



# 生産システム工学の研究

人見勝人\*

## 1. 生産システム工学の課題

新しくつくり出してこの世に効用をもたらす「生産」行為は、有史以来人類が営々と築き上げた所産である。昔はつくり出されたものが有形（製品）の場合が主体であったが、現今では無形財（サービス）を含んで、これら生産物を生産要素（生産対象、労働力、生産手段、生産情報）から産出するインプット・アウトプット・システムが生産過程であると解される。そして素材に形態の変換を加えたり（製造）、適切な時期まで保管して時間的に変換したり（在庫）、更に場所を変えることで価値の顕在化をはかったり（輸送・流通）する。これは“物の流れ”としての「技術的生産」であり、その有効性は「生産性」や「能率」によって評価される。

他方、上述の技術的生産の結果として、経済的には、価値の低い生産要素が価値の高い生産物になって、ここに「効用」が生成される。このとき、生産は人類にとって“有益”であるといえる。生産活動は多くは企業で行われるのであるが、その目的は価値増殖に伴う利潤の獲得である。これは生産を“価値（または金）の流れ”としてとらえる見方であって、「経済的生産」の基本である。これに対しては、生産の内部構造よりもむしろ生産の外部構造—市場・環境との関係、たとえば製品需要とか市場価格などが重要な役割を演ずる。

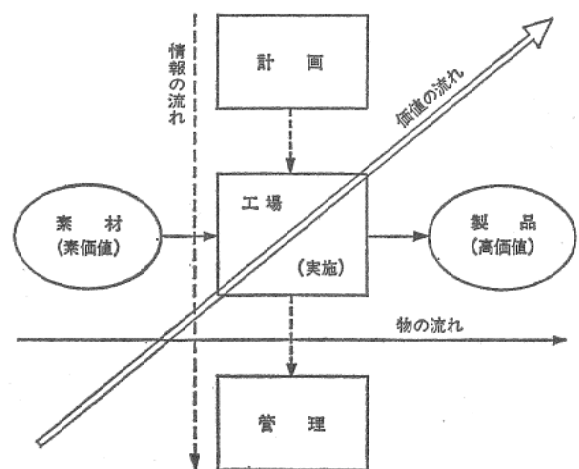
生産を“技術的”にも“経済的”にも効率化するには、生産システムの外部動向に基づいて、生産や販売の対象になる製品の計画をたて、素材から製品への変換手続を計画して運用

し、その成果に応じて統制を行う一連の経営（ないし管理）行為が必要である。この「効率的生産」の手順は“情報の流れ”を構成するものである。

このように生産システムは、“物の流れ”—工程システムと、“情報の流れ”—管理システムの両方が有機的に結合されてはじめて、高能率・効率的な運営がなされ、これに“価値の流れ”—価値システムの側面から経済性（収益性、採算）が計測されることになる（下図参照）。

この統合化・体系化された生産に関する学問が、「生産システム工学」である。これは基本的には次の5つのアプローチをとる（拙著「生産システム工学」共立出版、1970；“Manufacturing Systems Engineering”，Taylor & Francis, London, 1978 参照）。

- (1) 生産システム概念と基本構造を明確にすること、つまり生産システム（特に“物の流れ”）の設計の問題。
- (2) 生産システムを最適化すること、つまり生産の最適意思決定の問題。



生産における“物の流れ”，“情報の流れ”，および“価値の流れ”

\* 人見勝人 (Katsundo HITOMI), 大阪大学, 工学部, 産業機械工学科, 教授, 工博, 生産工学・経営システム工学

(3) 生産システムを制御すること、つまり生産の自動化の問題。

(4) 生産システムにおける“情報の流れ”を適切に行うこと、つまり生産の管理情報処理の問題。

(5) 生産システムにおける“価値の流れ”を明確にすること、つまり生産の経済性・社会性

の問題。  
そこでこれらの課題へ如何にアプローチしていくかについて述べよう。

## 2. “物の流れ”としての生産システムへのアプローチ

“物の流れ”の設計で基本的な課題は、素材を製品へ変換する手順—生産工程の計画・設計である。このための統一的な法則性は現段階では発見されていないが、いくつかの代替的生产工程の中から総生産時間や総生産費用を最小化する最適工程を見つけるために、動的計画法やネットワーク法の解析手段が解明された。更に基本的な加工パターンを設定して、ディスプレイ装置によるマン・コンピュータ対話方式で工程設計の自動化を行うコンピュータ・プログラムが開発された。

“物の流れ”としての生産システム研究の1つに生産現場における生産作業の最適化がある。これには従来、“最大能率基準”と“最小費用基準”があるが、筆者は新しく“最大利潤(率)基準”を提案し、この基準による最適生産条件が他の2つの基準による最適生産条件の中間に位置することが示された。これは「能率」と「費用」と「利潤」の関係を明らかにするものであって、企業における生産行動の規範になる。

これからの生産システムは多種少量生産を志向することになる。そのためには「柔構造の生産システム」を構築する必要がある。これに対しては、シミュレーションによる解明が主になされているが、循環待ち行列理論の適用によって、理論的解析が可能になり、たとえば素材を運ぶパレット数(生産システムの仕掛在庫量)の最適値を設定することができるようになった。

## 3. “情報の流れ”としての生産システムへのアプローチ

“情報の流れ”で最も大切な意思決定事項は、つくるべき製品の種類と数量である。この生産計画の手段としては、従来線形計画法が有効である。しかし線形性の仮定は現実には合わないことが多い。特に機械工場では、前述の生産条件を無視することができない。そこでそれを加味した一種の非線形計画問題が解明されて、各期に選択すべき最適の製品の種類と数量、並びに最適生産条件が精密に決定できるようになった。

多種少量生産では、各品目の最適の生産数量(経済的ロット量)と生産周期を適切に決定することが大切で、1台の機械で単一品目を処理する場合には、生産段取費用、製造費用、および在庫費用の総和を最小化するという古典的な解析がある。多品種で多段階工程という現実的な生産システムでは解析が厄介であるが、次第に最適化の途が開かれてきている。

近年多種少量生産技術の一つとして、グループ・テクノロジー(GT)が脚光を浴びている。この思想は多品種のものを形状、加工法などの類似性によって分類してグループ化し、大量生産の効果を得ようとするものであるが、これは管理技術であるスケジューリング(日程計画)にも適用できることが分ってきた。すなわち処理すべき多くの仕事群を共通性・類似性に応じてグループ分けしたグループ内とグループ間の最適順序付けを行うグループ・スケジューリングの解析をし、そのアルゴリズムが展開されている。

“情報の流れ”はコンピュータの積極的な利用によって効率化される。特にこれからの低経済成長期にあつて世の中の多様化製品への要求に沿うためには、生産システムは必然的に多種少量生産を志向する必要がある。この動的なジョブ・ショップ(多種少量生産工場)に対する一つのアプローチとして、コンピュータによるオンライン方式が考えられ、「オンライン生産管理システム」CAPIS(Computer-Aided Production Information System)として、

生産条件の最適化と同時に、マン・コンピュータ対話形式によるスケジューリング、並びに工程管理を自動的に行う途が解明された。

もう一つのアプローチは部品を見込量産方式でつくり、多様化した製品は注文に応じて組み立てる、「部品中心生産システム」の方式である。これは販売面からは、「オーダー・エントリー・システム」と称されるものであるが、この基本的なシステム設計が行われ、理論的にそのあり方が解明されると共に、コンピュータによる情報システムの実用性が検討され、多種少量生産への有効性が示された。

#### 4. “価値の流れ”としての生産システムへのアプローチ

“生産”の理念は人間社会に価値を提供し、効用を創成することであり、“生産システム”は生産活動を通じて人類社会に寄与すべき人工システムである。ここにおける“価値の流れ”は、貨幣価値的にはコスト低減と利潤最大化として

とらえられる。すでに“物の流れ”においても、“情報の流れ”においても、“費用概念”、“利潤概念”が提示されているから、これらを生産システム全体の立場から総合化して、“原価（コスト）の流れ”として把握することが先ず大切で、長期的な方略的生产計画が策定される。しかしこの立場の“価値”の創造は、その結果として利潤の獲得のみが目的化し、現今の資本主義体制下ではあくなき利潤追求に走り、企業の利権拡大に終始する観がある。その結果、天然資源の過剰使用と商品の大量生産・販売を通じて、資源の枯渇と環境破壊（公害）の問題を生ぜしめ、ひいては人類の生存基盤をもゆるがすことになる。従って未来の産業構造の変化を洞察し、社会全体の調和のなかに、節度ある適正な利潤の獲得と安定成長の途を模索し、あわせて社会公共福祉のために、“生産システム”を構築し、運用する努力を傾けることが望まれるのである。

## 中 達 壮 行 の 辞 より

春

今年もまた春がやって来た。人びとにとって一番楽しい季節がやって来た。

年年歳歳花相似たり  
歳歳年年人同じからず

私にとって、春はこの詩の通りにやって来る。研究室という私たちの小さな社会は、春三月に卒業生を送り出し、四月には新しい学生を迎え入れる。年年歳歳同じように春がやって来ると、研究室の時はうつり、人は変わる。送る感情と、迎える希望、成果の収穫と新しい種蒔き、とにかく複雑な気持と云いたい。

若者たちは私の前を通り過ぎて行く。だが私は来る年も来る年も、同じところに立ち止まって、じっとその足音に耳を澄まし

ている。

今年も、巣立って行く若者たちに、彼等が余り聞いたことのない話をしてやろうと考えた。日本人の心の支えとなっている儒教の精神を思い起こさせるために、漢文や漢詩から引用して、彼等の将来に役立つような事柄をプリントし、その講釈を長講一番試みたわけである。題して「壮行の辞」という。

その中の文句の一つでも覚えてくれればよい。いや、彼等の長い生涯のうちに、その一つでも思い出し、なるほどと実感してくれればよい。いやいや、覚えたり思い出したりしてくれなくても、私の長舌を聞いている間だけでも、何かを感じてくれればよい。そんな気持であった。（つづく）