

# プロセス工業のための環境・安全評価の技術情報基盤の構築

## Development of Technological Infrastructure for Environmental and Safety Evaluation in Process Industry

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96P00405)

プロジェクト リーダー

仲 勇治 東京工業大学フロンティア創造共同研究センター・教授

コアメンバー

村木 正昭 東京工業大学社会理工学研究科・教授

伊藤 公俊 埼玉大学工学部・教授

柘植 義文 九州大学大学院工学研究院・助教授



### 1. 研究目的

本プロジェクトは、「化学プロセスの環境・安全性評価のための技術情報基盤」をめざして、設計、運転、管理の技術情報基盤を構築するのが目的であり、製造プロセス設計・運用、リサイクル系も視野に入れた技術統合環境の構築を目指すものであり、以下の観点から研究を推進した。

プラントライフサイクルエンジニアリング (P-LCE) 支援の技術情報基盤構築法とツールの開発

(仲 勇治、村木正昭、柘植義文、伊藤公俊)

安全性を基本にしたプロセス設計の確立

(仲 勇治、柘植義文)

### 2. 研究成果概要

#### 2.1 プラントライフサイクルエンジニアリングのための技術情報基盤を構築法とツールの開発

プロセス設計から運転、設備保全、廃棄までのプロセスエンジニアリングを一貫して支援するエンジニアリング環境は、維持コストを下げるだけでなく、安全性の確保、操作の分かり易さに繋がる。しかし、プロセス設計全体は、化学工学だけでなく、化学、機械、制御、電気、材料等の異なる分野の共同作業になるので、互いに理解する仕組みが必須である。これらのことから、

- (1) 情報共有のためのデータモデリング
- (2) 業務のカスケード型からコンカレント型への転換
- (3) 高度シミュレーション等のツール開発を取り込んだ技術情報基盤(図1)を構築する方法論を開発した。

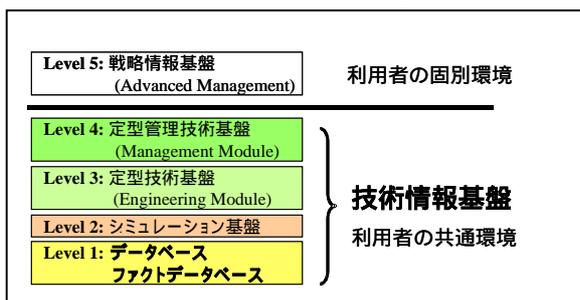


図1 技術情報基盤

#### [Step 1] アクティビティモデリング

ライフサイクルエンジニアリングの to-be 業務モデルを構築し、それぞれの業務に必要なデータとツール機能、および、プラントの見方 (View) を分析した。

#### [Step 2] 情報モデリング

MDF (Multi-Dimensional Formalism) による情報モデリングを提案した。この MDF は、情報を構造情報、挙動情報、制御・管理情報に分離し、View にしたがって、再度それらの情報を組み合わせるものである。それらの関係を図2に示す。構造情報は国際標準化されているモデル(例えば、ISO STEP)を採用することが望ましい。

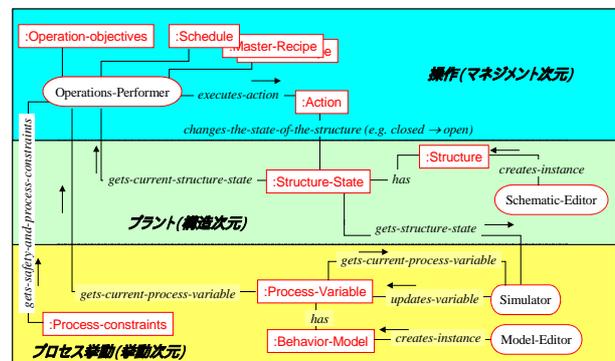


図2 構造/挙動/制御・管理情報モデルの関係

さらに、構造情報と制御・管理情報の関係付けを行う CGU (Controlled Group Unit) 概念を導入した。これは、操作の View で構造体を定義するものであり、流量制御できる構造要素(バルブ等)仕切られるプラントの部分領域をいう。CGU 概念によりスタートアップやシャットダウンの手順操作が簡単に行えるようになった。

#### [Step 3] 高度シミュレーションの開発

##### (1) 分散型プロセスシミュレーション

対象規模が大きく、複雑な挙動モデルを使うと一つの CPU では作業効率が悪くなる。これを克服するために、協調作業を支援し、分散型並列処理を実行する分散型プロセス

シミュレーションのアーキテクチャを設計した。このシミュレーションは、CAD と結合し、モデルの詳細度を管理できるエージェントをベースにした環境である。

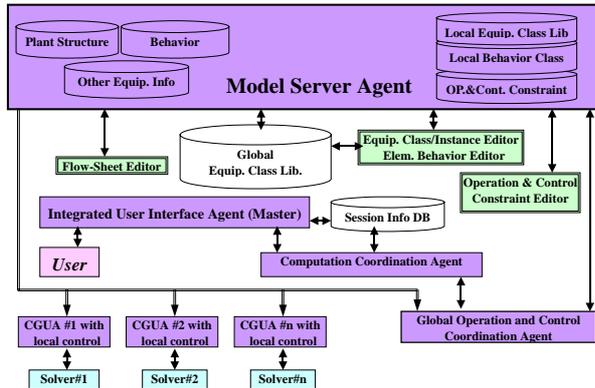


図3 高度シミュレーション環境

## (2)ハイブリッドシミュレーション

常微分方程式モデルと偏微分方程式モデルを混在させて同時並列的にシミュレーションし、両者のシミュレーション結果を適時、変換かつ相互交換し、効率的で精密にプロセス全体挙動をシミュレーションする手法を開発した。

## 2.2 安全性を基本にしたプロセス設計の確立

安全性の確保のための安全防御層を組み込んだプロセス設計法の開発と異常時操作支援の環境を構築した。

### (1)安全性評価システム

異常時対応操作を含めた安全系を系統的に設計するためには、HAZOP、FTA、ETA から得られる危険評価情報に加えて異常伝播スピードが重要な要素である。これらを可能にする安全性評価システムのプロトタイプを開発した。

### (2)異常診断システムと測定点の最適配置

ある測定器が複数の原因による異常を検知可能であっても、それぞれの原因に対する対応操作が異なる場合には、どの原因による異常であるか識別できなければ適切な操作を行えない。そのような識別を行うために、新たな測定点の追加やその判断を支援する異常診断システムのプロトタイプを構築した。

### (3)異常診断

### (4)プラント異常時運転支援システムの構築

- 異常検知、
- 影響度の予測、
- 対応操作の必要性有無の判断、
- 異常原因の推定（異常診断）
- 最善対策の選択、
- 停止後の状況判断、

の6つの思考を基に、プラント異常時運転支援システムを構築した。

## 3 . 結論

本プロジェクトにより構築された基盤は、製造システムの安全性や操作性の評価、安全性を保証する製造システム設計、運転・操作手順の導出を可能にする技術情報基盤である。特に、情報共有や共同作業を視野に入れて、技術情報基盤の構築法の開発を整備したことが最も大きな成果である。現在(2002年)、この方法論を人工物循環系システム計画に展開している。

## 主な発表論文

- (1) Naka, Y., R. Batres, T. Fuchino: “Operational Design and its Benefits in Real-Time Use”, Proceedings of FOCAP098, Snowbird, Utah, July 5-10 (1998)
- (2) Batres, R., Y. Naka, M. L. Lu: “A Multi-dimensional Design Framework and its Implementation in an Engineering Design Environment,” Presented at the 5th ISPE International Conference on Concurrent Engineering, Tokyo, 15-17 (1998)
- (3) Kazuhiko Suzuki, Yukiyasu Shimada and Ichiro Nojiri: “An Object-oriented Approach for Computer-aided HAZOP for Batch Plants,” Proc. of European Safety and Reliability Conference 1998, ESREL'98, Vol.2, pp.1335-1342(1998)
- (4) Yukiyasu Shimada and Kazuhiko Suzuki: “Feasibility Study of Fault Diagnostic System using Multiple Neural Network,” Proc. of the 3rd International Conference on Advanced Mechatronics, ICAM'98, Vol.2, pp.814-819 (1998)