

中国華南地域における自動車部品調達ロジスティクスに関する一考察

Logistics Management of Automotive Parts in South China

橋本雅隆 (横浜商科大学)、石原伸志 (東海大学)、根本敏則 (一橋大学)、稲葉順一 (一橋大学)

Masataka HASHIMOTO (Yokohama Shoka Univ.), Shinji ISHIHARA (Tokai Univ.),

Toshinori NEMOTO (Hitotsubashi Univ.), Junichi INABA (Hitotsubashi Univ.)

要旨

自動車はあるコンセプトのもとに設計された数万点の部品を調達し組み立てられているが、日系の海外自動車組立工場においても混流生産方式が普及する中で、組み立てライン脇に部品は在庫されなくなり、必要な部品(モジュール部品)を取り揃え、ラインわきに届ける生産方式が活用されるようになってきている。すなわち、遠隔地、隣接工場からの部品調達、工場内物流を、生産・販売と同期化した一体のものとしてマネジメントする必要が強まっている。

日系自動車メーカーの広州豊田自動車有限公司は新たに工場を立ち上げるにあたって、各国での工場新設時に培ったノウハウを活かし、さらに中国華南地区の様々な部品調達に関する環境条件を考慮しながら、部品調達物流の最適化を行ってきている。本研究では、当該工場をケーススタディとして、いかなる視点で部品調達が最適化され、どのようなロジスティクス・システムを開発・活用し、部品調達オペレーションが実践されているかを検討する。

Abstract

When Japanese auto manufacturers start their just-in-time production overseas, they have to optimize purchasing and logistics of automotive parts, which include both high and low value-added parts with different scale economy in production from remote and adjacent suppliers. In this paper we conduct a case study on newly-opened Guangzhou Toyota Motor Co., Ltd in South China and examine what are the influencing factors for them to optimize the purchasing and logistics of automotive parts, and what kind of logistics systems are introduced in their logistics operations.

1. はじめに

近年、わが国の自動車メーカーの海外展開が本格化している。現地市場に適した車種を開発・投入し、販売市場に近い場所に組立拠点を設けて供給することが原則になりつつある。しかし、海外での生産は、その国に特有な生産要素(労働力等)やコストが前提となり、その中で無駄を排除した競争力のある生産体制を構築する必要がある。さらに、自動車は多種多様な数万点の部品から構成されており、日本とは異なる環境下でこれらを迅速かつ円滑に調達することは極めて困難かつ重要な課題となっている。グローバル環境下で生産工程と部品の調達プロセスを緊密に連動させたフローをいかに構築し、円滑に制御するかが問題となる。

そこで本稿では、近年華南地区で新設された日系自動車組立工場をケーススタディとして、以下の問題を検討する。なお、現地調査

は2008年8月に中国広州で行われた自動車物流研究¹⁾の一環として行われたものである。

(1) グローバル環境下で自動車組立メーカーが国外、国内の部品サプライヤーをどのような観点から選び、どのような調達物流体制を築こうとしているのか。

(2) 上記の部品供給ネットワークのもとで、最適なオペレーションを実現するためにどのようなロジスティクス・システムを開発したか。

2. 先行研究の整理

組立メーカーと自動車部品サプライヤーとの関係に関しては、数多くの先行研究がある。伊丹(1988)²⁾は、組立メーカーによるサプライヤー生産工程内部のコントロールと潜在的参入可能性による競争促進の仕組みが組み込まれている点を指摘している。藤本(1997)³⁾は、我が国自動車部品サプライヤー・システ

ムを、①内外作区分の境界設定、②競争パターン、③個別取引パターン、の3側面から分析し、日本の1980年代～90年代のサプライヤー・システムの特徴として、①まとめて任せる、②少数サプライヤー間の有効競争、③長期安定的な継続取引、といった点が相互補完的に機能している点を明らかにしている。また、李・陳・藤本(2005)⁴⁾は、中国の現地自動車メーカーの製品アーキテクチャについて、ライセンス部品の寄せ集めによるモジュラー型と擦り合わせ型の混在であることを指摘している。森(2004)⁵⁾は、日本の部品メーカーも海外進出し、現地組立メーカーへ供給するが、やがて日本の完成車の組立拠点に部品を逆輸入で供給するようになると指摘している。

Dyer J.H.(2000)⁶⁾は、日本と米国の自動車メーカーにおける部品サプライヤーとのネットワークを比較検討し、組立メーカーと部品サプライヤー全体の組織的体系を取り扱う拡張事業体概念をベースとした協働システムの重要性を指摘した。Tonchia S. and Tramontano A.(2004)⁷⁾は、拡張事業体全体の設計とその情報制御について論じている。

以上の先行研究を概観すると、第一に、自動車組立メーカーと部品サプライヤーの関係について、わが国の自動車メーカーは競争と協働のバランスをとる相互補完的な複数の取引制度を構築したものの、グローバル化に伴い、組立メーカーと部品メーカーそれぞれに独自の戦略的ポジショニングをとることにより複雑なネットワークを形成する可能性があること、第二に、これら生産と部品調達を含めた複雑なネットワーク全体の設計と構築が課題となることが指摘されたと言えよう。

しかし、生産と部品調達の全体を包含するネットワークについてロジスティクスの観点から分析した研究は多くない。その中で、丸川・伊達(2004)⁸⁾は、中国における現地自動車メーカーの部品サプライヤー・ネットワ

ークについて分析し、近隣サプライヤーからの調達については、輸送コスト負担が要因となっていると指摘すると共に、技術力の高いサプライヤーに関しては遠隔地からも調達すると述べている。このような空間的な要素を加味し、部品サプライヤーとの関係を分析する必要がある。

さらに、ある部品供給ネットワークのもとの最適なオペレーションを実現するためのロジスティクス・システムに関しては、いわゆるトヨタ生産システムを分析し解説する文献は多いが(Roos D.他(1990)⁹⁾など)、工場内のオペレーションに重点が置かれており、遠隔地からの調達と生産を連動させながらJIT生産を実現するシステムに関する分析はなされていない。

そこで、本論文では中国華南地区の日系自動車メーカーを事例に、①部品調達ネットワークの形成要因、および②最適オペレーションを実現するロジスティクス・システムについて検討する。

3. 事例研究

3.1 事例研究の枠組みと事例の選定

事例研究では、資料の分析並びにヒアリングによってサプライヤーからの部品調達ネットワークの概要ならびに組立工程との連動の態様を明らかにする。特に、日本とは物流条件の異なる中国における部品調達ロジスティクスがどのような方針のもとに形成され、そこにどのようなシステムが組み込まれているかを明らかにする。調査の対象はトヨタ自動車各国での工場新設で培ったノウハウが活かされた広州豊田汽車有限公司(GTMC)を選定した。

3.2 広州豊田汽車有限公司の企業概要

GTMCは2004年9月に広州市南沙区に設立された。資本金は16.9億元(トヨタ自動車(日本)が50%、広州汽車集团有限公司(中国)が50%を出資)。2006年に生産を開始し、

従業員数 5,332 人で 2 直の生産体制を敷き、2 車種を混流ラインによって年間約 20 万台を生産している。

3. 3 調査結果

3. 3. 1 GTMCのサプライヤー配置

GTMCの第1工場立ち上げ当初の広東地区の部品サプライヤーの分布とそれらからの部品調達体制および貨物量 (m³) は表1の通りである。

GTMCのエリア別の部品調達貨物量(サブコン部品、シート・タイヤを除く)は表2の通りである。全体の8割以上が広州周辺からの供給となっており、サプライヤーの現地化がかなりの程度進展しているが、天津との共通部品や一部の高機能部品・モジュール/システム部品は日本(名古屋)からの調達となっている。

なお、広東地区からの部品調達貨物量のうち、サプライヤー・パーク(組立メーカーに隣接する立地企業群)からの調達量とミルクラン集荷による調達量の比は、ほぼ6:4となっている。

3. 3. 2 中国国内部品調達ネットワーク

現在、トヨタ自動車は中国に長春、天津、成都、広州の4か所の生産拠点を持っている。また中継地は、天津、上海、広州に配置している。中継地の周辺にあるサプライヤーからはミルクラン集荷を行っている。3つの中継地間はトレーラーによって内陸輸送が行われている。長春-天津間は双方向の共同物流が行われている。上海から長春、天津、広州の3か所へはトレーラー輸送が行われ、上海-成都(四川)間は河川船輸送が行われている。天津-成都間は鉄道輸送が行われている(図1)。

3. 3. 3 生産体制の特徴

トヨタ自動車は、2005年1月に广汽豊田發動機有限公司(GTE)を設立し、エンジンならびにエンジン部品を供給している。GTMCでは、2006年5月からカムリ、2008年7月か

表1 立ち上げ当時の広東地区からの部品調達体制

	サプライヤー数	路線数	便数	貨物量 m ³ (%)
南沙(順引)	10	25	298	7,325 (59.5)
南沙 (e-kanban)	10	3	32	1,201 (9.7)
50km以内	14	6	30	1,220 (9.9)
50km ~ 100km	25	12	61	2,299 (18.7)
100km以上	9	6	10	273 (2.2)
全体	78	52	431	2,318

注) 南沙はサプライヤー・パークからの調達である。

表2 広州工場の部品調達貨物量

供給エリア	工場	貨物量 (M3/日)	比率 (%)	便数/日
広州	第1工場	5,700	83	127
	第1+第2	8,800	81	196
天津	第1工場	430	6	10
	第1+第2	550	5	12
上海	第1工場	400	6	9
	第1+第2	630	6	14
名古屋	第1工場	330	5	7
	第1+第2	670	6	15
九州	第1工場	0	0	0
	第1+第2	45	1	1

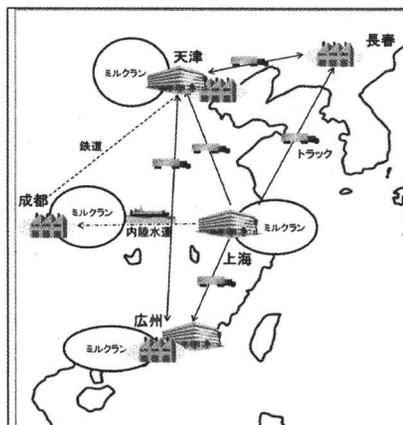


図1 中国国内におけるトヨタ自動車の部品調達ネットワーク

らヤリスの生産が開始された。販売量の比較的安定しているカムリやヤリスを生産し、需要変動の吸収は日本からの輸入で対応するブリッジ生産を行っている。2006年7月にはカムリの生産で2,400人体制に、10月から3,900人体制（2直）となっている。

当社はトヨタ自動車の日本国内の工場で開催された最新の革新的生産体制が集約されたグローバルな実験的生産拠点としての特質を備えている¹⁰⁾。これらの最新生産体制は、狭隘な国内工場のスペース・コストならびに労働コストが高いという日本国内の事情に由来するものである。これが、豊富な土地と労働力を有する中国の生産拠点において導入されている理由は、第一に、トヨタ自動車の発展過程における日本の生産拠点での経路的な制約のない中国の拠点で理想的な生産体制のグローバル標準を実験すること、第二に、グローバル環境下での生産と部品調達のシームレスな精度の高い同期的運用を図る新しいSCMの構築を試みていることである。

3. 3. 4 ラインサイドへの部品供給体制

GTMCでは、生産ラインへの部品供給にセット・パーツ・システム（SPS）が導入されている。それは、車種の増加にしたがって、混流生産の度合いの上昇、部品点数の増加、部品棚の膨張による作業スペースの狭隘化と正味作業時間の低下、季節工や未熟練作業者の作業精度などの問題が生じるためである。この問題を解消するため、従来の生産ライン側に配置されていた部品棚（ストア）を撤去し、搬入された部品を車種別にあらかじめ1台ずつプラスチックのボックスコンテナに集積し、混流ラインに生産順に送られるSPSを導入した。

GTMCでは、さらに、一台ずつセットアップされた部品が入ったプラスチックコンテナを載せる配膳用の台車型部品棚を組立ライン上に載せて組立車両と並送させることにより、作業者の移動を少なくしている。ま

た、従来ラインサイドに置かれていた部品棚のスペースを大幅に圧縮し、生産ラインの見通し（可視性）も改善させた。広州ではSPSが大物部品以外の部品を対象に全面的に採用されている。

3. 3. 5 グローバル型部品調達物流

GTMCでは、日本で開発された革新的生産ラインに部品を供給するグローバル型の部品調達物流システムを構築している。注目すべきは、この部品調達システムが、欧米で開発された遠隔地調達物流の仕組み（ミルクラン＋クロスドッキング）、タイで開発された近隣調達物流の仕組み（Pレーン）、中国で導入された構内物流の仕組み（サプライヤー・パーク＋親子台車など）の3つを統合した、まさにグローバル型部品調達システムになっていることである。

a) 欧米型物流方式

欧米型物流方式とは、欧米系や日系自動車メーカーが欧州や北米等で構築してきた物流方式であり、①日本のようなサプライヤーの地域的な高密度の集積がなく広域に分散していること、②最終組み立て拠点も広域の市場に対応して分散していること、③こうしたサプライヤーから長距離の集荷調達部品輸送が不可欠になること、などを前提としている。

GTMCは、トヨタ自動車では中国国内最後発の工場であるが、遠距離と言えども既存工場（天津・長春・成都）周辺に集積立地するサプライヤーから調達した方が有利であると判断された部品も少なくなかった。

この欧米型物流方式は、i) ミルクラン集荷、ii) 中継地混載物流、iii) 小ロット多頻度混載国際物流から構成されている。

i) ミルクラン集荷

サプライヤーから組立生産拠点までの距離が短い場合には、引取り集荷プロセスで順次混載化するミルクラン方式を採用して輸送効率を高めることができる。サプライヤーごとの直接納品では配送ロットが小さく配送効率

が悪くなる。なお、完成車メーカーが、部品自体の購入コストと調達物流コストを区別して把握できるメリットもある。近年では、電子カンバン発注をベースとして混流組立ラインに同期化させた多回納入が実現されている。

ii) 中継地混載物流(クロスドッキング方式)
サプライヤーが遠隔地にあり、部品の輸送距離が長い場合に、複数のサプライヤーの周辺に集荷中継地点を設け、そこから混載して多回満載納品を行う仕組みである。通常、中継地では在庫を持たないクロスドッキング方式となる。クロスドッキング方式は、主として北米で実験され導入された。特に広域に複数の生産拠点が配置された場合に、この中継地クロスドック拠点が複数ネットワーク状に連結し、ハブ・アンド・スポークの形態をとることになる。

iii) 小ロット多頻度混載国際物流

日本から海外生産拠点への部品の納入は、通常、コンテナ船による長距離輸送となる。輸送期間は1週間以上かかる場合もある。FCL輸送をしようとする、出荷頻度は低くなるので、複数のサプライヤーが混載をし、積載率を高めつつ多回(多頻度)納品を実現している。また、仕向国の荷揚げ港を集約したり、港の近郊に部品センターを設けて、太い物流を実現している。

b) タイ型物流方式

タイ型物流方式とは、トヨタモーター・タイランド(TMT)の世界戦略車(IMV)生産において開発されたPレーン(Progress Lane: 進捗管理レーン)や実空運搬を中核とする生産ラインへの高精度な部品投入方式を指す。

i) Pレーン(Progress Lane)

トヨタ自動車では、電子カンバンを活用し、混流生産ライン(1個流し)での組立順序に従った部品の多回投入による順引き納品が行われている。しかし、生産規模が小さく、サプライヤーも分散しているアジアでは部品調達輸送の効率を上げるために、eカンバン(通

常32~36回/日程度)単位で発注しつつも、数回の発注をまとめて1度にミルクラン納品をするが、そのままラインサイドに搬入すると部品棚が膨張して組立作業が著しく妨げられる。そこで、ラインサイドに部品投入する前に、複数の便でミルクラン集荷・搬入された部品をeカンバンの1回分に分割して整列させ、生産ラインの必要なタイミングで多回投入される仕組みが導入された。Pレーンの在庫はすべて混流生産ラインの順序情報に紐付けされており、eカンバンによる高精度発注情報を前提とした「整流化」の一形態と捉えることができる。

ii) 実空(みから)運搬

eカンバン発注を前提に、サプライヤーが部品を出荷する段階で、生産ライン(SPS)への部品の搬入を考慮した形態でプラスチックコンテナに梱包してもらい、そのまま投入コース別に仕分し、コンテナをスキット台車に載せて連結して牽引搬送し、空いた箱はサプライヤー別に積み上げて並べておく。次の納品トレーラーのドライバーが到着したらドライバーは実入箱とカラ箱を積み替え、シャuntingヘッドを切り替えて戻る。これによって小物部品はプラスチック箱単位で仕分・搬送することが可能になった。

c) 広州型物流方式

i) 近隣サプライヤー・パークからの牽引供給

広州豊田自動車では、工場の公道を挟んだ近隣にサプライヤー・パークがある。ここに、13社(Tier1)の部品サプライヤーが集積している。これらのサプライヤーからは、生産ラインの進捗によって後述の親子台車の出発のタイミングがコントロールされながら、後工程引き取りの順引きで調達される。親子台車により組み立て工場とサプライヤー・パークを隔てる道路の下を通る2車線の地下通路を通して構内に搬入される。これを広州型物流方式と名付けたい。部品調達物流量の約60%

がこの広州型物流方式で供給されている。

ii) 構内物流（搬送）の整流化と効率化

広州型物流方式では、徹底した構内物流の整流化と効率化、そして生産ラインへの同期化に特徴があり、①トレーラーヤードの有効活用¹¹⁾、②親子台車による搬送¹²⁾、③先入先出（FIFO）方式による整流化された流れの形成¹³⁾、によって支えられており、混流生産ラインの生産順序に厳密に紐付けされた部品が淀みなく供給されている。

4. 考察

以上の調査結果を踏まえ、GTMCにおける部品調達物流のネットワークおよびロジスティクス・システムについて考察する。

4. 1 部品調達ネットワーク構造

部品のサプライヤーと最終組立工場の配置およびロジスティクス（輸送モード）との関係はどのようになるのであろうか。

まず、トヨタ自動車の完成車の組み立て工場は販売市場に近接した場所に立地するのが基本である。それは、価値連鎖の中で付加価値が最大になる完成車組み立て以降は在庫リスクが高く、輸送コストも最も大きくなり、販売市場への納入リードタイムを最も短くする場所での立地が有利となるからである。ま

た、製品の車種や仕様が販売市場にどの程度特殊的（逆に言えば標準的）なものであるかによっても生産拠点は変わってくる。しかし、本研究ではこの工場立地問題は扱わず、広州に工場を新設することは与件とする。

さて、組立メーカーの部品調達ネットワークには、部品ごとの特性、組立メーカーとサプライヤーとの位置関係も大きく影響する。上述の通り、トヨタ自動車は広州で新たな組立工場での生産を開始した時、中国国内において、天津・長春・成都の3都市に組立工場を置いていた。複数の生産拠点で生産台数を順次増加させ、最終的に当該国の需要を満たす生産体制を構築する発展段階において、一般的に組立メーカーは、自社の部品調達ネットワークをどのような要素を考慮して形成していくのであろうか。

組立メーカーが新工場の部品調達ネットワークを構築するにあたっては、まず、既に存在するサプライヤーの配置状況を前提とした上で、部品特性に応じてどのサプライヤーから部品を調達するのかを意思決定すると考えられる。この場合、組立メーカーは部品特性として、①規模の経済性と②運賃負担力の2つの要素を考慮する。

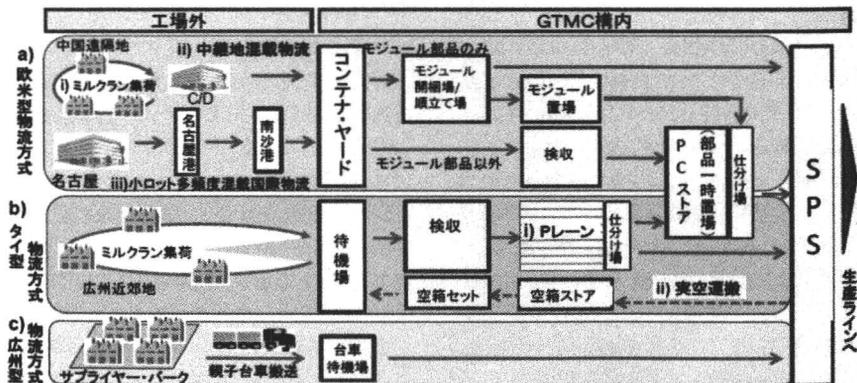


図2 GTMC内SPSまでの部品調達の流れ

①規模の経済性

組立メーカーは規模の経済を追求するために、異なる車種を生産するにしても、部品に汎用性を持たせ、サプライヤーが一か所で同一部品を大量に生産できる環境を整え、部品の調達費用を低減することを考える。トヨタ自動車の世界戦略車（IMV）の部品調達はこのような思想に基づいている。

②運賃負担力

規模の経済を利用して部品の生産コスト水準を下げることは可能であるとしても、当該部品の運賃負担力が低い場合においては運賃が生産コストを上回り、むしろ総コストが高くなってしまふことが考えられる。部品は海上コンテナ（あるいは14トントレーラー）を用いて輸送するが、同一コンテナ内の部品仕入総額の一定割合（例えば、2%程度）を、ある起終点間の運賃として負担できる限度額と定めることができる。

GTMCにおいても、各品目の運賃負担力がサプライヤー配置に影響を与えているのかを考察するにあたり、日本市場にて取引される自動車部品の平均生産単価（2007年度に日本での全生産金額を全生産数量で除した値）上位10品目の運賃負担力の比較を行った。

表3の通り、各品目の1パレットに搭載可能な部品の総生産金額（円/パレット）を算出し、それらを基準化した値を運賃負担力として考えることとした。なお、基準化の際、最も小さいシートの値を100とした。

各品目の運賃負担力を比較すると、シートの他に、ヒーターや燃料タンクの値も同様に小さいことが把握できる。広州豊田自動車公司では、隣接するサプライヤー・パークの立地企業のうち、INTEXからシート（同じくサプライヤー・パークに立地する豊愛からシート用フレームを調達）を、フタバ産業から燃料タンクを調達している。逆に、運賃負担力が高いカーナビについては、2000km程度離れた天津地区から運ばれており、サプライヤ

ー・パークからの調達は行われていない。こうした調達先の立地選定において運賃負担力が考慮されていることがある程度推測できる。

表3 平均生産単価上位を占める自動車部品の運賃負担力の試算

順位	品目名	生産単価(円)	円/パレット	運賃負担力
1	自動トランスミッション(AT)	94,294	942,944	2,816
2	カーナビ	87,496	17,499,139	52,264
3	シート	33,482	33,482	100
4	燃料噴射装置	28,972	23,177,694	69,224
5	カーオーディオ	23,087	4,617,309	13,790
6	電子式ブレーキ制御装置	19,273	3,854,650	11,513
7	ヒーター	16,931	67,725	202
8	ラジエーター	10,692	320,773	958
9	プロペラシャフト	9,478	284,351	849
10	燃料タンク	8,831	88,308	264

（データ出所：平成19年度 機械統計年報（経済産業調査会））

以上の要素の組み合わせでサプライヤーの立地（配置）戦略は変わり、部品調達のロジスティクスの前提となるネットワーク構造が決定される。これを広州工場の部品調達に当てはめてみると、天津と共通のサプライヤーを利用する遠隔中継地からの調達に関する意思決定には、「①規模の経済性」の要素が強く影響している。

しかしながら、汎用性が高いとは言っても運賃負担力の低い部品については、サプライヤー・パークからの調達を行っており、こうした意思決定には「②運賃負担力」の要素が強く影響している。逆に、トランスミッションなどでも高級車種用の部品は日本調達を活用するといった使い分けになる。

こうした要素の組合せで構成されたグローバル部品調達ネットワークを前提として、より合理的な物流方式が構築されることになる。

4. 2 生産と同期化させるロジスティクス・システム

さて、このような複数の要因によるサプライヤーの配置を前提としたグローバル型の部品調達物流システムが広州の3方式統合物流方式といえる。「欧米型物流方式」+「タイ型物流方式」+「広州型物流方式」は、まさにグローバル環境を前提とした標準的・先端的な部品調達 SCM と言えよう。その意図は、第一に、未熟練労働力を活用して、なおかつ多様な車種を世界的に高品質で効率的に生産すること、第二に、このような生産体制を支える部品調達体制は、広域サプライヤー・ネットワークを前提として、しかも JIT コンセプトを貫徹するものでなければならないこと、第三に、上記の目的のためには、無駄な輸送や運搬を排除し、多回納品を実現するためには「拠点の集約」と「太い物流」を前提としたロジスティクス・ネットワークを構築する必要があること、第四に、以上の調達ロジスティクス・ネットワークを流れる部品物流は、極力、在庫を持たず整流化したモノの流れを実現するために、電子カンバンを前提とした高精度の情物一致型プロセスとほぼリアルタイムでのモニタリングによる調整オペレーションを実現することである。本事例では、以上の意図を実現するために開発されてきた調達ロジスティクス・システムが、サプライヤーと組立メーカーを包含する工程全体として同期的に管理され、ダイナミックに革新されつづける拡張事業体としての性質を備えるものであることを示唆している。一方、現行の部品調達物流体制は、物流インフラの未整備な状況による制約を前提としたものであり、特に長距離輸送では鉄道、海運をより活用するべきであろう。また、サプライヤー・パークの造成などの負担を現地の行政に負っている点で他の地域での適用可能性に課題が残る。

注)

¹⁾ 一橋大学大学院商学研究科 (2008) 『華南・ベトナム地域における部品調達ロジスティクス調査報告書』

²⁾ 伊丹敬之 (1988) 「第 6 章 見える手による革新: 部品供給体制の効率性」伊丹他『競争と革新—自動車産業の企業成長』東洋経済新報社、144 - 172 頁。

³⁾ 藤本隆宏 (1997) 『生産システムの進化論』有斐閣、161-188 頁。

⁴⁾ 李春利・陳晋・藤本隆宏 (2005) 「第 8 章 中国の自動車産業と製品アーキテクチャ」藤本隆宏・新宅純二郎『中国製造業のアーキテクチャ分析』東洋経済新報社、205-246 頁。

⁵⁾ 森美奈子 (2004) 「グローバル志向を強めるわが国自動車メーカーの東アジア戦略」環太平洋ビジネス情報 RIM、Vol.4, No.13、34-74 頁。

⁶⁾ Dyer J. H. (2000) *Collaborative Advantage*, OXFORD.

⁷⁾ Tonchia S. and Tramontano A. (2004) *Process Management for the Extended Enterprise*, Springer.

⁸⁾ 丸山知雄・伊達浩憲「第 6 章第 1 節 サプライヤー・システム」『グローバル競争時代の中国自動車産業』蒼蒼社、214-260 頁。

⁹⁾ Roos D. H. (1990) *The Machine That Changed The World*, MACMILLAN PUBLISHING COMPANY

¹⁰⁾ 東洋経済 2007 年 9 月 22 日号によれば、生産における革新技術とは以下を指す。①サーボプレス工程: モーター鼓動とコンピュータ制御を組み合わせたサーボプレス機を導入することによりプレス品質を統一し、プレス回数の削減 (=金型数の削減、生産速度の向上) を実現する。②溶接・塗装工程: ボデーのスポット溶接に新型のスリムロボットを大量投入し、ロボットのライン密集度を向上させ、一度の溶接で溶接できるスポットの数が 2~5 割増した。位置決め用の治具も不要になる。生産ラインの短縮、スペース余裕の創出、生産速度の向上が期待される。③組立工程: フロントガラス等の重量部品の取り付け・組立作業をパートナーロボットと人間の作業者の共同作業体制に変更し、ライン長の短縮、動力消費の削減が実現したといわれる。

¹¹⁾ ア) 交通渋滞による遅れの調整ならびに平準化生産に対応した部品納入ピッチの保証、イ) ヘッド車両・運転者回転率向上、ウ) 生産進度吸収と定時配送の保証を目的としている。

¹²⁾ 親台車と、親台車から降ろされて必要とする場所まで路面を走行できる子台車を組み合わせた親子二段式の運搬車。

¹³⁾ 広州豊田自動車公司では、サプライヤー・パーク、ミルクラン、遠隔地調達によって集荷された部品は、工場の構内で、生産の進捗に同期化させながら SPS やライン側に供給される。これらの流れは極力「整流化」され、しかも先入先出 (FIFO) 保証、タイミング (JIT) 保証、平準化保証が厳密に行われている。また、トヨタでは物流仕事量 ((M4) = 荷量 (m³) × 移動距離 (m)) という指標を作ってこれを削減する管理を行っている。車種別の部品調達における物流仕事量は、カムリ用 2840M4、ハイランダー (398L) 5950M4 である。使用部品の物流量はカムリ 6.8M4 (現地調達 6.4M4、日本調達 0.3M4)、ハイランダー 9.9M4 (現地調達 8.74M4、日本調達 1.2M4) となっている。