

ファンドリー生産におけるビジネスモデルの解明

莊 苑仙

- I. 問題提起
- II. ビジネスモデルとは
- III. ファンドリー生産の顧客価値
- IV. ビジネスモデルとしてのファンドリー生産
- V. ファンドリー生産における価値創出の原理
- VI. 命題提出
- VII. インプリケーション

キーワード：半導体産業、ビジネスモデル、
ファンドリー生産、受託生産、
競争優位

I. 問題提起

90年代以降、半導体産業において激しい競争が繰り広げられている。産業の米ともいわれる半導体は、電子製品に組み込まれて、軍用用途から民生用途まで幅広く使われているため、世界各国にとっては重要な産業である。その重要性ゆえ、競争の実態をつかむために数々の研究がなされてきた。その中には、半導体産業の国際競争を国レベルで検証するものや、企業を類型論から分析する研究などがある。

谷光（2002）は日米韓台の半導体産業を国別参入状況から考察した。肥塚（1996）は、企業間における製品構成の違いに着目し、半導体企業をフルライン企業と特定製品のみ生産する特定製品集中企業に分類した。また、組織構造の違いから半導体企業を類別化し、半導体以外の事業部門を有する多事業統合企業、半導体製品

のみを生産している半導体専業企業、生産工程の一部のみを行う半導体特定プロセス企業という三つの類型を提示し、半導体企業の競争を捉えた。しかし、グローバル化の進行に伴って、国境を越えた企業連携が見られるようになったことから、半導体産業の競争を把握するためには、単なる国レベル、または1つ「の」企業だけというレベルの分析では適切性に欠ける。

より正確に半導体産業の競争をつかむため、井上（2000）がビジネスモデルという視点を導入し、半導体産業には、「一貫・品種特化型」と「一貫・百貨・外販型」2種類の垂直統合型モデルのほかに、「水平分業+連携型」という分業型モデルが存在すると主張している。日本によくみられるのは、「一貫・百貨・外販型」ビジネスモデルである。すなわち多事業部門の中の半導体事業部がフルライン製品戦略をとり、一貫生産を行い、生産した製品を社内の他事業部門へ供給する以外、他社へも販売するという事業内容である。また、米国の多くの半導体専門企業は「一貫・品種特化型」モデルに属する。このモデルでは外販が前提となっているため、外販という用語が省略されている。

井上（2000）の言う「水平分業+連携型」モデルは1つの企業ではなく、複数の企業が分業体制をとり、連携することによって半導体市場で競う。「水平分業+連携型」モデルの中心的な役割を担う企業がファンドリー企業である。ファンドリー生産は、半導体産業における革新

的なビジネスモデルとして、90年代後半から注目を集めている。従来、半導体企業の主流は、半導体製品の設計から製造まで自社で一貫して行うという垂直統合型生産であった。それに対し、ファンドリー生産は、半導体製品の設計と販売を自ら行わず、製造行程の前工程に特化し、半導体製品の設計および販売を行う企業からその工程を受託し、顧客のバーチャル・ファブとして製造サービスを提供するというものである。

ファンドリー生産が90年代後半から注目されている理由は、その成長率の高さにある。1987年に設立されたファンドリー専門企業TSMC社は1993年に89%、1994年に57%、1995年度に44%の高成長率をみせ、2000年度半導体市場の対前年成長率が18.3%であるのに対し、107%という高成長を遂げた⁽¹⁾。もう一つの理由は利益率の高さである。垂直統合型生産の代表的存在である、日本企業の半導体事業部門の売上高利益率が一桁台であるのに対し、ファンドリー企業のそれは常に二桁台を維持している⁽²⁾。

TSMC社は台湾の企業であり、設立当時は台湾政府の育成をうけたため、先行研究では台湾政府の育成策といった産業環境に焦点を当てている。また、台湾半導体産業は分業型産業であり、そのなかの一部としてファンドリー生産についての研究も蓄積されたが、政策、産業環境、産業全体の連携といった産業レベルに焦点が当たっている。ファンドリー生産に関しては分業型モデルという紹介がなされ、そのフレキシビリティが強調されてはいるが、なぜ業績の違いが生じたのか、このビジネスモデルの中身、すなわちファンドリー生産の価値創造プロ

セスに関して、十分に解明されたとは言いがたい。激しい半導体市場で勝ちぬいていくには、事業の集中と選択によって、分業型ビジネスモデルに転換するのは有効な解決策なのか、ファンドリー生産の競争優位となるものを把握するために、まずそのビジネスモデルを解明しなければならないのである。

本研究では、まず、ビジネスモデルの概念を提示した上、代表的な企業TSMC社を事例として取り上げ、ファンドリー生産をビジネスモデルという視点から解明し、分業型モデルの競争優位を明らかにする。ファンドリー生産は分業型モデルに属し、成功した受託生産企業でもある。ファンドリー生産の競争優位を究明することによって、半導体産業の中だけではなく、受託生産に対するインプリケーションも検討する。

II. ビジネスモデルとは

ビジネスモデルは主に組織デザインについての課題を取り扱う。Amit and Zoot (2001)によると、ビジネスモデルとは、企業と外部のパートナーの間にある構造、コンテンツ、ガバナンスであり、業務のやり方や顧客との取引関係、パートナーおよびベンダーとの関係、収益構造などの概念が含まれている。根来(2005)によれば、ビジネスモデルとは、「どのような事業活動をしているか、あるいは構想するかを表現する事業の構造のモデル」である。

国領(1999)は、ビジネスモデルを「①誰にどんな価値を提供するか、②そのために経営資源をどのように組み合わせ、その経営資源をどのように調達し、③パートナーや顧客とのコ

(1) 1997年度日本半導体年鑑、196頁および2001年度版日本半導体年鑑、154頁にある数字による計算。

(2) ファンドリー企業の高収益性は90年代後半に注目され、1999年度日立は3.3%、松下は2.8%だったが、

ファンドリー企業のTSMC社は34.0%、UMC社は12.3%であった。以上の数字からみると、日系企業の収益性が比較的に低いことがわかる。機械振興協会経済研究所編(2000)、2-3頁を参照。

コミュニケーションをどのように行い、④いかなる流通経路と価格体系のもとで届けるか、というビジネスのデザインについての設計思想」と定義している。国領のこの定義は、ビジネスモデルを考える際、まず顧客のニーズを明確にすることが重要だと示している。

ビジネスモデルという言葉を使ってはいないが、加護野・井上(2004)の事業システムはビジネスモデルに近似する。加護野・井上は、事業システムを「経営資源を一定の仕組みでシステム化したものであり、どの活動を自社で担当するか、社外のさまざまな取引相手との間に、どのような関係を築くか、を選択し、分業の構造、インセンティブのシステム、情報、モノ、カネの流れの設計の結果として生み出されるシステム」と見なしている。

国領と加護野・井上の相違点を述べると、国領が目じたのは外部とのコミュニケーションであり、加護野・井上はさらに踏み込んで、外部との関係を含めて考慮している。また、国領が産業レベルで、多様な主体が発信する情報を結合させ、価値増大を図るオープン・アーキテクチャ戦略⁽³⁾を分析する中でビジネスモデルを考えているのに対し、加護野・井上は、事業の競争優位を分析する中でビジネスモデルをとらえている。つまり、国領は産業内の複数企業に共通する仕組みとして考察するのに対し、加護野・井上は個別企業の仕組みとして考えるのである。

ところで、加護野・井上の定義には、直接、顧客という言葉が含まれていないが、顧客の選定は事業を設計する際の前提であり、その意味で、国領と同様、顧客の明確化が重要となる。

すなわち、どのような顧客に、どのような価値を、いかに提供するかという3つの問いに答えることが、ビジネスモデルを明確にするポイントとなるのである。

ビジネスをシステムとしてみたのは、ほかに藤本・武石・青島のビジネス・アーキテクチャである(藤本・武石・青島、2001)。彼らの定義によると、ビジネスとは、製品やサービスが開発され、生産され、必要とする顧客に販売し、顧客の使用をサポートするという一連のプロセスを指すと言い、ビジネス・アーキテクチャは、ビジネス・プロセスをシステムとしてとらえ活動要素間の相互作用に焦点をあてビジネスを規定しようとする考え方である。外部との関係については顧客の側面からみたが、国領や加護野・井上のように、分業関係のある取引相手を含んでおらず、主に生産過程にあるプロセスの構成を細かく観察する概念である。藤本・武石・青島がいう製造工程のビジネス・アーキテクチャとは、「半導体製品やその製造工程をさらに細かな構成部分や工程に分割し、それによって必要となる構成部分や工程間のインターフェイス(情報やエネルギーを交換する「継ぎ手」の部分)をいかに設計・調整するかに関する基本的な設計構想」を意味する。活動要素間の相互作用という概念は業務の詳細を理解するのに適用性が高いといえよう。

競争優位を生み出せる基本原理として、加護野・井上が「規模の経済、範囲の経済、速度の経済、集中化と外部化の経済」を取り上げた。本文の目的は、ファンドリー生産をビジネスモデルという概念から明らかにし、このビジネスモデルが提供できる価値、そして競争優位とな

(3) オープン・アーキテクチャ戦略とは、情報ネットワークの力を引き出すために製品や組織の構造をより開放的なものにする戦略である。本来複雑な機能を持つ製品やビジネス・プロセスを、ある設計思想(アーキテクチャ)に基づいて独立性の高い単位(モジュール)に分解し、モジュール間を社会的に共有された

オープンなインタフェイスでつなぐことによって汎用性をもたせ、多様な主体が発信する情報を結合させて価値の増大を図る企業戦略のことである。つまり産業全体の価値増大と効率性を考えた企業戦略である。国領(1999)、20頁。

るものを検討することであり、ここでは加護野・井上が提示するビジネスモデルの概念を中心に、要するに自社で担当する活動とさまざまな取引相手との間にある関係と分業の構造、情報、モノ、カネの流れの設計などのシステムを究明し、その競争優位を生み出す基本原理を検討する。ファンドリー生産は分業型ビジネスモデル、生産過程のなかの一部のみを行っているため、工程間のインターフェイスを明確にするため、ビジネス・アーキテクチャの視点も参考になる。

ファンドリー生産を作り出した台湾のTSMC社はファンドリー市場のリーダー企業であり、現在も50%近い市場シェアを占めているため、主な研究対象となる。以下では、まずファンドリー企業の業務内容から考察し、その競争優位となるものを分析して、半導体産業における分業型モデルを把握してから、受託生産に対するインプリケーションを検討する。

Ⅲ. ファンドリー生産の顧客価値

TSMC社は、専業ファンドリー事業の創始者として、最先端のウェーハ・プロセス技術や卓越した製造効率を提供することにより高い評価を得ている。創業時より一貫してファンドリー業界を牽引する最先端技術を顧客に提供し、ファンドリー業界をリードする最先端のプロセス技術と設計ツールなどの設計サービスを提供している。

本社は、新竹サイエンスパークに構え、その他に中国、インド、日本、韓国、オランダ、台湾、米国に顧客管理や技術サービスを提供する

事業所が開設されている。先進12インチギガファブ2拠点、8インチファブ4拠点、6インチファブ1拠点を運営し、工場の運営は台湾、主に新竹サイエンスパークや台南サイエンスパークに集中している。その他に、米ワシントン州キャマス、シンガポール、そして中国の上海にも工場がある。2008年のウェーハ生産能力は、900万枚（8インチウェーハ換算）を超え、売上高は世界の半導体専業ファンドリー市場の約50%を占め、世界最大の半導体専業ファンドリーメーカーである⁽⁴⁾。世界初かつ世界最大のファンドリー企業であるため、ファンドリー生産というビジネスモデルを明らかにするのに、最適な研究対象である。以下、TSMC社が顧客に提供する価値を考察する。

TSMC社は「ワン・ストップ・ターン・キー・サービス」⁽⁵⁾を顧客に提供する。半導体製品を量産するためには、(1)回路を設計する、(2)素子設計とプロセス技術間の整合を収めることで、デバイスの構造・形状とそれを具体化するための加工方法（プロセス）を決定する、(3)構築されたプロセスに基づいてデバイスを量産する、という3つの段階を経ることが必要である（藤村、2000）。

製品企画⇒ 回路設計 ⇒ 素子設計 +
プロセス構築 ⇒ 量産プロセス ⇒ 製品

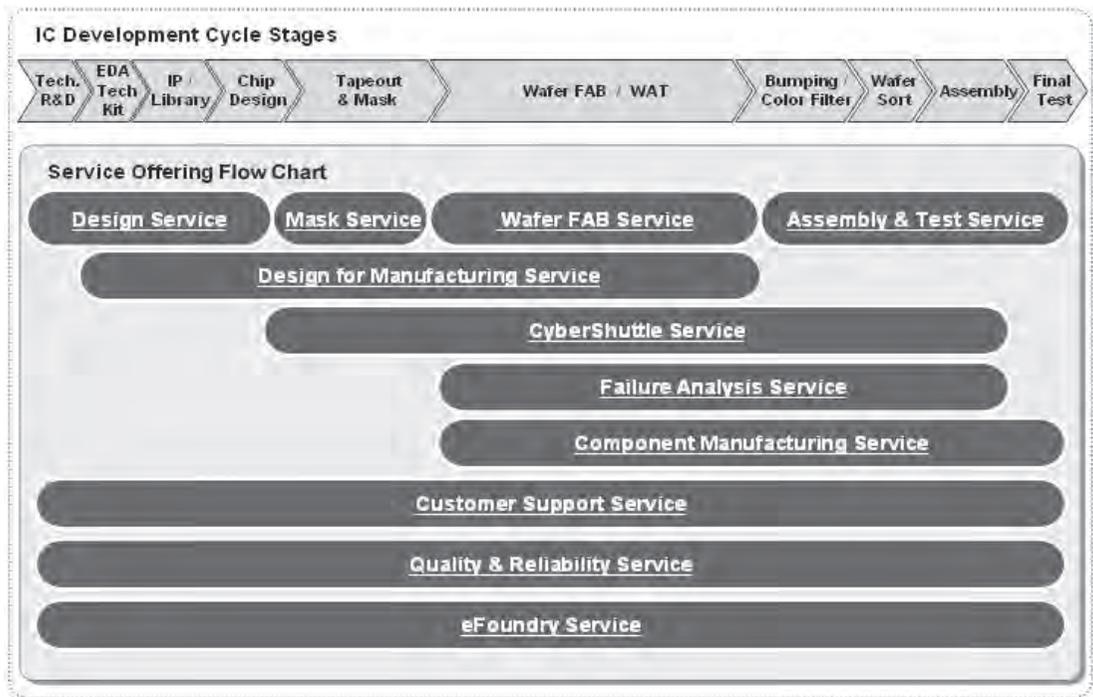
顧客のニーズに応え、TSMC社は3種類のサービスが提供できる。すなわち、顧客の様々なニーズに合わせて、①注文のスペックを引き受け、IC設計サービスからウェーハ生産までの

(4) TSMC社公式サイトに登録される会社紹介を参照。<http://www.tsmc.com/japanese/default.htm> (2010.08)。

(5) 「ワン・ストップ・ターン・キー・サービス」とは「One Stop Turn-Key Service」の和訳であり、Turn-Keyは一括請負という意味である。すなわちTSMC

社に生産を委託すれば、前工程だけではなく、他の組立段階・テスト段階でもTSMC社が一括に引き受け、他段階の専門業者に発注することになる。要するに、顧客が段階別に発注する必要がなくなり、異なる専門企業の連携を調整する責任はTSMC社が担当するということである。

図1 TSMC 社のサービスガイド



出所：TSMC 社公式サイト（2010.08）

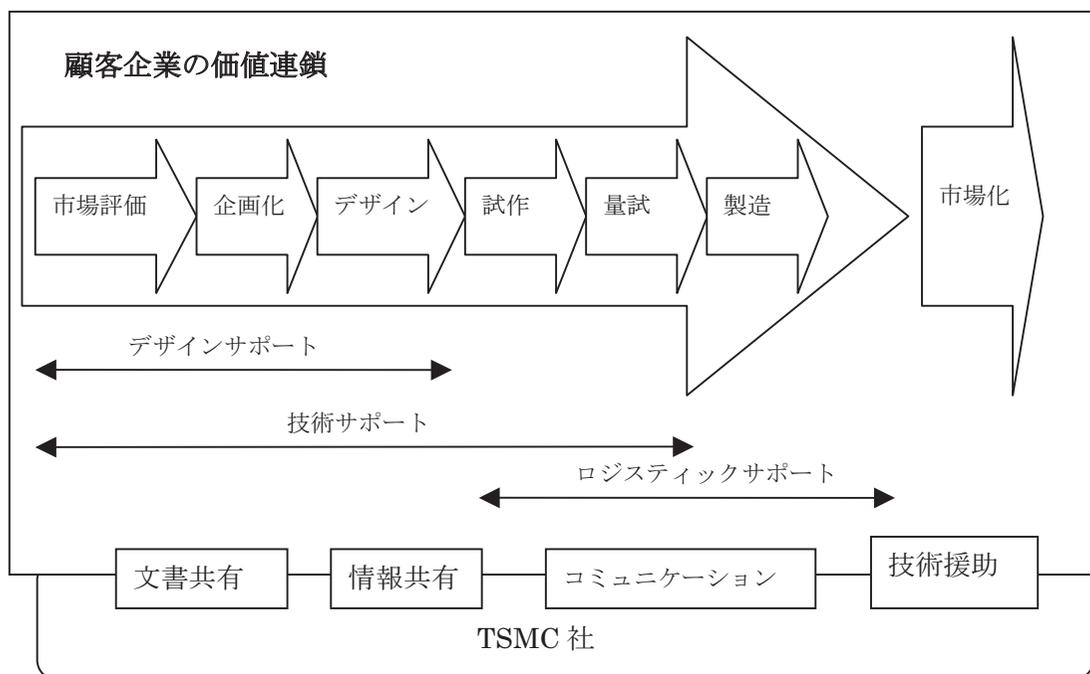
フルサービス、②設計データテープを引き受け、フォトマスク製造からウェハ生産までのサービス、③フォトマスクを引き受け、ウェハ生産のみのサービス、等を提供する。さらに、顧客は、TSMC 社から生産物として(1)未試験ウェハ、(2)試験済みウェハ、(3)組立-検査済み製品(組立は下請け加工)のいずれかを受け取る。TSMC 社のサービスガイドは図1を参照されたい。

特に、半導体製品の加工プロセスは単純ではなく、設計段階における調整や対話が非常に重要となる(伊藤、2002)。1社で一貫生産する場合、製品企画から製品完成までのすべての情報が社内には存在するが、ファンドリー専門企業の場合は、顧客が製品企画と回路設計を行うため、その製造を受託する際、すなわち量産プロセスに移行する前に、顧客との綿密な調整が必要となる。アーキテクチャの視点でみると、素

子設計までは顧客が担当し、プロセス構築と量産プロセスはファンドリー専門企業が担当することになる。すなわち、顧客は自ら設計した製品の製造サービスをファンドリー専門企業に求めているわけだが、より正確に言うならば、素子設計段階とプロセス構築をスムーズに連結すること、いわゆる設計と製造のインターフェースの調整が、製品の製造とともに求められているのである。

ファンドリー専門企業は、顧客の依頼にしたがい製造サービスを提供するが、製品の企画と市場化は顧客の責任である。図2は、顧客が製品を市場に送り出すまでの一連の活動と、それに対するTSMC社のかかわりをまとめたものである。伊藤(2004)によると、ファンドリー専門企業が実際に担当しているのは、製品の試作から製造までの段階であるが、それ以外にもデザインサポート、技術サポート、ロジスティッ

図2 TSMC社の顧客サポート



出所：伊藤（2004）、20頁。

クサポートも提供していることがわかる。つまり、アーキテクチャの視点でみると、顧客がファンドリー専門企業に委託しているのは製造段階だが、それだけ良くても顧客の価値連鎖は機能せず、設計から製造までの価値連鎖のインターフェイスを上手くリンクする必要があり、さらに顧客の求めに応じてデザインサポートやロジスティックサポートをも行う必要があるのである。

IV. ビジネスモデルとしてのファンドリー生産

TSMC社が行うファンドリー生産は、製造段階の前工程から後工程（ウェハ処理から組立、試験、出荷）まで責任をもって引き受け、即座に顧客に対応できるシステムを構築してい

る⁽⁶⁾。伊藤の研究では、ファンドリー生産をうまく動作させるには、設計から製造までの価値連鎖におけるインターフェイス管理の重要性を強調する。実際、ファンドリー生産は前工程のウェハ製造を自社で行うが、上述したサービスを提供するには、他段階のサービス（組立・検査サービス）を提供する企業との提携が必要である。すなわち、TSMC社は他社と提携することで、初めて「バーチャル・ファブ」という事業概念が実現できるのである。

ファンドリー生産のインターフェイス管理は複雑な作業であり、その作業に関わりを持つ外部者は顧客だけではなく、協力するパートナーも数多く存在する。ここでは、より確実にファンドリー生産のビジネスモデルを把握するため、「いかに提供するか」という視点に重点を置き、ビジネスモデルの仕組みを描くことにす

(6) 青山（1999）、63-70頁。

る。

1. 設計と製造のインターフェイス管理：設計サービス

ファンドリー専門企業は、単に製造段階を受託するだけでなく、設計と製造のインターフェイスの管理が重要となる。そして、設計段階と製造段階をリンクするには、設計段階をサポートする技術が必要となる。TSMC 社が提供する設計段階のサービスは、ライブラリ、IP、デザインツール、リファレンス・フローなどがある。以下では、製品開発段階と試作段階に分け、設計サービスの具体的内容について説明する。

(1) 製品開発段階

電子製品の製品ライフサイクルの短縮化が進んでいる上に、低コストで集積度の高い半導体製品が求められている。すべての新製品を最初から設計するとリードタイムが長くなるとともにコストがかかる。その解決策の1つは、製品をいくつかのブロックに分け、チームで設計することである。さらに、既存の回路ブロックを再利用し、リードタイムが短縮すると同時にコストも下げることができる。要するに設計資産 (Intellectual Property、略称 IP) の再利用によって、開発にかかる時間とコストの削減を

追求する。TSMC 社は、自社で IP を開発すると同時に、IP ベンダーとアライアンスを結び、顧客のニーズに合った IP の提供を行っている。

ほかに、技術のライブラリを顧客にも提供する。TSMC 社のデザイン部門は、会社設立当初から、社内外用に TSMC 社の製造方法に適したライブラリを開発してきた。このライブラリにより、顧客にスタンダードセル、I/O (Input/Output の略称、入出力)、およびメモリを提供することが可能になる。すなわち、モジュール化した技術を顧客に公開し提供することによって、重複利用のメリットを追求する。自社で開発した技術以外にも、Virage Logic 社 (2010 年に米 Synopsys 社に買収)⁽⁷⁾ や Artisan Components 社 (2004 年 12 月に英 ARM 社に買収)⁽⁸⁾ などのライブラリベンダーと提携することで、顧客は、サードパーティライブラリの使用も可能になっている。

複数の IP を 1 つのシリコン内で問題無く作動させるには、IP 間の微細な調整が必要となる。TSMC 社は、アプリケーションに特化した IP プラットフォームのリーディングプロバイダである Virage Logic 社とアライアンスを結び、システムオンチップ (System on a Chip ; SoC)⁽⁹⁾ 設計向けに高度に統合されたライブラリサポートを提供できるようになっ

(7) Virage Logic (Nasdaq:VIRL) は、シリコン実証され、即時生産可能なメモリ、ロジック、デザインツールを基礎とした特定用途向け半導体 IP プラットフォームの世界的リーダーである。Virage Logic は市場からのコスト削減に対する要求に応えながら、ファブレス企業およびコンシューマ、通信、ネットワーク、携帯、グラフィックス機器市場へ取り組む IDM 企業のため、性能や信頼性を改善する。2010 年に Virage Logic 社は EDA (Electronic Design Automation) 設計自動化業界で売上高が首位のベンダー米 Synopsys, Inc. に買収され、詳細は、<http://synopsys.mediaroom.com/index.php?s=43&item=810> を参照する。

(8) Artisan Components, Inc. アーティサンコンポーネツ社は、フィジカル IP ライブラリーの世界的

リーディング企業であり、世界の大手ファンドリー、IDM (Integrated Device Manufacturer)、ASIC ベンダー、IC 設計チームに高品質なソリューションを提供する企業である。2004 年 12 月英 ARM 社に買収され、ARM 社現在でも TSMC 社と提携関係にある。<http://www.jp.arm.com/pressroom/05/050113.htm> (2010.11)。

(9) システムオンチップ (System on a Chip) は異なる機能を 1 つチップのうへに埋め込むことである。従来同じ機能を果たすのに、異なる機能の複数チップ (半導体製品) を組み合わせ利用していたが、現在集積度の高まりにつれ、異なる機能を 1 つのチップに揃えることが要請されている。このような製品は 1 つのチップでありながらシステムとしての機能を果たすため、システムオンチップと称される。

た。この提携により、SoC 開発者は、重要な回路やデバイス設計に際し、TSMC 社を通じ、提携企業のライブラリへアクセスすることが可能になり、IP の調整作業がより効率的に行われる。設計者には開発途中でも、先進システム設計に適用可能なツールが随時提供される。また、TSMC 社は、自身の製造工程に適したスタンダードセルおよび I/O ライブラリを普及させるため、業界をリードする IP ベンダーと提携し、自社の技術を公開するなど、IP プラットフォームの形成にも力を注いでいる⁽¹⁰⁾。

TSMC 社は QuickStart と名づけた IP プロトタイピング⁽¹¹⁾ サービスを無料で提供している。このプログラムは、蓄積された TSMC 社およびサードパーティの検証済み IP の利用資格を与えるもので、顧客にとって量産段階に入るまでに IP プロバイダに対するライセンス費用は発生しない。製品開発・試作段階に設計を行う際 IP プロバイダごとに契約する手間が省け、費用も発生しないため、製品開発の効果と効率を高める効果がある⁽¹²⁾。

その他に、TSMC 社は自社のプロセス技術に適合するデザインツール DRC (Command/RC Extraction) を提供している。いわゆるコンピューターによる設計の自動化 (EDA ; Electronic Design Automation) サービスであり、TSMC 社と顧客が共通のデザインツールを使用することで設計から製造までの調整を最小限に止めることができる。また、提携関

係のある設計企業から設計サービスを選べるという Design Implementation サービスも顧客に提供している。EDA ツールを提供することによって、TSMC 社は、顧客の設計段階と TSMC 社の製造段階をシームレスにリンクすることを可能にしている。

EDA ベンダーの優れたツールを利用し、リファレンス・フローというサービスも提供する。リファレンス・フローとは、EDA ツールを駆使して、論理設計およびレイアウト設計の両段階において、複雑な SoC チップの設計を手助けとし、設計段階から製造段階に移行する過程で発生する問題を予測し、リファレンス・フローの中でその解決策を提供し、設計された製品の製造可能性が保証される。リファレンス・フローが提供された以降、数百社の顧客がそのサービスを利用している⁽¹³⁾。半導体設計・製造ツールならびに IP の世界的リーダーである Synopsys 社と提携することによって、リファレンス・フローを提供している⁽¹⁴⁾。

(2) 試作段階

CyberShuttle プログラムは、複数の顧客が同時に各自の試作品を作ることを可能にするプログラムである。1つのセットのマスクに異なる企業の試作品の設計図をのせ、ウェハ製造を同時に行うことによって、マスクセットの費用を複数の企業で分担させ、効率化を図ることが狙いである。試作のタイミングは、TSMC 社

(10) TSMC 社と Virage Logic 社の提携関係は、ascii24.com のニーズを参照。「TSMC、SoC 設計用ライブラリの販売ならびにサポートで Virage Logic と提携」2002 年 12 月 10 日。 <http://ascii.24.com/news/i/mrkt/article/2002/12/10/640555-000.html?24b>。

(11) Prototyping. ソフトウェア開発方法のひとつ、最初の段階で作成した大まかなプログラムにユーザーの要求を反映させながら完成させていく。

(12) 2003 年 4 月 22 日、カリフォルニア州サンノゼ発：「TSMC、ファブリー業界初の無料 IP プロトタイピングプログラム「QuickStart」を発表」。

QuickStart サービスの内容は TSMC 社公式サイトを参照する。 <http://www.e-e.co.jp/tsmc/release/japanese/2003/030425.htm>。

(13) 2002 年 6 月 3 日、台湾新竹発：「新しい Reference Flow が TSMC の先端プロセステクノロジーを対象とする階層設計をサポート」。 <http://www.e-e.co.jp/tsmc/release/japanese/2002/020606.htm>。リファレンス・フローの詳細は TSMC 社公式サイトを参照する。

(14) 2010 年 6 月米 Synopsys, Inc. 社のプレスリリースによる情報である。 <http://www.synopsys.co.jp/pressrelease/2010/20100609.html>。

が調整し、1999年に20便、2000年に50便に増加し、2001年1月に約1000件の試作が完了している⁽¹⁵⁾。

類似したサービスが、日本ファウンドリー⁽¹⁶⁾でも行われている。日本ファウンドリーは、半導体の試作品製造サービスを2001年3月から開始し、毎月一回、15センチ四方のガラス製の設計回路を書き込んだ専用原版（マスク）を製作するのに合わせ、顧客から注文を受ける。この原版には、16種類の試作品を書き込むことができ、1社当たりのマスク製造費用を大幅に削減することができる。例えば、顧客が個別に行う場合、0.25ミクロンレベルの試作品の製造に2000万円程度必要なのに対し、日本ファウンドリーの場合は1社（1種類）当たり130万円程度で済む。

試作品の製造を行う他に、試作品の検証サービスも行っている。「IC検証アライアンス」は、米Schlumberger社と提携することで、SoCチップの設計者に効果的なシリコンデバッグとリペアサービスを提供し、試作から量産開始に至るまでのスムーズな橋渡しを行う。TSMC社の顧客は、Schlumberger社の「SABER」サービスを通じ、チップ全体またはIPブロック単位で電気的特性を直接解析し、使用するシリコンとの整合性をチェックするなど、試作チップに関わる技術的問題を分析するための様々なサービスが利用できる⁽¹⁷⁾。

2. 情報技術によるシステムの整合

前工程に特化しながら、あたかも顧客の自社

工場のように機能させるため、ファンドリー専門企業がとった手法は、情報技術の活用と外部企業とのアライアンスの締結である。ここでは、情報技術の活用方法について見てみよう⁽¹⁸⁾。

1999年7月以前、TSMC社の情報技術を利用したサービスは、TCS（total customer service system）と呼ばれ、このサービスは、トータル・オーダー管理（total order management;TOM）、オンライン技術情報システム（on-line technical information system;OTIS）、顧客サービス（Customer service;CS）の3つから構成されていた。顧客は、TOMを利用し、リアルタイムで生産および出荷状況を把握することができ、OTISにより一般的な技術情報（異なる段階の技術情報、デザインのマニュアル、プロセスの品質データ）とともに顧客ごとにカスタマイズされた技術情報（顧客が委託した製品に関する技術情報、テストレポートや運送スケジュールなど）を受け取ることができる。また、CSは、顧客が自らの経験やTSMC社への要望等をウェブ上で述べる場を提供するサービスであり、TSMC社と顧客との交流および顧客同士の相互交流を深め、密接な関係を構築するのに役立つ。

1999年7月以降、TSMC社は、この仕組みをさらに洗練し、それまでのTCSに代えTSMC-Onlineというシステムを導入した。このシステムは、顧客とTSMC社との間のリアルタイムでの情報交換をさらに強化したものである。顧客は、場所や時間に制限されることなく、委託した製品の進行状況の確認や技術情報

(15) 2001年7月9日、台湾新竹発：「TSMC、2001年度か半期のCyberShuttleの利用頻度を倍増」2001年7月10日オンライン。http://www.e-e.co.jp/tsmc/release/japanese/2001/010710.htm。CyberShuttleサービスの詳細はTSMC社公式サイトを参照する。

(16) 谷光（2002）、208-209頁を参照する。日本ファウンドリーはUMCグループの一員であり、2001年11月にユー・エム・シー・ジャパン株式会社（UMCJ）

に社名変更。

(17) 2002年4月3日、カリフォルニア州サンノゼ発：「TSMC,SABERと『IC検証アライアンス』を発足」、2002年4月9日。http://e-eco.jp/tsmc/release/japanese/2002/020409.htm。IC検証サービスの詳細はTSMC社公式サイトを参照する。

(18) 情報技術の資料はTSMC社公式サイトを参照する。

の閲覧を行うことができる。例えば、このシステムを活用し、顧客は、設計技術に関する文献情報、パンフレットやマニュアルの閲覧したり、TSMC 社にファンドリーサービスを発注したり、出荷スケジュールを追跡することもできる。また、製品に関する品質や信頼性情報、製品分野の予測、研究開発プロジェクト、技術市場情報なども閲覧できる。

2010 年現在、TSMC 社が提供する情報システムは、TSMC-Online のほかに TSMC-Direct がある。TSMC-Direct は、ビジネス・プロセスの整合を目的とし、顧客、TSMC 社および提携企業社間のシステムを結びつけるサービスである。TSMC 社のエンジニアリングシステム、製品データの管理システム、ERP (Enterprise Resource Planning)⁽¹⁹⁾ の情報などの情報を接收し、ソフトを經由し、顧客のシステムに翻訳し、保存する。TSMC 社は、世界最大級の IC 組立業 ASE と戦略提携を結び、TSMC-Direct を用いて、TSMC 社から直接未完成品を他段階の専門企業へ搬送している。このサービスにより、顧客の生産工程が加速し、生産プロセスがリエンジニアリングされ、サプライヤーチェーン全体における在庫が減少する。

TSMC-Online と TSMC-Direct が設計、製造およびロジスティクスの中の三つの段階に関する情報技術を統合し、その中では 2002 年から実施した「DocuFast(ドキュファスト)」、インターネットを介した設計関連ドキュメント検索サービスがある。このサービスは、TSMC-Online のデザイン・コラボレーション・ツールを利用する設計者に対し、ファンドリー業界で最も完

全で自動化された設計ドキュメントを提供する。DocuFast は、TSMC 社により検証済みの幅広い設計関連技術ドキュメントパッケージから構成され、従来、数日間要したドキュメント作成の所要時間を 1 時間未満に短縮することを可能にした。また、バージョン変更の早期通知により、再作業にかかる時間も大幅に短縮される⁽²⁰⁾。

3. アライアンスによるサービスの補完

ファンドリー専門企業が顧客に提供する設計サービスと情報サービスは多岐にわたり、そのすべてを自社で蓄積することは困難である。そこで、外部から調達することになり、それを効果的効率的に行うためのアライアンスの構築が重要となる。ここでは、ファンドリー専門企業がバーチャル・ファブとして機能するために、情報技術とともに重要となる他企業とのアライアンスに関して考察する。

Artisan Components 社は、高速 SRAM やスタンダードセルの基本ライブラリを販売する IP プロバイダであり、TSMC 社の IP サービスの提携先として、1998 年 8 月から「ASIC-Lite」と呼ばれる IP 提供サービスをスタートさせ、そのユーザー数は 1999 年 4 月には 500 グループに達した。ASIC-Lite は、Artisan 社が無償で IP をユーザーに配布し、ユーザーはその IP を使ってチップを設計し、TSMC 社になどのファンドリー専門企業に製造を委託する。そして、Artisan 社は、ファンドリー専門企業からロイヤリティを徴収する。Artisan 社は、このように自らの顧客を拡大したのである⁽²¹⁾。

自社のライブラリを充実させるため、TSMC

(19) ERP (Enterprise Resource Planning) 直訳すると「企業資源計画」であるが、経理情報や販売情報、生産情報、人事情報など、企業の基幹系情報を統合、管理する、統合基幹業務パッケージ・ソフトウェアをさしている。ERP を統合的に管理するソフトウェア群は ERP パッケージと呼ばれる場合もある。

(20) 2002 年 9 月 11 日、台湾、新竹発、「TSMC、業界発インターネットによる設計ドキュメント検索サービス「DocuFast」を発表：新しい DocuFast オンラインサービスにてドキュメント検索時間やエラーを最小化」。http://www.e-e.co.jp/tsmc/release/japanese/2002/020913.htm

社は、2002年から Virage Logic 社と提携している。その方法は以下の通りである。TSMC 社が、自社のスタンダードセルおよび I/O ライブラリを、Virage Logic 社に無償で提供する。一方、Virage Logic 社は、その見返りに標準料金で組み込みメモリおよびロジック IP を TSMC 社の顧客に提供する。そして、TSMC 社の顧客は、Virage Logic 社に対しその使用料を支払う。この提携により、TSMC 社は IP ベンダーを利用し広めることができ、自社の顧客を増やすことができる。また、TSMC 社のライブラリに、「TSMC9000」（認証プログラム）をクリアした Virage Logic 社の IP が加わることで、顧客に対するサービス水準が飛躍的に向上することになる。Virage Logic 社も同様である。Virage Logic 社は、TSMC 社に対応する一方で、自社で独自にライブラリの販売およびサポートも行っている。TSMC 社から IP を無償で供給してもらうことで自社のサービス水準も向上し、さらに製造設備を持ち、設計段階から量産段階へスムーズに移行できる IP 開発に優れたノウハウを有する TSMC 社と組むことで、最も重要な time-to-volume（量産開始までにかかる時間）短縮させる技術を蓄積することが可能となる⁽²²⁾。

ライブラリ以外、TSMC 社は、デザインサービスアライアンス（DSA）というアライアンス組織を有している。この組織は、設計者のシステムオンチップ（Soc）開発方法の確立を支援するため、2000年3月に発足したファンドリー業界初の組織である。最初、（1）IP アライアンス、（2）ライブラリアライアンス、（3）

EDA アライアンス（4）デザインセンターアライアンスの4つのサービスエリアを持つ組織として発足したが、2002年にIC検証アライアンスが新たに加わり、アライアンスに基づくサービス内容がさらに拡大している。

設計段階のほかにも、TSMC 社は、組立企業の ASE 社、Caesar 社と連携を結んでおり、その他にも、マスク製造、ウェハ検査、チップの組立・検査など TSMC 社が提供するサービスは、すべてアライアンスによるものである⁽²³⁾。

イノベーションプラットフォームをめざし、TSMC が TSMC Open Innovation PlatformTM という概念を提出して、自らが Value Chain Aggregator（VCA）と Design Chain Alliance（DCA）という2つのプログラムを組んだ。サプライチェーンに異なる段階を担う企業、中には IP 企業、組立企業、テスト企業など（Alchip、ADT、Brite、eSilion、ICC、IMEC、GUC、Open Silicon、PGC 計9社）を集め、より多くの顧客にますます複雑なかつ全面的な技術を提供できるよう体制を整えていることも、アライアンスに積極的に取り組む証である⁽²⁴⁾。

V. ファンドリー生産における価値創出の原理

1. 顧客ニーズに一致

TSMC 社設立のきっかけとなったのは、台湾の IC 設計企業すなわちファブレス企業からの要請であった。ファブレス企業は IC 設計専

21) 宮崎信行 (1999) 「米 Artisan の IP ビジネス、順調に拡大しユーザー数は 500 グループへ」 NIKKEI ELECTRONICS ON LINE-IP Japan、1999.4.1 <http://ne.nikkeibp.co.jp/IPJapan/news/990401at.html>。

22) 2002 年 12 月 10 日、台湾新竹発：「TSMC と Virage Logic、TSMC ブランドのライブラリ プラッ

トフォームのディストリビューションを含むパートナーシップを拡大 SoC の Time-to-Volume を加速」 2002 年 12 月 10 日の内容を参照。 <http://www.e-e.co.jp/tsmc/release/japanese/2002/021210-2.html>。

23) 伊藤 (2002)、73 頁。

24) TSMC 社公式サイトの資料を参照する (2010.08)。

表1 ファブの建設費用の内訳

年度別	1975	1985	1995	2000	2005
Equipment	40%	55%	70%	75%	82%
Improvements	30%	25%	17%	15%	11%
Building and land	30%	20%	13%	10%	7%

資料源：ICinsight（2001）；工研院経資センター ITIS 計画（2001/1/11）

表2 1970～2010年ファブの建設費用

単位：10億ドル

年度別	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
ファブの建設費用	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	1	1.6	2.5	4

資料源：ICinsight（2001）；工研院経資センター ITIS 計画（2001/1/11）

門企業であり、生産工程に投資できる資源が不足しているため、製造工程をアウトソーシングするニーズがある。ファブレス企業は、ファンドリー生産の主要な顧客企業である。

実際、半導体産業の特性では、3年から5年の周期で好不況を繰り返して成長してきた。この半導体産業特有の好不況の波は、シリコンサイクルと呼ばれている。その上、半導体産業は典型的な装置産業（表1）であり、多額の設備投資を必要とする。シリコンサイクルと装置産業という半導体産業の2つの特性から、需要と供給能力の間に時期的なズレがしばしば生じる。すなわち、好況時にその需要に応えるため投資を行ったが、工場が完成したときには不況に陥るといったリスクにさらされる可能性が高いのである。大抵の場合、このような状況は過度の価格競争を引き起こし、企業の収益構造を悪化させることになる。自社で生産機能を持つ大手企業は、このような問題を回避するため、多額の資金を必要とする設備投資（表2）を避け、外部の企業を活用することでこの需給ギャップを調整しようとした⁽²⁵⁾。TSMC社は、ちょう

どうした動きと呼応するように設立され、そのため、ファブレス企業だけではなく、自社工場を有する垂直統合型半導体企業IDM企業（Integrate Device Manufacturing）、いわゆる総合デバイス企業も、生産量を調整する等の理由から、TSMC社の顧客となっている。注文の内訳は、ファブレス企業からの注文が7割、IDM企業からの注文が3割を占めている⁽²⁶⁾。

TSMC社が構築してきたファンドリー生産は、産業の特性から、顧客のニーズに一致するビジネスモデルであるため、価値を創出し、競争優位を保つことができる。現在、ファブレス企業に属する顧客はAltera、AMD、Broadcom、Marvell、NVIDIA、Qualcomm、MediaTekなど、ほかにIDM企業に属する顧客はAnalog Devices、Freescale、NXP、Texas Instrumentsなどの大手企業がある。

2. 製造段階の共有による「規模の経済」の発揮

ファンドリー企業は、社内に製造設備を有しており、生産量を増やすことで規模の経済を享受することができる。ファンドリー企業の場合、

(25) 2010年5月に、TSMC社が公表する12インチファブの建設費用は10億ドルである。

(26) 台湾経済研究院が発行する報告書「晶圓代工業基本資料（ファンドリー産業基本資料）」による数字で

あり、2003年度から2007年度までにわたって、毎年ファブレス企業対IDM企業の割合は7:3に維持している。

受託する製品は顧客により異なるが、製造工程はどの製品も同じであり、その意味で規模の経済が発揮できるビジネスだと言える。多数の顧客から製品を受託することで、製造設備の稼働率を高め、製造コストを下げるができる。このことは、委託先が個々に製造設備を設け製造活動を行うよりも、ファンドリー企業に共同で委託した方が、少なくともコスト面で有利となることを意味している。事実、TSMC社の顧客は創業以来400社を越え、単年度でも200社以上から委託を受けている。TSMC社の成長率の高さは、この規模の経済性の効果によるところが大きい。

さらに、TSMC社は、既存の製造方法における規模の経済を享受することだけでなく、自ら規模の経済性を享受できる仕組みを作りだしている。例えば、TSMC社が提供している設計段階のサービスCyberShuttleプログラムがそうである。本来、試作品の製造は顧客の開発状況に依存する部分が大きく、顧客ごとに異なる対応を求められる部門だった。TSMC社は、この部門で顧客が相乗りできる方法を提供し、試作品製造のコストダウンに成功した。これも規模の経済を達成するための工夫のひとつである。

3. IPの重複利用とライブラリによる「範囲の経済」の達成

範囲の経済は、異なる製品や活動を同時に行うことでコストを引き下げる効果を意味する。異なる製品や活動の中に共通部分を見だし、それを有効に活用する仕組みができることによって範囲の経済が発生する。共通部分は、有形のものもあれば、情報やノウハウなど無形の

ものもある。TSMC社が自社のプロセス技術を顧客に公開しているのは、情報を公開することで技術の共有化を図り、範囲の経済が発揮できる領域の拡大をねらうからである。ファンドリー企業が範囲の経済を求めるとい論理は、延岡(1996)が提示した顧客範囲の経済に近似する⁽²⁷⁾。多くの顧客と取引することで、汎用性のあるノウハウが蓄積され、汎用性の高いノウハウにより、コストを高めることなくさらに多様な顧客を獲得できる。

半導体製品の生産において、製造段階で規模の経済がもたらす効率性の向上以外に、設計段階IPの重複利用とライブラリにより、範囲の経済を生み出すことも効率の改善につながる。TSMC社は、その効果を得て、範囲の経済を達成している。

4. 共通の設計ツールと試作サービスによる「速度の経済」の提供

リファレンス・フローは、半導体製品の設計から製造への移行段階で発生可能の問題を事前に予測し、その解決策をあらかじめ提供することで、設計から生産へスムーズに移行させることを目的とする。このサービスによって、半導体製品開発のリードタイムが短縮し、顧客に速度の経済が提供できる。

速度の経済に関連したTSMC社のもうひとつのサービスが、QuickStartである。このサービスはIPプロトタイピングを無料で提供するもので、設計におけるチップの試作から量産までの迅速化と設計のサイクルタイムの短縮を目的としている。顧客は、設計に必要なIPを調達する際、一回ごとに契約する手間とコストが省け、設計期間を短縮するのに役立っている。

(27) 延岡が提示した顧客範囲の経済とは、広範な顧客ネットワークがサプライヤ成果にもたらす効果を総称することである。サプライヤが広範囲な顧客に部品供給を行うことによって、類似のコンポーネント部品を多様なアセンブラに供給し、範囲の経済を獲得する

ことができる。広範な顧客ネットワークの第2のメリットは、学習機会に関するものである。延岡の議論はサプライヤにとっての経済性であるが、ここでは委託側もこういったメリットを享受することが可能であるため、取り上げた。

表3 ファンドリー生産のビジネスモデル

ファンドリー専門企業の事業コンセプト	
コンセプト	バーチャル組織による、第三者に対して純粋な受託サービス
顧客「誰に」	受託生産を必要とする企業
価値「何を」 「いかに」	設計と製造のインターフェイスの管理：設計サービス
	情報技術によるシステムの整合
	アライアンスによるサービスの補完
基本原理	キャパシティの共用による「規模の経済」の発揮 IPの重複利用とライブラリによる「範囲の経済」の達成 共通の設計ツールと試作サービスによる「速度の経済」の提供 バーチャル組織による「集中化と外部化の経済」の享受

また、その他にも、TSMC社は、情報技術の導入により他企業と綿密な連携を図り、IC検証アライアンスなどのサービスを顧客に提供し、Time to Market すなわち製品の開発から市場導入するまでの時間の短縮に努めている。

5. バーチャル組織による「集中化と外部化の経済」の享受

ファンドリー企業は、製造段階の前工程に特化することで成長してきた。これはまさに経営資源の集中によってもたらされたものと言える。一方、ファンドリー専門企業の顧客も、同様に自らの経営資源を設計段階に集中することができ、集中化のメリットを享受することができる。

ファンドリー生産の特徴は、このように集中化のメリットを享受しながら、同時に外部化の経済効果を活用することで、提供サービスの向上および拡大を図ったことである。外部化のメリットは、単にコストを低減できるということだけではない。外部化の対象となる企業も特定プロセス専門企業である場合が多く、彼らは自らの経営資源を特定プロセスに集中することで、サービス水準の向上に努めている。また、外部化の対象となる企業の選定には競争原理が働き、それがさらにサービス水準の向上を促す

要因となる。

このように、ファンドリー専門企業を中心とする特定プロセス専門企業のネットワーク化が産業全体の効率性とサービス水準の向上をもたららし、さらにその組み合わせを変えることで、顧客に対する柔軟な適応を可能にしているのである。

本研究のまとめとして、ファンドリー生産のビジネスモデルを表3のように表す。

VI. 命題提出

以上では、ファンドリー企業の事業コンセプトを示し、「誰に」「どのような価値を」「いかに提供するか」という3つの視点から、ビジネスモデルの中身を考察してきた。その結果、ファンドリー企業は、情報技術と他社とのアライアンスをベースに顧客に対して広範囲にわたる製造サービスを提供していることが明らかになった。ここでは今後の研究方向として、命題を提出する。

TSMC社が顧客に提供する価値は、設計段階と製造段階のインターフェイスの管理であり、バーチャル組織でありながら情報技術とアライアンスを利用し、垂直的統合型生産方式と同様に、あるいはそれ以上のメリットを顧客に

提供している。顧客は規模の経済、範囲の経済、速度の経済、そして集中と外部化の経済を享受している。

その中で、特に重要だと思われるのが IP の重複利用とライブラリによる範囲の経済である。既存のビジネスモデルである垂直統合型生産方式と同様のメリットを求める顧客にとって、規模の経済、速度の経済、集中と外部化の経済は、ファンドリー専門企業に求める基本のベネフィットである。受託生産でありながら、同時に多数の顧客と取引する能力は、ファンドリー企業にとって最も問われる能力であり、この範囲の経済の達成こそがファンドリー生産というビジネスモデルの競争優位につながるのである。

命題 1 受託生産を行う分業型ビジネスモデルの競争優位となる要素は、範囲の経済をいかに発揮するかということである。より多くの顧客を引き付けて、順調に取引を進めることができこそ、受託生産で競争優位に立てる。

半導体企業にとって、知的財産権は競争を決する極めて重要な要因である。その中でも、設計段階における効果と効率を左右する IP は重要な知的財産であり、この IP の充実および技術ライブラリーの提供がファンドリー企業の成長を左右する。バーチャル組織として、情報技術もコミュニケーションの基盤となる。しかし、技術だけではビジネスモデルとしての成功は保障されない。技術はアライアンスによって調達することが可能である。しかし、産業の特性と顧客のニーズを正しく判断できなければ、競争に勝ち抜くどころか、市場に残ることさえできない。要するに、ビジネスモデルの視点から、まず顧客を想定して、顧客にどんな価値をいか

に提供するか、ということを考えるのが競争優位を獲得するための要件である。

命題 2 ハイテク産業で成功するためには、技術発展より産業の特性、市場の動向と顧客のニーズを重要視すべきである。産業の特性と市場の動向をより精密に捉えて、顧客像を正確に描くことによって、顧客価値を提供し、顧客価値を提供する仕組みを確立することで、競争を勝ち抜くことができる。

VII. インプリケーション

成功したビジネスモデルとして、ファンドリー生産が受託生産にもたらすインプリケーションとは何であろうか。従来の代表的な受託生産には、OEM (Original Equipment Manufacturer)、ODM (Original Design Manufacturer)、EMS (Electronics Manufacturing Service) などがある。OEM は相手先ブランドで販売される製品を製造することであり、ODM というのは、設計能力を持ち、相手先ブランドを製造する企業である。EMS は、他メーカーから電子機器の受託生産を専門に行なう企業を指している。旧来の大手電子機器メーカーから過剰設備となっている工場を安く購入し、そのメーカー以外からも広く受注することで回転率を上げている。伊藤 (2003) によると、アメリカ型 EMS の競争優位は新製品投入時間の短縮、急速な需要増への対応である。台湾型 EMS は市場の不確実性が低い市場に集中し、設計能力の強化、工場の効率、サプライチェーンと顧客関係を重視している。伊藤は、水平分業が製造価値を生み出し、EMS の成功要因はアライアンスにあると主張する。

確かに従来の受託生産において、受託企業は、付加価値の低い、または技術レベルが遅れる部分のみを担当し、受身的な存在であった。しかしファンドリー生産の場合は、技術リーダーとして付加価値の高い部分を担い、アライアンスを構築することによって、競争優位を獲得している。そのため、筆者は、不確実性の高い市場でも、顧客のニーズを確実に把握し、顧客価値を生み出すことができれば、競争優位に立つことができると考える。技術リーダーとして、顧客価値提供の仕組みを確立し、顧客企業にとって生存しやすい環境を整えること、すなわち、能動的に、自ら市場を作っていくという姿勢が不可欠なのである。

参考文献

- Amit R, and C. Zott. (2001), 'Value Creation in E-business,' *Strategic Management Journal*, June-July Special Issue 22, 493-520.
- 青島矢一・延岡健太郎 (1997) 「プロジェクト知識のマネジメント」『組織科学』第31巻第1号。
- 青山修二 (1999) 『ハイテク・ネットワーク分業：台湾半導体産業はなぜ強いのか』白桃書房。
- 井上弘基 (2000) 「半導体産業—90年代が突きつけた‘戦略的’宿題」機械振興協会経済研究所編『21世紀における機械情報産業の方向性と課題—グレーの時代からオレンジの時代へ』機械振興協会経済研究所, 68-86頁。
- 伊藤宗彦 (2002) 「バーチャル企業化の進展とそのダイナミクス—企業間ネットワークにおける統合と機能分化,TSMC社のケーススタディ」『マーケティングジャーナル』第21巻第4号, 70-83頁。
- (2003) 「水平分業構造が産み出す製造価値—アメリカ、台湾のEMS企業と日本の製造業の戦略比較」神戸大学経済経営研究所ディスカッションペーパー No.J51
- (2004) 「ファンドリー企業の競争力分析—台湾半導体産業における水平分業化とアライアンス」技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series#04-08
- 加護野忠男・井上達彦 (2004) 『事業システム戦略』有斐閣アルマ。
- 機械振興協会経済研究所編 (2000) 『世界の頭脳を敵に回して：脱「官民一体」半導体ビジネスモデル』機械振興協会経済研究所。
- 工業技術研究院・産業経済と情報サービスセンター (2001) 『2000 科技産業現状と市場趨勢研討会：IC 産業』工業技術研究院・産業経済と情報サービスセンター (中国語文献)。
- 肥塚 浩 (1996) 『現代の半導体企業』ミネルヴァ書房。
- 国領二郎 (1999) 『オープン・アーキテクチャ戦略』ダイヤモンド社。
- Semiconductor FPD World 編集部 (1997) 『1997 年度版日本半導体年鑑』プレスジャーナル。
- (2001) 『2001 年度版日本半導体年鑑』プレスジャーナル。
- 谷光太郎 (2002) 『日米韓台半導体産業比較』白桃書房。
- 根来龍之監修・早稲田大学 IT 戦略研究所編 (2005) 『デジタル時代の経営戦略』メディアセレクト。
- 延岡健太郎 (1996) 「顧客範囲の経済：自動車部品サプライヤの顧客ネットワーク戦略と企業成果」『国民経済雑誌』神戸大学経済経営学会, 第173巻第6号 83-97頁。
- 藤村修三 (2000) 『半導体立国ふたたび』日刊工業新聞社。
- 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編 (2001) 『ビジネス・アーキテクチャー—製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣。

劉佩真 (2010) 「晶圓代工業基本資料」『台湾經濟研究院產經資料庫』台湾經濟研究院 (中国語文献)。