

# ロジスティクスとタイミング・コントロール

加 藤 康

- I はじめに
- II サプライチェーン・ロジスティクス・倉庫
  - 1. 生産販売統合システムとロジスティクス
  - 2. 倉庫とタイミング・コントロール
- III 事例紹介
  - 1. 樹脂サプライチェーンとロジスティクス
  - 2. 薄板サプライチェーンとロジスティクス
- IV まとめ

## I はじめに

私はこれまで、時間とコストの関係への関心を基礎にサプライチェーンにおけるロジスティクスの具体的ありように注目してきた。それは、それぞれの企業が立脚する産業の技術と市場の条件のもとで、なぜモノの流れを一旦止めるのかを探り、サプライチェーンにおいて不可避免的に必要な倉庫を積極的に評価する作業であった。そこでは、生産プロセスと流通プロセス、すなわちサプライチェーン全体を具体的かつ統一的に把握することが必要であった。

本稿ではこれまでの検討を確認し、「タイミング・コントローラー試論」の成果を援用しながら、作業を展開する<sup>1</sup>。

日本製造企業が生産・販売統合システムの構築を図る中で、ロジスティクス部門は、サプライチェーンにおける時間調整において、生産と販売との連携を基礎にして、これを有効かつ効率的に支えなければならない。そのために、ロジスティクスは、一方で企業特殊な倉庫投資と在庫保持を、他方で受注生産による直送をそれぞれの極に置きながら、サービスとコストのトレードオフの中で最適なモノと情報の流れを構築しなければならない。ロジスティクスの一つの軸になるのは、倉庫である。ロジスティクスは倉庫の立地と機能を工夫して、モノと倉庫、及び情報の集約分散によって、サプライチェーンにおけるリードタイムの短縮とコスト削減の同時実現に向けて貢献する。

倉庫は時間的調整を本質とする。倉庫の機能は「速く、確実な」供給の実現にある。ロジスティクス・システムはこの機能を高度化する仕組みである。そうして倉庫の意義

1 中道一心・岡本博公・加藤康「タイミング・コントローラー試論－造船用厚板－」『同志社商学』第69巻第3号、2017年3月など。

は、ロジスティクス・コストさらには、サプライチェーン全体のコストを削減することにある。ロット生産によるコスト削減効果の大きい素材企業等では、そのコスト減少分が倉庫を介在させることによるコスト上昇を吸収する可能性がある。

サプライチェーンにおける倉庫の立地と機能に関するこのようなニーズに対応して、ロジスティクス部門は、自ら準備する倉庫の立地と機能に関するフレキシビリティを備えて、適切なロジスティクス・サービスを提供し、サプライチェーンを支えなければならない。ロジスティクス部門の役割の中心は、適切な在庫移動のためにそのタイミング・コントロールを行うことにある。倉庫は時間的調整によって、ロジスティクス、さらにはサプライチェーンでのタイミング・コントロールに貢献する。

私は、倉庫の投機的立地を積極的に評価する。完成車メーカー等、ユーザー企業からの JIT 納入の要請は不可避となっているが、これに対応するロジスティクスはユーザー（着荷主）との密接な関係を構築し、モノの使用部面とタイミングに関する具体的かつ詳細な情報を得ることが重要である。在庫があるだけで JIT を実現できるわけではない。投機的倉庫立地はユーザーとの関係性を緊密にする。最も投機的な在庫ロケーションは、サプライチェーン・コストを最小化する可能性がある。そうして、ユーザーと緊密に情報共有する消費対応型倉庫は、サプライチェーンにおける生産タイミングのコントロールにより積極的に関与する可能性がある。

サプライチェーン全体の中で、スムーズなモノの流れを構築するためのロジスティクスの取り組み、すなわち在庫移動のタイミング・コントロールを具体的に検討することは重要である。

## II サプライチェーン・ロジスティクス・倉庫

### 1. 生産販売統合システムとロジスティクス

周知のように現代の大企業は、大量生産システムに立脚しており、そうして大量生産は多品種多仕様大量生産として展開されている。企業は生産それ自体の難しさと多様な製品を「いつ」作るかという問題を常に抱えており、それぞれの産業の技術と市場の特性の下でできる限りリードタイムの短縮と予測の精度向上を追求している。

現代企業の生産・販売統合システムは、①できるかぎり予測の精度をあげること、②できるかぎり計画時間と生産リードタイムを短縮することによって、多品種・多仕様生産を大量生産に組み込みながら、在庫を削減し、納期を短縮することをめざすものである。生産・販売・購買統合システムの発展は、計画ロットと計画先行期間をその指標としてとらえることができる。計画先行期間と計画ロットの組み合わせは、計画のサイクルであり、両者が小さいほど短サイクルでの時間調整がなされていること、すなわち生

産・販売・購買がそれだけ緊密に連携していることを示す。生産・販売・購買統合システムは、計画ロットと計画先行期間の短縮を目指して急速に発展してきている。つまり、できるだけ需要に即応した小刻みな生産を志向してきている。

ロジスティクス部門は、こうした生産・販売・購買統合システムを補完する。生産が販売との緊密な連携によって、できるだけ確実な情報に基づき小ロットでの計画、生産を追及するもとの、ロジスティクスの課題はそれらと有機的に連携し、リードタイムの短縮と予測の精度向上に貢献することにある。そうして、コスト削減と販売機会の増大に貢献しなければならない。

生産、及びロジスティクスのありようは、ユーザー（着荷主）からの納入条件に大きく規定される。ユーザーの求める納期が生産物流リードタイムの範囲内であれば、受注生産が可能である。受注生産の場合は、ロジスティクスの整備によって物流リードタイムを短縮することが明確な課題となる。工場で生産された製品を即出荷、ユーザーに直送できれば理想である。情報のスムーズな流れを構築することによって、適切な生産、輸送ルートとその手段を選択しなければならない。こうした物流リードタイムの短縮は、納期短縮に直結する。ただし、直送が可能なケースは限定される。

ユーザーの傾向に注目すると、自動車産業を典型とするユーザーは多品種多仕様大量生産を展開するもとの、できるだけ需要動向に即応した生産を推し進め、サプライヤーに対しても内示情報を一定共有しながら JIT での供給を求めている。これについて、生産（供給）サイドの対応をみると、短納期調達に受注生産と工場からの直送で対応できるケースは限定的である。ユーザーの求める納期が生産物流リードタイムより短ければ、見込み生産が選択される。SCM への取り組みのもとでも大量生産への追求は依然として重視されている。計画ロットと計画先行期間の短縮が one best way ではない。見込み生産の場合は、ロジスティクスは倉庫を設置して時間的調整を行い、供給の「速さと確実さ」を実現しなければならない。

ユーザーからのオーダーと在庫移動のタイミングをみてみると、予測にもとづく在庫移動は、もし正確な予測ができなければ、無駄な在庫移動を発生させる。一方、確実なオーダーに基づく在庫移動は、リードタイムの長期化に結びつく。こうした二つの方法の問題を解決するには、仮に物流リードタイムがゼロまで短縮できるなら、確実な情報に基づいて在庫移動を行えばよいし、あるいは予測の精度が確実なら、実需に間に合うように前もって在庫移動を開始すればよいことになる。しかしながら、両者はともに実現するのが困難である。ユーザーからの短納期の要請がいつそう強まっており、また予

2 岡本博公『現代企業の生販統合』新評論、1995年7月、岡本博公「製造と販売の統合と協働-JIT, SPA, CVS の設計思想-」加護野忠男・山田幸三編『日本のビジネスシステム-その原理と革新』有斐閣、2016年11月、参照。

測の精度向上も製品種類の多様化のもとでいっそう困難になっている。したがって、リードタイム短縮も、予測の精度向上も、ある限界をもたざるを得ないので、現実にはできるだけリードタイムの短縮を図りながら、また予測の精度をできるだけ高めながら、ロジスティクス部門は、モノの流れをどこかで一旦とめて時間的調整を行わなければならない。ロジスティクスの課題は、適切な在庫移動にあり、その軸の一つになるのは、倉庫である。そうして、ロジスティクスは、倉庫と情報の集約分散の具体的ありようによって、モノと情報の相互作用を構築し、リードタイムの短縮と予測精度の向上に貢献している。サプライチェーンはこうしたロジスティクスに支えられている。

## 2. 倉庫とタイミング・コントロール

こうして、サプライチェーンには多くの場合、倉庫が介在し、倉庫からユーザーに条件を満たす供給を実現している。倉庫の本質は生産と消費の時間的調整にある。従来倉庫は、季節商品の保管に代表されるように、季節的波動を中心とする長期保管をその主たる役割としていた。しかし、現代の倉庫は工業製品の生産販売にも組み込まれ、時間的調整を行っている。

倉庫の意義を検討してみよう。「タイミング・コントローラー試論」は、倉庫の生起とコストについて、倉庫の意義を検討する重要な視角を明示している。そこでは、タイミング・コントローラーとは素材企業と完成品企業との間に介在し、その素材の流れを調整する機能（タイミング・コントロール機能）を担う独立した企業のことであるとしている。そうして、(素材生産企業の大ロット生産によるコスト削減)+(完成品企業における JIT 納入によるコスト削減)>タイミング・コントローラーが介在することによるコスト上昇の条件のもとで、タイミング・コントローラーは存立するとしている。素材企業における大ロット生産の意義はとりわけ強調される。次に完成品企業における JIT 調達によるコスト削減が取り上げられる。そうしてそこへ、上重ねして商業論で言うところの集中の原理、タイミング・コントロール機能を担う企業の中小規模性によるコスト削減効果が想定されるのである。

このように、タイミング・コントローラー試論は倉庫の生起、意義を流通過程においてだけでなく、サプライチェーン全体のコストから検討する視点を与えてくれている。タイミング・コントローラー試論の功績は流通と生産を包括して捉え、サプライチェーン全体のコストにその視点を広げたことにある。不可避的に必要な倉庫の介在に伴うコスト上昇を上回るコスト節約が想定されるのである。

こうして、倉庫の意義は時間とコストの問題において、そのコストを単に流通過程におけるそれとしてだけでなく、生産との関わりにおいてみていく必要がある。さらに倉庫は、ロジスティクスの機能高度化によるコスト削減を伴って、コスト削減とリードタ

タイム短縮の同時実現を可能にする。

供給の「規則正しさ、速さ、確実さ」を実現するのは、倉庫の機能である。そうして現代の倉庫は時間的調整を本質として、多様な機能を担うようになってきている。「配送センター」はまさにその象徴である。倉庫がただあるだけで、整流が実現されるわけではない。機能を実現するための仕組み、すなわちロジスティクスシステムが必要である。

倉庫についての検討作業の出発点は、単一品目の取引において不可避免的に必要となる倉庫である。鉄鋼企業・化学企業と自動車産業の取引では、大ロット生産を志向する素材企業が自動車産業への JIT 納入を実現するために中継地倉庫を設置せざるを得ない<sup>3</sup>。

単一品目の時間的調整を担う倉庫は、現実には多品種多仕様生産を行う多様な工場とユーザーとを結ぶ物流の結節点として、つまり品揃え形成の拠点として多様なモノを集約し、多様なユーザーに向けて分散させる。倉庫によるモノの集約は倉庫の集約に結びつく。より時間を重視すれば倉庫は分散配置される。分散型倉庫は倉庫のユーザー対応が分化して配置されたもので倉庫数増加によってコストを増加させる。より発展したロジスティクスシステムにおいては、分散型倉庫は倉庫コストと輸送コストのトレードオフにも規定されながら集約型倉庫に統合され高機能型倉庫に進化する。ロジスティクス部門は、ユーザーへの供給における時間重視が強まる下で、ロジスティクスは、分散型倉庫を設置するか、あるいは倉庫の分散機能と配送機能をより高度化させることによって、消費志向を強めなければならない。

より時間を重視すれば倉庫は分散配置される。そのことによって、物流リードタイムの短縮を高いレベルで実現できる。分散型倉庫は倉庫のユーザー対応機能が分化して配置されたものである。ユーザーからの納期短縮要請が強まる下で、ロジスティクスは、分散型倉庫を設置するか、あるいは倉庫の分散機能をより高度化させることによって、消費志向を強めなければならない。ただし、倉庫数の増加はコストを増加させる。特定荷主向けにカスタマイズされた自動化投資は、リスクを増大させる。より発展した形態においては、分散型倉庫は集約され、高機能型倉庫に発展する。

しかしながら、産業ロジスティクスの現段階を具体的にみると、ユーザー近くに立地する倉庫とそれを軸にしたロジスティクスが大きな意味を持っている。

ユーザーからの JIT 供給の要請が強まる中で、ユーザーに近い倉庫立地は速く、確実な供給を保証する。さらに、投機的な倉庫ロケーションは工場から倉庫までの長距離大ロット輸送と倉庫からユーザーまでの短距離小ロット配送によって、輸送コストを削減する。ある鉄鋼企業と造船業との取引における厚板ロジスティクスのケースでは、鉄鋼

3 拙稿「ロジスティクスシステムと倉庫」『商学論集』（同志社大学大学院）第34巻第2号、2000年3月、参照。

企業におけるロット生産によるコスト削減効果と鋼材倉庫までのロット輸送によるコスト削減効果が極めて高いため、鋼材倉庫とそこから近隣に立地する造船企業までの配送とに要するコストが相対的に極少化する可能性がある<sup>4</sup>。

そうして、倉庫の現段階を検討するとき、ひとまずユーザーへの対応能力に注目することが重要である。倉庫がユーザー近くに設置されることは、倉庫との緊密な関係構築に貢献する可能性がある。倉庫はユーザーと直接的な対応関係をもつようになってきている。ユーザーへの対応は、具体的な確定注文か場合によってそれに先立つ内示情報を起点とする。倉庫は、ユーザーからの要求に対応して、倉庫は迅速に受注情報を処理し、多様なモノを迅速かつ正確に仕分けし、流通加工等を経て、ユーザーへの迅速かつ正確な供給を実現しなければならない。したがって個々の倉庫をみるとときには、その倉庫における分散機能がまず具体的に検討されなければならない。「速く、確実な」供給を実現するための適切な在庫移動には、ユーザーとの緊密な関係構築が必要となる。倉庫のユーザーへの地理的接近は、倉庫のユーザーとの緊密な関係構築をもって、「速く、確実な」供給を実現するための在庫移動のタイミング・コントロールを支援する。倉庫には入庫と出庫のタイミング決定に関する主体性はないが、ロジスティクス部門は、生産タイミングと消費タイミングとの条件のもとで、倉庫による時間的調整（滞留）を本質として、ユーザーとの緊密な情報共有に基づき在庫移動のタイミングをコントロールする。

さらに情報の流れに組み込まれた倉庫は情報の結節点ともなる。具体的なモノの流れに基づいて、実需動向をリアルタイムに把握、発信するのは、情報の結節点としての倉庫の基礎である。さらにユーザーでの実需に関する情報をもとに、直接的間接的に生産サイドへ生産の進捗状況等について関与する可能性が生じてくる。生産タイミングのコントロール機能がサプライチェーン上のどこに置かれるかは、産業企業の特性に関わって多様である。いずれにせよ倉庫の発展は、こうした仕組みの高度化に大きく貢献する。サプライチェーンの全体最適に貢献する中で倉庫は発展する。

このように、倉庫の本質は、生産と消費の時間的調整にある。倉庫の意義は、サプライチェーン全体にとってのコスト削減にある。そうして、その機能は、規則正しく早く確実な納入を実現することにある。

倉庫は生産と消費の両者の性格を兼ね備えた存在である。倉庫の競争力は生産と消費の調整能力である。倉庫は一方で消費サイドを志向し、そのことはコストを上昇させる。他方で、生産サイドを志向し、そのことはコストを削減させる。倉庫の調整能力は、消費対応能力を高めつつ、コストを削減することにある。すなわち、倉庫は、モノ

4 拙稿「厚板サプライチェーンと倉庫」『京都経済短期大学論集』第24巻第3号、2017年3月、及び中道一心・岡本博公・加藤康、前掲論文、参照

と情報の流れの集約・保管・分散によって、生産と消費を高度に調整し、リードタイム短縮とコスト削減を同時実現する。倉庫それ自体の集約分散は、その一つの具体的形態であり、共にフレキシビリティを構成する。そうして調整能力の高い倉庫ほど、生産と消費の両者の性格をもちつつ自立的な存在として、生産と消費との関わりを大きく持ち、調整をより高度に行なうことになるはずである。

次章で取り上げる自動車産業における樹脂原料のサプライチェーンの例をみると、樹脂ロジスティクスを担当する物流企業は成形工場に必要な原料を JIT 供給するが、これに不可避なのは、原料メーカーから大きな権限移譲を得て JIT 供給に不可避はスムーズなモノと情報の流れを実現するロジスティクス企業の存在である。樹脂サプライチェーンに介在する物流企業は、自動車産業企業への JIT 供給に関して樹脂原料メーカーの信頼を得ており、倉庫と輸配送との一貫した仕組みを基礎にして、モノと情報のスムーズな流れの構築に大きく貢献している。樹脂のサプライチェーンにおいて、樹脂メーカーでの生産タイミングの決定は、ユーザーでの使用時期とは直接関連せずに、メーカーでの生産効率を重視して行われ、生産後のロジスティクスのタイミング・コントロールによってユーザーへの JIT 納入との折りが合っているが、そこではサプライチェーンに介在するロジスティクス企業は、樹脂原料メーカーから信頼と大きな権限移譲を得ており、倉庫と輸配送との一貫した仕組みを基礎にして、モノと情報のスムーズな流れの構築に大きく貢献している。

次に、自動車産業向けの薄板の場合、ある鋼材倉庫（スチールセンター）は複数の鉄鋼企業から鋼材を調達し、併設されたコイルセンターで母材を加工するモノも含めて、そこから配送1時間圏内の自動車産業グループ向けに JIT 納入している。多くの場合、その使用ユーザーはあらかじめ定められており、在庫偏在等の問題は生じないが、ある程度は母材として、使用部面と使用時期に関する幅、不確定要素を持ちながら、在庫移動のタイミングが早すぎれば長期在庫を発生させる。3ヶ月内示に基づいて生産を開始するため、ユーザー企業によって程度の差はあるとはいえ、実需との乖離が生じる。したがって実際には商社が倉庫に一定の在庫を持って実需に対応、予測でこれを補充する仕組みとなっている。もちろん適切な立地に在庫があることはそのための必要条件である。ただし、それだけでは供給の「速さ」「確実さ」が確保されるわけではない。ここではロジスティクス（倉庫）がユーザーとの直接的な情報交換に基づく庫内、出荷のオペレーションを担当し、商社が鉄鋼企業との納期に関する情報共有、調整を行うことが必要となってくる。そうして、そこでは、その鋼材倉庫を営む企業が、完成車メーカーのグループ企業の出資企業であることも倉庫とユーザーとの緊密な関係を支えるロジスティクスのあり方として注目されてよい。

### Ⅲ 事例紹介

#### 1. 樹脂サプライチェーンとロジスティクス<sup>5</sup>

ここでは樹脂原料メーカーと自動車産業企業との取引におけるタイミング・コントロールのありようについて検討することにする。

樹脂メーカーの主要なユーザーをみると、自動車分野が3割、家電及び環境分野が3割、雑貨（フィルム等）が3割となっている。同産業では生産規模等に言及する際、価格ではなく重量（トン）をその尺度とするのが通例である。自動車分野に注目してみよう。自動車1台分の重量は約1.5トンあり、その内約1トンが鋼材、残り1トンが樹脂系素材から成ると考えてよい。その内、圧倒的多くをPP（ポリプロピレン）、ABS等の汎用プラスチックが占めている。PPはバンパー、インパネ回り、ドアの内張等に、ABSは内装回りに用いられている。

エンジニアプラスチック（以下エンプラと略記）はエンジンルームの中等の機構部品で用いられている。自動車1台に使用される樹脂500キロの内、3割程度を占めている。汎用プラスチックとエンプラとの違いはその耐熱性にある。スーパー・エンジニアプラスチックはエンプラの中でもとりわけ耐熱の程度が高い。

プラスチックの生産工程をみると、生産開始後、早期の段階で多様な製品へと枝分かれする。樹脂の商流をみてみると、樹脂メーカーは自動車メーカー及び大手部品メーカーに対しては直売りの形態をとっている。直接取引をするのは取引量の多いユーザーに対してである。ただし、tier2クラスの部品メーカー向けになると与信管理上の問題等が生じるため、1次、及び2次代理店の2段階の卸売が介在するパターンが多い。1次代理店はその情報収集力、営業力が高く、とりわけ中部地区では地域の代理店の影響力が非常に強くこれが介在するケースが多い。また、樹脂メーカーの営業担当は材料技術等の取得に注力する一方で、代理店の営業は、顧客との需給バランスの維持、ユーザー企業の上層部との関係構築などを重視する。直売りの場合、技術上の問題、メーカー内部での調整事項等を考慮しつつ、情報収集や上層部との関係構築を図らなければならない、したがって、樹脂原料メーカーA社と大手部品メーカーB社との取引をみると、ここでは与信管理上の問題は生じないが、B社の組織が非常に複雑であり、A社の営業担当だけでは対応がすることが困難なため、代理店を介在させているという。このことはB社にとっても多様な材料をその代理店経由で購入していることから窓口を一本化でき

5 ここでの叙述は、筆者が2017年8月に樹脂原料メーカーA社に対して行なったヒアリング調査に基づき、拙稿「樹脂サプライチェーンと倉庫」『京都経済短期大学論集』第24巻第3号、2019年3月に掲載したものをベースにしている。



るメリットがある。全体的にみると直売は2割、代理店が1段階のみ介在するのは5割程度、2段階介在するのは3割程度となっている。

樹脂メーカーとユーザーとの情報交換のありようをみてみよう。樹脂メーカーでは、多くの場合、毎月15日～20日くらいに商社から向こう3か月の予測を伝達され、これを次月の生産に展開する。当該樹脂が完成し、出荷が可能になるのは、次月上旬から次々月上旬になる。樹脂メーカーでは、例えば9月に9月、10月、11月の内示を商社あるいはユーザーから受けるケースもあれば、9月に10月、11月、12月分の内示を受けるケースもある。前者のケースは、例えば、10月の生産は9月にほぼ決まっており、9月10トン生産していたが、直近の見込みが5トンだったため、その調整を10月にするためである。

いつ計画を固定するかをみると、毎月20日に営業サイドが工場に情報を発信し、工場は次月から生産することになる。ただし、連続生産が行われるもとは20日時点で次月1日の変更に対応させられないこともある。その場合は次のサイクルで対応するか、次月では対応できないので次々月にて対応することになる。樹脂分野では、現在も少なくともオフィシャルには月単位のサイクルで生産が行われている。ただし、例えば注文締め切り後の月末30日に、ある特定の材料がどうしても次月20日に必要となると柔軟に対応することもある。うまく生産枠に入らなかった場合、より実需に近い正確な予測を提供してくれたユーザーに迷惑をかけることになるので、ユーザーの重要度を鑑みながらそうした判断をすることになる。

営業サイドは顧客の予測をそのまま工場に伝えるわけではない。完成車メーカー、tier 1, tier 2 から伝達される予測は、それぞれ当該企業が自社の在庫を鑑みながら修正を加えてくるので、樹脂メーカーの立場からすると現実性に乏しい数字になることもあるという。樹脂メーカーでは過去の実績等を勘案して営業が生産量の調整を担当する。

樹脂メーカーでは基本的に月末時点で1.2～1.3ヶ月分の在庫を持つことになっている。樹脂の種類によって差はあるが、前月末時点で1.2ヶ月分の在庫が確保されておらず、仮に0.5ヶ月分しかないとなると、次月中旬には供給量の不足が生じることは明らかなので、次月上旬には生産時期を早めて対応しなければならないことになる。生産上のトラブルやユーザーサイドでの増量などが生じた場合は入れ替えすることもあるが、基本的には生産しやすいパターン、グレードの構成等によって生産の順番がきまる。

樹脂原料の工場では全てのモノを同時に生産しているわけではない。そこでは、バッチ生産を行なっているため、10トンの生産を企図する場合、10トン分の原料を仕込み、スクリーを抜いて洗浄を行なった後、次に予定されたグレードの生産に着手することになる。生産単位は様々であり、1時間に10トン生産可能な設備もあれば、1時間に25キロしか生産できない設備もある。25キロは相当小さい生産単位として把握される。

そうしてアイテムによっては2.3か月に1回生産するモノもあり、その場合、例えば月末在庫量は3.5か月分になる。そうしたケースが当てはまるのは、生産量が大きく、安定的な需要が確保できるものであり、25キロ、10キロ程度の小ロットアイテムの方がむしろ回転するという。生産ロットの小さなアイテムは、例えば25キロ生産したら、スクリーを抜いて、清掃してまた次の25キロを生産するため、加工賃に莫大なコストを要することになる。というのも25キロ分の品質をA品オンスペックとして確保するためには、生産開始後前半は生産が安定するまでに一定時間待たなければならない(ロス率)ため、したがって25キロ生産するために50キロ生産し、その半分を破棄することになり、50キロ分のコストを要することになるからである。しかし、生産量の細かいモノは製品用途的にもスケールが小さく、その需要量も振れの大きいものが多い。通常ロス率は1~4パーセントぐらいである。外注工場との契約時には商慣習からロス率数パーセント分のみ要求されるが、実際、小口生産の場合加工賃は10倍ぐらいに上昇することがあり、その場合は加工賃として回収する。大量に生産すれば、飛躍的にコストは減少する。

樹脂によってその生産量には大きな差がある。樹脂には、コンパウンド(生レジンをつくってそれにガラス繊維を入れたり、難燃剤を入れたりする工程がある材)と重合から生成された樹脂をそのまま販売できるものがある。例えばポリカーボネイト(眼鏡やヘッドランプ等に使用される)は日に100トンレベルで生産される。一方、エンジンルームに用いられるPVT等では重合したレジンコンパウンドする工程があり、この場合日に20トンレベルであったりする。このよう樹脂の種類によって一日の生産量は大きく異なっており、1日100トン生産されるものは量の多い部類に入る。生産量の多いメーカーでは100トンのラインを何本も有していることになる。

モノの流れを具体的に見てみよう。A社の取引先にはtier 1, tier 2, tier 3のサプライヤーが存在する。A社がtier 1のB社から受注する場合、D社から使用材料の指定を受けるのであって、実際にそれを使用するのは、tier 3の成形業者であったりするとう。

JIT調達に対応するためには輸配送と一体化した倉庫の存在が重要となるが、中部地区ではD社を含む2社の特定企業がそのサービスの提供者として際立った存在であるという。A社ではこうした物流企業と直接取引するケースもあるが、商社がD社を起用することもある。商社が自社と緊密な関係にある物流業者を優先利用するケースはあまり多くないという。A社はその物流子会社あるいは他の物流企業を経由して、D社にJIT納入を依頼する。物流子会社は総元締めであり、関東地区に自社倉庫も有しているが、コストが高めなため、ローリー輸送等を除くと運送は大手トラック輸送業者や地場業者に依頼しており、JIT対応が必要な場合はD社などに依頼している。

物流業者の利用において商社が介在する場合、いわゆる口銭の中に物流費が含まれる場合もあれば、口銭+倉庫代+配送代を請求される場合もあるという。所有権は通常、商社の倉庫に入れた時点で移転する。直接取引関係を結んでいる大手部品メーカー B 社に対しては仕切り価格の中から A 社が費用を負担する。もっとも D 社の利用はコストが高くつくため、A 社では D 社を JIT 対応にのみ起用する。

ユーザー企業の上層部との調整などは商社の役割であり、D 社は物流のみを担当するが、完成車メーカーや大手部品メーカーへの供給に際して圧倒的なポジションを有している。

ロジスティクスを具体的に見てみよう。エンブラの場合、ユーザーへの納入頻度は 1 日 1 回くらいである。形状もかさばらないため、ユーザーサイドでもある程度在庫として保管しておくことが可能である。その際、ユーザーでは、成型機の横に位置する材料置き場に原料はストックされ、使用時には袋を破ってそこから成型機に投入する。袋が使用されたらカンバンが振り出されるが、多くて 1 日 1 回 100 キロ（25 キロ×4 袋）納入されれば必要量に足りるという。

樹脂メーカーにおいては、オーダーに基づいて出荷するのが基本であり、決済等のプロセスを経て出荷されるのは早くてもオーダーの翌日になる。しかし、それでは JIT に全く対応できない。したがって、例えば今日運転手が納入し、カンバンによって当日夜に配送するとなると、材料は樹脂メーカーの資産であるため本来許可なく持ち出すことはできないが、D 社とは JIT 対応を通して信頼関係が構築されており、A 社は夜間の出荷について D 社より翌朝報告を受け、処理することが可能になる。D 社は A 社の指示が都度なくてもカンバンをうまく処理する慣れと実績がある。

D 社からの報告は物流子会社経由で、毎日早いタイミングでなされる。メーカーの営業担当者がオーダーナンバーを入力すると、物流子会社に伝達され、D 社とも電話、ファックス、メールを用いて共有される。

メーカーが物流企業からスムーズに報告を受けることは重要である。仮に次週に使用が予定されている 100 キロのみ樹脂原料がストックされている状態において、当日 100 キロが使われるとすると、いち早くこれ工場へ伝え、生産タイミングを早めなければならない。仮に夜中の 12 時に 100 キロ出荷したとしたら、この情報をできるだけ早く把握する必要がある。D 社は長年の JIT 対応の中でこれを可能な限り早くメーカーに伝達すべき情報として捉える感覚を有しているという。通常毎日 100 キロの出荷が予想されるような処理の平易な発注であればさほど必要ないが、バンパーなど需要が大きく変動するモノにおいてはこの機能はとりわけ重要であるという。A 社では、月報などで次月のおおよその日当たり生産台数を伝達されるが、完成車メーカーから 1 次サプライヤーに伝達される内示情報を公式には把握していない。商社であっても難しい JIT 対応

は D 社などに依頼せざるを得ない。

樹脂原料倉庫は平屋のケースが多く、パレットに1トン分つまり40袋積んでそれを3段積んである。物流業者は倉庫内での保管ロケーション等を完全に把握しており、オーダーが入ったらプラッターに載った作業員が取りに行く仕組みになっている。立体倉庫が導入されているケースもあり、そこでは自動的にリフトが必要な原料をピックアップし、パレットに乗せて集荷する。

樹脂のロジスティクスにおいて JIT が用いられることはあまり多くないという。例えばポリプラを原料とするバンパーは大きくスペースを取るため生産後直ちに組立工程に納入せざるを得ず、したがって樹脂段階にて時間調整され、カンバン対応となる。しかし、エンプラを原料とするエンジンのセンサーなどでは、エンジンのアッシーラインに一定量の在庫を置いておくことが可能なため、部品サプライヤーがセンサーの在庫を持って完成車メーカーに JIT 納入する。この場合、原料メーカーと部品サプライヤー間において JIT は適用されない。完成車の生産タイミングに合わせてどこで時間調整するのか。あるパーツが自動車工場内で一定量滞留できるのであれば、そこで時間調整を伴うため、樹脂メーカーは JIT 対応する必要がない。

大手部品サプライヤー C 社にドアハンドル用のエンプラを納入するケースをみてみよう。ドアハンドルには塗装ハンドルとメッキハンドルとがあり、量的には塗装が多いが、このうち A 社はメッキハンドル用樹脂を担当している。ドアハンドルの内側はナイロンが用いられており、以前は A 社が担当していたが、現在は他社が担当している。外側はポリカーボネイトである。A 社では関東地区と関西地区の工場でのポリカーボネイトを生産している。そうして生産されたモノを物流業者 D 社の倉庫に入庫し、C 社の外注先である成型加工企業 3 社に毎日合計数百キロから 1 トン程度の量を JIT 供給している。3 社への納入比率は売れ行きに応じて変化し、カンバンがそれに対応する。取引には商社が介在する。

工場では毎月当該原料を生産している。A 社には商社から 15 日に間に合うようにラフな見込み情報が伝達され、A 社ではこれを精査する。完成車メーカーでの次月の日当たり生産台数を分解した予測は伝達されない。C 社から毎月、見通し（イメージ）が 20 日過ぎに伝達されるが実際は大きく振れる。D 社での在庫量は商社が A 社と相談して決定する。

関東地区と関西地区に立地する工場での生産比率は営業の裁量では変更することができない。当該原料の 1 ヶ月の需要量は 100 トンぐらいである。ポリカーボネイトの生産工程をみると、ナフサを分解して、フェノール、ビスフェノール A、ポリカーボネイトになる。ビスフェノール A をつくる原料は 1 万トン手配してあるが、営業部からの生産依頼に対応するのはポリカーボネイトの生産以降のプロセスである。ポリカーボネ

イトは主原料であって、離型剤や耐光性改良剤、難燃材等を外部から購入してそこ練り込むことになる。ビスフェノール A からポリカーボネイトが生産されるのは1週間から3週間であり、ポリカーボネイトは在庫として保管される。コンパウンドも実際は1週間程度でできるが、待ち時間を要する。ビスフェノール A の段階から出発して、コンパウンドして当該スペックのモノができるのは1.5か月ぐらいである。ポリカーボネイトのスペック数は数種類である。生産タイミングは工場の生産の都合による。

生産されたモノが全ての D 社の倉庫に出荷されるとは限らない。プラントでもある程度在庫をもつことはある。商社は1か月ぐらいの在庫量を決め、D 社の倉庫1拠点から配送する。外注先は D 社倉庫の地理的に近くに立地している。

## 2. 薄板サプライチェーンとロジスティクス

次に鉄鋼企業と自動車企業との薄板取引におけるロジスティクスを取りあげる。まず、JIT での直送が可能なケースとして自動車部品メーカーと自動車メーカーとの取引をみてみよう。

自動車企業では生産のフレキシビリティを獲得し、かつ余分な在庫を削減するために購買リードタイムの短縮を目指している。したがって、これを実現するために、自動車企業は生産計画の変更に応じて、購買計画の修正を行なっている。代表的な自動車企業の場合、毎月10日頃に、ディーラーから国内については車種別、海外については仕様別の3ヶ月分の注文を受け取り、サプライヤーの生産能力を勘案した上、生産管理部門が向こう3ヶ月分の生産計画を策定する。この生産計画が、サプライヤーに対しての発注内示のベースとなる。直近の月については、前月20日頃に再交渉を行い、前月の25日頃に「基本生産計画」が確定し、同時にこれをもとに必要部品量を展開し、サプライヤーに対しての発注内示が行なわれる。さらに当月に入って、毎週火曜日にディーラーから送られる旬ごとの「旬間オーダー」に基づいて、変更が生じるサプライヤーに対して内示訂正が伝達される。実際の日次情報は、「かんばん」か「順序計画表」によって伝達される。こうして、最終的な確定発注から、実際に納入されるまでの時間を短縮することが可能となり、部品メーカー側では、内示によって事前に十分な準備を行い、自動車メーカーの需要変動に一定の範囲内で対応できる仕組みが構築されている。またその地理的条件も自動車企業の相当近隣に位置していることが多いので、JIT での直送が可能になっている。JIT での直送のもとでも、ある程度の在庫をもつことが前提となっている。在庫には、リードタイムに対応するものと、内示と実際の引き取り量の誤差に対応するものがある。

次に鉄鋼企業と自動車産業との薄板の取引を例にあげる。鉄鋼企業の販売形態には大きく分けて「紐付き販売」と「店売り販売」とがある。自動車企業に対しては大半紐付

き販売の形態がとられている。

E社は鋼材の保管と加工を担うスチールセンターである。E社には自動車産業に強みを持つある総合商社がメインに出資しており、資本金10億円以上である<sup>6</sup>。E社は約16万平方メートルの敷地に加工工場、倉庫を3つずつ有している。加工工場にはスリッターラインが8つ、レベラーラインが5つある。3千トン級の鉄鋼専用船が2隻同時接岸できるバースを保有し、鋼材を専用倉庫にて保管している。バーコードによる入出荷管理など自動化、省力化により、的確かつ迅速な供給を実現、24時間体制でかんばん納入に対応している。

E社には高炉、電炉を含む鉄鋼企業数社から入荷され、配送1時間圏内に立地する自動車企業、部品サプライヤー約2,000社に薄板を供給している。月に約17万トンの取り扱いはあるが、このうち10万トンが加工を経ずにユーザーに供給され、7万トンが加工後にユーザーに供給されている。

鉄鋼企業と商社、自動車企業との間でどのような受発注の情報交換が行なわれ、生産されるかをみてみよう。

商社と鉄鋼企業の間では「申し込み」と呼ばれる契約段階がある。「N・(N+1)積み」の申し込みはすでに(N-1)月上旬になされている。何月積みで何トン必要か枠設定の打ち合わせ(ヒアリング)を少なくとも月1回は実施している。

自動車メーカーから商社へは、毎月向こう3ヶ月分の内示がデータあるいはメールで伝達される。内製向けの内示精度は高いが、CKD(海外向け部品)や海外生産台数のブレ、部品メーカーでのブレは内製に比べると大きくなる。

商社ではこの内示と月末在庫量、契約残を含めて需給のバランスを勘案して母材単位で発注数量を設定し、当月の月初に需要家の向こう3ヶ月の使用予定量を母材単位で自動ロールシステムにインプットする。こうした商社からの情報を受けて、鉄鋼企業では、需要家の日割りの使用計画に間に合うように明細を自動選択し、投入する。薄板の場合、鉄鋼企業本社から製鉄所への明細投入は7日単位で、月に5回行なわれている。投入後、製鉄所の事務工期、製鋼、圧延(ロール)等、当該鋼材に必要な工程を経て、製品計上される。通常であれば、入票締め日、投入日、納期は連動しているの、注文納期は商社が鉄鋼企業にオーダーを入れる入票日によって決まってくるが、オーダー状況によっては、入票ができて投入できない場合もあり、納期が後ろ倒しになる場合がある。商社では、投入状況、進捗、出荷状況は高炉メーカーが提供するシステムで把握できる。納期調整については随時電話で対応している。入票しているオーダーでも未投

6 2017年10月に筆者も同行したE社での聞き取り調査による。そこでの調査内容は「ロジスティクスとタイミング・コントロール」と題して、日本経営学会関西西部会第632例会(2017年10月)に報告した。さらに岡本博公「コイルセンターと自動車用薄板-タイミング・コントローラー試論-」『同志社商学』第69巻第5号、2018年3月にて紹介されている。

入の明細について、大幅な遅れが懸念される場合、都度高炉メーカーから連絡があり、いつまでに何トン必要か個別の明細（積月、規格、サイズ）毎に必要な納期を連絡する。

製鉄所からの入荷は、高炉メーカーの荷揃い・出荷のタイミングによる。緊急トラック手配などにより個別の出荷手配をする場合は、商社からの指示に基づき出荷をする。倉庫では国内向けについて0.8ヶ月の在庫を有している。

商社ではユーザーからのオーダー（かんばん）を受けて、保管先である高炉メーカー、E社等に当該の母材出荷指示を行う。保管材のかんばんサイクルは「1-4-6」である。加工材についてみると、E社では、商社経由かまたはユーザーから直接オーダー（かんばん）に基づき、加工出荷を進める。かんばんのサイクルは中2日の「1-1-3」が多く、加工を行うタイミングは、納期の前日が基本である。加工材の製品種類は板厚・板幅、規格でみると28,000にのぼり、1つの母材で最大250種類の製品が加工されるケースもある。板取を行うため、新たな刃組みをしたり、母材自体を変えたりする。加工時間自体は急げば15分でもできるが、段取り替え時間が長く、またその頻度が多い。工場内で1日120回（1シフト60回×2）の段取り替えを行なっている。1日の作業書は400枚ほどである。

加工工場では、月単位の内示をベースに生産計画を立て、日当たりレベルの生産計画は、前日に立てている<sup>7</sup>。内示の状況、加工効率、置き場等の状況によりコイルセンターの裁量範囲で加工することもある。幅出しをするとき、また専用母材（決まった母材で決まった製品）で使用量が多い場合は見込みで加工することもある。基本的には5日中に出荷されるものは加工してよいというルールを持っている<sup>8</sup>。

コイルセンターは通常、鉄鋼メーカーの下流でその加工を担うものであるが、E社では、事業拡大の一環として、レーザーブラン加工等により、ユーザーサイドでの加工プロセスを取り込んでいる。

こうして、E社における加工機能は、ユーザー企業との緊密な関係を背景として、倉庫での保管に加えて、ユーザーに共有する個々のアイテムについての時間調整を可能にしていると考えられる。母材は、様々な企画、サイズを一定集約して注文、生産されており、母材それ自体が一つのロットである。生産効率の向上のため、ある程度先の納期のモノを見込みで加工することも行われており、加工段階に伴う付加的なタイミングコ

7 「コイルセンターでは、母材から所定の加工品を得るためになりに煩雑な工程管理が要請される。それを効率的に進めることがコイルセンターの独自の意義である。・・・スリットに要する時間自体は短いので、比較的短いリードタイムでできるが、先に述べたような工程編成を効率的に行うために、生産から出荷に至る調整を中2日の間で行い、バランスを取っている。それに先立つ生産計画は、内示によって月単位で総量の計画を策定するが、この時点では日当たりレベルの計画を立てることはしない。かんばんがいつ来るかはわからないからである。」岡本博公、前掲論文、参照。

8 「製品在庫は3日程度である。本来、受注加工品であり、前日加工されるのだから製品在庫は1日分となるはずだが、一部にスリット上の要請から見込加工もあるためである。」岡本博公、同上論文、参照。

ントロールも E 社は担っている。

#### IV ま と め

これまでみてきたように、倉庫の本質は、生産と消費の時間的調整にある。倉庫の意義は、サプライチェーン全体にとってのコスト削減にある。そうして、その機能は、規則正しく早く確実な納入を実現することにある。

私は、倉庫の投機的立地を積極的に評価する。完成車メーカー等、ユーザー企業からの JIT 納入の要請は不可避となっているが、これに対応するロジスティクスは着荷主との密接な関係を構築し、モノの使用部面とタイミングに関する具体的かつ詳細な情報を得ることが必要である。在庫があるだけで JIT を実現できるわけではない。投機的倉庫立地はユーザーとの関係性を緊密にする。最も投機的な在庫ロケーションは、サプライチェーン・コストを最小化する可能性がある。そうして、ユーザーと緊密に情報共有する消費対応型倉庫は、サプライチェーンにおけるタイミング・コントロールにより積極的に関与する可能性がある。

サプライチェーンにおける生産タイミングと消費タイミングのありようの中で、スムーズなモノの流れを構築するためのロジスティクスの取り組み、すなわち在庫移動のタイミング・コントロールを具体的に検討することは重要である。