佐藤幸人・安倍誠・大原盛樹「技術者と産業発展」調査研究報告書 アジア経済研究所 2009 年

第３章

台湾における技術者と産業発展に関する予備的考察

佐藤　幸人

要約：
本章では台湾の産業発展における技術者の役割について分析するための予備的な作業をおこなった。明らかになった点は以下の通りである。
第 1 に、台湾では学歴の高度化が進んでいる。工学教育に関しては、1990 年代に「専科」から大学に重点がシフトした。
第 2 に、台湾の研究開発は、投入面、産出面ともに発展が継続している。
第 3 に、工研院の役割に関しては進化論的なアプローチからの分析が必要である。工研院の台湾の産業技術の発展に対する貢献は広く認められている。特にスピンオフが重要な役割を果たしたこともよく知られている。しかし、成功という結果から後知恵的に分析する傾向があるため、そのプロセスは十分かつ正確には理解されていない。幾つかの事例から明らかになったことは、実際の過程は試行錯誤に満ちていることである。また、環境の変化にともない、スピンオフの形態も変わってきている。

キーワード：
台湾、技術者、教育、研究開発、工業技術研究院、スピンオフ

はじめに

台湾に関する技術者と産業発展に関する研究の中間段階として、本章では次の 3 つの作業をおこなう。第 1 に、技術者を生み出す教育および技術者の重要な活動である研究開発について、関連する統計を整理し概況を示す。第 2 に、台湾の技術発展において重要な役割を果たしてきた工業技術研究院（以下、工研院）に関する先行研究をサーベイし、論点を摘出する。第 3 に、工研院からのスピンオフの事例を検討し、今後の研究における着眼点を引き出す。

このように、本章では工研院の活動に議論の多くを充てている。それは工研院の活動が台湾の技術発展の最も顕著な特徴となっているからである。工研院は台湾の産業技術開発

において中心的な役割を果たしてきた。特に注目すべきは、工研院が学校を卒業した技術者が経験を蓄積し、産業活動に参与するための跳躍台となっていることである。このような工研院の役割を分析することによって、台湾において技術者が産業発展を推し進めてきたメカニズムの重要な部分を明らかにすることができると考えている。

第１節　教育と研究開発の概況

本節では、まず学校教育における技術者の育成の状況を整理する。次に台湾における研究開発の状況を投入面と産出面から示す。これらの観察を通して、台湾における技術者の供給の増加と研究開発の進展を確認する。

１．学校教育

台湾の学制は概ね日本と同様である。すなわち小学校 6 年、中学 3 年、高校 3 年、大学 4 年が基本となる。小学校と中学は義務教育である。高校は普通高校と職業高校（「高職」）がある。

日本とやや異なるのは、「専科」が比較的最近まで重要な役割を果たしてきたことである。専科は 3 種類ある。日本の高等専門学校と同様、中学卒業後から始まる 5 年制（「五専」）、高校卒業後から始まる 3 年制（「三専」）と 2 年制（「二専」）である。したがって、二専の年数は日本の短期大学と同じである。専科はいずれも職業教育をおこなっている。

本章では専科および大学以上の理工系教育を受けたものを技術者とする。それ以下の教育を受けたもの、特に職業高校卒業生の中にも、技術者として働いているケースがあると考えられるが、とりあえず分析の範囲の外に置くこととする。

はじめに表１に示した卒業生の推移からトレンドを大づかみに把握したい。なお、表１には文科系も含まれている。

まず、表から台湾の教育水準は着実に上昇していることがわかる。専科卒と大卒の合計をみると[1]、1960 年代に 6 倍近くに増え、その後も 1970 年代と 1980 年代は年平均 5%あまり、1990 年代は 6%あまりの増加が続いた。

専科と大学の卒業生数を比較すると、1960 年度こそ大卒が専科卒を上回ったものの、1970 年度、1980 年度、1990 年度は専科卒が大卒よりも多い。これは 1960 年代から 1980 年代まで、台湾では専科が重視されてきたことを示す。しかし、2000 年度には専科卒が大卒を下回り、2007 年度にはその差は大きく拡大している。これは 1990 年代により高い教

[1] なお、専科を卒業後、大学に編入するケースも少なくないことには注意が必要である。

育への需要が増大したこと、それに対応して政府が教育政策を改めたからである。専科の多くは 4 年制の大学へと転換された。それにともなって三専は廃止され、二専と五専も大幅に縮小されたのである。

表1　卒業生数

単位：人

	専科				大学	修士	博士
	二専	三専	五専	計			
1960年度	ー	5,773	2,115	7,888	26,735	437	
1970年度	3,166	26,505	78,657	108,328	92,850	2,129	166
1980年度	31,380	29,715	122,039	183,134	153,088	5,633	673
1990年度	104238	27,451	183,480	315,169	239,082	17,935	4,437
2000年度	257,171	4	187,007	444,182	564,059	70,039	13,822
2007年度	47,060	ー	86,830	133,890	987,914	172,518	31,707

（出所）教育部[2008]。
（注）年度は当該年の8月1日より翌年の7月31日まで。

大卒と修士、博士を比べると、大卒に対して、修士、博士の増加はより速い。1970 年度と 2007 年度を比較すると、大卒は 11 倍に増えたが、修士は 81 倍、博士は 191 倍へと増加した。この面でも台湾の高学歴化が認められる。

ただし、表には留学が含まれていないことは注意する必要がある。以前は修士課程、博士課程は海外に留学するケースが相対的に多かった。しかし、留学した場合、かつては台湾に戻らないケースが多かったので、台湾における人材供給への寄与は限られていたと考えてよいだろう。

続いて工学教育に注目して観察してみよう。表２には産業部門と関連が深いと考えられるコンピュータと工学の卒業生数を示した。ただし、1990 年度はコンピュータという分類はないため、工学のみである。まず、工学が台湾の高等教育において非常に大きな比重を占めていることがわかる。2006 年度についてみるならば、工学およびコンピュータの分野の卒業生が専科卒、大卒、修士の 3 割以上を占め、博士に至っては 4 割を超えている。第 2 に、工学についても、表１と同様の傾向が認められる。大卒、修士、博士の増加は著しい。特に修士と博士の増加の速度は大卒を上回っている。一方、専科卒は減少している。

第 3 に専科卒と大卒を比べると、1990 年度は専科卒が圧倒的に大卒を上回っていた。また、工学は専科卒の 4 割以上を占めていたのに対し、大卒は約 2 割だった。すなわち 1990 年代以前の台湾では、工学教育の中心は専科だったのである。しかし、2006 年度になると、既に述べたように専科卒は減少するいっぽう、大卒が大幅に増加した。また、専科卒に占める工学の比重が減少したのに対し、大卒においては工学がおよそ 4 分の 1 を占めるようになり、コンピュータを合わせると 3 割を超えている。工学教育の中心は大学に移行したのである。

表 2　卒業生の構成

単位：人，%

	専科	大学	修士	博士
1990年度				
工学	28,780	8,442	2,150	168
	44.2%	19.7%	37.2%	41.0%
卒業生総数	65,177	42,952	5,774	410
2006年度				
コンピュータ	4,896	15,848	1,861	45
	11.2%	6.9%	3.7%	1.6%
工学	10,145	56,075	16,292	1,219
	23.2%	24.5%	32.6%	42.8%
合計	15,041	71,923	18,153	1,264
	34.3%	31.5%	36.3%	44.4%
卒業生総数	43,803	228,645	49,976	2,850

（出所）教育部[2008]。
（注）比率は卒業生総数に対するもの。

２．研究開発の投入面

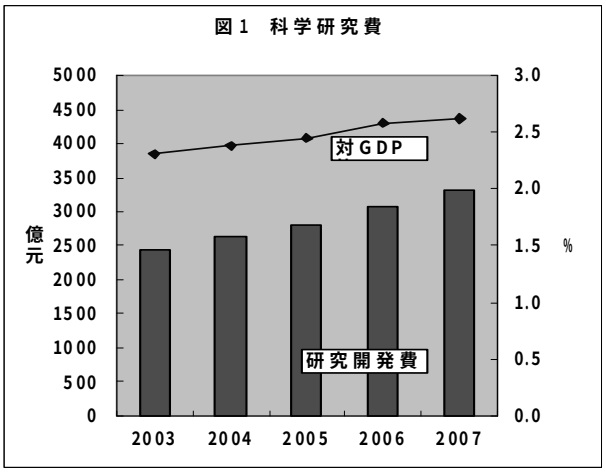
研究開発の投入面を、まず経費の面からみてみたい。図１は研究開発への支出が着実に増加していることを示している。また、対 GDP 比も持続的に上昇している。依然として3%を超える日本や韓国には及ばないものの、2006 年をみるとドイツを上回り、アメリカと同水準に達している。

より興味深いのは構造面の変化である。かつて台湾は研究開発経費に占める政府の比重が大きいことが特徴だった（佐藤[1999]）。図２が示すように、2007 年においてもなお経費のソースにおいて政府は約 30%を占め、それは日本や韓国よりも高い。しかし、既にアメリカやドイツと同程度にまで達している。また、かなり速いスピードで持続的に政府の比重は減少し、企業の比重が増大している。今後、次第に日本や韓国の構造に近づいていくと考えられる。

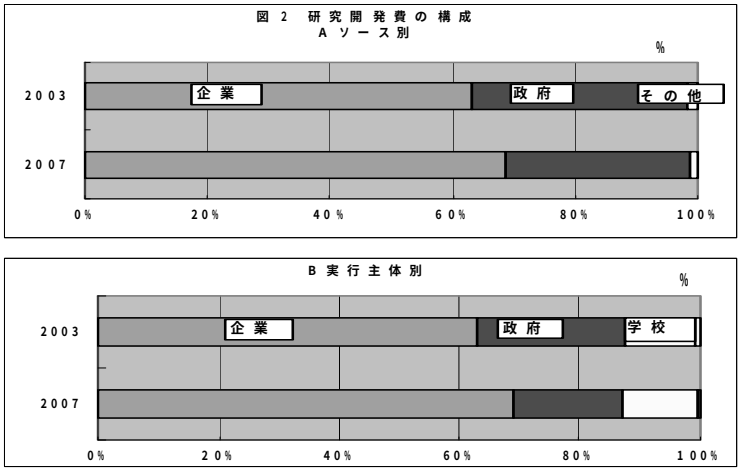
また､図２の経費のソースと実施主体を比べると､小さいが興味深い変化が認められる。2003 年の段階では企業部門はソースとしては 63.3%、実施主体としては 62.8%を占めていた。ところが、2007 年では反対にソースとしては 68.8%であるのに対し、実施主体としては 69.1%とより大きな比重を占めるようになった。すなわちネットでみた場合、企業部門は他の部門に研究開発費を供与する側から、他の部門から－おそらく政府から－研究開発費を補填される側に変化している。同時にそれは政府が自ら技術発展を主導するのではなく、企業をサポートする役割に軸足を移していることを反映しているといえよう。

図３が示すように、マンパワーの面でも、台湾の研究開発への投入はコンスタントに増加している。また、研究開発人員[2]に占める研究人員の比率も徐々に上昇している。これもまた、研究開発の質的な向上を示している。また、上述のように、工学教育の重点が専科から大学に移ったこと、修士、博士が顕著に増加していることが示すように、供給される人材の水準も上昇を続けている。このことも研究開発人員の構成の高度化をもたらしていると考えられる。

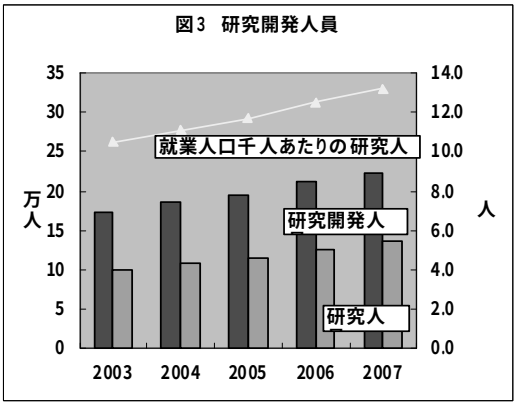
[2] 研究開発人員は研究人員のほか、開発人員や補助人員を含んでいる。



（出所）行政院國家科學委員會[2008a]より作成。



（出所）行政院國家科學委員會[2008a]より作成。



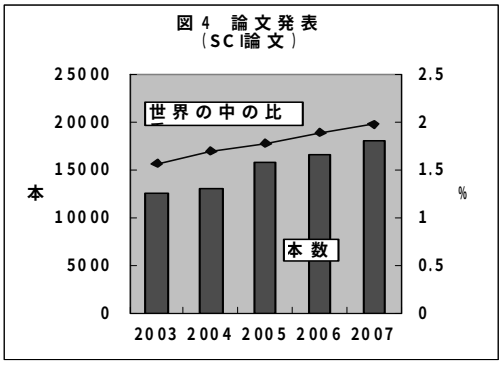
（出所）行政院國家科學委員會[2008a]より作成。

３．研究開発の産出面

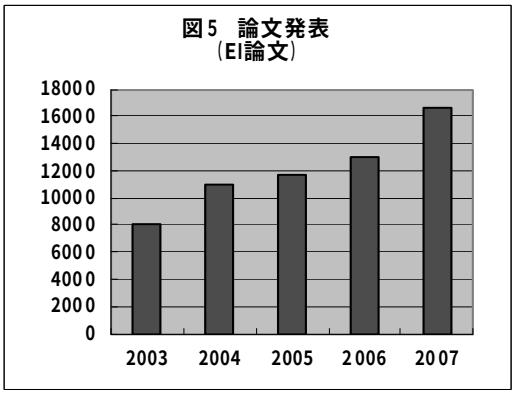
研究開発の産出を測定するのは容易ではないが、ここでは台湾の政府資料にしたがって、論文の発表数と特許の取得数をみたい。

図４の SCI 論文、図５の EI 論文とは、ともに一定の権威のある理工系学術雑誌に掲載された論文のことである。したがって、その本数は一国の科学技術の水準を表す指標とみることができる。図４、図５ともに、掲載本数が着実に増加していることを示している。すなわち台湾の科学技術の持続的な発展が認められる。図４には台湾の世界に占める比重も示したが、これもまた増大を続けている。図には示していないが、順位も上昇している。SCI 論文では 2001 年は 20 位だったが、2002 年に 18 位となり、2007 年には 17 位まで上がった。EI 論文においても、2003 年以降 11 位を続けていたが、2008 年には 9 位に上昇した。

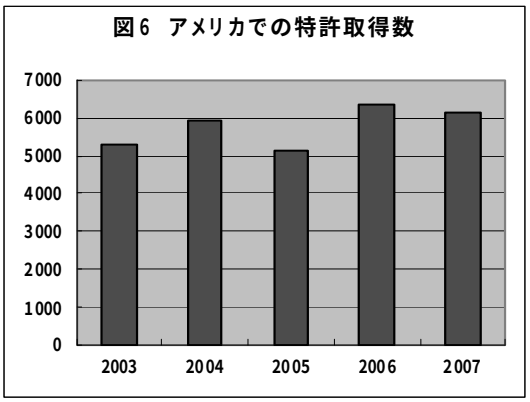
特許の取得数も各国の科学技術の水準を反映している。特に各国ともアメリカで出願するケースが多いため、アメリカでの取得数によって比較することができる。図６が示すように、台湾のアメリカでの特許取得数は年間 5000 から 6000 あまりである。これはアメリカ、日本、ドイツ、韓国に次いで世界第 5 位である。



（出所）行政院國家科學委員會[2008b]より作成。



（出所）行政院國家科學委員會[2008b]より作成。



（出所）行政院國家科學委員會[2008a]より作成。

第２節　工業技術研究院に関する先行研究

工研院は 1973 年に、政府の 3 つの研究機関を統合し、財団法人に改組する形で設立された。主要な役割は産業技術の開発と普及である。

工研院は半導体産業をはじめ、台湾の産業発展に多大な貢献をしてきた。そのことは内外から広く認められている。では、工研院がどのようにしてそのような貢献を達成してきたのか。ここでは工研院について考察した 3 つの文献を取り上げて検討し、今後の研究の論点を引き出したい。

史編[2003]は工研院の 30 周年を記念して出版された。編者の史欽泰は、工研院の最も華々しい成果である半導体プロジェクトの中心的なメーバーの 1 人であり、電子工業研究所の副所長、所長、工研院の副院長を経て、1994 年から 2003 年まで院長をつとめた。収録されている論考の著者は工研院の中堅幹部のほか、外部の学者も加わっている。

史編[2003]は以下のように、5 篇 10 章と付録から構成されている。工研院を研究機関として様々な角度から分析している。

第 1 篇　イントロダクション
　第 1 章　科学技術政策と研究機関
　第 2 章　研究機関の組織革新
第 2 篇　産業発展
　第 3 章　産業革新メカニズムとしての研究機関
　第 4 章　研究機関による資源の活用と産業発展の加速
第 3 篇　技術発展
　第 5 章　工研院の技術発展戦略
　第 6 章　工研院の技術活用戦略

第 4 篇　産業成果
　第 7 章　工研院の台湾産業への貢献
　第 8 章　工研院の成果評価モデルと実証分析
第 5 篇　価値とビジョン
　第 9 章　政策の知的レバレッジ
　第 10 章　変革・成長・新しい地平の創造

史編[2003]は工研院自身から 30 周年記念として出版されたという性格上、やや自画自賛の傾向がある。取り上げられている事例はほとんど成功例か、あるいは成功例として解釈している。そのため、最大の成功例である半導体のケースは繰り返し言及されている。一方、失敗例は僅かに第 6 章において、ノートブック・パソコンとハードディスク・ドライブ(HDD)の例が取り上げられているだけである。

しかし、成功例に目を向けるばかりでは、工研院が何故、そのような成果を生み出すことができたのかを明らかにすることができない。あるいは、工研院というメカニズムがどのように作り出されてきたのかという問題にアプローチすることができない。換言すれば、工研院ははじめから成功が約束されていたかのような印象を与えてしまう。

この点で唯一、失敗例を明示的に論じた第 6 章はどのような分析が必要なのかを示している。第 6 章では、工研院が HDD の失敗の原因のひとつが部品の海外への依存にあったことを踏まえ、CDROM ドライブの開発では当初から部品の開発に取り組み、プロジェクトを成功させたことが明らかにされている。この分析は、工研院というメカニズムがはじめから完成されていたわけではなく、試行錯誤を経ながら形成されていったことを示唆している。つまり、工研院の組織的発展を進化論的に分析する視点が必要なのである。

工研院自身が編集した史編[2003]が批判的な分析を避けたのはやむを得ないところがあるが、外部の観察者による研究もまたしばしば進化論的な視点を欠き、試行錯誤の過程を見落としてきた。Huang [2006]はそのようなタイプの研究のひとつである。

Huang [2006]は工研院の成功を後知恵的に解釈して導き出した戦略やメカニズムを、あたかも事前からあったかのように議論している。例えば Huang [2006: 31]では、工研院が設立された頃、学術研究は基礎研究ばかりで商業化が困難であり、他方では産業界は製品の改良はするものの、研究開発への関心は低かったため、「学術機関と企業の間の架け橋となり、商業的価値のある産業技術の研究開発に集中する」ことを選んだと述べている。しかし、後述する洪[2003]と照らし合わせると、設立当初の工研院に自らをこのように位置づける意識が明確にあったかどうかははなはだ疑問である。むしろ経験を重ねる中で、自らのポジションを確立していったとみる方が妥当だと考えられる。また、Huang [2006: 31]は、「工研院はプル・プッシュ戦略を採用し、市場の需要というプルと技術発展というプッシュの間のバランスをとろうと努めた」とも述べている。事後的にみればその通りかもしれ

ないが、工研院が早い段階からこのような戦略を自覚的に持っていたかどうかは定かではない。

このように、事後的に観察された位置づけ、戦略、メカニズムを事前からあったかのようにみることは事実に反する可能性が高い。そして何よりもそのような位置づけ、戦略、メカニズムが形成されてきた過程にアプローチする途を塞いでしまい、工研院の経験から教訓を引き出すことを妨げてしまうことになる。

工研院の発展を進化論的に分析しようとするとき、学術書ではないものの洪[2003]は示唆に富む。洪[2003]に述べられている興味深い事実を、幾つか示そう。

設立当初の工研院は、前身となった 3 つの研究機関の整理統合に追われていた（31 ページ）。とても具体的な位置づけや戦略を練る余裕があったとは考えられない。

半導体プロジェクトは当初、工研院の聯合工業研究所[3]に置かれることになっていた。しかし、プロジェクトのリーダーとなる胡定華の反対で、聯合工業研究所とは別に電子工業研究開発センター（後の電子工業研究所）が設置されることになった（36 ページ）。つまり、組織デザインもはじめは非常に流動的だったのである。

第 7 章では、1985 年に第 3 代工研院院長に就いた張忠謀によって、工研院の位置づけやメカニズムが大きく変わったことが明らかにされている。工研院が民間部門との協調を明確に意識するようになったのは、張院長の時代からだったと考えられる。

1980 年代、工研院は台湾のパソコン産業の発展に寄与したとされることが多い。しかし、工研院の電子工業研究所が開発したモデルは、IBM のパソコンと互換性を欠いていたため、商業的には失敗に終わった。より注目すべきことは、電子工業研究所はこの経験から、互換性は価格性能比よりも重要なこと、製品開発は全面的な検討が必要であることを学んだことである（117 ページ）。

電子工業研究所が 1990 年代に取り組んだサブミクロン計画は、その成果の扱いをめぐって、工研院と企業との間に確執が生じたことはよく知られている。工研院の首脳陣がこれを踏まえて議論し、工研院の位置づけが応用研究を重点とし、産業技術の開発をおこない、国家の工業レベルの向上に資することであることを明確にした（191 ページ）。また、ノートブック・パソコンの開発の失敗は史篇[2003]の第 6 章でも述べられているが、洪[2003: 203]では同時に、既に高い研究開発能力を備えるようになった企業は、工研院に依存しなくなり、工研院のプロジェクトに参加しなくなったことを指摘している。このように、工研院は企業の動向など外部の環境に適応しつつ、自らの位置づけを明確にしていったのである。

洪[2003]に述べられている事実は、工研院の発展過程は試行錯誤に満ちたものであることを示している。したがって、工研院を分析するアプローチは試行錯誤を包含できる進化

[3] 聯合工業研究所は工研院の前身のひとつ。工研院設立時にはそのまま編入されていた。

論的なものである必要があるのである。

第３節　工研院からのスピンオフ――事例の検討

工研院は必要に応じて海外から技術導入をおこないながら、産業技術の開発に取り組んできた。開発された技術は、パテントの供与、技術指導、人の移動などによって民間企業に移転されてきた。なかでも注目されてきたのは、工研院がその技術者と技術をコアにして企業を創設するピンオフという方式である。本節では前節の議論を踏まえ、進化論的な視点から工研院からのスピンオフを検討する。

現在、工研院にスピンオフの進め方を尋ねると、非常に系統立った手順を説明される（2008 年 9 月、工研院におけるインタビュー）。現行のスピンオフが、実際にそのような手順にしたがって企画、実施されているのか検証が必要だが、少なくとも過去の例をみるならば、統一的で整備されたシステムがあったようにはとてもみえない。その過程は試行錯誤に満ちている。また、環境の変化に適応しつつ、スピンオフのあり方も変わってきている。以下では、半導体プロジェクトと機械工業研究所の事例からどのような試行錯誤や環境への適応があったのか、観察してみたい。

１．半導体プロジェクトのスピンオフ

工研院が台湾の経済発展に大きく寄与したと評価されるのは、半導体産業の礎を築いたことが大きい。また、成果の形態としてスピンオフが重視されるのは、工研院による半導体産業の構築が主としてスピンオフによっていたためである。しかし、それははじめから明確なプランがあり、それをそのまま進めることによって達成されたものではなかった。筆者は台湾半導体産業の生成と発展の過程を分析したことがあるが（佐藤[2007]）、以下ではそのなかから本章の問題意識に合致する事実を引き出してみたい。

(1) パイロットプラント計画と聯華電子

工研院は 1975 年から「設置積体電路示範工廠計画」（以下、パイロットプラント計画）を実施し、その成果をもとに 1980 年に聯華電子を設立した。これが台湾で初めて集積回路のウェハー加工をおこなう企業となった。

パイロットプラント計画では、当初からその成果として民間企業を設立することを考えていた。しかし、実際に設立された聯華電子のビジネスモデルは元の構想とは大きく異なるものとなった。元の構想では、パイロットプラント計画によって建てられたパイロットプラントをそのまま、技術や人ともに民間企業に転換することになっていた。同時に、製

品開発は工研院に残し、工研院と民間企業の間で設計と製造を分担することになっていた。

ところが、当時の台湾の国有資産の管理規則では、パイロットプラントをいかなる形でも民間に移転することはできないことが後になってわかった。そのため、パイロットプラントは工研院に残し、聯華電子には人と技術のみが移転され、工場は新しく建設されることになった。この結果、工研院のパイロットプラントと聯華電子の間に、意図せざる競合関係が発生することになった。すなわち、パイロットプラントは元々、台湾における半導体の商業生産の可能性を量ることを目的とし、量産をおこない、製品を販売していたが、聯華電子が設立された後もそれを続けたのである。しかも、聯華電子は設計部門を持たず、工研院から製品のライセンシングを受けていたので、製造している製品は工研院とほとんど同じものだったことから、競合関係はいっそう先鋭なものとなった。

このようにして意図せざる結果として生まれた聯華電子と工研院の競合関係は、これまた意図せざる結果として聯華電子の経営的な自立を促すことになった。工研院への依存および競合から脱却するため、聯華電子は独自の設計部門を設立したのである。聯華電子はその後、自ら製品開発をおこない、それを製造することで発展していった。もし工研院との競合が生じていなかったならば、聯華電子は少なくともう少し長い間、工研院からのライセンシングへの依存を続けていた可能性が高い。

このような意図せざる工研院と聯華電子の競合、そして聯華電子の自立をどう評価するかは難しい。一面では、おそらく工研院と聯華電子の分業は本質的には必ずしも発展に有利な仕組みではなく、その解体を促進したことはポジティヴに評価できる。工研院はあくまで準公的研究機関であり、必ずしも営利を目的とはしていないため、その製品開発は民間企業と比べて収益性や成長性において劣ると考えられ、設計部門を主導することに適していない。したがって、聯華電子がいち早く独自の設計部門を持つようになったことは、産業の発展を加速した可能性が高い。

他面、ネガティヴな評価もあり得る。その後の台湾では、TSMC（台湾積体電路製造）の設立と発展によって設計と製造が分離した分業体制が主流となり、聯華電子もまた 1995 年に再び設計部門を切り離し、製造のみをおこなうファウンドリー専業に転換した。聯華電子設立当初の聯華電子と工研院の分業関係はこのような体制を先取りしたものであり、分業関係の解消と聯華電子の設計部門への垂直統合は、台湾半導体産業の分業体制の形成にとって遠回りだったかもしれない。もしもう少し長く工研院と聯華電子の分業関係が維持され，その間に民間の設計企業が陸続と設立されていたら、TSMC の設立を待たずに台湾では分業体制が成立したかもしれない。

いずれにせよ、聯華電子のビジネスモデルの変更は、台湾半導体産業の発展は予め設定された青写真に従って進行したものではないことを示している。

(2) VLSI 計画と TSMC

工研院はその後、「電子工業研究発展第 2 期計画」を経て、1983 年から「超大型積体電路技術発展計画」（以下、VLSI 計画）を実施した。1987 年に設立され、世界最大のファウンドリー専業メーカーとして、台湾の半導体産業をリードしている TSMC は、その成果としてスピンオフされたと言われることが多い。それは間違いではないが、多くの事実を覆い隠してしまう。第 1 に、VLSI 計画では当初、明確なスピンオフ計画を持っていなかった。第 2 に、ましてやファウンドリー専業というビジネスモデルの創出は、VLSI 計画で構想されたものではなかった。ただし、VLSI 計画の方向性が意図せざる結果としてファウンドリー専業モデルを生み出したとみることはできる。

VLSI 計画は当初、その方向性について論争があった。海外の顧問からなる STAG (Science and Technology Advisory Group)は DRAM を目指すべきだと主張した。一方、工研院は DRAM は当時の台湾の条件には合わないと考え、多品種少量生産の ASIC（特定用途向け IC）に重点を置くべきであると考えていた。結局、工研院の構想が採用されることになった。

いずれにせよ、VLSI 計画自身にはスピンオフを含めて、将来、成果をどのようにするかについて、明確な方針は含まれていなかった。しかも、ASIC 路線が採用されたことで、この問題はいっそう重大な空白としなったのである。すなわち、もし DRAM を選んでいたならば、ビジネスモデルは既存の DRAM メーカーを参照すればよい。しかし、ASIC 路線の場合、参照すべき明確なモデルがなかった。特に多品種少量の ASIC と、最新鋭の半導体工場の高い生産能力をどのように結びつけるのかという問題が残されることになったのである。

一方、VLSI 計画とはほぼ独立して、政府は半導体産業の発展を図ろうとしていた。1984 年頃、政府は聯華電子のアイデアをもとに、大型半導体工場の建設計画を策定していた。しかし、計画の策定が進まないうちに、政治的、経済的に環境が変化し、構想は立ち消えになってしまった。また、新竹科學工業園区に進出していた在米華人の半導体設計会社から工場建設の計画が出されていたが、これもフィージビリティが疑問視され、実施に移されないままになっていた。

なお、聯華電子の構想にしろ、在米華人の設計会社の計画にしろ、いずれも設計と製造の分業を前提にしていた。それは後のファウンドリー専業をコアとする分業体制の原型であるとともに、工研院が未回答のままにしていた問題に対する解を示唆していた。すなわち、新しく設立する半導体工場において複数の設計会社の ASIC の製造を担うことによって、設計段階の多品種少量開発と製造段階での大規模生産が両立しうるのである。

結局、この構想は 1985 年に工研院の院長としてアメリカから招かれた張忠謀によって実現されることになった。張忠謀は政府から新しい半導体メーカーの設立の企画を任され、世界初のファウンドリー専業メーカーとなる TSMC を設立し、自ら会長に就いた。TSMC の設立に際して、VLSI 計画のパイロットプラント（パイロットプラント計画のパイロット

プラントとは別のもの）は TSMC に貸与され、また VLSI 計画に携わっていた多くの技術者が工研院から TSMC に移籍した。TSMC が VLSI 計画の成果とされるのはそのためである。

しかし、ここまで述べてきたプロセスから明らかなように、TSMC の設立、そしてそれがファウンドリー専業となることは、VLSI 計画において元々構想されていたものではなかったし、また VLSI 計画とは無関係に進められる可能性もあった。すなわち TSMC は多分に偶発性を含む進化的過程の産物である。しかしながら、TSMC がその後、企業として大きく発展した結果、スピンオフのモデル化が進行することになったのである。

(3) サブミクロン計画と世界先進

工研院は 1990 年から「次微米製程技術発展五年計画」（以下、サブミクロン計画）を実施し、1994 年にその成果として世界先進を設立した。世界先進は台湾初にして唯一の独自技術による DRAM メーカーだった[4]。しかし、設立後、巨額の赤字を重ね、2000 年初め、DRAM からは逐次撤退することを決定した。すなわち、サブミクロン計画と世界先進はスピンオフの失敗のケースとして位置づけられる。

サブミクロン計画がスタートした頃、聯華電子の経営は既に安定し、TSMC の事業も軌道に乗りつつあった。既にスピンオフはモデル化されつつあり、サブミクロン計画ではかなり早い段階から関係者の間ではスピンオフの構想があり、実際、世界先進が設立されたのである。しかし、その結果は失敗であった。どこに落とし穴があったのであろうか。

世界先進の経営的失敗の原因のひとつは、投資能力の不足である。DRAM は価格が大幅に変動するが、価格の低迷時でも製品開発と製造工程の更新を進めなければ取り残されてしまう。世界先進は赤字のなかでも投資を続けるような能力がなく、退出を余儀なくされたのである。

もうひとつの原因は世界先進のマーケティング能力の不足である。1990 年代後半、パソコンの中核部品である CPU の過半のシェアを握るインテル社は、強力にパソコンの規格標準化を進めようとしていた。その結果、DRAM に関しては、シンクロナスが標準となった。世界先進はこの動きを十分に察知ないし理解することができず、既存の規格である FPM や EDO からの転換が遅れ、利益の圧縮、赤字の拡大を招くことになった。

本章にとって議論する必要があるのは後者の問題である。前者は世界先進の設立に加わった民間資本に関わる問題だが、後者は世界先進の母体となったサブミクロン計画に根ざしていると考えられるからである。サブミクロン計画は、既に成功を収めたパイロットプラント計画や VLSI 計画を踏まえて策定された。しかし、何故、過去の計画が成功したのかについて、なからず下十分かつ正確な理解をしていなかった。それが世界先進のマーケ

[4] 1989 年の TI エイサー半導体以降、DRAM メーカーは幾つも台湾で設立されている。ただし、世界先進を除いてすべて、技術の大部分を海外に依存していた。

ティング能力の不足をもたらしたと考えられる。

パイロットプラント計画の場合、初めからスピンオフが目標としてあり、企業化の可能性を探ることを明確に認識していた。それゆえ、パイロットプラントの生産規模は当初の構想よりも拡大され、企業と同じような販売や購買の部門が設置された。また、それに適した人材が採用されるとともに、技術者にはラインバランスや機械設備の償却コストなど商業生産の必要な知識が教えられた。リーダーとなる曹興誠や宣明智をはじめ、このような人材が供給されたことが、聯華電子が経営的に成功する重要な要因となったと考えられる。

VLSI 計画の段階では、工研院は次第にパイロットプラント計画時のような商業生産志向を弱めつつあり、人材の構成にも変化が生じていたが、まだパイロットプラント計画のメンバーの多くは残っていた。そのなかの曽繁盛や許金栄が TSMC の設立に参画し、経営チームを構成したのである。また、トップの張忠謀はアメリカで長く半導体事業に携わった経験を持っていた。

このように聯華電子や TSMC には、母体となる工研院のプロジェクトから、技術以外にもマーケティングなど企業経営に必要な能力を持つ人材が供給されるようになっていた。しかし、サブミクロン計画あるいは当時の工研院は技術開発への純化が進行し、技術以外の能力を持つ人材をほとんど包含していなかった。こうして技術者が世界先進の経営チームのコアとなり、その結果、マーケティングの能力は十分に持つことができなかったのである。

サブミクロン計画および世界先進のケースは、単に経験を積み重ねただけでは適切なモデルの構築をもたらさないことを示している。経験から何を学ぶかが重要なのである。あるいは、失敗を経験することによってはじめて何が重要な要素であるかが明らかになるのである。

２．機械工業研究所からのスピンオフ

(1) ファクトリーオートメーションのプロジェクトとシステムソリューション企業[5]

M 社は工研院機械工業研究所が実施したファクトリーオートメーションのプロジェクトの成果として、1989 年に設立された。機械工業研究所からのスピンオフでは最も早いケースのひとつである。技術と主な経営幹部は機械工業研究所から移籍した。工研院は技術の代わりに 7.5%の株式を取得した。出資の現金部分は政府が交通銀行と開発基金を合わせて 30%、従業員が 10%、残りは民間資本であった。

M 社の母体となったプロジェクトでは当初から明確なスピンオフの構想があったわけ

[5] 以下、2009 年 2 月のインタビューに基づいている。

ではなかった。しかし、工研院が研究ばかりを続けるべきではないという政府の要望があって、機械工業研究所ではファクトリーオートメーションがスピンオフの対象として選ばれることになった。一方、技術者の側にもスピンオフにチャレンジしようという衝動があった。インタビューした現在の経営幹部の L は、工研院に留まり、公務員のような生活を続けるつもりはなかったと語っている。

しかし、設立後、M 社の経営は困難を極めた。はじめの 3 年で資本金の半分を失い、多くの人材が流出した。L の部門は設立時に 20 数人が工研院ら移籍したが、5 年後に 5、6 人しか残っていなかった。

M 社の経営が振るわなかったのは、どのようなニーズに応えていくのかという、ビジョンの確立ができなかったことによる。母体となったプロジェクトはファクトリーオートメーションの技術開発だったが、実際に M 社を設立してみると、プロジェクトが開発した技術をそのまま商品化することはできなかったのである。L は「実験室で考えていた外部のニーズと、実際のものとは大きな違いがあった」と述べている。模索は 5 年間続いた。その結果、たどり着いたビジネスモデルは。元の計画とは 99%違うものになった。

M 社が確立したビジネスモデルはシステムインタグレーションである。元のモデルとの違いは、システムを構成する個別の技術をすべて内製することをやめ、コアの部分のみを残し、他をアウトソーシングすることに切り替えたことである。したがって、必要な人材はソフトウエアやデータベースという個別の技術の開発のみをできる技術者ではなく、トータル・ソリューションのアーキテクチャを設計することができ、パートナーとコーディネーションのできるプロジェクト・マネージャーが重要となった。

M 社と工研院の関係は、時たま共同プロジェクトをおこなうことはあるが、現在ではかなり希薄になっている。工研院は保有していた M 社の株式も既に売却してしまっている。人材面でも交流はない。現在の M 社が必要とする人材は、工研院の技術者とは異なっているからである。

M 社の初期の経験は、世界先進同様、マーケティングに失敗したケースである。世界先進との違いは、M 社の場合、アウトプットが標準化されていないことおよび国内が主たるマーケットとなっていることである。このようなタイプの場合、初期には実際のニーズとのズレが大きかったと考えられる。初期の工研院は M 社の母体となったファクトリーオートメーションのプロジェクトのように、独自にプロジェクトを企画し、フルセットで技術を開発しようとする傾向が強かった。その背景には、工研院と民間企業との間の技術的なギャップとそれにともなうコミュニケーション不足があった（佐藤[1997]）。しかし、結果として、実際のニーズに合わない成果が生まれやすかったのである。

では、その後、工研院と民間企業とのズレは縮小されたのであろうか。次に最近のスピンオフのケースを取り上げ、変化の可能性を示したい。

(2) 再生ウェハー・メーカー[6]

再生ウェハー事業とは、半導体メーカーがテスト用に用いるウェハーを再生加工することである。ここで取り上げる K 社の場合、売上高の 7 割が国内、3 割が海外向けである。K 社の再生ウェハー部門は当初、独立した企業として設立されたが、2005 年に親企業の K 社に吸収された。K 社自身は 1950 年代に設立された砥石メーカーである。

K 社の再生ウェハー事業は、工研院機械工業研究所のプロジェクトが母体となっている。工研院からスピンオフし、事業としてスタートする時には、工研院から S をはじめ、5 人が移籍した。S は現在も再生ウェハー事業のトップである。

再生ウェハーのプロジェクトは、工研院と K 社の議論の中から生まれた。約 10 年前、K 社の新しい世代の経営者は、新規事業を探していた。それは既存の事業である砥石と関係したものがいいと考えていた。それに対して、当時、日本から帰国したばかりの工研院機械所の技術者が、半導体ウェハーのような硬脆材料の加工は、今後、延性モードが有望であると説明した。延性モードは砥石を用いる。K 社はこの提案にのったのである。台湾では初めての技術だったので、まず工研院で共同研究プロジェクトを行うことになり、K 社は委託研究費を払ってそれに参加した。工研院のチームは 2 年間、研削、ポリシング、洗浄等を研究した。その間に K 社は工場を建設し、プロジェクトが完了したところで人と設備を移した。スピンオフ後、K 社は 5 年間売上げの 1%を工研院へ支払った。

K 社の再生ウェハー事業のケースは、ファクトリーオートメーション・プロジェクトおよび M 社のケースと比べて、工研院と民間企業のコラボレーションがスムーズにおこなわれている。そのことは約 20 年の間に幾つかの変化が生じたことを示唆している。

第 1 は民間企業の変化である。まず、新規事業、それも技術的な高度化をともなう新規事業に対して、民間企業が積極的な姿勢を示すようになっている。また、その背景として、民間企業の技術面における能力の向上が認められる。そしてそれは、工研院とのコミュニケーションを円滑にする作用も持っている。

第 2 に、工研院が企業の技術的な相談相手として見なされていることである。このような企業側の認知は、工研院の過去の成果によって形成されたものだろう。

第 3 に、工研院の側も変化している。まず、民間企業のニーズに積極的に応じようとする姿勢がみてとれる。また、それを可能にする能力も持っている。このような変化もまた、徐々に進行していったものだと考えられる。

もちろん K 社の再生ウェハー事業のケースを過度に一般化することはできない。工研院からのスピンオフがどのように展開してきたのか、その背景にはどのような条件の変化があったのかを明らかにするには、さらにケースを積み重ねる必要がある。

---

[6] 以下、2008 年 9 月のインタビューに基づいている。

おわりに

本章では台湾の産業発展における技術者の役割について分析するための予備的な作業をおこなった。明らかになった点は以下の通りである。

第 1 に、台湾では学歴の高度化が進んでいる。工学教育に関しては、1990 年代に専科から大学に重点がシフトした。

第 2 に、台湾の研究開発は、投入面、産出面ともに発展が継続している。

第 3 に、工研院の役割に関しては進化論的なアプローチからの分析が必要である。工研院の台湾の産業技術の発展に対する貢献は広く認められている。特にスピンオフが重要な役割を果たしたこともよく知られている。しかし、成功という結果から後知恵的に分析する傾向があるため、そのプロセスは十分かつ正確には理解されていない。幾つかの事例から明らかになったことは、実際の過程は試行錯誤に満ちていることである。また、環境の変化にともない、スピンオフの形態も変わってきている。

今後の課題としては、工研院からのスピンオフについては、さらに事例を積み重ねる必要がある。同時に、それを産業発展における技術者の役割というテーマの中にどのように位置づけるのか、議論を深めなくてはならないだろう。

【参考文献】

（日本語）

佐藤幸人[1997]「産業技術開発における公的研究機関の役割－工業技術研究院の四半世紀－」『アジ研ワールド・トレンド』第 3 巻第 5 号。

－－－[1999]「技術発展と技術政策」（朝元照雄・施昭雄編『台湾経済論－経済発展と構造転換－』勁草書房）。

－－－[2007]『台湾ハイテク産業の生成と発展』岩波書店。

（中国語）

洪懿妍[2003]『創新引擎－工研院：台灣産業成功的推手－』台北：天下雜誌。

教育部[2008]『中華民國教育統計』民國 97 年版　台北：教育部。

史欽泰編[2003]『産業科技與工研院－看得見的腦－』竹東：工業技術研究院。

行政院國家科學委員會[2008a]『科學技術統計要覧』民國 97 年版　台北:行政院國家科學委員會（2009 年 2 月 22 日、http://www.nsc.gov.tw/tech/pub_data_main.asp よりダウンロード）。

－－－[2008b]『中華民國科學技術年鑑』民國 97 年版　台北：行政院國家科學委員會（2009 年 2 月 22 日、http://yearbook.stpi.org.tw/index.html よりダウンロード）。

（英語）

Huang, Min-ping [2006], "'The Cradle of Technology': the Industrial Technology Research Institute," in Terence Tsai and Bor-Shiuan Cheng eds. *The Silicon Dragon: High-Tech Industry in Taiwan*, Cheltenham and Nothampton: Edward Elgar.