

台湾積体電路製造 (TSMC) における発展の謎を探る —工業技術研究院のスピンオフから世界最大のファウンドリー企業— (後編)

朝元 照雄 (九州産業大学経済学部 教授)

Ⅲ. TSMC の誕生

(1) 第3期計画と TSMC のスピンオフ

ITRI からスピンオフで聯華電子 (UMC) が設立されたが、1980年の時点における半導体産業のうち IC 封止 (パッキング) の生産額は75億ドルで、97.1%の市場シェアを占めていた。当時、台湾の IC 封止企業は12社で、そのうち外資系企業は9社であり、IC 封止後の製品のほとんどを輸出していた。

1982年、行政院科学技術顧問組は政府に IC 技術を「超大型集積回路 (VLSI)」の $1\mu\text{m}$ (ミクロン) に向上させ、世界の主流水準に追いつくように進言した。この進言は孫運璿・経済相の支持を得ており、政府から VLSI 計画の実施が認可された。しかし、VLSI 計画の研究課題は依然として科学技術顧問組と電子所の議論の対象になっていた。科学技術顧問組はメモリー IC を開発し、DRAM (記憶保持動作が必要な随時書き込み読み出しメモリー) などの汎用型メモリーを量産化すべきだと主張した。他方、電子所は第1期と第2期計画に続いて ASIC (特殊用途別集積回路) などロジック型 IC を開発すべきだと主張していた²⁰。それに、技術官僚は台湾の半導体産業の基礎が弱く、技術能力が不足の時に前の計画と異なる技術軌道を開発した場合、失敗のリスクが存在していることを指摘した。そのために、台湾政府は安定的な開発路線に近い難易度の高い先進的生産方法を選択し、結論的にロジック型 IC の技術軌道を維持することにした。

經濟部 (経済省) は「電子工業研究発展第3期計画」(1983年7月~1988年6月) を推進し、同時に関連の IC の設計と R&D を推進することを

決めた。この計画の名称は「超大型集積回路 (VLSI) 技術発展計画」であり、前例にしたがって電子所に委託して計画を執行することになった。計画の目的は $1.25\mu\text{m}$ の IC の製造能力を達成し、VLSI 技術発展の基礎環境を構築して、IC の開発能力を強化することである。VLSI の難易度は第2期計画よりも遥かに高く、計画の経費が29億8,000万台湾元に増加し、第1期計画の4倍になった²¹。

電子所による VLSI 技術の開発方式は、第1期のように海外の半導体大型企業からの技術導入方式ではなく、1983年に創設した在米華人系の華智 (Vitellic) 社と CMOS IC の製造技術の技術提携を結んだ。その主要な原因として、1980年代にアメリカの半導体産業は M&A (合併・買収) および戦略同盟による提携がはやり、日本やヨーロッパの半導体企業もその影響を受けるようになった。グローバル化の流れによって、アメリカの小型製造企業も海外の企業との技術提携が進められるようになったからである。

半導体産業の付加価値を向上させ、国外からの半導体の輸入依存を減らすために、半導体の生産量と品質をいかにして高めるかが不可欠な課題であった。関係者は台湾の半導体産業の発展の契機を探った。1985年9月に、李國鼎・政務委員 (無任所相) は VLSI の生産能力が持たない問題点をいかにしたら解決できるか、8月20日に就任した工業研究院 (ITRI) 院長の張忠謀 (モリス・チャン)²² と相談した。

張忠謀院長は優先的に半導体の製造能力を向上させて、IC の設計部門と開発する製品を結び付けることの必要性があると強調した。しかし、半導体

製造企業を維持するには莫大な資金が必要であり、民間企業にとっては大きな負担である。後発参入国の台湾は特定分野に限られた資源を集中的に投入することによって、日米の大企業が主導する領域で成功を収めることができると考えたのである。

この時期に、ITRIでのVLSI計画の6インチのウェハー試験工場は完成段階に到達した。張院長はこのような莫大な資金投入の設備を商業用途に転換すると、民間企業ではVLSI工場を持つことになる。そして、ファウンドリー（自社ブランドを持たないで、他社からの委託生産）方式でICを製造すると、世界の半導体産業界における台湾企業の役割を持つようになって考えていた。このVLSI工場をスピノフ方式で、ウェハー製造専門のファウンドリー企業を設立することに、張院長は李氏に提言した。この計画経費は約100億台湾元であった。

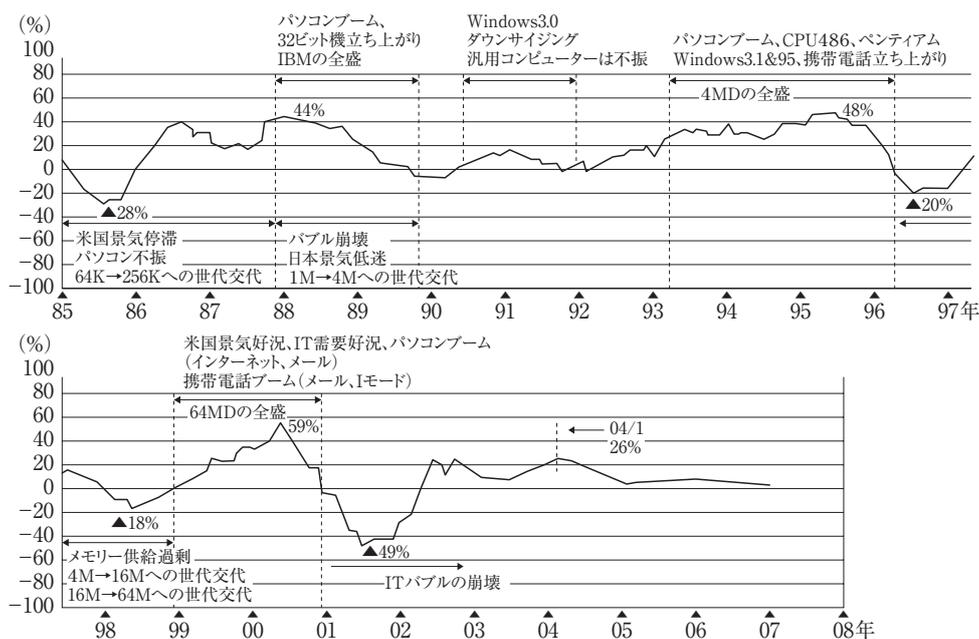
9月11日、兪國華・行政院長（首相）は張院長のスピノフによるファウンドリー専門の民間企業設置案の報告を聞いた後、張院長の提案を支持

した。しかし、経費が莫大なため、李國鼎はITRI、經濟部工業局、科学工業園区管理局および交通銀行を集めて、専門小委員会を組織し、このプロジェクトの実施の可能性を検討した。専門小委員会の提言を受けて、行政院（総理府）はこのスピノフによる民間企業設置計画を採決して、行政院長を含む「5人小委員会」を開催して資金集めを行った²³。

1986年1月16日、行政院經濟部から提出したVLSI計画案の審議が了承された。電子所に委託したVLSI計画にVLSI工場の建設を加え、政府はこのIC製造の専門民間企業に投資し、「台湾積体回路製造」(TSMC)と企業名を付けた。その前にスピノフした聯華電子(UMC)のように、政府の持株比率は49%を超えないとし、残りの51%は民間からの出資を募った。

この計画は張忠謀氏が出資企業を集めた。当時、台湾では半導体産業はある程度まで発展していたが、国内の資本家は台湾における半導体産業の将来的展望に否定的な態度を抱いていた。それに、1985年に世界の半導体産業は生産過剰による

図1 半導体成長率の推移（シリコンサイクル）



(注) 世界半導体出荷の伸び（全額ベースによる）。
 (出所) WSTS（世界半導体出荷統計）；半導体産業界新聞編集部編『図解半導体業界ハンドブック Ver.2』東洋経済新報社、2008年、42～43ページ。

景気低迷の影響を受けた（図1）。多くの資本家はこの投資額が高額のため、リスクが高く、投資意欲が湧かなかった。国内の出資状況が芳しくないことを見て、政府は海外で名が知られた外資系企業からの出資者を見つけ出し、国内の投資家に信頼されるようにした。

長年にわたりアメリカの半導体産業で活躍していた張忠謀氏は、インテル、TIなどの10数社の大企業に協力の計画を提出したが、多くの海外企業はハイテクの発展に遅れていた台湾での半導体企業の投資には興味を持たなかった。IDM (Integrated Device Manufacturer、垂直統合型) 企業とは、半導体の企画開発から回路設計、製造プロセスの開発、ウェハー加工、組立て、検査までの工程を1社が統括する企業を指す。海外の大企業はIDM企業を主流とする生産プロセスのもとでは、ファウンドリーでは発展の余地がなく、ニッチビジネスとして見られた。

最終的に、オランダのフィリップスがTSMCに投資することを決めた。その理由として、フィリップスは台湾政府との政経関係を築くことができると考えたからである。それに東アジアでVLSI技術の生産拠点を築くことができると考え、投資に興味を持つようになったのである。フィリップスの投資加入と政府の説得によって、国内のいくつかの民間企業も投資するようになった。台湾の投資企業は台湾プラスチック (FPC)、中美和、台聚、華夏などの石油化学企業、国民党の党営事業の耀華ガラスと中央投資、誠洲電子、神達電腦、台元紡績などの企業であった。しかし、投資額が大きいため、各社の出資比率は5%を超えていない状況であった。

1987年2月にTSMCが設立された。政府はTSMCの財務構造が健全であると期待し、創業資金100億台湾元のうち資本額と融資額をそれぞれ半分ずつ保つようにしていた。TSMCの資本額55億台湾元のうち、政府による行政院開発基金の

出資比率は48.3%、フィリップスは27.5%、残りの24.2%は前記の民間企業からの出資である。TSMCはフィリップスからの資金の供与のほか、3%の権利金方式でフィリップスから線幅1.5 μ mの最新技術（当時、線幅2 μ mの技術は電子所からの提供）を獲得し、TSMCの競争力は大幅に向上した。そのほか、フィリップスとTSMCの特許授權協議によって、技術の保護傘下においてフィリップスの特許の使用が認められ、高額の権利金を支払わなくても良いことになった。つまり、TSMCはフィリップスと技術協力を結んだ半導体企業であり、知的所有権の争いを避けることができ、TSMCの発展には極めて重要な意義を持つようになった²⁴。後日の話になるが、フィリップスの経営不振によってTSMCの持株を放出するようになった。この時期にTSMCの経営状態が大変良いために、含み益によってフィリップスのこの投資は“儲けた商売”になった。

TSMCの董事長(会長)に就任した張忠謀氏は、このTSMCの運営方式とはファウンドリー製造で、自社のブランドを持たずに、ウェハー加工によるロジックICのASIC(特殊用途別集積回路)を作る専門企業であると位置付けていた。この企業の設立の目的の1つは、台湾の半導体産業の発展に協力し、輸入に頼ることなく、台湾で自ら半導体製品を作ることである。そのうち最も重要なことは、台湾の企業が世界初のファウンドリーという新しい独創的な半導体のビジネスモデルを開発し、成功を収めたことである。つまり、ファウンドリー企業とファブレス企業との協力というニッチビジネスを大きなビジネス形態に築きあげたことである。このファウンドリー製造方式によって、間接的に世界のファブレス設計企業の発展を促し、世界の半導体産業が新たなビジネスの協力段階に入ったことを意味する。台湾国内のICの需要量は少なく、TSMCの操業後の生産能力がその需要量を超えたことであり、TSMCは海

外の企業から大量受注を積極的に獲得する必要が生じるようになった。そのような営業活動を行うことは、TSMCは日米韓などの大企業との競争を受けることになる。数多くのICのうち、日米韓による競争の激しいDRAMではなく、TSMCはASICの専門企業として発展することになる。TSMCはいち早くASICビジネス市場に参入し、台湾企業が得意とする多品種少量のロジックICの発展に励むことにした。

TSMCは電子所およびフィリップスから先進的な生産技術を譲渡してもらい、当時の主流である6インチのウェハー工場を持っていたが、企業設置の初期は予想通りには上手く行かなかった。それは次の2つの影響を受けたことによる。1つは、VLSI技術を持っていたが、この技術によって作られた製品は台湾では必要とする主流の製品ではなかった。当時、台湾国内のIC需要の主流は低水準（ローエンド向け）の消費型ICであり、聯華電子の3～5 μm の生産技術で十分に対応することができた。逆に、TSMCの先進（ハイエンド向け）の1.5 μm の製造設備を用いると比較優位性を持たなくなる²⁵。もう1つは、当時の台湾国内のICの需要量は少なく、TSMCは太欣、矽統、華智、華邦など国内の半導体企業および電子所から月間数百枚の受注を受け取る。しかし当時、月間2万枚の6インチのウェハーを製造できる生産能力のTSMCにとって、この需要量は微々たるものであった。最も重要なことは、TSMCは海外からより多くの受注量を獲得することであるが、創業当初は外国の企業から信頼を得ていない状況で、大量の受注を得ることは難しいことであった。

そのほかに、TSMCは設立初期の設備投資をなるべく早く回収するために、受注価格を下げたくない。そのために、台湾国内のファブレス企業はコストの面から考慮して、日本などの海外企業に生産を依頼していた。それによって、台湾の業者からはTSMCは国内企業の発展に協力していな

いと批判があった。TSMCの設立初期の業績は芳しくなく、政府が100億台湾元をかけた計画は失敗したのか、と業界と世論から厳しい批判を受けるようになった²⁶。

（2）産業集積への影響

TSMCの設立は、台湾における半導体産業の発展の中で重要な転換点を生み出すことになった。ファブレス設計企業がファウンドリー企業に製造を委託した場合、IDM（垂直統合型）企業に製造を委託した時に比べると製品機密の漏洩によるリスクを低減することができることである。なぜならば、IDM企業は自社製品を製造しているが、ファウンドリー企業は自社の製品を造らずに他社からの製造受託の専門企業のためである。TSMCの設立後、アメリカのシリコンバレーのファブレス企業は台湾に子会社のIC設計企業（デザインハウス）を次々と設けるようになり、台湾のIC設計部門が急速に増加するようになった。TSMCを設立した1987年に台湾のファブレス企業（デザインハウスを含む）は30社が設立されたが、翌年には50社、1989年には55社に増えるようになった²⁷。

台湾のIC設計業は顕著な発展を遂げ、1987年以降、半導体産業の全体規模も次第に拡大するようになった。聯華電子（UMC）とTSMCの生成と活躍を見て、民間資本は台湾の半導体産業の発展に自信を持つようになり、投資の意欲も次第に高まってきた。ITRIは聯華電子、TSMCなどの企業をスピノフし、技術の移転と人材の拡散によって、台湾のIC製造企業が次々と設置されるようになった。

1983年から電子所が実施してきたVLSI計画の終わりごろに、電子所はパイロットプラントを閉鎖するようになり、営利を目的とする方針から試験・開発の方針に変え、月産15,000枚のウェハーを5,000枚に減少させた。半導体産業の発展

のために、非営利組織の ITRI は技術の導入と R&D の成果をスピンオフし、民間企業に技術を移転するようにした。国内の半導体産業に発展させ、ある程度の規模を持たせた後、ITRI は商業活動から降りて、民間企業にバトンを移すようになった。そのような方針に動く、ITRI と民間企業との間でビジネスの上での争いを行っている、と批判されることがなくなる。そして、ITRI は R&D の推進と技術の高度化の追求という本業に専念することができるからである²⁸。

パイロットプラントが閉鎖した後、電子所の楊丁元は同僚を連れて 1987 年に華邦電子を設けることになった。翌年に華邦電子は電子所から通信用 IC と消費 IC の技術移転およびパイロットプラントの元の設備を入手し、聯華電子に類似した発展パターンを歩むことになった。華邦電子の主な IC 製品も聯華電子の製品に類似していた。異なっている点と言えば、華邦電子の主な投資者は民間の華新麗華集団であり、華邦電子の設立時期の 5 億台湾元の資本額のうち 70% を出資したことである²⁹。

聯華電子 (UMC) は TSMC の登場後、競争の圧力をもたらした。聯華電子は 60 億台湾元を増資して工場を拡張し、競争力を向上させた。1986 年にトランジスターを製造した大王電子は運営の危機に直面し、ITRI から IC 技術を適時に導入したために、再起することができた。いままで静観していた民間企業は、この「ハイリスク・ハイリターン」の半導体産業の製造に加入するようになった。

1987 年に華隆紡績集団は封止 (パッキング) 業務に従事する華瑞半導体を設立し、3 年後に川上段階の設計と製造部門の華展半導体と華隆微電子をそれぞれ設立して、電子所から人材をヘッドハントした。アメリカの茂矽 (Mosel) は台湾での長期発展を図るために、1987 年に台湾茂矽を設立した。創業資金はアメリカ茂矽、太平洋電線ケーブル、行政院開発基金などからの出資であり、1988 年に華

新麗華の投資額 300 万台湾元を受け、SRAM (記憶保持動作が不要な随時書き込み読み出しメモリー) の R&D を行うようになった。1980 年代末には 12 社の IC 製造企業が市場競争に参入していた。川上段階から川下段階に至るまで、台湾企業による生産システムが次第に構築されるようになった³⁰。

おわりに

本論は工業技術研究院 (ITRI) から国策企業としてスピンオフした台湾積体回路製造 (TSMC) が、その後辿ってきた成功の道程を解明したものである。

上述で見られるように、TSMC の R&D 戦略は以下のようにまとめることができる。(1) 設立初期では工研院からのスピンオフによって、ITRI から技術および人材が TSMC に移り、企業の骨組みの基礎を構築したことである。それに、オランダのフィリップス社からの出資で、資本額 55 億台湾元のうちフィリップスの持株比率は 27.5% である。フィリップスは出資のほかに、3% の技術権利金方式で線幅 $1.5\mu\text{m}$ の当時では最新技術を供与していた。それにフィリップスと TSMC の特許授權協議により、フィリップスの特許の使用が認められ、高額の権利金を支払わなくてもいいことになった。知的所有権の争いが避けられ、TSMC の発展には極めて有利である。

(2) 張忠謀董事長の先見の明による、世界初のファウンドリービジネスの参入方針である。当時では IDM (垂直統合型) 企業が IC 製造の主流であるが、ファウンドリー企業というニッチビジネスが業界の常識に「風洞を開け」、大きなビジネスに育成したことである。その結果、ファウンドリー業界のトップまで大きく育つようになった。

(3) 半導体製造設備企業と密接な協力により、最先端の製造設備を共同で開発し、導入できたことである。それに研究者の努力によって、製造技術の

持続的なイノベーションを維持することができた。

- ²⁰ Mathews, J. A. & D. S. Cho, Tiger Technology: the Creation of a Semiconductor Industry in East Asia, New York, Cambridge University Press, 2000, p.169.
- ²¹ 陳慧玲「我國積體電路產業發展與前景預測」『經濟情勢暨評論季刊』第2卷第1期、1996年；黃浚欽「國家機關、產業市場與市場之政經分析：以台灣半導體產業為例」成功大學政治與經濟研究所碩士論文、1998年、8ページ。
- ²² 朝元照雄、前掲書、2011年、12～13ページ。
- ²³ この5人小委員会（5人小組）は経済建設委員会主任委員（委員長）の趙耀東、経済部長（経済相）の李達海、財政部長（大蔵相）の錢純、国家科学委員会主任委員（委員長）の陳履安および工業技術研究院長の張忠謀であり、閣僚クラスのメンバーの構成によって、この計画を推進する決意を見せた。「加速工業升級促進科技發展、我決籌建超大型積體電路廠」『聯合報』1986年1月17日付。
- ²⁴ 洪懿妍、前掲書、天下雜誌、2003年、142ページ。
- ²⁵ 陳修賢、前掲論文、1987年、51ページ。
- ²⁶ 「TSMC 服務宏願言猶在耳、代工比例日降予人食言印象」『聯合報』1989年7月29日付；「半導體大廚房業合胃口嗎？」『聯合報』1988年2月2日付。
- ²⁷ 『半導體工業年鑑 1991』工業技術研究院電子工業研究所、1991年、119ページ。
- ²⁸ 陳修賢、前掲論文、1987年、52ページ。
- ²⁹ 張欣璋「工研院在我國半導體產業發展過程中扮演之角色」中山大學企管研究所碩士論文、1998年、57ページ。
- ³⁰ 1989年における台湾の半導体産業の分業体制は次のようであり、カッコ内の数字は企業の設立年である。IC設計企業は太欣（1982年）、合徳（1983年）、華智（1984年）、其朋（1985年）、通泰（1986年）、普誠（1986年）、台微（1987年）、大智（1987年）、矽統（1987年）、詮華（1987年）、揚智（1987年）、飛虹（1987年）、瑞昱（1987年）、華展（1987年）、群立（1987年）、一華（1988年）、華麦（1988年）、偉詮（1989年）と勁傑（1989年）の19社である。オートマスク製造企業は台湾光罩（1988年）と新台（1989年）の2社である。設計工具企業は益華（1986年）と明導（1986年）の2社である。IC製造企業は聯華電子（1980年）、大王（1981年）、漢磊（1985年）、國善（1986年）、TSMC（1987年）、華邦電子（1987年）、矽統（1987年）、天下（1987年）、華隆微（1987年）、合泰（1988年）、偉智（1988年）、旺宏（1989年）の12社である。ICパッキング（封止）企業は華泰（1971年）、菱生（1974年）、捷康（1976年）、吉第微（1979年）、日月光（1983年）、華旭（1983年）、矽品（1984年）、華瑞（1984年）、微矽（1987年）、巨大（1989年）、華特（1989年）の11社である。ICの検査企業は立衛（1988年）と福雷（1988年）の2社である。