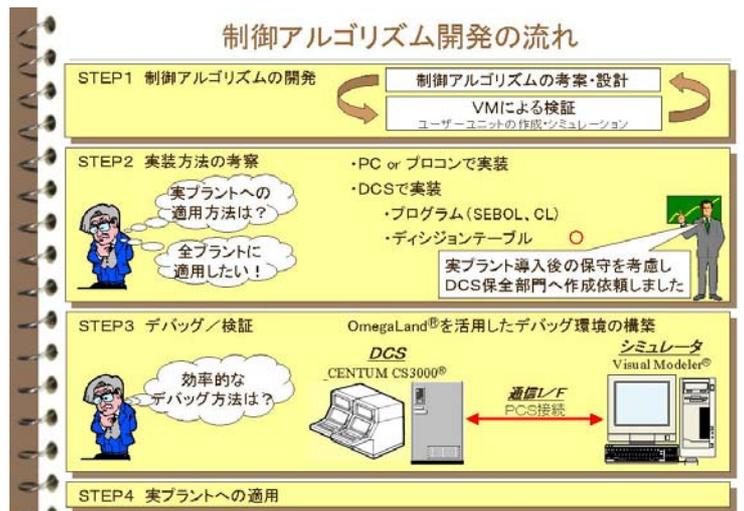


図6

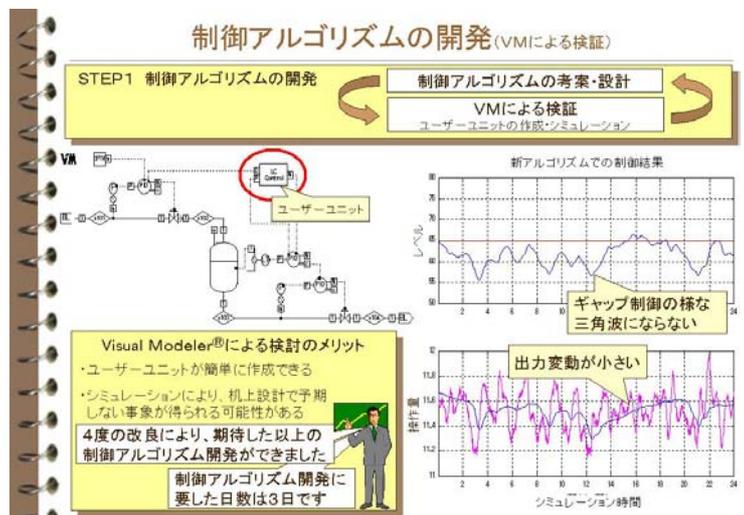


図7

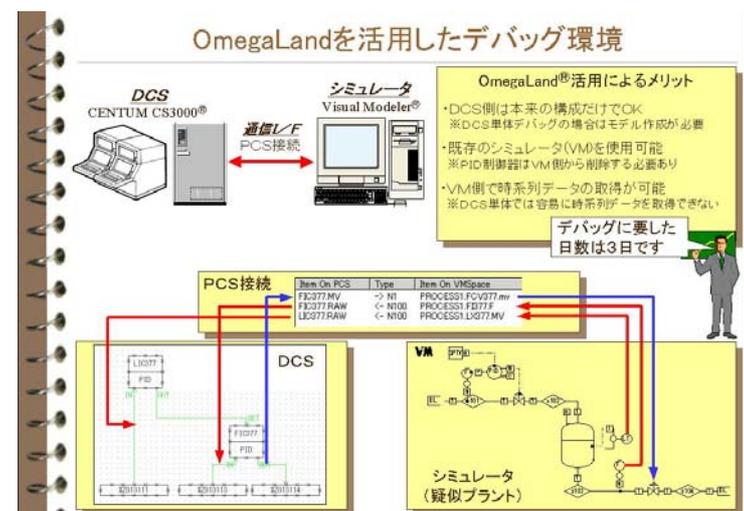


図8

#### 4. 実プラント適用事例

当初、図2に示すような連続した蒸留塔の塔底レベル制御への適用を考慮して、本制御アルゴリズムを考案・開発したが、実プラント適用第1号は図9に示す様な予想外のプロセスへの適用だった。

このプロセス制御の概要は、薄膜蒸発器の出口にタンクがあり、このタンクのレベルを薄膜蒸発器に入るスチーム流量でコントロールするLC-FCのカスケード制御ループが組まれている。

当初はPID最適チューニングのみで良好な制御性を示していたが、収益改善の為の管理値変更運転により、タンクから抜き出すポンプの吐出圧不足が発生し、本来一定流量流れるべき抜き出し量が変動するようになってしまった。

この外乱変動により、操作変数であるスチーム流量が変動し、周辺プロセスを不安定にさせる要因になってしまった。このスチーム変動を改善すべく、今回開発した制御アルゴリズムを本プロセスへ適用した結果、予期した制御性を示し、最終的には年間1700万円の収益改善効果を達成した。

なお、シミュレータで全ての動作確認を実施していたこともあり、実プロセス導入後のチューニングは一切必要なく導入から半年が経過した現在でも良好に運転している。

#### 5. まとめ

制御アルゴリズム開発段階からダイナミックシミュレータを活用することで、机上設計だけでは予期しない事象を発見し対策/改良を行うことができた。

また、実プロセスへ導入する段階で殆どの事象を把握していることから、現場でのチューニング作業が少なく短時間で効果的な改善効果を達成できた。

このことにより製造側の信頼を得ることができ、その後、第2、第3のロジック導入に繋がった。今年度もOmegaLand®を活用した同様の手法で3つのロジックを開発し、今夏の定修で実プラントへ導入している。

このようにOmegaLand®は制御エンジニアにとっても貴重な支援ツールであると言える。

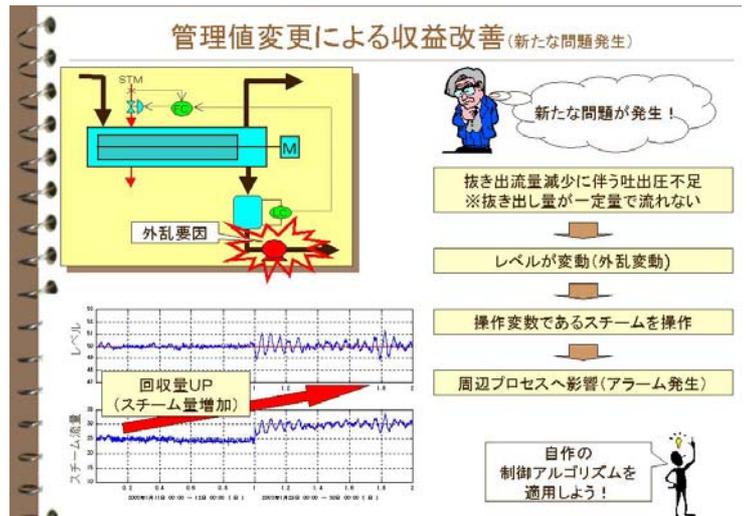


図9

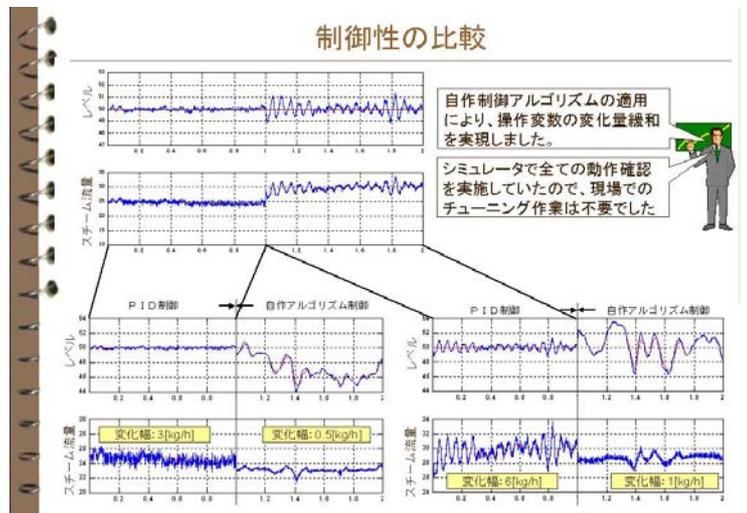


図10



図11