

自動車の生産システムにおける課題

小林 敏郎

1. はじめに

自動車産業における自動車の生産システムには、消費者ニーズの多様化・個性化や高級車志向の本格化等に加えて、市場環境の急激な変動により「多種変量生産」への革新が強く要求されている。

したがって、単に生産方式、生産管理方式の改革ということにとどまらず、販売・R&D・生産・物流等を結びつけて、エンドユーザーからの受注から製品の納入までの活動全体をシステムとして統合するCIMの導入も盛んに行なわれている。さらに、SIS（戦略情報システム）が企業環境の激変に対応する、革新的経営戦略の意思決定の支援システムとして研究・検討されている。

各情報システムの統合、物流戦略への対応や顧客ニーズへの対応、また非定型業務への対応等がとりあげられていて、このことはいずれもORの手法や発想の対象領域が大きく広がってきていることを意味していて、ORの専門家の挑戦と活躍が強く求められているといえる。

ORのアプローチには「手法中心のやり方」と「問題解決のやり方」の2つの切り口があるが、企業におけるORの推進が困難な点は、多くの場合取扱う対象の問題の複雑さによるといえるので、本報では主として後者について考えてみる。まず、自動車産業をとりまく環境の現状と生産システムの仕組みについて述べ、それぞれにおける課題について触れることにする。

2. 自動車産業をとりまく環境

日本の自動車産業は2度にわたる石油危機の試練に耐えて大きく発展してきた。ここ数年前までは国内景気は安定持続してきたが、ここにきてバブル経済の崩壊に国内需要の低迷が続く昨今である。

また、国際環境も大きく変化し貿易収支の不均衡にもとづく米国やECほか諸外国との貿易摩擦の激化という外圧をかかえている。米国では現地生産車の増大により

輸出車と現地生産車の合計が米国市場のシェアの30%をこえて政治的に危険なレベルに達している。さらに、自動車部品についても日米間の貿易不均衡がとりあげられて米国製品の調達増加の努力が続けられている。

したがって、人・研究開発の海外拠点の現地化を含む海外事業の現地化をいかに進めるかという大きな課題をかかえている。EC市場でも市場統合後に日本車規制がどうなるか、その影響が懸念される。

こうした国際環境の激変の一方で、価値観の変化や構造的人手不足、高齢化、高学歴化、労働時間の短縮などと国内の生産分野の労働事情も大きく変化して、いずれも経営の基本方針の根幹にかかわる問題となっている。

たとえば労働時間の短縮の進展による労働コストの上昇の懸念について、直接部門のみならず間接部門の生産性の向上を図りコスト上昇をできる限り吸収したり、雇用形態の多様化、労働環境の整備、個人別の時間管理、OA・FA化等の諸対策があげられている。

また、大きな課題として地球環境問題に対する社会的責任を含む品質保証体系の確立があげられる。これに対しては、自動車に対する技術的革新の中で、高速化、安全性の向上、低公害化、小型軽量化、省燃費化、高性能化等のテーマで研究されている。

以上のようなことから最近の自動車産業は、供給面では世界市場にまたがるグローバル化が進展して企業間の提携や相互依存が複雑化しているし、また、一方の需要面では多様化する消費者のニーズに対応することが、かつてない環境の激動化・流動化の中で要求されている状況である。

3. 自動車の生産システム

自動車の生産のしくみは「マーケティング・新製品の企画・開発から量産準備まで」と「量産移行後の受注から生産・販売まで」の2つのシステムに大別することができる。以下それぞれのシステムについて述べる。

3.1 マーケティングから生産準備まで

自動車産業の特徴はまず商品の企画から生産準備までの期間が比較的長期にわたることがあげられる。

こばやし としろう 広島工業大学
〒731-51 広島市佐伯区三宅2丁目1-1

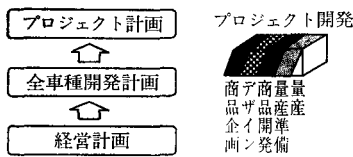
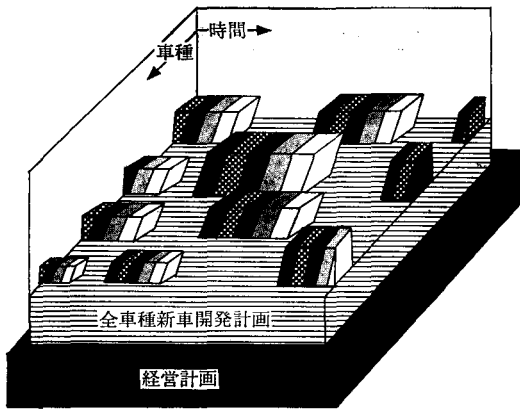


図1 経営計画から個別プロジェクト計画へ

長期経営計画と長期生産計画から総合商品計画の策定が行なわれ、同計画から基本コンセプトが決まり、収益目標、投資目標、開発日程の大綱が決められ、開発が発意される。図1に経営計画から全車種開発計画と個別プロジェクト計画の関係を示す。

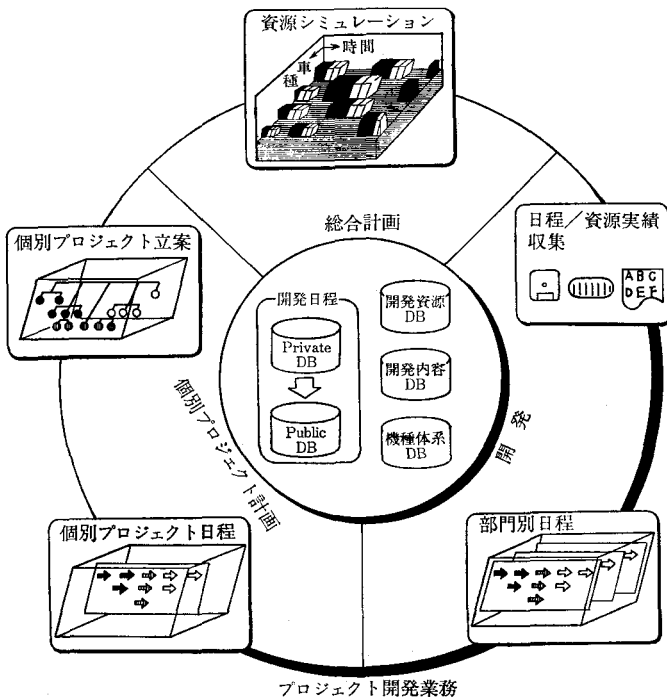


図3 TRIMシステム機能

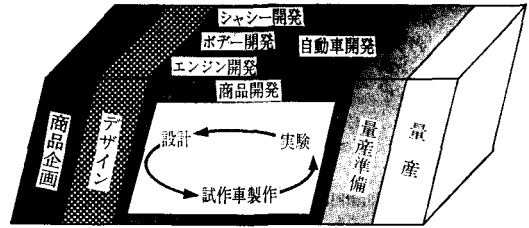


図2 個別プロジェクト開発の流れ

開発構想がまとまり開発基本計画がたてられ、基本コンセプト、内外デザイン、商品性・信頼性の検討、投資・収益目標、開発日程、販売台数目標等によりいくつかの代替案の中から生産モデルが決定される。

図2に生産モデルの個別プロジェクトとしての開発の流れを示す。開発日程/開発資源面からの全プロジェクト開発計画最適化および各プロジェクトの円滑な進捗を支援するシステムの例を図3に示す。

次に、基本設計、詳細設計について量産性評価を経て手配図が生産技術、生産管理、品質管理等の関係部門に配布される。この手配図により工程設計が行なわれ、所要部品の製作に必要な機械・設備、各種金型、治具、取付具等の一連の生産財の手配・発注が行なわれる。

また、工程設計において工程内および工程前後のバッファの最適配置の問題、所要設備・機械の取替え（事後保全と予防保全）・更新の問題もOR手法により検討される課題である。

これと平行して試作車による各種テストおよびシミュレーションが実験研究部門によって行なわれ、その結果、場合により設計図が修正され正式図として出図される。

次に、量産用の設備・機械・要具および材料が整備されたところで、数回のパイロットプロダクションを経て量産が開始される。図4に量産準備のマスターネットワークの例を示す。図に示すように、量産評価支援システム（CAE：湯流れ/凝固やプレス成型性シミュレーション、組立性評価システム等）、工程設計支援システム（CAPP：加工方法・加工条件決定、工程分割、工程能力、設備割付、作業編成等）、設備設計支援システム（CAD：設備仕様書作成、電気制御設計、装置設計、治型具設計等）、金型設計支援システム（CAD&CAM）および量産準備管理システムが構築されて、それぞれにOR的発想が

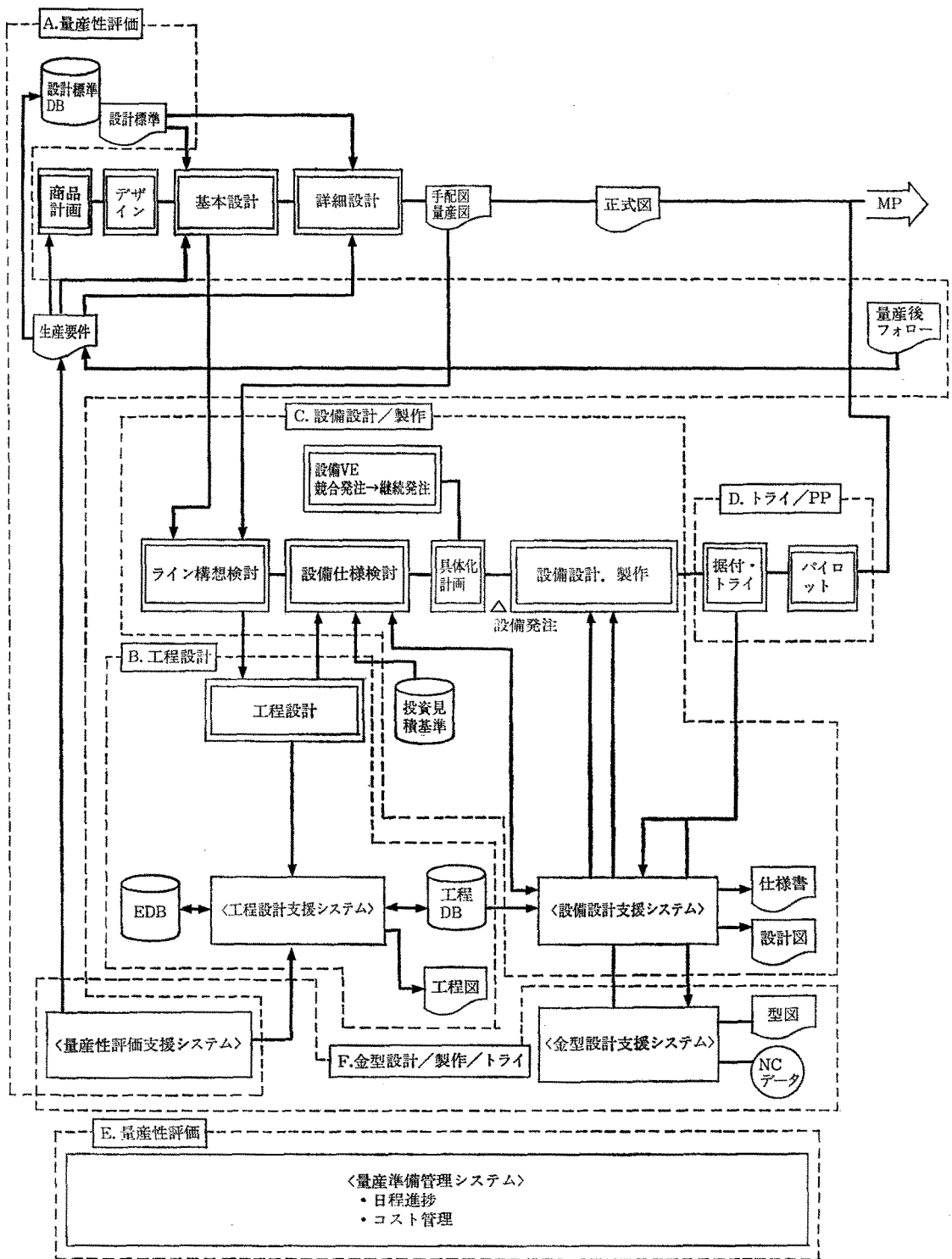


図 4 量産準備システム概要

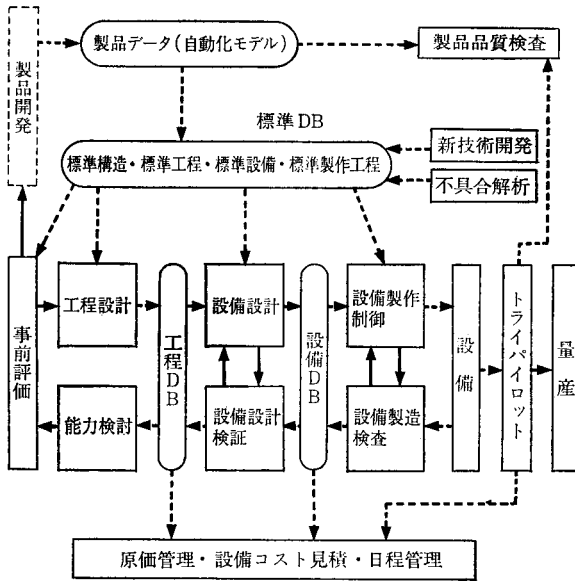


図 5 工程・設備設計システム

包含されている。

この量産準備期間はほぼ40~38カ月間で、生産財の設計製作は略々量産開始前24カ月より行なわれる。

この期間での課題は、期間短縮、品質向上、コストダウン、不具合再発防止、省資源、環境保全等である。

特に開発所要期間については、各社ともリードタイムの短縮を重点課題として、CAD、CAM、CAPP、CAT、CAE等の全面利用によりプランニングから量産移行までの各ステージを平行に走らす Concurrent Engineering が開発され、ここにもORの手法や発想が組み込まれている。

図5は、ホワイトボディ（塗装前の車体）の工程設計に関連する各業務の並列作業化（Concurrent Engineering）の例を示す。すなわち、製品DBと技術標準DBにもとづく並列作業化と設計検証ループによる工程能力の事前検証と不具合発生への潰しこみが行なわれ、設備不具合、製品品質不良の解析結果の技術標準への織り込みも行なわれる。

また、実験研究部門では製品開発業務を理論的に体系化してモデル化すること

により、理想システムに向けての問題点を明確にして、コンピュータ活用を前提とした各種工学手法を適用することで、全体を最適な開発システムに再設計していくことも試みられている。

業務の活動対象である車（ハード技術モデル）と仕事のやり方（ソフト技術モデル）をモデル化して、仕事のやり方についてはOR等の工学手法を適用し、全体目的に向けて最適となる開発システムを構築しようとするものである。

その他、R&Dの分野でOR関連と思われるテーマを拾ってみると、

ファジィ、AI関連：

車の制御、オートクルーズの制御。

設計エキスパート支援システム

エンジンマウンティングの最適化および振動解析

部品共通化シミュレーション

資源管理シミュレーション

CAD端末可動のシミュレーション

解析モデル作成の自動化等

その他：ドライビングシミュレーション

コンカレントシミュレーション

品質モデルシミュレーション

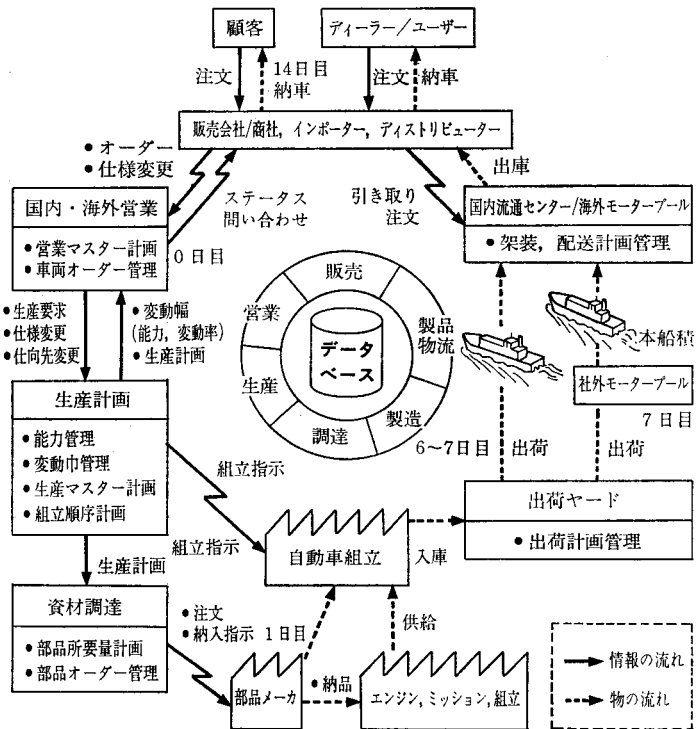


図 6 自動車生産における受法から納品までのシステム概要

市場環境モデルシミュレーション
 開発プロセスモデルシミュレーション
 試作車の配車計画 等々

3.2 量産移行後の受注から生産・販売まで

図6はマツダの「JUMP」と称する生販統合システムの例で、自動車生産における受注～納品までのシステムを、「顧客サービスの向上」を第1の目的として、基幹システムである営業、生産、調達各システムを再構築して、生販統合システムにまとめたものである。

具体的には顧客オーダー受領後2週間以内に納車することを目標に、生産・購買領域、営業・物流領域、開発領域のそれぞれにおける改革のポイントを検討し、納期短縮およびオーダー変更に対応できるシステムの構築が試みられたのである。その概要を簡単に述べる。

生産計画、資財調達領域：製造を真近まで変動に耐えられる柔軟な計画構造にするため、計画の主体を従来の月間計画、旬間計画変更から週間計画におきデリーで可能な限り変動を許す構造を検討した。ただ、購入部品材料の手配の内示は3カ月先まで提示している。この内示と確定の許容差が「変動幅」で、生産と営業の間の基本的ルールとして「変動幅ルール」（エンジン、ミッション、グレード、内装色、外板色等を要素とし要素単位の変更自由度を決め、その枠内での仕様変更を可能にする）と「生産能力保証ルール」（生産設備の制約からくる生産能力をDB化してオーダー受理の可否応答を可能にする）を規定して、組立日の実動5日前までの仕様変更を可能にした。

次に、最適順序計画の立案にあたっては基本的には平準化計画であるが、設備上の制約があり最低限守らねばならない制約がある。このことについては後述する。

資財調達、物流方式については、JUST-ON-TIMEの納入指示、進捗管理を行なっている。可能な限り活きた最新情報により物流をコントロールすることを基本として、部品の搬入ロットサイズ、輸送リードタイムサイクルや情報処理コスト等のバランスを考慮して、部

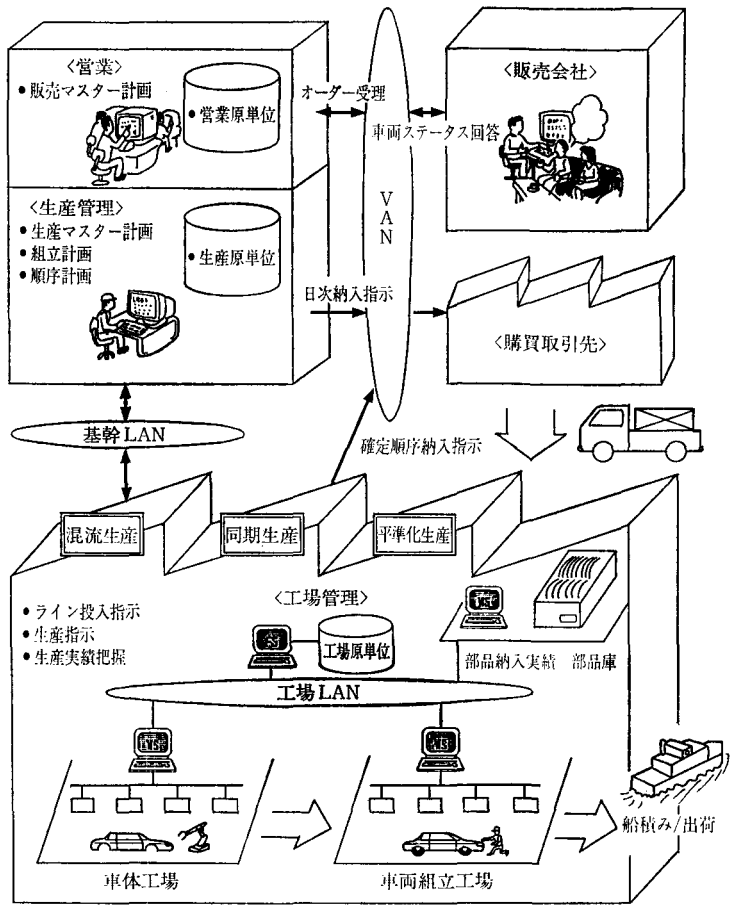


図7 営業/生産システムの構成

品により週間手配、デリー手配、計画順序指定、オンライン納入などいろいろなタイプで納入指示が行なわれている。工場管理領域では、遠隔地の部品工場の生産リードタイムの短縮等の指導を含み、全サプライヤーとのネットワークを構築している。

生産領域において真近まで変更に対応できる生産計画システムの構築と各部品加工工場と組立工場との間の同期生産の拡大とフレキシブルな製造工程の組合せがポイントである。

営業・製品物流領域：商品の多様化に伴い、チャンネルも拡大し、販売店の扱いは小口化の傾向にあるので、商品体系の整備・充実、市場動向を敏感にキャッチした販売予測と計画立案、販社オーダーの容易性向上と簡素化、迅速かつ適確な納期回答、出荷・輸送リードタイムの短縮等の点を改革実施している。

販売拠点に直結したオンラインシステムのきめ細かな

情報サービスとCS関連のDBの整備や販売計画、配車計画、受注・在庫実績のDB化等によって、これらが相互に関連した情報を容易に得られるようにしてある。

開発領域：営業、生産計画、製品構成、資材調達の情報DBが改革の対象となり、製品仕様、部品表、製造工程、購買・物流などに関する情報管理の在り方が検討された。

営業・生産システムの構成を図7に示す。生産管理のDBは生産原単位、変動幅原単位、車両仕様原単位、資材調達原単位等で構築されており、生産管理では図示のほかに変動幅管理、負荷能力検討も行なわれている。

確定順序納入指示は車両組立工場におけるボディの吊掛け時点で確定して関連部品加工工場（エンジン、ミッション、車軸関係、シントほか内装関係工場等）に指示されるので、工場間物流を含め効率のよい同期生産の実施がのぞまれ、OR手法による最適解が期待される。

生産管理部門より指示される基幹プログラムと管理項目は変動幅管理、能力負荷計画（主として配分計画に関する事項）、生産マスター計画、組立計画、順序計画等であるが、生産方式の基本的考え方は混流生産、平準化生産と同期生産のよりよい組合せを得ることで、品質、生産量、コスト、納期が変動する中でも、効率的にこれらが達成できる生産管理が要求されている。

4. 生産指示と実績の把握

多品種変量生産においても、必要なものを必要な時に必要な量だけつくり、原材料、加工中間の仕掛品、製品在庫をミニマムに押さえるということは基本的な考えであり、工程設計の段階で生産技術部門と生産管理部門との間で生産システム（ひとと機械の働き、ものと情報の流れ）が検討されて生産準備が行なわれる。

図8は工場管理システムの例を示す。上述のように生産管理部門より基幹計画が部品工場（素材、機械加工）と車両組立工場に生産指示として与えられるが、確定組立順序は車両組立工場の車体吊り掛け時点で定まるので、部品工場では車両組立順序に同期化するために、基幹計画により示された生産指示をベースにして、図に示す自

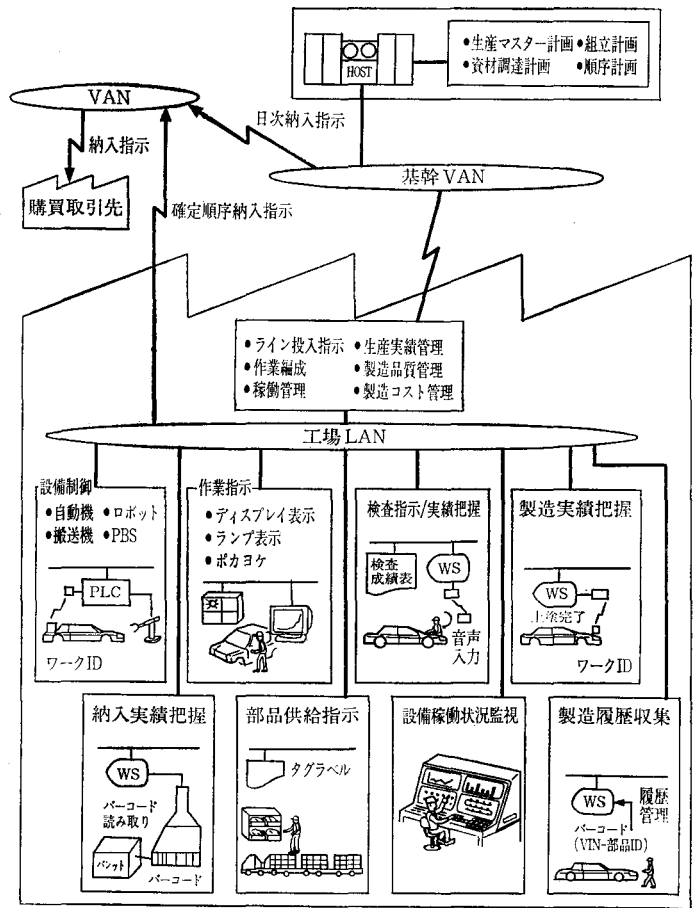


図8 工場管理システム

工場の管理システムにより、自工場担当の部品の加工、コンポーネントの組立に対する生産指示を行なっている。また、図に見られるように各種の実績の把握、品質の確認、設備稼働状況の監視等により、生産指示と実績の差異を分析し工場間の調整も行なう。

ここでは工場間の生産の同期化が強く望まれるので、工場物流の最適化が要求される。これに対して、たとえば生産拠点間の輸送について、物量に見合った多頻度輸送と輸送効率の向上を期して往復混載輸送の方式を採用した輸送計画システムが開発された。この場合、積載効率を落とさないための部品輸送荷姿構成テーブル（部品荷姿と輸送荷姿）と車両組立順序計画によって輸送計画が立案され、週単位のダイヤ作成と日単位の輸送計画により物流が行なわれる。

ここで述べる部品生産現場での生産指示業務は、担当者の判断業務を含んでいる現状なので、ORの課題とし

て期待するところが大きであるが、生産環境をモデル化することが困難なので、実務に耐えるシステムを構築するために、モデルの不完全さを補う手法、技術の開発が望まれる。これに対しAIの導入なども研究されている。

4. おわりに

これまで述べてきたように、今日の自動車生産システムは複雑化し情報量も増大して膨大な規模になってきた。したがって、そのシステムの中で検討を必要とする問題も多くなっているが、大容量の記憶装置や速い演算能力をもつコンピュータの採用で、その内容もかなり明確になってきた。どの企業でも、企業的意思決定はトップダウンであれボトムアップであれ多段階層で行なわれているのが現状であり、そのリンクのなかにORの手法や発想がキーとなっていることが見出される。

OR事例集 '91の事例分野と適用手法の対応表の中に自動車産業関連の事例が多く見られるが、企業という実践の場でORの手法や理論研究の応用について産学の一

層の協同による成果を期待したい。

最後にマツダ㈱の梶田賢作、平田隆教、龍田修義の3氏のご協力に御礼申しあげる。

参考文献

- [1] 日本能率協会編：日本経営年鑑91～92。
- [2] 片村修一，細川 大：メインフレームとパソコンを利用した新車開発プロジェクトマネジメントシステムの構築。IBMユーザーシンポジウム29回論文集。MAY，91。
- [3] 島岡 浩：マツダの生販統合システム。CAD&CIM誌。MAY，91。
- [4] OR事典編集委員会編：OR事典。
- [5] 日本OR学会編：OR事例集1991。

報文集T-86-1

南北協力の新しい戦略

—マイクロ電子技術を起爆として—

頒価会員3,500円

英文別刷1,000円

現在の世界は、人口の1/4を占める先進国が富の約8割を占め、先進国と発展途上国との貧富の格差はますます増大しつつある。先進国で余ったカネは中進国に貸付けられて、債務は危機的状況にまで膨らんでいる。世界経済の崩壊が懸念される今日、世界規模での新マーシャル計画が主張されている。単なる金銭援助ではなく、第三世界の自立発展を促す方向での技術移転をともなった援助計画が必要であろう。このような意識に基き、OR研究者の目で見えて何らかの寄与ができるのではないかと願望をもって、森口繁一本学会元会長を主査とする研究部会が組織されたのは1982年4月であった。

爾来4年余、同主査を中心に続けられた活動の成果をまとめたのが、本報文集である。1985年1月号の本誌には「第三世界とマイコン」というテーマの特集を組み、それまでの研究の一応の総括を行なっている。この内容のうちの若干を英文にした第I部、主として1985年の活動で得られた知見を中心にまと

めた第II部、それにいくつかの記録を集めた付録から成っている。

第II部冒頭の「虚の世界と実の世界」では人類の生活向上のために、実際に富を生産し活用する「実の世界」と、本来はその運行を授けるための貨幣経済が築く「虚の世界」を意識的に分けてみる視座を提唱し、そして現在の「世界の難問」、すなわち全世界が「虚の世界」に振り回されている危機的状況を回避する方策を、西側先進国、特にわが国に対して提案する。

以下「マイクロ電子技術と国際経済の活性化」「エネルギー有効利用と産業構造の関係からみた技術移転問題」「資本の国際移動と国際分業の便益」「軟らかい産業基盤のためのマイコンの所要台数」「体験的技術協力論」「第三世界におけるパソコン用エキスパート・システムの役割」「東南アジアの中小企業育成と日本の協力」「マレーシアの産業事情」等が収められている。