

# 生産ラインシミュレーション 統合型支援システム

(株) 豊田中央研究所 田中稔, 長屋隆之,  
ローザー・クリストフ,  
佐野範佳, 則竹茂年

## 1. はじめに

生産準備におけるリードタイム短縮や投資低減が叫ばれる中、生産システム設計・改善での事前評価ツールとして生産ラインシミュレータに対するニーズは益々高まっている。ただし現状では、シミュレータは「一部の専門家が使う検証用ツール」として利用される場合が多い。これは、本質的にシミュレータの利用が難しく(表1)しかも利用する上での技術やノウハウの多くが専門家の暗黙知としてのみ存在し、本来ユーザであるべきライン設計者がこれを活用する仕組みが無いと考えられる。

我々がこれまでにトヨタグループ数社と共同で開発した生産ラインシミュレータ“GAROPS”[1]は、独自のオブジェクト指向言語を用いて設備の属性、振舞いを各社でクラスライブラリ化できるという特徴を持ち、モデルの高精度化とエンドユーザレベルでのプログラミングレスモデリングを実現してきた。しかしながら、利用技術に関しては未だ多くの課題が残されており、自ら GAROPS を設計支援ツールとして活用できるライン設計者は限られている。

このような背景から我々は、ライン設計者自身によるシミュレーションを実現するための支援システムの開発を行うことにした。

## 2. 支援システムの概要

シミュレーション解析業務の分析を行った結果、専門家以外のユーザがシミュレータを利用するには、知識・事例の蓄積と再利用、操作・処理の自動化、解析機能の高度化(ライン挙動の正確な把握や改善案創出)などの複合的な支援策が必要と考えられた。

表1. シミュレーション解析業務の課題と本システムによる支援策  
(支援分類は上記 ~ に対応。\*はGAROPSにて対応)

フェイズ	難しさ, 注意点の例	支援分類
計画, 全般	検証目的, 要求精度等の明確化 ソフトの操作方法習得 正確な実データの入手方法と支援体制	-
モデリング	設備モデルの仕様の理解 データ入力 of 煩雑さ 乱数利用のノウハウ モデルの組み合わせや抽象化のノウハウ カスタマイズの為のプログラミング	, , , , *
実行, 解析	シミュレーション期間, 暖機期間の設定 信頼区間計算などの統計処理 グラフの読み方 出力結果から改善案へのフィードバック	, , , ,
適用	実ラインとの比較, 検証	-

これらを実現するためのシステムの全体像を図1に示す。ユーザと対話し、知識の提供とツールの自動制御を行うナビゲータ、工程設計情報からシミュレーションモデルを自動生成するモデルジェネレータ、シミュレーション結果を元にボトルネック設備検出や信頼区間計算(スループットや稼働率の)などの統計処理を行うアナライザ[2]、解析事例を蓄積・再利用するための事例ベースなどで構成される。

## 3. シミュレーションプロセス記述言語 EPML

解析業務をコンピュータによって支援するためには、手順やノウハウ、各種ツールの制御方法等を、コンピュータが解釈可能な書式でモデル化する必要がある。我々はXMLをベースに、シミュレーションプロセスモデリングのための標準スキーマ“EPML”(Engineering Process Markup Language)を策定した。EPMLには、Project Templateと、Project Instanceの二種の形式が存在する。前者は、ナビゲータで

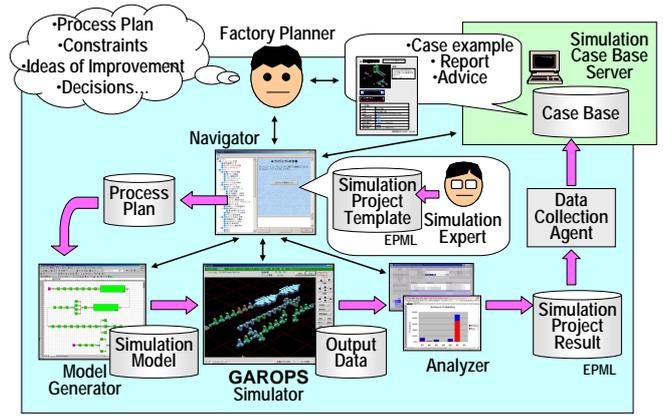


図1. 支援システム概要

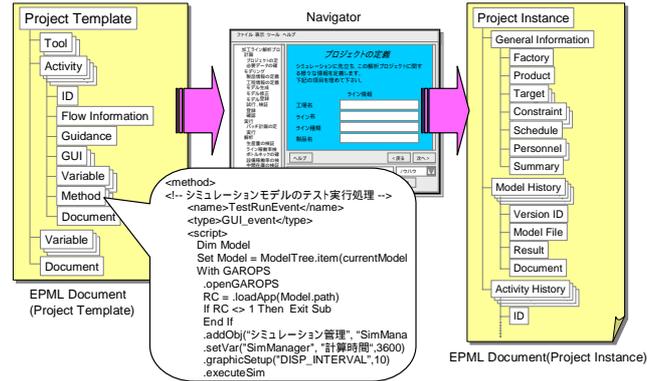


図2. EPML ファイルとナビゲータ

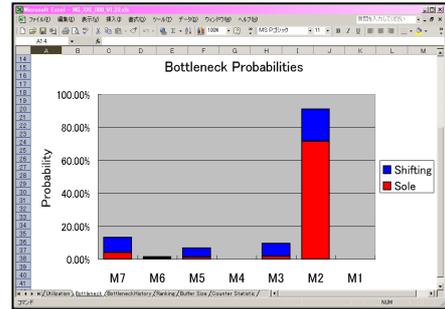


図3. アナライザ出力例 (ボトルネック検出結果)

用いる解析シナリオの記述に用いるもので、後者は、解析の結果やモデル更新履歴、ライン設計者の設計・改善ノウハウなどを記録し、事例ベースに蓄積するためのものである(図2)。

解析シナリオには、ツール制御処理などをユーザに代わって実行する際の振舞いの記述が必須である。EPMLで定義されたシナリオは階層的なサブタスクを持ち、更に各々のサブタスクはGUIや変数、メソッド群を持つ。これにより、ナビゲータは一種のインターフェイスエージェントとして機能し、タスク毎にユーザを支援する。

## 4. おわりに

シミュレーション専門家の知識をモデル化し、ライン計画者自身による解析を支援するシステムを提案した。本システムはモジュール毎に開発を進めており、今後、実際のライン設計事例への適用実験を行う予定である。

## 5. 参考文献

[1] Nakano, M, Sugiura, N, Tanaka, M and Kuno, T, "ROPSII: Agent Oriented Manufacturing Simulator on the basis of Robot Simulator", In Japan-USA Symposium on Flexible Automation, pp.201-208, (1994)  
 [2] Roser, C, Nakano, M and Tanaka, M, "Shifting Bottleneck Detection", 2002 Winter Simulation Conference, pp.1087-1094, (2002)