

韓国液晶産業における製造技術戦略

新宅 純二郎

東京大学大学院経済学研究科

Email: shintaku@e.u-tokyo.ac.jp

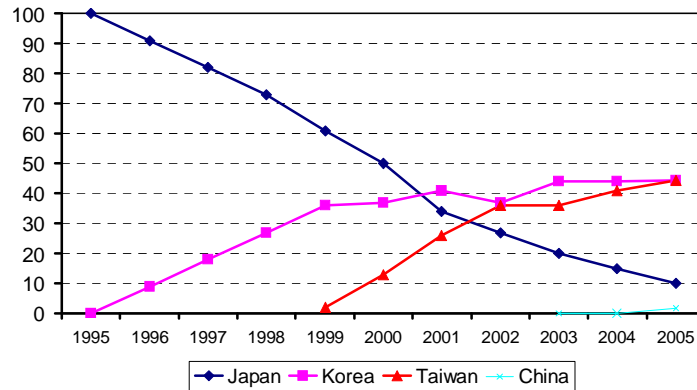
アジアのキャッチアップを支える日本の部品・装置産業

日本の製造業は、韓国、台湾、中国などアジア諸国の企業からの急激なキャッチアップに直面している。かつて、日本企業の製品が世界市場を席卷した時期には、日本企業は欧米企業が開発した製品を改善しているだけじゃないかという批判があった。たしかに、鉄鋼、自動車、半導体など、日米貿易摩擦の対象になった産業は、欧米オリジナルのものであった。しかし、その後、1990年代には日本オリジナルの新製品が登場した。液晶パネルやDVDがその代表的なものである。液晶パネルもDVDも、世界市場に広く浸透していった。

皮肉なことに、その普及とともに、日本企業の生産シェアは急速に低下した。大型の液晶パネル産業は1990年代初頭に登場したが、それからわずか15年で、日本企業シェアは10%程度にまで低下している(図1参照)。その一方で、韓国企業、台湾企業のシェアが急増し、それぞれ45%程度を占めるに至っている。また、パソコン用のDVDドライブでも日本20%、韓国40%、台湾40%のシェアである。さらに、AV用のDVDプレーヤーでは、世界生産が1億2千万台程度のうち、約半分が中国企業の生産になっている。DVDの商品化からわずか10年でこのような状況になったのである。日本企業にとって、独創的なオリジナル製品の開発成功による果実が得られる期間は、意外に短かった。

では、なぜこのような急速なキャッチアップに悩まされるようになったのであろうか。アジアのキャッチアップ企業の技術力が急速にあがっているのか。たしかに、その側面もある。しかし、より詳細にこれらの産業を調べてみると、実は、韓国企業も台湾企業も日本企業に依存していることが分かる。日本企業が生産して供給する部品、材料、製造装置

図1 大型液晶パネル生産における国別シェア（出荷量ベース）



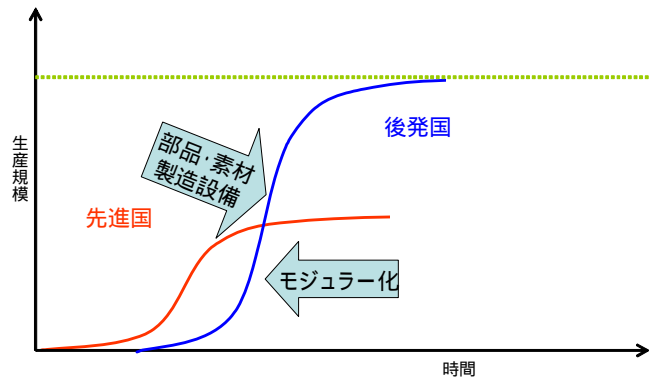
出所) 朴・富田による発表資料。国際ビジネス研究学会, 2007年10月28日, 於高崎経済大学。三星経済研究所 (1999), *Display Search* (2002, 2006) より、朴・富田作成。

が韓国、台湾、中国で広く使われている。

たとえば、DVDのコア部品である光ピックアップでは、日本企業は90%以上の高いシェアを維持している。アナログ製品である光ピックアップは開発生産するのが極めて困難であり、擦り合わせ型製品である。また、光ピックアップは各社によって特性が大きく異なるため、それを制御するサーボ回路は個々の光ピックアップ特性に合わせこんで設計する必要がある。したがって、サーボ回路を組み込んだLSIチップセットの設計製造も容易ではない。しかし、擦り合わせが完了した光ピックアップとLSIチップセットがあれば、DVDプレーヤーは新規参入の中国企業でも比較的容易に生産できる。コア部品のセットが、いわば一括ソリューションとして完成品メーカーに提供されているのである。

また、製造装置がソリューションとして提供されているケースもある。半導体製造装置産業では、1990年代後半にそのようなビジネス形態が広がったという。メモリー事業で韓国三星などに攻め込まれた日本の半導体企業は、ASIC(Application Specific Integrated Circuit、特定用途向け集積回路)やSOC(System-on-a-chip、システムLSI)事業に軸足を移すため、設計エンジニアを増やし工程エンジニアの数を減らした。そのため、製造装置メーカーは、従来以上に量産立ち上げに関与してサポートすることが求められるようになった。その要求への対応として、製造装置メーカーは装置操業のノウハウであるレシピ作りにコミットしていくようになった。その結果、台湾や韓国の半導体メーカーに対して、製造ノウハウ

図2 モジュラー型キャッチアップ・モデル



出所) 新宅純二郎 (2007)「東アジアにおける製造業ネットワーク形成と日本企業のポジショニング」『韓日経商論集』(2007年6月号), 169-195. 韓日経商学会.

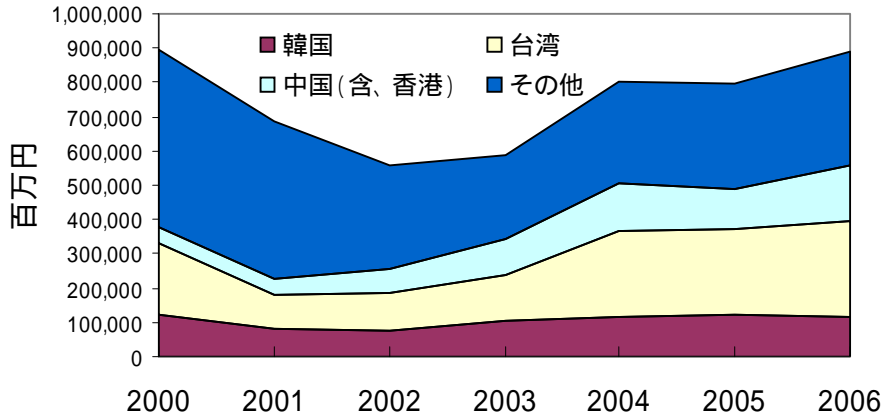
を一括ソリューション型で提供するビジネスを展開するようになったという。これは、日系の装置メーカーだけでなく、AMATやASMLなど欧米系の装置メーカーも同様であった。さらに、液晶パネル製造装置でも、同様のソリューションビジネスが広がっているという。その結果、韓国、台湾の液晶パネルメーカーは、製造ノウハウが織り込まれた製造装置を導入して一気に生産を拡大したのである。

このように、擦り合わせ型の高度なノウハウが埋め込まれた部品や材料、あるいは製造装置が日本からアジア諸国の企業に一括ソリューションとして提供される。そのようなソリューションビジネスが、アジア製造業発展のプラットフォームとなっているのである。筆者は、擦り合わせ型の部材や装置の供給の上のったキャッチアップ国の発展を、モジュラー型のキャッチアップモデルとして図2のように図式化している。

液晶産業の発展と国際分業

現在東アジアでは、日本で製造装置や部材といった産業財が生産され、それが韓国や台湾に輸出されて資本集約的な先端産業で加工され、さらにそれが中国に輸出されて労働集約的な組立工程を経て完成品になるという国際分業が成立しつつある。その典型が液晶関連の産業である。2004年の日本からの液晶用偏向板材料輸出の37%が韓国、27%が台湾である。液晶パネルやプラズマパネルなどフラットパネルの製造装置と部材における日本企

図3 日本の半導体・フラットパネルの製造装置の輸出



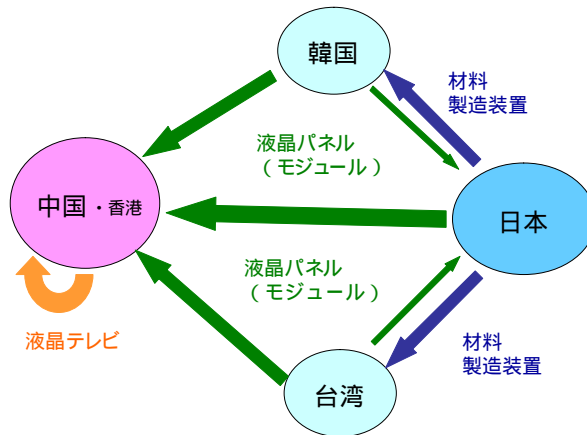
出所) 機械輸出組合資料より、新宅作成。

業の世界シェアは各カテゴリーで 60%から 100%と高いが、その販売先は日本国内よりもアジア向け輸出のほうがはるかに大きくなりつつある。半導体製造装置とフラットパネル製造装置を合計した 2006 年の輸出額は、韓国向けが 1169 億円、台湾向けが 2805 億円、中国向けが 1583 億円で、この 3 カ国で同装置の総輸出の 62%を占めている(図 3 参照)。大型液晶パネルの生産は、上述のように韓国、台湾の世界シェアが両国で 90%にも達している。さらに、これらのパネルの一部は中国に輸出され、中国企業や中国立地の日本企業・韓国企業の工場で液晶テレビのような最終製品に組み立てられる。各国の比較優位を活かした結果として、**産業財 [日本] = 資本(設備)集約型中間財 [韓国・台湾] = 労働集約型組立品 [中国]** という分業が東アジアで構築されつつある。

筆者は、このような問題意識をベースにして、2007 年 10 月 28 日に高崎経済大学で開催された国際ビジネス研究学会で、¹「液晶産業におけるアーキテクチャと国際分業」と題するワークショップを開催した。ワークショップでは、筆者が座長となって問題意識と液晶産業のアーキテクチャ分析の外観を示した後、朴英元(東京大学)「液晶パネル産業の歴史とキャッチアッププロセス」、富田純一(東洋大学)「液晶パネルの製品・工程アーキテクチャと製造装置メーカーのビジネスモデル」、立本博文(東京大学)・善本哲夫(立命館大学)「液晶テレビのアーキテクチャと競争パターン」についての報告があり、その後、これらの報告に対して、韓国と中国の液晶産業研究者からのコメントを受けるという構成で開

¹ http://www.ibi-japan.co.jp/new_jaibs/zenkokutaiikai_info.html

図4 液晶産業の国際分業構造



出所) 新宅作成。

催された。三星経済研究所の具本寛氏からは韓国液晶パネル産業における部材メーカーのクラスター形成と日韓企業の協業の可能性についてコメントがあった。また、北京大学の宋磊氏からは、モジュラー型のデジタル家電製品で、中国企業は中国市場で一旦外資企業を上回るが、再度外資系企業に逆転される現象が起きており、モジュラー型製品で中国企業の優位が必ずしも維持されるわけではないことが報告された。本稿の一部は、このときの議論や報告者との共同作業に基づいたものである。

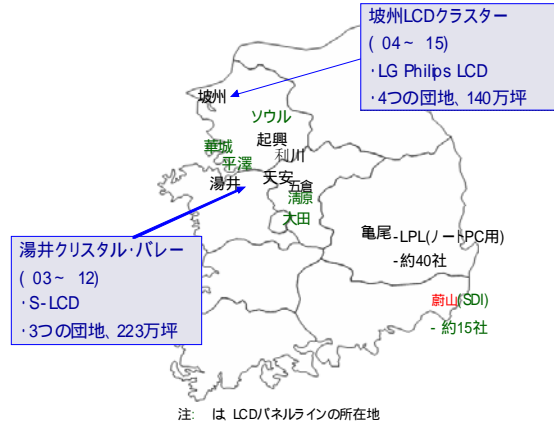
韓国液晶産業の発展

アジアの液晶産業の実態を把握するために、韓国、台湾、中国の液晶関連産業を調査してきた。台湾の液晶産業の発展とその際の日本企業の関わりについては、本誌にまとめたものがあるので、それを参照されたい。² しかし、韓国や台湾における日本の製造装置産業の実態については、これまで調査したことがなかったので、今回は装置産業の視点から2007年12月9日から11日まで調査に行ってきた。

図5が韓国の液晶産業の立地を示したものである。まず、韓国の液晶産業の集積は亀尾(クミ)で始まり、LGの液晶工場が立地するとともに、液晶用ガラスを供給する三星コー

² 新宅純二郎, 許経明, 蘇世庭 (2006) 「台湾液晶産業の発展と企業戦略」『赤門マネジメント・レビュー』5(8), 519-540. <http://www.gbrj.jp/journal/amr/AMR5-8.html>

図5 韓国液晶産業の地理的な分布と集積



出所) 具本寛(三星研究所主席研究員)による発表資料。
国際ビジネス研究会, 2007年10月28日, 於高崎経済
大学.

ニング精密が工場を設立して1996年から供給を開始した。現在、三星グループは天安・湯井(タンジョン)を中心に、LGグループ(LPL: LG Phillips LCD)は亀尾と坡州を中心に立地している。前述の学会における具氏の分析によると、韓国の液晶関連企業は湯井と坡州という二つの地域で液晶クラスターを形成しつつある一方で、日系など外国の液晶関連企業(製造装置など)は、湯井と坡州の間である平澤(ピョンタク)周辺に多くが立地しつつあるという。

三星電子は、彼らの半導体工場があった器興で、1995年から生産を開始している。その後、三星電子は1998年に量産を開始した第3世代から天安に工場を移して第6世代³までのパネルを生産し、さらに、2005年に量産を開始した第7世代からは天安のすぐ近くの湯井で生産している。

部材や製造装置で、その多くが日本企業からの供給が多かった中で、重要部材であるにもかかわらず、早くから国産化が進んだのがガラスである。三星コーニング精密が、三星グループとともに、LGグループにも供給してきた。三星コーニング精密は、世界有数のガラス・メ

³ 三星グループは第6世代を生産していないとも言われている。サムスン電子の広報資料によれば、マザーガラスが1100×1250ミリの第5世代工場に対して、1100×1300ミリの工場を第6世代と称していた。

ものづくりアジア紀行

図 6 韓国に進出した外資系 LCD 関連企業の状況

	分野	企業名	形態	投資企業(国籍)	所在地(時期)
部品・素材	ガラス	旭硝子ファインテック(AFK)	単独	旭硝子(日)	亀尾('05)
		坡州電気硝子	合作	NEG(日)	坡州('06)
		ショット倉元	合作	Schott(独), 倉元(日)	五倉('05)
		NHテクノガラス	合作	NSG(日)、HOYA(日)	平沢('05)
	偏光板 偏光フィルム	東友ファインケム 韓国日東Optical 韓国3M	単独 合作 単独	住友化学(日) 日東電工(日) 3M(美)	平沢('02) 平沢('05) 華城('06)
BLU 関連	韓国デラガラス 東レ-Sehan	合作 合作	デラガラス(米) Toray(日)	楸八('04) 亀尾('99)	
	ハリソン東芝ライティング	単独	ハリソン東芝ライティング(日)	五倉('04)	
液晶	メルク・アドヴェンスト・テク	単独	メルク(独)	浦沖('02)	
装置	フィルムコーティング	チッソ・Korea	単独	Chisso(日)	平沢('05)
	フォトマスク	韓国HOYA電子	合作	HOYA(日)	平沢('04)
	Colorfilter Ink	ナノテック・ミクニ	合作	ミクニ色素(日)	平沢('05)
	薄膜設備	韓国アルバック	単独	ULVAC(日)	平沢('05)
	真空Chamber	韓国アルバック精密	単独	ULVAC(日)	平沢('05)
	洗浄	PSテクノロジー	単独	ULVAC(日)	平沢('05)
	化学蒸着	A1	単独	A1(米)	安山('04)
	背向膜塗布	キャリス	単独	NAKAN(日)	平沢('06)

出所) 具本寛(三星研究所主席研究員)による発表資料。国際ビジネス研究会, 2007年10月28日, 於高崎経済大学。

メーカーであるコーニング社と三星グループが、液晶パネル用の薄型ガラスを供給するために、両社 50% ずつの出資で 1995 年に設立された合弁企業である。当初は、亀尾で生産を開始したが、三星グループの液晶パネル生産が天安地区に移転した後、2002 年から三星コーニング精密も第 5 世代以降のガラスを天安で生産するようになった。現在、亀尾と天安にそれぞれ 2 工場を操業している。この三星コーニング精密は、売上高営業利益率が 60% 弱の高収益企業である。また、コーニング社は液晶用薄型ガラスのパイオニアで、現在でも 60% 程度の世界シェアを維持しており、韓国でも 65% のシェアだと言われている。この分野のガラスでは、他に日本の旭硝子と日本電気硝子それぞれ 20 ~ 25% 程度のシェアである。

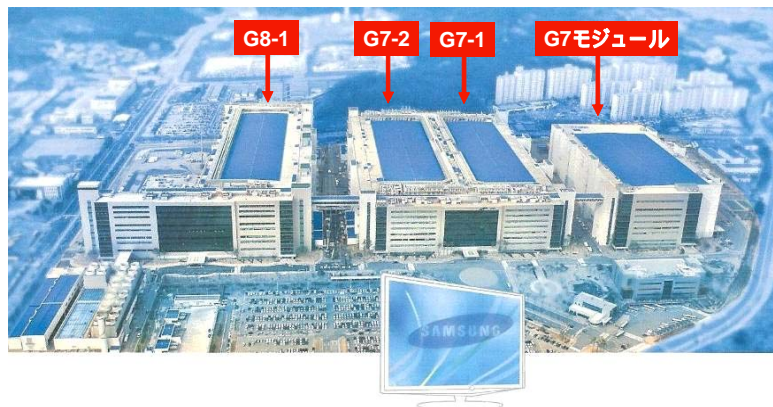
三星グループは、この合弁企業に先立って、ブラウン管についてもコーニング社と三星コーニングという合弁企業を設立して事業を拡大してきた。三星グループのブラウン管事業は、三星 SDI (旧、三星電管) が担い、90 年代に世界トップの地位を築いた。本来、SDI が三星グループの表示装置を担当しており、同社では TFT 液晶も開発していたが、TFT 液晶は半導体製造技術との共通性が高いとの判断から、SDI ではなく三星電子が担当するようになった。SDI は、小型液晶、プラズマパネル、有機 EL などを担当することになった。

三星電子の最新鋭工場

筆者は、三星電子の最新鋭工場である湯井工場を訪問した。工場の中は見学できなかったが、その規模は外から見るだけでも圧巻であった。写真は三星電子のカタログからとったものである。青い屋根が四つ判別できるが、右から、第7世代のモジュール工場、第7世代の第一工場（G7-1）、第7世代の第二工場（G7-2）、第8世代の第一工場（G8-1）である。G7-1はソニーとの合弁のS-LCDにより2005年に生産が開始された。正確に言うと、合弁のS-LCDが設備投資を負担し、その設備を三星電子に貸与し、三星電子が委託生産をしている形態だそうだ。工場の建物はS-LCDではなく三星電子が所有しているらしい。ここで生産されたパネルは、半分をソニーが、半分を三星電子が引き取ることになっている。その後、G7-1の量産が安定化した段階で、2006年にG7-2を稼働させた。この二つのラインは、生産能力は異なるが、基板サイズ、装置、部材は全く同じである。G7-2は、いわばG7-1での学習成果をそのまま活用した量産工場である。このG7-2はS-LCDではなく、三星電子独自の投資となっている。したがって、三星電子にとって、G7-2はすぐに量産が立ち上がる投資効率の高い工場である。写真を見て分かるように、この二つの工場はまったく大きさも同じツインビルのようにになっている。

G7-1とG7-2で生産しているのは、2枚のガラスで液晶材料を挟み込んだいわゆる液晶パネルの部分までの工程である。パネル工程の後に、ドライバーICなどをパネルの周辺に

図7 三星電子の湯井工場外観



出所) 三星電子液晶事業の広報資料。

ものづくりアジア紀行

取り付けるモジュール工程があり、G7-1の右側にあるのが第7世代パネルのモジュール工程工場である。しかし、第8世代のモジュール工場はここにはない。設備集約的なパネル工程と異なり、モジュール工程は労働集約的な組立工程になるので、第8世代からは中国などに分散して立地している。この動きは、シャープなどでも同様であり、亀山の第8世代工場ではモジュール工程はない。

第7世代の左側にあるのが第8世代工場のG8-1である。この工場は、やはりS-LCDの投資で2007年に稼働したものである。この左側に空スペースがあるが、ここにG8-2が建設され、第7世代のときと同様の工場体制が取られる予定である。さらにこの第8世代工場の裏側に空き地が見えるが、ここが第10世代の工場用の敷地であるという。

また、この写真の左側に道路があるが、この道路の左側に、三星コーニング精密の天安工場があり、第5世代以降のガラスを生産している。もちろん、三星電子湯井工場にも隣接して供給している。隣接しているにもかかわらず、なぜ片方は湯井工場といい、もう片方は天安工場というのかは不明である。隣接立地を活かして、地下にトンネルを掘ってガラスを搬送しようという計画もあったらしいが、何らかの理由でうまく行かずに実現していない。しかし、トンネル自体は使われないまま存在しているとのことであった。

韓国液晶産業のキャッチアップ戦略

今回の訪問調査は、2日間で5社の調査であったため、実態を把握するにはまだまだ不十分であることは否めない。筆者の大きな疑問は、製造装置や部材を日本企業に依存しながらも、なぜ2000年代に入ってから韓国や台湾の液晶パネル産業が日本のそれを上回る急速な成長を示したのかということであった。投資規模だけではなく、技術的にも日本を追い越したように見える。第3～4世代までは日本が先行して、それに韓国企業が追随する構図であった。しかし、2002年に立ち上がった第5世代液晶パネルでは、韓国企業が先行し、その後も第5世代工場に投資した日本企業は皆無であった。その韓国企業に追随したのが台湾企業であった。1990年代末に日本企業からの第3世代の技術導入で立ち上がった台湾企業は、2003年から第5世代工場を立ち上げることによって、液晶パネル産業での地位を確固たるものにした。図8を見ると、韓国企業が先行したのを台湾企業が追随し、2002年から2005年の4年間に稼働したほとんどの工場が第5世代だったことが分かる。実際、2004～05年の液晶パネルの世界の生産能力の半分以上を第5世代工場が占めるようになった

図8 各国液晶パネル企業の世代別工場稼働時期

国名	メーカー名	2002				2003				2004				2005				2006							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
台湾	AUO						G5				G5				G6		G5								G7.5
	CMO							G5							G5.5										G5
	CPT														G6										
	QDI						G5									G6									
	HannStar								G5																G6
	InnoLux														G5										
日本	Sharp										G6														G8
	IPS Alpha																		G6						
韓国	Samsung			G5					G5							G7				G7					
	LPL		G5				G5						G6							G7.5					
中国	BOE												G5												
	SVA-NEC														G5										
	Info Vision																			G5					

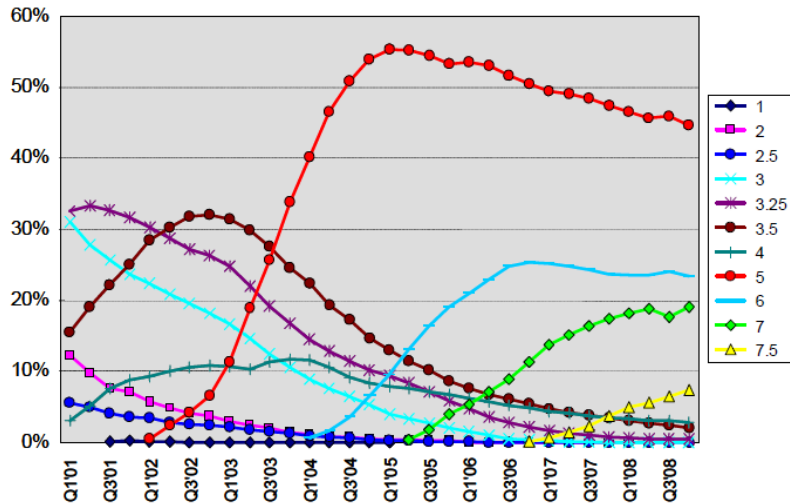
注) Acer と Unipeck は 2001 年 9 月に合併し AUO となっている。

(図 9 参照)

韓国企業も、台湾企業も、この第 5 世代工場に大規模な投資を敢行することで、大型パネルの生産能力を一気に拡大した。第 5 世代の彼らの攻撃的な市場攻勢に押されて、大型液晶パネルの生産から撤退する日本企業が続いた。2002 年には、日本 IBM と東芝の合併企業は解消し、台湾の CMO が買収した。

このように、韓国、台湾の液晶企業は第 5 世代工場で世界のトップに立った。しかしながら、製造装置や部材の多くは日本企業に依存する状況であった。そのような中で、いかにして技術的に最先端の工場を立ち上げていったのであろうか。限られた調査ながら、今回の訪問調査から示唆されたことを筆者なりにまとめると、1) 部材の互換性、2) 製造設備の国産化、3) 設備能力の継続的改善、4) 製造設備の標準化と共有化、の四つになると考えられる。

図9 液晶パネルの世代別生産能力シェア



出所) 中田行彦 (2007)「液晶産業における日本の競争力」(RIETI Discussion Paper Series No. 07-J-017). 独立行政法人経済産業研究所, 図 33.

(1) 部材の互換性の向上

部材の供給をサードパーティのサプライヤーに依存する企業にとって、特定の部材産業が寡占的であると、価格交渉力で不利になり、利益確保が困難になる。液晶パネルの製造コストでは、購入する部材コストが高く、大型パネルでは製造コストの6割程度が部材費であると言われている。今回調査した企業のひとつは、液晶用の薄型ガラス基板がパネル製造コストの3割程度に及ぶと指摘していた。ガラス基板、液晶材料、偏光板などの主要部材では上位数社への集中度が高い。

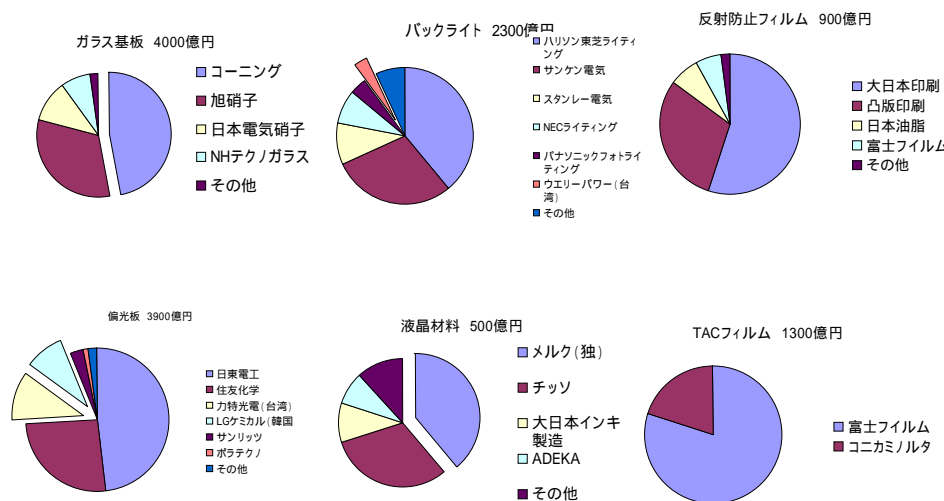
とりわけ、ガラス基板は、集中度が高くて価格も高い上に、供給量が限られていた。ガラスの製造は設備集約的な工程であり、設備投資によって供給能力が制約される。韓国の企業が第5世代に投資するにあたっては、ガラス・メーカーが第5世代向けの設備投資と大型化を実現する開発投資をしなければ、パネルは製造できない。

また、初期のTFT液晶パネル製造工程では、同一メーカーの同じガラス基板を使用しないと、パネル製造の歩留まりをあげることができなかったという。その理由のひとつは、パネル製造工程での熱収縮の問題があったからである。パネル製造では、上側のガラスにカラーフィルターを、下側のガラスにTFTを形成し、その2枚のガラスで液晶材料を挟み

込む。その際、熱を加える工程があり、ガラスが若干収縮する。上下のガラスの収縮率に微妙な違いがあると、カラーフィルターの画素セルと TFT のセルとがずれてしまい、適切に表示できなくなる。そこで、熱収縮率が同じガラスを使っていた。しかし、そのような状況だと、特定のパネル工場は、特定のガラス・メーカーの供給に依存することになる。

そこで、韓国の液晶パネル企業は、第 4 世代の頃から、特定のガラスに依存しない工程開発を進め、第 5 世代以降では複数のガラス・メーカーのガラスを混在して使えるようになったという。ガラスとパネル工程の依存性の問題は、現在でも完全には解決していないそうだが、ほぼ 9 割方は解決したとの評価であった。⁴ 三星コーニング精密というグループ企業を抱えている三星電子でさえ、三星コーニング精密以外からも購入している。三星電子では、基本的には二社購買の政策をとっており、同じスペックのものを 2 社から調達することで部材メーカーのコスト競争による調達コスト削減を狙っている。偏光板も、同じスペックで 2 社から購入している。ただし、化学品は配合が微妙に異なると特性に影響を与えるので、2 社購買が難しい。液晶材料がその典型で、液晶材料の微妙な差が偏光板やカラーフィルター、バックライトの仕様に影響を与える。

図 10 液晶パネル材料の生産金額シェア (2005 年)



出所) 『エコノミスト』(2006 年 6 月 20 日号)。

⁴ プラズマ・ディスプレイ・パネル (PDP) では、いまだに特定企業のガラスにロックインされる状況が続いている。PDP では先行した旭硝子のシェアが高く、三星も LG も、旭硝子の製品を 100% 購入しているという。

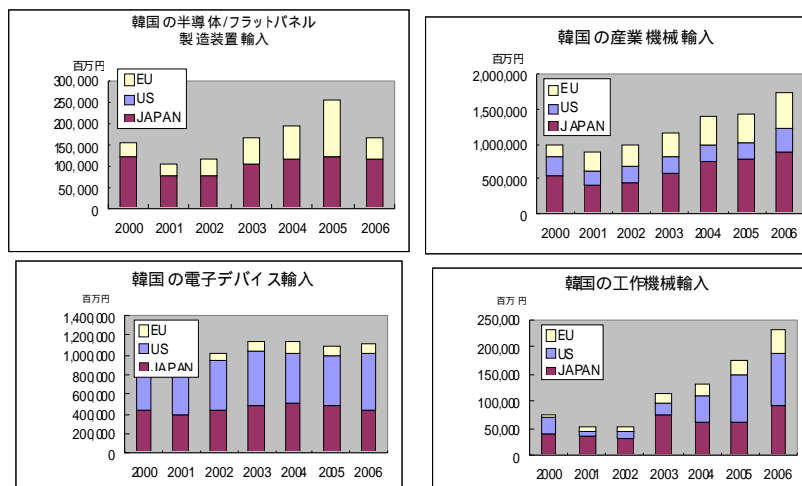
ものづくりアジア紀行

韓国、台湾企業によって第5世代の生産能力が劇的に増えていった背景には、このようなガラスの互換性が寄与したようである。ガラスの互換性は、パネル企業にとって、価格交渉力を高めるだけでなく、必要量を確保するメリットもあった。パネル企業側の投資が活発化し、ガラス・メーカーの投資がそれに遅れると、ガラスの需給はタイトになる。そこで、生産に余裕のあるガラス・メーカーからガラスを確保するためにも、様々なガラスを使いこなせる製造能力が重要になる。その能力をもった企業が競争力を高めることになる。少なくとも、韓国の三星電子とLPLは、そのような能力をこの時期に蓄積したようである。同じく第5世代に投資した台湾企業が、同じ時期にそのようなガラスの使いこなし能力を持ったか否かは、今回の調査では不明である。

(2) 製造設備の国産化

三星、LG に代表される電子産業や、現代グループの自動車産業の世界市場での躍進が著しい韓国産業であるが、その悩みのひとつは製造装置、原材料などを海外からの輸入に依存している点にある。IMF 危機後の韓国経済の回復時にも、生産財の輸入はむしろ増えている（図 11 参照）。韓国の輸出液晶パネル産業もその代表で、韓国企業はその国産化に取り組んできた。その方法には三つある。第一は、海外企業との合併を設立し、韓国で生

図 11 韓国の生産財輸入



出所) 機械輸出組合資料より、新宅作成。

産する方法である。三星コーニング精密がその典型である。第二は、海外企業を韓国に誘致する方法である。日本の製造装置メーカーや材料メーカーは、すでにかかなりの数が韓国に進出している。図6に単独進出と合併の事例をまとめている。

日本企業にとって、技術ノウハウの漏洩に慎重なところほど、韓国進出は遅れることになる。慎重であれば、まず、製品輸出で営業やサポート部門だけを韓国におく。もう一步踏み出すと、生産の最終段階だけを韓国に移転する。たとえば、偏光板の例では、前工程の原反⁵を日本で生産し、韓国など海外では後工程のカット工程だけを持っている。ガラス基板でも、旭硝子はまず後工程の研磨工程で進出し、前工程のフロート工程で操業したのは2007年である。

今回訪問した日本の製造装置メーカーは、1995年に韓国法人を設立し、2000年から韓国で生産を開始しており、韓国での生産は日本企業としては早い部類である。第4世代製造装置から生産し、需要が爆発した第5世代装置は、日本と韓国の両方から供給した。その後、第6世代以降は、すべて韓国製の装置を納入しているという。同社は、この時期の進出によって、第5世代製造装置の韓国需要に迅速に対応することができた。台湾についても、同様の進出をしており、積極的な海外進出による顧客開拓が同社全体としての成長を支える基盤になった。

この韓国法人がユニークなのは、日本語を社内公用語にしている点である。社長は、日本の大学に留学して博士学位を取得し、同社の日本本社で働いた後、韓国に帰国して韓国企業に勤務し、その後、同社の韓国法人に社長として復職したという経歴の持ち主である。日本での経験が長いこの社長は、日本本社と韓国法人との密接な交流を基本方針とした。日本本社の技術を徹底的に学ぶためには、社員全員が日本語で日本本社の社員と直接コミュニケーションがとれることが必須であると考え、日本語を社内公用語にした。もちろん、最初から日本語ができる社員を採用できるわけではないので、社内に日本語教室を開設して毎日日本語学習を義務づけているという。また、毎年50名程度の社員を日本本社のあらゆる部門に出向させて、直接日本人担当者から学ぶようにしているという。そのようにして学習した韓国人社員が、最先端の製造装置の生産と、韓国液晶パネル企業へのサポートを支えている。

このほかに、純粋な韓国企業による製造装置の生産も拡大しているようである。今回は、残念ながらそのような韓国製造装置メーカーは訪問できなかった。今回訪問したLPLの第

⁵ 偏光板はいくつかの原板を貼り合わせて作り、それを反物のようにロール状に巻き、最後に液晶パネルのサイズに切っていく。

6世代パネルを生産している亀尾工場では、韓国製の製造装置がすでに4割を占めているとのことであった。なお、坡州にある第7世代工場では、国産装置の比率はもっと高いという。ここでいう韓国国産比率には、上述のような日系の韓国法人による生産は含まれていないという。ただし、国産できるものは装置によって異なり、たとえば、露光装置はまったくゼロであり、一方、洗浄装置はすべて国産の工場もあるという。韓国液晶パネル企業にとって、国産装置は日本製よりも圧倒的に価格が安いことが魅力である。

(3) 設備能力の継続的改善

韓国の液晶パネル企業の特徴的な取り組みとして、今回の調査で指摘されたもうひとつの点は、製造能力の継続的な改善である。生産性向上、歩留まり向上、品質安定化を目指して、製造工程を継続的に改善し、工場を絶えず進化させていくのは、日本企業のお家芸である。しかし、日本と韓国で製造装置を販売する某社によれば、韓国企業のほうが装置の改善に積極的であるように感じると指摘していた。

設備集約的な液晶パネルの製造工程では、どのような材料と設備を使って、どのようなレシピで設備を稼働させるかが重要な製造ノウハウである。レシピとは、設備をどのような環境下（温度など）で、どのように動かすのかを規定したものである。料理でいうと、どのような素材をどのように加工するかを詳細に規定したのがレシピであり、美味しい料理を安定して作るにはしっかりしたレシピが欠かせないのと同様である。

このレシピの改善が歩留まり改善などにとって大きな要因である。一般的な傾向として、日本ではパネル企業自身がレシピ改善に取り組み、韓国ではパネル企業と装置メーカーが共同でレシピ改善に取り組むことが多いという。装置メーカーが新しい工場に装置を納入した後、日本では装置の能力が安定して発揮されるまで、装置メーカーのエンジニアが常駐して調整を行う。しかし、それから先、量産を安定化させるためにプロセス条件を詳細に追い込んでいくのはパネルメーカーのタスク領域であり、装置メーカーはそのプロセスからは遮断されることが多い。レシピ作りこそがパネルメーカーの工程エンジニアの重要なタスクである。これは、半導体産業でも同様である。

一方、韓国でも、装置メーカーのエンジニアが常駐するが、その期間は日本よりも長く、量産が安定するまで続くことが多い。場合によっては1年近くに及ぶ。この間に、レシピを改善していくのである。さらに、量産が安定化してから暫くしてから、装置の改善によって、生産能力を拡張するような改善提案を行うこともあるらしい。たとえば、タクト60

秒で動いている装置を改善することで、タクト 50 秒にすれば、同じ装置で生産能力を上げることができる。生産量拡大に際して、そのような装置の改良を利用すれば、装置を増やして新規投資するよりも、投資を節約することができる。このような改善提案に対して、韓国企業は貪欲であるという。

これをもって、韓国企業のほうが工程の継続的な改善に積極的であるとは言えない。日本では、装置メーカーの見えないところで、パネルメーカーが改善努力をしているだけかもしれない。しかし、少なくとも装置メーカーにとって、韓国の顧客のほうが、レシピ改善や装置改善など、仕事領域と知識蓄積の余地が大きいことは確かなようだ。

(4) 製造技術のプラットフォーム化

筆者が台湾の液晶パネル産業の発展について調査しても分からなかった最大の疑問は、台湾企業がどうやって 2003 年に第 5 世代液晶工場を立ち上げたのかということであった。⁶ 台湾企業は、1999 年頃に日本からの技術移転で第 3 世代の液晶パネル工場を立ち上げた。しかし、第 5 世代技術については、日本企業からの技術供与は 1 社を除いてなかったはずである。そもそも、日本企業で当時、第 5 世代液晶工場を立ち上げたところはない。1999 年によやく本格的に液晶工場を立ち上げたばかりの台湾企業が、第 4 世代もスキップして独自に最先端の第 5 世代工場を立ち上げるとは考えにくい。

第 5 世代の量産時期から見る限り、まず韓国で LPL、三星の順に立ち上がり、その約 1 年後に台湾で立ち上がっている(図 9 参照)。このような稼働時期から判断すると、韓国から台湾へと第 5 世代技術が流出していったと推論することはできた。しかし、実際に韓国から台湾への技術移転があったか否か、またあったとしたらどのような移転プロセスであったのか。これは筆者が 2 年近く疑問に思い、その間、様々な人にその疑問を投げかけたり、調査報告の類を読んだりしたが、明確な答えはなかった。

今回の調査でも、その答えが得られるとは正直に言ってあまり期待していなかったが、ヒアリングの中で思わぬ示唆を得ることができた。その答えを端的に言うと、「確かに韓国から台湾への技術移転があった。それは、意図せざる技術漏洩ではなく、韓国企業の意図した技術移転であった」という説明である。この説明については、今回、単一の情報源から得られた情報であるため、状況から判断すると信憑性は高いものの、いまだ事実確認が必要である。以下の説明は、それを踏まえたものとして理解されたい。

⁶ 新宅純二郎、許経明、蘇世庭 (2006) 「台湾液晶産業の発展と企業戦略」『赤門マネジメント・レビュー』5(8), 519-540. <http://www.gbrc.jp/journal/amr/AMR5-8.html>

ものづくりアジア紀行

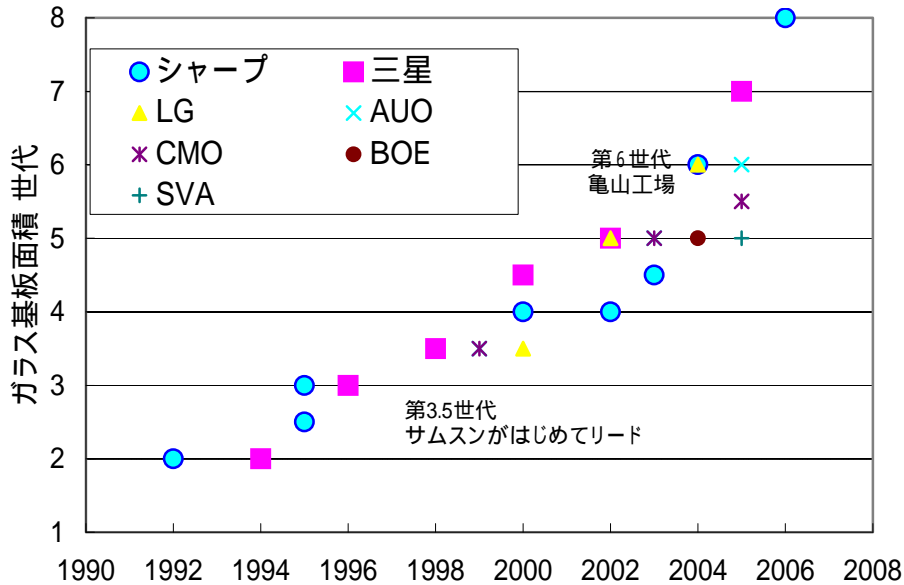
第5世代液晶工場のパイオニアはLPLであった。世界初の第5世代工場は、LPLが2002年の第二四半期に立ち上げた。それまでは、第3世代まで日本企業が先行し、韓国企業が追随していた。三星電子が1998年に3.5世代で初めて日本を先行し、同時に世界シェアトップの地位に立った。しかし、第4世代では再び日本のシャープが先行した。

そういった状況の中で、日本、さらには三星電子のやや後塵を拝していたLGグループのLPLが、初めて第5世代で世界を先行しようとした。しかし、LG単独でできるわけではなかった。そこで彼らが考えたのは、台湾勢を自社の製造技術グループに巻き込むことである。詳細は未だ明らかではないが、台湾企業に対して自社で確立した第5世代製造技術を移転することを事前に約束したらしい。実際にLPLの工場が立ち上がったあとにはLPLの協力会社群がこぞって台湾に第5世代の製造装置を売り込みにいったという。

日本企業なら、技術的優位性を少しでも持続させるために、ブラックボックス化などで技術伝播のスピードを鈍らせようとする。しかし、LGはまったく反対に、自社技術の移転を約束、実行したのである。これは、装置メーカーの技術に依存しているキャッチアップ企業が技術で先行する際に有効な手段である。装置メーカーにとって、同じ装置の販売先が多いほど、開発費を回収しやすく、利益のあがるビジネスになる。しかし、それまでの液晶製造装置は、工場ごとにガラス基板サイズなどが微妙に違い、装置メーカーとしてメリットは出しにくかった。ところが、第5世代装置でLGに協力すれば、台湾から受注できる可能性が高く、装置を量産できる可能性がある。とりわけ、LPLの第5世代工場が立ち上がった前年の2001年はITバブルが崩壊し、半導体不況の年であった。投資に慎重であった当時の装置メーカーにとって、LGの構想は非常に魅力的であったに違いない。

第5世代液晶のストーリーを簡略化すると、次のようになろう。LGグループが先端的な投資を計画した。しかし、当時のLGは技術的には一步遅れており、装置メーカーの開発インセンティブを高めることが必須であった。そこで、LGは装置メーカーの販売先として台湾企業を勧誘し、装置などの一括移転を容認した。その結果、LG技術が、いわば第5世代のデファクト・スタンダードになって台湾に移転されていった。韓国でも、台湾でも、LGの製造技術がプラットフォームとなり、多くの第5世代ラインが立ち上がった。数多くの顧客に採用された第5世代装置は、その過程でかつてない完成度を誇るようになった。それが第5世代の製造安定化と量産の拡大をもたらし、液晶パネル産業における日本企業のシェア低下と韓国企業、台湾企業の躍進を決定づけた。

図 12 液晶パネルの投資競争



出所) 各社資料より、新宅作成。

その後、シャープが先行した第6世代、三星電子が先行した第7世代で同様のプラットフォーム化が繰り返されたわけではなさそうだ。むしろ、シャープはブラックボックス化を強調して製造技術の自社囲い込みを進めようとした。しかし、第6世代も、第7世代も、台湾企業の追従が起きている。どうも、第5世代がきっかけでこの産業は、クローズ型からオープン型に転換したようである。

現在、同様の現象は半導体産業でも起きている。次世代の32ナノ以下の微細加工技術を確立するためには、開発環境を整備するだけでも数千億円規模の投資が必要になり、一社だけで負担するのは困難になりつつある。最近筆者が調査した米国では、ニューヨーク州のアルバニー大学に共同で開発拠点が設置されており、そこにはすでに累計42億ドルが投資されている。⁷ IBMはその大学内施設で、AMD、フリースケール、三星電子、東芝、チャータード、インフィニオンと共同で論理チップの次世代製造技術の開発に着手している。実際にはIBMが主導して開発し、開発費を負担した共同企業に技術を供与していく。さらに、IBM、三星電子、チャータードとは、まったく同じ製造技術でファウンドリービジネスを展開する予定であり、それを共通プラットフォーム(Common Platform)と呼んでいる。

⁷ この半導体製造技術プラットフォームの事例については、2008年2月のコンピュータ産業研究会で報告し、その後本誌に研究報告記録を掲載する予定である。

ものづくりアジア紀行

半導体、液晶など、技術開発と設備投資が多額な産業では、今後、この種の製造技術プラットフォームの形成が重要な戦略手段のひとつになってくるであろう。

赤門マネジメント・レビュー編集委員会

編集長 新宅 純二郎

編集委員 阿部 誠 粕谷 誠 高橋 伸夫 藤本 隆宏

編集担当 西田 麻希

赤門マネジメント・レビュー 7巻1号 2008年1月25日発行

編集 東京大学大学院経済学研究科 ABAS/AMR 編集委員会

発行 特定非営利活動法人グローバルビジネスリサーチセンター

理事長 高橋 伸夫

東京都千代田区丸の内

<http://www.gbrc.jp>