

機関番号：32689  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20560388  
 研究課題名（和文）オーダーライフサイクルマネジメントと生産スケジューリングの融合に関する研究  
 研究課題名（英文）A Study on a cooperative fusion of Order Life-cycle Management and Production Scheduling

研究代表者  
 藤村 茂 (FUJIMURA SHIGERU)  
 早稲田大学・理工学術院・教授  
 研究者番号：00367179

## 研究成果の概要（和文）：

オーダーライフサイクルマネジメント(Order Life-cycle Management: OLM)は、製造業で扱われる様々な種類のオーダー情報の変化を管理する概念である。状況が動的に変化する環境において、OLMは有効な情報を与え、意思決定作業を迅速かつ的確なものにする。本研究では、高い性能のサプライチェーンを実現するために、生産計画・スケジューリング機能とOLMを協調的に融合する新しいアプローチを提案している。具体的にはオーダー遷移モデルを提案し、そのモデルを利用したオーダーデータベースを構築し、多段階生産計画・スケジューリング機能との接続プロトコルを整備している。

## 研究成果の概要（英文）：

Order Life-cycle Management (OLM) is to manage information changing in the life cycle of many kinds of orders utilized in manufacturing companies. It improves the smart and prompt decision-making in dynamically changing situations. In this study, the novel approach integrating many kinds of production planning and scheduling modules with an OLM system to realize the high performance Supply Chain Management (SCM) is proposed. The database for an OLM system according to Order Transition Model utilizes past records of order information with influence relations between orders. Many kinds of information are extracted from it and transferred to a production planning and scheduling module as a processing module in a multi-stage scheduling system.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成20年度	1,600,000	480,000	2,080,000
平成21年度	900,000	270,000	1,170,000
平成22年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・システム工学

キーワード：生産計画・スケジューリング，オーダーライフサイクルマネジメント，多段階スケジューリング，オーダー管理，サプライチェーンマネジメント

## 1. 研究開始当初の背景

オーダーライフサイクルマネジメント (Order Life-cycle Management: OLM) は、製造業で扱われる様々な種類のオーダーの情報の変化を管理する概念である。オーダーの生成から消滅までの状態 (生成, 受注, 生産, 出荷, 納入, 検収など) を管理し, その情報を可視化することによって, 動的に変化する状況に応じて迅速な意思決定を促し, さらに顧客に対する適確な情報提示により顧客満足を得ることを目標としている。エンタープライズリソースプランニング (Enterprise Resource Planning: ERP) ベンダーはこのような OLM の機能を様々な形で実現している。しかし, この OLM はオーダーの受注以後の状態の変化に重きを置いたもの (狭義 OLM) であり, 生産計画および生産スケジュール立案のために有効な受注以前の情報は管理の対象ではない。

一方, サプライチェーンマネジメント (Supply Chain Management: SCM) においては, サプライチェーンを構成する要素間での情報のスムーズな流れによって, 要素間での在庫推移を最適化することが重要視されている。しかしながら, 情報伝達のインフラストラクチャの整備は広く行われているが, これについても受注以前の情報の有効利用は行われていないために, 大きな改善効果が得られていない。受注以前の情報としては, 例えば, 数量未確定の情報, 受注確定であるが仕様未確定の情報などがあり, これらの情報によって, 将来の生産能力の予測による作業員の確保, 受注コントロールおよび精度の高い納期回答, 原料の先行手配による短納期化などが可能となるであろう。

このような SCM を実現するためには, 生産計画および生産スケジュールリングの技術が重要である。一般的にオーダー情報は中長期戦略および戦術レベルの生産計画機能では情報が集約されて扱われ, 短期運用レベルの生産スケジュールリング機能ではその集約された情報は詳細な情報に変換され扱われる。また, 生産スケジュールリング機能の中でも, このような情報の部分的な集約が必要な場合も多い。SCM ベンダーは, 生産スケジュールリング機能を提供しているが, 情報の集約の度合いに応じて異なるスケジュールリング手法を提供する機能は実現していない。集約された情報と詳細な情報を混在して扱うことは, 処理の高速化, 不足した情報から重要な情報を抽出するという点で非常に重要であり, このような情報に対応可能な多段階生産計画・スケジュールリングシステムが必要となっている。このようなシステムを実現するためには OLM との協調的融合が必要である。

## 2. 研究の目的

本研究の主旨は, サプライチェーンを構成する要素間でのオーダー情報の受注以前の状態の変化も視野に入れライフサイクルをさらに細かく捉え (以降, 広義 OLM と呼ぶ), その情報を生産計画・スケジュールリングの機能とより頻繁にかつ親密に融合することによって, より高機能な SCM を実現することにある。

そこで, 本研究では, 広義 OLM の機能を実現するデータベースシステムを構築し, 多段階生産計画・スケジュールリング機能との協調的融合を図ることを目的としている。そのため, 以下のような2つの研究課題に取り組む。

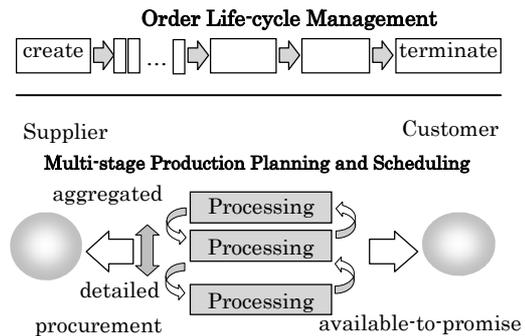


図1 OLM と多段階生産計画・スケジュールリング機能との協調的融合

### (1) 広義 OLM で扱うオーダー情報の一般化データベースの実現

オーダー情報の詳細情報は様々な属性を持つ。それに対して広義 OLM で扱うオーダー情報はそれらの属性の値の欠落あるいはあいまい値の設定が必要であり, このような特性に対応するデータベースの設計が必要である。また, CSCW に基づく顧客オーダーのネゴシエーションの場を実現する手法について検討を行い, 実問題の事例におけるデータベースの整理を行う。本研究における広義 OLM の一般化データベースは, このような検討のもと多くの事例への適用を考慮して実現する。

### (2) 多段階生産計画・スケジュールリング機能の提案

研究代表者は, 平成 16 年度～平成 17 年度科研費において「自己構築型スケジュールリングシステムに関する研究」を行った。自己構築型スケジュールリングシステムとは, スケジュールリング業務におけるユーザの操作を通じて, スケジュールリングに必要なマスタ情報やスケジュールリング手法をシステムが学習し, その学習した情報をユーザの支援機能として利用するシステムである。このシステムは, 様々な種類のプロセスへの適用が可能であり, かつ, ひとつのプロセスに対しても,

状況に応じていくつかの異なるスケジューリング機能を実現するために利用可能である。そこで、このスケジューリングシステムを基盤技術として、広義 OLM から提供される種々のオーダ情報の形態に応じて、多段階に意思決定を行う多段階生産計画・スケジューリング機能の検討を行う。そして、広義 OLM データベースシステムと、多段階生産計画・スケジューリング機能との協調的融合を図る方法を検討する。

### 3. 研究の方法

本研究では、以下の手順に従って最終的な目的である広義 OLM データベースシステムと多段階生産計画・スケジューリング機能との協調的融合を図るフレームワークの実現を目指した。

#### (1) 企業ヒアリングの実施

ERP, SCM を導入している企業から広義 OLM と生産計画・スケジューリングシステムとの連携に関する要望が多い。そこで、この連携に関して、実際の企業3社から要望をヒアリングした。ヒアリングを通じて連携の一般化の可能性について検討を行った。また、生産スケジューリングシステムのプロトタイプを作成し、そのシステムをベースに業種毎に異なるスケジューリング手法について整理した。更に、受注システムとの連携についても評価を行い必要な機能を整理した。

#### (2) ERP・SCMにおける狭義 OLM の融合方法の現状調査

ERP ベンダー、SCM ベンダーが提供している狭義 OLM と生産計画・スケジューリング機能との融合方法について調査を行い、望まれる機能に対する現状の問題点を整理した。

#### (3) 広義 OLM で扱うオーダ情報の一般化データベース構造設計

広義 OLM で扱う一般化データベース構造の設計を行った。ヒアリングを行った企業でのユースケースを活用し、UML を用いてデータベースと外部システムとの連携方法のモデリングを行った。広義 OLM で扱うオーダ情報における情報の欠落、変化、情報間の関連の扱い方について、いくつかの事例を通じて検討を行った。そして、オーダ情報の変化を管理するためのオーダ推移モデルを提案した。

#### (4) 納期回答システムのプロトタイプの作成

顧客と広義 OLM データベースシステム、および、生産計画・スケジューリングシステム間でのデータの関連において、広義 OLM のオーダ情報に対する納期回答の機能の実現方法を検討した。バッチ方式とリアルタイム方式を組み合わせた納期回答機能を提案し、その有用性をシミュレーションによって

明らかにした。

#### (5) 多段階生産計画・スケジューリング手法の実現方法の可能性について検討

多段階生産計画・スケジューリング機能を実現するために、既開発の自己構築型スケジューリングシステムの機能を利用し、その機能をさらに強化した。このシステムは、一般企業で利用してもらい評価してもらうために Web 公開を開始した。実際の企業の運用データを入手し、そのデータをこのシステムに適用し、多段階生産計画・スケジューリング機能において、スケジューリング処理をどのように行うかを検討した。処理で利用される共通処理内容を、多段階生産計画・スケジューリング機能として利用可能な部品として抽出し、それらを利用する仕組みを検討した。また、多段階生産スケジューリングで用いる共通部品は、様々な視点（時間、利用資源など）からスケジュールを検討できるようにしなければならない。そこで、検討方法に応じてマスタ情報を変化させることができるような部品の一般化を検討した。

#### (6) 広義 OLM データベースシステムと多段階生産スケジューリングシステムの協調的融合のためのフレームワークの実現

広義 OLM を中核とした多段階生産計画・スケジューリングシステムの連携フレームワークを実現した。

—OLM データベースシステムと多段階生産計画・スケジューリングシステム連携フレームワーク:

多段階生産計画・スケジューリングシステムは、様々なレベルで意思決定を行うスケジューリング機能を提供する。OLM データベースシステムでは、オーダの推移モデルに従ってオーダ情報が管理される。各生産計画・スケジューリング機能で抽出すべき情報は異なり、多段階生産計画・スケジューリングシステムと連携するために、個々の生産計画・スケジューリング機能を実現する処理モジュールからオーダ内部情報の可視情報を制御する仕組み、オーダ間の関連に従って情報の整合性を保つ仕組みを提案し、そのフレームワークを実現した。

—多段階生産計画・スケジューリング機能を実現する処理モジュールの整理

多段階生産計画・スケジューリング機能を実現する処理モジュールでは、個々のスケジューリング結果が適時相互に影響を与える仕組みが必要である。OLM データベースシステムで扱うオーダは、様々な抽象レベルのものを対象とし、その抽象レベルによってレシピも異なる。そこで、そのような抽象度の異なるレシピを生成するライトウェイトレシピ生成の仕組みを提案し実現した。また、

スケジュール情報を種々の自由な観点から表示できるマルチビューガントチャートの仕組みも提案し実現した。

フレームワークを利用するための業務プロセスモデリング手法

OLM データベースシステムと多段階生産計画・スケジューリングシステム連携フレームワークを利用してスケジューリングシステムを実現するためには、業務分析および業務プロセスのモデリングが必要であり、これらの過程を支援するモデリング手法を提案した。

#### 4. 研究成果

研究成果として、広義 OLM データベースシステムと多段階生産計画・スケジューリング機能との協調的融合を図るフレームワークを提案した。このフレームワークでは、OLM のデータ推移モデルをまず提案し、OLM データベースシステム内でのデータの管理方法を明確にした。そして、OLM データベースと多段階生産計画・スケジューリングシステム、あるいは受注システムとの連携を行うためのプロトコルを定義し、OLM 内部でのデータの整合性を保つ仕組みを提案した。そして、多段階生産計画・スケジューリング機能を提供する処理モジュールに必要な機能を明確にした。

このようなフレームワークを評価するために、実際の製造プロセスのデータを入手し、いくつかの処理モジュールを作成し、その有用性を評価した。

要素技術については、5 件の雑誌論文としてその内容をまとめている。全体のフレームワークについては、3 件の国内学会発表、2 件の国際学会発表（論文採録済み）として内容を報告している。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 5 件）

- (1) Wenqiang Zhang, Shigeru Fujimura: "Multiobjective Process Planning and Scheduling Using Improved Vector Evaluated Genetic Algorithm with Archive", Transaction On Electrical and Electronic Engineering IEEJ Trans., 査読有, Vol.7, Issue 3, 2012(To be published)
- (2) Xin Wei, Shigeru Fujimura: "Multi-update Mode Quantum Evolutionary Algorithm and Its Applications to Combination and Permutation Problems", Transaction On Electrical and Electronic

Engineering IEEJ Trans., 査読有, Vol.7, Issue 2, 2012(To be published)

- (3) Hai Xue, Xuerui Zhang, Yasuhiro Shimizu, Shigeru Fujimura: "Conception of self-construction production scheduling system", Electronics and Communications in Japan, 査読有, Vol.93, No.1, 2010, pp.19-29
- (4) Wei Weng , Shigeru Fujimura: "Distributed Intelligence Approaches for Weighted Just-In-Time Production", Transaction On Electrical and Electronic Engineering IEEJ Tans., 査読有, Vol.5, No.5, 2010, pp.560-568
- (5) Wei Weng , Shigeru Fujimura: "Self Evolution Algorithm to Minimize Earliness and Tardiness Penalties with a Common Due Date on a Single-Machine", Transaction On Electrical and Electronic Engineering IEEJ Trans., 査読有, Vol.3, Issue 6, 2008, pp.604-611

〔学会発表〕（計 5 件）

- (1) Shigeru Fujimura: "Development Methodology for Production Scheduling Systems using Business Process Modeling", 21th International Conference on Production Research, July 31- August 4, 2011, Stuttgart, Germany
- (2) Shigeru Fujimura: "Cooperated Integration Framework of Production Planning and Scheduling based on Order Life-cycle Management", KEPS Workshop(Knowledge Engineering for Planning and Scheduling), 21st International Conference on Automated Planning and Scheduling, June 11- 16, 2011, Freiburg, Germany
- (3) 藤村 茂: "業務プロセスモデリングによる生産管理のためのシステム開発", 平成 23 年電気学会全国大会シンポジウム, 2011 年 3 月 18 日, 大阪
- (4) 藤村 茂: "バッチプロセス産業におけるオーダーライフサイクルマネジメントと生産スケジューリングの融合", スケジューリング・シンポジウム 2010, 2010 年 9 月 11 日, 東京
- (5) 藤村 茂, 福井 淳: "オーダーライフサイクルマネジメントと生産スケジューリングの融合", 平成 2 2 年電気学会 C 部門大会, 2010 年 9 月 2 日, 熊本

[その他]  
ホームページ等

<http://www.fujimura-lab.org/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤村 茂 (FUJIMURA SHIGERU)  
早稲田大学, 理工学術院  
大学院情報生産システム研究科, 教授,  
研究者番号: 00367179