

2001年の仮想半導体メーカー

“X社”のイメージ

岩田 益明

1. 2001年のX社を取り巻く環境

1.1 事業環境

半導体製品にもいろいろあるが、産業の米といわれるIC (Integrated Circuit), LSI (Large Scale Integrated circuit) を思いつく方が多いのではないだろうか。それも、1M, 4M, 次は、16Mビットかと注目を浴び、先端集積技術が集約されるメモリICを思い浮かべられているのではないだろうか。たしかに、現在の主力製品はメモリICであり、20世紀後半に生まれた半導体産業はメモリICの大量生産技術の開発とそれによるコストダウンのおかげで成長してきた。メモリICは、技術革新は非常に激しいが品種はそれほど多くなく、20世紀の生産パラダイム、少品種多量生産の代表的製品といってよい。しかし、半導体業界にも多品種少量個別受注生産の波は着実に押し寄せており、2001年のX社の主力製品は、ASIC (Application Specific IC) と呼ばれる客先個別仕様の回路をシリコンチップ上に実装した製品になっている。

実際、各種産業機器、家庭機器の高性能、高機能化と小型、低価格化は着実に進んでいる。これらの相反する要件を満足していける背景には、個別機器の複雑かつ高度な電子回路を1チップ上に実現するASIC技術の進展がある。また、顧客ニーズの多様化とその変化に対応するために、製品開発期間の短縮、開発コストの削減が各企業の課題となっている。それらの課題に対応するためにもASICメーカーに対する産業界の期待は非常に高い。

1.2 社会環境

2001年には、高度経済成長時代の1960年代から1970年代を知らない世代、すなわち日本の経済力が世界のトッ

プクラスに成長した以降に育った世代がビジネスマンとして活躍をはじめている。彼らは生まれながらにして裕福な社会に育っており、一般に、自分の生活を大切に自らのライフスタイルを崩してまで会社のために働くことをしない世代である。実際、新卒者の就職先は第3次産業指向が強く、製造業では就業環境の快適化と高賃金化を推進している企業に人間が集まる傾向が見られた。そうした彼らの行動が社会環境を変革し、その結果として産業構造に変化を与える大きな要因となっている。

また、彼らは出生率の低下を受けて長男、長女世代でもあり、故郷での就職指向が強い。このことが、首都圏集中型から地方分権型の社会構造への変化の要因となっている。さらに、新しい社会基盤としての高度情報通信網ISDN (Integrated Service Digital Network) が整備され、首都圏と地方の距離感覚はさらに薄らぎ、社会構造の分散化、分権化に拍車がかかっている。

全国各地に分散した新世代のビジネスマンの多様な個性を生かせる企業構造をいかに創造していくかが大きな企業課題である。

2. X社の生産戦略

2.1 物から技術とサービスの提供へ

ASIC製品のように個別受注生産の場合、客先の要求仕様を受け、製品仕様を設計し、それを生産につなげるという大きな仕事の流れがある。これを顧客サイドから見ると、本来、自社で設計、生産ができれば自社で行なうが、その技術と生産資源がないため、メーカーの技術力と生産資源を買い、それを使って要求製品を生産しているということになる。

X社では、顧客との業務一体化方針を打ち出し、まず、客先で設計、生産業務が実施できる技術とサービスを提供していこう、顧客側でできない部分は、メーカーが代行して提供しようという姿勢で事業を遂行している。これは、お客さま自身で設計、生産を行なうことが、より市場ニーズに合致した製品設計と短納期生産を可能に

いわた ますあき

日本電気㈱ 情報処理装置システム事業部

〒108 港区芝4-14-2 第2田町ビル

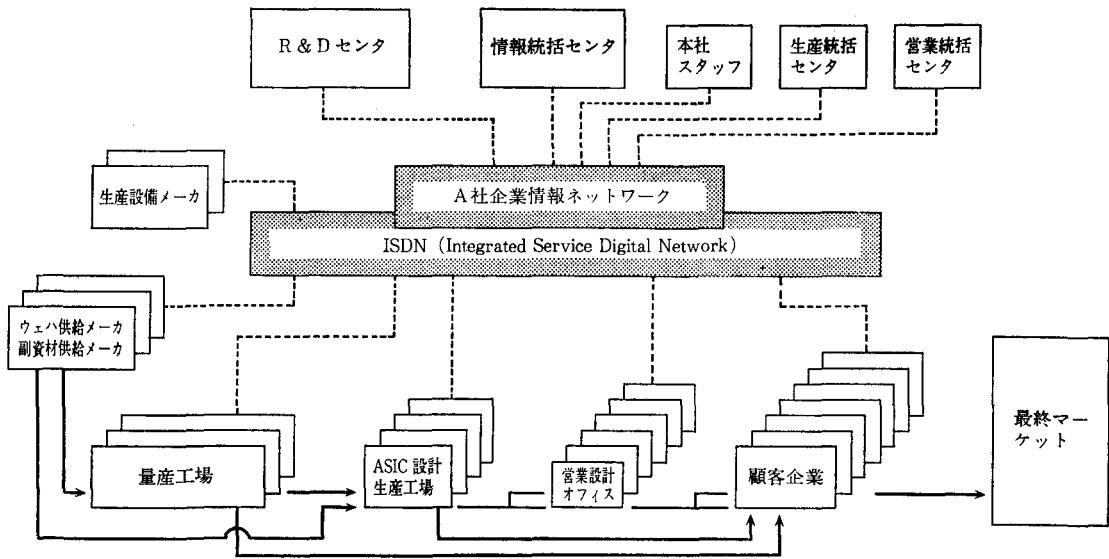


図 1 X社の企業システムイメージ

し、その実現をお手伝いをすることがメーカーのミッションである、という考え方にもとづくものである。

そのために、客先で製品設計ができる技術と方法の提供、また、次の段階として、それを物として生産する製造ショップと生産技術、管理技術の提供を行なっている。具体的には、設計技術データベースサービス、CADシステム、および、製造ショップエンジニアリング、生産技術データベースサービス、生産管理システム等が商品としてあげられる。

2.2 情報活用基盤の構築

こうした物から技術とサービスの提供に事業の推進ポイントに移行していこうとすると、価値のある情報の管理とその活用のしくみが必須要件になってくる。X社では、情報資源、情報資産の統合化共有管理データベース、および、それをいつでも、どこでも利用できる情報ネットワークと情報活用端末機器を導入している。こうした情報活用システムの構築は事業推進基盤の高度化という位置づけになり、たとえば、上下水道、電話網、高速道路網、新幹線網建設等に相当するものととらえてもよい。

X社では、こうした情報活用基盤を利用し、従来の発想を超える新しい仕事の進め方が生まれてきた。たとえば、客先に工場とオンライン接続のできるポータブル端末を持ち込み、工場からの検査データをその場で分析評価後、即時に出荷指示をかける、あるいは、営業マンが外出先でオンライン端末機器を使って工場の仕掛状況を

見ながら、拠点技術者と設計変更時期の検討会議を行ない、その場で現場に設計変更指示していく等の、今までとは違った仕事の進め方が定着している。

2.3 プロジェクト型組織運営

X社では、こうした情報システム基盤を戦略的に活用して、客先対応に営業、設計、生産の機能を総合したプロジェクト型チーム編成をとり、受注から出荷までの業務全体を小人数でこなしていく業務遂行体制をとっている。同時に、図1に示すように、企業組織の地方分権化をすすめており、顧客企業に近接した営業、設計、生産の拠点展開を行なっている。こうした小規模組織運営に変更した背景には、多様かつ変化の激しい顧客ニーズに対する機敏な対応力を最大限に発揮したい、また、個性豊かな新世代のビジネスマンの力を最大限に生かしたいとの経営方針があり、それには、小規模でダイナミックな動きのとれるプロジェクト型の組織運営が優れているとの判断があった。

また、プロジェクトチームメンバーはマルチ人間を目指せという方針のもとで、各メンバーは、営業、設計、生産の業務を状況に応じて臨機応変に担当している。そうした組織運営は、顧客に対し、物だけでなく、実感をもった技術とサービスの総合提案力を発揮することにもつながっている。

3. X社の生産システムコンセプト

X社の生産システムの狙いは、変品種変量生産への対

応力の強化であり、変化に対し柔軟かつ迅速な対応力を生産システムの構造面で持つという基本方針で生産システムを構築している。そのイメージはホロニック生産システム、あるいは、自律分散型生産システムであり、次のような特徴を持っている。

- 生産資源が自己制御機能を持つ
- 生産資源が情報の発信、受信機能を持つ
- 生産資源間の情報通信網が完備している
- 生産資源群には冗長性がある

なお、ここで生産資源とは、

- 加工組立設備機器
- 倉庫搬送機器
- 検査機器

等を指している。

こうした自律分散型の柔軟性を追及した生産システムは、ある時点での生産効率は最大には発揮されないかもしれないが、時間軸上での環境の変化を前提にすれば、結局、積分値としては効率的な生産システムであると言える。

このホロニックシステムの考え方は、前にも述べたように、小規模な分権型、プロジェクト型の組織運営面にも反映されており、X社の基本的な経営方針の1つになっている。

4. X社の基幹業務の概要

まず、営業局面では、営業マンとASIC設計技術者の混成体制で、あるいは、技術者が自ら営業マンとなって、顧客企業に出向きニーズの把握調査、技術コンサルティングおよび見積提案を行なっている。また、ASIC設計はメーカーが客先から要求仕様を聞き出して個別設計する形態だけでなく、顧客自らが、ASIC設計用のCADシステム導入し設計する形態がある。顧客が購入するCADシステムは半導体メーカーで開発されたものが主流を占めている。そして、導入したCADシステムのメーカーに発注先が決定してしまう傾向がある。X社では、半導体技術情報VAN(Value Added Network)サービスを融合したCADシステムを開発し、その先進性と使い勝手のよさを武器にASICのCADシステムでも競合優位な地位を確保しており、ASIC事業の堅実な成長の牽引者となっている。

また、ASIC設計業務を請負う場合、CADシステムは社内でも利用される。そのために、各営業拠点にはCADシステムが設置されている。X社では客先企業が

ら設計受託を受けたさいに、CADシステムを利用した設計作業プロセスを実際に見てもらい機会をつくり、X社のCADシステムの有効性を積極的にアピールするようにしている。このように社内を設置されたCADシステムは通常業務に利用されるだけでなく、CADシステム拡張ツールとしても活用している。

さて、X社、または客先企業でCADシステムを利用して設計されたASIC仕様情報は、VANを利用して各地区の生産拠点にリアルタイム伝送される。生産拠点では、あらかじめ営業拠点から伝送されてきている受注オーダー情報とリンクさせて生産スケジュールを動的に立案し生産現場に生産指示していく。

ASIC生産でのボトルネック工程の1つに検査作業があるが、検査仕様もCADシステムで自動生成され、同様にVAN経由で生産拠点に伝送される。生産拠点では、検査仕様情報が生産スケジュールに同期して、自動検査装置に随時ダウンロードされる。検査段階で問題が発生した場合、その場でトラブル解析支援システムを利用してその原因を追及する。そこで、設計段階での問題と判断されれば、即時にVANを通して設計担当者に、場合によっては顧客企業の設計技術者に問題状況と対応要求が連絡される。

こうしたトラブル情報は技術情報データベースに蓄積管理され、次回以降の設計作業に活用される。CADシステム利用の優位点の1つに過去の設計情報が簡単に再利用できることがあるが、X社のCADシステムは、それだけでなく、生産履歴、設計ミス履歴等の設計、生産プロセス全体にわたる情報が活用でき、使えば使うほど効果が上がるしくみになっている。

X社では情報活用基盤の構築推進役として情報統括センターを設置している。この結果、営業、設計、生産等のライン活動を支えるスタッフ業務は情報ネットワークシステムを活用して統合的に簡素化され小さな部門になっている。

また、情報統括センターは社内の情報システム化だけでなく、顧客企業への情報ネットワーク展開も積極的に推進している。X社は半導体ハードウェアサプライヤではなく半導体情報サービスサプライヤとしても自らを位置づけており、半導体関連のカタログ情報サービス、市況情報サービス、新聞記事情報サービス、CADシステムサービス、ASIC設計支援サービス、ASIC設計履歴情報管理サービス、発注納期回答サービス等を商品化し、国際VANとEWS(Engineering Work Station)

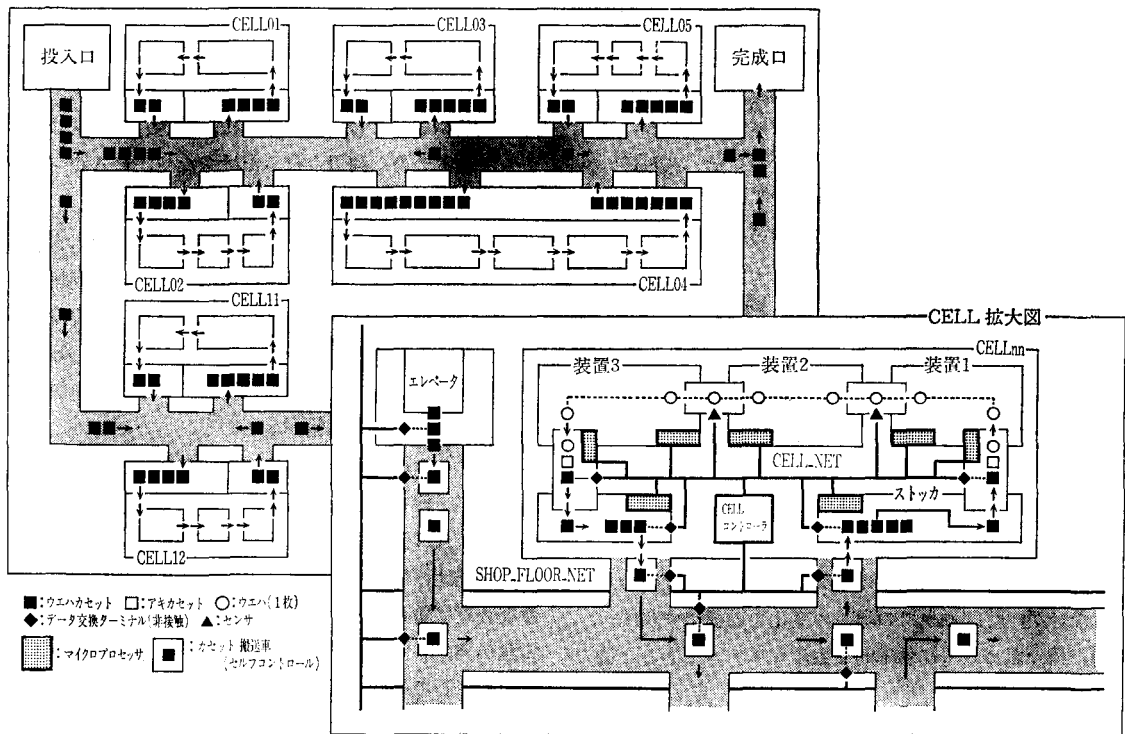


図 2 ウェハ処理工程のイメージ

を介して提供している。こうしたX社の半導体情報サービスは、それを利用している顧客企業、半導体販売店、ASIC設計事務所の業績にも貢献し、結果としてX社の業績向上につながっている。

X社では若手の技術者、営業マンの脱首都圏志向、脱日本志向に対応するためにも、本社地区と地域拠点の距離と時間の制約を弱める企業情報ネットワークの活用を積極的に進め、情報化社会に育った新世代の力をうまく引き出しながら情報武装型郊外オフィス、生産工場の地域分散展開を成功させた。この結果、顧客企業の立地条件に左右されずに高水準のサービスを提供できるようになり、競争優位な企業特性を打ち出すことができています。

5. X社の生産システムの概要

X社では変品種変量生産への柔軟かつ迅速な対応力を持つ生産システムを狙って、ホロニック生産システム、具体的には、生産セルを自律搬送システムで結んだセル構成ショップを構築している。

セル構成型のショップの特長には、セルサイズおよびセルと搬送ラインとのインタフェイスの規格化により最新設備への更新をセル単位で行なえる、また、他工場の

優れたセルをそっくりコピーして自工場に移植することができるといったような点がある。

図2に、その典型例としてウェハ処理工程のイメージ図を示す。生産現場にはSHOP FLOOR NETが張られており、CELLコントローラに代表される工場内の各種制御機器の相互通信、また、ショップ管理コンピュータでの仕掛状況の把握、制御に利用されている。SHOP FLOOR NETのサブネットとしてセル内には機器間のリアルタイム相互通信をサポートするCELL NETが張られており、装置制御機器、セル内搬送機器、各種センサー等をCELLコントローラが直接あるいは間接的に制御できるようにしている。

ショップ内ウェハ物流はウェハ自身が自ら制御していく形態をとっている。ウェハはカセットと呼ばれる搬送用の器に積載され、カセットは自走式の搬送車でセル間搬送されていく。カセットには空間を介して非接触で情報交換が可能なマイクロプロセッサが組み込まれたICカードが搭載されている。このCIカードにはウェハ積載時にウェハの生産仕様として、ウェハID、ロットNo.、工程手順、処理条件等が書き込まれ、その情報を利用して自走式カセット搬送車を制御している。搬送路の随所

に非接触型 IC カードとの情報交換用端末が置かれており、最新の情報にしたがった柔軟な搬送の制御を行なっている。たとえば、設備トラブル、不良発生等の異常時には、異常セルからのメッセージを情報交換用端末から受信し、IC カード内のマイクロプロセッサが適切な代替搬送先を搬送車に指示する。また、次工程の処理が複数セルで可能な場合、カセットに搭載されたマイクロプロセッサから各セルに対し仕掛状況の間合せメッセージを発信し、その結果を受信後、最適な次工程セルを動的に決定していく等の自律搬送制御を行なう。

こうしてウェハがあるセルに到着すると、非接触型の情報端末を通じて CELL コントローラに IC カード内の情報が転送され、その後、カセットが搬送車から移載され、セル内処理待ちストックに管理される。CELL コントローラはセル内仕掛状況をリアルタイムに把握しながらセル内の処理条件、処理優先順序等を最適に制御していく。たとえばウェハ到着時、特急処理ロットの割込み、同一マスク品のまとめ処理等が動的に計画され、セル内搬送機器と処理装置を制御していく。セル内処理は、カセットからウェハが取り出され、1 枚単位で連続して処理される。セル内処理が終わると、ロット単位でカセットに移載され、その時点でカセット付随の IC カードに CELL コントローラから今までの情報とセル内処理結果が転送される。その後、次工程セルへの搬送待ち行列に投入され、空き搬送車の到着を待つ。空き搬送車が到着しカセットが移載されると CELL コントローラの制御配下から、先に述べた自走式搬送車の自律制御が変わる。

このショップの製造工程は、基本的に無人化されており、生産担当者の多くは不良発生原因の追及、設備の保全等の技術的要素が強い領域の作業を担当している。また、品種変動、設備変更等の生産変動に、より効果的に対応できるよう、生産担当者の最新の改善アイデア、ノウハウを反映したかたちに生産システムを常に更新、変更している。言い換えれば、技術者が工場を運営しているということになる。なお、生産管理システムについて言えば、こうしたメンテナンスの容易性を実現するために、知識処理技術を応用したオブジェクト指向のソフトウェア構造が採用されている。

すなわち、この X 社の生産システムは生産体質の改善が常に行なわれる生産システムを意味し、新陳代謝と成長力を持つメタボリック生産システムであることとらえることができる。

6. おわりに

以上、仮想企業 X 社を想定し、2001 年の生産システムのイメージを描いてみた。厳しい企業間競争に揉まれて、半導体集積回路における先端集積度の技術革新は精力的に続けられている。ただし、研究所レベルの先端技術を量産化につなげる生産技術の確立は非常に困難になっている。特に、品質の確保に欠かせない超クリーンルーム技術、つまり、外部環境に左右されない温度、湿度、気圧の高度均一制御技術の確立は大きな課題である。2001 年は、現在の立地形態を前提とした地上工場の発想から、極度に外部環境の安定している地下工場、宇宙工場が検討の対象、あるいは、実際に建設される時代になっているかもしれない。

いずれにしても、新しい世代の人と技術を生かす、新しい生産パラダイムの構想力が問われているのは間違いない。そのキーワードは、ホロニックとメタボリックではないかと思う。

論文・事例研究の原稿募集!

OR の特徴は実践にあるといわれています。実際的な応用をぬぎにした理論ということは OR では考えられません。本誌でも以前から会員の皆様からの事例研究の報告をお願いしてきましたが、まだ十分な成果をあげているとはいえません

「論文・事例研究」は企業、研究所、大学等で実際に行なった事例を論文としてまとめたものを広く会員の皆様に紹介することを目的として作られた欄です。この論文は 2 人のレフリーによって正式に審査されますが、マネジメント、行政、工学等の広い分野において適用対象の新しさ、適用方法の新しさ、適用範囲の広さ等が論理的、科学的に論じられたものでありますならば、積極的に採用する方針です。皆様のご投稿をお願い申し上げます。

投稿要領: 学会原稿用紙 36 枚 (25 字 × 12 行) 以内
(図・表を含む) (ワープロ可) 投稿先は
OR 学会事務局 OR 誌編集委員会宛。

なお、原稿の他コピーを 2 部添付してください。
レフリー審査の結果、改訂をお願いしたり、採択されない場合があることをご了解ください。また、原稿は、採択・不採択にかかわらず、原本、コピーともお返しできません。

(OR 誌編集委員会)