

平成 23 年 5 月 23 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19510144  
 研究課題名（和文） 供給プロセスの全体最適を考慮した JIT 環境下での先進的製造・物流管理方式  
 研究課題名（英文） Advanced production and distribution method considering total optimization under the JIT supply process environment  
 研究代表者  
 柳 在圭（Y00 JAEKYU）  
 金沢大学・経済学経営学系・教授  
 研究者番号：20324494

研究成果の概要（和文）：生産システムの柔軟性を保ちながら、企業内のシステムの効率化を促すことを可能である Pull-Push 型生産方式と呼ぶ先進的な生産方式の開発を行った。また、開発した生産方式をサプライチェーンの物流システムに応用することを目指した。その結果、製造環境の変化に対して提案生産方式が JIT 生産より優れた生産方法として期待できることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We developed an advanced manufacturing system called Pull-Push type production method. It is possible in promoting the process efficiency while keeping production flexibility. Moreover, we tried to apply the proposed method to a distribution system of the supply chain. After all, we clarified that the proposed method is superior to JIT production for changes in production environment.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：システム工学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 ・ 社会システム工学・安全システム

キーワード：経営工学

## 1. 研究開始当初の背景

製造環境において、生産のグローバル化や需要の多様化に対して迅速かつ柔軟に対応

するために、製品開発期間の短縮など多くの課題が認識されている。なかでも、物流システムを含む多数の工程から成る生産システムの全体的な効率性の向上のための生産方

式に関する研究は、これからの産業界を支えて行く上で、大学を始めとする研究機関にとっても極めて重要な位置づけにある。トヨタによって提案された JIT(Just-In-Time) 生産における Pull 型生産は、大量生産時代に行われていた Push 型の問題点である過剰な在庫を削減するために考案された手法である。しかし、多品種少量生産においては、変化に柔軟に対応できないなど新たな問題点が認識されている。Pull-Push 型生産方式は、相矛盾することなく両手法の利点のみを引き出すことに着目した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、経済環境の変化に対して生産システムの柔軟性を保ちながら、企業内のシステムの効率化を促すことを可能である Pull-Push 型生産方式と呼ぶ先進的な生産方式の開発にあった。また、開発した生産方式を産業界でも注目されているサプライチェーン(Supply Chain)の物流システムに応用することで、企業内の効率性のみならず、企業間における全体最適化の実現を目指した。このため、生産システムの全体に渡って異なる生産方式における生産制約および需要変動により生じる納期ずれ、仕掛かり在庫、設備の遊休などの生産効率に関する問題点を明らかにした。また、その問題点を解決する方法として各工程の生産形式(ロット生産、多品種生産など)に応じて生産の分散機能(Pull 型)と分散機能に対する制御機能(Push 型)を併用する Pull-Push 型生産方式を提案した。Pull-Push 型生産方式において、Pull 型の目標と Push 型の目標を同時に達成するために、多目的性を考慮し、各生産工程の最適な生産スケジューリング手法を開発

した。さらに、提案生産方式をサプライチェーンモデルの物流システムに適応を試みた。

## 3. 研究の方法

提案する Pull-Push 型生産方式の生産ルール、工程間の生産指示の伝達方法、適用のために必要な前提条件などを既存の手法(JIT 生産、TOC)と比べ、その基本的な構成要素と特性を明らかにした。さらに、Pull 型や Push 型の機能を加え、2つの工程間の生産指示情報とモノの流れに関する詳細を以下の(a)~(c)の方法を通じて決定した。

- (a) 既存の Pull 型である基点在庫方式、かんばん方式、CONWIP(Constant Work-In-Process)、ハイブリッド方式などの特性を十分に検討した上で、それらの中から各工程の特徴との整合性が高い Pull 型を提案する Pull-Push 型生産方式の生産指示情報の伝達方法とした。
- (b) 後工程からの生産指示による要求(納期)に基づいて前工程の生産効率(稼働率の向上、仕掛り在庫の低減)を高めるために、全体的な効率性を考慮した前工程の生産調整手法(実態は生産スケジューリング手法)を開発した。
- (c) Pull-Push 型生産方式において、設備故障や需要変動などによる生産指示のバラツキに対する柔軟性を高めるために、(b)で定めた生産調整手法について検討を行った。

上記の(b)において、2つの工程の効率性(前工程;稼働率、仕掛り在庫の低減、後工程;納期)を同時に考慮する多目的性を含め、実時間内に最適な生産スケジューリングを行

う必要があった。そのことから、スケジューリングの求解法としては、最適化問題の厳密解法を求めるよりも、むしろメタヒューリスティックに基づく求解法の開発を行った。さらに、Pull-Push 型生産方式の汎用性を高めるために、それを SCM の物流方式として適用可能性について検討した。

#### 4. 研究成果

異なる生産方式における生産制約および需要変動により生じる納期ずれ、仕掛かり在庫、設備の遊休などの生産効率に関する問題点を明らかにした。前工程（ロット生産：塗装工程）と後工程（多品種少量生産：組立ライン）間の生産において、既存の生産方式（Pull 型または Push 型）を適用した場合、多くの仕掛かり在庫なしでは生産不効率（ライン停止）が生じることを明らかにした。その問題点を解決する方法として各工程の生産形式（ロット生産、多品種生産など）に応じて生産の分散機能（Pull 型）と分散機能に対する制御機能（Push 型）を併用する Pull-Push 型生産方式を提案した（図1）。

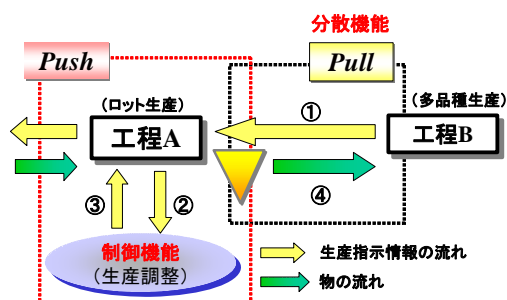


図1. Pull-Push型生産

また、多目的最適化問題（在庫レベルとライン停止時間の最小化）を考慮した Pull-Push 型生産方式のスケジューリング方

法を多目的最適化分析方法を用いて開発した。さらに、2つの工程（塗装工程と組立ライン間）を対象とし、計算機シミュレーションを通じて提案スケジューリング手法の有効性を検証した上でこれらの研究成果を国際学会などの研究発表で大きな反響を得られた。

さらに、本研究で得られた成果は、単なる方法論や概念の提案にとどまらず、実際の生産システムへの適用を前提とした研究開発を行ったことにより、提案する Pull-Push 型生産方式の応用範囲の広い拡張性や、全体最適化および製造環境の変化に対する柔軟性の観点から、JIT 生産より優れた生産方法として定着が期待できる。

しかし、提案した Pull-Push 型生産方式の応用範囲拡張として工場内の全工程のみならず、企業間におけるサプライチェーンマネジメントへの適用において有効的な物流システムとして定着が期待されるが、定量的な評価や実際の SCM への適用に関する検証が今後の課題となる。

#### 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1件）

① 清水 良明、和気 憲矢、柳 在圭、混合品種組立てラインへの製品投入順序に関する多目的解析、システム制御情報学会誌、53(2009)、49-57、査読有

〔学会発表〕（計8件）

① Shimizu Y., Waki T., and Yoo JK., Multi-Objective Optimization Planning of Mixed-Model Assembly Line, Proc. 11th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference, 2010年12月8日, Renaissance Hotel Melaka (Melaka, Malaysia), 査読有

② Shimizu Y., Fujiku T., and Yoo JK., A Hybrid Meta-Heuristic Approach for Multi-Commodity Logistics Optimization

over Planning Horizon, Proc. 4th Int. Symp. on Scheduling, 2009年7月4日, Nagoya Institute of Technology (Nagoya, Japan), 査読有

③ Yoo JK., and Shimizu Y., A Practical TOC Scheduling Method Using Pull-Push Production Concept, The 9<sup>th</sup> Asia Pacific Industrial Engineering & Management System, 2008年12月5日, Nusa Dua Beach Hotel (Bali, Indonesia), 査読有

④ Shimizu Y., Waki T., and Yoo JK., Comparison of Multi-objective Analysis Methods Applied to a Sequencing Planning of Mixed-model Assembly Line, The 9<sup>th</sup> Asia Pacific Industrial Engineering & Management System, 2008年12月4日, Nusa Dua Beach Hotel (Bali, Indonesia), 査読有

⑤ Shimizu Y., Waki T., and Yoo JK., Multi-Objective Analysis For A Sequencing Planning Of Mixed-Model Assembly Line, 2008 International Symposium on Flexible Automation (ISFA), 2008年6月24日, Georgia Institute of Technology, (Atlanta, Georgia, USA), 査読有

⑥ Yoo JK., Moriyama, T., and Shimizu Y., A Practical Method for Solving Simultaneous Sequencing Problem of Mixed-Model Assembly Line and Paint Line under Multiple Objectives, Proc. 8th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference, 2007年12月12日, Ambassador Hotel (Kaohsiung, Taiwan), 査読有

⑦ Shimizu, Y., Multi-objective Decision Making Support toward Flexible Product Design Optimization, Proc. 8th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference, 2007年12月11日, Ambassador Hotel (Kaohsiung, Taiwan), 査読有

⑧ 柳 在圭, 森山 卓也, 清水 良明, 多目的最適化手法による生産ラインの製品投入順序づけ, 日本機械学会年次大会, 2007年9月10日, 関西大学 (大阪)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

柳 在圭 (YOO JAEKYU)  
金沢大学・経済学経営学系・教授  
研究者番号: 20324494

### (2) 研究分担者

清水 良明 (SHIMIZU YOSHIAKI)  
豊橋技術科学大学・工学部・教授  
研究者番号: 10109085

### (3) 連携研究者

該当なし