

JIT生産システムのシステム・シミュレータによるモデル化の検討

02501986 九州東海大学 *星子 高範 HOSHIKO Takanori
 01703336 九州東海大学 山口 紀生 YAMAGUCHI Norio

1.はじめに

JIT (Just In Time) 生産システムの最適運用について考える場合には、生産指示情報（いわゆるカンバン）の流れと加工部品の流れの方向が異なるため、それらの間の対応関係を明確にしておくなければならない。

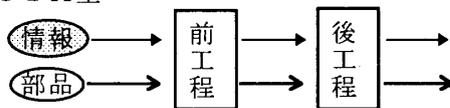
ところで、システム・シミュレータを用いて JIT 生産システムをモデル化するさいには、デュアルカンバン方式が主流である¹⁾。しかしながらこの場合、モデル化にさいして用いられるカンバンの定義が研究者によって異なるため、従来のカンバンの概念（引取りあるいは仕掛け）²⁾との対応がはっきりしない。

そこで本報告では、JIT 生産システムにおける加工部品の物理的流れ、カンバンの物理的流れおよびカンバンが含む情報との対応関係について考察する。そして、新しいモデル化のロジックを提案し、従来のデュアルカンバン方式によるモデル化との比較・検討をおこなう。

2. J I T 生産システム

生産方式は、PUSH 型と PULL 型の 2 つに大別される。これらの各タイプにおける情報と部品の流れを定性的に示したものが図 1 である。

PUSH 型



PULL 型

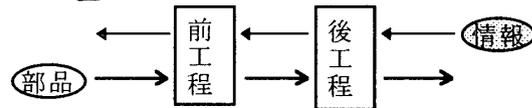


図 1 PUSH 型、PULL 型における部品と情報の流れ

このうち前者は、押し込み生産という意味であり、古くから用いられてきた生産方式である。この場合、加工部品と生産指示情報は共に前工程から後工程へと流れる。他方、後者の PULL 型は、引取り生産という意味であり、PUSH 型とは生産方式の概念が大きく異なる。すなわち、部品の加工要請を後工程から前工程に向けて発することによって、必要な物を、必要な時に、必要な量だけ生産

することになり、在庫削減を実現することができる。この PULL 型を本稿では JIT 生産システムと呼ぶ。この場合、加工部品の流れとは逆の方向に流れる生産指示情報はカンバンによって伝えられることになる。それを示したものが図 2 である。

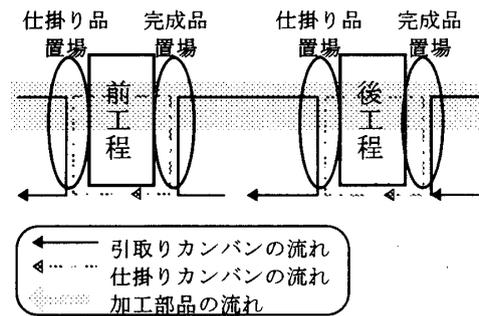


図 2 JIT 生産システム

この図 2 に示されるように、JIT 生産システムでは、仕掛けカンバンと引取りカンバン間の情報の引き渡し、具体的にはカンバンの付け替えがおこなわれる。そのさい、

- 前工程の完成品置場と後工程の仕掛け品置場間の加工部品の移動単位量や移動手段をどうするか？
 - 前工程の完成品置場と後工程の仕掛け品置場を統合するか？
 - カンバンを加工部品、パレットあるいはコンテナのうちどのユニット毎につけるか？
 - カンバンの付け替え作業をどの場所でどのようなタイミングでおこなうか？
 - カンバンの置場を別途に設けるか？
- などの条件は、実際の生産現場によって異なるため、さまざまな形態をとることになる。

3. システム・シミュレータによるモデル化

本節では、カンバン方式のシステム・シミュレータによるモデル化について考える。まず、従来のデュアルカンバン方式によるモデル化では、図 3 に示すように、2 種類のカンバンのマッチング法を採用している¹⁾。なお、この例では、工程数は k とし、図 2 において各工程間にあった完成品置場と仕掛け品置場が 1 つのバッファとして統合されている。そして、そのバッファには、あらかじめ計画された量の仕掛け品が配置されている。

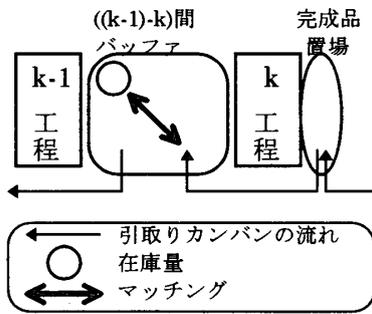


図3 デュアルカンバン方式によるモデル化

この図における生産指示情報と加工部品の流れのプロセスは、以下ようになる。

- 1 顧客からの受注量 α が記入されている引取りカンバンを k 工程直後の完成品置場に送る。
- 2 受注量 α と、 k 工程直後の完成品置場にある在庫量 b_k とをマッチングさせる。
- 3 k 工程直後の完成品置場から α 個の完成品を発送セクションに移動させる。
- 4 引取り量 α が記入されている引取りカンバンを $(k-1)$ - k 間バッファに送る。
- 5 引取り量 α と $(k-1)$ - k 間バッファにある在庫量 $b_{(k-1)-k}$ とをマッチングさせる。
- 6 k 工程で α 個の部品の加工を開始する。

このような流れを順次前工程に遡ることによって、各バッファにおける在庫量はつねに一定に保たれることになる。ところで、このデュアルカンバン方式の場合、上述のプロセスからもわかるように、従来の引取りカンバンはそのまま使用されているが、もう一方のカンバンは各バッファでの在庫量を示すためにのみ用いられており、従来の仕掛りカンバンの定義とは異なっている。このため以降では、このデュアルカンバン方式を（引取りカンバン+在庫情報）方式と呼ぶ。

このモデル化に対して、本報告では図4に示すようなモデル化を提案する。

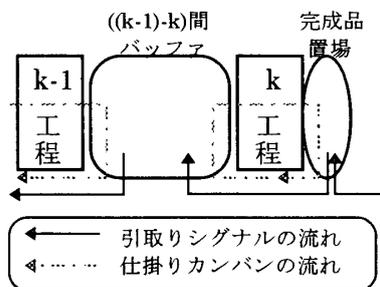


図4 提案する方式によるモデル化

この図における生産指示情報と加工部品の流れのプロセスは、以下ようになる。

- 1 顧客からの受注量 α が記入されている引取りカンバンに相当するシグナルを、 k 工程直後の完成品置場に送る。
- 2 k 工程直後の完成品置場から α 個の完成品を発送セクションに移動させる。
- 3 k 工程直後の完成品置場にある現在の在庫量が限界在庫量より少なくなった場合には、基準在庫量までの充足個数 β を引取りカンバンに相当するシグナルとして $(k-1)$ - k 間バッファに送る。
- 4 $(k-1)$ - k 間バッファにある在庫量 $b_{(k-1)-k}$ 個のうち、 β 個に仕掛りカンバンを付与する。
- 5 k 工程で、仕掛りカンバンのついた β 個の部品の加工を開始する。

このモデル化においては、従来の引取りカンバンはシグナルとしてモデル化されている。また、従来の仕掛りカンバンの枚数に対応するものが変数として取り扱われ、各工程での加工個数の制御に用いられている。以降では、これを（引取りシグナル+仕掛りカンバン変数）方式と呼ぶことにする。

4. 計算結果およびまとめ

前節で述べた2種類の異なったモデル化ロジックにより、4工程を直列に並べたフロー型生産ラインについて、ARENA³⁾を用いてシミュレーションをおこなった。当然のこととして、同一の結果が得られるが、これについては、当日発表する。ここで、両方式の長所および短所を以下のようにまとめることができる。

- (a) (引取りカンバン+在庫情報) 方式
 - ・プログラムステップ数は少ない。
 - ・実際の仕掛りカンバンがプログラム上では表れないので、イメージが掴みにくい。
- (b) (引取りシグナル+仕掛りカンバン変数) 方式
 - ・加工部品の種類毎に、仕掛りカンバン変数を設定しなければならないので、プログラムステップ数が多くなる。
 - ・引き取りカンバンが保持する情報の伝達をシグナルとして捉えるので、むしろ自然である。
 - ・仕掛りカンバンの必要枚数などが導出しやすい。

参考文献

- 1) M. S. Seppanen: "Job shop Simulator Using SIMAN V and Lotus 1-2-3", *New Directions in Simulation for Manufacturing and Communication*, (1994), ed. by S. Morito et al., *Operations Res. Society of Japan* pp. 344-349.
- 2) 小谷重徳: "かんばん方式の数理", *日本オペレーションズ・リサーチ学会誌*, Vol. 32, No. 11, (1987).
- 3) C. D. Pegden 他著, 高桑宗右エ門訳: 「生産システム・シミュレーション -アプローチと SIMAN-」, コロナ社, (1993).