

# プラントシミュレータの新たな世紀

## ＜エンジニアリングの共通情報ベースとしてのプラントシミュレータ＞

(株)オメガシミュレーション 浜崎 広道  
Hiromichi Hamasaki

### 1. はじめに

(株)オメガシミュレーション社は、「シミュレーションとモデル化技術を通してプラント運転の改善発展に寄与する」ことを理念として、1997年に設立された。弊社のコアパッケージ製品であるダイナミックシミュレータ (Visual Modeler) もその性能の高さ、並びに使い易さを広く顧客の方々に認められてきている。

「エンジニアリングの情報化と支援ツール」特集号に合わせて、プラントシミュレータを実プラントの写像として位置づけ、プラントエンジニアリングの共通情報ベースとして活用することを提案したい。また、プラントシミュレータと従来のシミュレータとの違い、プラントシミュレータとは何であってどうあるべきかについても触れてみたい。

此処に提案するプラントシミュレータは今後のプラントエンジニアリングに新たな展開をもたらすものと信じている。

### 2. 用語の整理

断りも無しにプラントシミュレータという用語を使用した。ここでシミュレーション (またはシミュレータ) に関する用語を簡単に整理したい。一般的に下記の用語がシミュレーション技術に関して使用されている。

- ① スタティック シミュレーション
- ② ダイナミックシミュレーション
- ③ 実時間 (リアルタイム) シミュレーション
- ④ プロセス (Process) シミュレーション
- ⑤ プラント (Plant) シミュレーション

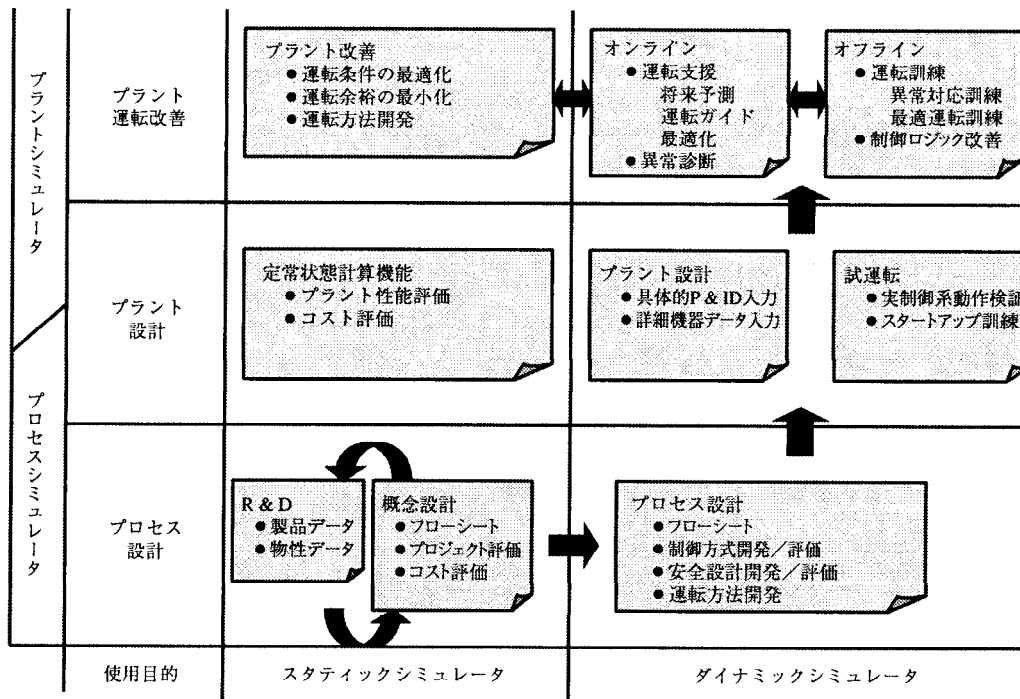
第1図にこれらのシミュレーション技術使用分野の概念的配置図を示す。図の縦軸はプロセスとプラントで分けているが、プラントはプロセスに比べてより具体的、すなわち固有名詞で語れるイメージを持たせて

いる。またプラントシミュレータはプロセスシミュレータに較べて一般的に規模が大きい。シミュレータの使用者としては、プロセスシミュレータはプロセス設計者 (多くの場合、プラントメカ、またはプロセス開発エンジニア) が使用し、プラントシミュレータは具体的プラントの製造部門または計装担当者が使用する。横軸はスタティックシミュレーションとダイナミックシミュレーションで区別している。図中矢印はプロセス設計からプラント設計へ作業が進む際の時間的な流れを示している。プラント運転改善の段階では、種々の用途毎に相互に切り替えて使用できるのが望ましい。

実時間シミュレータはダイナミックシミュレータに含まれ、実プラントの挙動を実時間でシミュレーションするものを言う。実時間性は運転訓練で用いられるシミュレータでは必須の機能であり、コンピュータの性能が今ほど高くなかった時代の運転訓練シミュレータではシミュレーション精度を犠牲にして実時間性を維持する工夫がなされている。その結果、運転訓練シミュレータはプロセスシミュレータに比べて精度的に「劣る」という偏見を持たれている場合もある。

図の矢印で示すようにプラントが開発される際には、最初にスタティックシミュレータを用いて基本部分のプロセス設計が行われる。このスタティックシミュレーションは条件を種々変更して繰り返し行い、最適なプロセス設計条件が求められる。一般的にはある特定負荷 (例えば100%負荷) でのバランス計算が行われる。

スタティックシミュレーションの結果に基づいて当該プロセスのダイナミックシミュレーションが行われる場合がある。従来はスタティックシミュレータとダイナミックシミュレータが別々のものであったため、2倍の手間が掛かりダイナミックシミュレーションは



第1図 シミュレータ分類

検討が必要な部分に限定して行われる場合がほとんどであった。最近ではスタティックシミュレータモデルからダイナミックモデルが生成出来る製品が提供されている。ダイナミックシミュレーションでは部分負荷時のバランス、過渡状態での問題点の検討（例えば安全弁の設定、バッファタンク容量、制御系設計）が行われる。

一般的にプロセス設計用のダイナミックシミュレータがプラント運転訓練シミュレータに使用されることは希である。理由は運転訓練シミュレータにはスタートアップ用の機器（バイパス弁、手動操作弁）が含まれ、モデル化の範囲が大きくなること、またその様に大きなモデルを実時間で計算しなければならないためである。

従来のシミュレータに対する一般的な認識では、プラントが建設された後のプラント全体を表現するシミュレータは運転訓練シミュレータのみの場合が多く、プラント改善の用途には使えないものとされていた。

しかしながら、プラントシミュレータにはプラントの多くの情報が含まれており、プラント情報が集約された、実プラントの「写像」と言っても差し支えない。プラントシミュレータを実プラント運転の改善に活用するにはどのような機能を持つべきであろうか。

### 3. プラントシミュレータとは

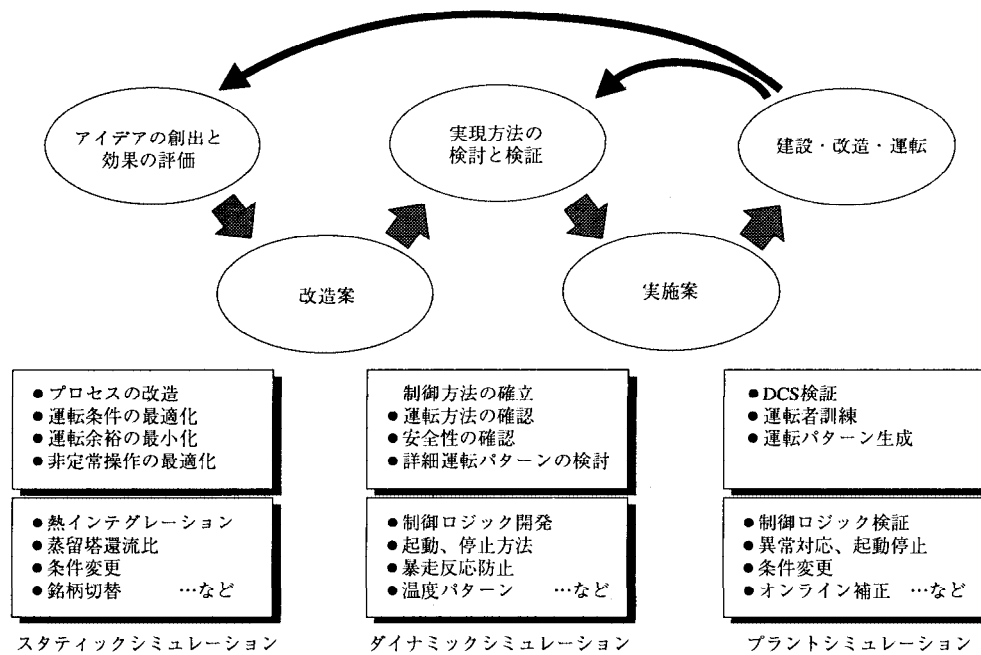
次に、プラント運転の改善発展に寄与するプラントシミュレータとはどうあるべきかについて触れる。

我々はVisual Modelerにより、大規模かつ具体的なプラントモデルを実時間でシミュレーションすることを可能とし、運転訓練シミュレータへの適用を通してシミュレーション精度に関しても多くのベテラン運転員の方々の高い評価を得ている。また、実時間性を生かして制御装置等と接続し、制御系の設計検証にも広く使用されている。これらはあくまでもダイナミックシミュレーション機能の活用であり、プラント全体の改善を考えるとダイナミック計算機能のみでは不十分であることが分かっている。ではプラント改善業務の中で活用されるシミュレーション技術とはどうあるべきものであろうか。

#### (1) プラント改善とシミュレーション技術

第2図はプラント改善とシミュレーション技術の関係を図式的に示したものである。

プラント改善のサイクルは第2図に示すように実運転の結果に基づき、改善アイデアを出してその評価を行い、実現方法の検討と検証を行い実施に移すというサイクルを繰り返している。シミュレーション技術を図に示すように各々の段階で使用できれば、改善の速



第2図 プラント改善とシミュレーション技術

度および確実さが飛躍的に向上することは明らかである。しかしながら現状ではスタティック、ダイナミックおよびプラントシミュレーションは多くの場合個別に行われており、シミュレータ相互間での情報の共有はなされていない（スタティックからダイナミックへ移行できる製品はあるがその場合もダイナミックからスタティックへは移れない）。従って、それぞれのシミュレータを用いて用途別のシミュレーションを行わなければならない、モデルの規模が大きくなると時間的またコスト的に見て実際的な方法では無い。

大規模なプラントシミュレーションレベルでスタティック計算が簡単に行え、ダイナミックとスタティックシミュレーション相互が簡単に切り替えられればシミュレータ技術をプラント改善に活用する道が開かれるであろう。

## (2) オンラインでの用途

プラント規模の精緻なスタティックシミュレーションが実現できれば、当然オンラインで使用することが考えられる。オンラインでの用途には下記のものが挙げられる。

### ① 運転支援

シミュレータを現在の運転状態に同期させた後、ダイナミックシミュレーションに切替て将来予測を行う

### ② 運転操作の最適化

同期化（性能などの同定、同一化）させた後、最適な変更操作方法を求める

### ③ 異常診断

データリコンシリエーションを用いた劣化診断等の異常検知を行う

### ④ 運転ガイド

スタティックシミュレーションと最適化計算機能で求めた最適運転条件への移行方法をダイナミックシミュレータで提示する。

これらのオンラインでの使用に耐えるためにはプラント規模でのスタティックシミュレーション（モデルの同期化）を実用的な速度で行える必要がある。

### (3) 多種モードでの使用

同一シミュレータを多くのモードで切り替えて使用する場合、その操作が柔軟に行える必要がある。使用モードが多くなることは、利用者の範囲が広がることを意味しシミュレーションには素人のユーザが使用することを考えなければいけない。スタティックとダイナミック相互の切替はシミュレーションモードのみを選択することで行えるのが望ましい。また一般的にスタティックシミュレーションにはスペシフィケーション機能（スペック可能な変数指定機能）があって、下記のシミュレーションモードに対応した計算を行うこ

とが出来る。

① 設計モード

運転条件と性能パラメータから装置の大きさを計算する

② 解析モード

運転条件と装置の大きさから性能パラメータを計算する

③ 運転モード

装置の大きさと性能パラメータから運転条件を計算する

これらのモード切替が容易にかつ柔軟に行える必要がある。またプラント規模のシミュレーションとなるとリサイクルフローが少なからず存在すると考えられる。リサイクルストリームでの収束計算に関する特別な指定を不要とすることが望ましい。

(4) シミュレータの保守

色々なフェーズおよび多用途で使用される場合、シミュレータの効率的な利用を考えると、モデルの構築および計算が個々のユーザで容易に行える必要がある。ここでも Visual Modeler 並の使いやすさが望まれる。

以上を整理すると、プラント改善業務の中で使用されるシミュレータは、スタティック計算機能を備えたプラントシ全体を対象とするプラントシミュレータであって下記の仕様を持つ必要がある。

- ① 大規模なモデルを対象とできること
- ② 高速な最適計算を行えること
- ③ 専門家以外でも使用できること
- ④ モデルの構築保守が容易であること

このようなプラントシミュレータが実現出来れば、プラントに係わる多くのエンジニアリング業務が共通データ（シミュレーションモデル）の上で迅速かつ効率的に行えることが期待される。

#### 4. 新世代プラントシミュレータの詳細仕様

上記の要求仕様を満たすプラントシミュレータの詳細仕様について検討してみたい。

(1) コンセプト

先に述べたように、プラントシミュレータは実際に運転可能なプラントレベルでのシミュレーションを行うことを目的にしたものであり、既存シミュレータの機能を包含してはいてもそれらとは使用者、使用フェーズが異なる製品に位置づけられる。

すなわち、実プラントが写像された状態でのプラントレベルでのダイナミックシミュレーションとスタテ

ィックシミュレーションが行われなければならないし、実プラントの改造に追従出来るものでなければならない。

プラントシミュレータの使用者は専門のシミュレーション技術者では無く、プラント運転の専門家であることを考慮しなければならない。

(2) スタティックとダイナミックの関係

① シームレス性

同一のプラントモデルを用いて、スタティックモードとダイナミックモードを自由に行き来出来る。ダイナミック計算の定常状態とスタティック計算の結果は一致しなければならない。

② モデルの共通性

スタティックモードでも、ダイナミックシミュレータのモデル作成機能がそのまま利用できなければならない。機器の運転・停止状態もダイナミックシミュレーションの状態と共通でなければならない。

③ 物性計算の共通性

成分の定義、系と物性計算法の定義は共通に使用出来るのが望ましい。

④ 初期状態の共通性

スタティックの計算結果はダイナミックの初期状態ファイルとして使用できて、ダイナミックシミュレーションの初期状態ファイルはスタティック計算の初期値として利用できるのが望ましい。

(3) スタティック計算機能

① 従来のスタティックシミュレーション機能がプラントレベルで実現される必要がある。

(4) 最適計算機能

- ① 定常状態における運転条件の最適化
- ② 実プラントへの性能同一化のための最適化機能が望まれる。

(5) その他の機能（使いやすさが鍵である）

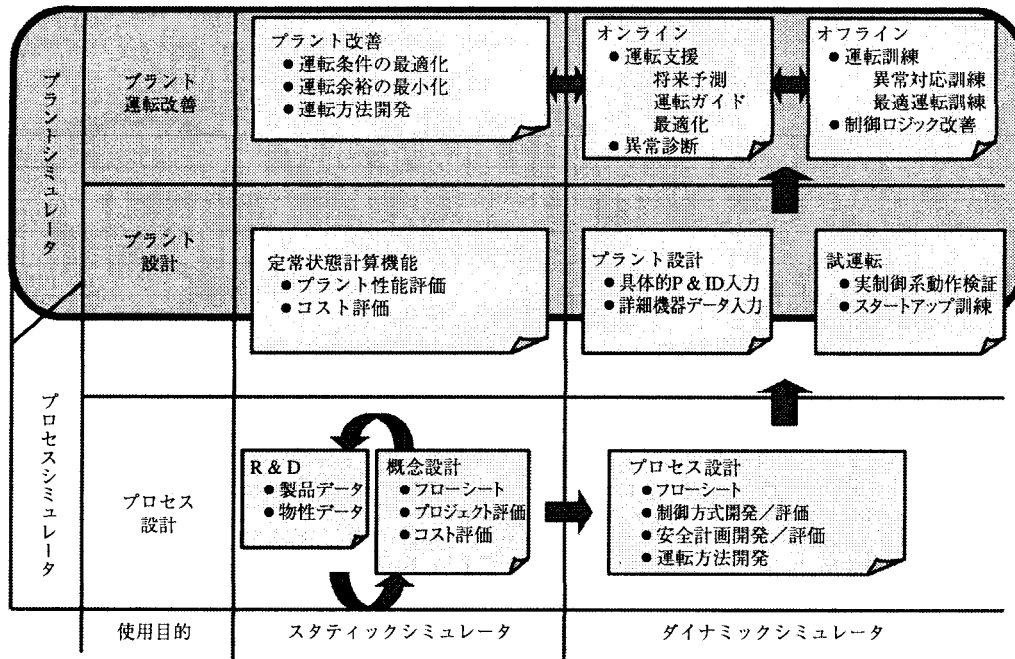
- ① ユーザインタフェース
- ② カスタム機器ユニット作成環境
- ③ 外部モジュールとの接続
- ④ 計算速度／収束精度

「新世代のプラントシミュレータ」は上記の仕様を具備している必要がある。

#### 5. 新世代プラントシミュレータの活用

第3図に新世代プラントシミュレータがカバーする領域を概念的に示す。

プラント改善の目的は、「安全かつ高い生産性を実現すること」である。各改善フェーズでの活用の一例



第3図 新世代プラントシミュレータのカバー領域

を示す。

(1) プラント設備改善

① スタティック計算

- 設備能力アップ
- 原単位向上
- ② ダイナミック計算
- 運転方法の改善
- 制御方法の開発/検証
- 能力余裕の活用

シミュレータを活用することにより高い信頼性のものと、開発/検証を迅速に行うことが保証される。

(2) 運転管理改善

① オフライン

- プロセス教育
- 運転訓練
- 運転支援システムの開発/検証

② オンライン

- 運転支援 (将来予測、運転ガイド)
- 最適化
- 異常診断

スタティック計算機能が付加されることにより、オンラインでの使用が可能となる。運転操作室で運転員の方々がプラントシミュレータ画面と実運転画面とを

比較しながら作業を進めることにより、無駄のない安定した運転が実現されるであろう。

6. おわりに

プラント全体をモデル対象とし、ダイナミック計算機能とスタティック計算機能を持たせ両機能をシームレスに結合出来るプラントシミュレータを実現するには非常に高い技術的なハードルを越えなければならない。しかしながらプラント (プロセス、運転、設備) の改善を迅速にかつ効率的に行うには、不可欠な要素となるであろう。真の意味での「シミュレータのライフサイクルコストの低減」も新世代プラントシミュレータで初めて実現されると考えている。

【筆者紹介】

浜崎広道 (昭和24年5月15日生・福岡県出身)  
 (株)オメガシミュレーション 営業企画本部  
 取締役 営業部長  
 〒169-0051 東京都新宿区西早稲田2-20-9  
 ウィン西早稲田ビル3階  
 TEL : 03-3208-4921 FAX : 03-3208-4911  
 E-Mail : hamasaki@omegasim.co.jp