

## 企業モデリング・シミュレーションプロトタイプシステムの開発

(株) 豊田中央研究所 \*久保田文子 KUBOTA Fumiko

01404693 (株) 豊田中央研究所 中野冠 NAKANO Masaru

(株) 豊田中央研究所 佐藤守一 SATO Shuichi

### 1. はじめに

計算機を利用して、企業を全体的に支援する研究・開発が活発に進められている。これらの研究・開発は、サプライチェーンに注目するものと生産に注目するものの2つに分類できる。サプライチェーンに注目するもの[1][2]は、需要予測、納期回答、物流計画などの計画に焦点をあてた研究である。一方、生産については、これを支援するツール(CAD/CAM/CAE等)がたくさんあり、CIM(Computer Integrated Manufacturing)は、これらのインターフェイスを共通化する研究である。また、CIMOSA(CIM Open System Architecture)、GERAM(Generic Enterprise Reference and Model)[3]、Tove(Toront Virtual Enterprise)[4]のように、エンタープライズのモデリングの方法論の研究がある。

これらは、サプライチェーンか生産システムの設計かのどちらかに注目するものである。

私達は、この2つは共に企業全体を最適化するための重要な設計・計画要素である、という視点に立ち、内製のagent-oriented discrete-event simulation language“ROPL”[5][6]により、これらを統合してシミュレーションしながら、設計・計画の評価を支援するプラットフォームを開発した。

開発したプロトタイプの企業基本モデル、プロトタイプシステムの実現方法、およびシミュレーション実験例について紹介する。

### 2. 統合企業基本モデル

プラットフォームを作成するために、生産システムの設計とサプライチェーンを統合した生産型企業の企業エンティティおよび意思決定エンティティの抽出を行い、これらの間での、情報の流れの解析を行った(図1)。ここで、企業エンティティとは、販売、物流、工場、協力工場のようなフィジカルなエンティティを指し、意思決定エンティティとは、生産計画、工程計画、発注計画のよ

うなロジカルなエンティティを指す。以下、本モデルの特徴である。

- ・エンタープライズの中の、各エンティティの実行周期はいくつかに分類できる。製品設計のような、半年や1年といった長期的なもの、設備設計、レイアウト設計のような基本的には製品設計と同じ周期であるが、需要の変動等を受けて非定期的に実行されるもの、さらに、生産や販売のように時々刻々と実行されるものがある。
- ・企業の中を流れる情報は、製品の発注に関する情報の流れ、生産計画に関する情報の流れ、生産システムの設計に関する情報の流れ、工場の実績値に関する情報の流れ、の大きく4つに分類でき、これらが、エンタープライズの中で複数のループを作っている。

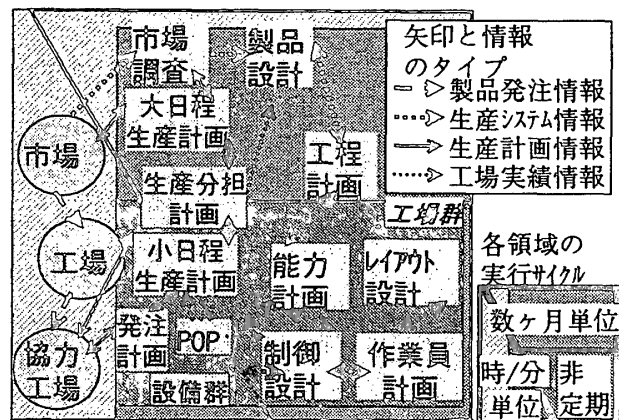


図1 統合企業モデル

### 3. 実現方法

上記のように企業のモデルは複雑であり、これを定式化して厳密解を求めるのは不可能である。そこで、本研究では、各設計・計画案をシミュレーションにより評価する方法をとった。

図2がプロトタイプシステムの構成であり、これをエージェント指向言語“ROPL”により実現した。ROPLは並列処理機能に優れており、周期の異なる各エンティティの実行や、需要変動等のト

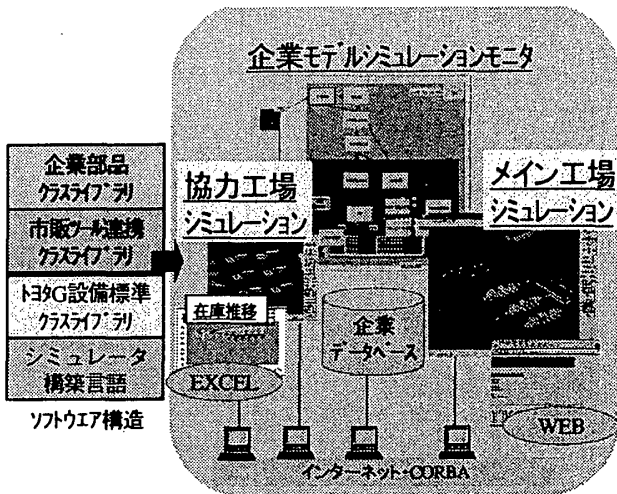


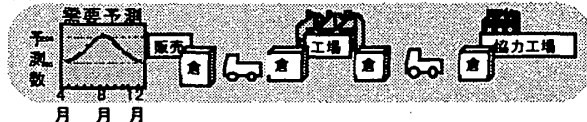
図2 プロトタイプシステムの構成

リガを受けての実行を比較的容易に記述できた。また、ROPLは、生産システムの設計で実績があり、設備等のクラスライブラリが既存にあったため、本システムは、これに、企業エンティティおよび意思決定エンティティからなる企業部品クラス、および市販ツール連携クラスを追加して実現した。市販ツール連携クラスは、現在の時点では、EXCELやデータベースなどと連携するのみであるが、CADなどのエンジニアリングツールとの連携機能なども組み込んでいく予定であり、各企業で使っているエンジニアリングツールを有効利用していく枠組みを考えている。また、各意思決定のロジックの変更・追加も可能であり、ロジックの比較・検討をする環境を提供する。

#### 4. シミュレーション実験例

作成したプラットフォーム上で、シミュレーション実験を行ったので紹介する。図3(1)に示すよ

##### (1)シミュレーションモデル



##### (2)シミュレーションによる需要ピーク時の供給能力確認、対応案検討

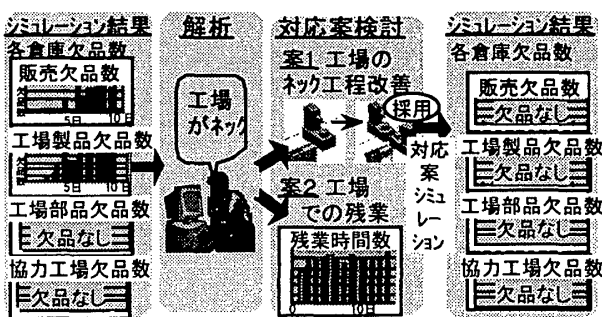


図3 シミュレーション実験例

うな需要予測の下、販売・工場・協力工場各1つずつからなるシンプルな例で、需要がピークに達する8月にも供給能力に問題がないか、問題があればどのように対応すればいいかを検討・評価したものである。この例では、各拠点での欠品に注目して供給能力を判定し、ネックである工場での対応案を検討した。ここでは、工程の補強と残業の2案を検討して工程の補強案を採用し、再度この案をシミュレーションして確認した。この例題では、この対応案で問題は解決したが、事例によってはネックの移動がシミュレーションの中で発見できることもある。

#### 5. まとめ

“生産システムの設計とサプライチェーンを統合した企業モデリング・シミュレーション”により、企業を多面的に検討・評価するためのプロトタイプシステムを開発した。また、シミュレーション実験により、企業内のネックの発見や、需要変動の影響予測および対応支援が可能であることを確認した。実験を通じて、単にシミュレーションするだけでなく、設計案や計画案を提示するような、ロジックの組み込みが必要であることがわかり、これを含めて今後拡張していく予定である。

#### 参考文献

- [1] S. Umeda and J. Albert, "AN INTEGRATION TEST-BED SYSTEM FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT," Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, pp. 1377-1385, 1998.
- [2] B. Sugato, J.B. Stephen, E. Markus and Y.L. Grace, "EXPERIENCE USING THE IBM SUPPLY CHAIN SIMULATOR," Proceedings of the 1998 Integrated Manufacturing, Vol. 7, No. 1, pp. 29-46, 1994..
- [3] P. Bernus and L. Nemes, "Modelling and Methodologies for Enterprise Integration," Chapman & Hall, pp.3-11, 1995.
- [4] M. Gruninger and M.S. Fox, "The Logic of Enterprise Modeling," Modeling and Methodologies for Enterprise Integration, Chapman & Hall, pp. 140-152, 1995.
- [5] M. Nakano, N. Sugiura, M. Tanaka, and T. Kuno, "ROPS II: Agent Oriented Manufacturing Simulator on the Basis of Robot Simulator," JAPAN-U.S.A Symp. on Flexible Automation, pp. 201-208, 1994.
- [6] S. Noritake, M. Tanaka, and M. Nakano, "MANUFACTURING SIMULATION LANGUAGE "ROPL" to BUILD OPTIMIZATION AGENTS," Proceedings of the 14th International Conference on Production Research, pp. 270-273, 1997.