

ORによる 在庫管理システム

北原貞輔 ◆ 児玉正憲 共著

九州大学出版会

ORによる 在庫管理システム

北原貞輔 共著
児玉正憲

九州大学出版会

(著者紹介)

きた はら てい すけ
北 原 貞 輔

1952年 九州大学理学部数学科卒業
同 年 九州大学理学部助手
1953年 K.K. 不二越入社
生産技術課長, 品質管理課長, 技術企画課長などを歴任
1965年 和歌山大学助教授 (経済学部産業工学科)
1970年 和歌山大学教授
1981年 九州大学教授, 経済学博士 (経済学部経済工学科)
経営システム論, 管理工学専攻
主要著書 『現代経営システム論』(新評論, 1976)
『新しい組織思考にもとづく品質管理』(新評論, 1978)

こ だま まさ のり
児 玉 正 憲

1955年 広島大学理学部物理学科卒業
1960年 九州大学大学院理学研究科数学専攻修士過程終了
1960年 日立製作所入社
1963年 熊本大学助手 (理学部)
1967年 熊本大学助教授 (教養部)
1968年 大阪大学助教授 (工学部)
1977年 名古屋工業大学教授
1979年 九州大学教授, 理学博士 (経済学部経済工学科)
経済数学, OR 専攻
主要著書 『数理計画システム入門』(共著, ビジネス社, 1971)
『OR ハンドブック』(共著, 朝倉書店, 1972)

OR による在庫管理システム

検印省略

昭和57年11月10日初版発行

定価2,500円

昭和62年4月30日4版発行

著 者 北 原 貞 輔
児 玉 正 憲

発行者 緒 方 道 彦

発行所 (財)九州大学出版会

〒812 福岡市東区箱崎 7-1-146 九州大学構内

電話 092-641-0515

振替 福岡 1-3677

印刷・製本/新興印刷

序 文

産業革命までの中世の時代は、家内手工業から工場制手工業への進展はみられたものの、いまだに教育水準も低く、技術の進歩もそれほどではなく、経済活動も比較的に狭い地域に限られていた。そして富者とは、多くの“物”の所有者のことであり、在庫はむしろ財産とみられた。これが産業革命を境に大きく変化していくことになる。

工場における機械化はますます進み、交通・通信技術の進歩と相まって市場規模の拡大・分業化を促進させ、効率主義が次第に徹底して、工場制手工業は近代的工業へと脱皮していく。現在の大量生産システムはその結果生じたものといえよう。

ところがその中心思想である 効率主義は、権力主義的かつ機械論的なライン・スタッフ組織形態のなかで考えられ、テーラーの科学的管理法にもみられるように、主として生産工程の効率化に絞られ、在庫問題が大きく取りあげられることはなかった。

1921 年の在庫恐慌は、多くの企業家に在庫管理の重要性と、それを効率主義のなかに取り入れるべきことを認識させ、次第に 在庫問題が研究され始めた。しかし、それらの研究が結実するまえに、第 2 次世界大戦が勃発して企業の効率性は国家目的に従属させられることになるが、その過程で研究された作戦研究 (operations research) は、戦後、産業界に取り入れられて新しいオペレーションズ・リサーチ (OR) として発展していくことになる。

在庫管理の問題も、この OR のなかで育成され、大きな進歩を遂げていくが、その契機は、なんとといっても エコノメトリカに発表されたアロー・ハリス・マルシャックの研究 (1951) であろう。それはさらにマギー (1956) やアロー・カーリン・スカーフらの研究 (1958) に結びつくことになるが、彼らの主張の中心は、在庫＝財産の思想に代わる“総コスト最小化”の思想である。

加えて数学、とりわけ確率論・統計理論の進歩は、様々な企業形態・生産形態のなかで使用できるモデルの構築を可能にし、事実、多くのモデルを提供してきた。しかもコンピュータの発展とともに、これらのモデルの活用がきわめて容易になってきた。

けれどもそれらの発展は、その発展が大きいだけに、これまで企業活動の柱とされてきた組織形態に対し、きわめて大きなインパクトを与えずにはすむまい。それは在庫管理の諸問題が、縦組織重視の旧来の企業組織に対し、水平組織重視にならざるをえないと同時に、そのプロセスにコンピュータが入り込み、上位者の恣意的権力の発揮が困難になるからである。

数学・統計理論の導入にもとづく総コスト最小化への在庫思想の変化を、在庫問題における第1次革命とみれば、コンピュータを導入した水平組織重視のなかでの在庫思想は、その第2次革命ともいえよう。しかし、地球における各種資源の有限性を考えたとき、在庫問題は、さらに第3次革命の時代を迎えるものと考えねばならない。

本書においては、第1章で、マギーの見解を中心にして、在庫の意義、在庫のもつ諸機能からコストの意味について説明する。それは在庫問題を考えるとき、その基礎知識を与えてくれるはずである。

第2章から第6章までは、企業形態や生産品・販売商品などのもつ特性を考えたときに起こると思われる各種の状況を考え、基本的な種々のモデルとその作成・解法の紹介に当てた。このなかで、第2章～第4章は決定論的モデル、第5章、第6章は確率論的モデルの説明になっているが、各モデルは相互関連的な性質を考慮しながら説明してある。たとえば2.1.1の生産・販売在庫モデルは、それにある条件を加えることで購入・販売在庫モデルに転換され、6.2のモデルは、6.1のモデルの特殊形と考えることができる。このような相互関連性を理解すれば、新しくモデルを作成しようとするとき、かなり有効な手助けとなるはずである。

第7章は、種々の需要形態に関する統一モデルの研究を目的にするものであって、企業内への直接かつ具体的なモデルの導入のためというより、今後の研究課題の1つの方向を示す例となっている。しかし、ある種の需要形態をもつモデルの最適解がえられれば、ほぼすべての他の需要形態をもつモデルについ

ても、それが最適解をもつことが示されていて、この面では、他のモデルの構築に当たって有用な結果を提示しているものと思われる。

最後に第8章は、とくにコンピュータを用いるときの企業内へのモデルの導入例を紹介するために設けた。企業形態や生産品目などによっては、必ずしも適切な例とは考えられないにしても、それは在庫管理政策に関する1つの方向を与えてくれるはずである。

また、第8章では、とくに経営組織の問題を取りあげたが、将来、教育・技術水準の向上、コンピュータの発達・導入などを考えたとき、それは在庫管理の問題についてだけでなく、広く経営全般の問題として考えざるをえなくなるはずである。在庫問題を1つの例として、有効な企業活動に資する組織形態のあり方を研究するために役立ててもらいたい。

なお、第2章～第7章までが、多くの数学モデルの紹介に当てられ、そのなかには多数の確率モデルが含まれているため、最後に補注として、確率に関する基礎的事項を説明した。

在庫問題については、現在のところ、第1次革命後半から第2次革命の時代と考えてよからう。しかし、そう思っていることは、すでに第3次革命の時代に足を踏み入れていることかも知れない。ただ言えることは、第2次革命を経ずして第3次革命へは進みえないということである。

本書は、上記の意味では第2次革命までの時代を念頭においたものであるが、多くの基礎的モデルを提供しており、モデルの構築に関してもかなり詳細に説明しているから、これから在庫問題を研究しようとする読者にも有用と考える。とくに経営学や経営工学・管理工学などの分野に属する学生諸君にとっては、第1章～第6章を丁寧に読み進めば、ORによる在庫管理の問題を理解できるだけでなく、モデルの構築に関する基礎的知識がえられるはずであって、広く経営全般に関する計量手法の理解・応用に役立つであろう。

また、具体的に応用を目的とする読者には、適当にモデルを選択して活用してもらいたい。ただ、モデルはあくまでも在庫管理状況の一断面を示すものであり、各種の条件を十分に管理していなければ、モデル構築に当たって考えた効果が期待できないことに注意しなければならない。なお、コンピュータを活用しようとする際には第8章が参考になろう。

もちろん、われわれは、なお浅学のそしりをまぬかれず、内容的にも本書を完全なものとは思っていないが、在庫問題がきわめて重要な意味をもち、企業活動の生命を左右することもありうることを考えたとき、いささかでも役に立ててもらえばと思う次第である。そして同時に、読者諸賢の御批判をいただければ幸いである。

最後に、本書の作成過程で有益なコメントをいただいた和歌山大学・小島敏宏助教授に謝意を表したい。また、本書の出版に当たって、多大の御支援をいただいた九州大学出版会に対して深く感謝の意を表するとともに、校正その他に関して直接労をいただいた同会編集長・藤木雅幸氏、ならびに編集部の各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

1982年7月

北原貞輔
児玉正憲

目 次

序 文

第 1 章 在庫管理の意義	9
1.1 在庫管理とは	9
1.2 在庫対象品目	12
1.3 在庫機能	13
1.3.1 移動在庫	
1.3.2 組織在庫	
1.4 在庫管理におけるコスト評価	17
1.5 在庫モデルとその意義	20
第 2 章 決定論的在庫モデル (1)	23
2.1 1 品目・静態的在庫モデル	23
2.1.1 生産・販売在庫モデル	
2.1.2 購入・販売在庫モデル	
2.1.3 在庫不足のある生産・販売在庫モデル	
2.1.4 在庫不足のある購入・販売在庫モデル	
2.2 価格割引がある 1 品目・静態的在庫モデル	33
2.3 制約条件をもつ多品目・静態的在庫モデル	39
第 3 章 決定論的在庫モデル (2)	43
3.1 n 期・動態的在庫モデル (1) (DP による解法)	43
3.2 n 期・動態的在庫モデル (2) (簡易解法)	55

第4章 決定論的在庫モデル (3)	65
4.1 生産の特徴と若干の仮定	65
4.2 動態的生産・販売在庫モデル (優先順序を用いた解法)	66
4.3 動態的生産・販売在庫モデルの輸送問題への転換	76
第5章 確率論的在庫モデル (1)	85
5.1 突発需要・確率論的在庫モデル (1)	85
5.1.1 需要変数が連続的な場合	
5.1.2 需要変数が離散的な場合	
5.2 一様需要・確率論的在庫モデル	90
5.3 突発需要・確率論的在庫モデル (2)	92
第6章 確率論的在庫モデル (2)	99
6.1 典型的・多期連続型確率論的在庫モデル	99
6.2 双関在庫方式	105
6.2.1 調達期間が一定の場合	
6.2.2 調達期間が一定でない場合	
6.3 周期的在庫管理方式	109
6.3.1 発注サイクルが調達期間より大きい場合	
6.3.2 発注サイクルが調達期間より小さい場合	
6.3.3 調達期間が一定でない場合	
第7章 種々の需要形態に関する統一的在庫モデル	117
7.1 一般的需要形態	117
7.2 需要変数が連続的な場合の在庫モデル	119
7.3 需要変数が離散的な場合の在庫モデル	122
7.4 モデルの同値問題	124
第8章 在庫管理に関するシステム活動	137
8.1 システム設計上の諸要因	137

8.1.1 システム設計上の主要因	
8.1.2 需要の変化とその判断	
8.1.3 その他の管理事項	
8.2 システムの運営	145
8.3 システム運用上の組織論的問題	149
8.3.1 ライン・スタッフ組織	
8.3.2 ライン・スタッフ組織下での材料購入・在庫自動管理システム	
8.3.3 新しい組織観の確立・導入	
数学的補注——確率分布——	157
0-1 確率変数	157
0-2 離散的確率変数の平均, 分散	157
0-3 基本的な離散型分布	160
0-4 連続的確率変数の平均, 分散	162
0-5 基本的な連続型分布	166
0-6 多変量確率分布	175
0-7 条件付き分布	180
0-8 統計量の分布	183
付 表	193
参 考 文 献	199
索 引	201

第1章 在庫管理の意義

在庫の意義とその機能について十分な知識をもっていなければ、健全な在庫政策をとることは困難である。まず、これらの問題から考えておこう。

1.1 在庫管理とは

企業としての最大の使命は、消費者の要求する品質の製品を、必要量、必要時に供給することである。これらの品質・数量・時期は、生産・販売活動に欠かせない基本的3要素であるが、規定の品質を保持しない製品は製品としての価値をもたないから、そのような製品は消費者を対象とするとき全く論外である。ともあれ、企業は、まず、

a. 消費者の要求に応じるための製品の保持
を考えなければならない。

それらの製品は、工場倉庫に保管されるものもあり、支店や販売店の倉庫に保管されるものもあろう。また、製品によっては、ショーウィンドーに陳列されるものもあるかも知れない。これらはいずれも消費者を対象とする製品（完成品）在庫である。

もし、aが満たされなければ消費者は他のメーカーや販売店に移動するであろう。このため若干の時間おくれで消費者を自己のブランドに引き止めようとするれば、なんらかの応急処置をとるか、ペナルティの支払いを覚悟せねばなるまい。いずれも販売成績を低下させる原因となる。

ところが上記の企業使命を果たすためには、たんにaを考慮するだけで十分ではなく、円滑な生産活動が前提となる。それは、

b. 生産工程維持のための材料の保持
を必要としよう。ここには材料在庫問題がある。

もちろん、円滑な生産活動は、材料在庫問題をうまく処理することだけでみたされるとはいえない。固有技術や品質管理などの問題を除くにしても、主資材のほか、副資材・設備・労力なども同時に考慮しなければ正常な生産活動を維持することは困難である。そこには、

- c. 副資材の保持
- d. 設備の保持
- e. 労力の保持

といった問題がある。

また、生産工程は多数の小工程から成り立ち、それぞれには多種多様の設備がある。それらを正常に稼働させようとするとき、

- f. 中間在庫の保持

も考えなければならない。いかなる設備も加工時間を必要とし、それぞれ固有の段取り・調整 (setup) 時間を必要とするからである。

消費者の要求をみだし、効率的生産を行うための材料 (material)、中間製品 (intermediary product)、完成品 (product)、その他の設備・副資材・労力のもっとも経済的な取得・保持・活用は、企業活動にとって欠かせない要件である。

在庫管理 (inventory control) とは、これらのなかで物品の取得・保持・活用に関する計画・管理問題のことをいう。それは倉庫に保管されるものだけでなく、屋外にあるもの、工場や事務所内にあるもの、それらのすべてを対象とする。

多くの企業では、購買・生産・販売・会計などの諸活動は、それぞれ購買部門・生産部門・販売部門・会計部門の任務とされ、各部門の職員は、それぞれ異なった思考スタイルを身につけているのが普通である。たとえば販売部門に属する職員は、販売という観点から“顧客の要求に応じる”という立場に立って在庫問題を考え、製造部門の職員は“円滑な生産”に視点を置いて在庫問題を考える。そして会計部門の職員は、“資金の調達や配分・統制”を主目的に行動するであろう。問題は、これらの諸活動が相互に密接にかかわり合うということである。

たとえば製品の大量在庫は販売活動を容易にし、材料在庫は円滑な生産活動

に寄与するであろうが、それに応じて資金の調達、他への転用を拘束することになる。逆に在庫を少なくすれば、資金の調達、他への転用を容易にする反面、販売部門では、顧客との交渉頻度が大きになるとか、注文を受けても販売できないなどの事態（機会損失）を生じるかも知れない。また、生産工程では、材料不足にともなう作業者の遊びや生産スケジュールの変更、材料の緊急発注、諸事務の繁雑化などを引き起こす恐れがある。

しかも面倒なことに、材料在庫や製品在庫はそれだけ資金を必要とし、損益計算書のうえにその姿をみせるが、生産の遊びやスケジュールの変更・緊急発注にともなう事務の繁忙などは、損益計算書からこれを読みとることはきわめて困難である。しかし、在庫が遊びや事務の繁忙などを減少させるという事実、在庫が、それだけ労働生産性の向上に貢献することを意味する。在庫をそのまま資金の遊びとみるのは誤りである。さらにこれらの両者は、たとえば材料在庫であれば、生産や材料供給の変動に大きな影響を受けるというように、在庫の供給側と使用側の変動に影響されるから、在庫計画では、その予測の正しさを問題にしなければならない。

管理の問題は、本来、なんらかの判断基準と物差しを設定し、将来の行動をその物差しで測定し、判断基準と比較することを基礎とする。このため予測と誤差を避けることはできない。在庫管理は、上記のような目にみえる損失とみえない効果をいかに測定し、均衡させるかの問題となる。

さらに困難なことは、材料購入、材料在庫、生産、中間在庫、製品在庫、販売という一連の活動が、購買・生産・販売部門を横に連結したシステム活動をなすことである¹⁾。システム活動の成果は、部分の活動効果のたんなる総和ではない。われわれは企業目的に即し、最小の購入・製造コスト、最小の在庫投資、最大の生産性、最小の貯蔵・配給コストと顧客への最大サービスといった相対する目的をいかに均衡させるかを考えねばならない。そしてこれをいかに計画し、調整し、実行するか在庫管理の最終目標がある。それは単一部門の目的とは必ずしも一致しない計画・管理問題である。

1.2 在庫対象品目

在庫対象物品は大きく分けて

- a. 生産・販売に直結する物品
- b. 非生産用物品
- c. 一般事務用物品

とすることができよう。

aは、材料・中間製品・完成品のことをいい、標準品あるいはそれに準じるものとして継続的に入手あるいは確保しなければならない。bは設備部品・保全用物品などを指し、このなかには多頻度物品とともに特殊品が含まれ、後者は入手に時間を要する場合が多い。他方、cは一般事務用品などで市場性が高く、比較的入手が容易である。

もちろん、これらのすべてが在庫の対象になるとはかぎらない。在庫日数が大になれば品質劣化を起こしたり、より優れた製品の開発によって使用不能になるかも知れず、倉庫規模や収容能力から制約されるものも生じるからである。また、資金の面から大量在庫ができないこともある。

aは一般に在庫の主要対象品目となる。ところが材料については、納入者側の倉庫に保管させて必要に応じて納入させ、その時点で代金決済をしている例もある。また、完成品在庫を最小限に止め(たとえば当日完成品だけ)、販売店に保管させている例もしばしば見受けることができる。いずれにしても、それを単純に自己の在庫資金の節約とみることは危険である。相手も利益なしでは成り立たないから、形を変えた資金を必要としているとみななければならない。

他方、cは在庫の対象として考慮されないことが多い。たとえばノートや鉛筆などは、市場性がきわめて高く、入手も容易なことから在庫管理の対象とはみなされにくい。このため皮肉にも各部門内に多数の未使用品が保管され、予想外の資金を要している場合もある。

以上に対し、bは多くの工場に大量に保管されていることが多い。特殊な設備部品などは入手に時間を要するものが多く、設備保全のうえから在庫を避けえないであろうが、出納頻度によっては保管・管理に大きな手数を要し、劣化

の恐れさえもあって必ずしも好ましいこととはいえない。けれども出納頻度の高いものは在庫管理の対象とすべきであろう。

一般論としては、

1. 生産・販売に直結する物品
2. 出納頻度の大きな設備部品
3. その他重要度の大きな物品

は常備対象在庫品となる。しかし、いずれにしても、在庫効果とそれにとまらう損失のバランスをとることが必要である。

1.3 在庫機能

在庫のもつ基本機能 (fundamental function) は、材料購入から製品加工を経て、それが顧客に渡されるまでの連続した一連の活動にサービスすることにある²⁾。まず、材料購入から顧客への製品引渡しまでの機能を大きく分けて図 1-1 に示そう。

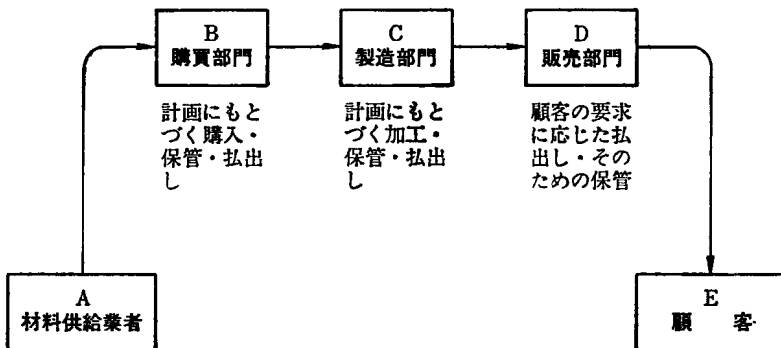


図 1-1 購入・加工・販売のプロセス
(生産・販売システム)

図 1-1 は、購入・加工・販売のプロセスを示すものであるが、A, B, C, D, Eは、それぞれ図に記入された活動を実行する（機能を果たす、働きをする）部門であるから、図をこれらから成り立つシステムとみることも可能である³⁾。これを一般には生産・販売システム (production-selling system) という

が、それは図からも明らかなように、各部門（システム構成要素）を直列に連結して成り立つシステム（serial system）である。このためAで発生した問題はB以降に、Bで発生した問題はC以降にというように、各部門・各工程で生じた問題は、以後の部門や工程の活動に直接・間接に影響を与える。これは後工程の要求という面からみれば、それぞれ以前の工程や部門に対する制約ないしは拘束と解釈できる。

在庫はこれらの拘束を解き、各部門活動に自由を与えるという機能をもつものである⁴⁾。たとえば材料在庫はB、C間にあって、AやBにトラブルがあってもそれを吸収し、Cの活動をA、Bのそれから自由にし、また、Cの要求を吸収してA、Bの活動にそれだけ自由を与える。全く同じように、C、D間の製品在庫は、顧客の要求を直接製造部門にもち込むことを防ぐとともに、製造活動に拘束されずに顧客の要求をみたすことを可能にする。

より一般的にいえば、在庫はその後続部門あるいは工程、つまり後続する活動体 E_2 と、それ以前の部門あるいは工程、したがって先行する活動体 E_1 を2要素とするシステムの間において、それぞれ相互の変動を吸収して他の自由度を高める機能をもつものである。そこで図 1-1 のA、B、Cを E_1 とし、D、Eを E_2 とすれば、 E_1 は生産に、 E_2 は販売に関する活動体となり、それらを結合した図 1-2 のシステムは生産・販売システムを表わし、製品在庫は E_1 、 E_2 間にあって、 E_1 、 E_2 に発生する変動を吸収する働きをもつ。

また、A、B、C、D、Eのそれぞれの中に在庫をおくことにすれば、それはそれぞれを他から自由にし、それぞれが自己の計画にもとづいて行動する

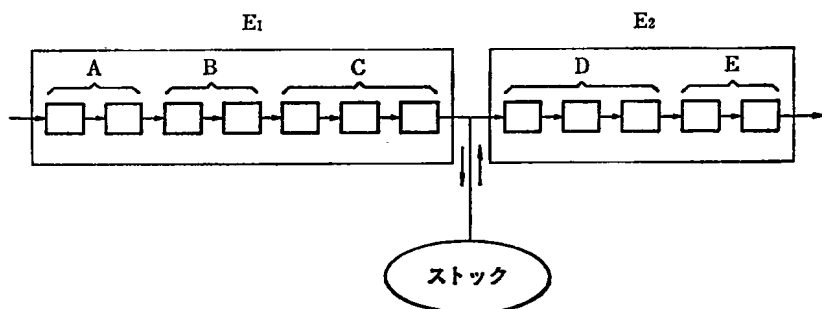


図 1-2 在庫の働き