

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

MMRC-J-188

旭硝子にみる戦略的ものづくり
-タイ工場の事例を中心に-

東洋大学経営学部／東京大学ものづくり経営研究センター
富田純一

東京大学大学院経済学研究科博士課程
大神正道

2008年1月



東京大学21世紀COE [理工学]
ものづくり経営研究センター

旭硝子にみる戦略的ものづくり
-タイ工場の事例を中心に-

東洋大学経営学部／東京大学ものづくり経営研究センター
富田純一

東京大学大学院経済学研究科博士課程
大神正道

2008年1月

1. はじめに

本稿の目的は、日系グローバル企業の旭硝子株式会社（以下、「旭硝子」と略）を取り上げ、同社の海外におけるものづくり戦略および現地工場のマネジメントを調査分析することで、競争力の源泉を探ることにある。

周知のように、旭硝子は現在、種々の板ガラス製品でグローバルシェアトップを獲得・維持している。こうした同社の競争力の源泉はどこにあるのだろうか。これを明らかにするために本稿では、藤本(2001)の競争力の分析枠組に従い、製品毎の競争力分析を行うとともに、建築用素板ガラスの海外生産展開、とりわけアジアの主要生産拠点であるタイ工場のマネジメントの調査分析を行った。

調査分析の結果、旭硝子はものづくり戦略として、積極的な海外進出を果たし現地生産を行っていること、その際、操業ノウハウの移転をベースにした海外主要消費地における生産を展開していること、それを活かすためには各消費地における高シェアの維持とプロダクト・ミックスの活用による高稼働率の実現を図っていることなどが明らかとなった。

また、タイ工場においては競合に先駆けて現地進出を果たしただけでなく、日本人派遣員の指導の下、現地従業員およびマネージャの育成に努め、現在では現地人工工場長の下、旭硝子グループで「アジア No. 1」の品質管理体制を構築していることも明らかとなった。

これは、一見すると投資競争のみのビジネスであると見られがちな建築用素板ガラス事業において、旭硝子が技術的な参入障壁を築き、トップシェアを維持してきた要因となっているとも考えられ興味深い。

また、旭硝子は建築用素板ガラス以外の事業、例えば TFT-LCD 用ガラスでも製造困難であるとされていたフロート法を採用したものづくりを実践しており、用途が何であろうとフロート法で作るということが徹底されており、フロートの遺伝子がものづくりに根付いていると考えられる。まさに同社の大量生産志向のものづくり思想が現れていると言えよう。

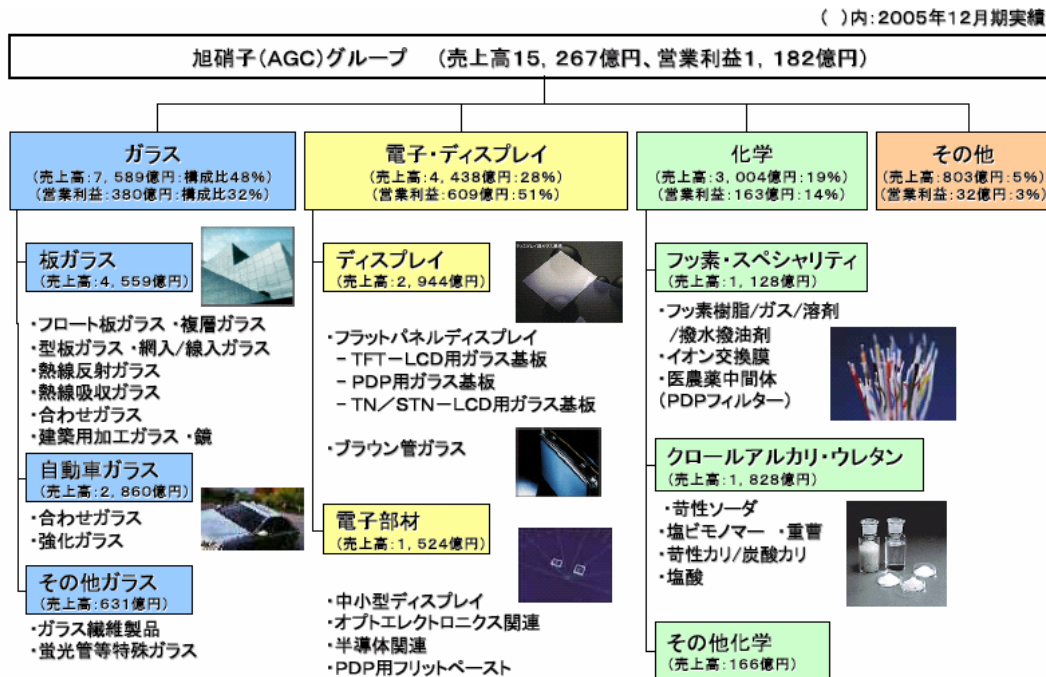
次節では旭硝子の主要製品における競争力を概観した上で、第3節でその競争力の源泉について言及する。第4節では同社の主要製品の中でも建築用素板ガラスに着目し、同製品における市場／製品・工程特性について言及する。第5節ではアジアの主要生産拠点であるタイ工場におけるマネジメントの取り組みを取り上げ、その戦略的役割・位置づけについて言及する。第6節では同社におけるものづくり戦略、競争力の源泉について考察を加え、そこから日系グローバル企業のアジアにおける戦略的ものづくりに対するインプリケーションを導出する。

2. 際立つ製品競争力

旭硝子の競争力を分析するにあたり、まず同社の業績を見ておこう。図1は2005年12月期における旭硝子グループの連結売上高は15267億円、営業利益1182億円を表したものである。過去5年の売上高、営業利益の推移を見ると、微増ではあるが、堅調に推移していることが見て取れる。

2005年12月期における事業別業績を見ると、ガラス事業は売上高7589億円、営業利益380億円、電子・ディスプレイ事業は売上高4438億円、営業利益609億円、化学事業は売上高3004億円、営業利益163億円、その他は売上高803億円、営業利益32億円となっている。なお、本稿で焦点を当てるガラス事業の主力製品群は建築用の板ガラスと自動車ガラスである。

図1 旭硝子の売上高（連結、2005年）



出所: 旭硝子「投資家向け会社概要」(2006年6月)

地域別業績では、絶対額では売上、営業利益ともに日本がそれぞれ8562億円、688億円と最も高く、表1から最大の収益源は電子・ディスプレイ事業(営業利益424億円)であることが読みとれる。売上高営業利益率で見ると、アジアが373億円/3907億円と最も高い。最大の収益源は電子/ディスプレイ事業(営業利益202億円)であるが、利益率で最も高いのはガラス事業(84億円/668億円)である。本稿で取り上げるタイ工場は、まさにアジアのガラス事業における主力工場である。

表 1 旭硝子の地域／製品別売上高（連結、2005 年）

（億円）

区分	日本		アジア		アメリカ		ヨーロッパ		消去		合計	
	売上高	営業利益	売上高	営業利益	売上高	営業利益	売上高	営業利益	売上高	営業利益	売上高	営業利益
ガラス	2,955	141	668	84	1,465	-60	2,886	215	-385	0	7,589	380
電子・ディスプレイ	3,085	424	2,480	202	449	7	168	6	-1,744	-30	4,438	609
化学	2,227	97	707	76	123	-13	132	2	-185	1	3,004	163
その他	768	29	60	9	4	-5	0	0	-29	-1	803	32
消去	-473	-3	-8	2	-2	1	1	-1	-86	0	-567	-1
合計	8,562	688	3,907	373	2,039	-70	3,187	222	-2,429	-32	15,267	1,182

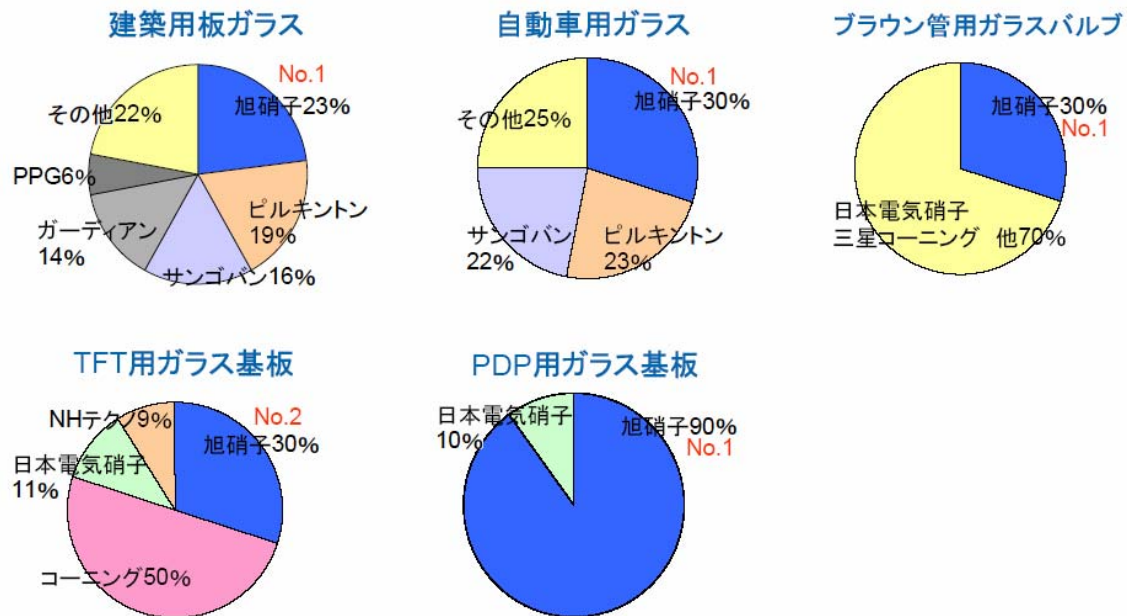
出所：旭硝子「投資家向け会社概要」（2006 年 6 月）

その他、ヨーロッパではガラス事業（売上高 2886 億円）が主力事業である。ヨーロッパについては、1981 年にベルギーのグラバーベル社を買収したのを機に進出を果たしている。同地域はグラバーベル社に経営を任せており、建築用の素板ガラス事業を中心に営業利益 215 億円と一定の収益も上げている。アメリカにおける主力事業も同様にガラス事業（売上高 1465 億円）である。アメリカについては、1988 年に米国の AFG インダストリーズ社に資本参加（1992 年 100%資本取得）したのを機に進出を果たしている。同地域はヨーロッパ同様、AFG インダストリーズ社に経営を任せており、建築用素板ガラスを中心に事業を展開しているが、2005 年は需給のバランスが悪く、営業損失 60 億円の赤字計上となっている。

図 2 は、2004 年の主力製品の世界市場シェアを示したものである。図より、建築用板ガラス、自動車用ガラス、ブラウン管用ガラスバルブ、PDP 用ガラス基板のいずれにおいてもシェア 1 位であり、TFT 用ガラス基板においてもシェア 2 位であることが分かる。次節では、こうした高い製品競争力の源泉はどこにあるのかについて検討していくことにしよう。

旭硝子にみる戦略的ものづくり

図 2 主力製品の世界市場シェア（2004 年）



出所：日経 業界地図 2006、旭硝子会社概要 2005 より

3. 競争力の源泉は「摺り合わせの組織能力」

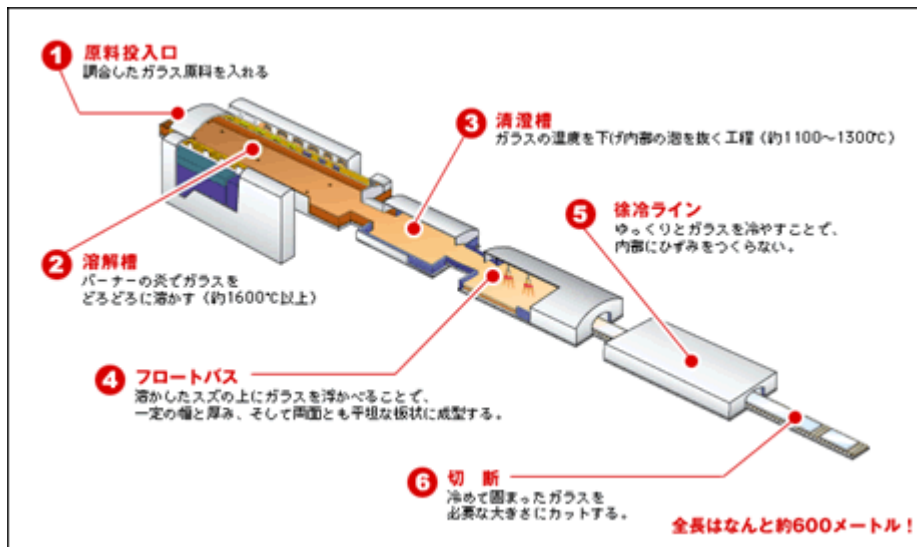
表 2 は、藤本(2001)の競争力の分析枠組に従って、製品毎に表層の競争力、深層の競争力、組織能力について整理したものである。

表 2 競争力の階層分析

主力製品	表層の競争力	深層の競争力	組織能力
建築用素板ガラス	低価格	低コスト、高歩留、高稼働率	操業ノウハウ、プロダクト・ミックス
建築用ペアガラス	低価格、短納期、品質差別化	切り歩留、生産 LT 短縮	きめ細かな生産順序計画
自動車用	高品質、短納期	高歩留、開発・生産 LT 短縮	金型開発力、操業ノウハウ
ブラウン管用用ガラスバルブ	高品質	高歩留、高稼働率	金型開発力、操業ノウハウ
FPD 用	高品質	高歩留	製法・レシピ開発力、操業ノウハウ

まず、建築用素板ガラス事業について言えば、フロート法と呼ばれる製法（図3）は公知の技術であり、既存企業間では品質差がほとんどないので、激しい価格競争が行われている。ただし、生産設備は独自設計であり、組織能力としても操業面で細かなノウハウが必要とされる。例えば、温度分布の管理、フロートバス内での成型操作、ガラスリボン下流のコントロールなどにおけるノウハウである。リボンの中央と耳とでは厚みが倍異なることもあり、厚みが違えば温度分布も違う。こうした温度分布の管理を見誤ると、徐冷炉でガラスが割れてしまう。よって、それまでノウハウを蓄積してきた既存企業間での品質差はそれほどないが、新規参入した会社は品質が安定せず、苦勞したという。

図3 建築用素板ガラスの製造工程



出所：旭硝子HP (http://www.agc-group.com/jp/about/flatglass_03.html) より抜粋

また、高い稼働率を維持するためのプロダクト・ミックスも重要である。後に取り上げるタイ工場では自動車用の窯で建築用の素板ガラスも作れるようにして高稼働率を維持している。こうした操業ノウハウとプロダクト・ミックスにより、深層の競争力である高稼働率と品質安定化、高歩留と低コストを実現していると考えられる。

次に建築用ペアガラスを取り上げる。ペアガラスとは、素板から二枚のガラスを切り出して、ガラスの間に縁に沿ってスペーサーと乾燥剤をはさみ込み、回りを樹脂でシールして封入する。二枚のガラスの間に空気層を作ることで一枚の素板ガラスよりも断熱性能を高めた点に特徴がある。また、二枚のうち一枚にLow-E膜をコーティングしたガラスを用いることでさらに遮熱・断熱性能を高めた製品も登場している。このように、ペアガラスは価格だ

旭硝子にみる戦略的ものづくり

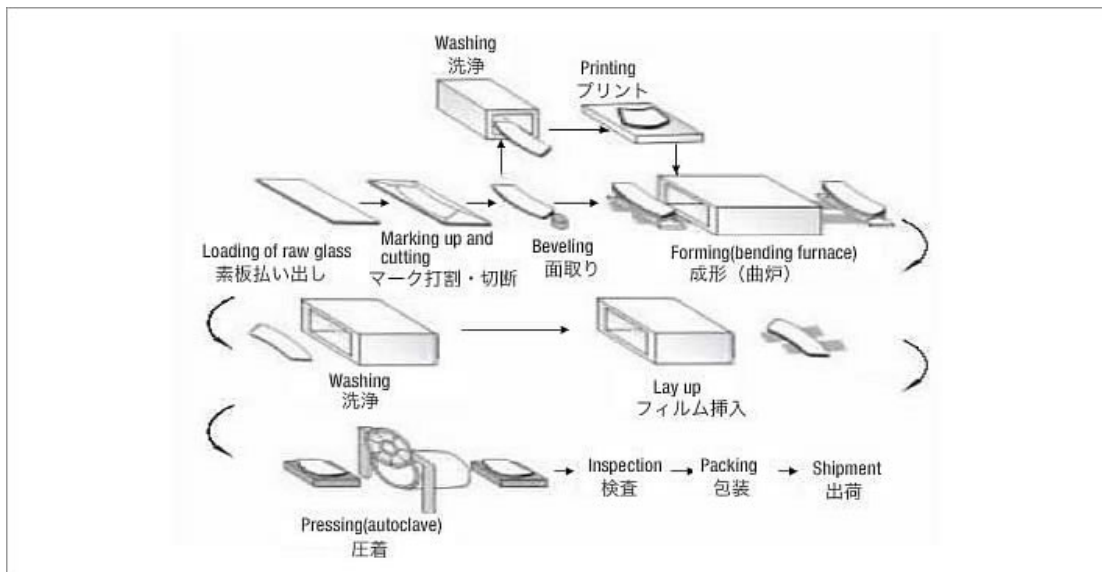
けでなく、遮熱・断熱性能等で品質差別化が図られている製品である。

また、建築用ペアガラス事業の場合、完全受注生産で納期が重視される上、一品毎にサイズが異なるので、いかに効率よく生産しつつ客先ごとに並べ替えをするかもポイントとなる。すなわち、深層の競争力として素板ガラスからの切り歩留をいかに上げるか、それが済んだらいかにスムーズに客先毎に並び替えるか、つまり生産リードタイムの短縮が求められ、それらを実現するきめ細かな生産順序計画が組織能力として必要とされるのである。

自動車用ガラス事業については、合わせガラスと強化ガラスの二種類ある。フロント、ルーフには合わせガラス、サイドやリアには強化ガラスを使っている。これら2種類のガラスいずれにおいても高品質・短納期・低コストが求められることは指摘するまでもない。

合わせガラスは、素板から二枚のガラスを切り出し、途中で研磨や曲げ成型の工程が入り、二枚のガラスの間に中間膜を挟んで高温・高圧で圧着して作られる（図4参照）。フロントやルーフに合わせガラスが使われるのは、ガラスの間に中間膜を挟むことで、車の衝突時に破片の飛散、崩れ落ちを防ぎ、かつ運転者や同乗者が社外に投げ出されるのを防げるからである。合わせガラスの開発には、一車種につき10種類以上の金型が必要とされる。従って、組織能力として精度の高い金型開発力と頻繁な型替えなどの操業ノウハウがポイントとなる。加えて量産時には成型のステージ毎にパラメータを設定して温度管理も必要となる。例えば、中間膜を挟み込む2枚のガラスを隙間なく密着させるため、ガラス2枚を重ねて曲げ炉を通し、曲げ加工を行うには温度管理のノウハウが必要とされる。

図4 自動車用合わせガラスの製造工程



出所：旭硝子HP (http://www.agc-group.com/jp/about/automotive_03.html) より抜粋

強化ガラスは、カットした板ガラスを再加熱しながら成形し、急速冷却することで強度を高める。通常の板ガラスの3～5倍程度の強度を持ち、サイドやリアのガラスとして用いられる。ガラスが破損しても、瞬時に破片を細粒状にすることで、乗員の大怪我を防ぐといった機能を持つ。製造工程としては、曲げ成形と強化を同時に行う点に特徴があり、ここにも操業ノウハウが必要とされる。

ブラウン管用ガラスバルブについて言えば、製造工程が非常に長く複雑で、擦り合わせ要素の濃いものづくりを行っていると考えられる。これは板ガラスと異なり、形状が複雑なため、成型が困難である。また、大型になれば体積が増大して、欠点やヒビが入る確率が高まり、歩留まりが低下する。歩留まりを上げようとするれば、熔解の段階から窯の状態を正常に保たなければならないし、新しい金型を使う際には度重なるテストランなどによる微調整が必要になる。近年、日本を含むアジア地域ではブラウン管用ガラスバルブ工場は FPD 用ガラスの勢いに押されて閉鎖が進んでおり、残存者利益の獲得競争となっている。

FPD 用ガラス事業は、大きく LCD 用と PDP 用に分けられ、LCD 用はさらに TN/STN 用途と TFT 用途に分けられる。FPD 用において共通しているのは、建築用と同じ製法（フロート法）であっても、厚さ 0.3mm～3mm 弱というとにかく薄い板ガラスが求められるという点である。PDP 用は厚さ 1.8mm および 2.8mm が開発されているのに対し、LCD 用は 0.3mm～0.7mm の薄さが必要とされており、製造が困難であるとされる。

薄く作るためには、ガラスリボンの引っ張り速度を上げるのであるが、スピードを上げながら厚みを均一に保つためにはリボンが縮まないように幅方向を引張る機械（アシストロールと称する）の数や位置、リボンを掴む強さなどに工夫が必要となる。

また製法・レシピ面で言えば、PDP 用ガラスは PDP が小寸法であった頃は建築用ガラスと同様、ソーダライムで作られていた。しかし PDP の大型化に伴い、PDP 製造工程で行われる熱処理プロセスにおいて熱変形が大きくなるという問題が生じた。そこで、熱処理プロセスを繰り返し受けても熱変形の少ないガラス開発を行った。ガラスの製造工程においても、熔解、成型、徐冷、切断、梱包に至る一連の工程で生産技術に独自の工夫を加え、量産体制を実現した。その結果、90%の世界シェアを獲得している（図 2 参照）。

TFT 用途の LCD 用ガラスに関しては、新たな組成を開発する必要があった。通常の板ガラス生産では、ガラスを溶かしやすくするためにソーダやカルシウム、つまりアルカリ成分をもった原料を使うのであるが、TFT の場合には有機膜を浸食してしまうため、無アルカリのレシピでガラスを溶かす必要があった。そこで、旭硝子は独自のレシピを開発し、対応を図ったのである。

旭硝子にみる戦略的ものづくり

また、TFTの製法においても競合他社がフュージョン法という薄型の板ガラスに適した製法を採用しているのに対し、旭硝子は量産効果は高いが薄型化が困難と考えられていた、建築用素板ガラスと同様の製法であるフロート法を採用し、量産を実現したのである。こうした製造された同社のTFTガラスは当初、高平坦性、均一な板厚、ゆがみの低さなどの特徴を有していたが、ガラス表面の微妙なうねりが発生するという問題があった。そこで、うねりを除去するために表面研磨の技術を開発することで対処したのである。このように、同社では開発から生産に至る様々な組織能力を向上させることで、歩留競争の激しいFPD用ガラス市場において高歩留を達成したと考えられる。

以上の検討から、同じ板ガラス製品であっても、その用途に応じて必要とされる競争力が異なるが、それらを背後で支えるのは「摺り合わせの組織能力」であると考えられる。もちろん、個々の製品におけるトップシェア獲得の要因として、ものづくりの組織能力以外にも同社の強力な販売網やブランド力、製品固有の要因もあったと推察される。これらの検証については、今後の課題としたい。

4. 建築用素板ガラスの市場／製品・工程特性

本節では、旭硝子の主要製品の中でも建築用素板ガラスに着目し、同製品における市場／製品・工程特性について見ていく。まず市場特性であるが、図2で示したように、建築用素板ガラスの世界市場は4大グループ（旭硝子、ピルキントン（+日本板硝子）、サンゴバン、ガーディアン）の寡占構造となっている。これは各主要消費地においても国毎に多少の棲み分けは存在しているが、基本的には2,3社の寡占市場となっている。

製品ライフサイクルで言えば成熟期に相当し、製法としても公知であることから製品差別化が困難で価格競争の激しい市場となっている。ただし、一工場あたり約150億円（500トクラス）という高額の設定投資を要し、かつ投資効率が低い（投資回収に5～10年程度はかかると言われる）こと、製法は公知でも操業ノウハウを要することなどから参入障壁は高いと考えられる。

表3は素板ガラスの製品・工程特性についてまとめたものである。まず製品特性としては、汎用原料（珪砂、苦灰石、長石、ソーダ灰、熔解助剤、カレット）を用いており、組成も公知である。工程特性で言えば、設備集約的であり、製法はフロート法と呼ばれる公知の製法である。ただし先述のとおり、高稼働率の維持、品質安定化のためには温度分布の管理、アシストロールの使い方、ガラスリボン下流のコントロールなどの操業ノウハウを必要とし、その習得には何年も要するとされる。

表3 素板ガラスの製品・工程特性

製品	汎用原料の配合（組成は公知）
工程	設備集約的、公知の製法だが、操業ノウハウあり
製品-工程マトリクス	少品種大量生産、連続フロー
生産形態	見込み生産
立地	消費地（重くて脆い）

製品-工程マトリクスで言えば、少品種大量生産の連続フローに属する。工程は原料投入から熔解、成型、冷却、切断、採板に至るまで一切止まることなく連続で流れる。製造業の中でも数少ない連続フローの工程である。

生産形態は設備集約型産業で連続フロー工程であることから、設備は24時間365日連続操業が基本である。一旦操業したら15年間稼働し続け、窯の補修などは操業したまま行われる。このように、連続操業が基本で生産数量の調整が困難なため、見込み生産せざるを得ない。工場の立地については、ガラスは重くて脆いので、消費地立地が基本である。

以上の検討から導かれる素板ガラスビジネスの特徴は次の通りである。設備集約的で規模の経済性が働くが、製品差別化は困難である。従って、先行設備投資が有効である。しかし、その一方で投資効率が低く、固定費負担が重い。加えて高稼働率の維持、品質安定化のための操業ノウハウは必要とされる。よって、新規参入障壁は高いと考えられる。

また、連続フロー工程で生産能力の調整が困難であることから、いかに需給ギャップに対応し高稼働率を維持するかがポイントとなる。そのためには、操業ノウハウの移転をベースにした海外主要消費地における生産を展開し、それを活かすために各消費地における高シェアの維持とプロダクト・ミックスの活用による高稼働率の維持が必要とされる。

5. 現地工場におけるマネジメント～タイ工場のケースを中心に～

(1)積極的な海外進出

年表1より、同社における海外進出の経緯をみると、1956年のインド進出を皮切りに、1963年にタイ、1972年にインドネシアとまずアジアに進出していった様相がみてとれる。その後、1981年にベルギーのグラバーベルを買収したことで欧州進出の拠点を築き、1988年には米国、フィリピン、1992年中国への進出も果たしている。これらの国・地域ではいずれも現地工場にて建築用素板ガラス生産を展開している。

旭硝子にみる戦略的ものづくり

(年表 1) 旭硝子の海外進出の経緯

- 1956年 インド旭硝子(株) 買収
- 1963年 タイ旭硝子(株) 設立 ※フロート生産開始は 1984年
- 1972年 インドネシア・アサヒマス板硝子(株) 設立
- 1981年 グラバーベル(株)(ベルギー) 買収
- 1988年 AFG インダストリーズ(株)(米国) 資本参加
リパブリック旭硝子(株)(比) 資本参加
- 1992年 フロートグラスインディア(株) 設立
大連フロート硝子(株)(中国) 設立

出所：旭硝子HP (<http://www.agc.co.jp/company/history/all.html>) より作成

同社はこうした積極的な海外進出の結果、表 4 に示すように日米欧亜四極で高い生産能力を有し、図 2 で見たように高い世界市場シェアを獲得していると言える。中でもアジア地域に関しては進出時期が早いことから先行者優位を獲得した可能性が高い。例えば、年表 2 でタイ進出の経緯を見ると、1964 年の合弁会社 TAG 設立以降、競合に先駆けてフロート工場への投資を行い、生産能力を向上させてきた様相が伺える。これは決して無計画な先行投資ではなく、タイ国内の板ガラス需要の伸びを勘案しながら投資判断を行った結果であるという。

表 4 旭硝子のフロート板ガラスの生産能力

地域	生産能力	生産拠点 (フロート窯)
日本	1950 トン/日	旭硝子 (愛知 2 基、鹿島 1 基)
アジア	4500 トン/日	大連フロートグラス (中国 : 1 基) アサヒマス板硝子 (インドネシア : 4 基) タイ旭硝子 (タイ : 3 基) 旭硝子フィリピン (フィリピン : 1 基)
北米	4295 トン/日	AFG (米国 : 8 基、カナダ : 1 基)
欧州	8680 トン/日	グラバーベル (欧州 : 13 基、ロシア 2 基)

出所：旭硝子「ファクトブック 2002」より作成

(年表 2) タイ進出の経緯

- 1963年 Thai Glass 設立 タイ国内初の板ガラスメーカー

1964年 Thai-Asahi Glass (TAG) 設立 (旭硝子との合弁会社)

1984年 フロート法による生産開始

(1989年 サイアムプレート硝子参入 (小規模))

1991年 チョンブリ 第二フロート工場建設

(1992年 ガーディアン参入)

1996年 ライヨン 第三フロート工場建設

(1997年 ガーディアン第二フロート工場建設)

2000年 旭硝子が TAG を 100% 子会社に

出所) 旭硝子社内資料より作成

注) 括弧内は競合企業の進出動向

(2)アジアの生産基地・タイ工場

もちろん、先述したように、板ガラス生産には様々な熟練・ノウハウが必要とされるため、一朝一夕にもものづくりができるわけではない。現地工場を立ち上げるためには、現地従業員の育成をベースにした工場のマネジメントが必要とされる。

そこで、旭硝子のアジアの主要生産拠点であるタイ工場を取り上げ、その取り組みを分析することで現地工場におけるマネジメントのあり方について考察を加える。筆者らは、2006年2月20日～24日の計5日間にわたり、旭硝子グループ子会社タイ工場を訪問し、インタビュー調査を実施した。表5は、タイでの現地訪問先の概要である。

表中、最右列は同社工場のタイにおける進出地域を表している。BOI とは、Board of Investment of Thailand タイ王国投資委員会の略称であり、諸外国からタイ国内への投資を促進する認可機関のことである。タイに工場進出する企業は政府から BOI 認可を受けることで法人所得税、輸入関税等の減税あるいは免税などのさまざまな特典が受けられる。BOI はまた、事業ごとに取得可能であるため、進出企業にとってのメリットも大きい。

BOI はタイ全土を3つのゾーンに分け、ゾーンで税制上の特典が異なる。バンコク首都圏6県がゾーン1、バンコク周辺の11県およびプーケットがゾーン2、それ以外の58県が第3ゾーンとなっている。ゾーン1よりもゾーン2、ゾーン2よりもゾーン3というように、バンコクから離れるほど免税期間が長いなど、得られる特典が大きくなる仕組みになっている。以下、グループ子会社3社5工場の取り組みについて見ていくことにしよう。

旭硝子にみる戦略的ものづくり

表 5 旭硝子グループ子会社タイ工場訪問先

グループ子会社		設立年	主な製造品目	熔融窯 の数	従業員数 (協力会社 含む)	日本人 派遣員数	進出地域 (BOI ゾーン)
TAG (Thai Asahi Glass Public Company Limited)	サムットプラカン工場 (Samut Prakan Factory)	1964	フロート素板ガラス (建築・自動車用)	1	約 2500 名	数名	第 1 ゾーン
	チョンブリ工場 (Chon Buri Factory)	1991	フロート素板ガラス (建築・自動車用)	1			第 1 ゾーン
	ライヨン工場 (Rayong Factory)	1996	フロート素板ガラス (産業・STN-Lcd用 超薄板ガラス)	1			第 2 ゾーン
AATH (AGC Automotive Thailand Co., Ltd.)		1974	自動車用ガラス(合 わせ、強化)	-	約 900 名	数名	第 1 ゾーン
サイアム旭テクノグラス (Siam Asahi Technoglass)		1989	ブラウン管用ガラス バルブ(カラーファネ ル、カラーパネル、 ネックチューブ)	4	約 1400 名	十数名	第 1 ゾーン

出所：旭硝子内部資料より作成

(2-1)TAG (Thai Asahi Glass Public Company Limited タイ旭硝子)

TAG は 1964 年に旭硝子と現地パートナーであるスリフンフン・パニチワ・グループ (以下、パートナー) の合弁会社として設立された。設立当初の製法はフルコール法で、その生産能力は、現在の製法であるフロート法の 4 分の 1 だった。フロート法での生産は 1984 年からである。

現在、TAG は旭硝子が出資比率 98.7%所有する海外子会社であり、板ガラスカンパニーに属している。アジア通貨危機を契機にパートナーの全持分を買い取ることとなった (残りは、以前にタイ市場で上場した際の一般株主が所有している)。

役員、執行体制は、社長、副社長が日本人、執行役員 4 名の内 3 人は現地人の 6 名体制である。現地執行役員の 3 人は生え抜きの人材である。

富田・大神

本社をサムットプラカンに置き、サムットプラカン工場、チョンブリ工場、ライオン工場の3工場体制をとっている。この3工場はそれぞれ同じ生産能力の窯を1つ有しており、建築用フロート板ガラス、建築用加工ガラス、ミラーガラス、自動車用ガラス、超薄板ガラス、型板ガラスなどを生産している。

タイ工場の品質マネジメントシステムは、旭硝子グループの中で日本を除く「アジア No.1」の生産拠点としての評価を得ている。品質は日本本社向けの製品受入検査も国内品質とほぼ同等レベルを実現し、製造コストも国内に比べ安い。その他のアジア生産拠点は中国、フィリピン、インドネシアである。

2004年の売上高は約200億円で、タイ国内61%、輸出39%となっている。2005年には日本向けの輸出が増加し、輸出比率は約5割となった。タイ国内の建築用板ガラス市場は3.8%とGDPを上回る成長率を示しており、今後も伸びていくと予想されている。自動車需要も順調で、タイはアジアのデトロイトと呼ばれるまで成長している。この5年で2.5倍に成長し、アジア通貨危機以前の水準まで回復した。また、産業用の需要も同様に成長している。タイは日系家電メーカーの生産拠点となっている。

サムットプラカン工場 (Samut Prakan Factory)

サムットプラカン工場はTAGの3工場の一つで、建築用素板ガラス、自動車用素板ガラス、建築用加工ガラス、ミラーガラスが主な製品である。

本工場では、一つの窯で建築用、自動車用の素板ガラスを生産している。それらはフロート素板ガラスと呼ばれる。生産するフロート素板ガラスの厚みは2.5~19mmで、自動車用素板ガラスがメインとなっていた。

工場の中を見てみると、熔解炉のオペレータールームの従業員は日本よりも多い。投資を抑えてマニュアル操作の多いシステムを採用したからである。ただし、超薄板ガラスを製造するライオン工場だけは中央一括制御が可能なシステムを採用している。

ホットエリアと呼ばれる熔解、成形工程は日本の工場とほとんど同じで自動化されていた。しかし、コールドエリアと呼ばれる除冷、切断工程では、安価な人件費を活かすために日本の工場ほど自動化がなされていなかった。

たとえば、日本での欠点検出は、欠点検出器二台が二重チェックする。当然、人が行う目視工程はない。タイでは一台の欠点検出器で自動欠点チェックをした後、人が目視チェックを行う。また、採板に関して日本では機械が自動で行うが、タイでは2人1組の人が行う。欠点入りガラスは人手で振り分ける。その後、欠点を取り除いた部分を加工ガラスとして利用する。日本国内の場合、欠点が少しでもあるとすべてカレットになる。その結果、日本の

旭硝子にみる戦略的ものづくり

工場よりもタイ工場の方が高い歩留まりになる。人件費が安い場所だからこそ可能で、本工場の大きな強みとなっている。

チョンブリ工場 (Chon Buri Factory)

3 工場の一つであるチョンブリ工場は 1991 年に第二フロートとして建設された。バンコクからは 70~80 km、サムットプラカン工場から 1~2 時間の距離に位置し、自動車用素板ガラスと建築用素板ガラスのフロート素板ガラスを生産する工場である。工場は 1989 年に建設され、1991 年より量産を開始した。以来、勤続年数 15 年を超える人材を豊富に抱えている。TAGC の工場の中でオペレータのスキルはトップであると見られている。その証左として厚みの切り替え時間は鹿島工場とほぼ同レベルである。

本工場で生産された自動車用素板ガラスは後述する旭硝子オートモティブ・タイランドに輸送される。また、建築用素板ガラスはサムットプラカン工場に輸送される。

ライヨン工場 (Rayong Factory)

ライヨン工場は第2ゾーンに属する Amata City の工業団地に立地する超薄板ガラスの生産工場である。1996 年に建築用ガラスを生産する目的で設立され、1997 年に生産を開始したが、1998 年にアジア通貨危機の影響で休止に追い込まれた。2001 年に工場を再改築し、2002 年に再スタートし、超薄板ガラス（携帯電話用、タッチスクリーン用、ハイエンドの顧客向け）等の産業用素板ガラスを中心に製造を行っている。

調査当時には 0.4 mm までの TN/STN の超薄板ガラスを生産することが可能で、日本の工場と遜色ないレベルにあった。1 ラインだけ型板ガラスのラインを持っているが、年間数十日の生産だけで需要をまかなえるので 1 年のうち 150~200 日は 1.1 mm 以下の超薄板ガラスを製造している。窯のサイズは 1 日当たり 500 トン（年間 15~18 万トン）である。

製品は中国、日本に輸出されている。TN 用超薄板ガラスは台湾企業、STN 用超薄板ガラスは日本、韓国企業の中国工場向けとなっている。

本工場の特徴の一つは中央一括制御が可能な DCS (Distributed Control System) を採用している点である。日本の工場でも同様のシステムが採用されている。タイ国内のその他工場は、分散制御で一昔前のシステムである。

2002 年再スタートからかなり短期間で超薄板ガラス製造が可能となった。再スタート当時は 10 名を超える日本人派遣員が駐在していたが、2006 年からは常駐 1 名となっている。

生産工程での特徴は採板工程にある。日本工場での採板はすべて機械が行うが、ライヨン工場では生産する品種によって、自動採版、手採板を使い分けている。

本工場の生産性は日本で作っていた頃と大差ないが、目標とするレベルには到達していない。とりわけ、従業員のオペレーションスキルはまだまだ向上する余地がある。

また、タイにあるその他の工場と異なり、日本の協力会社である山丸と契約している。タイ国内のその他工場は現地の協力会社を使っている。日本の協力会社は社員の管理能力が高く、トレーニングシステムが充実している。

ライオン工場には建屋にも特徴がある。日本は土地代が高いため、蓄熱室の高さの建屋を建て、製造設備のないフロートバス、除冷炉、切断工程の下の空間を事務所、倉庫、作業場として活用する。このため建設費用は高くなる。一方、欧米では土地代が安いので、意図的に傾斜している土地を選び、斜面に蓄熱室を置き、フロートバス以降は平地に作って建設費を安くする工夫をしている。ライオン工場はこの欧米式に倣って建てられた。日本国内でこのような建屋の板ガラス製造工場はない。

2005年頃から中国の超薄板ガラス顧客に対して、ニーズと生産活動を結びつけるために、定期訪問をはじめた。この営業を担当するのはローカルスタッフで、技術がわかる人間である。技術がわかる人間が行くことで顧客の持つ欠点と自工場の欠点を的確に把握し、速やかにフィードバックすることができる。

超薄板ガラス製造で重要視される点は表面品質であるが、ラインスピードを上げると表面品質が下がる。用途、客先によって気にする欠点が異なる。つまり欠点が一様ではない。そこで顧客の声に耳を傾け、顧客別に品質管理の運用を変えるようになった。次のステップとしては日本の顧客も視野に入れている。

(2-2)AATH (AGC Automotive Thailand Co., LTD 旭硝子オートモティブ・タイランド)

旭硝子オートモティブ・タイランド（以下、AATH）は自動車用ガラスの供給基地としてタイ中央に位置している。TAGC チョンブリ工場とは近く、素板供給を受けている。

AATHの前身であるタイ旭安全ガラス社は、自動車メーカーからの部品調達率向上の要請もあり、1974年にタイ旭硝子と同じ敷地内に設立された。その後、1996年に現在のチョンブリのアマタナコン工業団地に移転し、2004年には旭硝子オートモティブ・タイランドに変更となった。設立当時、現地資本55%でスタートしたが、2005年に旭硝子100%出資子会社となった。

主に製造している品目は、自動車用ガラスである合わせガラス、強化ガラスである。その他にサブアセンブリーもある。2004年の生産能力は年間110万台分で、従業員は請負も含めて900名である。

2005年タイ国内における自動車用ガラスの生産実績は112.5万台分で、その内訳は国内向

旭硝子にみる戦略的ものづくり

けが 83%、輸出が 10%、補修用が残り 7%となっている。自動車ガラス生産を中止したフィリピンには、タイ、インドネシアの生産拠点が供給している。タイとインドネシアのそれぞれの拠点では、それぞれの国内需要向けに同じ品目を生産しているが、少量生産かつ高額成形治具投資が必要な場合には、タイあるいはインドネシアで集中生産し、相互に供給補完するケースもある。

原材料調達に関して、素板は主に TAGC チョンブリ工場から供給を受け、一部インドネシアから輸入している。また PVB（中間膜）、組立部品は現地調達で、国産化率は 90%を超えている。

本工場の生産体制は 4 組 3 交代で、土日も操業している。調査当時の日本人派遣員は数名である。自動車用合わせガラスは国内向けが少品種で海外向けが多品種で、管理ポイントは温度設定などのパラメータ設定である。たとえば、温度はガラス形状に影響を及ぼすので、温度分布の管理は成形のステージ毎にパラメータ設定が必要となる。温度調整は現地人リーダーが中心となって条件設定している。また、検査工程に多数の人員が割かれている。

表 6 自動車用ガラス工場の日タイ比較

比較項目		日本	タイ
設備	工程	連続	分割→連続
	自動化	完全	バンドリング多い→自動化
	タクト	速い	中～速い
技術	生産	高い	中
	治工具	高い	中～速い
システム	品質	ISO, JIS, ECE, AS	同左
	環境	ISO	同左
	安全	ISO	同左
パフォーマンス	品質	グローバル品質	同左
	歩留	高い	同等
	生産性	高い	中～高い
	コスト	高い	少し低い

出所：旭硝子社内資料より作成

自動車用強化ガラスの製造ラインは5ラインで、工程レイアウトはジョブショップ型であった。この工程レイアウトは設立当初は少量生産だったことと、設備投資を抑えたライン増強をしたことに起因する。自動車需要の伸びを背景に、一部ラインのレイアウトが変更される予定である。ここでの管理ポイントは治具の管理であった。

日本工場と本工場を比較すると下記の表6のようになる。日本は連続工程で完全な自動化が成されているのに対し、タイでは前工程がジョブショップ型でハンドリングが多くなっている。後工程は日本同様、自動化されている。タクトは完全に自動化されている日本の方がやや速い。生産技術、治具に関する技術は日本の方が高い。品質、環境、安全いずれの面でも日タイ工場ともにISOシリーズを取得しているもので差はない。品質や歩留まりは同程度であるが、生産性（設備あたりの生産量）は日本の方が高く、コストはタイの方が低い。タイの方が低い理由は、労務費が低いこと、本社・開発機能がないことにある。

新車種開発に際して「グローバルコーディネータ」が配置され、開発のマスタースケジュールに則って、節目毎に設計図、要求仕様、設備条件、納期などを海外生産拠点で確認する体制が整えられている。グローバルに新製品の量産立ち上げをスムーズにできる要因としてこの「グローバルコーディネータ」の存在が挙げられる。

正社員の定着率は高い。ただし、派遣の場合、離職率は月12%である。派遣会社を2社利用しているが、そのうち一社は1年で人員が総入れ替えとなる。昇格の基準はパフォーマンス評価であるが、実態は年功給に近い。日本とタイの差はない。

愛知工場でグローバルトレーニングセンターが開設され、Asahi Wayが推進されるようになった。2005年にAATHからも強化の前工程、後工程、合わせの前工程、後工程から一人ずつ主任を選抜し、第一陣を送り出した。

現在、日本自動車メーカーのグローバル化と生産量の拡大に伴ってタイ工場でも日本工場並の同期化を図ることが課題となっている。本工場では、自動化部分を拡大することを一つの対策として実行予定であった。

(2-3)サイアム旭テクノグラス (Siam Asahi Technoglass Co. Ltd.)

サイアム旭テクノグラス（以下、SAT）はブラウン管用ガラスバルブであるカラーファネル（以下、CF）、カラーパネル（以下、CP）、ネックチューブ（以下、NT）を生産する会社である。ブラウン管用ガラスバルブの構成は図5のとおりである。SATは、1989年4月に旭硝子とサイアムセメント（Siam Cement Public Company Limited）の合弁会社としてスタートした。現在は、旭硝子が63%、サイアムセメント27%、インターナショナルファイナンスコーポレーション（International finance corporation）が10%を出資している。調査当時、

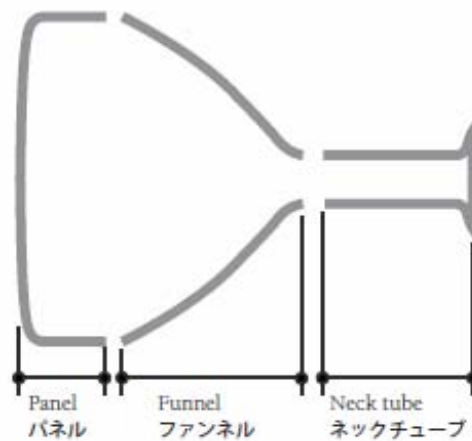
旭硝子にみる戦略的ものづくり

タイ国内のその他工場が旭硝子 100%出資子会社となっている中で唯一の合弁会社であった。

1989年10月に工場を建設し、1990年12月よりCFの生産を開始した。以来、徐々に生産ラインを拡張し、1997年よりNTを、2001年よりCPの生産を開始し、窯が4つとなった。2006年調査当時は高砂工場で使用されていた大型CFラインの移設中であった。

本工場の従業員は協力会社社員を含めて約1400名である。多くが10年以上勤務の熟練労働者である。日本人派遣員は窯4つに対して5名を切る。他の海外のブラウン管用ガラスバルブ工場における窯1つ当たりの日本人派遣員数はもっと多い。

図5 ブラウン管用ガラスバルブの構成



出所：旭硝子「ファクトブック 2002」より抜粋

ブラウン管用ガラスバルブの生産には熟練が必要である。たとえばCF製造では約1000°Cのガラスの塊を一度プレス成形するが、そのとき金型の温度をコントロールしないとガラスが金型にくっついてしまって不良になってしまう。つまり、金型の温度コントロールに関するオペレーションスキルに熟練が必要なる。CP生産に関しても窯の状態が欠品率に影響するので、窯の温度をコントロールするオペレーションスキルの熟練が必要となる。NT生産も同様に熟練が必要である。

10年戦士たちがこれらのオペレーションを支えている。これが強みの一つとなり、日本での生産に近い品質を維持している。また、安価な人件費なので従来よりも低コストで生産しているが、市場での価格下落圧力が強く、もっと効率的な生産体制が求められている。

その他の強みとして上げられるのが、NTの生産である。NTを生産している会社は世界で旭硝子、日本電気硝子のマレーシア工場、三星コーニングの3社のみである。もともと旭硝

子は NT を生産する技術を持っていなかったが、東芝硝子から技術導入したことで生産可能となった。

調査当時、薄型テレビの需要急増に伴うブラウン管需要の減少で、旭硝子グループは「ブラウン管用ガラスバルブの生産拠点をどこに集約するか」という問題に直面している状況で、ブラウン管用ガラスバルブ生産拠点の集約過程であった。

(2-4)タイ工場調査のまとめ

現地調査より、旭硝子はどこよりも早く進出することでタイ国内での先行者優位を築いているという実態が浮かび上がってきた。フロート法の誕生によって板ガラスの生産が以前より容易になったとはいえ、生き残っていくためにはオペレータスキルの熟練が必要である。

TAG は 1964 年からタイに進出し、工場を拡張、増設する中で、現地の有能な人材を採用し、育ててきた。その結果、現地での TAG のイメージは日系企業というよりも現地企業というイメージで、「タイアサヒ」でも通じるほど現地に根付いている。現在、各工場の中核となっているのは 10 年、15 年勤務の熟練戦士たちである。他社よりも先んじて進出することで築き上げてきた技術的な参入障壁は高いと考えられる。

6. ディスカッション ～根付くフロートの遺伝子～

以上のように、旭硝子の建築用素板ガラス事業における競争力の源泉は、アジアの工場、とりわけ主要生産拠点であるタイ工場に見ることができる。既に述べたように、素板ガラスの場合、製法が公知で品質面での差別化が困難なため、市場では厳しいコスト競争になる。ただし製品・工程特性としては、設備集約的な連続フローであるため、高稼働率の維持と品質安定のための操業ノウハウが必要とされる。加えて素板ガラスは重くて脆いため、消費地立地が基本である。

従って、求められるものづくり戦略は、積極的な海外進出に伴う先行設備投資、操業ノウハウの移転をベースにした海外主要消費地における生産展開であり、それを活かすためには各消費地における高シェアの維持とプロダクト・ミックスの活用による高稼働率の維持が必要とされる。旭硝子はこれらを実現するために、アジアでは早期に現地工場を立ち上げることで域内での市場シェアを確保するとともに、タイを中心に複数の主要消費地に工場を立地させることで工場間でのプロダクト・ミックスを行い、高稼働率を実現しているのである。日本を含む東南アジアの生産拠点数（フロート窯の数）において、少なくとも英ピルキント

旭硝子にみる戦略的ものづくり

ン社買収以前は日本板硝子が7基であるのに対し、旭硝子が倍の14基保有していることから、同社のコスト競争力の高さが読みとれる。

アジアの生産基地であるタイ工場に関しては競合に先駆けて現地進出を果たしただけでなく、日本人派遣員の指導の下、現地従業員およびマネージャの育成に努め、現在では現地人工場長の下、旭硝子グループで「アジア No. 1」の品質管理体制を構築している。このことはサムットプラカン工場において15年戦士のオペレータが多く、日本の工場並のシングル段取り実現を目指していることから推察される。

先にも述べたが、建築用素板ガラスは製法が公知であり、品質差別化が困難な製品である。従って、一見すると投資競争のみのビジネスであると見なしがちである。もちろん、製品が同質化しており規模の経済性が働く製品において先行設備投資は重要な戦略である。しかし、高稼働率の維持と品質安定のためには現地工場への操業ノウハウの移転、プロダクト・ミックスを活用した柔軟なものづくり戦略、現地販売網の構築が必須である。旭硝子は先行設備投資に加え、早期からアジアでこうした取り組みを行うことで参入障壁を築き、トップシェアを維持し続けてきたと考えられるのである。これは、設備集約型産業において日系グローバル企業がアジア地域でものづくりを展開していく上で示唆に富んだケースであろう。

このように、旭硝子はフロート法を用いた建築用素板ガラスのものづくりをアジアの現地工場においても展開していったのであるが、同社のフロートの遺伝子はその他の事業にも根付いていると考えられる。タイ工場の事例で取り上げたように、自動車用素板ガラスの窯は建築用と共有しているし、プラズマ用やTN/STN-LCD用のガラスも競合に先駆けて建築用フロート窯をモディファイして生産を開始している。

またTFT-LCD用ガラスにおいては、生産数量の変動に対応しやすく、製法としても薄型ガラスを作りやすいフュージョン法という選択肢があったにもかかわらず、後の基板サイズの大形化・多面取りを狙いとして、薄型ガラスの製造が困難であるとされていたフロート法を選択した。ペアガラスの工場においては、日本板硝子のように、消費地により近い立地で小規模工場をたくさん作るという選択肢があったにもかかわらず、少数の大規模工場に投資している。

ここで注目すべきは、旭硝子がフロート法の技術導入や技術開発において競合他社において必ずしも先行していたわけではないという点である。実際、英ピルキントン社からフロート法を技術導入したのは、1964年（世界で7番目）であるし、TFT-LCD用ガラスにおいてもフロート法よりもコーニング社のフュージョン法の技術開発の方が先行していた（フュージョン法は1989年商業化、旭硝子は1995年商業化）。しかし、先に述べたアジア現地工場への設備投資や薄型ディスプレイ用ガラスへの設備投資など、規模の経済性が働くフロート法

への設備投資は時期が早いだけでなく、数も多いのである。

これは、旭硝子のもづくりにはフロートの遺伝子が根付いており、用途が何であろうとフロート法で作るということが徹底されていると考えられる。まさに同社の大量生産のもづくり思想が現れていると言えよう。

謝辞

本稿作成にあたり、株式会社旭硝子総研の山口和男様（社長附）をはじめ、TAG（タイ旭硝子）、AATH（旭硝子オートモティブ・タイランド）、SAT（サイアム旭テクノグラス）の多くの関係者の皆様にインタビュー等で多大なご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献・資料

旭硝子社史編纂室（2007）『旭硝子 100 年の歩み』。

旭硝子「ファクトブック 2002」

旭硝子「投資家向け会社概要」（2006 年 6 月）

旭硝子HP（http://www.agc-group.com/jp/about/flatglass_03.html）

旭硝子HP（http://www.agc-group.com/jp/about/automotive_03.html）

旭硝子HP（<http://www.agc.co.jp/company/history/all.html>）

藤本隆宏（2001）『生産マネジメント入門 I』日本経済新聞社。