

MMRC-J-185

**同期生産と部品納入方式  
： ジヤトコにおける順序納入への取り組み**

東京大学経済学研究科  
藤本 隆宏

東京大学経済学研究科ものづくり経営研究センター  
呉 在烜

2007年12月



東京大学21世紀COE [整備済]  
ものづくり経営研究センター



# 同期生産と部品納入方式 : ジヤトコにおける順序納入への取り組み

東京大学経済学研究科

藤本 隆宏

東京大学経済学研究科ものづくり経営研究センター

呉 在烜

2007年12月

## 1. ものづくりと整流化

「ものづくり」とは、人工物の設計・開発・生産・購買・販売を通じて顧客満足を生み出す、企業全体・産業全体の取り組みを指す広義の概念であり、少子高齢化に直面する日本経済の推進力として近年とくに注目されるようになった。「ものづくり技術」とは顧客へと向かう「製品設計情報の流れ」を司る汎用技術であり、生産〔設計情報の素材への転写〕のみならず製品開発〔設計情報の創造〕も含む。「ものづくりの組織能力」とは、他社よりも良い「設計情報の流れ」を作る組織ルーチンの体系だと言える（藤本 2007）<sup>1</sup>。

このように、「ものづくり」とは顧客へ向かう設計情報(付加価値)の良い流れを作ることである。良い流れとは、顧客が求める製品すなわち製品設計情報を、正確に（高品質）、迅速

---

<sup>1</sup> この意味での広義の「ものづくり技術」は、2006年に開始された第3次科学技術基本計画における8本の柱の一つに加えられた。

に(短リードタイム)、効率よく(高生産性)、顧客にまで届けることを意味する。佐武[2005]はこれを「整流」と呼ぶ。トヨタ方式は、高品質を前提条件として、リードタイム改善(工程管理)を生産性改善(作業管理)に対して先行させるところに特徴がある(新郷 1980、門田 1991)。日産プロダクションウェイ(NPW)も、この点では同様の方向を目指す。

## 2. ストレスフリーBTOとNPW

多くの顧客が多様な設計の製品を買う状況(自動車がこれに該当)においては、リードタイムは単に短いだけでなく、できるだけ「ばらつき」なく、顧客の指定する納入日時に正確に納入される必要がある。

一つの理想を言うなら、顧客が注文した順に、生産を行い、その順に納入ができれば、各顧客に対する納入リードタイムは同一になり、受注から納車までの流れが完全に整流化する。

しかし、受注日時 of ばらつき、受注内容のカスタム度の違い、顧客の指定納入期日の違い、製品間の工数差、タクト一定・平準化など生産側の制約条件、サプライヤー能力の制約、立地による物流リードタイムの違いなど、多くの条件が加わるので、以上の「受注から納車までの完全整流化」は現実的でない。そこで、企業は、以上の制約を勘案しながら、オーダーを最小限プールし、最適の車体着工順序計画を策定し(ロット、平準化など)、最適の方法(大ロット納入、小ロット納入、順序納入など)で各部品を調達し、それらを最適のポイントで順立てし(サプライヤー、中間倉庫、構内の順立て場、ライン上など)、ライン上の直行率を高め、計画順序と生産時刻をできるだけ遵守し、顧客間の納期のばらつきを抑え、かつ、納期を短縮する。

究極的には、顧客にストレスをかけない車両の完全受注生産、つまり「ストレスフリーなBTO」が、国内向け生産における「あるべき姿」であろう。それを達成した企業はなく、各社完成途上である。しかし、一部の日本企業は、ゴールに比較的近いところにいると考えられる。

NPWは、以上の「あるべき姿」に対して、「着工順序計画の遵守」「完成時間の遵守」を主たる管理ポイントとして、トヨタ流(平準化組立と後補充の小ロット部品納入)とは一味違う同期生産方式を試行している(まず工程改善により整流化し、それから正味作業時間比率の向上など生産性改善を行う、という手順は両者共通であるが)。

### 3. 部品納入方式の選択：ロット・順序・キット

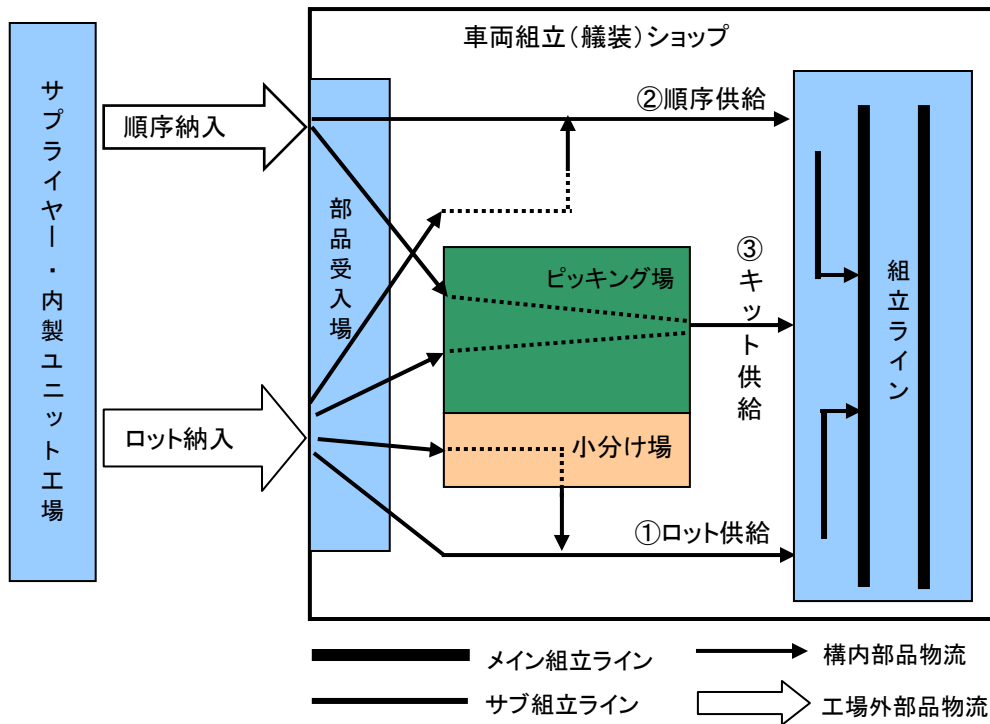
それでは、このNPW方式に対して、部品の納入システムはどのような対応をしているのか。部品の大きさ、価格、荷姿、生産技術、品種数、共通化の度合い、サプライヤーの立地などにより判断は分かれるが、大まかに言えば、(1) どんなロットサイズで搬送するか、(2) どこで順立てを行うか、(3) 何工程分の部品を順立てするか、によってタイプが3つに分かれる。

すなわち、ラインサイドでの部品の受け入れ方で①ロット納入（同一品番の部品箱が品種分だけ並ぶ）、②順序納入（1工程分の部品が車両順序と同期化して部品がその順序で組立ラインに供給される）、③キット納入（複数工程分の部品キットが箱詰めされて車両順序で供給される）の3つがある。また、組立工場での部品の受け入れ方は(a)ロット納入と(b)順序納入の2つがある。この2つの納入部品は組立工場において、直納、小分け、ピッキング・キットティング、順立ての方法で、上記の3タイプに分けられ、組立ラインに供給される（図1）。

仮に、あるライン(複数工程直列)で、N点の部品を付け、部品がそれぞれM品種あるとしよう。すると、トータルの部品の品番数はNM種類となる。工程密度を、単純化のため「1部品1工程」とするなら、このラインの長さはN工程である。

①このとき、ロット納入なら、品番ごとに部品箱がラインサイドに並ぶので、仮に部品箱の間口が1メートルで、全ての部品が組立ラインに接しているとすれば、部品箱の間口は延べNMメートル、1工程あたりM箱、Mメートルとなる。②順序納入なら、部品箱の間口は延べNメートル、1工程あたり1箱、1メートルとなる。

図1 自動車部品の納入システム



③そしてキット納入なら、部品箱の間口は延べ1メートル、1工程あたり1/N箱、1/Nメートルとなる。つまり、作業者の工程密度の制約を別とすれば、①より②、②より③のほうが、組立てラインは短くしやすい。

#### 4. 各方式の比較

上記の3タイプのそれぞれについて、さらに工程設計が分かれる。

部品選択作業：まず、車両順序に応じた部品選択作業を行うポイントはどこにするか。①ロット納入ではラインサイドの組立作業者自身が行うが、②順序納入では、選択作業(キットティング、ピッキング)をどこで行うか(組立ラインの近く、構内の受け入れ検査場、中間倉庫、サプライヤー側)で分かれる。サプライヤー側が順序を作る場合、サプライヤーの出荷倉庫でおこなうのか、組立ラインで行うのか、もっと深い地点、例えば加工や成形工程で行うのか、といった判断がサプライヤーによって行われる。部品の特性とサプライヤーのものづくり組織能力が判断のポイントとなる(後述のジャトコの場合)。

## 同期生産と部品納入方式

---

多能工化：部品の選択作業は、①ロット生産では組立作業者が行う。多能工として当然ともいえるが、製品が複雑化すれば選択ミスも出やすくなる。②と③では、選択作業はライン外で行われるので、選択ミスは減りやすいが、選択作業を専門に行う作業者のやりがい、人材形成などに問題を残す。キット場の工数アップを組立てラインの工数ダウンで補えるかどうか、工程により微妙なバランスである。

ライン上の作業：歩行距離を見ると、①ロット納入では部品取り出し口が一定しないので歩行距離が長くなり、また部品取り出し口が一定化しないので、標準作業を組みにくい。場合によっては部品取り出しの姿勢が悪くなる。しかし、歩行時間が作業のリズムを作るのに役立っているとの声もある。②順序納入なら、部品取り出し口が一定となり、作業姿勢も良くなる(ストライクゾーン)。歩行距離も減る。しかしそれだけ、組み付け作業の密度は上がる。③キット供給の場合も、キット台車が車体と同期化して動くなら歩行距離が短くなり、さらに車室内にキット箱を持ち込んで手元化できれば、歩行そのものがなくなり、正味作業時間比率が上がる。しかし、歩行が減ると、順序納入以上に組み付け作業の連続となり、それだけ組み付け作業の密度が増えるので、長時間これを続けると事実上の労働強化になりかねない、との声も聞かれる。

キット場の作業：さらに言うなら、③の場合、キット場の部品選択作業における歩行距離は膨大になる。したがって、キット供給が仮に増えたとしても、キット場の歩行距離や選択ミスを低減するためには、キット場への部品順序供給も考えたほうがいいかもしれない。つまり、②順序納入と、③キット納入は、両立する可能性がある。

ラインの短縮化：①ロット供給の場合、動線の錯綜により工程密度の制約があり、部品箱の間口の長さも制約になるため、組立てライン短縮が難しい。②順序納入なら、間口は1工程に1部品箱となり、動線も安定するので、工程密度を高めてラインを短縮化しやすい。③キット供給の場合はその傾向はさらに強い。部品の投入口はN工程あたり1箇所でもいいわけだから。また、ラインサイドから部品箱がなくなるので、キット供給の場合、リーダーがラインを一望でき、「見える化」にとっては効果的である。

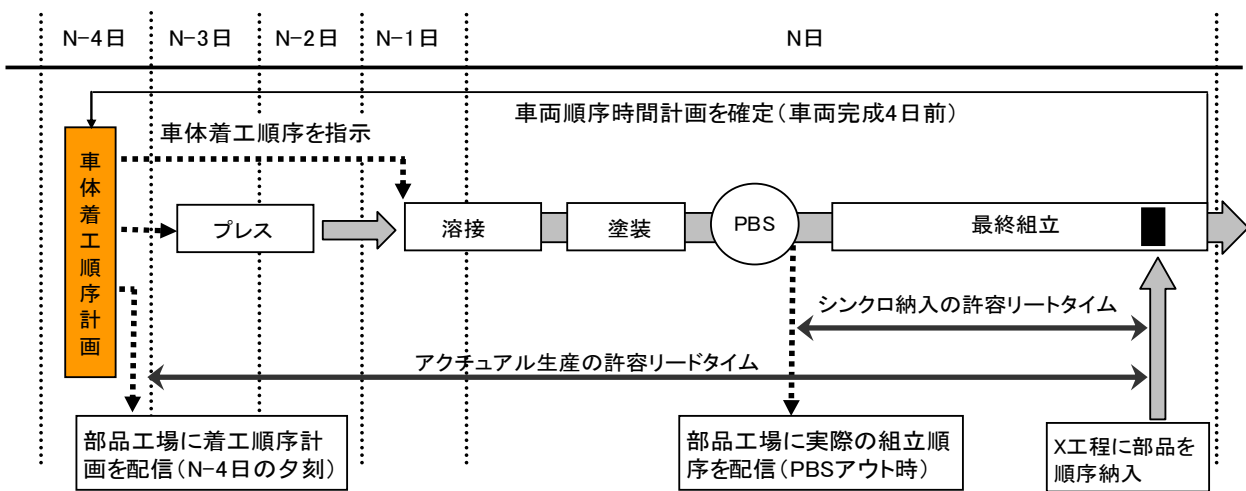
このように、どの方法にも長所と短所がある。適材適所で方式を選択し、それぞれについて長所を伸ばし、短所を消す努力が必要である。これは、自動車の組立ラインも、モジュール

ル供給企業の組立てラインも、基本は一緒であろう。

## 5. NPW 方式における順序納入

NPW 方式では、順序納入をシンクロ生産（実際の組立順序に対応）とアクチュアル順序生産（車体着工順序計画に対応）の2つに分けている。どの方式も車両の組立順序に合わせて、ロットサイズ1で生産、納入するという点では同様であるが、許容リードタイムの長さが違うところに特徴がある（図2）。

図2 シンクロ生産とアクチュアル順序生産



シンクロ生産：この方式では、車両工場の組立ラインにおける実際の組立順序が配信され、サプライヤーはその順序に合わせて生産、納入する。この実際の組立順序が最終的に確定されるのは、ボディが塗装と組立ラインの間にある塗装完了ボディストレージ（PBS）を出庫した地点である。この地点から順序納入部品が組み付けられる工程までの時間が、シンクロ生産の許容リードタイムとなる。

仮に、この工程を X 工程とすれば、PBS 出庫から X 工程までの時間は、PBS 出庫から組立ラインまでのボディ搬送時間、組立ラインにおける X 工程の順番、組立ラインのボディバッファ量、組立ラインのタクトタイムによって異なるが、せいぜい 2-3 時間以内というのが一般的である。このため、シンクロ生産は 2-3 時間という許容リードタイム内で生産、納入しなければならない、車両工場の近くに立地することが条件となる。日産の場合、シンク



## 同期生産と部品納入方式

ロ生産のサプライヤーはオンサイト（組立ライン隣接）か、インサイト（組立工場敷地内）、あるいは組立工場周辺など、車両工場に近い場所に立地しているのはこのためである。

アクチュアル順序生産：この方式は順序生産という点ではシンクロ生産と同様であるが、許容リードタイムが2-3日程度と、シンクロ生産に比べて長い。この理由は、アクチュアル順序生産は、サプライヤーが車両完成4日前までに確定される車体着工順序計画を受け取った時期を起点にして生産に着手できるからである。リードタイムに余裕があるので、納入先の組立工場と数十kmから数百kmは離れていてもアクチュアル順序生産は成立する。シンクロ生産のほど、立地の制約が厳しくないのである。

無論、アクチュアル順序生産は、その前提として、車両工場における車体着工順序・時間計画の高い遵守能力が必要である。具体的にこれは、車両完了4日前の車体着工順序・時間計画とPBS出庫時の実際組立順序・時間との格差が十分に低いことが求められる。この格差が大きければ、4日前の順序時間計画に合わせて生産、納入する部品がどこかで停滞し部品在庫の増加になるか、逆に、ある仕様の部品が間に合わないという事態が起こりうる。

この前提条件に対して、少なくとも国内の日産車両工場は満たしているようである。日産は97年から順序時間の遵守を重視した同期生産に取り込んできて、今や国内車両工程における計画順序と実際順序との乖離は低く（5%以内）、納入部品の投入順番を入れ換えるだけで対応できるレベルに達している。

以上のような順序納入のねらいは、ものの流れを一個流しで整流化して、リードタイムの短縮を図ることである。また、車両工場との間で順序の同期化が進むと、順立て・ピッキング工数の削減もできる。ただ、段取り替え回数増加などのようなコスト増加の要因もあり、順序納入の選択はサプライヤーの実力が問われる。

## 6. ジャトコにおける順序納入への取り込み

ジャトコは1998年に「同期生産」を導入し、それを「ジャトコ生産方式（JEPS）」として体系化して、生産プロセスの整流化に取り込んできた。日産が1994年にNPW方式の実験を始め、それを「同期生産」として定式化して、関係会社を含むグローバルな生産拠点に導入すると宣言したのは1997年である。かくして、ジャトコは日産系サプライヤーの中では同期生産の先発組である。

JEPSのめざす姿は「受注確定生産」であり、これを徹底して追求して、スピード、柔軟性、高付加価値、全体最適を達成することである。そして、同期生産を意味する「受注確定

生産」については、「お客様から頂いた注文どおりに、上流工程から下流工程までが一貫して、時間どおり、順番どおり、短い納期で、高品質な製品を納入するという状態」と定義している（海老原、2006年）。すなわち、JEPSは、車両工場の着工順序・時間に合わせた同期生産と、それによるリードタイムの短縮、そしてそこから顕在化する問題の改善を通じた生産性の向上をめざすという生産方式であり、この意味でNPW方式（同期生産）と同様の方向にある。

JEPS方式の特徴としては、①車両の着工順序に合わせたアクチュアル順序生産を目指していること、②一本のラインで複数のモデルを混流生産するフレキシブルラインの構築、③節目のない一貫ラインの構築、④簡単な設備等の活用によるローコスト自動化、⑤ストライクゾーン、キット供給、多工程持ち、多能工化などの推進などが挙げられる。これらのうち、ここでは①順序生産を中心に考察し、②から⑤の取り組みについては順序生産との関連で若干ふれることにとどめる。

ジヤトコの幾つかの国内生産拠点のうち、ここで対象とする工場は富士地区にあるCVT生産工場である。この工場は中型乗用車用のCVTを生産して、多くの国内や海外の自動車メーカーに供給している。最も多いのは日産向けであり、追浜や九州工場と日産車体などに供給している。

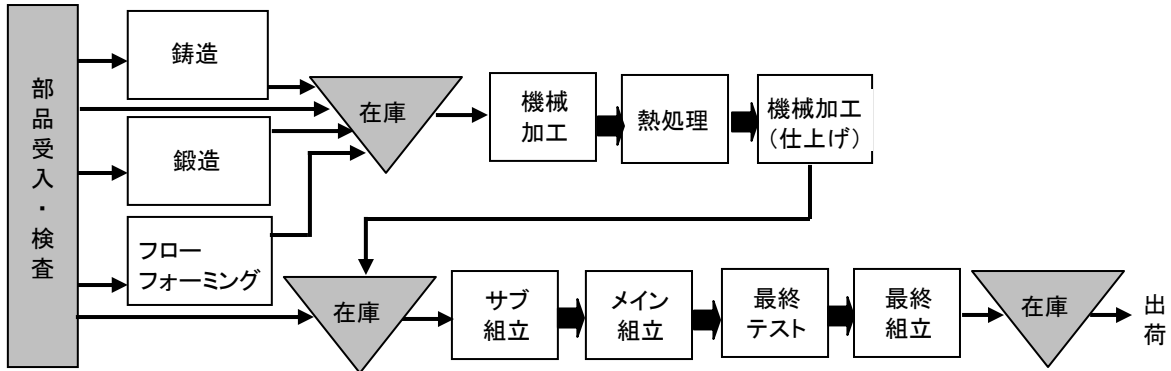
富士地区のCVT生産ラインは大別して、機械加工と組立ラインの二つに分かれている。機械加工の前工程に当たる成型（鋳造・鍛造）ラインは、近くにあるジヤトコの別工場にある。機械加工ラインは成型（鋳造・鍛造）されたプーリーやギア、ケースといった粗材を機械で粗加工（旋削・穴あけ、みぞ入れ）して、熱処理を施した後、仕上げ加工（研削）を行うというプロセスである。組立ラインは5つのサブ組立ラインが1本のメイン組立ラインにつながったライン（「この字」）で、サブラインではプーリーやバルブなどのサブ組立が行われる。メインラインで組立が終わったCVTは最終テスト（全数検査）と最終組立の後、出荷待ちのエリアに搬送される（図3）。

このCVT工場で生産しているCVTの品種は、2モデル（2.0リットル、2.5リットル）、36種類（メーカー別、二輪駆動／四輪駆動別など）である。このような多品種のCVTは基本的に同じ生産ラインで混流生産している。組立ラインは日産工場の車体着工順序計画に連動してアクチュアル順序生産を行っているので、ほぼ一個流し順序生産を実現しているが、機械加工ラインと成型ラインは同一仕様をまとめて流すロット生産の形態をとっている。より細かくいえば、組立ラインは完全一個流しではなく、同一仕様のCVTを4個ずつまとめて流しており、機械加工ラインと成型ラインはやや多めのロット（4時間分）で生産している。仕掛在庫は成型と機械加工、機械加工と組立との間に存在する（約4時間分）。完成品

### 同期生産と部品納入方式

在庫レベル（国内向け）は、組立ラインオフ後の出荷待機エリアに4時間分、日産の車両組立に4時間分の完成品在庫がある。

図3 ジャトコのトランスミッション生産プロセス



出所：www.jatco.co.jp/TEC/at.html により修正作成

機械加工ラインや成型ラインにおいても、一個流し順序生産への取組みも行われている。鍛造工場における全自動一貫ラインの構築はこの例である。切断、成型、完成のプロセスを一貫ライン化し、節目（在庫による工程間の切れ目）を無くし、すべて一個流し化することで、リードタイムを従来の3日から1日に短縮した。また、この一貫ラインを一つのユニットとして多能工化を進めると同時に、投入作業を無くすなどの無駄の削減活動も展開している。ただ、事例工場の場合、全ラインが一貫ライン化されてはいない。今は一貫ライン化に向け、取り込んでいる途中にある。

生産リードタイムについては、組立時間が約3時間、機械加工（粗加工から熱処理、仕上げ）は部品によって異なるが、熱処理が必要なプーリーやギアなどの部品は約12時間かかる。ケースなど蓋ものは熱処理を必要としないので、その分リードタイムは短い（1.5時間）。熱処理に多くの時間が取られる一つの理由は、この工程が粗加工と仕上げと連続しておらず、離れた別の場所（同じ敷地内の）にあることも影響している。成型ラインでのリードタイムは不明だが、仕掛在庫と運搬時間等を入れたリードタイムは少なくとも1日はかかるかと推測される。

## 7. 事例の考察

理想的な整流生産とは、全生産ラインから一切のロット生産およびロット運搬を排除し、一個流しの順序納入を実現することである。しかし、既存の設備やラインによる制約、工場の立地によるリードタイムの問題、受注量の変動、取引先の納入方式の違いなどの要因により、全生産ラインにおける完全同期順序納入の実現は容易ではない。

ジャトコの事例工場においては、一個流しの順序納入に最も近い状態にあるのは組立ラインである。車体着工順序計画に合わせて同期順序生産が進んだことにより、納入リードタイムが短縮され、受注変動に対して即時に対応できるようになった。

特徴的なのは、順序生産への取り込みが「一貫ラインの構築」や「作業無駄の削減」と一体化して行われていることである。これは、良いものの流れをつくって、リードタイムの短縮と生産性の向上につなげようという考え方を示す良い事例である。

リードタイムの面から見れば、近い距離にある車両工場なら、機械加工工程の先頭から一個流し順序生産でも間に合う。たとえば、日産自動車の追浜工場はトラックで2-3時間の距離にあり、機械加工先頭から工場出荷までのリードタイムは現状の在庫水準を前提しても1.5日程度（3シフト）なので、着工順序計画の受け取りから3日程度の許容リードタイムに十分対応できる。

ただ、順序生産かロット生産かという生産方式の選択はリードタイムだけで決められるものではない。一個流しのために既存設備やライン改造に追加費用がかかる場合、コスト面での考慮が必要である。ジャトコの事例工場においては、熱処理工程の問題がこの例に当る。また、機械加工ラインにおける段取り替え回数の増加の要因も考慮する必要があるだろう。組立ラインにおいても、完全一個流し順序生産のためには、一部の分枝ラインを一本化することが必要である。これもコストの問題が絡む。

在庫水準についていうと、仕上げ加工と組立ラインの間の仕掛在庫、出荷待ちエリアの完成品在庫はそれぞれ4時間分とやや多い。組立ライン前の仕掛在庫は前工程がロット生産なので、ロット待ちの在庫は必然的に発生するが、それを上回る在庫水準を維持している理由の一つは、取引先からの受注量の変動が大きいことである。すなわち、ここの中間在庫が受注変動に対するバッファとしての機能をもっている。

この問題はサプライヤー側の努力だけでは解決できない。トヨタなど一部のメーカーは内示と確定の間の発注量の乖離を一定の範囲内（たとえば、トヨタはプラスマイナス10%以内）にするルールを設けているが、最終ユーザーの仕様選択を優先する自動車メーカーの場合、日々の発注量の振れが大きいこともある。短期間で受注量の振れが大きいと、サプライヤーはどこかにその変動を吸収するためのバッファ（在庫）を持たざるを得なくなる。

## 同期生産と部品納入方式

無論、可動率の低さ、直行率の悪さにより、仕掛在庫や完成品在庫が膨らむなら、その改善努力は当然必要である。

また、一本のラインで複数の取引先に対応することも順序同期生産の難点の一つである。納入方式、納入リードタイムといった違いに対応して、一個流し化による順序納入を行うことは複雑な工程管理が必要である。

このように、順序納入（アクチュアル順序生産）のためには乗り越えるべき制約が多い。順序生産への取り込みは、自動車メーカーとサプライヤー双方の実力が問われると言える。

## 8. 結論

近年、部品の納入システムに大きな変化が起こっている。ロット納入のキット納入化への動きである。キット納入方式は、組立ラインの効率化（正味作業時間比率の向上など）に寄与していることは実証済みである。しかし、ピッキング工数の増大といった新たな問題も出ている。この問題は、車両ラインやキット場よりもっと深い地点にある部品の成型や加工工程から順序納入ができるかが一つのポイントとなる。

このような問題関心から見て、ジヤトコの順序納入への事例は興味深い。限られた情報に基づいた考察ではあるが、メリットがある反面、さまざまな課題も明らかである。サプライヤーによる順序納入は、自動車メーカーにとってのメリットは明確である（ピッキング工数の削減など）。一方、サプライヤーにとってのメリットは複雑な要因が絡み、その評価は単純ではない。たとえば、ロット納入の順序納入への切り替えは、コストの増加要因と削減要因があり、自動的にコスト低減につながると見ることはないだろう。いかにしてコスト増加の要因を抑え込み、メリットを伸ばすかという点においてサプライヤーのものづくり能力が問われているのである。順序納入への取り込みを、ものづくり能力を鍛えるきっかけとして活用するという、動的な視点が必要であろう。

**参考文献**

海老原靖弘[2006]「JEPS ジヤトコ生産方式の概要」JATCO Technical Review No.6

佐武弘章編著[2005]『「整流」によるもの造り：トヨタ生産方式を導く八つの原則』東洋経済新報社.

新郷重夫[1980]『トヨタ生産方式のIE的考察』、日刊工業新聞社.

日産自動車（株）NPW 推進部編[2005]『実践日産生産方式キーワード 25』日刊工業新聞社.

藤本隆宏・東京大学ものづくり経営研究センター[2007]

『ものづくり経営学：製造業を超える生産思想』光文社新書

門田安弘[1991]『新トヨタシステム』講談社.