

SCM時代のJIT生産：わが国製造企業の実証研究

松 井 美 樹

1. はじめに

ジャスト・イン・タイム (JIT) 生産は、わが国を中心とする製造企業の実践から築き上げられてきたオペレーション上の革新であり、1980年代後半から関連文献が多数執筆されている。JIT生産をどう捉えるかという概念整理から、数理モデルやシミュレーションによる工程設計、製造現場における作業手順や道具の継続的改善、適用事例・改善例の紹介まで、アプローチは多岐にわたる。JITという概念は、必要な物が必要な時にその都度必要な量だけ必要な場所に到着することを意味する。これが全社的あるいはサプライチェーンを通じた同期的生産を通じて実現できれば、過剰在庫を0に近づけることができ、在庫費用の削減と資本効率の上昇が可能となる。その具体的な実現方法として、生産の流れを後ろから見る「プル・システム」が採用された。「トヨタ生産システム」(TPS)の生みの親と言われる大野(1986)によれば「後工程から、必要なものを、必要なときに、必要なだけ、前工程に引き取りに行き、前工程は引き取られた分だけつくる」といういわゆるカンバン方式がその典型である。この引き取りと製造指示の情報を流す道具として「カンバン」が導入され、各工程の生産量を的確に管理していく情報システムが構築された。このような生産システムが円滑に機能する条件として、生産の平準化、小ロットサイズ化、段取時間の短縮、設備レイアウトの工夫、作業標準化、多能工の育成、自動化、改善活動等が不可欠である。製造現場レベルでの無駄の排除を目的とした、このような一連の取り組みが初期のJIT生産であった。近年では、供給業者との協力関係、供給業者からのJIT配送、混流生産ないし1個流し、基準生産計画のローリング、MRPや会計システムとの適合化等、必ずしも製造現場だけでは処理できない要素も含めて考えられるようになり、サプライチェーン全体に亘るJIT生産が追求されるようになってきている。また、プル・システムの一種であるカンバン方式をGoldratt(1992)が提唱したtheory of constraints (TOC)のdrum-buffer-rope (DBR)方式やSpearman, Woodruff, and Hopp(1990)が提案したCONWIP方式と比較し、いかなる環境でいかなる生産方式が優位性をもつかの分析も試みられている。

JIT生産を包含したより統合的な生産方式についても、いろいろな研究者たちによって概念化されてきた。Schonberger(1986)が提唱したworld class manufacturing (WCM)という概念は、JIT生産とtotal quality management (TQM), total preventive maintenance (TPM)、人的資源管理が統合された製造システムであり、Womack, Jones and Roos(1990)の「リーン生産

方式」は製品設計、部品調達、製造、販売を世界的規模で調和させるメカニズムとされる。門田 (1991) によって紹介されている「トヨタ生産システム」(TPS) も製造現場におけるJIT生産に、人的資源管理、TQM、情報システム等が融合した生産方式と見なされる。Harrison (1992) はJITの前提としてTQMを重視した「JIT/TQ」という概念を提示し、その基本要素として、無駄の排除、TQM、人間への配慮の3つを強調しているが、これもTPSを強く意識したものと見えよう。これらの統合的生産方式の背後には、JIT生産は構築が決して容易なものではなく、人的資源、組織、TPM、TQM、TOC、製造戦略、技術開発等の生産活動に不可欠な諸基盤に関して、満足しておかなければならない前提条件が多数存在するという認識がある。

2003年から2004年にかけて収集されたわが国製造企業のデータを手掛かりに、JIT生産の前提条件を探ることが本論のひとつの課題である。さらに、これらの関連性を踏まえつつ、JIT生産は各企業の競争力成果に貢献しているか否かを明らかにする。最後に、同様な調査が1990年代にも実施されているので、その際に得られたデータを用いた分析結果との比較も興味深い。松井 (1996)、Matsui (2007) は前回調査のデータに基づいてJIT生産の分析を試みたものである。松井 (2007) は両調査結果の比較から顕著な差異が見られるものを指摘している。

まず、次節では基本となる分析枠組みと仮説を提示し、3でデータ収集のための方法論について概要を紹介する。4でJIT生産に関する測定尺度を構築し、これに基づいて5で仮説の検証を行い、最後に結論と展望を述べる。

2. 分析枠組みと仮説

製造企業におけるJIT生産の役割を評価するための分析枠組みが図1に示されている。ここでは、(1) 組織と人的資源管理に関するインフラストラクチャ、(2) JIT生産の他に、品質マネジメント、TPM、TOC、サプライチェーン・マネジメント等から構成される生産オペレーションのためのコア・システム、(3) 新製品開発、技術開発、製造戦略等の中長期戦略、(4) これらによって決定づけられる競争力成果、の4つのブロックが区別される。JITはその他の構成要素すべてと相互関係を持ちつつ、競争力にも一定の影響を及ぼすものと想定される。本論では、この関連性に焦点を当て、JIT生産の前提条件、JITが競争力成果に及ぼす直接的、間接的影響を実証的に追求する。

本論で検討する仮説は以下の2つである。

[仮説1] JIT生産は製品の競争力成果に正の効果を持つ。

[仮説2] JIT生産は、人的資源管理、品質マネジメント、TPM、TOC、サプライチェーン・マネジメント、新製品開発、技術開発、製造戦略と相互に関連している。

3. 調査方法とデータ

以下の分析で用いるデータは、著者を含めた高業績製造システムに関する国際共同研究グループが製造企業経営に関わる共通の質問項目を作成し、主要先進工業国(米国、英国、ドイツ、オーストリア、イタリア、スペイン、フィンランド、スウェーデン、韓国、日本)に立地する機械、電機、輸送機械の製造事業所を対象に実施している質問票調査によって収集されたものである。質問項目の内容は、1990年代に行われた同様の調査によって収集されたデータを再検討して見直すとともに、それ以後の研究成果によって生まれた新しい命題や仮説を検証する

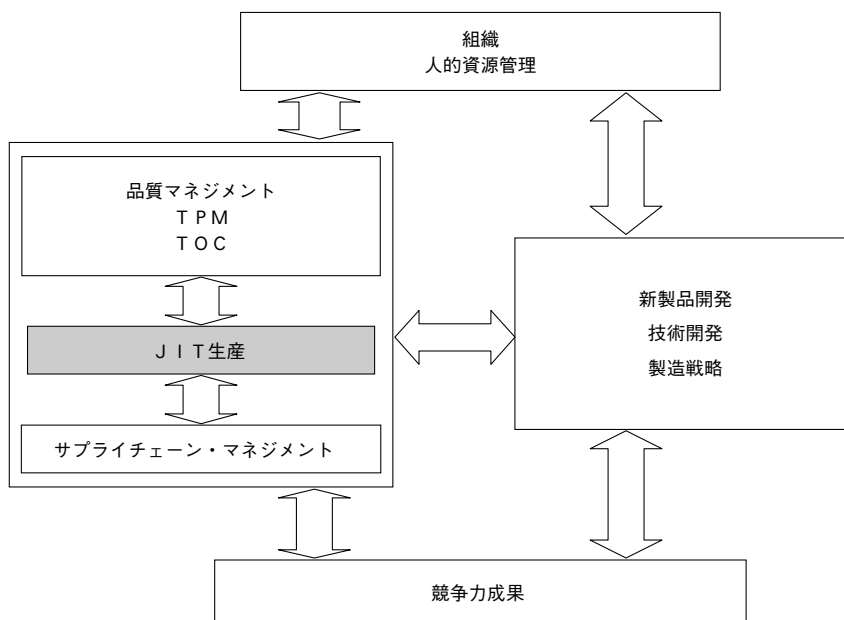


図1 高業績製造企業の分析枠組み

ための質問項目が追加された。2003年初めには質問項目が確定し、日本語への翻訳を経て、日本での調査は2003年終わりから2004年にかけて実施された。質問調査票は1事業所当たりの回答者数に合わせて19分冊から成り、回答者1人当たり100問程度の質問項目を含む。19名の内訳は、工場長、副工場長、生産技術、生産管理、在庫管理、品質管理、工場経理、情報システム、人事労務、製品開発の各担当者1名、現場監督者4名、直接要員5名である。財務データ等の定量的変数や客観性の高い変数は、最も適切な者に回答を依頼した。これに対して、定性的で主観的な判断を伴う変数については、MTMM (Multi Trait Multi Method) に基づいて測定を行った。この種の変数に関する精度の高い測定尺度を得るために、複数の質問項目を用意し、複数の回答者に答えてもらう必要がある。多くの場合、質問項目は5から8程度、回答者数は3名から7名程度である。質問調査票では、ある変数を測定するための複数の質問項目はその他の変数の質問項目とともにでたために並べられた。これらの質問項目はすべて、7点あるいは5点（競争力指標のみ）のリッカート尺度で測定される。質問項目によっては、ある測定対象となっているものの程度が高いことを示すのが1という場合もある。このようなリバーシ尺度によって測定されている質問項目については、回答された数値を8から引いてノーマル尺度に変換してから、分析が始められた。さらに、個々の回答者のデータの算術平均値や標準偏差を計算して、工場レベルのデータを作成した。仮説は工場レベルのデータを用いて検証されるが、測定尺度の信頼性と妥当性のテストには個人レベルのデータが利用される。

最終的に、35の製造事業所から協力が得られた。業種別には機械が12、電機が10、自動車13であり、世界的水準と判断される企業の事業所が18、無作為抽出によって選ばれた平均的事業所が17である。世界的水準製造企業については、各種財務指標、主要製品分野の市場占有率、

業界関係者からのヒアリング結果から総合的に判定された。前回調査の対象企業には再度の回答を依頼したこともあり、協力を得られなかった企業は数社に過ぎなかった。調査結果のフィードバックの機会を利用して、調査対象となった製造事業所を訪問して、補完的なヒアリングを行うとともに製造現場を見学した。

4. JIT生産測定尺度の信頼性と妥当性

JIT生産に関する測定尺度として、以下に示す9個を取り上げる。各測定尺度に対して用意された質問項目は4個から8個で、質問項目番号の後に続くNはノーマル尺度、Rはリバース尺度によって測定されることを示す。いずれの測定尺度についても、回答者は生産管理担当者、在庫管理担当者、現場監督者4名の計6名である。収集されたデータを用いた信頼性と妥当性の分析結果も以下に示される。測定尺度の内的整合性を表す Chronbach の α 係数

$$\alpha = \{p/(p-1)\} \sum_{i \neq j} COV(Y_i, Y_j) / V(Y_0) = \{p/(p-1)\} \left\{1 - \sum V(Y_j) / V(Y_0)\right\}$$

が0.6未満の場合、信頼性には疑問がある。ただし、 p は質問項目の数、 Y_i ($i=1, 2, 3, \dots, p$)は i 番目の質問項目の回答、 $Y_0 = \sum Y_j$ である。構成概念の妥当性のテストには、測定尺度を構成する質問項目の因子分析を行い、寄与率の高い単一因子が抽出され、すべての質問項目に対する因子負荷量が0.4以上であれば、当該測定尺度は妥当であると判断される。当初用意した質問項目で信頼性や妥当性に疑問がある場合、いずれかの質問項目を削除して同じ手続きを繰り返し、最終的な質問項目が決定される。それらの算術平均値が測定尺度の値となる。以下では、最終的に得られた α 係数と因子負荷量のみを示す。

(1) 日程計画の遵守 ($\alpha=0.8026$)

この測定尺度は、短期の生産スケジュールが計画通り実施されているかどうか、そのために、品質上の問題や設備故障等の原因で起こる生産停止による遅れの取り戻しを含め、余裕時間が確保されているかを測定しようとするもので、以下の7個の質問項目が用意され、④と⑤の質問項目は削除された。

- ①N 毎日の生産スケジュールは通常はこなしている。(0.843)
- ②N 日程計画は納期時間を遵守できるように無理なく作られている。(0.607)
- ③N 通例、日程計画を計画どおり、こなしている。(0.808)
- ~~④N 我々の日程計画には機械の故障や予想外の生産停止に対応する時間を組み込んでいる。~~
- ~~⑤N 生産遅れを取り戻せるように、日程計画に時間余裕をもたせている。~~
- ⑥R 日々、生産計画通りに実施することはできない。(0.758)
- ⑦R 我々はいつも日程計画より遅れているように思われる。(0.779)

(2) 設備レイアウト ($\alpha=0.8194$)

この測定尺度は、JIT生産に合わせて、長いコンベアを排除し、小型設備やセル生産を使った柔軟な現場レイアウトを設計している程度を測定しようとしたもので、以下の6個の質問項目が用意された。最終的に、①と②の質問項目は削除された。

- ~~①N 工場フロアをセル方式に合わせて編成している。~~
- ~~②N 機械は加工する製品群毎にグループ化され、専用ラインになっている。~~
- ③N 製造現場のレイアウトは在庫を少なくし、生産が速くできるように設計されている。

(0.844)

- ④N 工程は近接配置されていてマテハンと部品在庫を最小にできる。(0.840)
- ⑤N 機械配置は、ジャスト・イン・タイム生産ができるようになっている。(0.793)
- ⑥N 製造現場では機械や工程が相互に近接するよう配置している。(0.763)

(3) 供給業者からのJIT納品 ($\alpha = 0.7006$)

この測定尺度は、配送頻度、品質認定等を通じて各事業所の生産システムに供給業者が統合化されている程度を測定しようとするもので、以下の5個の質問項目が用意され、⑤の質問項目は削除された。

- ①N 我々の供給業者はジャスト・イン・タイム方式で納入してくれる。(0.860)
- ②N ほとんどの供給業者から毎日納品を受けている。(0.674)
- ③N 供給業者から納期通りの納品が受けられる。(0.794)
- ④N 我々の供給業者は引き取り方式（プル・システム）で納品している。(0.565)

~~⑤N 供給業者は資材を頻繁に納品する。~~

(4) 顧客とのJIT連結 ($\alpha = 0.7679$)

この測定尺度は、顧客との業務的な繋がりにおいてJIT配送やプル・システムの考え方を適用している程度を測るもので、以下の6個の質問項目が用意された。最終的に、②と⑤の質問項目は削除された。

- ①N 我々の顧客はジャスト・イン・タイム方式で配送されている。(0.832)
- ③N 顧客に対しては、いつも納期を遵守している。(0.718)
- ④N 顧客による突然の生産中断に生産計画を適応させることができる。(0.652)

~~②N ほとんどの顧客に頻繁に納品している。~~

~~⑤N 顧客には引き取り（プルタイプ）方式で納品している。~~

(5) カンバン方式の採用 ($\alpha = 0.8886$)

この測定尺度は、カンバン・システムの物的要素をどの程度取り入れているかを測定しようとするもので、以下の4個の質問項目から構成される。

- ①N 供給業者は発注書ではなく、カンバン付き容器に充填するように供給してくれる。(0.864)
- ②N 供給業者はカンバン付き容器で納品し、別の荷姿を用いない。(0.847)
- ③N 生産コントロールではカンバンによる引き取り方式を使用している。(0.852)
- ④N 生産コントロールではカンバン、容器やアンドンを使っている。(0.899)

(6) 基準生産計画の平準化 ($\alpha = 0.6640$)

この測定尺度は、ロットサイズを縮小し、混流モデルの組立を行って負荷の平準化を図っている程度を測定するもので、以下の6個の質問項目が用意された。最終的に、①と④の質問項目は削除された。

~~①N 基準生産計画では同じ製品ミックスを時間単位、日々単位で反復するようになっている。~~

~~④N~~

②N 基準生産計画は日単位で作業負荷の平準化が図られている。(0.703)

③N 基準生産計画では複数品目が一定の順序で繰り返し生産するようになっている。(0.768)

~~④N 生産計画では、製品品目ミックスは需要予測されたミックスに合わせる事ができる
ように設計されている。~~

⑤N 我々は、毎日基準生産計画を反復使用している。(0.692)

⑥R 我々の基準生産計画はジャスト・イン・タイム生産ができるようにはなっていない。
(0.661)

(7) 段取り時間の短縮 ($\alpha = 0.8019$)

この測定尺度は、JIT生産を推進するために、段取り時間を短縮させる諸手法を利用しているかを評価するもので、以下の6個の質問項目から構成される。

①N 段取り時間を短くするように鋭意努力している。(0.706)

②N 段取り時間のほとんどは外段取り化して、機械は止めない。(0.609)

③N 我々の工場では設備の段取り時間が短い。(0.748)

④N 作業員は時間短縮の要求に応えるように段取りの訓練をしている。(0.755)

⑤N 工具は段取り時間を減らすように訓練を受けている。(0.776)

⑥R 我々の段取り時間は絶望的に長いように思われる。(0.711)

(8) 小ロットサイズ化 ($\alpha = 0.7447$)

この測定尺度は、ロットサイズが小さくなる傾向にあるかどうかを測定するもので、以下の4個の質問項目から構成される。

①R 我々の工場のロットサイズは大きい。(0.764)

②R 基準生産計画ではロットサイズが大きくなりがちである。(0.689)

③N 生産の柔軟性を高めるために、ロットサイズの縮小に重点を置いている。(0.754)

④N できるだけ小さいロットで生産している。(0.812)

(9) 生産の同期化 ($\alpha = 0.7034$)

この測定尺度は、工場内の製造工程やサプライチェーンを通じた作業の同期化が図られ、工程間の在庫が最小限に保たれているかを測定しようとするものであり、以下の5個の質問項目から構成される。

①N 我々の供給ネットワークでは各供給能力のバランスをとっている。(0.756)

②N 我々の生産能力はすべての製造工程にわたってバランスが取れている。(0.775)

③N サプライチェーンでボトルネック作業を容易に見つけることができる。(0.678)

④R 工程間に大量の仕掛品在庫をかかえている。(0.614)

⑤N 我々の供給業者は我々に供給するために大量の在庫を抱えたりしない。(0.552)

(10) JITスーパー尺度

さらに、以上の9個の測定尺度を総合したものとして、JIT生産のスーパー尺度を構成する。このスーパー尺度の信頼性と妥当性については、35事業所レベルのデータを用いてテストが行われた。9個の個別測定尺度を用いた場合、 α 係数は0.9171と非常に高く、また、因子分析の結果、寄与率が66%を超える単一因子が抽出され、各測定尺度の因子負荷量は日程計画の遵守が0.862、設備レイアウトが0.887、供給業者からのJIT納品が0.890、顧客とのJIT連結が0.817、カンバン方式の採用が0.691、基準生産計画の平準化が0.849、段取り時間の短縮が0.891、小ロットサイズ化が0.398、生産の同期化が0.913であった。小ロットサイズ化については因子負荷量がほぼ0.4という水準であるが、この測定尺度も含めて9個の算術平均値としてJIT生産スーパー尺度とした。

5. JIT生産を巡る実証分析結果

次に、JIT生産が他のオペレーション要素とどのような相互関連性を持ち、競争力の源泉となりうるものかどうかを事業所レベルのデータを用いて分析する。〔仮説1〕と〔仮説2〕の検証である。

(1) JIT生産と競争力成果

まず、JIT生産への取り組みが製品の競争力に繋がっているかを正準相関分析によって検討する。競争力成果の指標としては、表1の右側に列挙されている13項目について業界内での競争優位性を工場長が主観的に5段階評価（1=業界の最低レベル、2=競合他社と同等、3=平均的、4=平均以上、5=非常に優れている）したものを利用する。この表1に、9個のJIT生産測定尺度と11個の競争力指標を用いた正準相関分析の結果を第一正準変数と第二正準変数に限って示す。第一正準相関、第二正準相関とも極めて高い値であるが、第二正準相関は有意ではない。JIT生産測定尺度の第一正準変数によって説明できる競争力指標の分散はわずか3%程度であり、むしろ第二正準変数の方が説明力はずっと高い。交差負荷量から、カンバン方式によるJIT生産は納品の迅速性と在庫削減という点で競争力向上に貢献していることと、JITレイアウトの採用や段取り時間の短縮は製造原価の低減のみならず、柔軟性の向上、さらには新製品開発成果にもプラスの効果をもたらしていることが分かる。

このように、いくつかのJIT生産に関する実践活動が異なった次元の競争力に影響を及ぼしていることが明らかとなったが、1990年代の調査データを用いた場合、専らJITレイアウトが

表1 JIT生産測定尺度と競争力指標との関係（第一正準相関と第二正準相関）

正準相関		0.9741	0.9212		
尤度比		0.0001	0.0015		
有意性		0.0157	0.2128		
冗長度：JIT生産測定尺度	0.2915	0.2370	冗長度：競争力指標	0.0268	0.1751
JIT生産測定尺度と競争力指標の正準変数との相関			競争力指標とJIT生産測定尺度の正準変数との相関		
日程計画の遵守	0.5234	0.6351	製造単価	0.0641	0.5938
設備レイアウト	0.1555	0.7167	製品の品質	-0.2247	0.1864
供給業者からのJIT納品	0.5565	0.6463	予定通りの納品	0.0617	0.1195
顧客とのJIT連結	0.5464	0.4435	迅速な納品	0.3598	0.0626
カンバン方式の採用	0.7672	0.1584	製品ミックス変更の柔軟性	-0.0404	0.4640
基準生産計画の平準化	0.5080	0.4047	数量変更の柔軟性	0.1150	0.6365
段取り時間の短縮	0.3056	0.7070	在庫回転率	0.3479	0.3898
小ロットサイズ化	0.0465	0.1285	サイクルタイム	0.0855	0.2805
生産の同期化	0.5242	0.5091	新製品導入スピード	0.1049	0.5170
			製品の性能	0.0453	-0.1444
			予定通りの新製品立ち上げ	-0.0231	0.5980
			製品の革新性	-0.1707	0.3216
			顧客支援サービス	0.0361	0.3009

製造単価, サイクルタイム, 新製品導入速度といった競争力指標に正の影響をもつのみであった。

当然ながら, 製品の競争力はJIT生産だけで決まるものではない。そこで, 同様に, 9個のスーパー尺度と競争力指標の間の正準相関分析を行い, 競争力成果に対する直接的な貢献度に関してJIT生産の相対的な位置を確認する。この結果が表2である。第一正準相関の値は0.9732と高いが, 10%水準で有意な相関という程度である。スーパー尺度の第一正準変数によって説明できる競争力指標の分散は19%程度である。競争力指標の第一正準変数(在庫回転率および新製品開発成果の影響が強い)との相関の順に, スーパー尺度を並べると, SCM(サプライチェーン・マネジメント)が0.7772, JIT(JIT生産)が0.7350, TPM(総合的予防保全)が0.7094, QM(品質マネジメント)が0.6577, MS(製造戦略)が0.6568, TECH(技術開発)が0.5812, TOC(制約の理論)が0.5673, HR(人的資源管理)が0.4963, NPD(新製品開発)が0.3281となり, JIT生産はサプライチェーン・マネジメントに次ぐ貢献度であると言える。以上より, JIT生産は製品の競争力にとって極めて重要な決定要因であると結論づけることができ, [仮説1]は支持される。

ちなみに, 1990年代に実施された同様の調査によって得られたデータを用いた場合, 競争力指標の第一正準変数(サイクルタイムと新製品導入速度の影響が強い)との相関の順にスーパー尺度を並べると, MS(製造戦略)が0.8297, TECH(技術開発)が0.6647, 情報システムが0.5790, QM(品質マネジメント)が0.5708, HR(人的資源管理)が0.5116, JIT(JIT生産)が0.4888, 組織が0.4079となり, 競争力に対するJIT生産の影響は製造戦略や技術開発に比べる

表2 スーパー尺度と競争力指標との関係(第一正準相関)

正準相関		0.9732	
尤度比		0.00004	
有意性		0.0715	
冗長度:スーパー尺度	0.3816	冗長度:競争力指標	0.1852
スーパー尺度と競争力指標の正準変数との相関		競争力指標とスーパー尺度の正準変数との相関	
人的資源管理	0.4963	製造単価	0.4501
JIT生産	0.7350	製品の品質	0.1845
TOC	0.5673	予定通りの納品	0.2300
品質マネジメント	0.6577	迅速な納品	0.1548
TPM	0.7094	製品ミックス変更の柔軟性	0.2798
SCM	0.7772	数量変更の柔軟性	0.4248
新製品開発	0.3281	在庫回転率	0.7994
技術開発	0.5812	サイクルタイム	0.3205
製造戦略	0.6568	新製品導入スピード	0.5986
		製品の性能	0.1369
		予定通りの新製品立ち上げ	0.5044
		製品の革新性	0.3765
		顧客支援サービス	0.3494

表3 スーパー尺度間の相関係数

	JIT	HR	TOC	QM	TPM	SCM	NPD	TECH
HR	0.70074							
TOC	0.70319	0.68729						
QM	0.57810	0.69961	0.65423					
TPM	0.78587	0.88186	0.77538	0.77478				
SCM	0.80174	0.74724	0.68664	0.62961	0.79198			
NPD	0.33238	0.23585	0.32472	0.26076	0.31226	0.24591		
TECH	0.65833	0.60571	0.60666	0.72163	0.76802	0.63013	0.40785	
MS	0.57762	0.69357	0.67465	0.68549	0.76690	0.67002	0.19092	0.73234

と控えめなものであった。2003-4年までにはこの順位が逆転し、JIT生産の相対的重要度が増加したことは注目に値する。

(2) JIT生産と人的資源管理、TOC、品質マネジメント、TPM、サプライチェーン・マネジメント、新製品開発、技術開発、製造戦略との相互関連

JIT生産が図1の他の構成要素とどのような関係にあるかを探るため、スーパー尺度間の相関分析から始める。これらの間の相関係数が表3に示されているが、相互に正の相関関係があることが分かる。NPDが関わるものを除いて、すべて0.1水準で有意な相関関係が認められる。JITはとりわけSCM、TPM、TOC、HRと密接な関連を持つ。

相関係数では因果関係は捉えられない。因果の方向を探るために、JIT生産測定尺度と他の領域の個別測定尺度を用いた正準相関分析を試みる。まず、表4に結果の要約を示す。最初の行の各セルに含まれている数字は、各領域に関連する測定尺度の数を表す。他領域がJIT生産に及ぼす影響の強さは5行目の冗長度、逆にJIT生産が他領域に与えるインパクトについては6行目の冗長度の指標が参考になる。新製品開発と製造戦略を除けば、JIT生産測定尺度が持つ分散の3分の1以上が各領域の測定尺度の第一正準変数によって説明できる。特に、TPMとSCMの第一正準変数の場合は、半分近くに達している。技術開発も5個の測定尺度で4割近く、TOCは2個の測定尺度のみで3分の1のJIT生産測定尺度が持つ分散を説明できている。人的資源管理や品質マネジメントを含めて、これらの領域に対しては、JIT生産測定尺度の第一正準変数がほぼ同様に強い影響を与えている。特に、TOCへのインパクトが顕著である。よって、JIT生産と他領域との関係は一方的な因果関係ではなく、相互に影響を及ぼし合う関係と考えるべきである。このことは、JIT生産が他の領域への貢献を通じて競争力成果を向上させる間接効果を少なからず持つことを示唆する。

表4 JIT生産測定尺度と他領域測定尺度の正準相関分析（第一正準相関のみ）

	HR 15	TOC 2	QM 13	TPM 4	SCM 3	NPD 7	TECH 5	MS 11
正準相関	0.9433	0.8417	0.9048	0.9015	0.9240	0.8765	0.8818	0.9146
尤度比	0.0003	0.1942	0.0006	0.0793	0.0498	0.0357	0.0761	0.0085
有意性	0.0369	0.0004	0.0061	0.0012	0.0001	0.2565	0.0174	0.2430
冗長度：JIT	0.3371	0.3316	0.3360	0.4740	0.4565	0.1903	0.3865	0.2625
冗長度：他	0.3183	0.6414	0.3437	0.5668	0.4629	0.1046	0.3430	0.2586

表5 JIT生産測定尺度と人的資源管理測定尺度との関係 (第一正準相関)

JIT生産測定尺度と人的資源管理測定尺度の正準変数との相関		人的資源管理測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.6979	協力関係	0.5340
設備レイアウト	0.6791	意思決定の調整	0.8446
供給業者からのJIT納品	0.5625	従業員提案	0.5940
顧客とのJIT連結	0.7623	コミットメント	0.5756
カンバン方式の採用	0.3356	フラットな組織構造	0.1418
基準生産計画の平準化	0.7394	善良さ	0.2347
段取り時間の短縮	0.6810	マネジメントの経験の幅	0.2830
小ロットサイズ化	0.3197	多能工	0.5978
生産の同期化	0.6615	チーム志向の採用選抜	0.6630
		監督者によるコミュニケーションの促進	0.6939
		小集団問題解決	0.7561
		現場での管理者・技術者との接触	0.7205
		従業員教育訓練	0.6050
		集権化度	-0.1176
		報酬と製造目標の調整	0.6239

表6 JIT生産測定尺度とTOC測定尺度との関係 (第一正準相関)

JIT生産測定尺度とTOC測定尺度の正準変数との相関		TOC測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.6096	制約の理論	0.8417
設備レイアウト	0.7659	TOCの制度化	0.7567
供給業者からのJIT納品	0.6231		
顧客とのJIT連結	0.6000		
カンバン方式の採用	0.3724		
基準生産計画の平準化	0.6245		
段取り時間の短縮	0.7695		
小ロットサイズ化	0.0960		
生産の同期化	0.7766		

表7 JIT生産測定尺度と品質マネジメント測定尺度との関係（第一正準相関）

JIT生産測定尺度と品質マネジメント測定尺度の 正準変数との相関		品質マネジメント測定尺度とJIT生産測定尺度の 正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.7494	5 S	0.6324
設備レイアウト	0.7654	顧客フォーカス	0.1859
供給業者からのJIT納品	0.5690	顧客関与	0.4537
顧客とのJIT連結	0.4860	顧客満足度	0.6622
カンバン方式の採用	0.4094	組織全体アプローチ	0.5373
基準生産計画の平準化	0.6288	予防アプローチ	0.3869
段取り時間の短縮	0.7863	プロセス指向	-0.1113
小ロットサイズ化	0.3826	品質情報フィードバック	0.6820
生産の同期化	0.5927	統計的工程管理	0.7513
		供給業者の品質関与	0.5852
		品質に対するトップのリーダーシップ	0.6087
		顧客とのTQM連携	0.4192
		供給業者とのパートナーシップ	0.4917

表8 JIT生産測定尺度とTPM測定尺度との関係（第一正準相関）

JIT生産測定尺度とTPM測定尺度の正準変数との 相関		TPM測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との 相関	
日程計画の遵守	0.7560	自立的保全	0.2634
設備レイアウト	0.7224	保守へのサポート	0.7416
供給業者からのJIT納品	0.7242	チームによる保全	0.8692
顧客とのJIT連結	0.7537	予防保全	0.7789
カンバン方式の採用	0.6299		
基準生産計画の平準化	0.7905		
段取り時間の短縮	0.7820		
小ロットサイズ化	0.1317		
生産の同期化	0.7648		

表9 JIT生産測定尺度とSCM測定尺度との関係 (第一正準相関)

JIT生産測定尺度とサプライチェーン・マネジメント測定尺度の正準変数との相関		サプライチェーン・マネジメント測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.7902	工場活動の調整	0.7571
設備レイアウト	0.8230	需要の安定性	0.4991
供給業者からのJIT納品	0.7576	サプライチェーン計画	0.8164
顧客とのJIT連結	0.7724		
カンバン方式の採用	0.4603		
基準生産計画の平準化	0.7250		
段取り時間の短縮	0.8116		
小ロットサイズ化	0.2287		
生産の同期化	0.8589		

表10 JIT生産測定尺度と新製品開発測定尺度との関係 (第一正準相関)

JIT生産測定尺度と新製品開発測定尺度の正準変数との相関		新製品開発測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.5721	新製品開発への顧客関与	-0.0580
設備レイアウト	0.2854	プロジェクトの複雑さ	-0.1007
供給業者からのJIT納品	0.5225	新製品開発への製造の関与	0.4469
顧客とのJIT連結	0.3104	プロジェクトの優先順位	0.1199
カンバン方式の採用	0.4228	チームへの報酬	-0.3631
基準生産計画の平準化	0.4043	チームワーク精神	-0.0143
段取り時間の短縮	0.2788	新製品開発への供給業者の関与	0.4913
小ロットサイズ化	0.5622		
生産の同期化	0.4318		

表11 JIT生産測定尺度と技術開発測定尺度との関係 (第一正準相関)

JIT生産測定尺度と技術開発測定尺度の正準変数との相関		技術開発測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.7896	工程革新の実施	0.8424
設備レイアウト	0.7847	職能間協力による設計	0.7998
供給業者からのJIT納品	0.6440	マスカスタマイゼーション	0.4868
顧客とのJIT連結	0.6038	製品のモジュール化	0.3769
カンバン方式の採用	0.3860	新製品導入の協力	0.3838
基準生産計画の平準化	0.6986		
段取り時間の短縮	0.8393		
小ロットサイズ化	0.2784		
生産の同期化	0.7669		

表12 JIT生産測定尺度と製造戦略測定尺度との関係（第一正準相関）

JIT生産測定尺度と製造戦略測定尺度の正準変数との相関		製造戦略測定尺度とJIT生産測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.7936	製造戦略の浸透	0.5985
設備レイアウト	0.6972	公式的戦略策定	0.4398
供給業者からのJIT納品	0.4820	職能間統合	0.5812
顧客とのJIT連結	0.5675	職能統合のためのリーダーシップ	0.5883
カンバン方式の採用	0.2082	競争資源としての製造	0.0156
基準生産計画の平準化	0.4508	ユニークな慣行	0.7007
段取り時間の短縮	0.7581	設備の自社開発	0.4896
小ロットサイズ化	0.0862	職能統合の達成度	0.4913
生産の同期化	0.7049	新技術への予期的対応	0.5936
		業界の競争関係の強さ	0.1629
		製造と事業戦略の連携	0.3814

表5から表12にはJIT生産測定尺度と他領域の測定尺度との間の交差負荷量が示されている。この結果から、JIT生産との関連で特に注目すべき測定尺度が浮き彫りになる。人的資源管理測定尺度としては、意思決定の調整、小集団問題解決、現場での管理者・技術者との接触、監督者によるコミュニケーションの促進、チーム志向の採用選抜、TOC測定尺度としては、制約の理論、TOCの制度化、品質マネジメント測定尺度としては、統計的工程管理、品質情報フィードバック、顧客満足度、TPM測定尺度としては、チームによる保全、予防保全、保守へのサポート、サプライチェーン・マネジメント測定尺度としては、サプライチェーン計画、工場活動の調整、技術開発測定尺度としては、工程革新の実施、職能間協力による設計がJIT生産と強い相互依存の関係にあり、JIT生産を支える基盤と考えられる。JIT生産を実現するには、これらの他の領域における優れたシステムや慣行の構築が前提条件となるか、あるいは強く推奨されるべきと考えられる。最後の表12の結果によれば、製造戦略との関連性は、主として優れたJIT生産システムの構築が競争優位をもたらすユニークな慣行を必然的に伴うというものであろう。

以上より、[仮説2]は一般に支持され、JIT生産と他領域の慣行の間には密接な相互関係があることが立証された。特に、多くの基本的な人的資源慣行、TPMや品質マネジメントのシステム構築、制約の理論やサプライチェーン・マネジメント、工程革新への関心等がJIT生産を支援する基盤として重要である。

1990年代のデータを用いた場合にも、上記と同様、人的資源慣行やTPM活動がJIT生産の前提条件となることが見出されており、その構造には大きな変化は生じていないものと思われる。ただし、品質マネジメントとJIT生産との関係はそれほど顕著ではなく、新技術への予期的対応や製造戦略の浸透といった製造戦略とJIT生産の相互依存関係がむしろ目立っていた点では最近の状況とは異なる。

6. おわりに

本論では、2003年から2004年にかけて収集されたわが国35製造事業所のデータを用いて、JIT生産を特徴づける9個の測定尺度についてその信頼性と妥当性が頑強であることを示した。さらに、これらのJIT生産測定尺度やスーパー尺度を用いて、他のオペレーションの主要素および製品の競争力との関連からJIT生産の構造的特質を分析した。1990年代に実施した同様の調査との比較を含め、主たる結論は次のようにまとめられる。

- ①JIT生産の推進は製品の競争力に強い影響力をもっている。競争力との関わりが強さでは、JIT生産はサプライチェーン・マネジメントに次ぐポジションを占めている。1990年代にはJIT生産と競争力との間に特に強い関係は見出せなかったため、対照的である。
- ②JIT生産は、サプライチェーン・マネジメント、TPM、品質マネジメント、TOC等のオペレーションのコア・システムと密接な相互関連を持つ。また、人的資源管理や技術開発にも支えられている。基本的な人的資源慣行やTPMがJIT生産の前提条件となることは1990年代の調査でも示されたことであり、この点では大きな変化は生じていない。

本研究に関する今後の展望は多岐に亘る。本論で取り上げた分析の精緻化はもとより、少なくとも2つの発展方向が考えられる。まず、インフラからオペレーションのコア・システム、長期的戦略を経て競争力へと繋がるパス構造を解析することが必要であるが、標準サイズの問題が残る。第二に、国際比較研究への方向性がある。すでに9カ国でのデータ収集が完了しており、経済的環境や文化、国民性等を考慮しつつ、比較可能な各国の特徴やパターンを発見することが課題となる。

謝 辞

本研究に際して、文部省科学研究費補助金（基盤研究（B）, 課題番号：16330069及び17330084）の資金援助を受けた。記して感謝したい。

参 考 文 献

- Flynn, B. B., S. Sakakibara, R. G. Schroeder, K. A. Bates and E. J. Flynn, "Empirical Research Methods in Operations Management," *Journal of Operations Management*, Vol. 9, No. 2, pp. 250-84, April 1990
- Goldratt, E. M. and J. Cox, *The Goal*, North River Press, 1992
- Harrison, A., *Just-in-Time Manufacturing in Perspective*, Prentice-Hall, 1992
- Matsui, Y., "An Empirical Analysis of Just-in-Time Production in Japanese Manufacturing Companies," *International Journal of Production Economics*, Vol. 108, No. 1-2, pp. 153-164, July 2007
- Schonberger, R. J., *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*, Free Press, 1986
- Spearman, M. L., D. L. Woodruff, and W. J. Hopp, CONWIP: A Pull Alternative to Kanban, *International Journal of Production Research*, Vol.28, No.5, pp. 879-894, 1990
- Womack, J. P., D. Jones and D. Roos, *The Machine that Changed the World*, Macmillan, 1990
- 大野耐一『トヨタ生産方式』ダイヤモンド社, 1986年8月
- 松井美樹「わが国製造企業におけるジャスト・イン・タイム生産の展開」, 横浜経営研究, 第16巻第4号, 39~62頁, 1996年3月
- 松井美樹「製造企業経営の新展開」, オフィス・オートメーション学会誌, 第27巻第4号, 15-23頁, 2007年5月
- 門田安弘『新トヨタシステム』講談社, 1991年6月