【10】

氏　名（本　籍）	モハマド・アクダシ（イ ラ ン）
学 位 の 種 類	学　術　博　士
学 位 記 番 号	博　甲　第　594　号
学位授与年月日	昭和63年10月31日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審 査 研 究 科	社会工学研究科
学 位 論 文 題 目	**A Quantitative Analysis of Just-in-Time Production**
主　査　筑波大学教授	渡　辺　　浩
副　査　筑波大学教授	池　田　三　郎
副　査　筑波大学教授	江　藤　　肇
副　査　筑波大学教授	門　田　安　弘
副　査　筑波大学助教授	生　田　誠　三

論　文　の　要　旨

本論文の目的はトヨタ自動車で行なわれ，成功しているものとして世界の製造業界の注目を浴びている「just-in-time 方式（いわゆるカンバン方式，以下 JIT 方式）において，必要となる工程間在庫量に対する各種変数の影響を含めた定量的な研究を行うことにある」とされている。本論文は冒頭の要訳を別として6章と8つの附録A1～A4，B1～B4から構成され，参考文献を含めて188頁から成る。

第1章では本論文の目的と構成を述べ，在庫管理における周知の2，3の基礎概念 COC (constant order cycle)，COQ (constant order quantily)，工程間在庫に関する push方式，pull 方式の概念を導入し，また論文の主要内容をなす第4章，第5章の各節間の論理的関連性を図示している。

第2章ではトヨタ自動車で行なわれているJIT 方式の一般的紹介と，それを支える生産の平滑化及び混流生産の背景が説明されている。

第3章は従来の研究のサーベイに当てられ，この中で従来の適正在庫論に対立するものとして，JIT 方式の在庫最小化論の立場が説明されている。

第4章は本論文の主要内容をなす2つのモデルの中の1つを取扱っている。すなわち単一製品品目を生産する直列に接続されたn段階の生産工程に逆順の番号をつけたP_i，$i=n, n-1, \cdots\cdots, 1$を考え，$P_1$に対して与えられた平均・分散を持つ独立な需要が発生し，各工程P_iでの必要部品はCOCのカンバン方式で，前工程P_{i+1}との間の在庫プールB_{i+1}，I_iを通して，共通サイズのパレッ

ト単位で引取る。2種のリード・タイム（生産，輸送）を考え，需要の変動とリードタイムの下で後工程の操業に支障を来さない最小安全在庫水準，前諸工程の生産と在庫水準の変動パターン，品切れ確率，それらへのリードタイムや，生産平滑化のパラメータの影響，機械の保全余裕などの解析を行なっている。モデルは2通りの仮定に対応して4．4節，4．5節で取扱われている。4．4ではある工程以後の品切れの確率を0にするだけの在庫水準が維持されているという第1の仮定に立つもので，その他にも色々な仮定を附加して若干の verbal な結論を導いている。4．4．6では需要とリード・タイムの双方に不確実性があるばあいの安全在庫の式や，生産のリード・タイムが生産量に比例するときの B_i の在庫変動の式を導いている。

4．5では第2の仮定，すなわち工程間在庫の品切れが許されるばあいのモデルを取扱っており，必要な変数の取り直しを行ったのち，n＝5のばあいについてシミュレーション言語 SLAM を使って3段階のシミュレーションを行っている。第1の実験は初期在庫を充分多目にとったばあい，第2の実験は初期在庫を色々に変化させたばあい，第3の実験は B_i の在庫の変動を明らかにするようになされた。各シミュレーションの結果はほぼ常識から期待されるものと一致している。

第5章は本論文の第2の主要な内容をなすもので，多品目生産の直列2段階の生産工程を考えCOQ をカンバン方式で行なうものとする。自動車製造におけるプレス工程と組立て工程をモデル化して，後工程は混流生産，前工程はロット生産とし，両工程間の必要在庫量の決定と，管理パラメーターの影響を分析している。

5．4．1では後工程での各種部品の時間的使用量をできるだけ一定化するよう混流順序のスケジューリングを行なう goal chasing method を説明し，BASIC でプログラムし（附録B-4），不確実な需要に対するこの方法の部品消費速度の平坦化のシミュレーションを行なっている。需要と部品消費の変動係数で比較して，充分の効果が認められる。

5．4．2では前工程のロット生産の混雑による遅れの問題をとり上げる。一台のプレス機にカンバン方式で到着する品目ごとに定量需要を段取りしながら生産を行うとき，需要の到着を Poisson 過程，段取り時間を含めた生産時間をサービス時間としてM／G／1の待ち行列のモデルを構成し，Pollaczek-khintchine の公式から待ち時間の平均と分散を求める。これより生産のリード・タイムを得て，発注点法の立場から在庫量を求め，5．4．1でのシミュレーションに即して数値結果をも得ている。段取り時間やロット・サイズを部品に関係なく共通とすると，待ち時間と分散がより簡単な式で表現され，5．4．3．ではこの解析から，実用的な提言を含めたいくつかの結論が得られている。段取り時間の短縮の必要性とその在庫圧縮の効果の大きいこと等々である。

5．4．4．では段取り時間の短縮も操業時間の増大もなく，ロットサイズを縮少できるか？と設問し，詳細な解析を行なって Prop．5．2，5．3．結論5．1を得ている。5．4．5．では生産平滑化の工程間在庫への影響として，今までのシミュレーション結果を引用することで Prop．5．4を得ている。

第6章では全体の要約と結論が，第4章に関して4つ，第5章に関して7つ，両者の比較に関して2つ，合計11の結論にまとめられている。

審　査　の　要　旨

生産における部品の工程間在庫の問題は製造業の生産管理の永遠のテーマとも云え，「トヨタのJIT 方式を採用すれば在庫は0にできる」という巷間の俗説はもとより全く誤りであり，国内外の多くの企業がこの方式を修正しつつ導入しようとしているが，この方式の本質がどこにあり，この方式の成功を左右する要因や環境条件が何であるかは明らかになっていない。性急にこの方式を企業に導入するときは，組立企業の部品企業に対する取引上の地位を利用した強圧政策となり，部品企業のコスト上昇を通して逆効果となる危険も大きいと云える。JIT 方式の科学的研究はすでにいくつかなされているが，なお不充分であり，本論文のテーマの意義もここにあると云える。

本論文の第4章第5章でとり上げられた2つのモデルは，巨大な部品産業のピラミッドとその頂点に位置する自動車組立て企業との間の部品の流れから見ると非常に限定されたモデルであることは否定できないが，ピラミッドに切込む方向としては正しいものと云えよう。

第4章では4．4．で第1の仮定の他にもいくつかの単純化の仮定が途中から導入されているが，これら相互間の consistency が充分明確に示されていない部分も散見される。truncate されない正規分布の需要と品切れの起らないだけの充分な在庫の仮定，パレットサイズに対する需要の端数 d の累積の扱い，端数の分布を一様と見なし得るパレットサイズと，$\sigma_d = 0$ と見なし得るサイズとの異同，品切れの確率のおき方，一段階と多段階のばあいの許容危険率の意義の差等々の点で，いくつもの数式が置かれているが，論旨の進め方は解析的よりは分析的と云うべきであり，それだけに結論は常識から期待されるものと一致している。4．4．5．で生産の平滑化に言及しながら，それには製品在庫が必要になると慎重な姿勢であるが，車は最終段階では受注生産であることを考えれば，納期に一定の余裕があるはずで，最初から平滑化を積極的に取込んだモデル構成もありえたと思われる。

4．5のシミュレーション結果は常識に近く，長いプログラムを作成して精力的に行なわれたにしては，訴求力は強くない。初期値やリードタイムのパラメーターの設定をあまりにも標準的なケースに限定したためではないかと思われる。

第5章で，5．4．1．の goal chasing method がよく機能するであろうことは充分説得的であるが，組立工場の順序スケジューリングが部品消費率の観点だけから行なわれるものであるかについては疑問が残ろう。5．4．2．の待ち行列のモデル化であるが，需要の到着を Poisson 過程とする仮定と，組立て工場の部品消費の平坦化との間に少し間隙が残されているようである。5．4．5．で論じている問題もこれを待ち行列論のフレーム・ワークの中で分析できれば，より有意義になったことと思われる。また Poisson 過程の前提をとるのであれば，プレス機械を一台と限定しないばあいの結果も検討の余地があったであろう。一般に待ち行列論では待たされる方の立場に配慮するとともに，待たせないサービスを提供するばあいの稼動率の低下にも関心を向ける。プレス工程の稼動率の問題は陽には取上げられていないようである。

以上多くの希望，注文を述べたが，本論文は在庫管理，シミュレーション，待ち行列論に関する著者の総合的知識と多大の精力が投入された力作で，一読ずしりと迫る重量感があることは審査員一同の共通の印象であり，第4章，第5章の成果を総合的に評価して専門委員会の判定は合格とすることで一致した。

よって，著者は学術博士の学位を受けるに充分な資格を有するものと認める。