



半導体・液晶産業の業界動向と 中小企業のビジネスチャンス

- ・半導体・液晶産業の概要
- ・半導体・液晶の業界動向
- ・半導体・液晶産業において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンス
- ・総括

中小企業金融公庫調査部

(はじめに)

情報・通信技術の進展に伴い、パソコン、携帯電話、情報家電など IT 関連機器の市場は今後も高成長が続くと見込まれており、これらを支えるデバイス（電子部品）の市場もさらなる成長が予想されている。

なかでも、半導体は、あらゆる電子機器に組み込まれており、パソコン・携帯電話など IT 関連機器の急速な需要増加を受けて、2000 年には国内生産額が 5 兆円を超えるまでに拡大している。また、液晶についても、ノートパソコン用の液晶ディスプレイから、携帯電話、カーナビ、携帯型 DVD などへと用途の広がりを見せており、今後も市場の成長が確実視されている。

このように成長が期待される両産業であるが、そこには多くのプレーヤーが複雑に参入しており、技術革新のスピードも非常に速いため、両業界にどの程度中小企業が関わっているのか、両業界の成長が今後中小企業にどのようなビジネスチャンスをもたらすのか、といった点は必ずしも明らかではない。

これらを踏まえて、本調査では、半導体・液晶産業の構造や業界動向といった全体像を把握したうえで、その製造工程や、部品・部材加工などの分野でどのように中小企業が関わっているかの現状を明らかにし、さらに、今後の中小企業のビジネスチャンスについて検討を行なうこととする。

各章の内容は以下の通りである。

章では、本調査の背景となる基礎知識を整理している。

まず、半導体・液晶産業の製造工程を概観し、両産業の製造工程、製造装置の類似性に着目しつつ、全般的な基礎知識として、半導体、液晶それぞれの性質、特徴などを述べ、続いて、需給変動の周期性、技術革新の激しさ、国際分業体制の進展、有望市場などの視点から両産業の特徴を概観している。

章では、半導体・液晶デバイスと製造・検査装置を中心に業界動向を整理している。

デバイスについては、半導体、液晶ともに、パソコンや携帯電話、情報家電などの有望市場が拡大し、短期的な需給変動はあるものの、長期的には成長が期待されることを示している。また、半導体では微細化やウエハ大口径化、それに伴うプロセス技術進展など、液晶では高速応答化や高精密度化など、両業界における技術革新の動向も検討している。

一方、製造・検査装置は、精密機械やメカトロニクスなど総合技術を要する産業であり、装置ごとに寡占化が進む一方、製造技術の変化期には異分野からの新規参入もみられる。そして、デバイス以上に需給変動が激しいが、長期的には成長が見込まれると述べている。

また、デバイス向けの各部材についても、市場構造や技術動向の検討を行っている。

章では、事例調査もまじえて、半導体・液晶産業において、現在中小企業が関わっている事業領域を明らかにし、また、今後のビジネスチャンスについて検討している。

1. デバイス分野については、典型的な装置産業であり、大手の一貫プロセスとなるため、中小企業の関わりは少ない。しかし、後工程の加工や検査には中小企業が関わっており、特殊な検査工程やパッケージ分野については、ビジネスチャンスがあると推測される。
2. デバイス向け部材分野については、一部ニッチ分野に中小企業が関わっているものの、相応の資本力が必要なため、今後のビジネスチャンスは少ないと推測される。
3. 製造・検査装置分野については、前工程装置は大手の寡占化が進んでおり、中小企業の関わりは少ない。しかし、後工程・検査装置は、市場規模も小さく、メカ関連などのコア技術を活かして高い競争力を有する中小企業が多数存在している。今後についてもビジネスチャンスが広がっていく可能性が高いものと予測している。
4. 製造装置向け部材分野については、特徴のあるユニット機器を製造するニッチトップ企業や、高度な部材加工・組立に対応している協力企業など、多くの中小企業が存在している。研究・開発への特化を進める装置メーカーでは、外注ネットワークを活用して機動性向上やコスト削減を図ろうとする動きが高まっていることから、今後についてもビジネスチャンスが拡大していくと予測している。

また、ヒアリング調査などを進めるなかで明らかとなった集積地ごとの比較を行ない、地域別のビジネスチャンスも検討している。

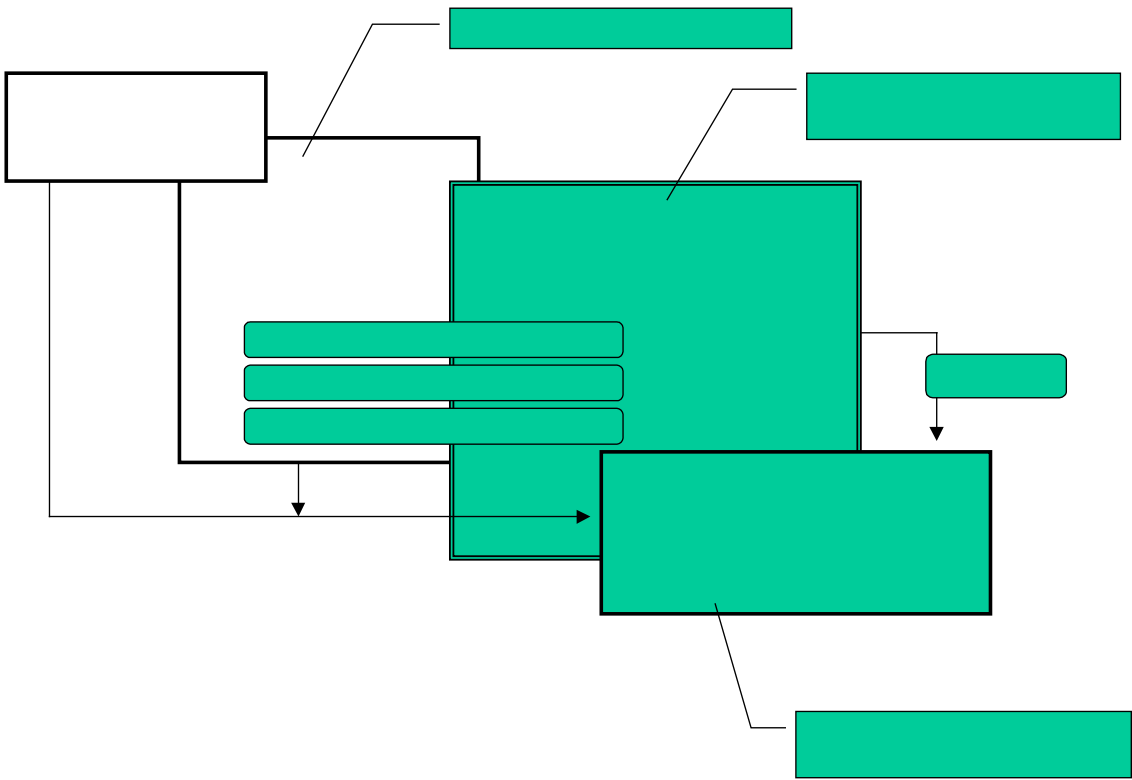
章では、中小企業がビジネスチャンスを掴むための対応方向について検討したうえで、本調査を総括している。

全般的な対応方向としては、デバイスの変化を捉えた対応、材料の視点からの差別化、ビジネスモデルの再点検、が示されている。

また、デバイス、製造装置、部材分野ごとの対応方向としては、オンリーワン技術の追求、トータルソリューションの提供、装置モジュール化、ニッチ分野への特化、ソフトウェア開発力の強化、製造環境のクリーン化、ネットワーク分業の活用、を示し、これらを自社の状況に合わせて検討していくことが必要であると述べている。

なお、本調査は、三和総合研究所への委託により実施した。

(産業調査課 吉規 寿郎)



しかし、両産業とも技術革新のスピードが速く、かつ、デバイスメーカー、製造装置メーカー、部材メーカーなど多くのプレイヤーが複雑に参入しているため、産業としての全体像や中小企業の関わる事業領域が把握しづらい状況にある。

例えば、デバイスの生産については典型的な装置産業であり大企業を中心に展開されていることから、中小企業の関わりは少ないと推測される。その一方で、製造装置の生産や部品加工などの周辺産業には、多数の中小企業が関わっているとみられる。

章では、半導体・液晶産業の製造工程における類似性や、デバイスメーカー、製造装置メーカー、部材メーカーなど各プレイヤーの有機的な関係に着目し、両産業の複雑かつ重層的な構造を概観している。また、需給変動、技術革新、国際分業、有望市場などの視点から両産業を比較し、産業の特徴を明らかにしている。

章では、デバイス、製造装置、部材メーカーなど各プレイヤーごとに業界動向を整理している。そして、市場動向や参入プレイヤーなどの市場構造や、技術革新の動向などをもとに両産業の今後の成長性について検討している。

章では、半導体・液晶産業において、現在中小企業が関わっている事業領域を明らかにし、また、今後のビジネスチャンスについて検討している。各プレイヤーごとに検証を行っているが、特に、製造装置関連分野については、中小企業が多数関わっているため、重点的に分析を行なっている。ここでは、製造装置に関わっている中小企業を類型化したうえで、特徴のあるユニット機器を製造するニッチトップ企業や、高度な部材加工・組立に対応している協力企業の現況と強み、今後の方向性などについても、ヒアリング事例も交えて、検討している。

章では、本調査の総括として、中小企業がビジネスチャンスを掴むための対応方向について検討している。デバイスの変化動向の把握やビジネスモデルの検証などの対応方向に加え、デバイス、製造装置、部材分野ごとの対応方向を示している。

なお、本調査は、三和総合研究所への委託により実施した。

《 目 次 》

I 半導体・液晶産業の概要	1
1 . 半導体・液晶産業の全体像.....	1
(1) 半導体・液晶産業の構造.....	1
(2) 半導体・液晶産業の比較.....	5
2 . 半導体産業の概要.....	7
(1) 半導体とは.....	7
(2) 半導体産業の特徴.....	9
(3) 半導体産業の発展経緯.....	11
3 . 液晶産業の概要.....	13
(1) 液晶とは.....	13
(2) 液晶産業の特徴.....	14
(3) 液晶産業の発展経緯.....	15
II 半導体・液晶の業界動向	16
1 . 半導体・液晶デバイスの業界動向.....	16
(1) 半導体デバイスメーカーの動向.....	16
(2) 液晶デバイスメーカーの動向.....	21
2 . 半導体・液晶製造装置の業界動向.....	24
(1) 半導体・液晶製造装置産業の概要.....	24
(2) 半導体製造装置メーカーの動向.....	28
(3) 液晶製造装置メーカーの動向.....	31
3 . 半導体・液晶部材の業界動向.....	34
(1) 半導体デバイス向け部材メーカーの動向.....	34
(2) 液晶デバイス向け部材メーカーの動向.....	38
III 半導体・液晶産業において中小企業に関わる事業領域とビジネスチャンス	41
1 . デバイス分野.....	41
(1) 半導体デバイス分野.....	41
(2) 液晶デバイス分野.....	49
2 . デバイス向け部材分野.....	52
(1) 半導体部材分野.....	52
(2) 液晶部材分野.....	52

3 . 製造装置分野	54
(1) 半導体製造装置分野	54
(2) 液晶製造装置分野	57
4 . 製造装置向け部材分野	64
(1) 製造装置向け部材メーカーの類型化	64
(2) 装置メーカーとの分業体制	65
(3) 個別装置の分業体制	66
(4) 中小企業の現況	67
5 . 半導体・液晶産業の地域集積と中小企業のビジネスチャンス	80
(1) 京都地域	80
(2) 山梨・長野地域	80
(3) 熊本地域	81
(4) 東北地域（参考）	83
IV 総括	85
1 . 中小企業の今後の対応方向	85
(1) 分野共通項目	85
(2) 分野別項目	87
2 . 中小企業のビジネスチャンスマップ	90

I 半導体・液晶産業の概要

本章では、半導体・液晶産業の概要を整理した上で、半導体、液晶それぞれの産業の特徴を明らかにする。

1. 半導体・液晶産業の全体像

(1) 半導体・液晶産業の構造

半導体および液晶産業の構造をみるために、まず、それぞれの製造工程を概観する。

半導体の製造工程は、大きく「前工程」と「後工程」に分けられる。前工程は拡散工程とも呼ばれ、多くの製造プロセスを経て、ウエハ上に IC 回路を形成する工程である。一方、後工程は、完成した IC チップを切断し、リードフレーム上に装着、パッケージ化して、検査・出荷するまでの工程を指す。

次に、液晶の製造工程をみると、ガラス基板に画素ごとのパターンを形成する「アレイ工程」と、その後の配向膜形成、貼合せ、液晶材料の封入までを行う「セル工程」、ドライバ IC バックライトの取り付けなどを行う「実装工程」、検査・出荷に分けることができる。以下では、「セル工程」における液晶封入までの工程を液晶製造での「前工程」、それ以降を「後工程」と呼ぶこととする（図表 -1-1）。

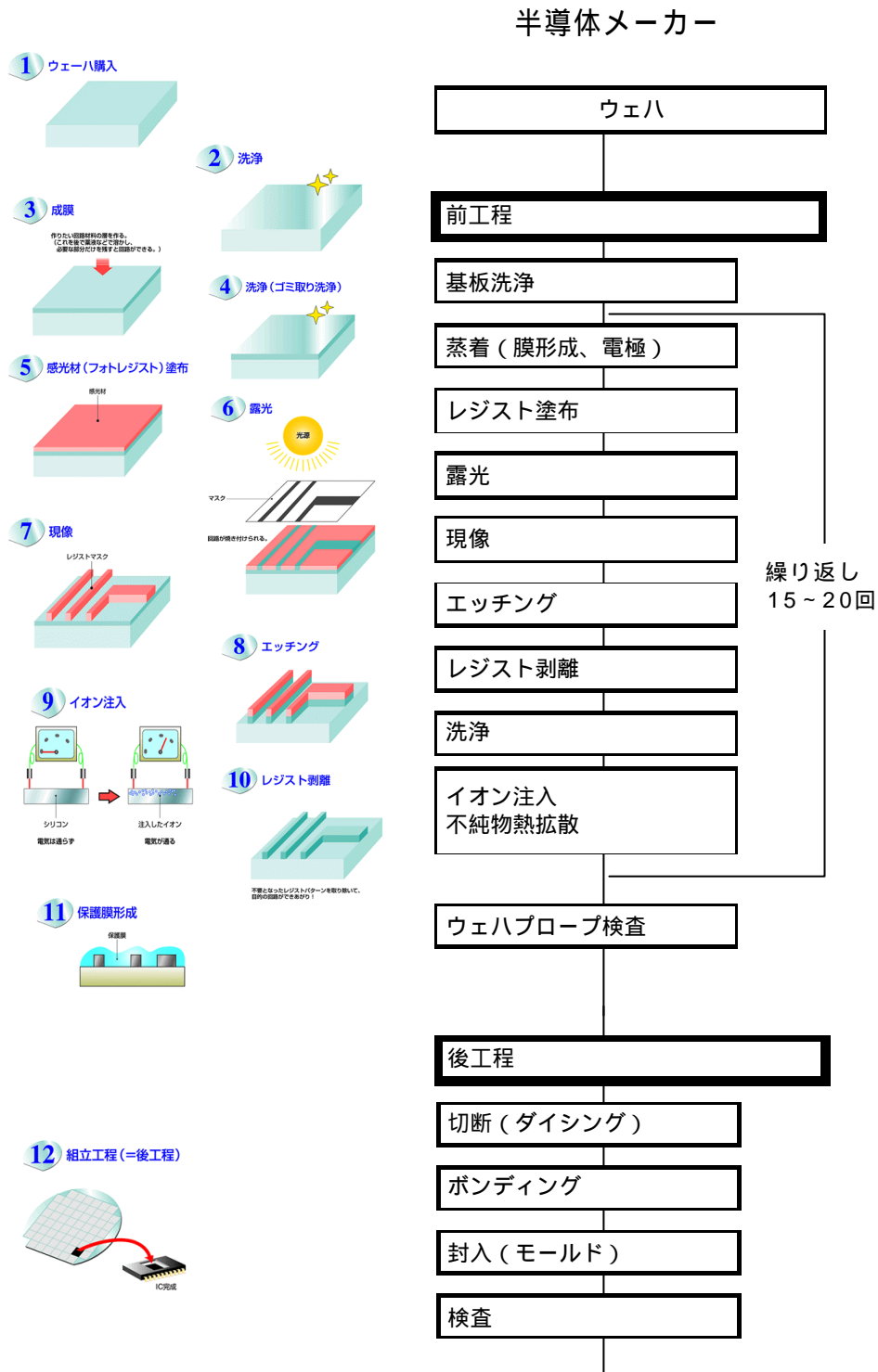
そして、これらの製造工程に対応するかたちで、酸化・拡散装置からテストまで、多くの製造・検査装置が存在している（図表 -1-2）。

図表 -1-1 半導体・液晶製造工程の比較

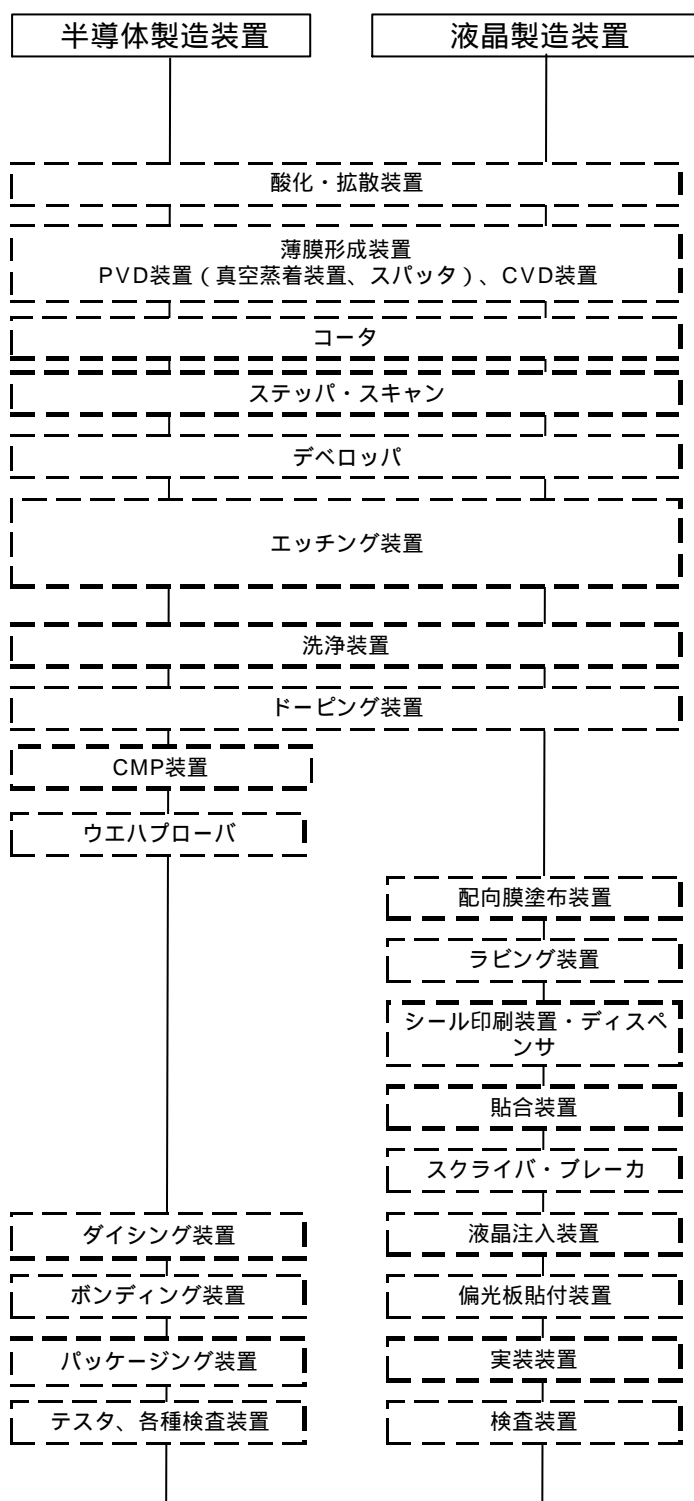
工程	半導体製造の主工程 (例：DRAM)	概要	液晶製造の主工程 (例：TFT)	概要
前工程	ウエハ処理工程	・ウエハ上に酸化膜を作り、フォトレジスト(感光剤)を塗布し、フォトマスクを重ねステッパで露光し、IC回路パターンを形成。これを現像し、エッチング処理(薄膜選択的除去)、イオン注入、金属蒸着を行う。	パネル処理工程 (アレイ工程)	・画素ごとにパターンを形成する工程。半導体ウエハ処理工程とほぼ同様。
			(セル工程)液晶注入まで	・配向膜形成・処理、貼合せ、液晶材料の封入を行う。
後工程			(セル工程) 液晶注入後の偏光板貼付以降	
	組立工程	・ICチップを切断して取り出し、リードフレーム上に装着、パッケージ化。	実装工程	・ドライバIC、バックライト等を取り付けディスプレイとして完成。
	検査工程	・電気的特性検査、外観検査により不良品を除去。	検査工程	・回路、外観、画質などの入念な検査。

資料) 日本半導体製造装置協会資料等より作成

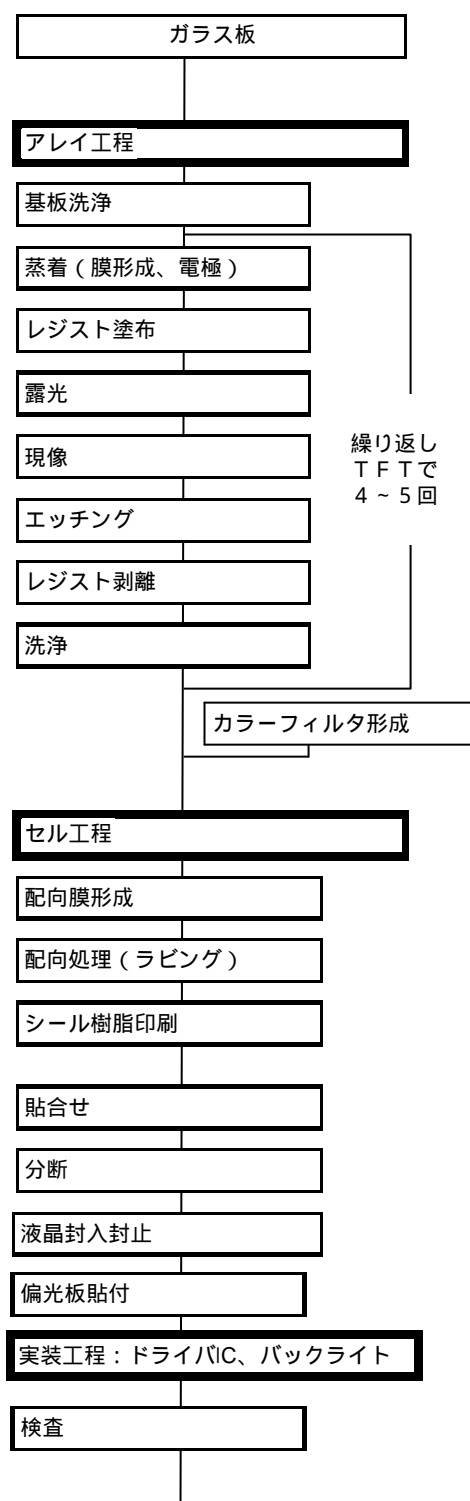
図表 -1- 2 半導体・液晶製造工程と製造装置の比較 (p2、3)



半導体・液晶製造装置メーカー



液晶メーカー



資料) 日本半導体製造装置協会資料、若林秀樹著「フラットパネルディスプレイ最前線」等より作成

半導体製造工程イラストは、大日本スクリーン製造株式会社ホームページより

注) 各装置の詳細については、p26、27 参照

半導体、液晶の製造工程を比較すると、半導体製造の「前工程」と、液晶製造の「前工程」（「セル工程」における液晶封入までの工程）は、ほぼ同様となっている。また、それぞれの製造・検査装置についても共通するものが多いことがわかる。

そこで、本調査では、半導体・液晶産業に共通する部分についてはまとめて捉え、以下の4プレーヤーに分類する。すなわち、

半導体、液晶を製造するデバイスメーカー

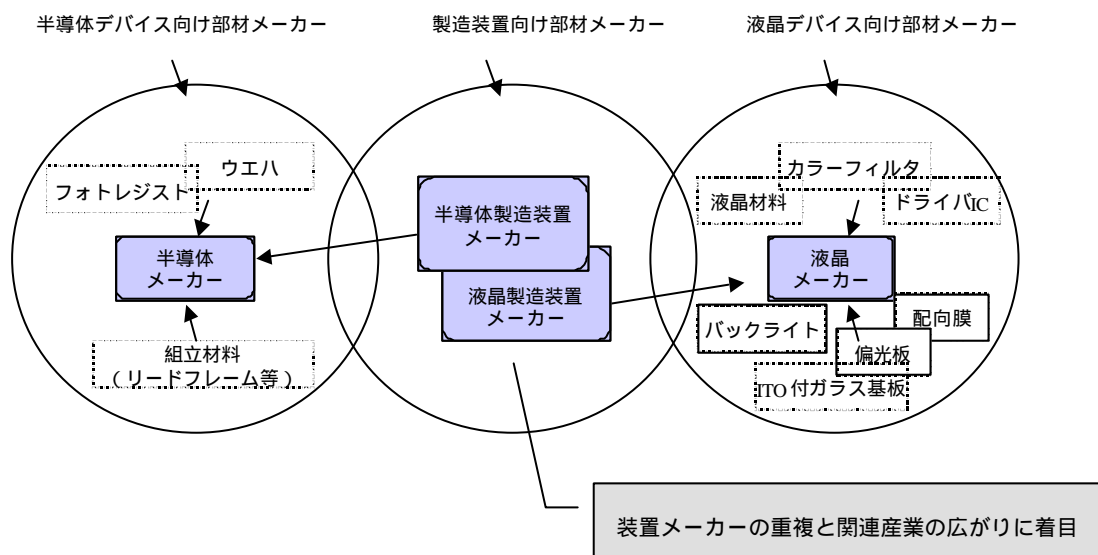
デバイスメーカーに部材を供給、加工するデバイス向け部材メーカー¹

半導体、液晶の製造・検査に用いられる装置の製造を行う製造・検査装置メーカー

製造装置メーカーに部材を供給する製造装置向け部材メーカー

であり、各プレーヤーごとに分析を行うことで、複雑かつ重層的な半導体・液晶産業の構造を把握していくこととする（図表 -1-3）。

図表 -1-3 半導体・液晶産業の構造



資料) 各種資料より作成

¹ ・半導体部材としては、基板となるウエハ、フォトレジスト（感光剤）、組立材料（配線となるリードフレーム、リードフレーム材料、パッケージに使うプラスチック封止材料、セラミックパッケージ材料）等が挙げられる。

・液晶部材としては、液晶材料、ITO付ガラス基板（透明な電極であるITOが付いたガラス基板）、カラーフィルタ（カラー化の必須材料）、ドライバIC（液晶駆動用IC）、配向膜（液晶材料の分子を均一に並べるための膜）、偏光板（光の透過・遮断の制御板）、バックライト（ディスプレイ背後から画面を明るくするライト）等が挙げられる。

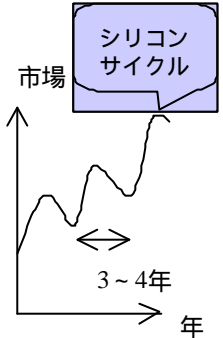
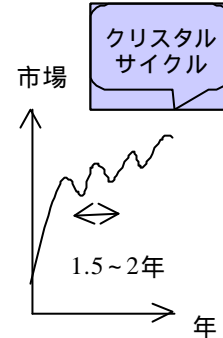
(2) 半導体・液晶産業の比較

半導体・液晶産業は、周期的な需給変動を繰り返すことが特徴である。半導体は、3～4年周期のシリコンサイクル、液晶は、1.5～2年周期のクリスタルサイクルの存在が認められる。また、両産業とも激しい技術革新に対応しながら、巨額の設備投資を続け、激しい国際競争を続けなければならない。その他、両産業とも従来のパソコン等に加え、情報家電や一般家電にまで有望市場の広がりがみられる。

一方、相違点としては、製造特性とコスト構造が挙げられる。半導体が超微細加工を追求するのに対し、液晶では微細化と大型化の両輪の追求が必要となる。その他、歩留まりや検査手法も大きく異なる。また、コスト構造についてみると、半導体では設備投資のウエイトが高いのに対し、液晶は比較的材料コストのウエイトが高いことが特徴となっている。

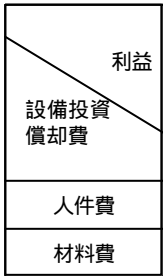
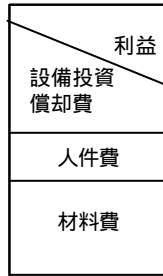
以下では、半導体・液晶産業の類似点および相違点を整理している。

図表 -1- 4 半導体・液晶産業の類似点

類似点	半導体	液晶																																
周期的な需給変動	 <p>シリコン サイクル</p> <p>市場</p> <p>3～4年</p> <p>年</p>	 <p>クリスタル サイクル</p> <p>市場</p> <p>1.5～2年</p> <p>年</p>																																
巨額の設備投資を要する装置産業	1,000 億円	TFT：500 億円 STN：50 億円																																
製造工程の類似性 薄膜微細加工が必要	リソグラフィ、エッチング、 薄膜形成工程（各用語は p.28 参照）	基板プロセス工程																																
技術革新の激しさ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 微細化 ・ ウェハ大口径化 <table border="1" data-bbox="606 1635 933 1915"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>微細化 (μm)</th> <th>ウェハ径 (mm)</th> <th>メモリ 素子</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1997</td> <td>0.25</td> <td>250</td> <td>256M</td> </tr> <tr> <td>1999</td> <td>0.18</td> <td>300</td> <td>1G</td> </tr> <tr> <td>2001</td> <td>0.15</td> <td>300</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2003</td> <td>0.13</td> <td>300</td> <td>4G</td> </tr> <tr> <td>2006</td> <td>0.10</td> <td>300</td> <td>16G</td> </tr> <tr> <td>2009</td> <td>0.07</td> <td>450</td> <td>64G</td> </tr> <tr> <td>2012</td> <td>0.05</td> <td>450</td> <td>256G</td> </tr> </tbody> </table>	年	微細化 (μm)	ウェハ径 (mm)	メモリ 素子	1997	0.25	250	256M	1999	0.18	300	1G	2001	0.15	300	-	2003	0.13	300	4G	2006	0.10	300	16G	2009	0.07	450	64G	2012	0.05	450	256G	<ul style="list-style-type: none"> ・ 微細化は数ミクロンレベル ・ 画面大型化 <p>5 10 14 18 (インチ)</p>
年	微細化 (μm)	ウェハ径 (mm)	メモリ 素子																															
1997	0.25	250	256M																															
1999	0.18	300	1G																															
2001	0.15	300	-																															
2003	0.13	300	4G																															
2006	0.10	300	16G																															
2009	0.07	450	64G																															
2012	0.05	450	256G																															

総合的な技術力が必要 周辺産業の裾野が広い	総合的な技術を要し、 周辺産業の裾野が広い	半導体以上に総合的な技術力を要し、 周辺産業の裾野も広い
国際分業体制 国際競争の激化	日本、欧米、アジアの国際分業	日本、アジアの国際分業
有望市場の広がり 一般家電など製品群の幅は 広がっている。	パソコン モバイル機器 ネットワーク デジタルテレビ DVD	ノートパソコン モニター モバイル機器 携帯電話 テレビ

図表 -1- 5 半導体・液晶産業の相違点

相違点	半導体	液晶
製造特性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 超微細加工 (マイクロエレクトロニクス) ・ 高い歩留まり率(90%以上) ・ 電気的な物理特性など明確な検査基準 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 微細加工と大型化 (ジャイアント・マイクロエレクトロニクス) ・ 低い歩留まり率(40~50%) ・ 美的な視認性など曖昧部分がある検査基準
コスト構造	設備投資費の割合が高い 	材料費の割合が比較的高い 

2. 半導体産業の概要

(1) 半導体とは

半導体の性質

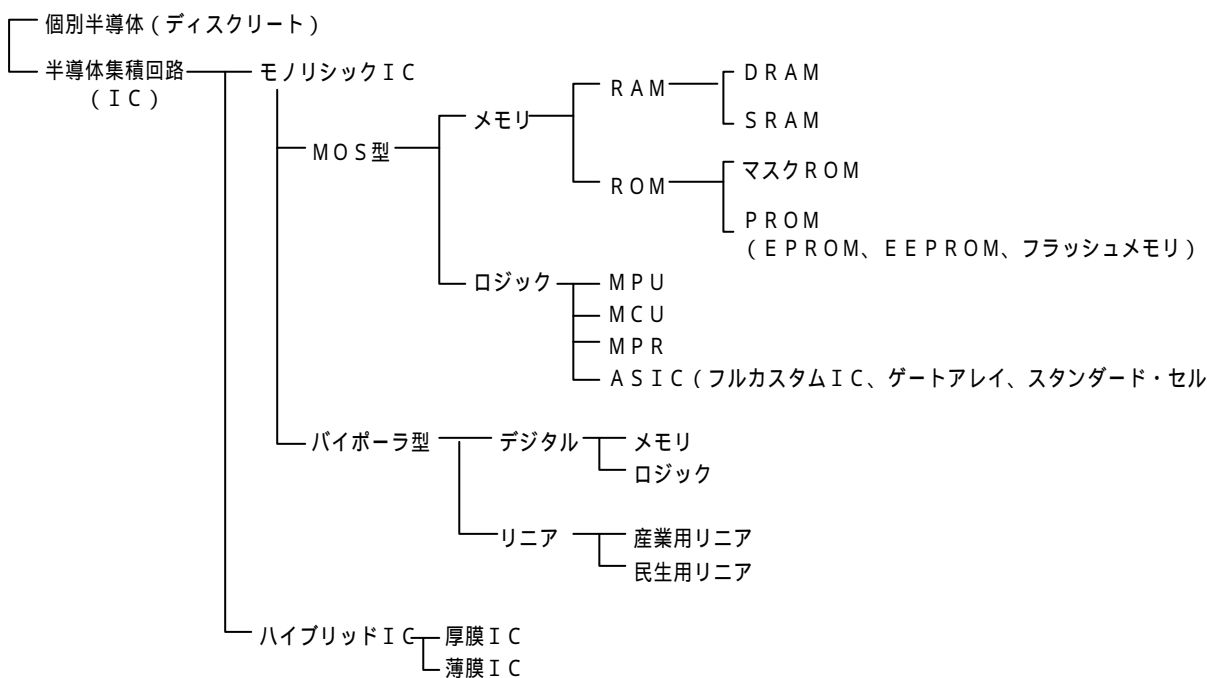
半導体とは、広義には絶縁体と伝導体の中間的物質特性を有するものであり、代表的な物質としてはシリコン、ゲルマニウム、セレンなどが挙げられる。これらシリコンなどの物質を用いて製造される製品が、一般に半導体デバイスと呼ばれている。半導体は「産業のコメ」とも称されており、今日の産業活動に欠かせない重要な位置づけを占めている。

半導体の種類

半導体は、その特徴に応じて多くの製品群に分けられる（図表 -2- 1）。まず、トランジスタやダイオードなどの個別半導体（ディスクリート）と、一つの基板上にトランジスタやコンデンサ、抵抗などを全て組み込んだ集積回路（IC）に大別されるが、近年は後者の IC のみを指して「半導体」と使われることも多い。

また、IC は集積度による分類もある。1,000 素子以上が集積するものは LSI（Large Scale Integration、大規模集積回路）と呼ばれ、10 万素子以上のものは超 LSI（VLSI）と呼ばれる。さらに、ギガ・スケールの集積のものは超々 LSI（ULSI）と呼ばれている。

図表 -2- 1 半導体の種類



資料) 銀行審査事典

図表 -2- 2 半導体各製品の特徴

半導体製品	特徴
モノリシック IC	半導体 IC ともいう。基板にシリコンなどを用いる。
MOS 型	Metal Oxide Semiconductor シリコン基板上に酸化膜を蒸着し、その上に金属のゲート電極を載せてサンドイッチ状にしたもの。構造が簡単で高集積化に適しており、小さな電力で動作できる。
メモリ	記憶素子として用いられ、非常に多くの種類が存在する。
RAM	Random Access Memory 読み出し・書き込みを自由に行うことができる。
DRAM	Dynamic RAM 記憶を保持するために定期的な刺激を必要とする。
SRAM	Static RAM 一度書き込むと、情報が安定して保持される。
ROM	Read Only Memory 読み出し専用の IC
マスク ROM	製造工程で書き込みが行われる
PROM	専用の機械を用いてユーザーが一度だけ情報を書き込むことができる。
・ EPROM	紫外線で情報の一括消去、再書き込みができる
・ EEPROM	電氣的に 1 バイトずつの情報の消去・書き込みができる。
・ フラッシュメモリ	EEPROM の 1 種。電氣的に一括またはブロック単位でデータを消去し、新たに書き込むことができる。
ロジック	論理回路素子。演算処理に用いられる。
MPU	Micro Processor Unit 超小型演算処理装置ともいわれ、演算処理機能を持つ中央演算部分と複数の IC から構成され、コンピュータの本体部分に用いられる。
ASIC	Application Specific IC 個別ユーザーが要望する仕様を持つ専用 IC のこと。ユーザーの注文に合わせて回路設計を行い生産するものをフルカスタム IC という。そのほか、セミカスタム IC に利用されるゲートアレイ、ユーザーの要望に合わせて基本ロジックやメモリーを組み合わせて作るスタンダード・セルがある。
バイポーラ型	Bipolar 双極性 IC。デジタルとリニアの 2 種類がある。
ハイブリッド IC	混成 IC ともいう。基板にガラスやセラミックスを用いる。製造方法により、次の厚膜 IC と薄膜 IC に分類される。
厚膜 IC	印刷により製造される。
薄膜 IC	蒸着を利用して製造される。

補足) ロジックには、CPU 機能に周辺 IC 機能を付加した MCU(Micro Controller Unit)、タイマやメモリ管理機能など MPU 周辺機能を担う MPR(Micro Peripheral)がある。また、バイポーラ型にはデジタル(メモリとロジック)とリニアがあり、主流であるリニアはアンプ、電圧レギュレーターといった産業用リニアと、民生用リニアとに大別される。

資料) 各種資料より作成

半導体の特徴

半導体は非常に多くの製品群に分類されるが、それぞれ、製造方法や用途についても特徴を有している。その概要を示したものが図表 -2- 3である。

RAM などに代表されるモノリシック IC は膨大な開発投資や設備投資を必要とするため、一部の大企業主導で開発生産されている分野である。量産性にも優れ、規模の生産性が働く典型的産業である。特に MOS 型は、量産化・集積化に優れた IC である。一方、ハイブリッド IC はそれほど巨額の設備投資を必要とせず、コンデンサや抵抗などの技術の延長上で参入できることから、専門メーカーのほかにも、電子部品メーカーや自家消費を目的とする家電メーカーなど、異業種からの参入も数多い。

製品の特徴や用途についてみると、バイポーラ型は集積度を高めることが技術的に難しいが、バイポーラ型のデジタルは動作速度が非常に速いため、大型コンピュータなどの高速演

算を必要とする機器に用いられている。これに対し、バイポーラ型のリニアは、テレビや AV 機器などの民生エレクトロニクス製品に用いられている。MOS 型は構造がシンプルで量産化・集積化に優れ、かつ、低消費電力という特徴を持つが、処理速度に劣るため、民生機器を中心とした利用が多くなっている。

ハイブリッド IC は、高周波に対応可能で信頼性にも優れていることから、AV 機器、カーエレクトロニクス、コンピュータ、通信機器など幅広い用途に用いられている。

図表 -2-3 IC の種類と製造上の特徴・用途

分類			設備投資	開発費	集積度	量産性	その他の特徴		主な用途
							長所	短所	
モノリシック IC	バイポーラ	リニア	大	大	中	良	低雑音	消費電力大	AV 機器、家電製品、通信機器
							高速・高駆動力		大型コンピュータ、計測機器
	MOS	デジタル			大	優	低消費電力・低価格	低速	パソコンのメモリ、マイコン テレビゲーム機、電卓、ワープロ AV 機器、通信機器
ハイブリッド IC	薄膜		中	小	小	可	低価格	やや大型	通信機器
	厚膜		小				大電力・高周波		AV 機器、自動車

資料) 銀行審査事典

(2) 半導体産業の特徴

技術革新の速さ

半導体産業における技術革新のテンポや商品開発の速さには目を見張るものがある。先に述べたように、トランジスタが発明されて以来、約 10 年ごとに大きな技術革新を遂げている。中でも、量産化・集積化に優れた MOS 型 IC の開発が技術革新のテンポを加速させ、半導体産業の急成長を促したとされている。

ここでは、DRAM を代表例にとりあげ、IC の技術革新のテンポを概観する。まず、1971 年に米国のインテル社が 1K ビット DRAM を出荷したのを皮切りに、73 年には 4K ビット、76 年には 16K ビット、79 年には 64K ビット、83 年には 256K ビットの DRAM が出荷されている。その後、DRAM はメガビット時代に入るが、86 年に 1 メガビットが出荷されて以来、4 メガビット、16 メガビットの時代を経て、現在は 64 メガビットが主流となっている。

64 メガビットの次は 256 メガビットに移行するが、試作レベルではすでにギガビット時代に突入しており、95 年には 1G ビット DRAM が完成し、現在は 4G ビットの開発が進められている。

シリコンサイクル

技術革新の速さから、半導体製品のライフサイクルは非常に短い。そのため、新世代の IC が登場すると価格が高騰するが、市場が拡大して十分普及すると価格は下落を始め、ついには暴落し、再び新世代の IC が登場すると価格が持ち直す、という“シリコンサイクル”を繰り返す。一般に、新世代の IC が開発されてから 4 年、市場に出荷されて 2 年も経過すると価格は暴落を始めるといわれる。そのため、半導体メーカーはいかに他社に先駆けて次世代 IC を市場に出荷し、短期間のうちに利益を確保するかが最大の課題となる。短期間で市場シェアを確保するにはいち早く量産体制を確立することが必要であり、かつ、先行利益を確保するには常に次世代 IC の開発に取り組むことが必要とされる。

ただし、近年はパソコンに加えて、携帯電話や各種移動体通信、情報家電、ゲーム機、自動車など半導体需要の裾野が拡大しているため、新旧世代の様々な IC に対する用途が広がり、今後は従来のような明確なシリコンサイクルを描きにくくなるとの見方もある。

巨額の開発投資

シリコンサイクルで表されるように、半導体産業では、いち早く次世代の IC を市場に投入し、短期間で市場シェアを確保することが至上命題となる。そのためには、常に巨額の研究開発投資が必要となる。また、半導体産業は売上高に占める設備投資の割合が他産業に比べると極めて高い。半導体の製造工程は複雑で多岐にわたる工程から形成され、量産工場を立ち上げるには多額の設備投資が必要となる。しかも IC の高集積化が進むに連れ設備も高度化、高額化する傾向にあり、設備投資をさらに押し上げる要因となっている。例えば、現在は微細化に加えて、コストダウンを図るためのウエハの大口径化が進んでいるが、12 インチ（300mm）ウエハに対応するには半導体製造装置一式を新たに置き替える必要が生じるため、半導体メーカーにとっては大きな負担となる。こうした事情から、近年は半導体メーカー同士による事業提携が活発化しており、また、事業分野を絞り込んだり撤退する企業も出始めている。

典型的な知識集約的産業

半導体の開発には、高度な電子工学のほか、化学、物理、素材などの幅広い学問領域を必要とする。また、半導体産業では、絶えず 2 世代先を見通した IC の研究開発を行っており、優れた IC を開発するポイントは回路設計力にあるとも言われている。そのためには、優秀な技術者を確保するとともに、研究開発に立ち遅れないように、常に巨額の研究開発投資が必要となる。

高度な製造プロセス技術

半導体産業は、生産プロセスにも高度なノウハウを必要とし、それは生産する IC の技術レベルに必ずしも比例するとは限らない。例えば、一般に完成品としてはロジック系の方がメモリ系よりも技術的に高度な機能を備えていると見なされるが、ロジック系の生産プロセスの方が高度というものではなく、メモリ系の生産プロセス技術があれば、ロジック系の生産は容易であるといわれている。つまり、半導体産業は、製品以上に製造プロセス技術を競いあう特異な産業であり、半導体メーカーが次世代半導体の設計段階から半導体製造装置メーカーとの共同開発に取り組む理由もそこにある。

典型的な規模の経済性

半導体産業には経験曲線（ラーニングカーブ）と呼ばれるものが存在する。それは、IC の場合、累積生産量が 2 倍になるたびにコストが 28% 低下するというものである。したがって、コストダウンを実現するためにはいち早く量産体制を確立し、市場シェアを少しでも拡大することが必要であり、シェア拡大を図るほど一層のコストダウンが図られ、膨大な利益を確保することが可能となる。このように、半導体産業は規模の経済性を発揮できる典型的産業である。昨今の厳しい世界競争に生き残るには、他社との提携も視野に入れたスケールメリットを生かせる体制づくりが急務とされている。

(3) 半導体産業の発展経緯

米国の圧倒的リードで始まった半導体産業は、その後日本が世界を席卷し、再び米国に逆転された後には韓国・台湾等のアジア勢からも猛迫されるなど、主役交代もめまぐるしい。さらに、半導体素子の設計から量産までを手がける垂直統合スタイルから、台湾のファウンドリー（受託生産）に代表されるように水平分業が進むなど、近年は半導体産業において新しいビジネスモデルが台頭してきている。ここでは、半導体産業の歴史的発展の経緯と、近年の新たなビジネスモデルについて整理する。

半導体産業ではプロセス技術に重点が置かれるだけに、産業勃興期には半導体製造装置の多くは半導体メーカーが内製化していたものであった。その後、装置が外販されるようになり、また、米国では半導体メーカーで装置製造を手がけていた技術者がスピンアウトして製造装置会社を設立する動きも相次いだ。

当初、装置メーカーは装置を半導体メーカーに納入するだけであり、その装置を使いこなすノウハウは半導体メーカー側にあった。しかし、その後、CVD やドライエッチング装置などの開発を半導体メーカーと装置メーカーが協力して行うようになったのを契機に、装置メーカーはプロセス技術のノウハウの蓄積につとめ、次第に装置メーカーが半導体メーカーにプロセス技術を売るようになってきた。つまり、プロセス技術のノウハウが半導体メーカーから装置メーカーサイドにシフトしつつある。こうなると、装置さえ購入すれば、半導体

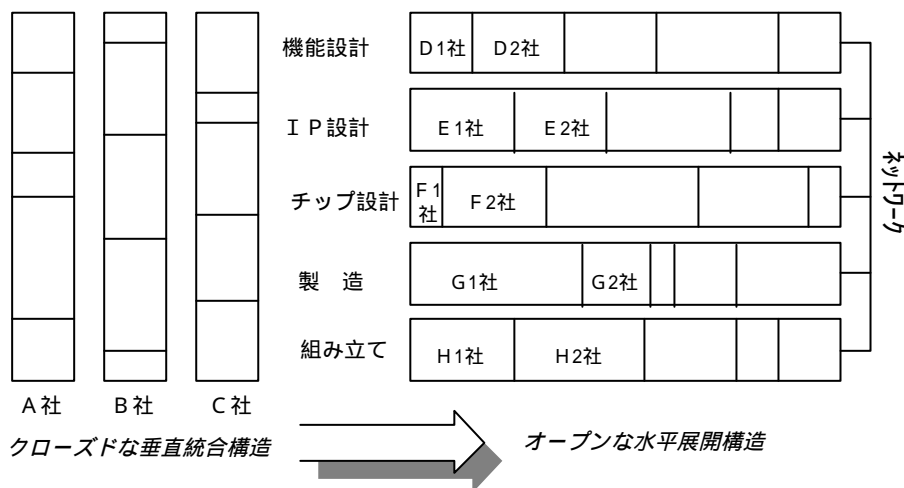
ビジネスに参入できるようになる（半導体システムのオープン化）。これが、後に台湾などのアジア新興諸国が半導体生産に参入するのを容易にし、台湾のファウンドリービジネスを躍進させることになる。

半導体生産システムのオープン化に向けた動きは、まず米国で顕在化した。米国では SEMATECH（セマテック）という官民プロジェクトにおいて、業界におけるオープン化を押し進めた。製造装置の標準化は、開発投資が肥大化する一方の半導体産業においてコスト削減と装置開発のスピード化をもたらすことになる。しかし、日本の半導体メーカーは独自仕様にこだわる傾向が強く、細かい設計変更を装置メーカーに求めるなど、装置メーカーとの一心同体の開発体制を今日も続けている。日本の大手装置メーカーの中には半導体メーカーの系列に組み込まれているところも少なくなく、半導体メーカーと装置メーカーは密接な関わりを有している。

しかし、開発コストの肥大化に伴い、日本の半導体メーカーも設計から生産までを垂直統合するシステムを抱えきれなくなっており、スピードへの対応やコスト競争力を高めるために、台湾のファウンドリーメーカーへの生産委託に踏み切るメーカーも相次いでいる。付加価値の源泉を「いかに生産するか」というプロセス技術に求めてきた日本の半導体メーカーも、ビジネスモデルの見直しに迫られている。

製造ノウハウが装置に組み込まれていくと、今後、設計・製造を一貫して手がけるクローズな垂直統合構造から、機能設計、IP²設計、チップ設計、製造、組み立てといったオープンな水平展開構造へのシフトが進むと予想される（図表 -2-4）。

図表 -2-4 半導体生産システムのビジネスモデルの変化



資料) 日経 BP 社「日経マイクロデバイス」 1998.12

² IP (Intellectual Property) とはシステム LSI などの半導体集積回路の機能ブロックの知的財産を指し、CPU コア、MPEG コア、ドライバモジュール、インターフェイスマクロなどのハード及びソフトウェア機能を指す。

3 . 液晶産業の概要

(1) 液晶とは

液晶の性質

液晶（LCD：Liquid Crystal Display）とは、固体と液体の中間状態の性質を有する物質である。電圧のオン・オフにより固体、液体両方の性質を示すことを利用し、ディスプレイ材料として用いられている。現在、液晶は、ディスプレイ自体を指すことも多く、我々の生活に定着している。

液晶の種類

現在の代表的な液晶としては、TN（Twisted Nematic：ねじれネマティック）、STN（Super Twisted Nematic：超ねじれネマティック）などのパッシブ型液晶と TFT（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）などのアクティブ型液晶がある。いずれも電圧のオン・オフで液晶制御を行うものだが、パッシブ型液晶は、封入された液晶を単一の電圧で制御するのに対し、アクティブ型液晶は、液晶の画素を1ドットごとに電圧でオン・オフ制御する高度な技術を要するものである。

現在、PDP（プラズマディスプレイ・パネル）、有機 EL（エレクトロ・ルミネッセンス）など液晶のライバルとなるフラットパネルディスプレイも続々と現れている。

こうした中で液晶は、アクティブ型液晶をベースにプラズマを画素の電子スイッチとして使用する PALD（プラズマアドレス液晶）や低温ポリシリコン TFT 液晶へと進化し、ディスプレイの高品位、大型化が進むと考えられる。特に、低温ポリシリコン TFT 液晶は、ドライバ回路を画素周辺に一体形成することができ、液晶モジュール³の小型化が可能となるなど注目度も高い。

図表 -3- 1 液晶ディスプレイの種類と特徴

種類	パッシブ型	アクティブ型
	TN、STNなど	TFTなど
長所	<ul style="list-style-type: none">・電極が少ない・製造が容易・製造コストが低い・歩留りが高い	<ul style="list-style-type: none">・画面の一つ一つを調整できる・高画質が得られる・応答速度が速い
短所	<ul style="list-style-type: none">・画面の解像度が劣る・応答速度が遅い	<ul style="list-style-type: none">・構造が複雑・歩留りが低い・製造コストが高い

資料) 岩井善弘著「液晶ビジネス最前線」より作成

³ 液晶モジュールとは、液晶パネルに駆動用のドライバ IC 等を実装し、製品化されたものを指す。

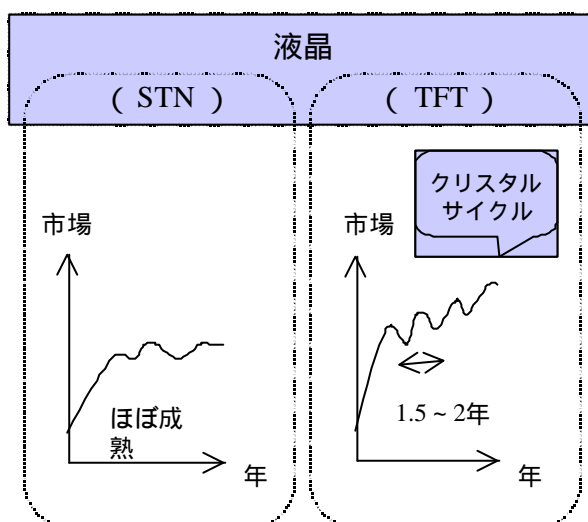
(2) 液晶産業の特徴

液晶産業は、半導体産業と並び日本を代表する産業となっている。半導体の需給変動であるシリコンサイクルと同様にクリスタルサイクルと称される需給変動が存在している。技術革新の激しさに加え、巨額の設備投資を要する装置産業であるため、プロセス移転も進みやすく、国際競争も激化する傾向にある。

需給変動の激しさ

液晶産業には、クリスタルサイクルと称される 1.5~2 年の激しい需給変動が存在している。電卓や一般的な家電向けで市場が成熟している STN については、需給変動もほぼなくなっているが、パソコンを主たる市場とする TFT では 1.5~2 年の需給変動が存在している。しかし、今後、携帯電話、モバイル通信端末、情報家電等の市場が立ち上がり、液晶の用途が拡大することで需給変動の影響が少なくなるとの見方もある。

図表 -3-2 液晶の需給変動 (TFT、STN)



資料) 若林秀樹著「フラットパネルディスプレイ最前線」等より作成

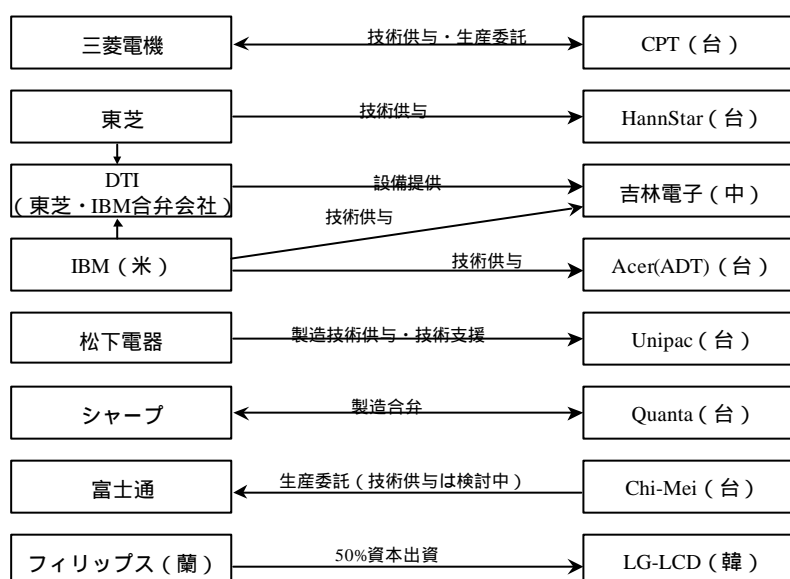
半導体以上に周辺産業の裾野が広い

液晶産業は、液晶材料やガラスなど化学的な分野をはじめ、半導体産業以上に総合技術度が高く、周辺産業の裾野も広がっている。また、ドライバICなど液晶の駆動用に用いる半導体との相性が最終製品の画質に影響を与えるなど関連産業とのつながりも強い。

技術供与等による国際分業体制

液晶産業は、半導体同様、巨額の設備投資を要する装置産業であり、プロセス移転が進みやすいため、国内メーカーは、韓国、台湾メーカーへの技術供与、生産委託という形で国際分業を進めている。特に、前工程と後工程の工程間分業、TFT、STN 等の製品・技術間分業が進んでおり、STN 等低位製品技術や組立等の後工程がアジアを中心に移管されている。

図表 -3- 3 液晶デバイスメーカーの連携状況



資料) 産業タイムズ社「液晶・PDP メーカー計画総覧 2000 年度版」より作成

(3) 液晶産業の発展経緯

液晶市場には、1968 年に米国 RCA 社が液晶装置の原型を試作した後、ゼネラルエレクトリック (GE)、ヒューズ、テキサスインスツルメンツ (TI) 社など米国各社が続々と参入し、開発を進めたが、カラー表示やコスト面での問題をクリアできず、70 年代に撤退を余儀なくされた。その間、日本では、シャープが 73 年に世界初の液晶電卓量産化に成功したのをはじめ、松下電器、セイコー・エプソン、ホシデン、NEC 各社が持ち前の応用技術、プロセス・イノベーションで開発成果を上げ、液晶ディスプレイの商品化に成功した。

88 年、業界初の 14 インチ型液晶が開発されてからは、国内メーカーが圧倒的な競争力を有してきた。しかし、近年、国内メーカー自らの技術供与によって韓国、台湾メーカーの量産体制が整い、国際競争は激化している。

II 半導体・液晶の業界動向

本章では、 章の半導体・液晶産業の概要をふまえ、半導体・液晶関連のデバイス、製造装置、部材の各業界動向について整理している。

1. 半導体・液晶デバイスの業界動向

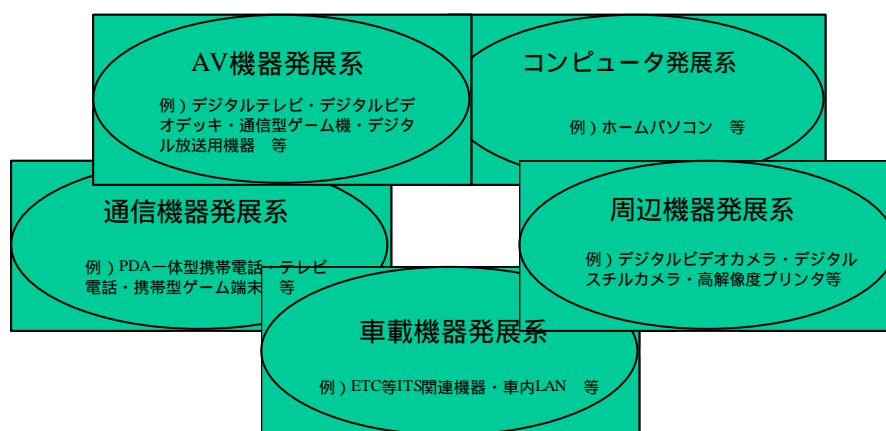
(1) 半導体デバイスメーカーの動向

有望市場

現在、IC が用いられる分野は多様化し、パソコンをはじめとする OA 機器やテレビ・VTR・AV 機器などの家電製品を中心とするエレクトロニクス分野だけではなく、自動車、産業用機械、ロボット、時計などあらゆる分野にわたっている。中でも、今後有望視されるのは携帯電話、携帯情報端末、デジタルテレビ、DVD、ゲーム機、カーナビといった分野である。特に、デジタルテレビやカーナビなどの情報家電はコンピュータ・家電・通信分野が全てかわる領域であり、各種規制緩和の後押しもあり、今後さらに技術革新が進み、市場に浸透すると予想される。2000 年末の BS デジタル放送の放送開始も、家電のデジタル化に拍車をかけるとみられる。

情報家電は、デジタルテレビや通信型ゲーム機などの「AV 機器発展系」、ホームパソコンなどの「コンピュータ発展系」、PDA 一体型携帯電話などの「通信機器発展系」、カーナビなどの「車載機器発展系」、デジタルビデオカメラなどの「周辺機器発展系」に大別されている⁴。2025 年には製品とサービスを合わせると約 28 兆円市場にまで成長すると試算されており、半導体需要を牽引する主役になると期待されている。

図表 -1-1 半導体の有望市場



資料) 通商産業省「21世紀経済産業政策の課題と展望(第2回)」1999年10月より作成

⁴ 通商産業省「21世紀経済産業政策の課題と展望(第2回)」1999年10月

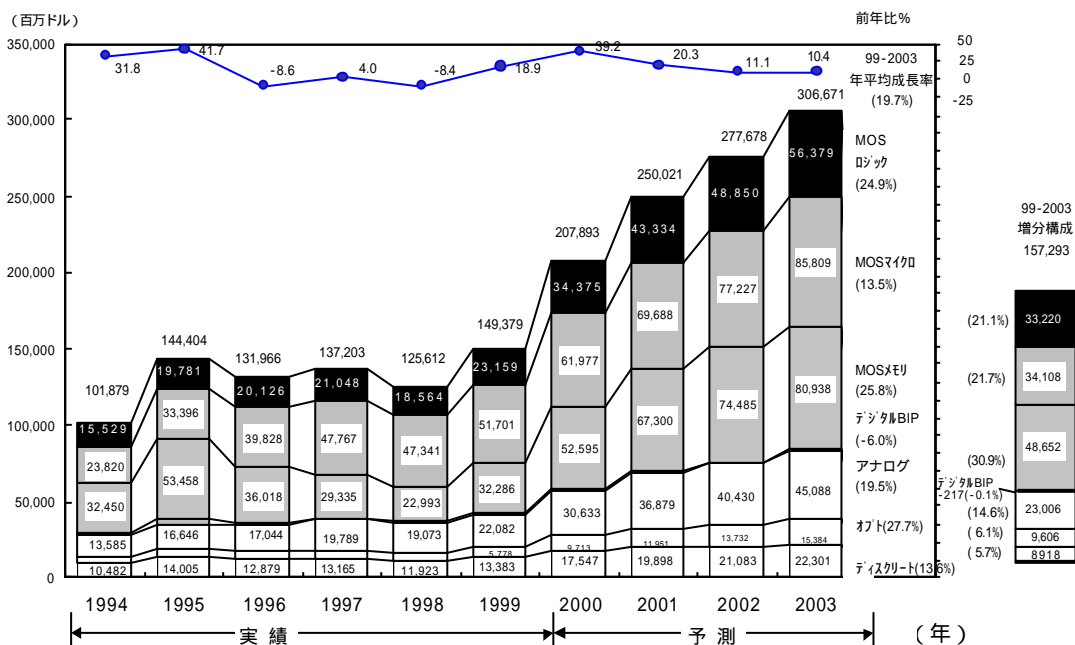
市場動向

製品別に世界の半導体市場規模をみると、MOS メモリは 1995 年から 96 年にかけて大幅に出荷額を減少させ、以降は 2003 年までの予測も含めて一貫して MOS マイクロコンピュータ⁵が出荷額トップの座を占めている。しかしながら、MOS メモリは 96 年を底に増加に転じており、99 年から 2003 年にかけては年率平均 25.8%と全製品の中でも最も高い伸びが予想されている。DRAM とフラッシュメモリが MOS メモリの需要を牽引するとみられている。MOS メモリに次いで高い伸びが予想されているのは MOS ロジックであり、99 年から 2003 年にかけて 24.9%の伸びが期待されている。99 年から 2003 年にかけての市場規模の増分構成は、MOS メモリが 30.9%と最も多く、次いで MOS マイクロが 21.7%、MOS ロジックが 21.1%と、ロジック系が 4 割以上を占めている。

日本の製品別半導体市場規模(出荷額)をみると、96 年まで最もシェアが大きかった MOS メモリは、97 年には MOS マイクロ、MOS ロジックに抜かれて第 3 位まで順位を低下させている。しかし、98 年を底に再び伸びが予想されており、99 年から 2003 年にかけての平均伸び率は 26.7%と全製品群の中で最も高い伸びが期待されており、2000 年以降は再び全製品の中でもトップシェアを占めると予想されている。99 年から 2003 年にかけての市場規模の増分のうち、MOS メモリの占める割合は 29.8%と最も多く、次いで MOS ロジックが 24.4%、MOS マイクロコンピュータが 19.7%と予想されている。

総括すると、世界市場・日本市場ともに製品別ではモノリシック IC の MOS 型が市場の大半を占めており、90 年代後半に市場を縮小させたメモリが再び拡大に向かっているといえる。なお、日本市場の年平均成長率は世界市場に比べて若干低い見通しとなっている。

図表 -1-2 世界の製品別半導体市場規模

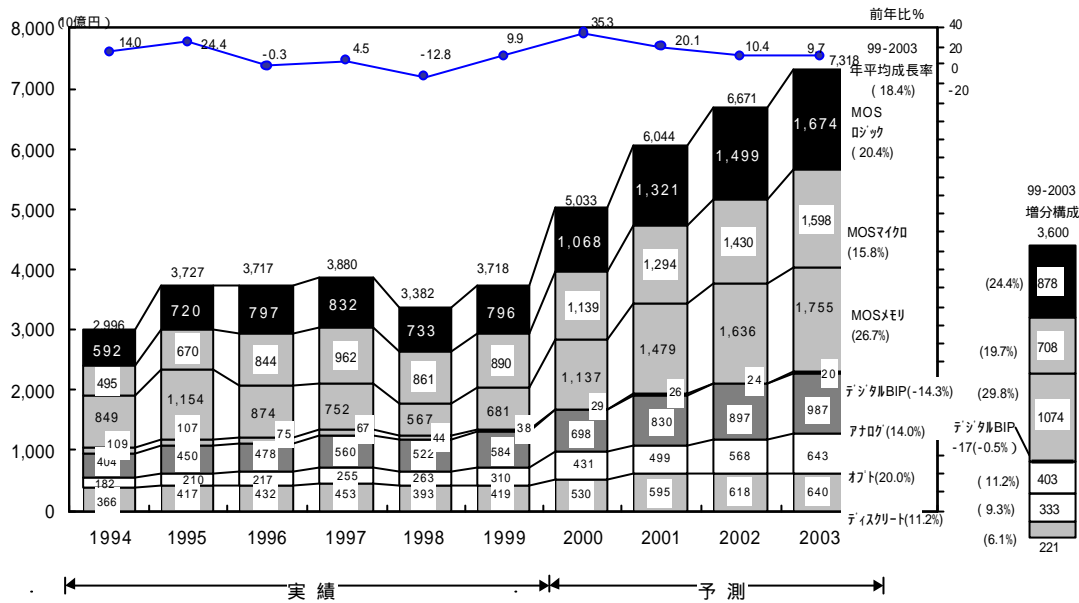


注) 実績値は WSTS 加盟企業の出荷額

資料) WSTS(World Semiconductor Trade Statistics : 世界半導体市場統計)

⁵ CPU に加え、記憶や入出力制御を行う部分の一つの IC 上に形成されたもの。通称、マイコン。

図表 -1-3 日本の製品別半導体市場規模



注) 実績値は WSTS 加盟企業の出荷額
 資料) WSTS(World Semiconductor Trade Statistics : 世界半導体市場統計)

主要メーカーの動向

1999年度の生産額にみる日本国内の上位20社は、図表-1-4の通りである。このうち、世界市場ランキング10位に入るのは、NEC(第2位)、東芝(第3位)、日立製作所(第7位)の上位3社である。東芝は世界ランキングを4位から3位に上げているが、98年に世界ランキング10位だった富士通はベストテン圏外となった。

図表 -1-4 世界半導体ランキング(左表)と日本メーカーの半導体生産ランキング(右表)

98年順位	99年順位	メーカー名	売上高(百万ドル)
1	1	インテル	25,810
2	2	NEC	9,216
4	3	東芝	7,594
6	4	サムソン電子	7,095
5	4	テキサス・インスツルメンツ	7,095
3	6	モトローラ	6,425
7	7	日立製作所	5,521
9	8	STマイクロエレクトロニクス	5,080
8	9	フィリップス	5,065
10	10	インフィニオン	5,010

順位	メーカー名	年間生産額(億円)
1	NEC	10,500
2	東芝	9,300
3	日立製作所	6,700
4	富士通	5,300
5	三菱電機	5,200
6	松下電子工業	3,800
7	ローム	3,237
8	シャープ	2,922
9	ソニー	2,800
10	三洋電機	2,600
11	沖電気工業	1,560
12	セイコーエプソン	1,400
13	サンケン電気	789
14	富士電機	630
15	新日本無線	470
16	新電元工業	390
17	旭化成マイクロシステム	360
18	リコー	320
19	セイコーインスツルメンツ	300
20	ミツミ電機	260

資料) WSTS(World Semiconductor Trade Statistics : 世界半導体市場統計)

技術動向

a)微細化

半導体技術の進展は、微細化技術の進展とも言い換えることができる。半導体デバイスメーカーにとって、微細加工技術は集積度の高いチップの製造、より小型のチップの製造に欠かせない技術であるが、同時にコスト削減を図る上でも欠かせない技術である。現在、加工線幅⁶は0.25 μm が主流となっているが、これを0.18 μm まで微細化することにより、8インチウエハからとれるチップ数が約2倍になるという。今のところ、情報家電では0.25 μm のLSIが、プレイステーション2には0.18 μm のLSIが用いられている。

現在の技術の延長線上では0.18 μm までが限界といわれており、さらなる微細化を実現するには、フォトマスク処理方法を見直すなどの対策が必要になるとされている。しかしながら、2000年2月に、日立製作所は現在の10倍以上の高速化を実現するシステムLSIの半導体論理回路の開発に成功したと発表した。通常は、微細化により回路を流れる電流が急減すると動作不能になるという問題が発生するが、同社の技術を用いればより少ない電流でも回路を制御することが可能となる。したがって、現在の技術の延長上で微細化を進めていっても、安定的な回路制御が可能であり、結果として今後10年以上にわたり継続的に高速化を進めていくことができるとしている。

b)ウエハ大口径化

半導体メーカーにおいては、一枚のウエハから一度に数多くのチップがとれるウエハの大口径化もコスト削減に欠かせない技術である。現在主流の8インチ(200mm)ウエハも、今後は12インチ(300mm)と大口径化が進むと予想される。12インチウエハは技術的にはすでに確立されているものであるが、1998年の世界的な半導体不況を経験し、半導体メーカー各社が大型投資を控えたため、市場への導入がやや遅れ、投資が本格化したのは2000年度からである。日立製作所と台湾UMCとの合弁子会社が茨城県ひたちなか工場において、2001年4月から12インチウエハに対応したデバイス製造を開始するための準備を進めており、競合他社も12インチ導入に動いている。

キャノンでは次世代ウエハといわれるSOI(Silicon On Insulator)を用いて、12インチウエハに対応したデバイス製造技術をすでに確立している。SOIウエハは低消費電力かつ高速処理のICを生産することが可能であるものの、シリコンウエハに比べ約7倍のコストがかかり、実用化に向けて課題となっていた。12インチと大口径化することにより、1枚のウエハからとれるチップ数が増えコストダウンが可能となる。SOIウエハは8インチが限界とされていただけに、キャノンの開発した技術がSOIウエハの普及を牽引する可能性がある。

c)低消費電力化

携帯電話などの移動体通信機器は、長時間駆動させる必要がある。そのためには、充電池駆動部分に低消費電力タイプの半導体を組み込む必要がある。半導体メーカー各社は低消費

⁶ 露光光源が異なることから、加工線幅0.5 μm 前後をg線(可視光線)、0.35 μm 程度をi線(紫外線)、0.18 μm 程度はKrf(フッ化クリプトン:エキシマレーザー)と呼び、さらに0.13 μm 程度まではArf(フッ化アルゴン:エキシマレーザー)と呼んでいる。0.10 μm 以下では電子ビームなどが有力な技術とされている。

電力を実現する素材や技術の開発に凌ぎを削っており、移動体通信機器が今後ますます普及すると予想される中で、“低消費電力”は半導体技術開発の必須条件となっている。

d)システム・オンチップ

システム・オン・チップとは、1つのチップ上に複数の機能を集積させ、1チップで多機能化を実現しようとするものであり、マルチメディア化・ネットワーク化の進展に伴う情報機器の小型化・高機能化に対応するため、開発競争が激しさを増している。今日では、IPのインテグレーションの成果として作られたシステム・オン・チップがシステムIPとして進化し、このシステムIPどうしが複合化されるというレベルにまで到達している。

業界では、システム・オン・チップの開発に向けて各社の持つASIC関連技術の標準化を進めることで合意に至っており、日本からはNEC、富士通、松下電器、東芝、日立製作所、ソニー、シャープ、沖電気などがこの標準化に参加している。

e)プロセス技術

半導体の世界では、プロセス技術が重視されるようになってきている。LSIの大規模化が進み、ユーザーと半導体デバイスメーカーが共同でチップの開発を進めるケースが増え、ユーザーが半導体デバイスメーカーが持つプロセス技術に着目するようになったからである。

プロセス技術を見直す契機となったのは、IBMが投入したCu(銅)配線技術を用いたLSIに対するユーザーの高い評価であり、LSIの委託先をIBMに切り替える会社が相次いだ。CuはAl(アルミニウム)に比べて電気抵抗が低く、LSIの動作周波数向上や低消費電力化が図れることが知られていたが、基板となるシリコンを汚染する欠点があるために、どのメーカーも実際に用いることはしなかった。しかし、こうした「常識」をIBMが破り、画期的な配線技術として完成させた。IBMの成功をみて、Cu配線の導入に動く半導体メーカーも多い。Cu配線技術の成功に刺激されて業界では材料の見直しが進んでおり、ウエハの材料としては単結晶シリコンに代わりSOIが、また、配線間の絶縁材料としてはSiO₂からlow-k(低誘電率の絶縁材料)などが着目されるようになってきている。

図表 -1- 5 新たなプロセス技術の登場

トランジスタ、基板材料 (高速LSI向け)	→ high-k材料	→ 新構造トランジスタ					
	→ SOI基板	→ メタル・ゲート					
配線間の絶縁材料(比誘電率)	S ₀₂ (4.0)	low-k(3.5程度)	low-k(3.0以下)	low-k(2.5以下)			
配線材料	Al系材料		Cu系材料				
高速LSIの動作周波数	100MHz	300MHz	600MHz	1.2GHz	1.6GHz	2.0GHz……	
設計ルール	0.5 μm	0.35 μm	0.25 μm	0.18 μm	0.13 μm	0.1 μm	0.1 μm以降
	1993	1995	1997	1999	2002	2005	2008年以降

資料) 日経エレクトロニクス 2000.2.14

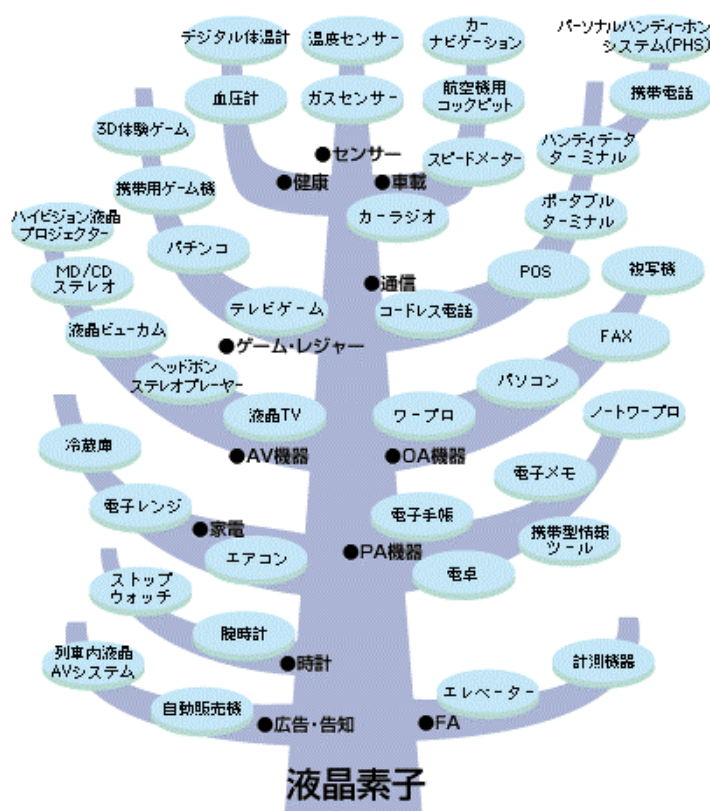
(2) 液晶デバイスメーカーの動向

有望市場

液晶ディスプレイは、薄型・軽量、省電力・省スペース、表示の美しさなど数々の優れた特徴を有しており、従来のブラウン管（CRT）に替わるディスプレイとして注目されている。

今後、「ノートパソコン」、「モニター」、「モバイル機器」、「携帯電話」、「テレビ」の5大市場を中心に幅広い分野での需要増が見込まれている。

図表 -1-6 広がりを見せる液晶関連市場



資料) シャープ株式会社資料より

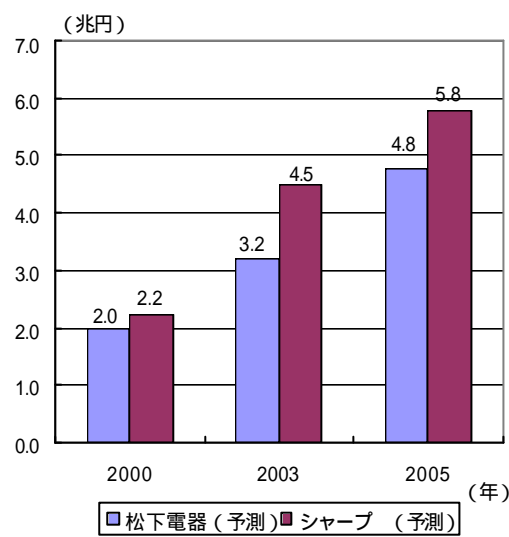
市場動向

液晶メーカーの代表的な市場予測によると、2000年時点で2.0~2.2兆円市場は、2003年に3.2~4.5兆円、2005年には4.8~5.8兆円へと急拡大が見込まれている。過去10年間の平均伸率23.3%をふまえ、年率20%の成長率を仮定した予測となっている。5大市場別の市場規模予測もノートパソコンやモニターを筆頭に2003年時点で3兆円規模の市場予測がされている(図表 -1-7、 -1-8)。

また、液晶の主力製品である TFT パネルの今後の需給関係については、1999 年に生じていた供給不足が解消されつつあり、価格は下落傾向にある。これは台湾メーカーが量産体制に入り、供給不足が解消されたためと考えられる。今後は、クリスタルサイクルなど液晶の需給関係に加え、台湾、韓国等の大型増産の動向をふまえた市場動向の把握が必要である。

液晶は、プラズマディスプレイパネルや有機 EL などライバルとの競争が続くが、その市場規模や量産技術面等から次世代フラットパネルディスプレイの本命として最も優位なポジションにある。

図表 -1- 7 液晶パネルの世界市場予測（生産額）



資料) 日経 BP 社「フラットパネル・ディスプレイ 2001」

図表 -1- 8 液晶パネル 5 大市場の世界市場規模予測

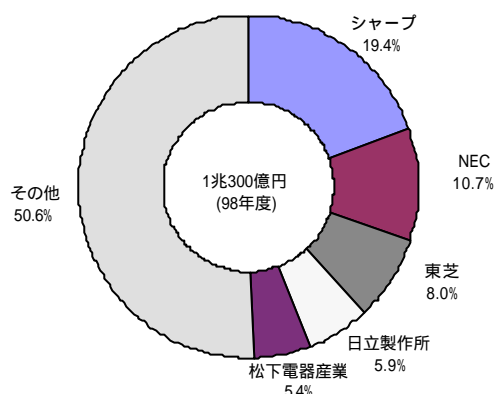
	2003年市場規模予測 (億円)
ノートパソコン	9,600
モニター	10,000
モバイル機器	6,000
携帯電話	3,000
テレビ	3,000
合計	31,600

資料) 日経 BP 社「フラットパネル・ディスプレイ 2000」

主要メーカーの動向

1998年度の各社の市場シェアは、シャープが19.4%とトップ、次いでNEC10.7%、東芝8.0%、日立製作所5.9%、松下電器産業5.4%と続く。東芝は、シャープに次ぐ業界2位の座を98年度にNECに奪われており、市場シェアの変動が激しい業界動向を象徴している。なお、99年度の生産、設備投資動向は、デバイスメーカー各社とも急増が見込まれており、強気の設備投資が発表されている。また、シャープのように付加価値の高い差別化製品の開発を急ぐメーカーも現れている。

図表 -1- 9 液晶メーカーの国内市場シェア



資料) 日経産業新聞編「市場占有率 2000」

技術動向

液晶デバイスを取りまく技術動向は、広視野角技術、高速応答技術、高精細・高画質技術、低消費電力技術、耐久性技術等の点から捉えることができる。

図表 -1- 10 液晶デバイスの技術動向

技術	概要
広視野角技術	液晶は画面が見える視野角が狭いことがブラウン管代替を難しくしていたが、1995年以降、日立製作所のIPSモード、富士通の垂直配向(VA)という画期的な広視野角技術の開発によって技術開発競争が激化。
高速応答技術	液晶は動画表示を苦手としており、高速応答化が課題。反強誘電液晶など液晶材料の改良が技術開発の中心となっている。
高精細、高画質技術	カラーフィルタオンアレイが注目される。液晶のカラー化に不可欠となるカラーフィルタとTFTの画素(アレイ)を一体化することで高精細、高画質化を実現する。
低消費電力技術	自然光を活用し、バックライト等の外部光源が不要となる反射型液晶などが実用化されている。
耐久性技術	従来のガラス基板にかわり、プラスチック基板を用いた液晶が実用化されている。軽量かつ耐久性向上技術は部材を中心に技術開発が進む。

資料) 日経 BP 社「フラットパネル・ディスプレイ 2000」より作成

2 . 半導体・液晶製造装置の業界動向

(1) 半導体・液晶製造装置産業の概要

デバイスと製造装置の産業比較

半導体・液晶デバイス産業と製造装置産業は、特性が全く異なっている。デバイス産業がエレクトロニクス産業であるのに対し、製造装置産業は、総合的な高い技術力が要求される精密機械、メカトロニクス産業である。また、デバイス産業が典型的な装置産業で、空洞化しやすいのに対し、製造装置産業は、200～300の多数工程を抱える上、空洞化しにくいいため、国内企業が関わる事業領域が多いと考えられる。さらに、デバイス産業では、微細化や大口径化、プロセス技術等の要素技術開発を進めるのに対し、製造装置産業は、プロセスの統合化やそれに対するトータルソリューションの提供など総合的な技術が問われることも多い。

図表 -2- 1 デバイスと製造装置産業の主な相違点

	デバイス	製造装置
産業の特徴	エレクトロニクス産業	精密機械、メカトロニクス産業
	空洞化しやすい(大量生産、装置、技術等の移転が容易)	空洞化しにくい(多品種少量生産で納期長く、海外生産が困難)
重要技術	デバイス、プロセス技術	プロセス技術、トータルソリューション

資料) ヒアリング、各種資料より作成

製造装置産業の発展経緯

1955年に日本において半導体産業が産声を上げた当初は、各社とも商社経由で半導体製造装置を米国から輸入していた。しかし、70年代半ばからのICの需要拡大に伴って国産製造装置メーカーが育ってきた。国産のメーカーは、国内半導体メーカーとの共同開発や海外メーカーとの技術提携により技術蓄積を図り、半導体デバイスメーカーからの品質向上やコストダウンへの要求に応えてきた。また、生産工程の自動化などへも積極的に取り組み、性能や価格面での国際競争力を高め、露光装置や検査装置など一部装置群で世界市場を席巻するまでに成長した。また、液晶製造装置については、前工程を中心とする製造工程が半導体と似ているため、半導体製造装置メーカーが手がけるようになっている。

産業の特徴

a)需給変動の激しさ

半導体・液晶産業のシリコン、クリスタルサイクルの影響を受け、需給変動が激しい産業である。好況時は莫大な利益を生み出すが、不況期にはデバイスメーカーとともに経営状況が急激に悪化する。製造装置は、精密化・大型化が進んでおり、受注してから納品までに半年～1年程度を要するものが多く、1年以上に及ぶ装置もある。そのため製造装置産業は、半導体メーカーに遅れて景気悪化の影響が現れる傾向にある。また、最近は短期納期や納期厳守のために見込み生産を行う企業もあるが、半導体メーカーの設備投資計画の変更によって在庫を抱え込むリスクがある。

b)不断の開発投資が必要

半導体製造装置産業は、絶えず次世代技術の開発・生産への対応を迫られる。技術革新に乗り遅れれば市場からの撤退を意味するため、絶えず技術開発への先行投資が必要となる。近年はICの世代交代のサイクルが速く、それだけに他社に先駆けて優れた技術や製品を開発し、素早く利益を回収するというスピードも必要とされている。

c)寡占的市場構造下で進む新規参入とトータルソリューション

半導体、液晶の製造には多数の工程があり、生産工程で必要とされる装置は数百種類に上る。また、各工程で化学的処理、物理的処理、精密加工、コンピュータ制御など様々な分野の高度な技術を必要とするため、大手、中小を問わず各社とも独自の技術を活用して市場に参入している。製造装置産業こそが総合的な高い技術力を要する半導体・液晶産業の要と言える。工程ごとの技術の特異性に加え、最先端技術の開発にコストがかかるため、全工程をカバーする総合メーカーは少なく、工程ごとに専門メーカーが存在し、上位数社による寡占的な市場構造になっている。

しかし、半導体の高性能化に伴う製造技術の端境期を捉え、異分野で培った技術を活かそうとする動きもある。例えば、プラント制御機器トップの横河電機は、米ラム・リサーチ社と連携し、化学的機械研磨（CMP）等の半導体製造装置事業の拡大計画を打ち出している。同様に、ニコンもステップで培った技術を武器にCMP装置市場への参入を目指している。その他、プローバ等で競争力がある東京精密も次世代露光装置市場への進出を表明するなど、既存分野外に攻め込む企業が多い。さらに、東芝・日本真空技術によるドーピング装置の開発、積水化学のプラズマを常圧で安定状態に保つ技術（真空装置が不要）の開発など製造工程を根底から変える画期的な技術も現れている。このように製造装置市場は、寡占化が進みつつも、技術の変化を捉えた新規参入が続く市場構造となっている。

また、近年、コアとなる装置をベースとして前後工程を取りこむ統合化、トータルソリューションが求められるようになっている（p87 参照）。例えば、米大手のアプライドマテリアルズは、装置立上げ代行を行うなど総合力を活かしたビジネスを展開しようとしている。各工程装置の強みをベースにしたトータルソリューションが提供されている。

図表 -2- 2 主要半導体製造装置の概要

装置名	概要	主要メーカー
スライシング装置	円柱状の単結晶シリコンを薄い円盤状にスライスする装置。	東京精密、Mayer+Burger、トーヨーエイトック
ラッピング、ポリシング装置	スライスしたウェハの表面を研磨する装置。ラッピングが粗研磨、ポリシングが中～微細研磨。	不二越機械工業、SpeedFam-IPEC
エピタキシャル成長装置	シリコン単結晶層（結晶軸が揃った薄膜）を成長させる装置。	Applied Materials、ASM International
スパッタリング装置（略称スパッタ）	不活性ガスをプラズマ化し、アルミ等の金属にぶつけることで金属原子を叩きだし、金属薄膜を形成する装置。	Applied Materials、日本真空技術、Novellus Sysytems
CVD装置	熱エネルギーやプラズマ放電など化学反応により成膜する装置。	Applied Materials、東京エレクトロン、Novellus Sysytems、ASM International、国際電気
酸化・拡散装置（熱処理装置）	ウェハの表面に酸化膜を形成する装置。常圧熱酸化装置、高圧熱酸化装置等。	東京エレクトロン、国際電気、SVG
コータ・デベロッパ	コータは、ウェハの酸化膜上に感光剤（レジスト）を塗布する装置。デベロッパは、露光された部分のレジストを剥離できるよう水溶性にする装置。	東京エレクトロン、大日本スクリーン製造
ステッパ	マスクとウェハを合わせ、露光してウェハに回路パターンを焼き付ける装置。ステッパ式投影露光装置の通称。g線、i線など露光光源によって区別される。	ニコン、ASML、キャノン
スキャン	露光装置の一種。1ショットの露光をスリット状の領域で行い、スリットの直角方向に走査させることでウェハを全面露光する。ステッパより広い領域の露光が可能であり、ウェハの大口径化等に対応可能。	ニコン、ASML、キャノン
エッチング装置	レジストを除去した部分の酸化膜を削り取る装置。	Applied Materials、東京エレクトロン、Lam Research
イオン注入装置（ドーピング装置）	ウェハにイオン化したリンなどの元素を打込み、ウェハ表面を電極化する装置。	Varian Semiconductor Equipment、Eaton、Applied Materials
洗浄装置	微小パーティクル（ゴミ）や微量不純物の洗浄を行う装置。プラズマガスを用いたドライ洗浄もあるが、薬液によるウエット洗浄が主。ウェハを1枚単位で洗浄する枚葉式とまとめて洗浄するバッチ式等がある。	大日本スクリーン製造、S.E.S、東京エレクトロン、カイジョー、Semitool FEZ、FSI International
CMP装置	化学研磨剤を使用し、ウェハ表面を平坦化する装置。	Applied Materials、荏原製作所
ブローバ	ウェハ上に形成されたICの電気特性を効率よく試験するための装置。触針を自動的に接触させ、外部に接続したテスタによる試験を可能とし、テスタが不良と判断したものを識別可能とする。	東京精密、東京エレクトロン
ダイシング装置	円盤状のウェハを、チップに切断する装置。	ディスコ、東京精密、Kulicke&Soffa
ダイボンダ	ダイをリードフレームやパッケージに装着する装置。	ESEC、ニチデン機械、Alphasem
ワイヤボンダ	半導体チップ上の接続電極とパッケージ外部の端子をボンディングワイヤで接続する装置。	Kulicke&Soffa、新川、カイジョー
パッケージング装置	チップをセラミックやプラスチックなどのパッケージに封止（モールド）する装置。	TOWA、Fico、第一精工、アピックヤマダ、ASA
マーキング装置	製品に型名やロット番号などを印刷する装置。	Makem、Lumonics、東芝メカトロニクス
テスタ	チップの信頼性を検査する装置。ロジックテスタ、メモリテスタ等。	アドバンテスト、Teradyne、Agilent、Credence

資料) 日本半導体製造装置協会資料、日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験/検査装置市場年鑑 2000」等より作成

図表 -2- 3 主要液晶製造装置の概要

装置名	概要	主要メーカー
レジスト塗布装置	レジストをガラス基板に塗布する装置。半導体製造装置のコータにあたる。	東京エレクトロン、東京応化工業、大日本スクリーン製造
露光装置	露光してガラス基板にパターンを焼き付ける装置。	ニコン、キャノン
現像装置（デベロッパ）	露光された部分のレジストを剥離できるよう水溶性にする装置。	東京エレクトロン、大日本スクリーン製造
エッチング装置	レジストを除去した部分の酸化膜を削り取る装置。	大日本スクリーン製造、島田理化工業、東京エレクトロン、BPS
スパッタリング装置（略称スパッタ）	金属薄膜を形成する装置。	日本真空技術、BPS、アネルバ
イオン注入装置（ドーピング装置）	イオン化したリンなどの元素を打込み、ガラス基板上に形成した画素を電極化する装置。	日新イオン機器、日本真空技術
CVD装置	熱エネルギーやプラズマ放電など化学反応により成膜する装置。	AKT（Applied Materialsの100%子会社）、BPS、日本真空技術、国際電気、アネルバ
配向膜塗布装置	配向膜を薄膜処理されたTFT基板上に塗布する装置。	ナカン、日本写真印刷
ラビング装置	TFT基板上に塗布された配向膜に液晶材料を一定方向に向かせる溝を刻む装置。	常陽工学、飯沼ゲージ製作所、ニュートム
シール印刷機 / ディスペンサ	基板接着のためにシール剤を印刷する装置。接触型のシール印刷機と非接触型のディスペンサがある。	日立テクノ、ニューロン精密、飯沼ゲージ製作所
スペーサ散布装置	2枚の基板間の間隔を保つために粒状のスペーサを散布する装置。	日清エンジニアリング、エスイー、ゼビオス
貼り合わせ装置	2枚の基板にポイントをマークし、貼り合わせる装置。	信越エンジニアリング、常陽工学、日立電子エンジニアリング（日立DECO）
スクライバ / プレーカ	ガラス基板を指定のパネルサイズに切断するための装置。スクライバで基板に切断用の溝を刻み、プレーカで切断する。	三星ダイヤモンド、常陽工学
液晶注入装置	2枚の基板の間に液晶材料を注入する装置。真空技術、特殊治具を用いる。	アネルバ、島津製作所、アユミ工業、協真エンジニアリング
偏光板貼り付け装置	偏光板を基板に貼り付ける装置。	東レエンジニアリング、マイクロ技研、常陽工学、飯沼ゲージ製作所
TAB実装装置（OLB）	テープにドライバICをボンディングしたものがTCP（Tape Carrier package）で、その実装手法をTAB（Tape automated bonding）と言う。リード線をボンディングするためOLB（Outer lead bonding）とも称される。	芝浦メカトロニクス、日立電子エンジニアリング（日立DECO）、大崎エンジニアリング
COG実装装置	COG（Chip on glass）は、液晶を駆動するためのドライバICを液晶パネルに実装する装置。	東レエンジニアリング、九州松下電器、大崎エンジニアリング
検査装置	ガラス基板検査装置、アレイ検査装置、カラーフィルタ検査装置、点灯検査装置、フローバ、環境試験装置等検査装置が存在している。	日立電子エンジニアリング（日立DECO）、石川島播磨・Photon Dynamics、日本マイクロニクス、アドモンサイエンス、タカノ、クボテック、東京カソード

資料) 日本半導体製造装置協会「液晶製造装置用語辞典」、電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック2000」等より作成

注) 前工程関連の製造装置は、半導体製造装置と同様となるため、半導体製造装置概要も参照。

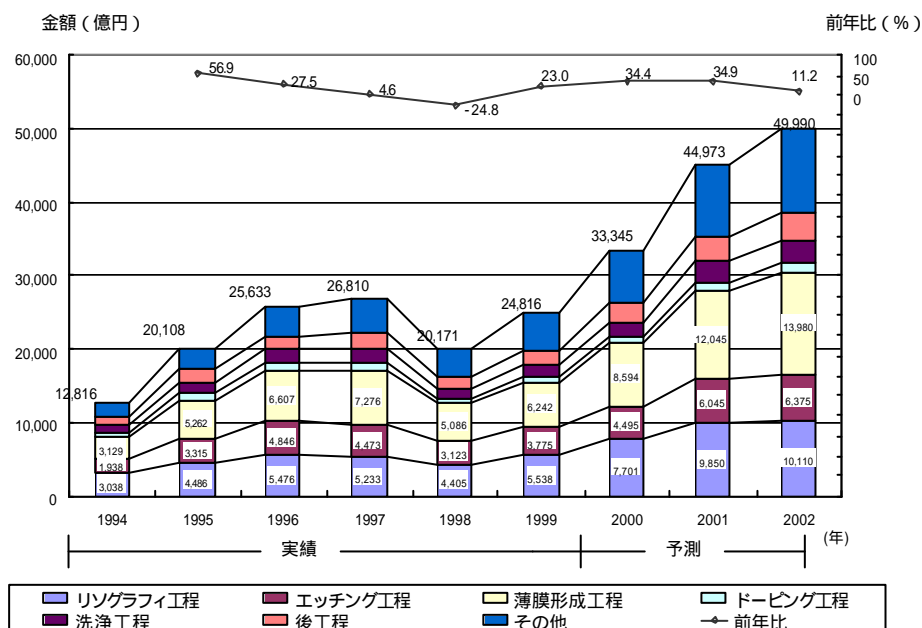
(2) 半導体製造装置メーカーの動向

市場動向

半導体産業の市場動向同様、半導体製造装置および試験・検査装置の世界市場は、1998年を底に復調し、2002年まで急成長が見込まれている。2002年に製造装置の世界市場は、約5兆円、試験・検査装置の世界市場は、約1兆7,000億円となり、計7兆円弱の巨大市場に成長する。

工程別に各装置の世界市場規模（出荷額）をみると、薄膜形成工程⁷、リソグラフィ工程⁸、エッチング工程⁹など前工程を中心とする付加価値の高い工程の装置の市場規模が大きくなっている。また、試験・検査装置では、半導体テストの市場規模が大きくなっている。また、銅（Cu）工程、低誘電率膜工程、チップサイズパッケージ（CSP）組立工程、化学的機械研磨（CMP）工程など市場規模は相対的に小さいが成長率が高い工程として注目されている。Cu工程、低誘電率膜工程は、チップの小型化、低消費電力化、高速処理を実現する新材料分野として、CSP組立工程は、最先端のパッケージ工程として注目されている。また、CMP工程は、多層配線への対応するためのウエハ平坦化の決定版として注目されている。

図表 -2- 4 半導体製造装置の世界市場規模の推移（出荷額）



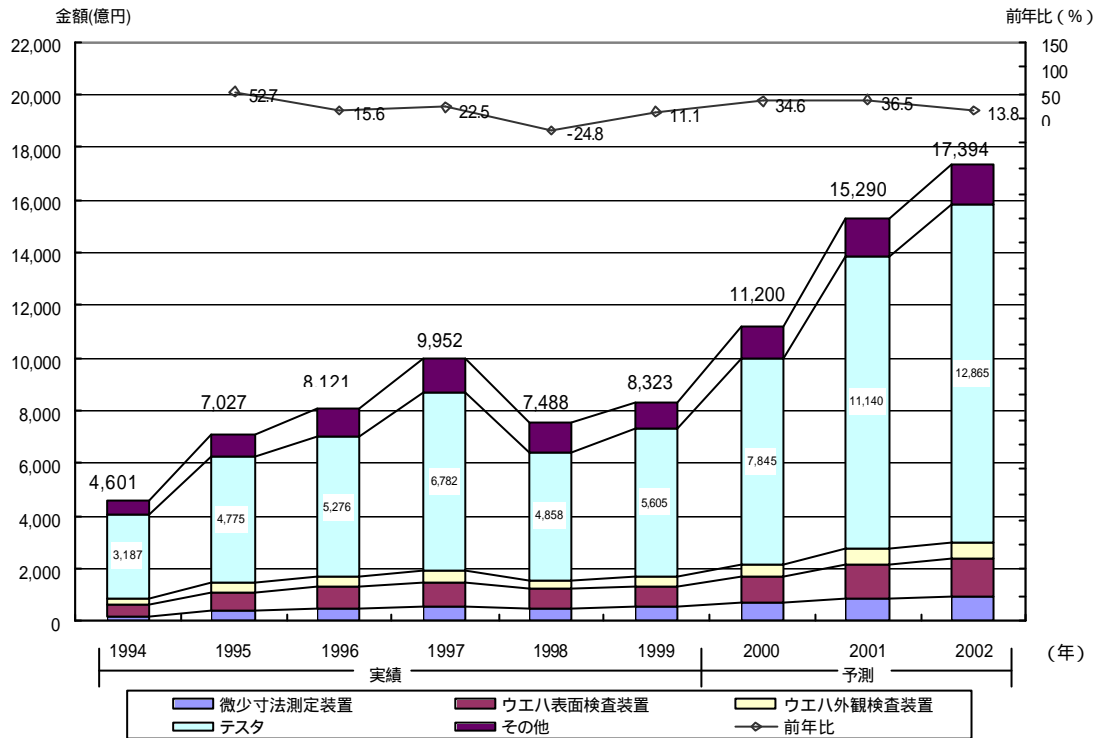
資料) 日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験／検査装置市場年鑑 2000」

⁷ 薄膜形成工程は、CVD装置、スパッタリング装置等からなる。

⁸ リソグラフィ工程は、レジスト塗布、露光、現像の一連の工程を指す。装置群としては、ステッパ、スキャン、コータ、デベロッパ等からなる。

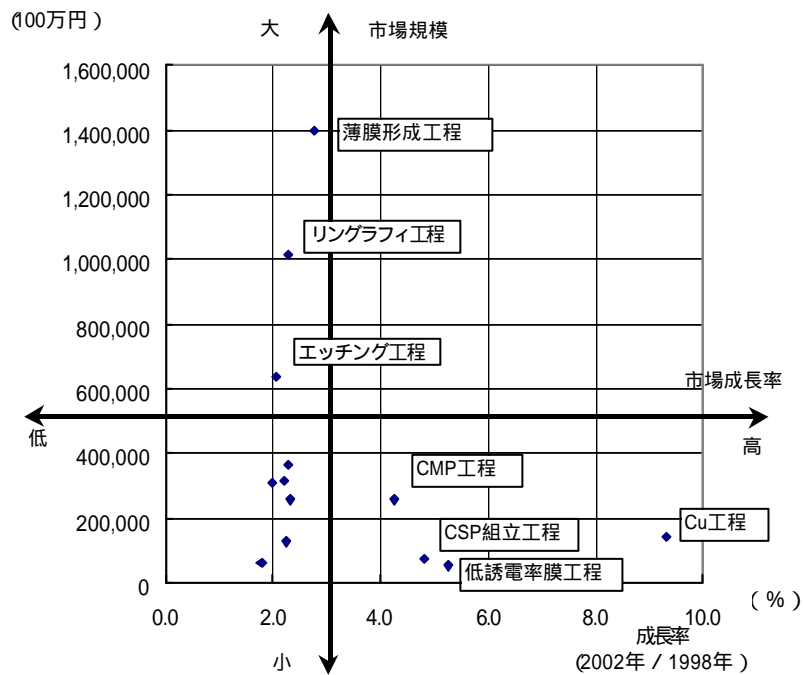
⁹ エッチング工程は、酸化、窒化膜、アルミ、金属膜、プラズマなど各種エッチング装置からなる。

図表 -2- 5 試験・検査装置の世界市場規模の推移（出荷額）



資料) 日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験/検査装置市場年鑑 2000」

図表 -2- 6 半導体製造装置の工程別世界市場規模・成長率



資料) 日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験/検査装置市場年鑑 2000」より作成

装置メーカーの動向

半導体製造装置メーカーの売上高トップ 10 をみると、1997 年以降、米アプライドマテリアルズ、東京エレクトロン、ニコンのトップ 3 は不動となっている。その他、国内メーカーとしては、ステッパ等を扱うキャノン、洗浄装置を扱う大日本スクリーン製造、CMP 装置を扱う荏原製作所などが上位を占めるが、全体としてみると、国内半導体製造、試験・検査装置メーカーのプレゼンスは低下傾向にある。米アプライドマテリアルズの独走、オランダの露光装置メーカー ASML (ASM Lithography) の急進など欧米メーカーの躍進が続く中で荏原製作所、キャノンなどは、売上高ランキングは下がっており、苦戦が続いている。アプライドマテリアルズは増収増益を続け、ASML も SVG (シリコンバレーグループ) の大型買収や日本市場への参入を表明しており、その勢いは増すばかりである。

しかし、半導体産業の急回復に伴い、国内メーカーも各種装置分野で新規参入計画を打ち出し、競争力強化を図っている。具体的には、ニコン、横河電機の CMP 装置市場への参入、東京精密の次世代露光装置市場への参入など既存メーカーが異分野装置に参入するケースや積水化学など他分野の企業が独自技術をベースに新規参入するケースがある。

図表 -2-7 半導体製造装置メーカー売上高トップ 10

	1997年	1998年	1999年
1	Applied Materials	Applied Materials	Applied Materials
2	東京エレクトロン	東京エレクトロン	東京エレクトロン
3	ニコン	ニコン	ニコン
4	Lam Research	Lam Research	ASML
5	キャノン	キャノン	Lam Research
6	大日本スクリーン製造	ASML	キャノン
7	ASML	Novellus Systems	Novellus Systems
8	Novellus Systems	大日本スクリーン製造	大日本スクリーン製造
9	Eaton corporation	荏原製作所	Kulicke&Soffa
10	Kulicke&Soffa	BOC Edwards	荏原製作所

資料) 日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験/検査装置市場年鑑 2000」

注) 売上高をみると、付加価値が高い前工程関連の装置を手がける企業群が上位に名を連ねることになる。

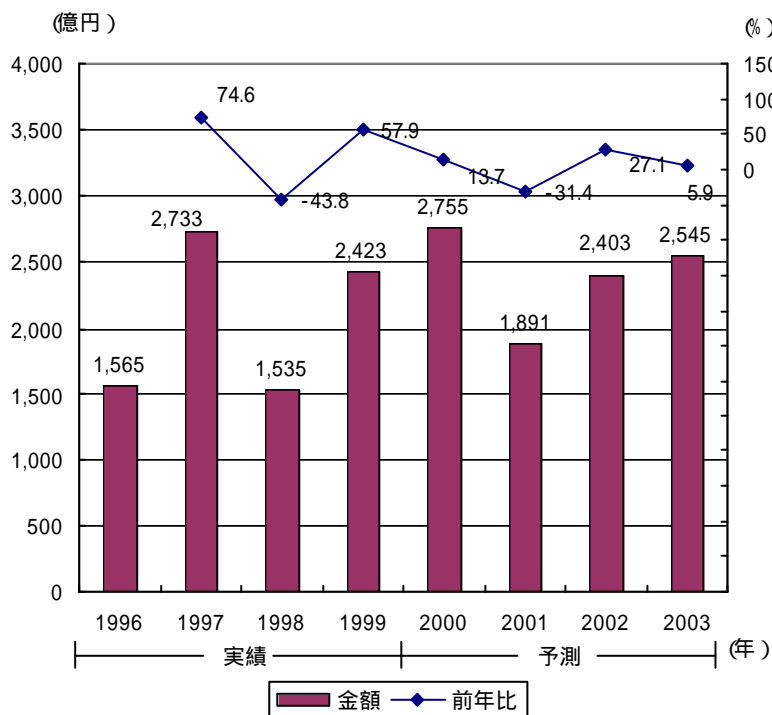
(3) 液晶製造装置メーカーの動向

市場動向

液晶製造装置市場は、1998 年を底に復調し 2000 年まで市場拡大が続いてきた。その後は、2001 年に急減するものの、2002 年以降再び復調する予測となっている。これは、液晶特有のクリスタルサイクルの影響を想定した予測である。なお、1999 年の液晶製造装置の世界市場は約 2,400 億円であり、半導体製造装置市場の約 2 兆 5,000 億円と比べると、市場規模は 10 分の 1 程度に過ぎない。

製造装置別にみると、露光装置、プラズマ CVD 装置、洗浄装置など前工程に関わる装置群の市場規模が大きくなっている。

図表 -2- 8 液晶製造装置の世界市場規模の推移



資料) 電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック 2000」

注) 市場規模は、液晶製造装置メーカーの売上高等の積み上げによる推計

図表 -2- 9 液晶製造装置別の世界市場規模の推移

(単位：億円)

	96年	97年	98年	99年	2000年	2001年	2002年	2003年	
装置全体	1564.9	2732.6	1535.0	2423.0	2754.6	1891.2	2402.7	2544.5	
基板プロセス関連装置	ガラス基板研磨装置	5.0	7.1	3.2	4.0	4.0	3.9	4.3	3.3
	洗浄装置	144.1	256.6	154.9	212.6	241.7	165.9	210.8	223.2
	レジスト塗布装置	134.0	159.4	80.5	160.7	182.7	125.4	159.3	168.7
	露光装置(プロジェクション方式)	115.0	229.9	124.5	262.5	308.2	196.2	258.9	284.2
	露光装置(プロキシミティ方式)	37.1	71.4	49.0	65.8	74.8	51.3	65.2	69.1
	現像装置	38.6	132.9	66.7	139.7	158.8	109.0	138.5	146.7
	ウェットエッチング装置	36.4	67.1	31.8	44.9	51.0	35.0	44.5	47.2
	ドライエッチング装置	94.6	139.2	48.4	113.8	133.6	85.0	112.2	123.2
	レジスト剥離装置	55.1	99.7	61.2	143.0	162.5	111.6	141.8	150.1
	スパッタリング装置	153.9	266.3	151.9	177.0	197.1	132.7	165.2	171.4
	プラズマCVD装置	176.8	342.5	165.6	219.6	252.6	157.6	203.8	219.3
	陽極酸化装置	10.0	8.7	5.4	5.9	6.2	3.5	4.2	4.2
	イオンドーピング装置	13.2	13.9	12.1	10.7	13.0	8.5	11.6	13.1
	熱処理装置	25.2	42.8	22.4	32.2	36.6	25.1	31.9	33.8
レーザーアニール装置	12.0	20.9	21.2	23.7	29.2	19.5	27.1	31.2	
セル・モジュール組立関連装置	配向膜塗布装置	28.2	53.8	30.2	48.1	54.6	37.5	47.6	50.5
	焼成炉	19.4	53.1	28.4	52.6	59.8	41.0	52.2	55.2
	ラッピング装置	20.9	22.5	25.1	34.1	38.7	26.6	33.8	35.8
	シール印刷機/ディスペンサ	18.5	37.5	13.7	34.0	38.7	26.6	33.7	35.7
	スペーサ散布装置	13.2	19.0	14.7	18.6	21.2	14.5	18.5	19.6
	貼り合わせ装置	24.3	43.2	23.7	38.5	43.7	30.0	38.1	40.4
	液晶注入装置	26.7	41.8	40.6	53.4	60.7	41.7	53.0	56.1
	スクライバ/ブレーカ	23.0	29.8	23.7	40.8	46.3	31.8	40.4	42.8
	偏光板貼り付け装置	1.7	1.7	3.7	2.8	3.2	2.2	2.8	2.9
	TAB実装装置(OLB)	45.7	67.1	34.6	48.4	55.0	37.7	47.9	50.8
	COG実装装置	25.3	37.5	52.9	52.2	59.3	40.7	51.8	54.8
検査・リペア装置	ガラス基板検査装置	27.0	37.5	28.6	28.4	32.3	22.2	28.2	29.9
	アレイ検査装置	51.3	79.6	53.2	83.6	95.0	65.2	82.9	87.8
	カラーフィルタ検査装置	29.0	40.0	18.6	27.8	28.1	27.0	30.3	23.1
	点灯検査装置/プローバ	63.2	85.7	44.5	63.5	72.2	49.6	63.0	66.7
	環境試験装置	8.2	11.4	14.1	22.0	25.0	17.1	21.8	23.1
	リペア装置	29.2	35.2	26.6	27.8	28.1	27.0	30.3	23.1
その他	59.1	177.8	59.6	130.6	140.6	122.3	147.2	157.7	

資料) 電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック 2000」

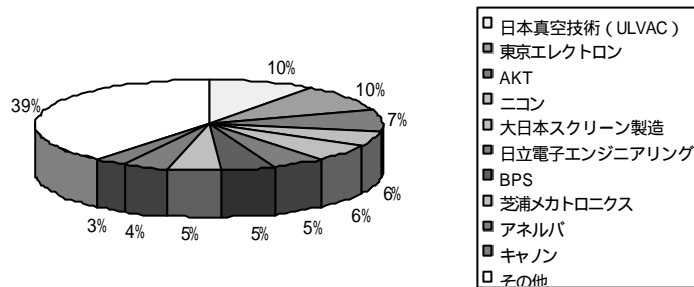
注) 市場規模は、液晶製造装置メーカーの売上高等の積み上げによる推計

装置メーカーの動向

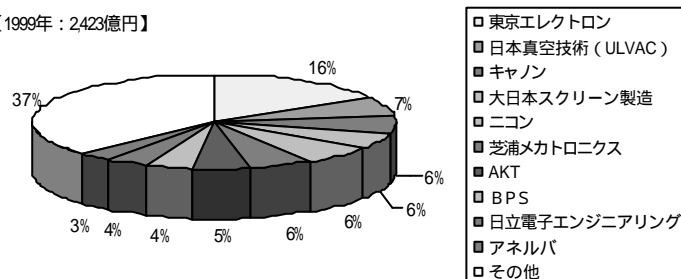
液晶製造装置メーカーは、前工程を中心に半導体製造装置メーカーと参入メーカーが重複している。液晶製造装置向けスパッタリング装置、プラズマ CVD 装置等で日本真空技術(ULVAC)が競争力を有している。また、広範な工程の装置をフォローする東京エレクトロンも急追しており、1999年には日本真空技術から売上高トップの座を奪っている。しかし、各社のシェアは拮抗しており、圧倒的な競争力を有する企業は存在していない。なお、外資系メーカーとしては、米アプライドマテリアルズの100%子会社であるAKT、プラズマCVD装置などで強みを持つスイスのBPS (Balzers Process System)、米Gasonic International等が参入し、攻勢を強めている。

図表 -2- 10 液晶製造装置メーカー売上高トップ 10

【1998年：1,535億円】



【1999年：2,423億円】



資料) 電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック 2000」

3. 半導体・液晶部材の業界動向

(1) 半導体デバイス向け部材メーカーの動向

半導体メーカー向けには様々な部材を提供する産業群が存在する。

主立った分野としては、シリコンウエハ、化合物半導体材料、組立用材料（リードフレーム、封止材料、半導体パッケージ等）、フォトマスク、フォトレジスト、半導体材料ガスなどが挙げられる。

ここでは、それぞれの部材の概要や技術開発動向、および生産の主な担い手である主要メーカーの動向等について整理する。

シリコンウエハ

a)市場動向

単結晶シリコンウエハの世界市場規模は約 110 億ドルで今後も拡大するとみられているが、日本市場は 5,000 億円程度の頭打ちで推移するとみられている。

b)市場構造

業界トップシェアを誇るのは信越化学工業を親会社とする信越半導体であり、そのほか住友金属工業、三菱マテリアルシリコン、コマツ電子金属、東芝セラミックスなどが主な生産メーカーである。ちなみに、信越半導体などに多結晶シリコンを納めるトップメーカーはトクヤマで、同社のシリコンは超高純度と評価が高い。

c)技術動向

口径別にみると、8 インチウエハが生産の主流となっているが、その中でもエピタキシャルウエハ¹⁰の生産比率が高まっている。なお、ウエハの大口径化の流れもあり、今後は 12 インチウエハの生産も本格化するものとみられる。

また、業界では、高速動作や低消費電力の実現に有効な SOI ウエハの開発が活発化している。三菱電機が先行して SOI 基板を用いた DRAM や ASIC の製品を開発している。こうした半導体メーカーの動向も踏まえて、信越半導体では SOI 基板の量産にも着手している。

¹⁰ エピタキシャルとは、単結晶の基板上に、基板結晶の同方位に結晶を成長させる技術を指す。この方法を用いることにより、微小欠陥のない完全結晶表面部を得ることが可能となる。半導体製造における重要な要素技術の 1 つである。

化合物半導体材料

a)化合物半導体とは

シリコンのような単一元素からなる半導体に対して、2つ以上の複数の元素からなるものは化合物半導体と呼ばれている。例えば、Ⅲ族とⅤ族、あるいはⅡ族とⅥ族の元素の組み合わせによるものであり、代表的なものはⅢ族のAl(アルミニウム)、Ga(ガリウム)、In(インジウム)、Ⅴ族のP(リン)、As(砒素)、Sb(アンチモン)などを組み合わせたGaAs、GaAlAs、InP、InGaPなどである。化合物半導体は、1)電子の移動速度が速い、2)低電圧で動作する、3)光に反応する、4)マイクロ波を出すといった特性を備えており、携帯電話端末、移動体通信機器(光通信など)、衛星放送などの普及に伴い、大きく着目されることになった。

化合物半導体はシリコンに比べて高価で、基板の結晶欠陥が多くウエハの大型化が困難なことから実用化が遅れていた。しかし、半導体レーザーやマイクロ波半導体、高速デジタルICを製造するには化合物半導体が必要不可欠であり、ガリウム砒素半導体をはじめとする化合物半導体の実用化に拍車がかかっている。

b)市場動向

新機能化合物半導体懇話会が発表した統計によると、1999年度の化合物半導体材料の出荷額は前期比22%増の550億円と、過去最高の出荷額を記録した。GaAs系は携帯電話などの移動体通信の伸びに牽引され、前期比19%増の314億円、GaP系は、前期比26%増の175億円となった。引き続き、市場は好調に推移するとみられており、2000年度も15~20%の成長が予測されている。

c)市場構造

日立電線はGaAsウエハ市場のトップメーカーで、電子デバイス向けに生産を伸ばしている。住友電気工業はGaAsおよびInPウエハに特化しており、GaAs市場では約3割のシェアを占めている。

d)技術動向

GaAsの需要の中心は4インチ口径であるが、今後は6インチ口径に対する需要が中心になるとみられている。GaP、InPについては2インチが需要の中心となっている。

組立用材料

a)市場動向

組立用材料としては、リードフレーム、リードフレーム用材料、プラスチック封止材料、半導体パッケージなどがある。市場が急拡大している携帯電話向けなどを中心にリードフレームの需要が増大しており、今後も半導体性能の向上に伴い新しいリードフレームへの需要が高まるとみられている。

b)市場構造

リードフレームの世界市場におけるトップメーカーは新光電気工業、三井ハイテック、住友金属鉱山などの日本メーカーである。リードフレームのうち、Fe-Ni 合金を用いた 42 合金系リードフレーム材料のシェアトップは日立金属で、そのほか、大同特殊鋼、ヤマハ、住友特殊金属などが主な生産メーカーである。Cu 合金系リードフレーム材料のシェアトップは三菱伸銅であり、そのほか、神戸製鋼、古河電工、日立電線が主な生産メーカーである。

プラスチック封止材料のシェアトップは住友ベークライトで、そのほか日東電工、日立化成工業、東芝ケミカル、信越化学工業などが主な生産メーカーである。セラミックパッケージ材料のシェアトップは京セラで、そのほか、日本特殊陶業、住友金属エレクトロニクスデバイス、新光電気工業などである。セラミックパッケージ分野は、海外メーカーが撤退し、日本メーカーの牙城となっている。

c)技術動向

リードフレームは電気特性の向上、IC チップの大型化、高機能化による放熱性などを考慮した技術開発が活発化し、超多ピンのリードフレームや放熱性に優れた多層リードフレームの製品化が進められている。半導体パッケージの分野では、チップサイズパッケージ (CSP)¹¹ の本格的な普及を目指して、各社が開発に凌ぎを削っている。

フォトレジスト

フォトレジストは IC、LSI などの印刷・量産に用いられるもので、感光性樹脂あるいは感光性ポリマーともいわれる。基板上にフォトレジストを塗布し、光を選択的に照射することによりフォトレジストにパターンを形成し (リソグラフィ)、そのパターンに従って下地を加工する (エッチング) ことにより、回路設計に基づくパターンに加工することが可能となる。微細化の進展により、レジストメーカー各社は最先端の 0.25 μm の量産に入っており、次の開発の照準は 0.15 μm へと移っている。また、2 層レジスト法を用いて微細化に対応しようとの動きもある。

¹¹ 章の「1. デバイス分野」において、CSP について詳しく説明している。

i 線向けレジストにおける主なメーカーは住友化学工業、シプレイ・ファーイースト、三菱化学などであり、KrF レジスト市場では東京応化、住友化学工業、JSR (旧日本ゴム)、クラリアントジャパンなどとなっている。

フォトマスク

半導体デバイスメーカーはフォトマスクを内製しているケースが多いが、近年は専門のマスクメーカーから量産品を中心に調達する傾向にある。1999 年 6 月に、日立製作所はマスク部門を大日本印刷に譲渡することを発表している。また、東芝も大日本印刷と共同でフォトマスクを生産する会社を立ち上げることになっている。これらはデバイスメーカーがマスク部門を外部化し、デバイス事業に経営資源を特化させる動きを端的に表している。

フォトマスクの世界トップメーカーは大日本印刷であり、半導体の微細化に対応した 0.25 μm のフォトマスク量産ラインを 98 年から立ち上げている。凸版印刷や HOYA も重要なプレイヤーである。

半導体ガス

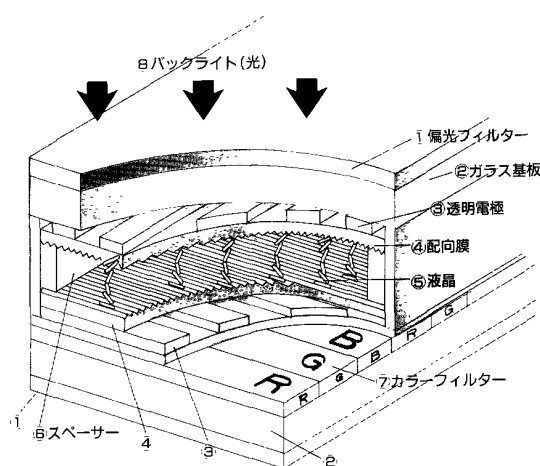
半導体用の特殊ガスの市場は横這いが続いている。近年、半導体デバイスメーカーが国内への大型投資を手控え、半導体生産工場の新設が低迷したことも影響している。主なメーカーは日本酸素、日本エア・リキード、大阪酸素工業、大同エアプロダクツ・エレクトロニクスなどとなっている。

その他、半導体や TFT 型液晶のパネルの製造工程に従来使用されていた C_2F_6 (六フッ化エタン) ガスが地球温暖化物質に指定されたため、その代替需要として NF_3 (三フッ化窒素) という特殊ガスに対する需要が世界的に高まっている。関東電化工業、三井化学、セントラル硝子の国内 3 社に米国のエアプロダクツ・アンド・ケミカルズを加えた 4 社で、 NF_3 の世界供給の約 9 割を占めている。

(2) 液晶デバイス向け部材メーカーの動向

液晶部品、部材としては、カラーフィルタ、液晶材料、ITO 付ガラス基板、ドライバ IC (液晶駆動用 IC)、配向膜、偏光板、バックライト等が挙げられる。

図表 -3- 1 液晶の構造図



資料) シャープ株式会社資料より

カラーフィルタ

a)概要

カラーフィルタは、モノクロの液晶表示をカラー化するための合成フィルタである。RGB (赤、緑、青)の三色からなり、1画素に1色が重なる構造となっている。カラーフィルタは、液晶製造コスト全体に占めるコストが高くなっている。

b)市場構造

カラーフィルタメーカー各社は、設備投資を進めており、生産能力も着実に増えている。特に凸版印刷や大日本印刷など業界大手メーカーは、台湾メーカーに技術供与を行うなど現地メーカー向けの生産体制整備を進めている。また、1999年から立ち上がっている台湾の液晶デバイスメーカー向け市場を見込み、現地で生産体制を整えようとする国内カラーフィルタメーカーの動きが活発化している。液晶デバイスの生産技術供与は1998年以降進んでいるが、液晶部品にまでその流れが及んでいる。

液晶材料

a)概要

液晶材料は、液晶ディスプレイの中で、光の通過・遮断を制御する有機物質である。ベンゼン、トルエンなど数十種類の有機物質を機能に応じてブレンドして用いる。原料の種類や

ミックス割合は、各メーカーで異なっており、混合手法自体がノウハウとなっている。また、ランダムな状態にある液晶を並べる配向膜との相性も画質に影響を与えるため、様々な要素が考慮される。

b)市場構造

液晶材料の世界シェアについては、メルク（独）とチソが各 30%強で計 70%強を占め、その他、大日本インキ化学（旧名ロディック）、旭電化工業、チンホワ等中国系 3 社がシェアを分け合う形となっている。TFT 向けに限るとチソ 60%、メルク 30~40%、大日本インキ化学数%となる。また、STN 向けでは、大日本インキ化学 70%、チソ 20%、メルク 10 となる。TN ではメルク、チンホワ、旭電化工業が市場を 3 等分している。

液晶材料メーカーは、原料液晶を特許で守りながら、混合技術や新原料開発を進めている。混合手法がノウハウとなるため、特許は液晶材料単体と混合両方で申請される。

ITO 付ガラス基板

a)概要

ガラス基板は、上下 2 枚で液晶材料を挟むものである。現在、TN や STN 等のパッシブ液晶向けとなるソーダガラス、ホウケイ酸ガラスと TFT 等のアクティブ液晶向けとなるノンアルカリガラスが主製品となっている。ソーダガラスに含まれるアルカリ成分は、画質の劣化やコントラストの低下を招くため、高画質が要求される TFT 等ではノンアルカリガラスが好まれるが、価格は高い。また、ガラス基板製造の後、透明電極（ITO）膜を真空蒸着させる際、1）ガラスメーカーによる蒸着、2）液晶メーカーによる蒸着、3）ITO 膜蒸着専門メーカーによる蒸着の 3 ケースがある。近年は、ITO 膜蒸着専門メーカーによる加工が多くなっている。

b)市場構造

従来は、コーニングがシャープ、NH テクノグラスがディスプレイテクノロジー（DTI）、日本板硝子が NEC、旭硝子が三菱電機などとデバイスメーカー別にガラスメーカーの棲み分けがなされ、価格も安定していたが、デバイスメーカーのコストダウン圧力と複数購買方式によってコストダウン要求が強くなっている。

以前は、コーニングが市場の 7 割を占めていたが、日本電気硝子、NH テクノグラス、旭硝子等が急追しており、生産能力差は確実に縮小している。ただし、TFT ではコーニングが依然トップで、旭硝子、日本電気硝子、NH テクノグラスが続く。パッシブ液晶向けでは、旭硝子がトップシェアで、セントラル硝子、日本板硝子等が続く。

ITO 膜蒸着関連メーカーについてみると、従来、ジオマテックや三容真空工業等の専門メーカーの独壇場であったが、旭硝子や日本板硝子、セントラル硝子等のガラス基板メーカーが急追している。コストダウン要求は厳しいものの、専門メーカーも基板メーカーにないノウハウを有しており、拡大が続く市場を狙っている。

配向膜

a)概要

配向膜は、液晶材料分子の配列を制御するために ITO 膜上に形成する膜である。液晶デバイスメーカーのコストダウン要求は厳しく、利幅の少ない分野であるが、液晶市場の伸び、アジアメーカーの立ち上がりに伴い、市場が拡大している。

b)市場構造

TN では、日産化学工業、日立化成工業、東レ、その他海外メーカー、STN では日産化学工業、JSR、日立化成工業、チッソ、その他アジアメーカー、TFT では、JSR、日産化学工業が高いシェアを占める。

偏光板（光学フィルム）

a)概要

偏光板は、光の透過遮断機能を持っている。偏光板は、偏光フィルムとその保護フィルム等からなっている。光の透過率の引き上げやゴミ等の混入対策など各フィルムの改善余地は大きく、ある一つの技術で市場を席卷する可能性もある。

b)市場構造

偏光フィルムのシェアは、日東電工が 50%強を占め、サンリッツ、住友化学工業、ポラテクノ、日本合成化学工業、三井化学が続く。近年、富士写真フィルムや日本石油化学等が新技術による視野角拡大フィルム市場に参入しており、注目される。偏光フィルムの保護フィルム市場は、富士写真フィルムの独占状態だったが、コニカが市場参入し、住友化学工業等に供給している。また、現在注目されている反射型液晶用の偏光反射フィルム市場には、住友スリーエムが参入している。

ドライバ IC

ドライバ IC は、液晶を駆動させる半導体である。TFT 向けと中小型の TN、STN 向けに大別されており、いずれも供給不足が続いている。比較的、旧型の設備で製造できるが、利益率は高くない。しかし、需給が逼迫しているため各社とも増産に踏み切っている。

バックライト

バックライトは、ディスプレイ背後から画面を明るくするライトである。薄型化した冷陰極管が主流となるが、薄型導光板もある。また、バックライトの光を均一化させる光拡散板も用いられる。近年、反射板を用いて自然光で表示をする反射型液晶が注目されており、事業環境は厳しくなっている。

III 半導体・液晶産業において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンス

本章では、半導体・液晶デバイス、製造装置、部材分野において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて検討している。

1. デバイス分野

(1) 半導体デバイス分野

以下では、半導体デバイス分野において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて整理している。

完成品メーカーとしてのビジネス

半導体産業は裾野が広く、半導体デバイスメーカーも多数存在しているが、ダイオードやトランジスタ等の「個別半導体(ディスクリート)」分野、バイポーラ、MOSメモリ、MOSロジック等の「モノリシックIC」分野は、大手半導体デバイスメーカー主導であり、中小企業が関わる事業領域は少ない。また、量産ビジネスゆえ、中小企業のビジネスチャンスも見込みにくい。

一方、ハイブリッドIC分野は、大手メーカーに加え、大手系列下の中堅企業や中小企業が関わっている。ハイブリッドICメーカー上位10社による市場占有率は46.9%と、ディスクリート、モノリシックICに比べ低く、寡占化が進んでいないことがわかる。ハイブリッドICは、基板上に半導体素子や抵抗などを組み合わせ、パッケージ化したものである。回路設計の自由度が高く、ユーザーのニーズに合わせた多品種少量のカスタム製品に適している。高精度、高電力、高周波への対応力があり、家電製品をはじめ、産業用機械、通信機器、自動車部品など応用範囲も広い。モノリシックICと比較した場合、製造工程が比較的簡単で、開発費や設備投資が少なく、抵抗やコンデンサといった技術を活かせるため、電子部品メーカーや通信機器メーカーなど他分野からの参入も可能で、中小企業も参入しやすい。しかし、近年、プリント配線板上の高密度実装の実現、システムLSIの登場などでプリント配線板やモノリシックICとの競合が激化し、ハイブリッドICモジュールとしての存在価値が低下しているため、事業環境は厳しくなっている。

以上の状況をふまえると、ディスクリート、モノリシックIC、ハイブリッドICの各デバイス分野において、中小企業のビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。

図表 -1- 1 各製品の 1999 年推定出荷額ランキングとシェア

ディスクリート (シリコントランジスタ)

	出荷額 (百万円)	シェア (%)	} 92.7%
1 東芝	46,273	24.4%	
2 ローム	36,695	19.4%	
3 松下電子工業	24,260	12.8%	
4 日本電気	21,564	11.4%	
5 サンケン電気	13,792	7.3%	
6 富士電気	13,028	6.9%	
7 三洋電機	12,849	6.8%	
8 日立製作所	7,224	3.8%	
その他	13,747	7.3%	
合計	189,432	100.0%	

モノリシック IC (MOS メモリ)

	出荷額 (百万円)	シェア (%)	} 98.8%
1 日本電気	181,174	20.5%	
2 東芝	163,660	18.5%	
3 日立製作所	146,358	16.5%	
4 三菱電機	100,551	11.4%	
5 富士通	87,190	9.8%	
6 シャープ	71,715	8.1%	
7 ソニー	37,933	4.3%	
8 沖電気工業	37,707	4.3%	
9 三洋電機	28,837	3.3%	
10 松下電子工業	19,627	2.2%	
その他	10,531	1.2%	
合計	885,283	100.0%	

ハイブリッド IC

	出荷額 (百万円)	シェア (%)	} 46.9%
1 サンケン電気	26,500	9.1%	
2 日立製作所	24,120	8.3%	
3 ローム	20,700	7.1%	
4 三菱電機	16,000	5.5%	
5 三洋電機	15,600	5.4%	
6 日本電気	12,000	4.1%	
7 新電元工業	6,880	2.4%	
8 東芝	5,700	2.0%	
9 ソニー	4,990	1.7%	
10 富士電機	3,500	1.2%	
その他	154,157	53.1%	
合計	290,147	100.0%	

資料) 矢野経済研究所「日本マーケットシェア辞典 2000」

工程別の協力会社としてのビジネス

半導体製造の前工程は、大手デバイスメーカーの一貫プロセスとなる。前工程は、時間の経過とともに酸化膜が増えたり、埃によって歩留まりが悪化するため、一貫プロセスが望ましい。よって外注比率は低く、中小企業が関わることも難しい。

一方、半導体製造の後工程は、外注比率も高く、大手デバイスメーカーの関連生産子会社や資本系列にない独立系中小企業が多く関わっている。例えば、モノリシック IC の後工程には、大手の資本系列にある生産子会社や孫会社が関わっており、大手メーカー間で相互の後工程工場を利用することもある。また、後工程のダイシング、ボンディング、リードフレームのバリ取りやめっき加工、パッケージには独立系中小企業が下請として関わっている。いずれも半導体に関する深い知識と熟練を必要とする。生産子会社や孫会社の下請もあるが、半導体デバイスメーカーから直接の下請となる場合もある。なお、東京商工リサーチ企業情報の検索結果から、半導体素子、集積回路製造業として分類される中小企業の仕入・販売先についてみると、大手デバイスメーカー数社に限定されており、下請企業として機能していることがわかる。また、浮沈の激しい半導体産業に柔軟に対応するため、半導体事業を専業としない中小企業群も多い。

その他、半導体の選別や検査（テストング）にも独立系中小企業が関わっている。大手メーカーとしては、多種多様な半導体ごとにテストを揃えることが難しいため、テストングを外注することになる。特殊なテストングに特化すれば、ビジネスチャンスが広がる可能性は高い。

さらにパッケージ分野にも中小企業のビジネスチャンスがある。パッケージ技術は、半導体の取扱を容易にし、信頼性を高めるとともに、電子機器の小型化・高速化を実現するために重要な役割を果たしている。近年、半導体デバイスの性能を最大限に引き出すために、パッケージの電気特性まで含めて仕様を決めることが多く、半導体モジュールとしての動作性の保証が求められるようになってきている。例えば、ノースは、システムオンチップに対抗する概念として、チップを3次元に重ねる積層技術をベースとした「システムインパッケージ」を提示している（中小企業事例 p44）。これは、単純に集積度を高めるだけでなく、材料やプロセスの異なるチップを組み合わせることができる点に特長がある。システムオンチップなどウエハからの発想しか持たないデバイスメーカーとプリント基板の発想しか持たないプリント基板メーカーの死角を捉えることにより、同社は半導体とプリント基板業界の狭間にあるニッチ分野でビジネスチャンスをつかんでいる。

今後、チップサイズパッケージ（CSP）が進展すれば、後工程が前工程に吸収され、前工程主導での工程融合化が進むとされている。しかし、ノースやA社（p68、69）のように、中小企業がノウハウを蓄積している実装側の発想から、システムインパッケージの深化や、工程の融合化を図れば、中小企業のビジネスチャンスが広がる可能性は高い。

システムインパッケージで独自技術

株式会社 ノース

(従業員：50人、売上高：6億7,000万円)

事業概要 -

ノースは、1985年に大手電機メーカーをスピンアウトした現社長が設立。プリント基板のコンサルタント、仕入販売を手がけていたが、プリント基板業界に限界を感じ、93年、大手メーカーと共同でインターポーザ（ICとプリント基板を接続する部材）の開発を行ったのを機に半導体ビジネスに関わるようになった。

現在は、チップサイズパッケージ（CSP：次頁参照）、ボールグリッドアレイ（BGA）など半導体パッケージ用インターポーザの開発・製造・販売、ビルドアップ配線板用ビアバンプ付銅箔材の製造・販売、技術供与を主要事業としている。

- 強み：3次元システムインパッケージ -

近年、携帯電話などの高機能、小型化に伴って、ウエハメーカー、パッケージメーカー、プリント基板メーカーなど半導体関連の各業界で技術の融合化が求められている。しかし、各業界には断絶があり、互いの事業内容をよく知らない状況である。

同社は、この業界の断絶と融合化の流れに着目し、橋渡し役となることで成功を収めている。社長自ら数年でウエハ分野の研究を重ね、プリント基板、ウエハ両分野の視点からビジネスチャンスを模索してきた。こうしたニッチ分野に専業で特化している企業は数少ない。

同社の強みは、業界の橋渡しの発想から

生まれた3次元パッケージ技術である。同社が目指す「3次元システムインパッケージ」は、材料やプロセスの異なるチップを、3次的に組み合わせる点に特長がある。これによって、ICの多層薄型化を実現し、実装密度を飛躍的に向上させることができる。また、システムオンチップ（SOC）に比べ、投資額を抑え、開発期間も短縮できるなど魅力も大きい。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

大手メーカーは、各専門分野に特化しているため、ウエハ、プリント基板など幅広い分野の知識を要する事業分野には対応できない。特に、パッケージ分野は、大手が対応しにくい業際的なニッチ分野として、中小企業のビジネスチャンスが埋もれている可能性が高い。

最近、同社はファブレスの限界を感じ、ある程度の量産を開始。ポストファブレスのビジネスモデルを模索している。量産結果を開発にフィードバックすることで、独自技術の向上を目指している。

また、同社は単なるパッケージ、部材メーカーとして括られることを望んでいない。自社独自技術の特許を戦略的に活用することで生き残りを図ろうとしている。理想は、ウエハメーカーの視点に立ったライセンスビジネスである。協力会社への外注を、技術供与によるライセンスビジネスとして捉える点も同社らしい発想である。

【参考：パッケージ解説】

パッケージの種類

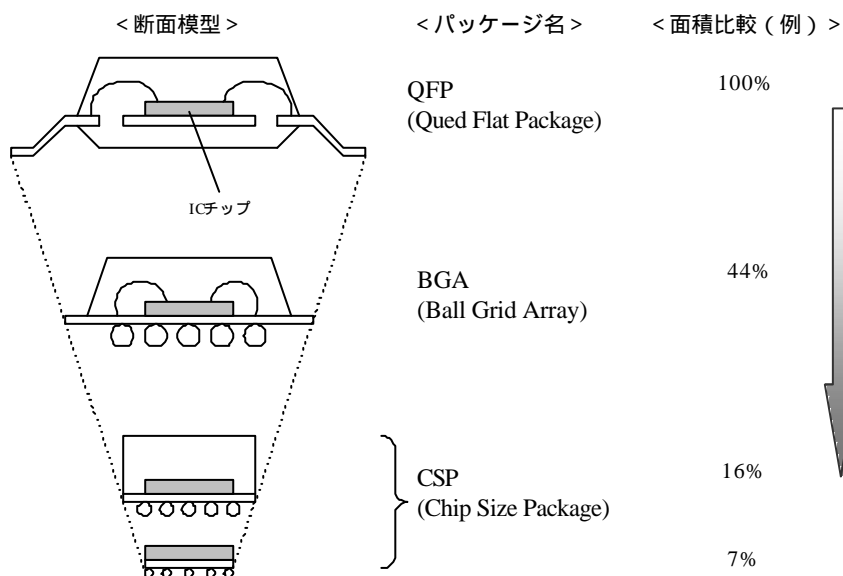
パッケージは、プリント基板への実装方法の違いから、挿入実装型、表面実装型、その他に分類できる。挿入実装型は、下向きに伸びたリードをプリント基板の銅配線の開口に挿入し電氣的に接続を確保する方式で、DIP、ZIP、PGA 等が挙げられる。一方、表面実装型は、リードを銅配線部に合わせ、半田づけし電氣的な接続を確保する方式で、リードが外側にフラットに曲げられたフラットパックやチップキャリアがある。チップキャリアには、テープキャリア（TCP）やリードを半球状にしたボールグリッドアレイ（BGA）等がある。挿入実装型パッケージの ZIP 等は表面実装密度の向上に有利で、表面実装型パッケージ等は高さ方向の実装密度の向上に有利である。その他、ヘアチップをプリント基板上で電氣的に接続をしたチップオンボード（COB）、同じパッケージ内で複数のチップを電氣的に接続したマルチチップモジュール（MCM）などがある。

パッケージの変化と今後の方向性

現在、ICの大チップ化や多機能・高機能化に伴う多ピン化と、パッケージの小型薄型化が進んでおり、DIP や ZIP などリードを両サイド等から出す周辺端子実装から、PGA、BGA などパッケージ底面から出すエリア実装へと変化が生じている。また、MCM はシステム化実装の動きとして注目される。

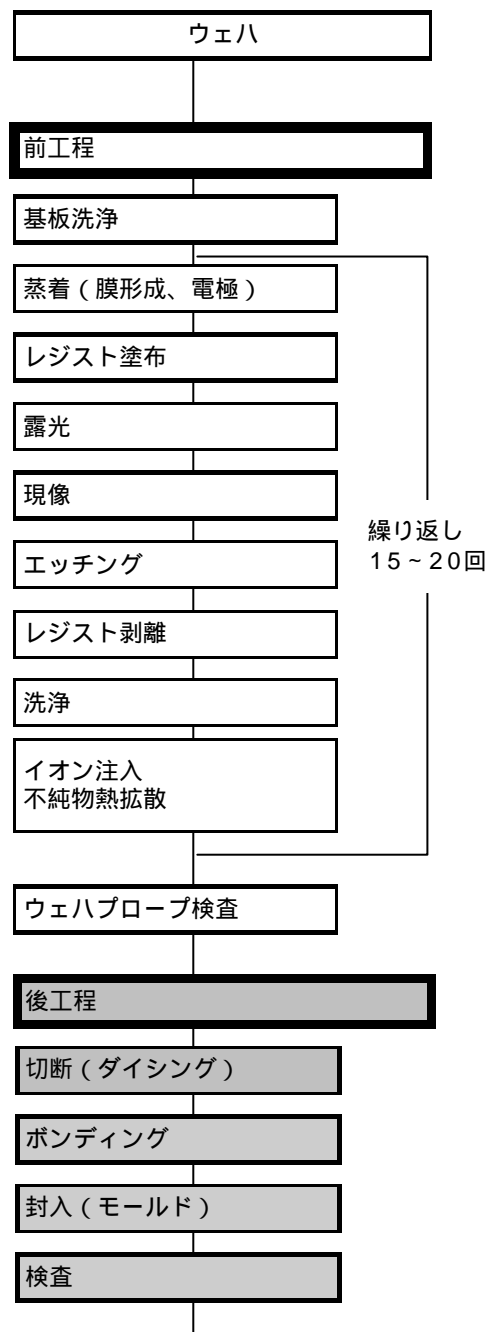
また、近年、チップサイズパッケージ（CSP）も注目されている。日本電子機械工業会は、CSP の定義を、「チップサイズと同等あるいはわずかに大きいパッケージの総称。パッケージタイプは既存パッケージの派生品として分類される」としている。CSP のメリットは、チップサイズに近い小型薄型で、プリント基板への実装に従来の表面マウント技術が使えること、パッケージとして品質が保証されることにある。しかし、コストが高く、実装後の検査が難しいなどデメリットもある。代表的な CSP の内部端子接続法としては、ワイヤー接続、TAB 接続、バンプ接続がある。

図表 -1-2 パッケージの進化（チップサイズパッケージへ）



資料) 菊地正典著「やさしくわかる半導体」より作成

図表 -1- 3 半導体デバイスメーカーとして中小企業が関わる事業領域（工程別）



資料) 日本半導体製造装置協会資料およびヒアリング調査等により作成

注) デバイスによって製造工程は異なるが、ここでは DRAM の製造工程をモデルとして取り上げている。

網掛けは中小企業が関わる事業領域。

新しいビジネスモデル ～ファブレスの検証～

設計開発、前工程生産、後工程生産、出荷・販売までを一貫して手がけてきた垂直統合型の我が国半導体産業にも、米国シリコンバレーや台湾を中心に進展している分業構造を取り入れたビジネスモデルが浸透しはじめ、設計や生産を手がける半導体ベンチャー企業が登場している。大手エレクトロニクスメーカーからスピンアウトしてベンチャー企業を設立したり、大学の研究者が自らベンチャー企業を立ち上げる事例も出ている（中小企業事例 p48）。

国内ではLSI設計も下請けのイメージが強いが、ファブレスベンチャー各社は独自設計力を有し、大手と対等なパートナーになることを目指している。しかし、国内での資金調達が難しい上、ファウンドリーの活用にもコネクションが必要となるなど、中小企業がファブレスベンチャーとして事業を展開するには課題も多い。

図表 -1- 4 半導体ファブレスベンチャー例

企業名	資本金	売上高 (1999年度)	事業概要
メガチップス	48億4,031万円	377億円	LSI、システム開発主力のファブレス企業。任天堂のゲーム機向けASICの開発などで有名。連続最高益を更新。1998年8月に店頭公開している。進藤社長はリコー出身。
新潟精密	36億4,490万円	113億円	半導体開発・製造のベンチャー。売上の6割は半導体のOEM生産。電子部品の半導体化に注力し、内外で取得した特許は1,500件以上。今後は自社製品と大手電子部品メーカーへのライセンス供与を経営の柱に据える方針。
鷹山	29億1,200万円	19億円	次世代携帯電話の規格であるW-CDMA方式用ICの開発を手がける。米国の半導体大手VLSIテクノロジーと次世代携帯電話機向けのチップの共同開発も。日立マクセルとは、無線デバイス用のLSIの共同開発を行っている。
ザインエレクトロニクス	7億9,620万円	21億円	ファブレス半導体ベンチャー。画像処理速度の高速化を可能とする液晶制御用LSIなどを手がける。飯塚社長は元東芝半導体技術研究所の開発部長。
シンセシス	1億3,500万円	1億5,400万円	大阪大学の白川教授や京都大学の教授が中心となって設立されたシステムLSIの設計を手がけるベンチャー企業。従業員は契約社員として働く阪大や京大の大学院生。大手企業からLSI設計を受託している。設立後、シャープやロームなどの日米半導体メーカー5社が出資している。白川教授はCAD、システムLSIの権威。
ロジックリサーチ	4,300万円	2億5,000万円	九州大学教授、九州システム情報技術研究所と産学官共同プロジェクトで次世代システムLSIの共同研究を進め、シーケンサー（小規模なマイコン）をアレー状に配置したシステムLSIである画期的なFPSAの開発に成功。

資料) 各種資料より作成

**世界最速のグラフィックス性能
を実現する LSI ファブレスベンチャー
株式会社 リアルビジョン
(従業員 46 人、売上高：8 億 7,615 万円)**

- 事業概要 -

同社の社長は我が国を代表する半導体事業の先駆者の一人である。大手半導体メーカーで回路技術部長を務めた後、半導体商社に転身し、その子会社のデザイン会社で半導体の設計や IP の開発に従事していたが、外資系企業に買収されたのを契機に、設計仲間やスタッフらと共に独立して、1996 年に現在の会社を設立した。

同社のコア事業は“3次元グラフィックス”であり、3次元グラフィックス用の LSI、ボード、アプリケーションの開発・販売を手がけている。その他、ASIC デザインサービスや EDA ソフトの販売、LSI 設計に関するコンサルティング業務を展開している。

- 強み：ジオメトリエンジンで世界最速 -

同社は他社があまり手がけていない3次元グラフィックスのジオメトリ・エンジンに強みを発揮している。従来、ジオメトリ演算は CPU で処理されてきたが、ゲームなどに搭載される高速アニメーションではジオメトリ演算に相当の負荷がかかるため、ジオメトリをハード化する必要性が求められてきた。同社のジオメトリ・エンジンは大手電機メーカーの WS に搭載され、WS 上で世界最速のグラフィックス性能を実現している。これは、プレイステーション 2 を上回る性能である。

また、同社は社長の幅広い人脈を生かし、他社とのネットワークやアライアンスをうまく展開している。例えば、同社では TEMS(Turn-Key LSI Eng. & Mfg. Service Provider)というビジネスモデルを展開している。これはシリコンバレーの設計機能と台湾・マレーシアの生産機能をうまくコネクションしてアウトソーシング先として活用するもので、同社が外注先として活用するとともに、他社からの LSI の開発・設計受注にもつなげている。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

半導体の世界は競争が非常に激しく、この業界で成功するには「薄利多売で勝負する」か「世界で No.1 の技術を持つ」か、二者択一だという。同社は、世界 No.1 の技術で勝負している。

しかし、いかに世界最速とはいえ、LSI だけのコンポーネントビジネスでは儲かなくなっているという。そこで、今後は医療、放送、アミューズメントなど特定用途向けのグラフィック LSI の開発や、システム LSI を要素技術として無線や通信などの領域にも事業展開を図っていく。

ただし、あくまでもグラフィックス事業をコアにしていく点は変わらない。人間の視覚に近づくには果てしなく高いハードルが待ちかまえているというが、それだけにグラフィックス事業には世界トップを次々と狙えるチャンスが存在するという。今後も絶えず技術開発が継続するとみられる分野を中核事業に据えるところにビジネスチャンスがありそうだ。

(2) 液晶デバイス分野

以下では、液晶デバイス分野において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて整理している。

完成品メーカーとしてのビジネス

液晶デバイスメーカーは、シャープ、NEC、東芝など大手が中心となるが、TN や STN などパッシブ型液晶分野では、アダマンド工業などの中小企業が関わっている。

しかし、液晶デバイスの製造は、巨額の設備投資を要するため、今後も中小企業のビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。また、液晶は、半導体のように設計シミュレータを活用し電気特性を確認するだけでなく、実際に製造し、画質の美しさ等を確認しなければならないため、ファブレスベンチャーが登場しにくい状況にある。

図表 -1- 5 液晶デバイスメーカーの概況

	取扱製品		売上高 (年、億円)				
	アクティブ (TFT等)	パッシブ (STN等)	1996	1997	1998 (実績)	1999 (見込)	2000 (計画)
シャープ			2,407	2,260	2,280	3,400	4,300
NEC			1,000	1,100	1,300	1,600	1,750
東芝			1,150	1,150	1,100	1,250	1,400
セイコーエプソン			750	900	950	1,400	1,800
日立製作所			900	950	800	1,500	1,750
松下電器産業			600	750	800	1,100	1,700
オプトレックス			430	550	650	650	680
カシオ計算機			300	360	380	430	460
鳥取三洋電機			344	362	360	660	660
富士通			200	280	300	450	500
ホシデン・フィリップス・ディスプレイ				210	280	320	320
三菱電機			260	280	250	600	700
ホシデン			306	320	227	193	200
シチズン時計			180	180	180	190	200
三洋電機			100	140	180	220	270
セイコーインスツルメンツ			150	150	150	150	150
京セラ			120	138	120	80	80
ソニー			60	100	274	300	425
ナノックス			56	75	80	90	100
ローム			50	60	80	90	100
スタンレー電気			58	84	77	80	80
アルプス電気			57	50	50	50	50
アダマンド工業			15	16	17	18	18

資料) 産業タイムズ社「液晶・PDP メーカー計画総覧 2000 年度版」

工程別の協力会社としてのビジネス

液晶製造の前工程は、大手デバイスメーカーの一貫プロセスとなる。液晶の取扱や梱包、輸送コストを考えると、一貫プロセスが望ましい。よって外注比率も低く、中小企業が関わることが難しい。なお、カラーフィルタ形成工程には、中小企業が関わっている。

一方、液晶封入封止後の偏光板貼付からドライバICやバックライト等の実装、検査までの後工程は、企業戦略によって外注比率が異なる。内製化を進めるメーカーは徹底した一貫プロセスで対応しており、中小企業が関わることが難しい。一方、外注比率が高いメーカーは、関連生産子会社や独立系中小企業への外注を進めている。後工程は、自動化が進む前工程に比べ、労働集約的であり、大手デバイスメーカーも人件費削減のために外注を進めている例が見られる。

いずれにしても液晶産業は、大手グループ内で閉じた分業構造が特徴であり、自社の生産子会社や専属的な独立系中小企業が外注先となる場合が多い。特に大手各社は、後工程の製造ノウハウの流出を恐れ、外注先を明らかにしない。

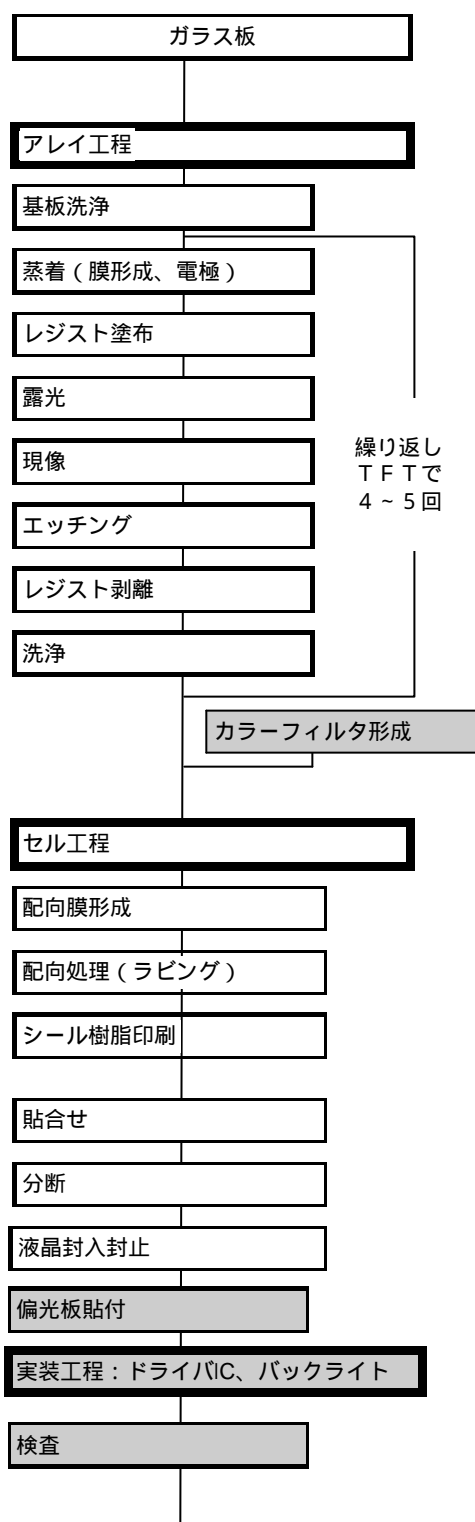
後工程の外注には、液晶やICに関する深い知識に加え、クリーンルーム整備など設備投資力が必要となっている。また、大手デバイスメーカーは、協力会社の教育コストやスピードへの対応を考慮し、既存協力会社への増産対応を優先する傾向にあるため、新規参入が難しくなっている。大手デバイスメーカーの増産対応などで一時的な仕事の増加はあっても、長期的にビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。

図表 -1- 6 液晶製造後工程に関わる系列生産子会社

大手グループ	企業名	資本金	親会社との関係	事業内容
シャープ	シャープ広重三重㈱	9500万円	広重産業との合弁会社	LCDモジュールの組立
NEC	NEC秋田(秋田日本電気㈱)	20億円	生産子会社	TFT-LCDパネルの製造
	NEC鹿児島(鹿児島日本電気㈱)	80億円	生産子会社	TFT-LCDパネルの製造
日立製作所	日立大多喜エレクトロニクス㈱	1億円	生産子会社	LCDモジュールの組立
富士通	㈱米子富士通	1億円	生産子会社	TFT-LCDパネルの製造
ソニー	エスティ・エルシーディ㈱	80億円	豊田自動織機製作所の合弁会社	低温Poly-Si TFT-LCDパネルの製造
	ソニー国分㈱	210億円	生産子会社	Poly-Si TFT-LCDパネルの製造
三洋電機	㈱三洋LCDエンジニアリング	1億円	生産子会社	TN-LCDパネル、STN-LCDパネル、TFT-LCDパネルの製造・販売
鳥取三洋電機	島根三洋工業㈱	1億円	生産子会社	カラーフィルタの製造
	ステップ電気㈱	3000万円	生産子会社	STN-LCDパネルの組立
	八千代三洋工業㈱	1億円	生産子会社	TFT-LCDモジュールの組立
カシオ計算機	カシオ電気デバイス㈱	3億円	生産子会社	TN-LCD、STN-LCD、TFT-LCDパネルの販売
	甲府カシオ㈱	1億4000万円	生産子会社	TN-LCD、STN-LCDの製造
シチズン時計	河口湖精密㈱	3億円4600万円	生産子会社	TN-LCDパネル、STN-LCDパネルの組立
	シチズンエルシーテック㈱	5000万円	生産子会社	STN-LCDパネルの製造
オプトレックス	広島オプト㈱	6000万円	生産子会社	TN-LDC、STN-LCDパネルの製造
ホシデン	ホシデン エフ・ディ㈱	5000万円	生産子会社	TN-LCDパネル、STN-LCDパネルの製造
	ホシデン・フィリップス・ディスプレイ㈱	225億円	フィリップスとの合弁会社	TFT-LCDの開発・製造
	ホシデン・フィリップス米子㈱	9000万円	ホシデン・フィリップス・ディスプレイの生産子会社	LCDモジュールの組立
ローム	ローム甘木㈱	30億円	生産子会社	TN-LCDパネル、STN-LCDパネルの製造
アダマンド工業	㈱秋田アダマンド	5000万円	生産子会社	中・大型STN-LCDパネル製造

資料) 産業タイムズ社「液晶・PDPメーカー計画総覧 2000年度版」名簿より作成

図表 -1- 7 液晶デバイスメーカーとして中小企業が関わる事業領域（工程別）



資料) 日本半導体製造装置協会資料およびヒアリング調査等により作成

注) アクティブおよびパッシブ液晶の製造工程は異なるが、ここではアクティブ液晶の TFT 製造工程をモデルとして取り上げている。

網掛けは中小企業が関わる事業領域。

2. デバイス向け部材分野

以下では、半導体・液晶デバイス向け部材分野において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて整理している。

(1) 半導体部材分野

シリコンウエハ、化合物半導体材料、フォトレジスト、フォトマスク、半導体ガス、組立用部材など各種半導体デバイス向け部材メーカーは、大手化学、非鉄金属メーカーが中心となり、中小企業が関わる事業領域は少ない。しかし、薬品分野では、1次メーカーの先に小ロットで大手が対応できないニッチ分野に中小企業が関わっている。また、フォトレジスト塗布工程で用いられる光硬化モノマー、後工程で用いられる小ロットの粘着テープなどのニッチ分野にも中小企業が関わっている。なお、電子グレードなど品質チェックのため、大手デバイスメーカーと中小企業の間には大手中堅の部材メーカーが介在しており、自社が半導体産業に関わっているという意識がない中小企業も多い。

現在、半導体部材分野は、エレクトロニクスの特性を熟知した上で、ケミカルや非鉄金属など他分野の技術が求められる。また、ケミカルの知識に加え、生産設備、ライセンス、流通コストなどある程度の資本力を要するため、中小企業が関わることは難しく、ビジネスチャンスの拡大も見込みにくい。

(2) 液晶部材分野

液晶部材としては、液晶材料、透明電極（ITO）付ガラス基板、カラーフィルタ、ドライバIC、配向膜、偏光板、バックライト^{1 2}等が挙げられる。

カラーフィルタは、大手印刷会社、ドライバICは大手半導体メーカー、配向膜は、大手化学メーカーによる寡占化が進んでいるが、ITO付ガラス基板加工、バックライト、偏光板製造等の各分野には中小・中堅企業が関わっている。

例えば、ITO膜蒸着専門メーカーである三容真空工業は、ITO付ガラス基板加工で圧倒的な競争力を有している。自社開発装置による加工の歩留まりは非常に高く、大手液晶デバイスメーカーからの信頼も厚い。同社は、型やプレス独自の技術を蓄積し、現在の地位を築いている。よって新規参入は難しく、同分野における中小企業のビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。

また、液晶偏光板、偏光フィルム分野には、サンリツなど中小企業が関わっている。現在は、低コスト化の流れの中で、大手メーカーが有利になっている。やはり中小企業は、試作を手がける程度で、ビジネスチャンスの拡大も見込みにくい。

^{1 2}（再掲）ITO付ガラス基板（透明な電極であるITOが付いたガラス基板）、カラーフィルタ（カラー化の必須材料）、ドライバIC（液晶駆動用IC）、配向膜（液晶材料の分子を均一に並べるための膜）、偏光板（光の透過・遮断の制御板）、バックライト（ディスプレイ背後から画面を明るくするライト）

バックライト分野は、これまで茶谷産業やエンブラス等の中小企業が活躍してきた。しかし、ライトの薄型化や輝度など開発力で遅れをとっており、スタンレー電気など大手メーカーが攻勢を強めている。特に、大型パネル向けバックライトは、安定した供給能力が求められるため、大手メーカーの独壇場である。一方、小ロットのカスタムパネルは、中堅・中小メーカーが関わっている。液晶デバイスメーカーは、製品によって大手と中小を使い分けているため、ニッチ、カスタム分野に特化すれば、ビジネスチャンスがある。

しかし、全体としてみると、液晶部材ビジネスも資本力を要するため、ビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。

図表 -2- 1 液晶部材メーカーとしての中小・中堅企業参入例

部品名	企業名	資本金	特徴
ITO付ガラス基板	三容真空工業	5,400万円	業界最大手ジオマテックと肩を並べる成膜専門メーカーで、シャープとの取引関係が強いが、東芝、IBM等との取引先が広がっている。
バックライト	茶谷産業	1億円	バックライト製造でエンブラスとともにトップとして業界を牽引してきたが、97年度以降大手スタンレー電気が生産・売上ともに初めてトップとなり業界地図が変わりつつある。
偏光板	サンリッツ	1億5,000万円	最大手の日東電工に次ぐ存在として業界を牽引している

資料) 産業タイムズ社「液晶・PDP メーカー計画総覧(2000年度版)」等より作成

図表 -2- 2 半導体・液晶デバイス向け部材分野メーカー例

材料名	主要メーカー
半導体部材	
シリコンウエハ	信越半導体、MEMC、住友シチックス、三菱マテリアル、コマツ電子金属、東芝セラミック等
化合物半導体ウエハ	昭和電工、三菱化学、住友電気工業、住友金属鉱山、日立電線
フォトレジスト	東京応化工業、Shinlevs、富士フイルムオーリン、住友化学工業等
リードフレーム	三井ハイテック、住友金属鉱山他
リードフレーム材料(42合金系)	日立金属、大同特殊鋼、ヤマハ、住友特殊金属
リードフレーム材料(Cu系)	三菱伸銅、神戸製鋼、古河電工
プラスチック封止材	住友ベークライト、日東電工、日立化成工業、東芝ケミカル、信越化学工業
セラミックパッケージ材料	京セラ、日本特殊陶業、住友金属エレクトロニクスデバイス、新光電気工業
液晶部材	
液晶材料	チソ、メルク、ロディク、ヘキストジャパン、旭電化工業、三菱ガス化学、日立製作所、三井化学
カラーフィルタ	凸版印刷、大日本印刷、東レ、エスティーアイテクノロジー、ミクロ技術研究所、鳥取三洋電機、京セラ、日本ペイント、光村印刷、共同印刷
ドライバIC	シャープ、セイコーエプソン、日本TI、NEC
ガラス	コーニング、日本電気硝子、旭硝子、NHテクノ
ITO付ガラス基板	ジオマテック、三容真空、アルバック
配向膜	日本合成ゴム、日立化成、住友ベークライト、東レ
偏光板	日東電工、サンリッツ、住友化学工業、三井東圧化学、ボラテクノ、日石液晶
バックライト	エンブラス、茶谷産業、富士通化成、スタンレー電気、日本デンヨー、東芝ライテック他多数

資料) 各種資料より作成

3 . 製造装置分野

以下では、製造装置分野において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて整理している。

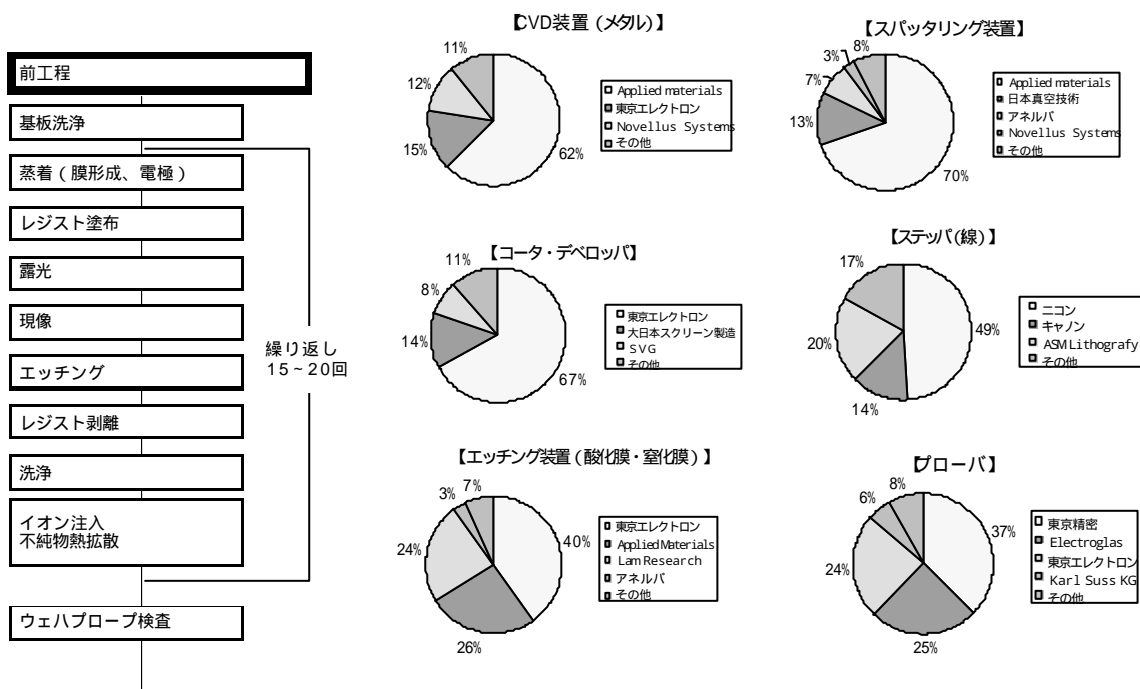
(1) 半導体製造装置分野

前工程関連装置

半導体の前工程関連装置は、国内外の大手半導体製造装置メーカーによる寡占化が進んでいる。主要装置についてみると、ステッパでは、ニコン、オランダの ASML、キャノン、CVD 装置やスパッタリング装置等の薄膜形成装置では、米アプライドマテリアルズ、コータ・デベロッパ、エッチング装置等は、東京エレクトロン等の市場占有率が高くなっている。

前工程関連装置は、巨額の投資とともに、化学、物理、機械、コンピュータ制御など技術の総合力が要求されるため、中小企業がプレイヤーとして関わることは難しく、今後もビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。

図表 -3- 1 半導体製造前工程関連装置の市場構造



資料) 日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験 / 検査装置市場年鑑 2000」

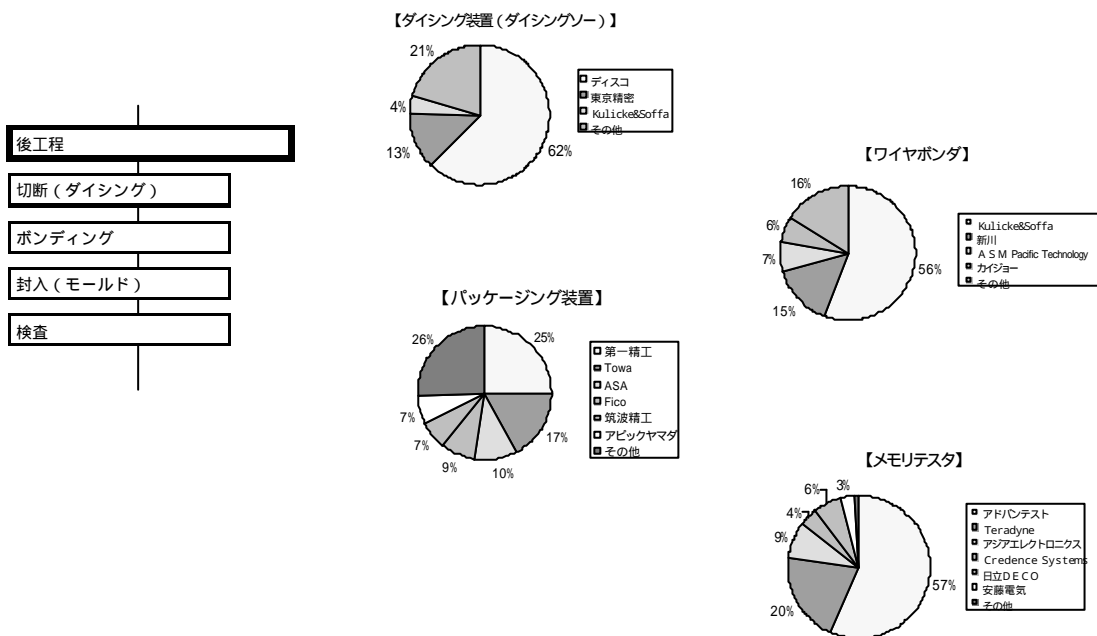
注) 世界市場 1999 年のデータ

後工程、検査関連装置

半導体の後工程、検査関連装置については、ダイシング、ボンディング、プローバ、テストなどの製造装置分野で国内大手メーカーによる寡占化が進んでいる。ダイシング装置は、ディスコ、東京精密、ボンディング装置は、新川、カイジョー、プローバは、東京精密、東京エレクトロン、テストは、アドバンテスト等が競争力を有している。

しかし、後工程、検査関連装置は、前工程関連装置のように化学、物理、機械など技術の総合力を要求されない装置群も多数存在している。仕様変更も多く、大手では採算が合わない装置群も多い。特にパッケージ装置などは、多種多様となるため、小回りが利いて短納期、小ロットに対応できる中堅・中小企業が有利である。第一精工や TOWA など競争力のある企業も存在するが、寡占化は進んでいない。実際にパッケージング装置や検査測定装置分野には、自社装置の開発に成功している中小企業もある（中小企業事例 p56、75）。今後もメカ技術をベースとした装置分野では、中小企業のビジネスチャンスが広がる可能性は高い。

図表 -3- 2 半導体製造後工程、検査関連装置の市場構造



資料) 日経マイクロデバイス編「世界半導体製造装置試験 / 検査装置市場年鑑 2000」

注) 世界市場 1999 年のデータ

**エアセンサを用いたウエハ測定装置
とモジュール開発で強み
日本空圧システム 株式会社
(従業員 43 人、売上高 6 億 5,000 万円)**

- 事業概要 -

日本空圧システムは、1973年に創業し、エアセンサシリーズ(CKDブランドによるOEM)を発売。その後、自動車製造ラインのFA装置の設計製造等を手がけ、1980年前半に半導体製造装置メーカーのウエットステーションの液面検出エアセンサを開発し、半導体事業に関わるようになった。

同社の新事業は、エアセンサ、省力装置などのメカトロニクス、エアセンサを用いたウエハの厚み測定装置である。エアセンサは、空圧を利用して物体の状態を検出する装置である。各事業は、流体工学とロボット工学の二本柱の技術によって支えられている。同社のウエハ厚み測定装置は、携帯電話、ガリウムヒ素などの化合物半導体、液晶分野等のトップメーカーへの採用実績がある。

- 強み：エアセンサ装置とモジュール -

では、なぜエアセンサなのか。現在、携帯電話の部品減少とICの薄型化が加速化しており、ノイズレンジオーバーなど電気検査の技術的な限界が現れている。また、ノンシリコン分野でも、物性が異なるため電気検査による問題が多くなっている。これを解決するのがエアセンサである。エアセンサは、光や電気による検査を補完するものであり、測定物質や測定環境を選ばず、ニッチ分野にも適用できる点が最大の

強みである。

現在、同社は、エアセンサのニッチビジネスに加え、半導体分野などへの戦略的な展開を打ち出している。その第一弾が、薄物ウエハ用のエア式非接触厚さ測定装置の開発で、流体工学とロボット工学の融合を図り、フルイディクス・ニューマティクス(空気圧制御システム)を強化した。同装置は、センサ技術とメカトロニクス技術の融合により、センサを単なる部材から測定モジュール、測定装置システムへと進化させた上で、最小50ミクロンのウエハ測定を可能とし、付加価値を高めている。

さらに同社は、測定装置に加え、薄型化して取り扱いが難しいICを扱うためのエア利用非接触型のハンドラ開発も目指している。測定装置とハンドラの融合化を図ることで一層の飛躍を狙う。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

同社は、部材下請という発想から脱却するための概念として「モジュール」を捉え、中小企業が大手と少なくとも意識のレベルで対等な立場で取引をする必要があるとしている。

また、ソフトウェアの重要性も強調している。装置モジュール化には、メカ、エレキ、ソフトの融合によるシステムハウスの開発が求められる。

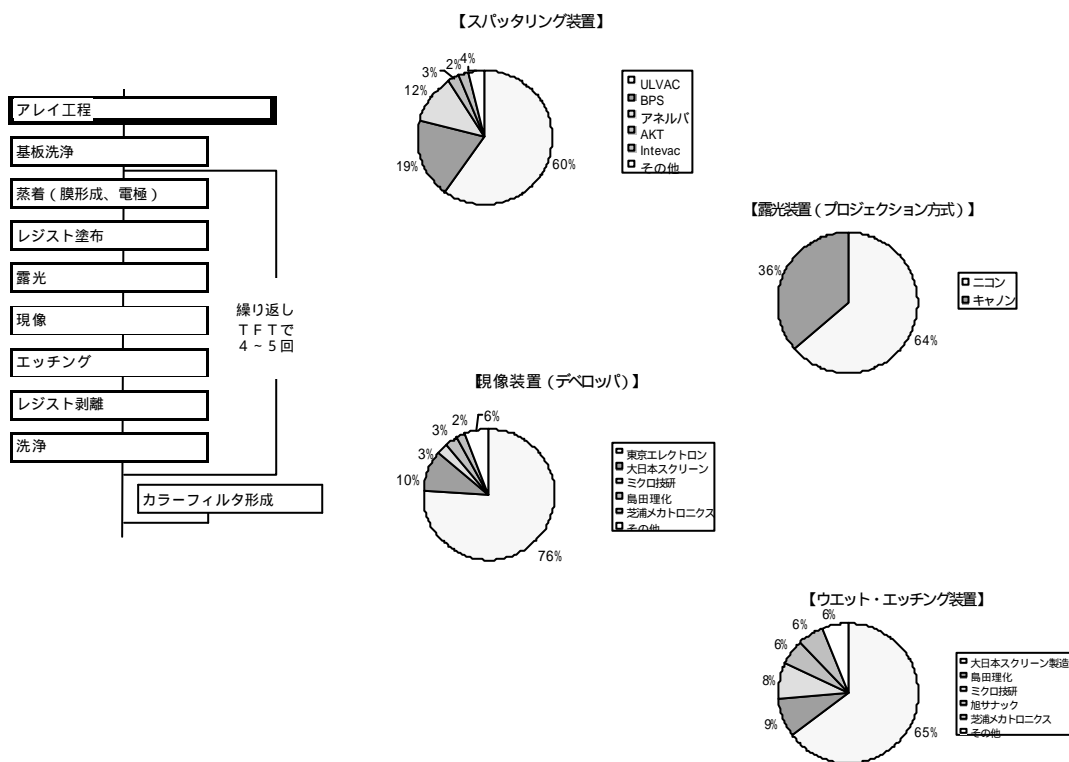
同社は、協力会社から人材派遣を受けている。派遣は、管理上の安心感に加え、社員のコスト意識改革に有用としている。半導体分野では、外注を活用せずに事業展開を進めることが難しくなっており、人材派遣等の柔軟な活用が必要となっている。

(2) 液晶製造装置分野

前工程関連装置

液晶の前工程（ここでのみアレイ工程を想定）関連装置は、半導体製造前工程と似た参入メーカーによる寡占化が進んでいる。例えば、スパッタリング装置は、日本真空技術（ULVAC）、露光装置は、ニコン、キャノン、現像装置（デベロッパ）では、東京エレクトロン、ウェットエッチング装置は大日本スクリーン製造など勝ち組の市場占有率が高まっている。また、スパッタリング装置等で AKT（米アプライドマテリアルズの 100%子会社）が戦略的に市場を狙っているが、半導体の前工程製造装置分野のように外資優勢の市場構造にはなっていない。ユーザーが日本、アジアの液晶デバイスメーカーであるため、半導体製造装置に比べ、国内メーカーの競争力が目立つ結果となっている。半導体前工程関連装置と同様に液晶前工程関連装置も巨額投資と技術の総合度を要するため、中小企業が大手と同じ土俵で勝負することは難しく、ビジネスチャンスの拡大も見込みにくい。

図表 -3- 3 液晶製造前工程関連装置の市場構造



資料) 電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック 2000」

注) 世界市場 1999 年データ

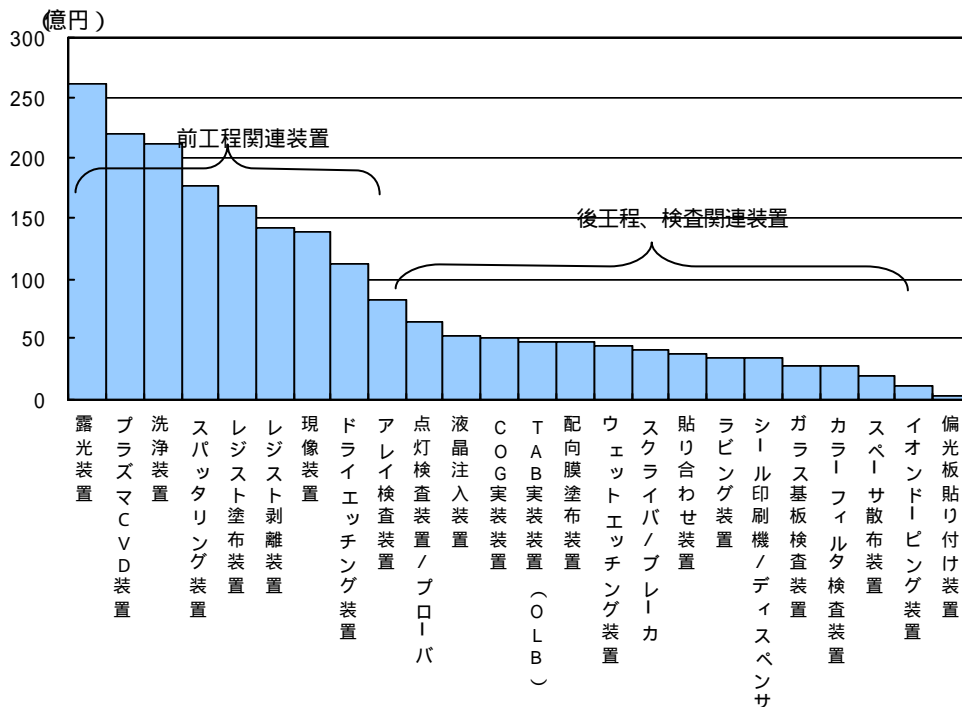
後工程、検査関連装置

液晶製造後工程（セル工程、実装工程を想定）検査関連装置は、中小企業も含めた国内メーカーが競争力を有している。配向膜塗布装置、ラビング装置、スペーサ散布装置、貼合せ装置、スクライバ・ブレーカ、偏光板貼付け装置等の分野でナカン、マイクロ技研、常陽工学、飯沼ゲージ製作所など競争力を有する独立系中小企業が多数関わっている。また、各種検査装置分野にも、アドモンサイエンス、清和光学製作所などの独立系中小企業が関わっている。（中小企業事例 p61、62）

液晶後工程装置は、1ラインに数台で単価も低いため市場規模も小さく、大手が参入しにくい分野であるが、近年、日立電子エンジニアリング（日立 DECO）、信越エンジニアリング、アネルパ等の大手メーカーが、貼合せ装置、液晶注入装置等で市場シェアを伸ばしている。いずれも装置の大型化で単価が高くなっている分野で、大手が選択的に攻勢を強めているものと考えられる。

しかし、基本的には大手が対応できない装置群の方が多く、今後も中小企業のビジネスチャンスが見込まれる。また、液晶組立装置の開発力を応用して、パネルのハンドリング等で技術が似ているプラズマディスプレイパネル（PDP）組立装置の開発を行う企業もあり、フラットパネルディスプレイの関連装置としてのビジネスチャンスも注目される。

図表 -3- 4 液晶製造装置別の市場規模比較



資料) 電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック 2000」

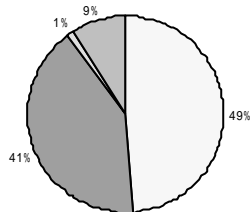
注) 世界市場 1999 年度データ

図表 -3- 5 液晶製造後工程関連装置メーカーとして中小企業が関わる事業領域

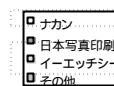
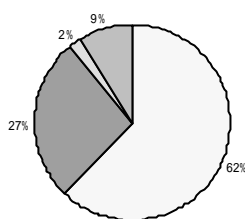
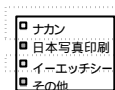
(注：点線囲みが中小企業)

配向膜塗布装置

【世界市場】

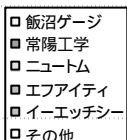
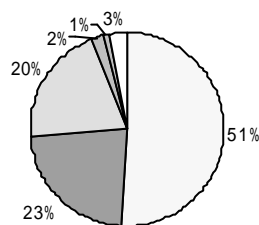


【日本市場】

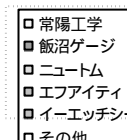
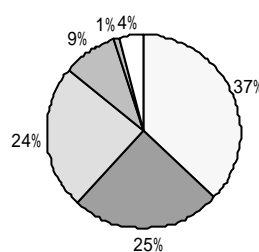


ラビング装置

【世界市場】

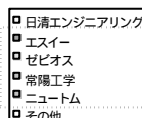
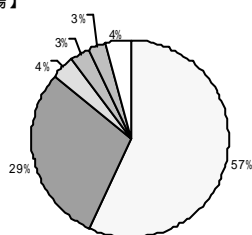


【日本市場】

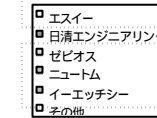
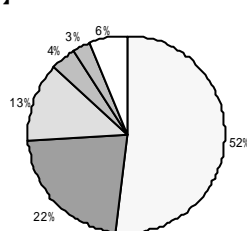


スペーサ散布装置

【世界市場】

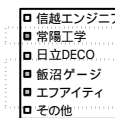
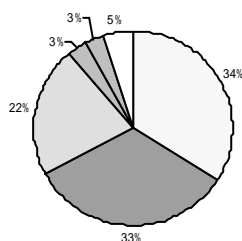


【日本市場】

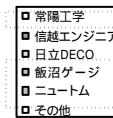
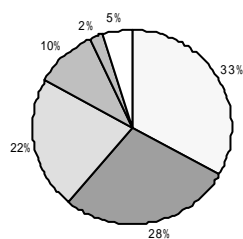


貼合せ装置

【世界市場】

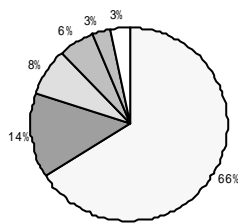


【日本市場】

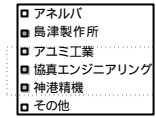
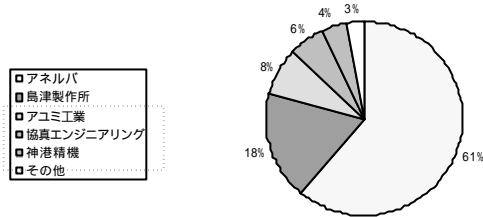


液晶注入装置

世界市場

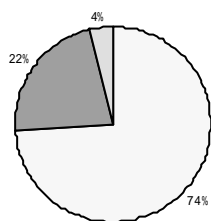


【日本市場】

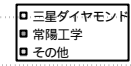
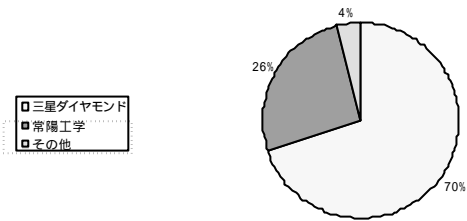


スクライバ/ブレーカ

世界市場

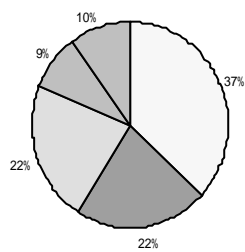


【日本市場】

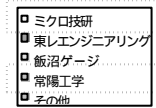
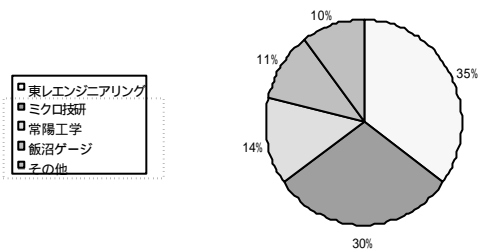


偏光板貼り付け装置

世界市場

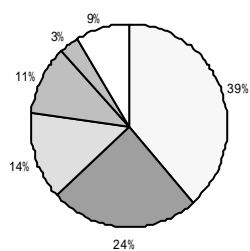


【日本市場】

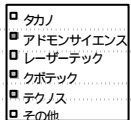
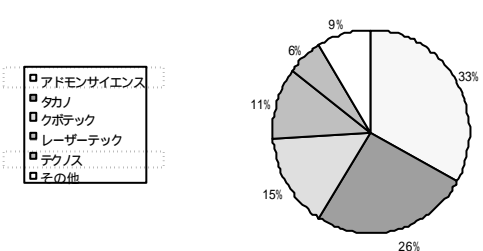


カラーフィルタ検査装置

世界市場



【日本市場】



資料) 電子ジャーナル「LCD 製造装置データブック 2000」

注) 1999 年のデータ

配向塗布装置をコアに

プロセスソリューションを強化

ナカン 株式会社

(従業員：65人、売上高：73億円)

- 事業概要 -

ナカンは、1937年の創業以来、紙の印刷機をはじめ液晶用薄膜印刷装置まで事業を拡大し、成長を続けている。

大手メーカーと共同で液晶配向塗布装置の開発を進め、76年には装置開発に成功し、実用機を完成。自動配向塗布装置を開発し、液晶産業に関わるようになった。

現在、配向塗布装置、ラビング装置など液晶製造装置の設計、開発、加工、組立を一貫して手がけている。配向塗布装置は、均一な厚さの塗布膜を形成する装置であり、同社は特に大型基板サイズで差別化された技術があり、印刷機トータルシェアトップの座を確保している。

- 強み：コア装置とソリューション

同社の強みは、高精細の印刷技術、自社開発部門を持った上での、大手メーカーとの共同開発体制、液晶の大型化への対応と生産プロセスの統合化を図るトータルソリューション等にある。

同社は、オフセット校正、印刷機メーカーとして蓄積された印刷技術が、液晶パネルの配向塗布にマッチし、異業種からの参入ながら、高精細の印刷技術を武器に競争力を有している。

また、同社は、自社開発部門を有し、デバイスメーカーに印刷技術についてのアドバイスもできる。半導体、液晶デバイスメ

ーカーは、物理化学などには詳しくても、印刷技術には明るくない。さらに、配向材料メーカーとの共同開発体制も構築している。配向塗布装置の開発には、配向材料の特性の理解が不可欠となっている。

更に、液晶の大型化にもスムーズに対応している。以前から大型印刷機を手がけており、大手が事業リスクを考え、躊躇する中、素早く大型化に対応し、シェアを伸ばしている。また、市場シェアが高い主力装置の配向塗布装置をベースとして、電極ラインやアセンブリラインなど前後工程を取り込むことでトータルソリューションを提供している。大手プラントメーカーとの共同プラント構築も可能とし、協力協調体制を強化している。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

印刷技術は、液晶産業以外にも半導体、太陽電池、医薬品関連などに応用可能であり、事業多角化を目指している。

近年、配向塗布装置に、画像処理技術、検査測定技術が必要となっている。ほとんどの TFT 工程では画像処理・補正技術が採用されており、装置にもソフトウェア技術が求められるようになっている。

**液晶後工程装置を幅広くカバーする
ファブレス・トータルソリューション
常陽工学 株式会社
(従業員：47人、売上高：62億円)**

- 事業概要 -

常陽工学は、1971年に創業。人工衛星用ジャイロ部品の超精密加工から始め、IC用フォトマスクガラス基板の大量生産・加工、光ファイバーのフェルル加工などハイテク関連の様々な事業を手がけてきた。

1980年代初めにラッピング、ポリシング（表面研磨）装置で培ったノウハウを活かし、液晶用ガラスの加工を開始。ラッピング、ポリシング装置製造と加工で液晶産業に関わるようになった。

同社は、ポリシング装置に続き、ガラススクライバ（切断機）、ラッピング装置、スペーサ散布装置、シール印刷機・ディスペンサ、貼合せ装置、ホットプレス（パネルギャップを出すための成形機）、偏光板貼付機、エンドシール（液晶注入後の封止する装置）、TAB圧着機など次々と液晶製造装置のラインアップを増やしてきた。

- 強み：ファブレス、プロセス統合化 -

同社は、ファブレスメーカーである。国内には自社工場を持たず、設計開発と完成調整、営業のみを行っている。特に装置の設計力に強みがある。

同社は、配向膜処理以降のパネル工程関連装置のラインアップを揃えることで、事業リスクを分散しつつ、生産ラインのトータルソリューションを提供している。国内大手液晶メーカーのライン構築実績もあ

り、韓国、台湾などアジアの大手メーカーからの信頼も厚い。

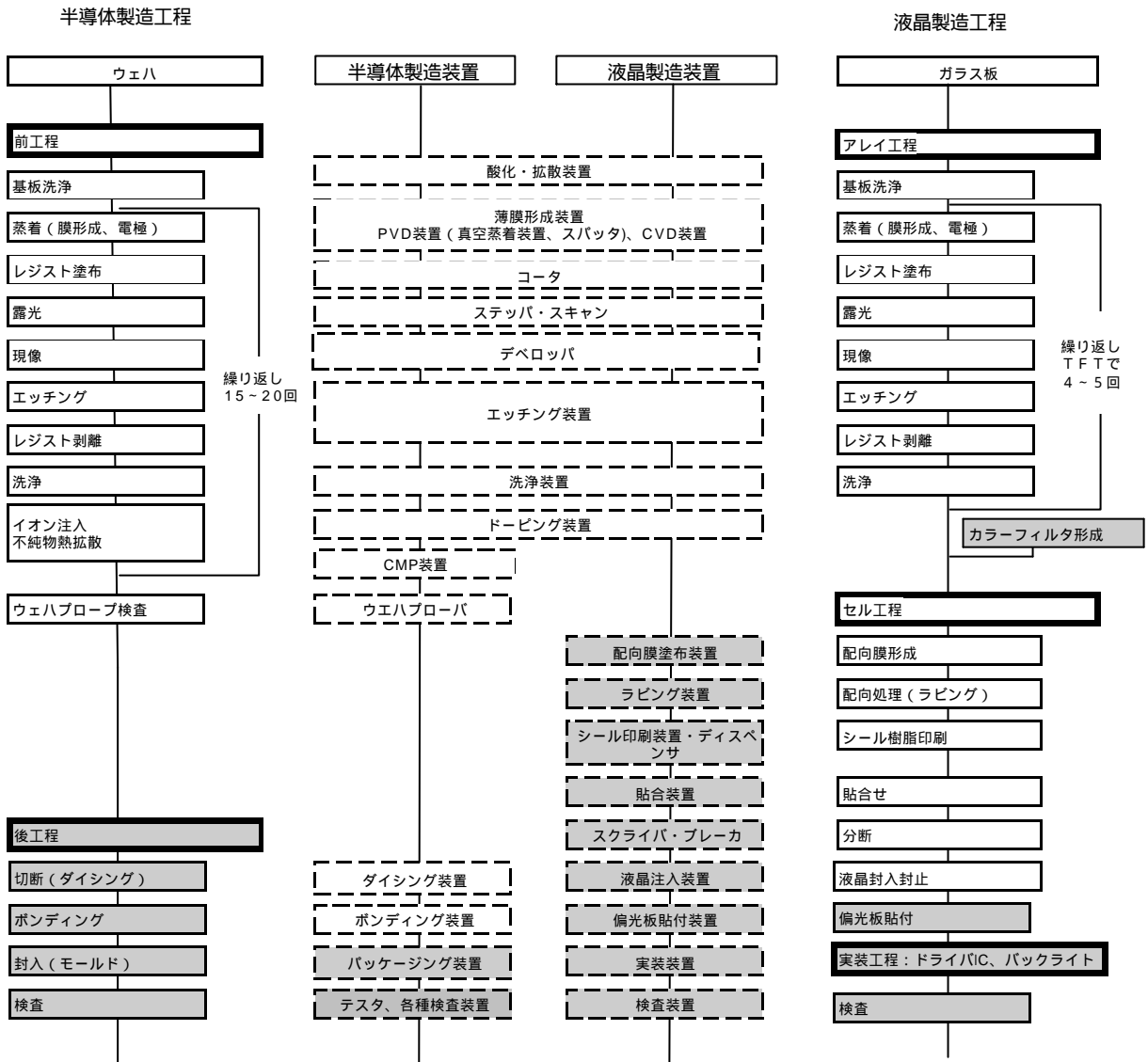
- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

後工程は、1ラインに2~4台程度で単価も低いため、大手が参入してこない。大手メーカーは、装置の製造台数が多く、単価が高い装置分野に参入する。近年、TFTなどパネルの大型化が進み、貼合せ装置等では、装置単価が高くなり、大手が攻勢を強めている。

また、装置が大型化すると、故障時の対応やメンテナンスの安心感を求め、ユーザーが大手メーカーを選ぶ傾向がある。ユーザーは、自社でメンテナンス人員を抱えておらず、装置メーカーにメンテナンスを求めためだ。この面で中小企業が人力的に対応することは難しくなっている。

なお、中小企業がシェアを伸ばすには営業力がものを言う。同社は、ユーザーのあらゆるニーズに対応してきた。競争力の源は、社長のトップセールスにもある。課題解決の実績に加え、値引きなど対応スピードが勝負を決めている。

図表 -3- 6 半導体・液晶製造装置メーカーとして中小企業が関わる事業領域



資料) 日本半導体製造装置協会資料およびヒアリング調査等により作成

注) 網掛けは中小企業が関わる事業領域。

4 . 製造装置向け部材分野

以下では、製造装置向け部材分野において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて整理している。同分野に関する体系的な調査はなく、業界構造、関連企業の現況が把握しづらい状況にある。そこで本章では、製造装置向け部材分野の詳細調査を行い、業界の全体像把握に努めている。

(1) 製造装置向け部材メーカーの類型化

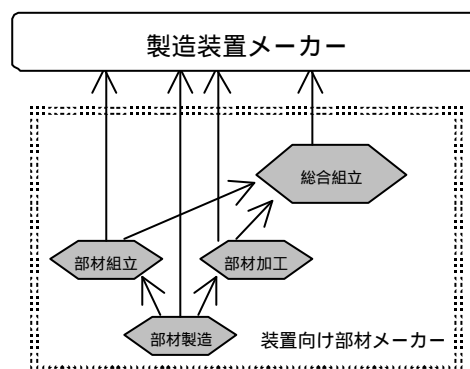
半導体・液晶製造装置向け部材メーカーは、真空ポンプやバルブ、電源コントローラ等の「部材製造」、板金・プレス、表面処理加工等を行う「部材加工」、部材の組立、ユニット化等を行う「部材組立」、ユニット部材の最終組立を行う「総合組立」の4類型で捉えることが可能であり、独立系中小企業が多数関わっている。その他、装置部材の洗浄等の請負やメンテナンスにも独立系中小企業が関わっている。また、近年、ソフトウェアによるプロセスや装置制御の重要度が増しており、ソフトウェア関連の独立系中小企業も多数関わっている。

図表 -4- 1 装置向け部材メーカーの類型化

類型	概要
部材製造	真空ポンプ、バルブ、電源コントローラ等部材の製造
部材加工	板金・プレス等、表面処理等の加工
部材組立	部材の製造組立：自社製造部材と他社部材と組立 部材のユニット化：他社部材の組立、ユニット化のみ
総合組立	ユニット部材の総合組立。製造装置自体の外注を指す。
その他	ソフトウェア、部品洗浄、メンテナンス等

資料) ヒアリング調査より作成

図表 -4- 2 装置向け部材メーカーの分業体制



資料) ヒアリング調査より作成

(2) 装置メーカーとの分業体制

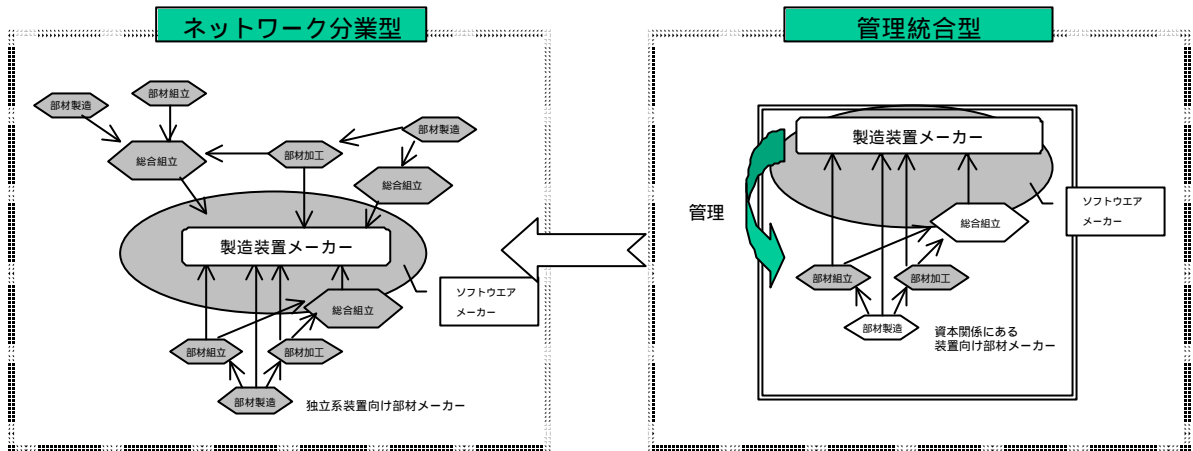
装置メーカーの分業体制は、企業戦略や製造装置ごとに異なっているが、「ネットワーク分業型」と「管理統合型」に大別できる。

「ネットワーク分業型」は、外部の企業ネットワークを活用し、積極的に外注を進め、自社は設計や最終調整等に特化する形態である。ある大手洗浄装置メーカーは、長年を要し、独自で構築した外注ネットワークを積極的に活用している。同社は、装置設計に特化し、部材製造、部材加工、ユニット組立、総合組立、電装、総合調整検査、搬入、立ち上げなどあらゆる分野で徹底した外注を進めている。さらに、中小企業自らが外注ネットワークを構築し、マネジメント能力を備えることを望んでいる。その他、ある中小液晶製造装置メーカーも外注ネットワークを活用し、リスク分散を図っている。大手、中小にかかわらず、ネットワークを有効に活用している半導体・液晶製造装置メーカーがある。

一方、「管理統合型」は、資本関係にある関連会社等に外注をし、自社で管理を行う形態である。超ハイテクの検査装置を扱う大手半導体製造装置メーカーは、装置の信頼性を重視するため、生産子会社等への外注管理を徹底している。

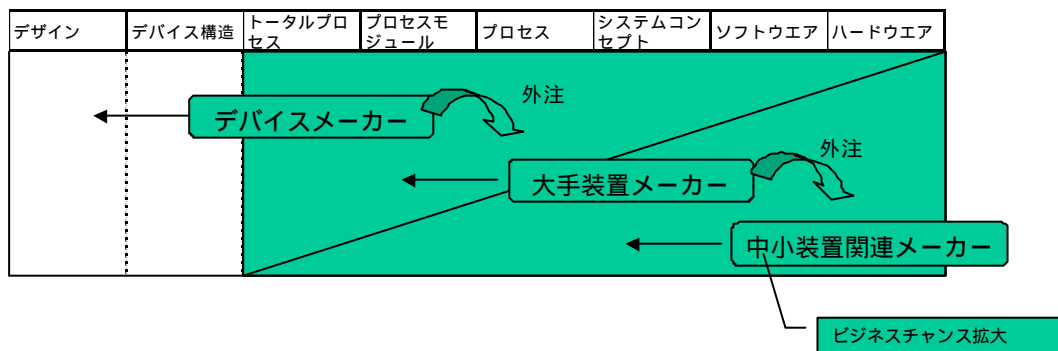
近年、半導体・液晶産業の分業体制は変化している。デバイスメーカーはデバイスのデザインや設計に特化し、プロセス開発などかつての役割を装置メーカーに委ね、半導体・液晶製造装置メーカーが、一部プロセス、トータルプロセスの開発を手がけるようになってきている。また、装置メーカーは、後工程・検査装置など簡単な装置群については、総合組立、前工程関連の高度な装置の関連部材でも部材組立、部材加工等の外注を積極的に活用し、かつての自らの役割を中小企業等に委ねるようになってきている（図表 4-3）。東京エレクトロンや急成長を遂げるオランダ ASML など国内外の勝ち組の成功要因は、柔軟な外注ネットワークにあると言われ、装置メーカーとしては、機動性のある中小企業の外注ネットワークを柔軟に活用しなければ、ボリューム、コスト、スピード面での対応が難しくなっている。現在、管理統合型の分業体制を採用する大手装置メーカーもコスト面等の課題から独立系中小企業の外注ネットワークの活用を検討しており、「ネットワーク分業型」への移行を示唆している。今後、ネットワーク分業型への移行が進めば、独立系中小企業のビジネスチャンスは広がる可能性が高い。

図表 -4-3 装置向け部材メーカーの分業体制



資料) ヒアリング調査より作成

図表 -4-4 分業体制の変化



資料) ヒアリング調査より作成

(3) 個別装置の分業体制

製造装置の分業体制に関しても行った大手半導体製造装置メーカーに対するアンケート調査によると、半導体製造装置メーカーの外注比率は総じて高く、独立系中小企業への外注比率も高くなっている。

例えば、洗浄乾燥装置、レジスト処理装置、熱処理装置の各装置については、設計開発、部品加工、部品組立、総合組立の外注比率が高く、独立系中小企業への外注比率も高くなっている。エッチング装置、排ガス除害装置については、製造の外注比率が高く、特に部品加工、部品組立で独立系中小企業への外注比率が高く、設計開発、総合組立の外注比率は低いが、独立系中小企業への外注比率は高くなっている。CMP 装置、ドライ真空ポンプについては、部品調達、部品加工の外注比率が高く、独立系中小企業への外注比率も高くなっている。なお、プローバのように外注比率が総じて低く、独立系中小企業への外注比率が低くなっている例もある。

(4) 中小企業の現況

以下では、半導体・液晶製造装置向け部材分野で活躍している中小企業の現況を整理し、同分野におけるビジネスチャンスを検討している。

特徴ある製造装置向け部材メーカー

半導体・液晶製造装置向け部材メーカーとして、特殊バルブや光源、流量計など業界ならではの付加価値の高い部材を扱う中小企業が多数存在している。例えば、製造装置の流量計では、東京計装が有名である。材質も特殊で、非常に付加価値の高い流量計を開発している。その他、アドバンス電気工業も半導体製造装置用に特化したフッ素樹脂バルブを製造し、成功を収めている。また、真空装置で外気と真空部分の空気調整を行うジャバラの製造等の分野には、中小企業の参入が増えている。例えば、甲府市の中小企業は、真空装置の可動部分のジャバラを製造している。これまで製品差別化が難しい分野であったが、外気と真空部分の空気調整を行う独自技術を用いたジャバラを開発し、注目を集めている。さらに、岡谷市の中小企業は、液晶製造装置のガラス基板等をハンドリングする部品の表面処理を行っている。硬度処理など独自の技術が必要とされる。また、A社は、表面実装装置の生産協力で培った小型ハンドラー（搬送）装置の設計・開発および組立に強みがある。産学官の共同研究でTABハンドラを開発し、検査装置やボンディング装置をユニット搭載するベース機として位置づけ、自社ブランドの確立を目指している（中小企業事例 p68、69）。

その他、クリーン度や微細・高精度化への対応で光などを用いた非接触環境を武器に活躍する中小企業も存在している（中小企業事例 p56、70）。装置向け部材分野では、ニッチトップ企業として特徴ある部材を提供すれば、ビジネスチャンスが広がる可能性が高い。

ハンドラー（搬送）技術に強み

A社

（従業員：123人、売上高：15億円）

- 事業概要 -

A社は明治時代に木造船メーカーとして創業されたが、戦後に、プレス加工や金属加工などを開始し、太陽熱温水器や農機向けの金属部品加工へと展開した。これらで培った金型技術を活かして、1978年、大手電機メーカーと取引を始め、半導体事業に進出した。当初は冶工具の生産が中心で、ステンレスのフライス加工、研削加工などを手掛けていた。

1980年には、別の大手電機メーカーが表面実装装置の外販に進出するため協力工場を募っていたのに応じて、自動機の生産に進出し、機械加工、組立、電気配線のスキルを向上させた。

その後は、ハンドラー（搬送装置）のOEM供給を中心に業容を拡大し、設計・開発力を強化してきた。現在の製品構成は、表面実装関係が全売上の半分程度、半導体ハンドラー関係が2割、その他の製品組立が2割、残りが部品加工となっている。

強み：ハンドラーの設計・開発力

同社のコア技術はユーザーの立場に立った設計・開発力にあり、表面実装装置などの生産協力を長年携わり、一括した製作を請け負う中で培われてきた。

同社の手がける製品は、露光装置など半導体製造の中心となる機器ではなく、製造工程における一連の自動化・省力化を進めるための機器が中心である。個別対応も多

く、小回りを要求されることから、大手企業が参入しにくい分野であり、同社には、様々な自動化機器、搬送装置についてOEM供給の依頼がある。大手メーカーは企画設計を行うのみで、構想図から部品加工、組立調整、出荷検査までは全て同社が行っていることから、そのノウハウは同社内に蓄積され、コア技術の向上に繋がっている。

また、産・官・学の共同研究にも積極的に参画し、PID制御^(注1)のみならず、トルク制御^(注2)を使った機器の開発に成功している。

以上の技術を活かした新製品が、高速・高精度のTABハンドラーである。TABとはテープ状フィルムにICチップをダイレクトに接続するもので、現在は液晶ドライバへの使用が多い。最大の特徴は薄さにあり、今後は、軽薄化を要求される携帯電話やデジタルカメラ、モバイル機器等向けに需要拡大が予想されているCSP（チップサイズパッケージ）に応用されていくと期待されている。

同社は、TAB方式の半導体製造ラインにおける搬送のベース機として同製品を拡販していく方針で、自社ブランドの主力製品として成長を期待している。

ビジネスチャンスと今後の方向性

以下の2つの点で、今後、中小企業にはビジネスチャンスがあると考えられる。

第一に、半導体や液晶に限らず、部品業界は、デバイスメーカー、材料供給メーカー、製造機器メーカーがタイアップしなければ、持続的かつ安定的な製作は難しい。その仕組みを守るため「系列」によるネッ

トワークが維持されてきたが、これが崩壊してきている。近年はデバイスメーカーがデバイスの設計、開発に特化し、製造装置メーカーが生産プロセスの開発へ経営資源を集中していく中で、協力企業の事業領域は拡大している。特に、メカ関係の生産はアウトソーシングが進んでおり、協力企業への期待が大きい。

ただし、大手取引先のニーズに合致した製品を開発するには、デバイスに関する化学や物理などの総合的な知識が必要である。メカ関係の加工技術だけでは不十分であり、電気、プログラムなど総合的にシステムとしてまとめあげる力のある企業に集約されていくだろう。

次に、半導体製造の後工程は、実装技術との融合化へと近づいている。従来は半田づけと認識されていたプリント基板への実装が、ベアチップ化、動作周波数の上昇、製品の小型化、コストダウン等によって、変革を迫られている。実装関連の分野は、装置類も含めて中小企業の強い分野であり、今後、後工程におけるビジネスチャンスは拡大するだろう。

- ・ (注¹) PID 制御...自動制御方式の一つ。P: Proportional (比例)、I: Integral (積分)、D: Differential (微分) の組み合わせによる制御方式を指す。
- ・ (注²) トルク制御...モーターに掛かる力を感知し、その強さに応じて、回転数などを制御する方法。

UV 洗浄装置用

紫外線ランプでニッチトップ

セン特殊光源 株式会社

(従業員 52 人、売上高：11 億 4,000 万円)

- 事業概要 -

セン特殊光源は、現社長が 27 歳の時に大手電機メーカーを辞めて 1965 年に設立。レーザー発信器の研究を手がけていたが、70 年代に紫外線の研究へとシフトし、半導体業界から半導体ウエハの洗浄用水を紫外線で無菌化できないかと持ちかけられたのが契機となり、水処理分野に本格的に進出していくこととなった。

その後、1982 年に大手半導体・液晶製造装置メーカーから、液体を使わず代わりに紫外線を使って液晶ガラス基板を洗浄する装置 (UV 洗浄装置) の開発依頼を受け、本格的に半導体・液晶事業への参入を図ることとなった。紫外線による洗浄は、ガラス、セラミック、プラスチック、耐蝕性の高い金属などの精密洗浄に有効であり、今や液晶製造装置の標準仕様となっていることから、同社は 90 年代中盤から急激に売上を伸ばしている。

UV 洗浄装置のほか、紫外線の表面改質効果を用いた IC 樹脂成型表面処理装置など表面処理装置を世の中に送り出した。

- 強み：紫外線の専門家集団 -

同社の強みは、紫外線に関する研究開発の歴史が長く、扱う製品や品種が豊富で、従業員 50 名全員が何らかの形で紫外線の研究に関与していることである。

また、新たな用途開発も得意としている。例えば、接着しにくい素材を紫外線により表面改質することで接着度を強化するなど、紫外線の特性を生かした用途開発により新事業領域を開拓している。

また、同社のビジネスモデルにもメリットがある。UV 洗浄機器を導入したユーザーからは定期的に交換用紫外線ランプの発注が行われるなど、その後の事業として旨味がある。市場の拡大に伴い、半導体や液晶製造装置はコスト下げ圧力が強く、装置そのものの価格は年々低下しているが、内製している消耗品で利益を確保できるメリットは大きいという。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

最も進んだ UV 硬化の分野は、1,000 億円以上のマーケット規模があるので、大手企業も参入している。一方、UV 洗浄装置や改質、及び同社が第 2 の柱として取り組んで、昨年、大阪府の中小企業創造促進法の認定を受けた紫外線を用いる高度水処理マーケットは、開発期にあるため規模はそれほど大きくないので、大手が参入するメリットは少なく、パイオニアとして同社がトップシェアを持っている。

自社で長年培ってきた固有技術を生かし、新規事業分野を開拓して自力で企業規模に適したマーケット生み出せるところに、研究開発型企業のビジネスチャンスが潜んでいる。

ネットワーク分業を支える中小協力会社

半導体・液晶産業は、基本的に大手メーカーが中心となっているが、半導体・液晶製造装置の部材加工や組立等には多数の中小の協力会社が関わっており、ネットワーク分業を支えている。各社とも、独自の強みと特徴を持ち、同分野で成功を収めている（中小企業事例 p72～75）。

例えば、B社は、半導体製造装置の真空部品加工に強みがある。特殊部材加工のみならず、製品のユニット化を図ることで、地域外の手元液晶デバイスメーカーの顧客開拓を進めており、一社依存体制からの脱却を図っている。

C社は、部材加工を一切行わず、組立に特化している。エッチャーなど物理、化学などの複合技術を要する高度な製造装置分野では組立のみに関わるが、メカが主となる搬送関連装置分野では、自社で設計開発製造を行っている。また、半導体製造装置分野で重要性が増しているソフトウェアの開発体制も充実させている。

D社は、半導体製造装置の電源ユニットを手がけている。同社の強みは、相手メーカーの技術的課題を解決するOEMである。OEMは、同業他社と取引が広がらない点が課題であるが、様々な分野に進出することでリスク分散を行い、半導体産業特有の激しい変動を吸収している。

E社は、強みを有する金型を用いた自社ブランドの半導体製造装置開発に成功している。リードの曲げやバリ取りなど後工程の関連装置群が主となる。また、大手半導体製造装置メーカーの外注も手がけている。大手メーカーからの信頼も厚く、クリーン度を高めた充実した生産設備を整備している。

図表 -4-5 ヒアリング中小企業概要

	所在地	事業概要
B社	山梨県	半導体製造装置関係の部品加工、各種搬送装置、洗浄機、検査装置等の設計、ユニット組立
C社	山梨県	半導体製造装置、検査装置の設計・製造、応用機器、計測装置およびメカトロ製品の製造等
D社	京都府	半導体装置電源コントローラなどマイコン応用システム設計開発・製造等
E社	京都府	金型、プレス加工、半導体関連メカトロニクス

装置真空部材加工とユニット化で飛躍

B社

(従業員 85 人、売上高：25 億円)

- 事業概要

B社は、1960年前半にカメラ部品の加工メーカーとして創業、70年前半に会社を設立している。創業後、時計やカメラ向けなどに小物部品の大量加工を手がけていたが、80年代に多品種少量生産への戦略転換を図り、半導体産業に関わるようになった。当時、全自動プローバ(ウエハの位置決め装置)の試作機を開発できる企業を探していた大手半導体製造装置メーカーに優秀な中小企業を紹介したことがきっかけとなり、半導体製造装置の試作機開発を受けることになった。その後も自社で対応できるレベルの仕事を受けながら実力をつけ、高度な装置群にも対応できるようになっている。

現在の主力事業は、半導体製造装置(主にプローバ、エッチャー、CVD、LCDなど)関係の部品加工、各種搬送装置、洗浄機、検査装置等の設計、ユニット組立となっている。

- 強み：真空部材加工とユニット化

同社は、半導体製造装置の真空部品加工に絶対の自信を持っている。これまでも北関東や長野、名古屋など県外の高いレベルの企業と交流し、技術レベルを向上させてきた。大手半導体製造装置メーカーの課題を解決する提案能力は高い評価を受けており、信頼も厚い。

現在は、部材加工のみならず、設計力の強化や装置のユニット化に注力し、半導体製造装置関係の各種搬送装置、洗浄機、専用機等の開発実績を増やしている。近年は、大手液晶デバイスメーカーの顧客開拓にも成功し、一社依存体制からの脱却の道もみえている。

ビジネスチャンスと今後の方向性 -

今後はOEM製品など完成品を手がかることで、設計、加工、組立能力を磨き、自社製品開発を目指す。現在、半導体関連事業に専念する同社だが、半導体産業の繁閑に対応するため、他分野の事業展開も視野に入れている。

さらにウエハの大口径化に伴い、既存の加工機では対応できない大型の装置部品が増えるため、新設投資を行う予定だ。同社はこれまでも工作機械の高精度化、高精細を保つための工場の恒温室化、三次元測定器の導入など生産設備の強化を図り、大手半導体製造装置メーカーのニーズに応えてきた。半導体産業で生き残るには、変化を見極めながら高いレベルの製造環境を維持するための継続的な投資が必要となる。

装置組立とメカ系装置の設計力で勝負

C社

(従業員 110 人、売上高:13 億 5,000 万円)

- 事業概要 -

C社は、1980年代半ばに創業。鉄鋼商社に勤務していた現社長が、半導体産業の成長性に着目。人脈を活かし、大手半導体製造装置メーカーへのマグネット販売から半導体事業に関わるようになった。その後、大手メーカーに技術者を派遣し、装置組立に関するノウハウを蓄積してきた。

現在は、エッチャー、液晶製造装置の組立を主要事業とし、メカトロニクス製品の設計・製造等も手がけている。基本的に、部材加工は協力会社に外注し、組立に特化している。

- 強み：装置の設計力 -

同社の強みは、メカ・エレキ・ソフト分野のバランスが良い設計部隊である。近年、大手半導体製造装置メーカーは装置設計力のある協力会社を求めており、同社も設計力の強化を図っている。

同社としては、化学や物理等の高度な専門知識を必要とする前工程装置群の心臓部を手がけることは難しいが、搬送装置などメカ関連の装置については、設計後に部品発注、組立、最終調整までをトータルに手がけることができる。周辺地域でも、搬送装置の設計から開発、製造までを手がける企業は少ない。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

近年、製造装置メーカーは、協力会社に対して、クリーン度向上など作業環境の整備を求めるようになっている。周辺地域には、クリーンルームを完備している企業群が多く、同社も1994年にクリーンルームの設備投資を行っている。

現在、主要取引先である大手半導体製造装置メーカー1社からの仕事が同社の売上の大半を占めているが、今後は、3割程度を自社製品で販売する体制を目指している。具体的には、計測機器やメカトロニクス機器の開発など事業多角化を進め、その他医療機器分野にも新規参入をする予定。今後も大手装置メーカーの受注で実績を積み、将来的には自社装置の開発につなげるつもりだ。

また、全装置分野では、ソフトウェアが重要度を増している。同社も装置単体のソフトウェア開発を手がけている。ソフトウェア開発は、スペースを要さず自社で内製化しやすい。通産省の補助金でプログラムを簡易作成するジェネレータソフトを開発し、事業化を目指すなど特徴ある事業を進めている。また、病院関係のセキュリティーに関し種々管理システムの納入実績も多い。

装置ユニットのOEMで課題解決

D社

(従業員：93人、売上高：20億円)

- 事業概要 -

D社は、1969年に分析機器メーカーの協力工場として創業。マイコン応用製品開発などシステムハウス業者としての歴史は長い。70年代後半に、大手半導体製造装置メーカーから装置ユニットのOEM依頼を受け、半導体事業に関わるようになった。半導体産業に積極的に参入したわけではないが、大手製造装置メーカーと共に成長を続け、現在では半導体製造装置向けのコントロールユニットが主力製品となっている。

- 強み：技術解決型OEMと事業多角化 -

同社の強みは、相手メーカーの技術的課題を解決するOEMである。黒子的な存在であるが、大手メーカーの評価は高い。OEMは、機密保持等の問題で一業種一社の取引となる。同業他社との取引が広がらない点がネックであるが、様々な分野に進出することでリスク分散を図り、半導体産業特有の激しい変動を吸収している。こうした一業種一社のOEMで得た信用をベースとする事業展開が武器になっている。システムハウス業界では、一社依存型の下請け企業が多く、同社のように事業多角化を進める企業は少ない。

事業多角化の方向として、成長性が高い分野に注目しており、現在は福祉医療機器分野で自社製品を育てている。具体的には、医療機器メーカーの体脂肪計のOEM事

業化を図っている。福祉医療関連分野の市場規模は小さいが、自社の規模に合った中小ロットOEM製品の開発・量産が同社の強みになっている。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

同社は、最先端の大型半導体製造装置には対応していない。近年、製造プロセスにはロボットや汎用的なシステムが導入され、温度制御システムなど専用ユニットの需要の拡大は見込みにくい状況にある。このため同社は、大手がコスト的に対応できない事業分野のユニット開発を模索している。

また、半導体製造装置ユニットを多数抱えているため、営業力を強化している。1987年に東京営業所を開設し、関東方面の市場開拓を図っている。特に半導体事業については、現在の仕事が半分になっても対応できる体制を目指し、多種多様な業界への営業を強化している。業界内は紹介営業が主であるが、技術担当者への飛び込み営業を行い、技術を売り込んでいる。

金型技術を活かした自社装置開発

E 社

(従業員：300 人、売上高：51 億円)

- 事業概要 -

E 社は、プレス部品メーカーとして戦前に創業。その後プレス、金型、組立事業で成長を続け、1980 年代前半から電子部品加工の一部として半導体事業を始めている。

現在、主要事業は、精密金型、プレス、メカトロニクスとなっている。金型装置関連の売上が最も大きい。近年、メカトロニクスの売上が急増している。半導体関連事業としては、リード曲げやバリ取りなどのパッケージ装置やテーピング装置など半導体後工程装置の自社製品開発・製造、

半導体製造・洗浄装置の組立が 2 本柱となる。

- 強み：金型コア技術と自社装置開発 -

同社は、コアとなる金型技術をもとに自社製品開発に成功している。半導体関連の自社装置開発は、大手半導体メーカーのリード処理装置類似品の開発依頼がきっかけとなった。その類似品の評価が高く、その後、継続的な受注を開始。単なる類似装置の量産ではなく、回転速度アップなど生産性向上のための改良を重ねた。この実績をベースに 1980 年に、飛躍的に生産性を高めた自社装置開発に成功している。回転速度の向上に加え、複数の種類の半導体に対応できる装置として注目された。当時、専用機が主で複数の製品を扱える調整幅を持つ装置は少なかった。

同社は、自社製品としてフロッピーの打ち抜き装置の販売実績があり、多量販売を目指している。だが、半導体関連装置は、カスタムが多く、販売ロットが大きい装置群の開発は難しい状況にある。

その他、同社は、20 年前から一社依存率を 4 分の 1 以下にすることをポリシーとし、取引先の多様化を維持している。また、加工専門の子会社や協力会社を有効に活用しながら装置メーカーのスピードに対応し、厚い信頼を得ている。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

半導体・電子部品産業の荒波にさらされてきた同社は、脱半導体・電子部品を掲げている。電池やフィルム加工金型等に注力し、数年後には半導体・電子部品関連以外の売上比率を 4 分の 1 程度にすることを目指している。

自社装置開発では、コアである金型技術への「回帰」を打ち出し、新分野の開発を急いでいる。また、大手半導体製造装置メーカーの組立事業では、クリーン度が高く、大型化する製造装置に対応可能な工場を新設し、大手装置メーカーの要望に応えている。

その他の装置関連ビジネス

以下では、装置関連ビジネスとして注目される装置メンテナンスビジネスと中古装置ビジネスについて検討する。

a)装置メンテナンスビジネス

半導体・液晶の製造は、装置の精度により品質や生産性が大きく左右される。このため、故障時の緊急対応や、定期点検、オーバーホール等のメンテナンスを徹底し、安定作動を維持する必要がある。

特に、最近では、半導体・液晶ともに細密化・高度化が進んでいることから、品質や生産性を維持するために、製造装置に求められるメンテナンスの基準はより一層高まっている。また、コストダウンの観点からも、メンテナンスを徹底し、安定した作動と機能保持、長寿命化を図っていく必要がある。

一方で、製造装置の高度化や多様化に伴い、ユーザー側が負担するメンテナンスコストは増大の一途を辿っている。社内に専門の部署を設置した場合、装置の多様化に合わせて人員の増強を迫られるためである。また、半導体・液晶製造のプロセス技術は急速に進歩しているため、常に最新の知識を維持することは難しい。

以上から、専門業者にメンテナンス業務をアウトソーシングする動きは、今後さらに拡大していくものと予想される（中小企業事例 p77）。ただし、ビジネスチャンスとしてメンテナンス業務を捉えた場合、新規に参入するには難しい点も多い。例えば、前工程装置の洗浄等のメンテナンスは、薄膜技術情報が漏洩する可能性が高く、各社とも専属企業を抱えて対応している。このように、大手デバイスメーカーと取引を開始するには、最新技術の継続的なフォロー体制に加え、高い信頼性が要求されるため、新規参入のハードルは高い。

半導体製造装置のメンテナンス

F 社

(従業員：130 名、売上高：5 億円)

- 事業概要 -

F 社の前身は大手電機メーカーの協力会社として電話機や VTR の組立加工を行っていたが、成長の見込まれる半導体業界への参入を目指し、1988 年に F 社を設立した。設立当初は、大手半導体メーカーの工場内で後工程の組立加工を一部受託していた。そのなかで、自社で加工を手掛ける工程について、不具合が発生した際の緊急修理や、定期的な保守作業などのメンテナンスを独自に行いノウハウを蓄積していた。

そのノウハウに着目した親会社から装置全般のメンテナンスを依頼されたため、1993 年、半導体製造装置のメンテナンスへ本格的に進出し、同社の関わる工程以外にも保守・点検サービスを拡大していった。

現在は、メンテナンス業務を核として、製造装置の開発やメンテナンス要員の派遣業務も手掛けている。

強み：「即応性」と「信頼性」を両立したメンテナンス体制

半導体製造は典型的な装置産業であり、装置精度により品質や生産性が大きく左右されることから、故障時の緊急対応や定期点検、オーバーホール等のメンテナンスを徹底し、安定作動を維持する必要がある。

製造装置の使用者自身が行う「ユーザーメンテナンス」は、故障に即時対応できるが、専門部隊を配置すれば人件費が固定化される。また、技術進歩が非常に早いため、最新知識を維持し続けるのは困難である。

一方、製造装置メーカーによる「メーカーメンテナンス」は、技術面での信頼性は高いが、費用が高く、対応に時間がかかる。

同社の業務は両者の欠点を補うもので、製造ラインのメンテナンスを一貫して請け負い、緊急時にも 24 時間体制で対応する。専門知識を持つ社員が近隣に常駐するので「即応性」と「信頼性」を両立でき、「メーカーメンテナンス」より安価である。

また、メンテナンス業者は他にもあるが、特定装置に特化した業者が多く、同社のように製造ライン全般を扱う業者は少ない。同社がライン全般へ業務を拡大できたのは、それを企業戦略として明示し、個別装置の専門知識を得るために大手装置メーカーの人材などを採用したためである。

加えて、同社は半導体後工程の生産に関わっていたことから、製造装置やデバイスについても知識やノウハウの蓄積がある。

これらの点も同社の強みと言えよう。

ビジネスチャンスと今後の方向性

半導体の超高密度化に伴って、より徹底した製造装置のメンテナンスが必要となるが、一方で製造装置の高度化や多様化によってユーザー側のメンテナンス費用は増大の一途を辿っているため、同業務のアウトソーシング需要は拡大すると予想される。

また、装置メーカー側でも、技術革新のための研究開発に経営資源を集中する必要があり、装置の据付から調整、修理、改造、オペレータのトレーニングまでをアウトソーシングしたいとの需要は増大している。両者からのアウトソーシング需要を取り込めば、半導体製造装置のメンテナンス業務はさらに拡大していくと予想される。

b)中古装置ビジネス

現在、半導体・液晶製造装置の中古市場が急拡大しており、大手デバイス、装置メーカーや中小ベンチャーの参入が相次いでいる。

中古装置は、短納期の確保、投資コストの削減、装置の品質確保・安定性に加え、廃棄処理コストの高さや環境問題への対応面で注目されている。特に装置の安定性が確認済みの中古装置は大手メーカーにとって大きな魅力である。

現在、米国では中古装置市場が急成長しており、最大手のコムディスコ社等が事業を拡大している。コムディスコ社は、日本法人としてコミット社を設立し、国内市場への攻勢を強めている。これに刺激され、国内の中古装置市場も急成長しており、関連ベンチャー企業の参入が相次いでいる（中小企業事例 p79）。

中古製造装置関連の国際協会であるセコンドの統計によると、中古半導体製造装置の世界市場規模は、1997年以降2,000億円台で推移してきたが、2000年に3,000億円へと急拡大する見込みである。一方、国内中古製造装置市場は、米国の10分の1程度となる300億円であるが、2001年度末には450億円市場への成長が見込まれている。

米国の中古製造装置メーカーの成功要因は、オペレーティングリースにある。通常のファイナンシャルリースでは、高いリース料による長期リースが主となるが、オペレーティングリースでは、3～5年の短期リースによってリース料を低く設定できる。リース会社がリスクを背負う形になるため、装置の残価を正確に把握する自信がなければ事業継続が難しい。今後、リースをうまく活用していない国内メーカーに、使い勝手の良いリースを提供すればビジネスチャンスに繋がる可能性は高い。

なお、中古装置関連分野は、製造装置に関する深い知識が求められるため、スピニアウト組や業界関係者でなければ成功は難しいとの指摘がある。同分野で成功を収めるには、断片的な情報でも正確な目利きができる装置の鑑定眼が求められる。

しかし、新装置同様、中古装置分野でも中小企業が機動性を活かした外注先として関わる可能性は高い。新・中古市場の相乗効果で、既存の装置関連中小企業のビジネスチャンスが拡大するだけでなく、中古装置の特性を捉え、新しいビジネスチャンスをつかむ中小企業が現れる可能性もある。

中古装置ビジネスのトップランナー

株式会社 インターテック

(従業員 30 人、売上高: 32 億 6,100 万円)

- 事業概要 -

インターテックは、1994 年 11 月、大手精密機器メーカー関連会社から独立した現社長が設立。社長は、前会社で半導体関連事業に関わっており、中古製造装置事業のビジネスチャンスに目をつけた。

同社の主要業務は、中古装置の売買や再生（リハビッシュ）改造改良等を行うリノベートである。現在、生産ラインを一括して扱うトランスファブを掲げ、大手液晶メーカーの全ラインを中古装置で構築した実績がある。半導体に比べ、液晶製造装置は、中古装置のばら売りが難しいため、トランスファブが有効に機能した。

- 強み：ベストミックス -

同社は、ユーザーに中古装置、新規装置、再生装置およびリースの最適な組み合わせを提供する「ベストミックス」を提唱している。リノベートやトランスファブの競争力を武器に中古装置版トータルソリューションを展開している。

中古装置市場には、米国アプライドマテリアルズ等の大手半導体製造装置メーカーも参入を続けているが、焦りはない。むしろ、中古装置市場の拡大と認知につながると歓迎している。装置メーカー系の中古部門は主に自社製品しか取り扱えないために、独立系で自由度が高い同社とはビジネスモデルが全く異なっている。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

国内デバイスメーカーは、基本的に装置の新品主義であるが、NEC が中古装置の導入を進めたことで風向きが変わっている。大手デバイスメーカーの間に、時間 = 利益という感覚が徐々にではあるが芽生えており、多くのメーカーが中古装置の採用を検討している。

現在、中古装置ビジネスは、特定メーカーの装置を扱うブローカー的な零細企業が多く関わっている。今後は、ある程度の資本力も求められ、単なる装置ブローカーでは生き残りも厳しい。

今後は、新品装置メーカー同様、中古装置関連企業も外注ネットワークの活用を始めると考えられる。同社もこれまで外注実績はないが、再生作業等の外注化を検討している。九州で再生センターの設立を予定しており、同地域に集積する半導体関連メーカーのスピンアウト組の活用を考えている。新装置同様、中古装置分野でも中小企業が機動性を活かし、外注先として関わる可能性は高い。新・中古市場の相乗効果で、既存の装置関連中小企業のビジネスチャンスが拡大することも見込まれる。

5 . 半導体・液晶産業の地域集積と中小企業のビジネスチャンス

以下では、ヒアリング調査および関連文献調査をもとに、半導体・液晶産業の集積地である山梨・長野、京都、熊本、東北地域を取り上げ、地域別に中小企業の集積の特徴を明らかにする。地域別に中小企業のビジネスチャンスは異なっている。

(1) 京都地域

集積の特徴

京都地域は、ローム、大日本スクリーン製造、島津製作所、オムロンなど電子部品、半導体、制御機器等のエレクトロニクス関連メーカーや歴史ある医療・分析機器関連メーカーの集積が厚く、半導体・液晶デバイス、装置メーカーとして関わっている。各社とも特定分野のトップクラス企業であるが、突出した規模を有する企業群は少なく、多数の企業が集積している。

中小企業のビジネスチャンス

こうした多様な企業の集積の影響もあり、同地域の中小企業は、一社依存ではなく、多数の大手メーカーとの重層的なネットワークを形成している（中小企業事例 p74、75）。4次、さらには5次の下請といった外注の階層ネットワークは、後述する山梨地域のネットワークより複雑かつ重層的であり、中小企業のビジネスチャンスも大きい。また、京都地域は優れたベンチャー企業を輩出した風土があり、自社製品や新分野へ積極的にチャレンジする中小企業が多く見られる。

(2) 山梨・長野地域

集積の特徴

山梨県は、中央高速道の開通以降大手企業の立地が増え、機械金属・プラスチック等の集積が進み、現在では工業出荷高の70%強を両産業が占めるようになっている。業者数は機械金属関連が約2,500社、プラスチックが約500社で半導体製造装置・工作機械・OA機器等の一般機械関連が最も多く、コンピュータ・音響機器・半導体・計測器等電気機器、時計・カメラ等の精密機器等が集積している。特に、産業用ロボットや半導体製造装置の生産設備関連産業の競争力があり、関連中小企業も多数集積している（中小企業事例 p72、73）。

山梨県は、大手半導体製造装置メーカーである東京エレクトロン山梨の影響が大きい。京都地域と比べると、東京エレクトロンへの一社依存型の構造が特徴となる。東京エレクトロン山梨が下請の中小企業を育てたと言っても過言ではない。ただし、山梨地域には、東京エ

レクトロン山梨以外にも、歴史は浅いものの、富士通や松下電器産業などの大手半導体・液晶デバイスメーカーや、国際電気、アネルバなど半導体製造装置メーカーが進出しており、産業集積の厚みは増しつつある。

一方、長野県の諏訪地域は、精密機械からエレクトロニクス中心に集積構造を変化させており、セイコーエプソンを筆頭に半導体、液晶関連メーカーが集積している。エプソンの協力会社として実力をつけた特徴ある中小企業が集積している。

中小企業のビジネスチャンス

今後は、山梨県と長野県諏訪地域など中央線沿線の広域的連携が強化されると考えられ、中小企業のビジネスチャンスも広がる可能性が高い。山梨県の中小企業は、長野県の手メーカーと取引を進めており、広域連携に対する意識は非常に高い。

また、山梨地域は、東京エレクトロン山梨の影響でエッチング装置や LCD 装置関連の部材の精密加工や組立、高度な総合組立に関わる中小企業が多く集積している。中小企業が、山梨・長野地域で生き残るには、他地域に比べても、真空部品加工など高度な技術力が求められる。

(3) 熊本地域

集積に至る歴史的経緯

熊本地域に集積する半導体産業の特徴を捉えるには、半導体産業が集積するに至った歴史的経緯を概観する必要がある。熊本に半導体産業が集積するきっかけとなったのは、1967年の三菱電機の半導体工場の進出である。その後、IC 需要の拡大に伴い、70年には第二工場を建設し、系列下のエレクトロニクス企業も相次いで熊本に進出してきた。三菱電機は、96年になって、液晶表示装置の工場も熊本に建設している。

三菱電機に次いで、69年には日本電気が100%出資する九州日本電気が熊本に進出し、民生用 LSI と通信工業用の IC などの生産を行っている。九州日本電気の熊本工場は、自動化設備や生産能力・規模等において、世界トップレベルのハイテク工場との評価を得ている。つまり、日本最大のデバイスメーカーの最先端の半導体が熊本で生産されていることになる。その後、80年代半ばにテクノポリス計画が進められ、熊本県は半導体産業を重点領域に置いたため、それまでの半導体産業の蓄積が呼び水となり、東京エレクトロンなどの半導体製造装置や検査装置メーカー、部材メーカーも相次いで進出した。

60年代から70年代前半にかけて、熊本県内には半導体産業をとりまく周辺産業は全く育っていなかったが、当初進出した三菱電機や日本電気が地元企業を根気よく育成していったこと、また、熊本県が補助金や制度融資等の支援措置を講じて地元企業の半導体事業への進出を支援したことなどから、現在では IC の生産に必要な技術や部材は、ほぼ全て近隣県内で調達できるまでに産業の裾野が広がっている。

しかし、戦前まで工業の土台がほとんど存在せず、戦後の高度成長期の工業化にも乗り遅れた熊本県には、付加価値の低いとされる検査・組立を中心とする後工程の進出が多かったが、現在は日本電気や京セラがデザインセンターを立地させ、ASIC の設計や付加価値の高い LSI の設計なども行われている。また、凸版印刷が大規模なスクリーンマスクの工場を立地させるなど、フォトマスク製造部門など前工程関連分野も強化されつつある。

京都、山梨・長野と比較した特徴

熊本地域に半導体メーカーが立地するようになった理由としては、阿蘇山に源を発する潤沢な地下水、清浄な空気、豊富な労働力のほか、行政の熱心な誘致活動があった。その後、シリコンアイランドの中核的存在となるまでに半導体関連産業が集積した理由も、テクノポリス計画を通しての行政の熱心な誘致活動にあったといえる。その点、歴史的にも産業の蓄積があり、ベンチャー企業を多数輩出してきた京都地域とは大きな違いがある。

誘致企業の存在がきっかけとなり中小企業が育ってきた事例としては山梨県と類似しているが、熊本地域の最大の特徴は、大手デバイスメーカーが自ら地元中小企業の育成に関わったことである。60 年代後半～70 年代にかけて相次いで熊本に進出した大手デバイスメーカーは地元で協力企業を探し求め、工業技術センターなど県の紹介を経て地元の中小企業が直接取引を始めるようになった。九州日本電気に社員を出向させてエレクトロニクスに強い人材を育て上げた中小企業や、後工程の自動化機械の設計開発をデバイスメーカーから直接請け負う中小企業などが存在する。その後進出してきた東京エレクトロンなどの装置メーカーとの取引も、それまで取引があったデバイスメーカーからの仲介を受けて始まったものが少なくない。

技術的な特徴

熊本地域の技術的な特徴を取りあげると、メッキ関連技術の高さには定評がある。熊本には IC メッキを手がける企業の集積が多く、かつ、緒方工業など地場企業でありながら高い技術力を持つ企業も存在する。反面、精密金型をはじめとする精密加工技術の集積は少ない。半導体産業の後工程を中心に産地を形成してきたこともあり、精密加工を専門に手がける企業はほとんどなく、技術レベルや価格競争力でも劣るため、福岡など他県へ仕事が流出している。

中小企業のビジネスチャンス

熊本地域は、デバイスと製造装置メーカーおよび関連企業の集積のバランスが良く、両産業の相乗効果が認められる。また、半導体・液晶デバイス、製造装置メーカーの進出により、幅広い技術を持った中小企業が育ち、その地元中小企業の技術力に目をつけた大手デバイスメーカーが進出するなどの好循環が生まれている。例えば、ソニーは熊本に進出を決めたが、その理由として、台湾、シンガポール等のシリコンシーベルトへのアクセスの利便性、ソニー長崎や国分などの関連企業の存在、熊本、九州大学など同産業の研究教育水準の

高さや連携の可能性に加え、地元中小企業の技術力や集積度を挙げている（中小企業事例 p68）。ソニー熊本では、液晶等を生産する予定で、既に液晶実装材料の特殊な加工に強みを持つ中小協力企業を確保している。このように、地元中小企業に期待し、進出する大手メーカーの要求に応えることができれば、中小企業のビジネスチャンスは広がる可能性が高い。また、半導体・液晶産業に関する研究や支援等で熱心な熊本、九州大学との連携や支援の活用を進めれば、中小企業単独では難しい事業展開の道も開ける。

(4) 東北地域（参考）

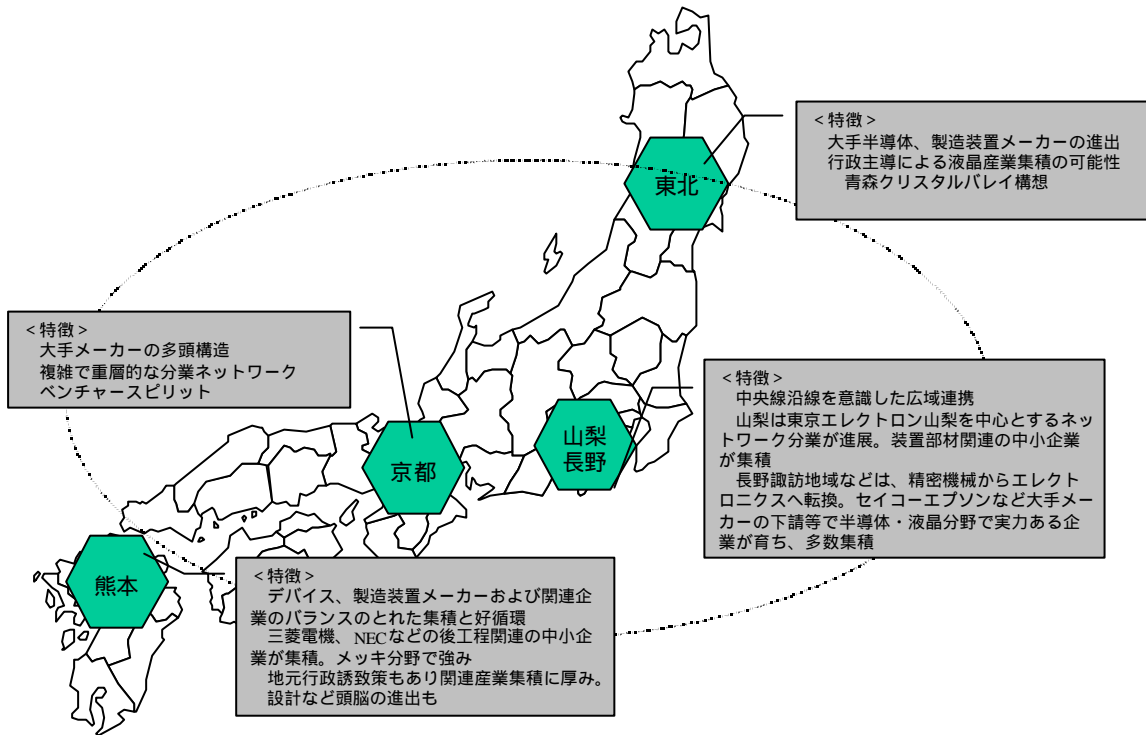
集積の特徴

東北地域にも半導体・液晶産業の集積がある。NEC 秋田、NEC 山形、東京エレクトロン 東北など大手半導体・液晶デバイスメーカーが進出済みである。バックライトなど液晶部材メーカーの集積も指摘されている。

中小企業のビジネスチャンス

青森むつ小川原地域では、世界初となるフラットパネルディスプレイ（FPD）の産業集積拠点を狙う「青森クリスタルバレイ構想」が立ち上げられた。デバイス、製造装置、材料、応用製品など FPD 関連の産業集積と研究開発拠点整備が進められることになっている。むつ小川原地域は、雷害が少なく、冷涼な気候から冷房コストを低減できる上、数々の立地優遇措置が適応されなど FPD メーカーにとっては有利な条件が揃っている。進出企業第一号としては、アルプス電気、カシオ計算機、セイコーインスツルメンツ、日立化成工業、アンデス電気、アンデスインテックの 6 社が出資し、携帯電話等の反射型カラーフィルタの量産を行うエーアイエス（AIS）の進出が決定し、2001 年春には量産工場の立ち上げを目指している。今後、東北地域の中小企業の集積構造やビジネスチャンスに大きな影響を与えることは必至である。

図表 -5- 1 地域別の集積構造



資料) ヒアリング調査および各種資料より作成

IV 総括

以下では、中小企業の今後の対応方向について検討し、半導体・液晶産業において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスについて総括する。

1. 中小企業の今後の対応方向

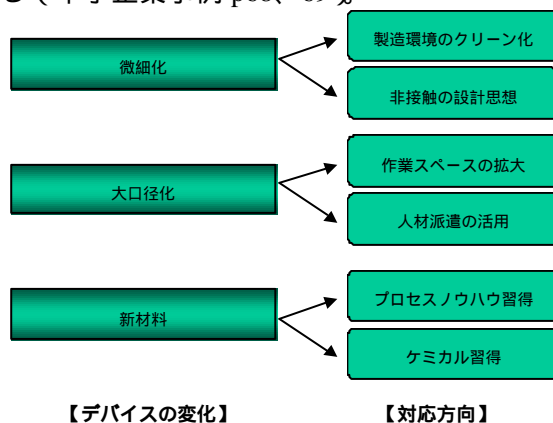
ヒアリング調査を通じて、中小企業のビジネスチャンスと今後の方向性が明らかになった。以下では、ビジネスチャンスマップを整理する前に、これまでの分析をふまえ、中小企業の今後の対応方向として特筆すべき項目について整理している。

(1) 分野共通項目

デバイスの変化を捉えた対応

半導体・液晶産業においてビジネスチャンスをつかむためには、デバイスの変化や方向性を把握することが必要である。デバイスの変化や方向性を見極めれば、プロセス、製造装置、部材の変化が自ずとみえてくる。例えば、半導体デバイスの変化としては、微細化、大口径化、新材料が挙げられる。サブミクロンレベルの微細化が進めば、高いクリーン度が要求され、光や空気などを用いた非接触の設計思想が求められる。また、大口径化が進めば、取扱装置も大型化し、作業スペースの拡大や自社社員の大手メーカーへの派遣等の対応が求められる。新材料への代替が進めば、物性や化学反応などプロセスノウハウやケミカル知識の習得が必要になる。また、液晶デバイスについても、ガラス基板の大型化によって、作業スペースの拡大や自社社員の大手メーカーへの人材派遣等の対応が求められる。

以上から、中小企業は、デバイスの変化を的確かつ迅速に捉え、ビジネスチャンスとして活かすことが求められる。そのためには、デバイス、製造装置メーカーによる説明会や合同勉強会に参加したり、産学官連携を積極的に進めることが有効である。本調査でも A 社のように産学官連携を活用することでデバイスの変化を的確に捉え、ビジネスチャンスにつなげた事例を紹介している（中小企業事例 p68、69）。



材料の視点

半導体・液晶産業では、デバイスや装置の標準化が進み、差別化を図ることが難しくなっている。このため、差別化が可能な材料分野に注目が集まっている。半導体・液晶材料分野は、エレクトロニクスの特性を熟知した上で、ケミカルや非鉄金属など他分野の技術が求められる。シリコン半導体材料分野では、ウエハ、フォトレジスト、エポキシ樹脂など日本が競争力を有する材料も多く、材料分野では日本の産業構造と総合的な技術集積の強みが活かされる可能性は高い。

なお、材料分野は、ケミカルの知識や資本力を要し、中小企業に関わることは難しいが、材料という視点からビジネスを検討する意義は大きい。例えば、日本空圧システムは、半導体材料の視点から金属汚染など洗浄材料の限界を見極め、空気を用いた非接触型センサの開発に成功している。

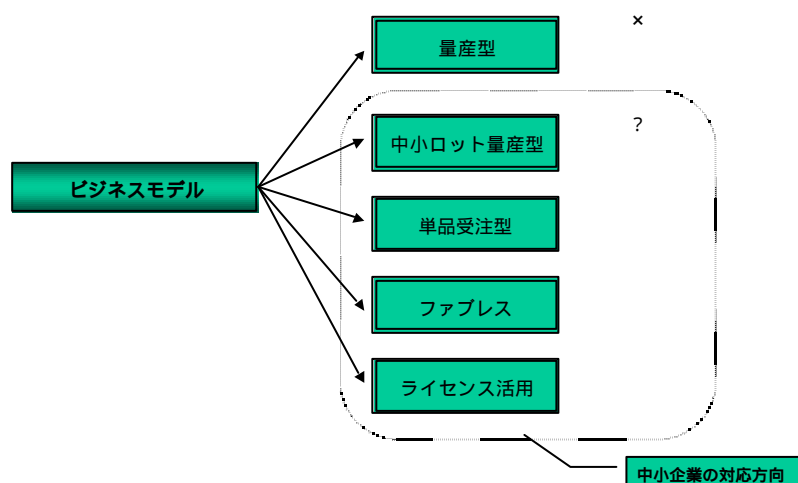
ビジネスモデルの再点検

半導体・液晶産業で想定されるビジネスモデルとしては、量産型、中小ロット量産型、単品受注型、ファブレス、ライセンスの活用などが想定される。

中小企業の柔軟性を活かした単品受注型に加え、近年、ポストファブレスとして、ある程度の量産でコスト感覚をつかみ、設計にフィードバックする中小ロット量産型のニッチビジネスの可能性も示されている。

また、半導体・液晶産業で生き残るには、ライセンスが重要との声が大きかった。ある大手液晶メーカーも関連中小企業に対して特許取得の重要性を力説しているが、反応は鈍い。しかし、意識の高い中小企業は、既に特許取得ならびに技術供与等のライセンスビジネスを進めている。資本力がビジネスを左右する半導体・液晶産業で中小企業が生き残るには、他業界にも増して、特許戦略やライセンスビジネスなどのライセンス活用が重視される。

中小企業は、以上のような変化を捉え、自社事業に適合したビジネスモデルを見極める必要がある。



(2) 分野別項目

以下では、デバイス、装置、デバイス・装置向け部材の各分野別の対応方向として特筆すべき項目について説明を加える。

オンリーワン技術で勝負 デバイス、デバイス向け部材分野

半導体・液晶デバイス、デバイス向け部材分野では、薄利多売かオンリーワン技術での勝負が求められる。中小企業としては、資本力を要する薄利多売の量産ビジネスの展開は難しいので、オンリーワン技術の追求が求められる。近年、オンリーワン技術を武器にファブレスベンチャーや半導体デバイスベンチャーとして活躍する中小企業も登場している(中小企業事例 p48、90)。

トータルソリューション 製造装置分野

トータルソリューションとは、製造装置メーカーが顧客であるデバイスメーカーの要望に応じてトータルプロセスの一部、あるいは全てを開発し提供することである。前工程装置等のトータルソリューションは、製品ラインアップが豊富な大手製造装置メーカーが圧倒的に有利で、今後も中小企業が関わる可能性は低い。しかし、後工程関連装置や中古装置分野では、中小企業がトータルソリューションを提供し、成功を収めている。例えば、液晶製造装置メーカーである常陽工学は、ファブレスで後工程関連装置の製品ラインアップを揃え、国内大手のみならず韓国や台湾などアジアトップメーカーにトータルソリューションを提供している。同じく液晶製造装置メーカーのナカンもニッチトップとなる後工程装置を核として、前後工程を含むトータルソリューションを提供している。また、中古装置ビジネスで急成長を遂げるインターテックも「ベストミックス」という発想でプロセス構築をし、中古装置版トータルソリューションを提供している。トータルソリューションは、自社の弱点を補完する他社との連携を要するなど課題もあるが、中小企業が製造装置分野でビジネスチャンスをつかむための対応方向として注目される。

装置モジュール化 製造装置、製造装置向け部材分野

トータルソリューションに加え、装置モジュール化によるプロセス統合化の動きも注目される。装置モジュール化とは、ユニット化によって装置の機能を提供することを指す。ある大手半導体製造装置メーカーは、洗浄装置ではなく、洗浄装置モジュールを開発し、CVD装置やCMP装置にOEM的に提供している。装置単体ではなく、装置モジュールを開発することでプロセス統合化を図っているのである。こうした中、装置モジュールを武器にする中小企業も存在している。例えば、日本空圧システムは、エアセンサを用いた非接触型のウエハ厚み測定装置に加え、測定装置モジュールも提供している。また、測定装置のみならずハンドラを統合化したモジュールの開発を急いでいる。自社独自技術をベースにした装置モジュール開発は、中小企業がビジネスチャンスをつかむ対応方向として注目される。

ニッチ対応 デバイス後工程、製造装置、デバイス向け部材、製造装置向け部材分野

半導体・液晶産業で中小企業がビジネスチャンスをつかむには、業界ならではのニッチビジネスに焦点をあてることが有効である。中小企業は、規模の追求が難しいので、ニッチ市場に素早く参入し、トップシェアを確保することが望ましい。本調査でも、パッケージ分野、紫外線表面処理装置や液晶配向塗布装置、測定装置などで成功を収めたニッチトップ企業に着目している。例えば、セン特殊光源は、紫外線ランプを使って液晶ガラス基板を洗浄するUV洗浄装置を扱っているが、オンリーワン技術で勝負をしているわけではない。大手が参入しづらく、自社の企業規模に適したニッチ市場に注力したことが成功要因となっている。その他、小ロットの半導体・液晶製造用薬品、液晶製造装置のジャバラ製造等で中小企業が活躍しており、製造装置、部材関連分野はニッチビジネスの宝庫となっている。

ソフトウェア強化 製造装置、製造装置向け部材分野

近年、半導体・液晶製造装置単体や生産ライン全体を制御するソフトウェアの重要性が増している。ハイテックの塊であるテスト等ではソフトウェアによって装置性能が規定されると言っても過言ではない。現在、生産ライン全体を制御するソフトウェアやプラットフォーム的なソフトウェアの開発には、大手半導体製造装置メーカーが関わっている。装置間の調整など高度なノウハウが要求されるため、中小企業が対応することは難しい。中小企業としては、装置単体のアプリケーションソフト開発等に目を向けた対応が求められる。例えば、デバイス検査用のテストプログラムは、デバイスごとに異なるため開発ニーズが高い。デバイスメーカーも技術者が不足しているため、外注を望んでいる。

製造環境のクリーン化への対応 デバイス後工程、製造装置、製造装置向け部材分野

半導体・液晶産業に関わる中小企業には、製造環境のクリーン化が求められている。クリーンルームのレベルは様々であるが、デバイスメーカーが要求する最低限のレベルをクリアする必要がある。なお、業界では年々高いクリーン度が要求されるようになってきているが、中小企業が対応できるレベルを超えると、大手が最終調整を行うようになり、中小企業への要求水準が低くなることもある。中小企業としては、単にクリーン度を高めるのではなく、最適なクリーン度のレベルを見極めることが求められる。

ネットワーク分業の活用 製造装置、製造装置向け部材分野

半導体・液晶産業のネットワーク分業に対応し、中小企業自らも人材派遣や外注ネットワークを活用し、リスク分散を図ることが求められる。製造装置の下請中小メーカーにも協会の活用、コーディネート力を発揮し、成功を収める例が多く見受けられた。ネットワーク分業は、ビジネスチャンスのみならず、中小企業が半導体・液晶産業で生き残るための有効なツールとしても注目される。

化合物半導体でオンリーワン

－株式会社 アクロロード－

(従業員 36 人、売上高：4 億 3,000 万円)

- 事業概要 -

米大手半導体メーカー出身の現社長が 1984 年に同社の前身となる医療機器メーカーを設立。事業として、医療機器分野、軍需分野、原子力発電プラント分野への進出を検討した。同 3 分野は、いずれも高度な技術を要すが、市場が最も大きい医療機器分野にターゲットを定めた。以後、カスタム IC、ハイブリッド IC、サブシステム等の開発製造に関わってきた。

医療機器分野では、超音波診断装置、ガンマカメラのプレアンプ、データコンバージョン、X 線、CT の光ファイバー通信システム等を手がけている。従来のガンマカメラ用のプリアンプとデータコンバージョンは、ユニットで製造販売している。同事業は簡単に参入できる分野ではない。

従来、ガンマカメラには、真空管である PMT (Photo Multi Tube) を使っていたが、今後、半導体による代替が進むと考え、同分野に自ら参入した。この半導体材料としてシリコンではなく、化合物半導体に着目した。数年前から情報収集と研究を重ね、2000 年に量産を開始している。

同化合物半導体は、放射線を捕獲する素子として画像情報のデジタル化など医療機器への応用が可能であり、1 兆円超の市場が見込まれている。その他、宇宙観測、非破壊検査、環境分野をはじめその応用市場は膨大である。近年、問題になっている電磁波の定量的測定も可能である。

- 強み：オンリーワン技術で独走 -

同化合物半導体分野に関わっているのは同社のみで全てがオンリーワン技術でノウハウの蓄積もある。シリコン半導体分野で苦戦をする日本勢の中で、日本固有のテクノロジーとして開花させてほしいとの声も大きい。

シリコンに比べ、デリケートな同化合物半導体は、温度管理など製造、量産が非常に難しい。また、製造装置、部材もシリコン半導体用とは全く異なり、同社と関連協力会社が全てのノウハウを蓄積している。

半導体分野では、資本力を活かす大手が優勢であるが、同社は、外資系企業との連携によって最先端の技術を開花させ、ビジネスとして展開している。

同社の原材料調達や販売先は海外が主となるため、フリートレードゾーンに工場を設けている。社長は、同社の戦略性について「全て自然な流れ。シンプルだ。」と強調するが、大手がひしめく半導体デバイス分野で同社の戦略を着々と結実させていることは並大抵のことではない。

- ビジネスチャンスと今後の方向性 -

同社は、ノンシリコン分野で勝負をしているため、シリコン分野で確立されていない技術を求めている。アナログ/デジタル処理技術などソフトウェア技術、接着剤やレジストなどの材料、エッジ研磨などの加工技術の全てが既存分野にはない技術である。こうしたニーズに適合する技術を提供できる企業を探しており、中小企業のビジネスチャンスに繋がる可能性もある。

2. 中小企業のビジネスチャンスマップ

以下では、これまでの分析をふまえ、一覧性を重視したビジネスチャンスマップを示し、半導体・液晶産業において中小企業が関わる事業領域とビジネスチャンスおよび今後の対応方向について総括する。

【まとめ】

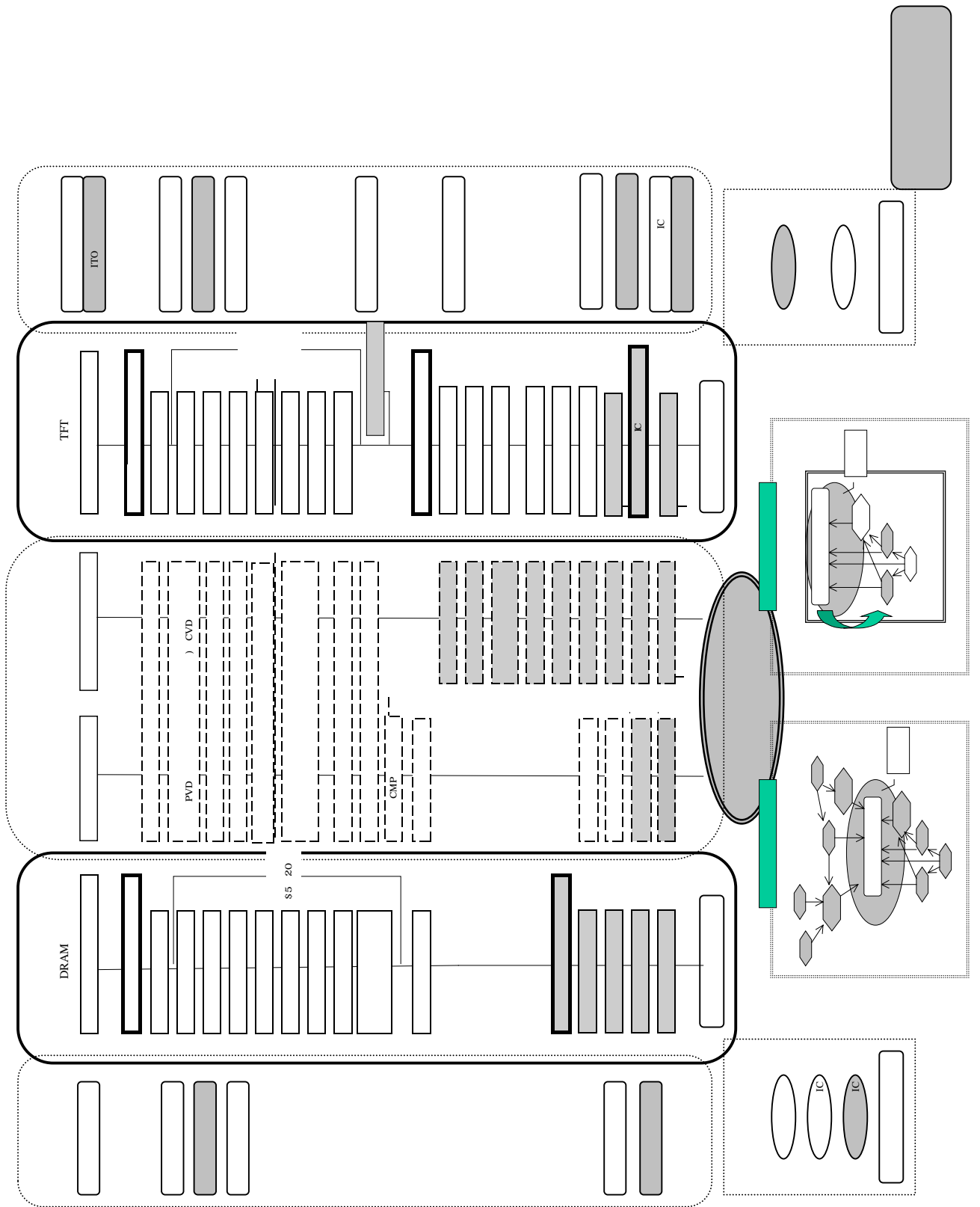
半導体デバイス分野について、ディスクリート、モノリシック IC 等の分野では巨額の設備投資を要するため、完成品メーカーとしてのビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。今後の対応方向としては、オンリーワン技術による勝負が求められる。工程別にみると、前工程は大手の一貫プロセスとなるが、後工程の外注にはビジネスチャンスがある。今後の対応方向としては、ボンディングやテストング、パッケージなどの一工程、ニッチに特化した技術力の深掘、製造環境のクリーン化などが求められる。

液晶デバイス分野については、パッシブ、アクティブ液晶とも巨額の設備投資を要するため、完成品メーカーとしてのビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。工程別にみると、半導体同様、前工程は大手の一貫プロセスとなるが、後工程は外注を進めている企業もある。今後の対応方向としては、液晶注入後の特定工程への特化、製造環境のクリーン化などが求められる。なお、液晶産業は、企業・製品別に外注戦略が全く異なるため、見極めが必要である。

半導体・液晶デバイス向け部材については、資本力を要するためビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。今後の対応方向としては、小ロットニッチ対応、ノンシリコン分野に着目(中小企業事例 p90) 製品別の対応、カスタム品特化等が考えられる。

半導体・液晶製造装置について、前工程装置は大手メーカーによる寡占化でビジネスチャンスの拡大は見込みにくい。一方、自動化が進まず単価が低い後工程装置にはビジネスチャンスがある。今後の対応方向としては、メカ関連のコア装置やニッチ分野に特化した技術力の向上、前後工程を統合化するトータルソリューションや装置モジュール、さらにはソフトウェア強化、製造環境のクリーン化、ネットワーク分業の活用等が求められる。

製造装置向け部材メーカーについては、業界のスピードに対応するためネットワーク分業が進み、前後工程全装置でビジネスチャンスは広がると考えられる。今後の対応方向としては、装置モジュール、ニッチ対応、製造環境のクリーン化、ソフトウェア強化、ネットワーク分業の活用、事業多角化等が求められる。



本調査は中小企業金融公庫から委託を受けた(株)三和総合研究所が2000年度に実施したものである。

なお、本レポートは調査結果を基に調査部において一部編集を行った。

中小公庫レポート No.2000 - 2

発行日 2001年1月

発行者 中小企業金融公庫 調査部

〒100-0004

東京都千代田区大手町1-9-3

電話 (03) 3270-1269

(禁 無断転載)