

# 生産システム設計のための待ち行列モデル

山崎 源治, 逆瀬川 浩孝

生産システムは、昨今の産業界における熟練技能労働力の不足、若年層の労働価値観の変化に対処するために可能な限り“自動化”を促進して、“省力化”をはかることが必然的な成行となっている。また生産形態の面からみると、経済が成長し、社会が豊かになるにつれて、他人より異なる種類の物をもちたいという人間の欲望が高まり、必然的に製品の多様化と一品種少量化（多種少量生産）がうながされてきている。生産の自動化に関しては、機械生産の分野では、数値制御（NC）機械の集合（工作機械に限らず、ロボット、搬送装置、自動倉庫等を含む）をコンピュータに直結した自動生産システム、コンピュータ総括制御（DNC）システム、これに自動設計、自動工程計画、自動加工計画を加えたコンピュータ支援生産（CAM）が技術的には実現可能な段階に達している。したがって、これからの生産システムは、CAMによる多種生産とみなすことができる。一方、このような生産システムを実現させるためには、高額の投資を必要とするため、熾烈な企業競争に打ち勝つためにはその導入にさいして経済性（投資採算性）の検討、システムの効率的設計・運用が必要不可欠の要因となる。

このシステムの効率的設計・運用の面で確率モデルが重要な役割を果たす（と筆者は考えている）。よく生産システムの決定論的モデルのアナリストから、「本来、生産システムでのジョブの加工時間は生産計画が決まると確定するため、確率的に扱うのはおかしい」という批判をよく耳にする。この批判は、システムの設計、運用レベルを混同したものである、と筆者は考えている。すでに1つのシステムが存在し、ある生産期間（たぶん数カ月のオーダー）での生産計画が決まり、その期間内で作るおおまかな製品の種類、作る順序・数量が決まったなら、そのなかでシステムを効率的に運用するためには、決定論的モデルが重要な役割を果たすことになる。しかし、そのシ

ステムはその期間だけではなく、相当長期間にわたって使用されるため、その構造は種々の生産計画に対して長期間にわたって効率的でなければならない。すなわち、そのシステムの設計の段階で、種々の生産計画に対して長期間使用する、という前提のもとで構造の要素（マニングセンター（MC）、搬送装置・ルート等）を決定しなければならない。

換言すれば、そのシステム構造は、適当な評価尺度のもとで、MC等でのジョブの処理時間が確率変数であると仮定したとき、その分布形にあまり左右されないようなものでなければならない。このシステムの構造の決定（設計）段階で確率モデル（主に待ち行列モデル）が重要な役割を果たすわけである。この観点で生産システムをモデル化するとき、そのモデルを解析した結果の有用性からみて、生産システムを分類する必要がある。上述の「CAMによる多種少量生産」という立場から生産システムを分類すると、2つに大別できる。1つは、ジョブのシステム内での流れによるものである。これは、ステーション（ジョブが何らかの処理を受ける所）の集合からなり、各ジョブはその中のいくつかで処理を受けたのちシステムを去るジョブショップと、ジョブショップの特別な場合であるが、処理すべきジョブがすべて同じ加工順序をもつ場合、すなわち必要なステーションを直列に並べたときジョブは一方向のみに流れる、流れ作業型のフローショップに分けられている。もう1つは、自動化の程度による次の3段階である。

**個別制御方式：**個々に独立したNC工作機械を数台～数十台、単にコンピュータでオンライン制御するDNCシステム。

**トランスファー方式：**フローショップで、加工プロセスに沿った一連の工作機械群を直列的に並べ、その間を自動搬送機で直結し、場合によって中間に仕掛品バッファを設け、全体をコンピュータ制御するDNCシステム。

**フレキシブル（柔構造）方式：**コンピュータに連結した数台～数十台のNC工作機と、自動搬送システムを備え、

やまざき げんじ 東京都立科学技術大学\*

\*〒191 日野市旭が丘6-6

さかせがわ ひろたか 筑波大学