

海外展開が進む中での 地域中小製造業の競争力に関する調査

製造装置・工作機械産業の国際競争力と空洞化耐力の検討から -

調査報告書 簡易版

平成 15 年 3 月

財団法人 広域関東圏産業活性化センター (GIAC)



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

< 目 次 >

I . 調査背景と目的	1
1 . 調査の背景.....	1
2 . 調査の目的.....	1
3 . 調査対象企業群の選定	2
(1) 製造装置産業.....	2
(2) 工作機械産業.....	3
4 . 調査の視点.....	4
II . 業界概況	5
1 . 製造装置産業.....	5
(1) 半導体・液晶製造装置とは.....	5
(2) 業界動向	8
(3) 集積状況	12
2 . 工作機械産業.....	13
(1) 工作機械とは.....	13
(2) 業界動向	14
(3) 集積状況	18
III . 業界最新動向（ヒアリング調査）	20
1 . 製造装置産業.....	20
(1) 業界動向	20
(2) 業界構造	20
(3) 国際競争力.....	20
(4) 海外展開状況.....	21
(5) 産業集積地との関係.....	21
(6) その他：人材・知的財産、産業としての課題や方向性.....	21
2 . 工作機械産業.....	22
(1) 業界動向	22
(2) 業界構造	22
(3) 国際競争力.....	23
(4) 海外展開状況.....	23
(5) 産業集積地との関係.....	24
(6) その他：新規事業領域の開拓、技能継承.....	24

IV . 広域関東圏の企業動向（アンケート調査）	25
1 . 調査概要	25
2 . 調査結果のポイント	26
V . 広域関東圏内の企業ケーススタディ	27
1 . 製造装置産業	27
(1) 企業経営の現状と課題	27
(2) 産業集積の現状と課題	31
2 . 工作機械産業	32
(1) 企業経営の現状と課題	32
(2) 産業集積の現状と課題	38
VI . 広域関東圏の展開方向・方策～製造装置・工作機械産業の検討から～	39
1 . 製造装置・工作機械産業の国際競争力の現況と課題	40
(1) 製造装置産業	40
(2) 工作機械産業	41
2 . 製造装置・工作機械産業の国際競争力の維持強化の方向性と方策	42
(1) 製造装置産業	42
(2) 工作機械産業	48
3 . 製造装置・工作機械産業の空洞化耐力の現況と課題	53
(1) 製造装置産業	53
(2) 工作機械産業	55
4 . 製造装置・工作機械産業の空洞化耐力の維持強化の方向性・方策	59
(1) 製造装置産業	59
(2) 工作機械産業	65
5 . 総括表	67

1. 調査背景と目的

1. 調査の背景

我が国の製造業は、大きな転換期に直面している。アジア、とりわけ中国の急速な工業化により大手メーカーのみならず、中堅・中小企業の海外移転が加速しており、国内市場にも安い輸入製品や部品の流入が進み、中小製造業の経営を圧迫している。大手メーカーの海外移転や安い輸入品の流入による影響で廃業が相次ぎ、深刻な産業空洞化に直面している地域もある。

その一方で、こうした状況の中でも、国内に製造拠点を残している優秀な企業が多数存在しており、高い技術力をコア・コンピタンスとする企業と、それを支える企業群が存在する産業集積地は相対的に空洞化しにくいと考えられる。

2. 調査の目的

以上の調査背景をふまえ、本調査では、製造業の海外展開が進む中で、日本のものづくりの優位性や強みが何であるか、また、それを支えているのはどのような企業群であるかを分析し、その技術蓄積や産業構造・分業体制の特徴・強みなどを明らかにすることで、これら産業群の「国際競争力」と「空洞化耐力」の維持強化の方向性と支援方策を検討し、広域関東圏の活性化に資することを目的としている。

なお、本調査において、「国際競争力」とは、企業・産業の競争力を指し、「企業・産業が国際市場における相対的な競争上の強み・能力」とする。また、「空洞化耐力」とは、「国際競争力を有する企業・産業が立地している国・地域と相乗的に発展する循環を生み出し、競争力を一層強化する能力・環境条件」とする。

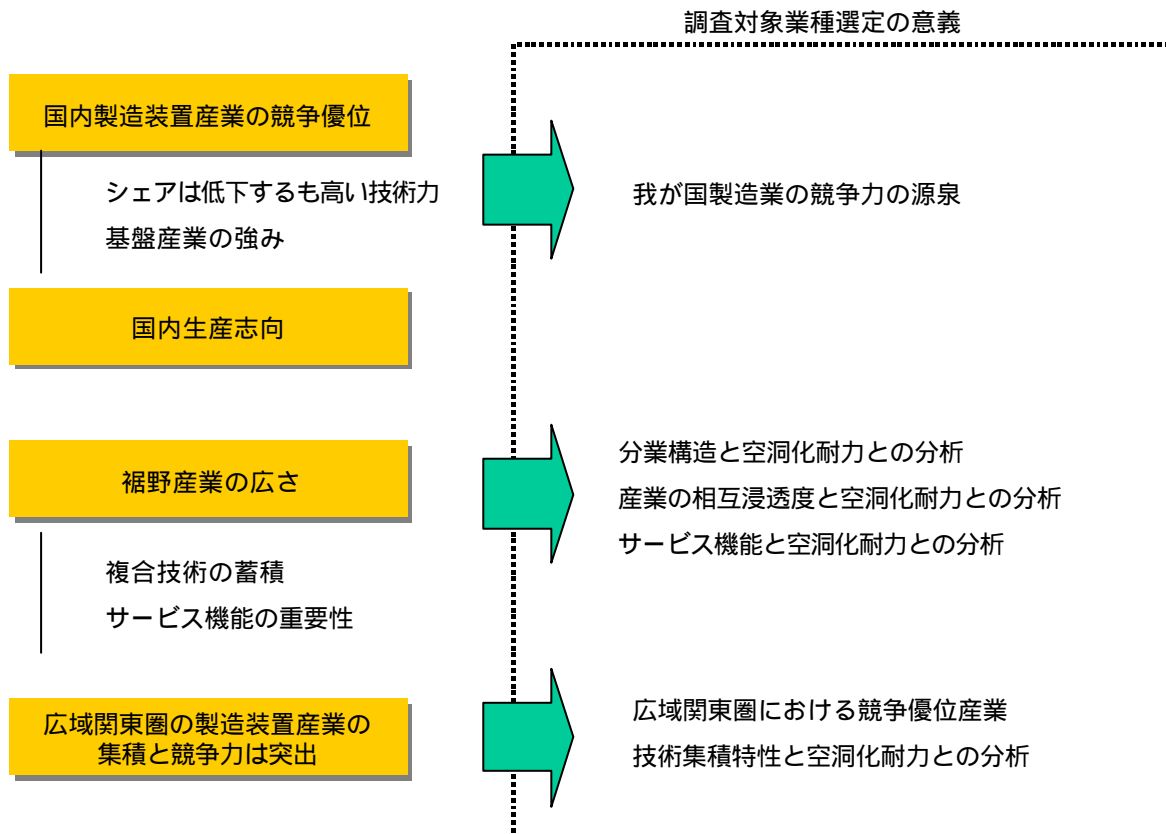
3. 調査対象企業群の選定

広域関東圏には、ものづくり産業の厚みがある。本調査では、この中から調査対象企業群として、広域関東圏内の産業集積地に存在する 半導体・フラットパネルディスプレイ（FPD）製造装置・部材産業（以下：製造装置産業）¹、 工作機械・機器産業（以下、工作機械産業）を選定している。

(1) 製造装置産業

製造装置産業の選定理由は以下の通りである。

図表 1-1 製造装置産業を調査対象群として抽出した理由

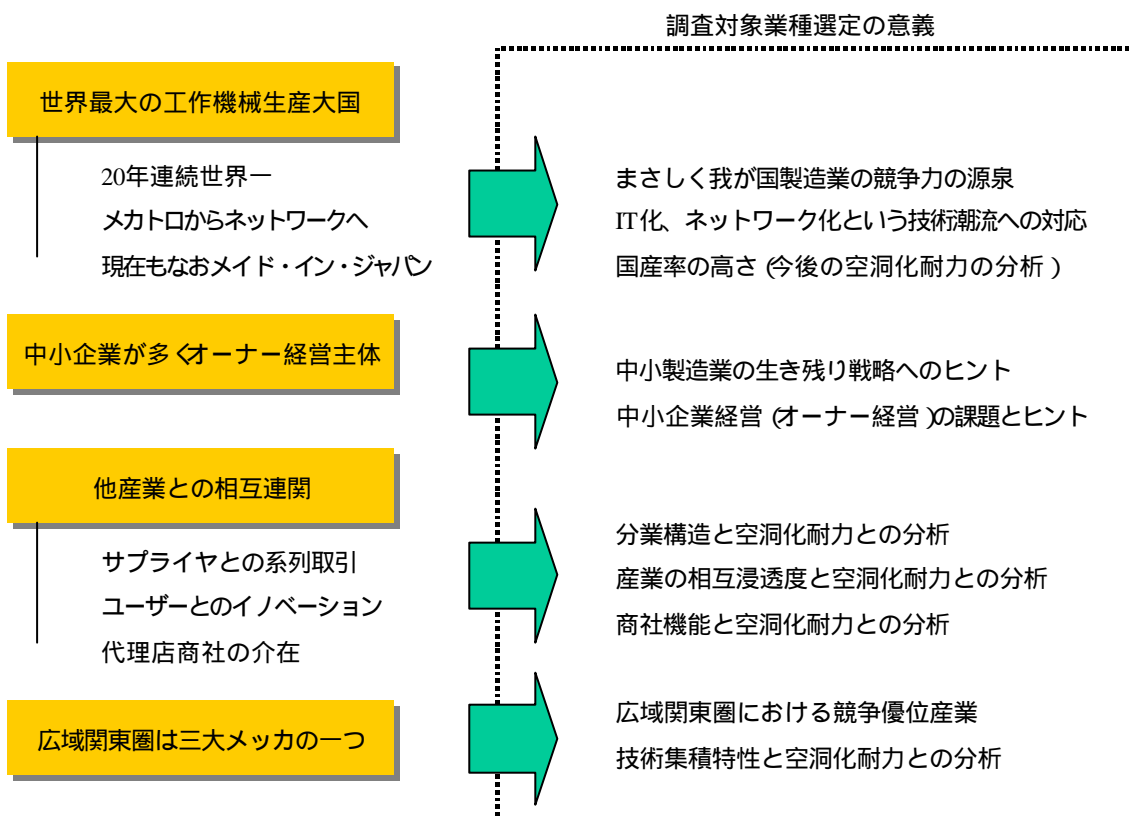


¹ 製造装置産業については、有機 EL、PDP 製造装置などの FPD 製造装置も調査対象として想定可能であるが、市場が黎明期にあり、参入プレイヤーも少ないので、調査対象として、半導体・液晶製造装置に絞っている。半導体・液晶製造装置は、製造工程や関連企業群に類似性があるため、分析カテゴリとして適当と判断した。ただし、定量的な指標やデータ等は半導体製造装置産業のみを対象としている場合が多いので半導体製造装置を中心に業界の分析を行っている。

(2) 工作機械産業

工作機械産業の選定理由は以下の通りである。²

図表 1-2 工作機械産業を調査対象群として抽出した理由



² なお、本調査で用いる「工作機械産業」の定義は日本工業規格 (JIS) に準ずるものを指し、基本的には社団法人日本工作機械工業会 (JMTBA) へ加盟している企業群を対象としている。

4. 調査の視点

ここでは、本調査のポイントとなる2つの視点について説明している。

(1) 視点1：「国際競争力」「空洞化耐力」に焦点

本調査では、「国際競争力」と「空洞化耐力」の2つに焦点をあてている。本調査において、国際競争力は、企業・産業の競争力を指し、“企業・産業が国際市場における相対的な競争上の強み・能力”、空洞化耐力は“国際競争力を有する企業・産業が立地している国・地域と相乗的に発展する循環を生み出し、競争力を一層強化する能力・環境条件”としている。空洞化耐力は、企業・産業として国際競争力を維持強化しつつ、国内の高コスト構造に耐えうる高付加価値事業を手がけ、国内で事業展開しながら（空洞化せずに）同産業が立地する国や地域とともに発展する能力といえる。

製造装置・工作機械産業は、競争優位とされているが、今後も我が国が生産財の世界供給基地としての地位確保するために、「国際競争力」と「空洞化耐力」に焦点をあて、その維持強化の可能性を探る。

(2) 視点2：「技術」「ビジネスモデル」「人材」に焦点

我が国の製造業が大競争時代を勝ち残り、視点1に示した国際競争力と空洞化耐力の維持強化を図るには、技術開発が必要不可欠である。しかし、近年は、これら先端技術開発に加え、サービス・商社機能の強化など儲ける仕組みとしてのビジネスモデル、さらにはこれらを支える人材開発等にかかる戦略が必要となっている。

そこで本調査では、製造装置・工作機械産業の国際競争力と空洞化耐力の維持強化に向け、「技術」「ビジネスモデル」「人材」開発に焦点をあて、それらの融合に勝機があるとの観点から分析を進める。

II . 業界概況

本章では、製造装置・工作機械産業の業界概況のポイントについてまとめている。

1 . 製造装置産業

(1) 半導体・液晶製造装置とは

半導体・液晶の製造工程は、複雑かつ高度であり、様々な専用装置が用いられている。

半導体・液晶製造工程は、ウエーハやパネルを処理する「前工程」と組立・検査等を行う「後工程」に分かれている。半導体・液晶製造前工程は、主として、リソグラフィ、エッチング、不純物注入、成膜・薄膜形成などウエーハやパネルを処理する一連の工程からなる。これに応じて、露光・描画装置、エッチング装置、ドーピング装置、薄膜形成装置などの専用装置がある。

これに対し、半導体製造後工程は、回路形成後のウエーハを加工、組立、検査して製品として出荷するまでの一連の工程である。まず、組立装置として、ウエーハからチップを切り出すダイシング装置、チップとリードフレームを接合するボンディング装置、樹脂等でチップをパッケージするパッケージング装置等があり、検査用装置として、最終的な電気特性の検査をするテスト装置がある。

また、液晶製造後工程は、パネルを貼合わせ、分断後に液晶材料を封入し、偏光板や駆動用のドライバLSI、バックライトなどの関連部材を実装するといった一連の工程である。配向膜塗布装置、配向膜に溝を刻むラビング装置、パネルを分断するスクライバ・ブレーカ、パネルの貼合わせ装置、ドライバIC実装装置等の専用装置がある。

以下では、関連装置とその主要メーカーについてまとめている。

図表 II-1 半導体製造装置概要と主要メーカー

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
ラッピング・ポリッシング装置	スライスしたウエーハの表面を研磨する装置。ラッピングが粗研磨、ポリッシングが中～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
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 Systems
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 Systems、日立国際電気
酸化・拡散装置(熱処理装置)	ウエー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、日立国際電気、SVG
コート・デベロッパ	コートは、ウエー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に水溶性にする装置。	東京エレクトロン、大日本スクリーン製造
ステッパ	マスクとウエーハを合わせ、露光してウエーハに回路パターンを焼き付ける装置。ステップ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、キヤノン
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エーハを全面露光する。ステッパより広い領域の露光が可能であり、ウエーハの大口径化等に対応可能。	ニコン、ASML、キヤノン
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)	ウエーハにイオン化したリンなどの元素を打込み、ウエー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。ウエーハを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、ウエーハ表面を平坦化する装置。	Applied Materials、荏原製作所
プローバ	ウエーハ上に形成された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トによる試験を可能とし、テスト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	円盤状のウエーハを、チップに切断する装置。	ディスコ、東京精密、Kulicke&Soffa
ダイボンディング装置(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
ワイヤボンディング装置(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
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
テスト	チップの信頼性を検査する装置。ロジックテスト、メモリテスト等。	アドバンテスト、Teradyne、Agilent、Credence

(資料) 社団法人日本半導体製造装置協会(SEAJ)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

(出典) 中小企業金融公庫「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」2001.1を一部修正

図表 II-2 液晶製造装置概要と主要メーカー

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、キヤノン
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に水溶性にする装置。	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 Materials100%子会社)、BPS、日本真空技術、日立国際電気、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
シール印刷装置 / 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。	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
貼合せ装置	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
スクライバ・ブレーカ	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、ブレーカで切断。	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、アコム工業、協真エンジニアリング
偏光板貼付け装置	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、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、プローバ、環境試験装置等検査装置。	石川島播磨 Photon Dynamics、日本マイクロニクス、アドモサイエンス、タカノ、クボテック、東京カソード研究所

- (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。
(資料) 日本半導体製造装置協会 (SEAJ) 「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
(出典) 中小企業金融公庫「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」2001.1 を一部修正

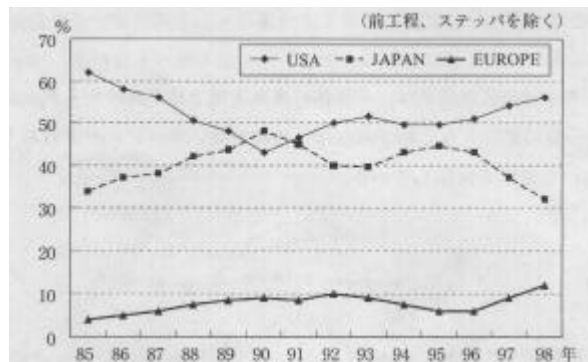
(2) 業界動向

国際的位置づけ

日本企業の半導体製造装置販売高は、米国に次ぐ世界第2位のポジションにあり、日米メーカーのシェアが突出している。液晶製造装置産業についても、半導体製造装置同様、ものづくり基盤や裾野産業の厚みを武器に、日本メーカーの独壇場となっている。短期的には不透明感が漂っているが、中長期的かつワールドワイドの視野からみると、高性能の日本製製造装置に対するニーズは高い。

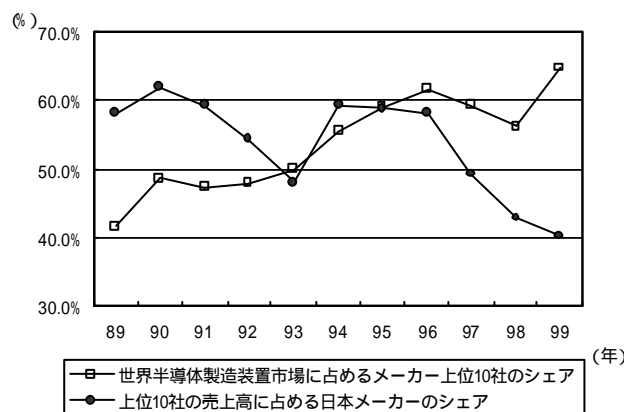
しかし、1990年代、国内半導体製造装置メーカーは、米国のアプライドマテリアルズの独走とその他米国メーカーの復調、オランダのASMLの猛追等によって競争力が低下している。80年代、興隆を極めた我が国の半導体産業とともに世界市場を席卷した半導体製造装置メーカーは、苦戦を強いられている(図表 II-4)。

図表 II-3 半導体製造装置メーカーの地域(国際)別シェア推移



(資料) 日本政策投資銀行「わが国半導体製造装置産業のさらなる発展に向けた課題」2001

図表 II-4 国内半導体製造装置メーカーのポジション



(資料) 日興ソロモン・スミス・パーニー、VLSI、SEMI資料より作成

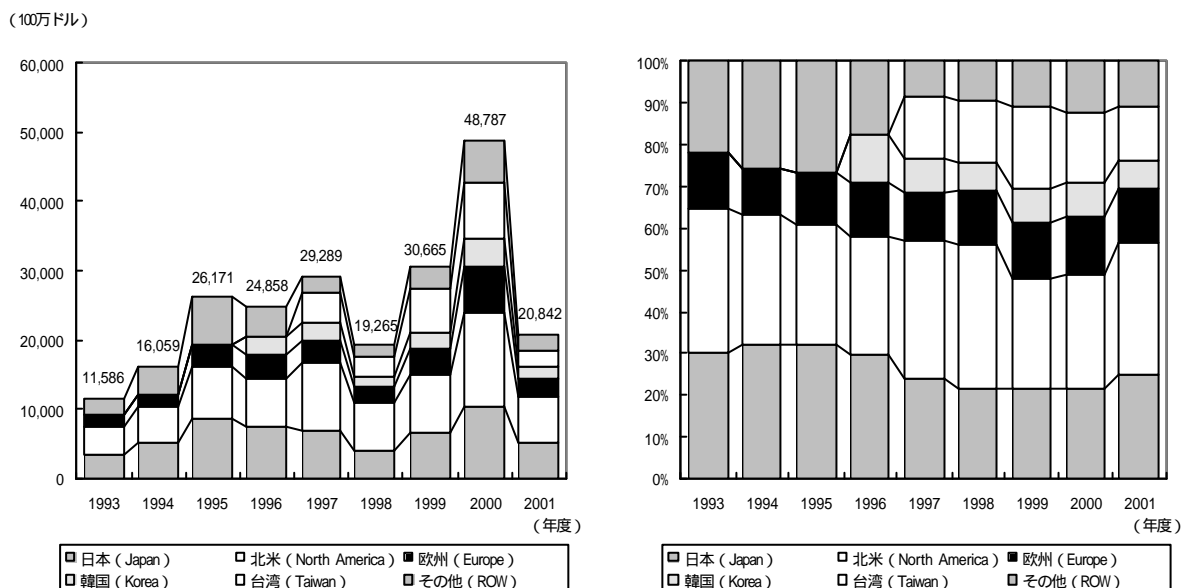
(出典) 日本政策投資銀行「わが国半導体製造装置産業のさらなる発展に向けた課題 - 内外装置メーカーの競争力比較から - 」2001.3

半導体製造装置市場は、2000年まで増加基調にあったが、全体としてみると、半導体産業の市場変動の影響を受け、不安定な動きを示している。2000年度の市場の急拡大から一転し、2001年度は前年比マイナス50%と大幅な縮小となっている。

地域別販売高比率についてみると、日米市場が50%超となり、欧米日韓台市場で約90%を占めている。また、中国での半導体・FPD工場の設立ラッシュによって、今後、中国市場のシェアが拡大するとみられる。また、半導体製造装置の日本製装置の販売高、日本市場販売高³についても、2000年までの市場の急拡大から一転して、2001年度には大幅な市場縮小となっている。しかし、ヒアリング調査では、2002年に入り、日本製装置の販売高は持ち直していることが指摘されている。

これに対し、液晶製造装置市場の地域別販売高比率は、アジア・日本市場で二分されている。欧米市場はほとんどなく、今後、中国を中心とするアジア市場の拡大が見込まれる。

図表 II-5 半導体製造装置の地域別市場推移



(資料) SEAJ、SEMI、SEMIジャパン発表資料

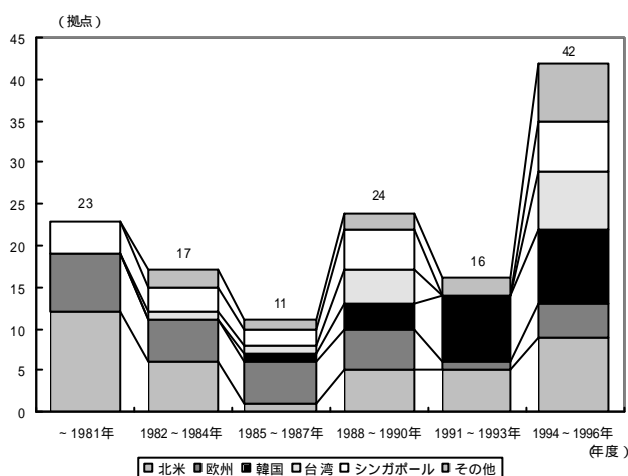
(出典) 社団法人日本半導体製造装置協会 (SEAJ) 「半導体・液晶パネル製造装置販売統計」2001年版

³ 日本製装置市場と日本市場の定義は以下の通り。日本製装置販売高 (日本製装置 = 国内向日系企業製装置 + 海外向日系企業製装置)、日本市場販売高 (日本市場 = 国内向日系企業製装置 + 国内向外資系企業製装置)、日本製装置受注高 (日本製装置 = 国内向日系企業製装置 + 海外向日系企業製装置)、日本市場受注高 (日本市場 = 国内向日系企業製装置 + 国内向外資系企業製装置)。

海外生産動向

海外拠点についてみると、1981年までは欧米が中心であったが、1990年代以降、韓国、台湾が急増している。拠点総数では北米が最も多く、日本の半導体製造装置メーカーが北米市場を重視していることがわかる。半導体製造装置産業の海外生産シフトは進んでおらず、海外拠点の位置づけは、販売、サービス・メンテナンス拠点が主となっている。半導体製造装置産業では、部材調達など自国内生産の効率性が高いためと考えられる。

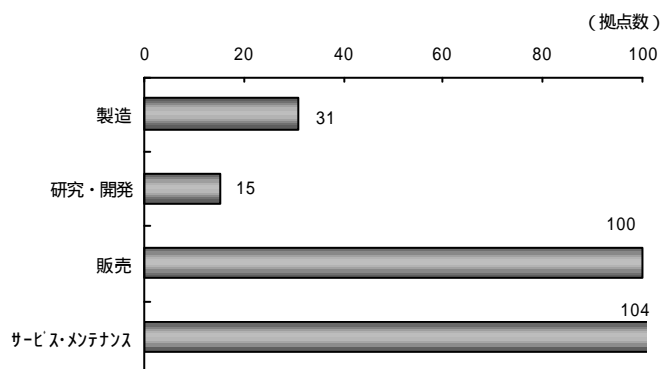
図表 II-6 設立年次別海外拠点の推移



(資料) 社団法人日本半導体製造装置協会 (SEAJ) アンケート調査

(注) 当アンケート調査は1996年にSEAJが実施。SEAJとしてその後同内容の継続調査を実施していない。海外展開の最新動向については、ヒアリング調査等で確認し、大きな構造変化はないと判断したためこの調査結果を活用している。

図表 II-7 機能別にみた海外拠点



(資料) 社団法人日本半導体製造装置協会 (SEAJ) アンケート調査

図表 II-8 半導体製造装置メーカーの地域別生産拠点数

	生産拠点				自国外計	
	日	米	欧	アジア ほか		
日本 メーカー	アドバンテスト	6	1	0	2	3
	アネルバ	1	0	0	0	0
	アピックヤマダ	1	0	0	0	0
	安藤電気	2	0	0	0	0
	エス・イー・エス	3	0	0	0	0
	荏原製作所	1	0	0	0	0
	カイジョー	2	0	0	0	0
	キヤノン	1	0	0	0	0
	日立国際電気	2	2	0	0	0
	芝浦メカトロニクス	2	0	0	0	2
	新川	1	0	0	0	0
	大日本スクリーン製造	4	0	0	0	0
	ディスコ	2	0	0	0	0
	東京エレクトロン	9	4	1	0	5
	東京精密	5	1	0	0	1
	TOWA	4	0	0	0	0
	ニコン	2	0	0	0	0
日立製作所	6	0	0	0	0	
日立エンジニアリング	1	0	0	0	0	
横河電機	1	0	0	0	0	
平均	2.8	0.4	0.1	0.1	0.6	
海外 メーカー	Agilent Technologies	1	2	1	0	2
	Applied Materials	0	2	1	0	1
	ASM Lithography	0	1	1	0	1
	Credece Systems	0	2	0	0	0
	Delta Design	0	1	0	0	0
	Electroglas	0	1	0	0	0
	Etec Systems	0	3	0	0	0
	FSI International	0	4	0	0	0
	Gasonics International	0	1	0	0	0
	KLA-Tencor	0	2	0	1	1
	Kulicke & Soffa Industries	0	1	0	2	2
	Lam Research	1	1	0	0	1
	LTX	0	1	0	0	0
	Mattson Technology	0	1	0	0	0
	Novellus Systems	0	2	0	0	0
	Schlumberger	0	2	1	0	0
	Silicon Valley Group	0	5	0	0	0
SpeedFam-IPEC	0	4	0	0	0	
Teradyne	1	5	0	0	1	
Varian Semiconductor Equipment Associates	0	2	0	1	1	
平均	0.2	2.2	0.2	0.2	0.5	

(注) 2001年に、日立製作所の計測器・半導体製造装置グループ、日製産業が事業統合し、日立ハイテクテクノロジーズに社名変更。

(資料) 電子ジャーナル「半導体製造装置データブック」2000

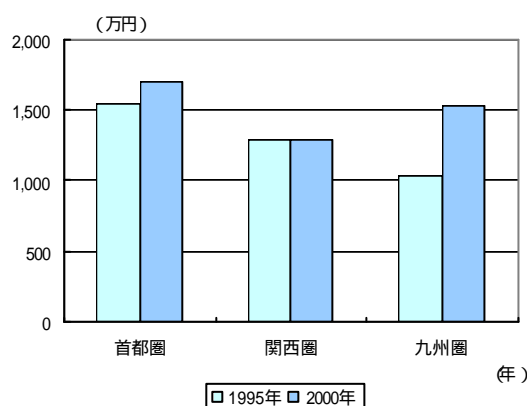
(出典) 日本政策投資銀行「我が国半導体製造装置産業のさらなる発展に向けた課題 - 内外装置メーカーの競争力比較から - 」2001.3

(3) 集積状況

国内における半導体製造装置産業の集積状況についてみると、関東地域には、東芝、NEC、日立製作所、ソニー、富士通など大手半導体・液晶デバイスメーカーの研究開発拠点が多数集積しており、大手から中堅中小まで製造装置産業の集積も進んでいる。特に山梨は、東京エレクトロンの研究開発拠点があり、超精密加工・真空技術の企業・技術蓄積が進んでいる。また、関西地域でも、三菱電機、松下電器産業、ローム、シャープなど大手メーカーが存在し、製造装置産業の集積が進んでいる。大日本スクリーン製造など大手も存在するが、サムコンインターナショナル研究所など中堅中小ベンチャーでも特徴のある製造装置企業が登場している。さらに、九州地域は、シリコンアイランドと称され、大手メーカーの生産拠点の集積が進んでおり、近年はシステム LSI の設計開発機能などの集積が加速化している。九州地域は、半導体後工程工場が集積しているため、福岡県や熊本県を中心に大手企業の協力会社として製造装置産業が急成長を遂げ、難削材加工技術など各社のコア技術を生かした独自の事業展開を図っている。

なお、首都圏、関西圏、九州圏の製造装置産業についてみると、首都圏では順調に事業所数、1人あたり付加価値額が増加しているのに対し、関西圏は、事業所数、1人あたり付加価値額が伸び悩んでおり、対照的な構造になっている。一方、九州圏については、事業所数が順調に増加し、1人あたり付加価値額も関西圏を抜き、首都圏に迫る勢いがあり、イノベーション等の加速によって高付加価値化が進んでいることがうかがえる。

図表 II-9 半導体製造装置製造業の従業者1人あたり付加価値額の推移比較



(注) ここでは、首都圏(茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)、関西圏(三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県)、九州圏(福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県)としている。各圏、7都府県を取り上げており、経済産業省の地域区分と異なっている。なお、各都府県の従業者数、製造品出荷額等、付加価値額に秘匿データがある場合は0とみなし集計。

(資料) 経済産業省「工業統計表」

2 . 工作機械産業

(1) 工作機械とは

工作機械の定義は日本と海外ではやや異なっている。日本の場合、工作機械は日本工業規格（JIS）により「主として金属の工作物を切削や研削などによって、または電気エネルギー等を利用して不要部を取り除き、所要の形状に作り上げる機械」と狭義に解釈されており、金属プレス機のような塑性加工を行う鍛圧機は含まれていない。しかし、欧米ではプレスや木工機械なども工作機械と広義に解釈されており、我が国の「工作機械」は「切削加工用工作機械」として認識されている。

本調査では、狭義の工作機械を工作機械産業の定義として位置づけるものの、調査対象としては必要に応じてプレスなどの鍛圧機も含めるものとする。なお、金属工作機械の加工方法は「切削加工」「研削加工」「特殊加工（放電加工等）」の3種類に大別される。

工作機械は、様々な用途向けに開発されているため機種数は約300余りにのぼるが、日本標準商品分類によると「旋盤」「ボール盤」「中ぐり盤」「フライス盤」「研削盤及び仕上げ機械」「歯切り盤及び歯車仕上げ機械」「マシニングセンタ等」「特殊加工機械」「その他」に大別される。

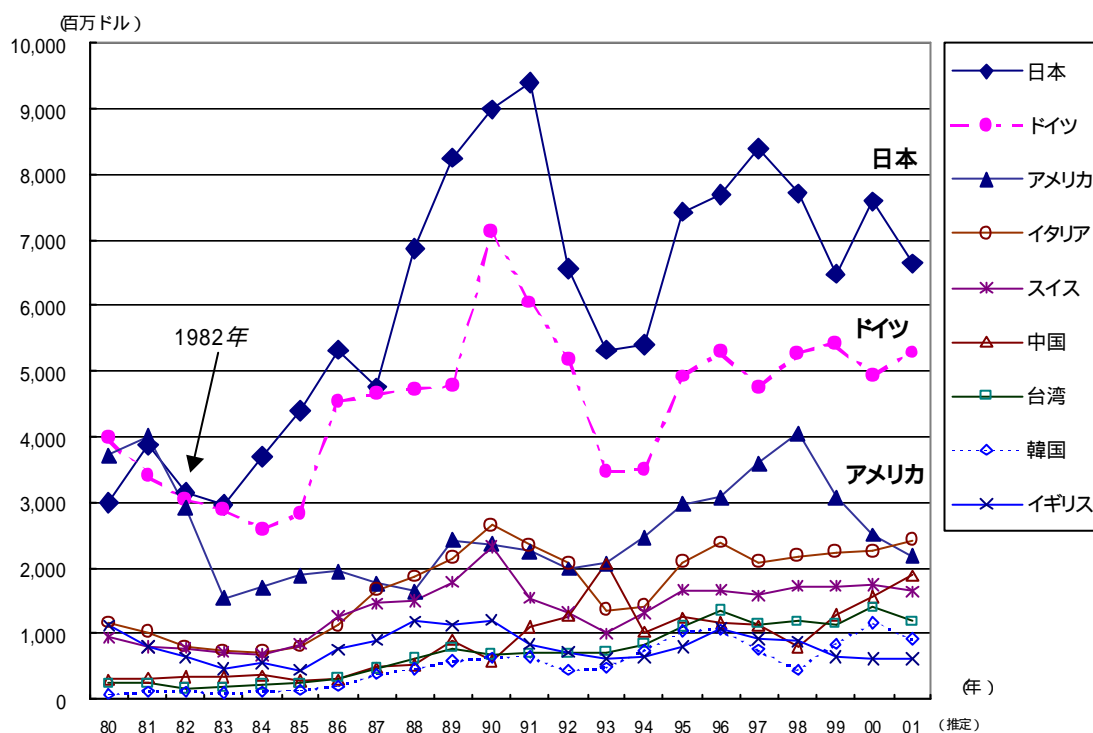
そのほか、「専用機」「汎用機」という区分けも頻繁に用いられる。「専用機」とは特殊用途向けに製造される専用工作機械のことで、代表的なものとして自動車のTL（トランスファー・ライン）やFTL（フレキシブル・トランスファー・ライン）に用いられるものがある。一方、「汎用機」の代表的なものとしてはターニングセンタやマシニングセンタがある。ターニングセンタとは複合化したNC工作機械のことであり、NC旋盤の機能の他に回転工具によるフライス削りや穴あけ等の加工機能を備えている。マシニングセンタとは、中ぐり、フライス削り、ねじ立て、穴あけ、リーマ通しなどの加工をワークの付け替えなしに行うことができるもので、工具の付け替えが自動的に行われる。また、主軸の方向などにより、立形マシニングセンタ、横形マシニングセンタに区別される。

(2) 業界動向

国際的位置づけ

日本は切削型工作機械において、1982年以降、20年連続の世界一の生産額を誇っており、世界最大の工作機械生産大国であることは間違いないが、近年、そのシェアを徐々に低下させている。米国専門誌「American Machinist」が公表した2001年の切削型工作機械の国別生産額の速報値によると、日本の生産額は66億3,590万ドルと世界第1位の座は維持したものの、世界シェアは対前年度比2.3ポイント低下の26.2%にとどまった。一方、世界第2位のドイツはシェアを2.2ポイント増加の20.8%に伸ばしている。さらに、イタリアもシェアを9.6%に拡大するなど、全般に欧州勢がシェアを拡大する結果となっている。

図表 II-10 主要国の切削型工作機械生産額の推移



(資料) American Machinist, Gardner Publications, Inc.

工作機械の主要生産国について、その得意分野や技術レベルの位置づけを示したものが図表 II-11である。

高い精度を必要としない一般部品向け、および一部自動車・家電・電子機器向けの「低価格機種」は韓国・台湾・中国のアジア勢が得意とする分野である。一方、その正反対で、高い精度を要求する軍事や宇宙・航空機向けはドイツやスイス、米国などの欧米が強い領域である。ドイツやスイスなどの欧州勢は歯車加工用工作機械などの分野では圧

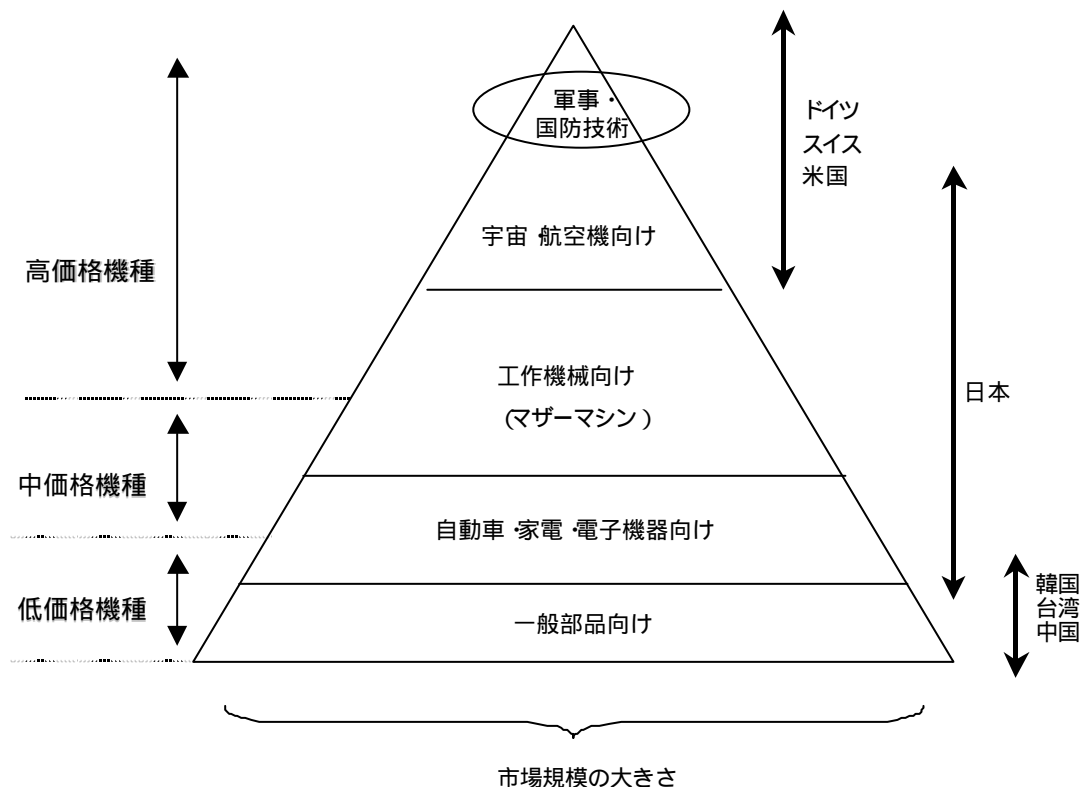
倒的な強さを有しており、やはり軍事需要に対応する領域ではドイツ、米国などが他の追随を許さない技術力を有している。米国の工作機械は産業としては衰退してしまっているが、国防にかかわる戦車や装甲車にかかわる製造技術などでは、現在も極めて高いレベルの技術を要している。これらの超ハイエンド向けの領域は、優れた技術を必要とするがマーケットが限られているため、民生分野に得意な日本勢との競合は少ない。

日本は、中価格機種～高価格機種を中心とする領域で競争力を有している。この領域は工作機械をはじめとする一般機械産業や自動車・家電・電子機器向けの民生用の産業領域であり、市場規模が最も大きい。民生用のボリュームゾーンを得意としてきたため、日本は生産額で世界トップの座を維持し続けてきたといえる。

ただし、近年は低価格機種で競争力を持つ韓国・台湾・中国の技術力が向上してきており、一方、東西冷戦後にドイツの工作機械メーカーが軍事向けの高精細工作機械の民生転換を図り、日本が得意とする領域に参入しつつある。日本がトップシェアを占めてきた中・高価格機種のマーケットにおいて、アジア勢、欧州勢双方から追い上げを受けている状況にある。

なお、その他の特徴として、日本は NC 工作機械やマシニングセンタに代表される汎用機の開発を得意としているのに対し、欧州勢は特殊目的用の専用機の開発において伝統的に競争力を有している。

図表 II-11 主要国工作機械の得意分野の位置づけ



(資料) 経済産業省「2002年版製造基盤白書」及び(社)日本工作機械工業会へのヒアリングに基づきUFJ総合研究所作成

海外生産動向

(社)日本工作機械工業会会員の海外生産概要を示したものが図表 II-12である。うち、網掛けした部分は、すでに撤退した海外拠点である。

図表 II-12 海外生産の概況(2001年6月時点)

国・地域	会員	所在地	生産開始	生産機種
アメリカ	ファナック	ヴァージニア	1987年1月	CNC、PLC
	不二越	ミシガン	1991年3月	ブローチ盤、歯車シェーピング盤、歯車研削盤
	日立精機	アラバマ	1979年10月	NC旋盤、マシニングセンタ
	牧野フライス	オハイオ	1982年3月	マシニングセンタ
	三菱電機	イリノイ	1983年1月	CNC
	三菱重工	ケンタッキー	1990年7月	NC旋盤、マシニングセンタ
	ミヤノ	イリノイ	1987年4月	NC旋盤
	村田機械	ノースカロライナ	1989年10月	NCタレットパンチプレス
	中村留精密	コロラド	1991年6月	NC旋盤
	岡本工作	イリノイ	1987年4月	平面研削盤
	オークマ	ノースカロライナ	1987年5月	NC旋盤、マシニングセンタ
	豊田工機	ミシガン	1987年7月	研削盤
	ツガミ	ペンシルバニア	1991年5月	研削盤
	ヤマザキマザック	ケンタッキー	1974年7月	NC旋盤、マシニングセンタ
イギリス	松浦機械		1996年6月	マシニングセンタ
	ヤマザキマザック		1985年8月	NC旋盤、マシニングセンタ
ドイツ	シチズン時計		1992年9月	NC旋盤
	日立精機		1993年4月	NC旋盤、マシニングセンタ
	牧野フライス		1980年4月	マシニングセンタ
	スター精密		1992年12月	NC旋盤
ルクセンブルク	ファナック		2000年10月	CNC
中国	ファナック	北京	1993年9月	CNC
	光洋機械		1994年5月	心なし研削盤
	三菱電機	大連	1999年7月	
	日平トヤマ	大連	1996年3月	専用機
	ソディック		1994年5月	CNCワイヤ放電加工機
	ソディック	蘇州	1995年11月	放電加工機
	ヤマザキマザック		2000年5月	NC旋盤、マシニングセンタ
インド	ファナック		1993年7月	CNC
韓国	大日金属		1969年9月	NC旋盤、普通旋盤
	ファナック		1978年5月	NCワイヤ放電加工機、NCボール盤、CNC
台湾	ファナック		1993年8月	CNC
	オークマ		1997年7月	NC旋盤
	滝沢鉄工		1971年9月	NC旋盤、普通旋盤
シンガポール	ファナック		1995年1月	マイクロPLC
	牧野フライス		1981年9月	マシニングセンタ、NCフライス盤、放電加工機
	岡本工作		1973年12月	平面研削盤
	ヤマザキマザック		1992年5月	NC旋盤
タイ	シチズン時計		2001年11月	NC旋盤
	岡本工作		1987年12月	平面研削盤
	ソディック		1990年4月	放電加工機
フィリピン	ミヤノ		1989年4月	NC旋盤
ブラジル	豊田工機		1975年5月	円筒研削機、普通旋盤、専用機

(資料)(社)日本工作機械工業会「日本の工作機械産業 2000～2002」および新聞記事等から作成

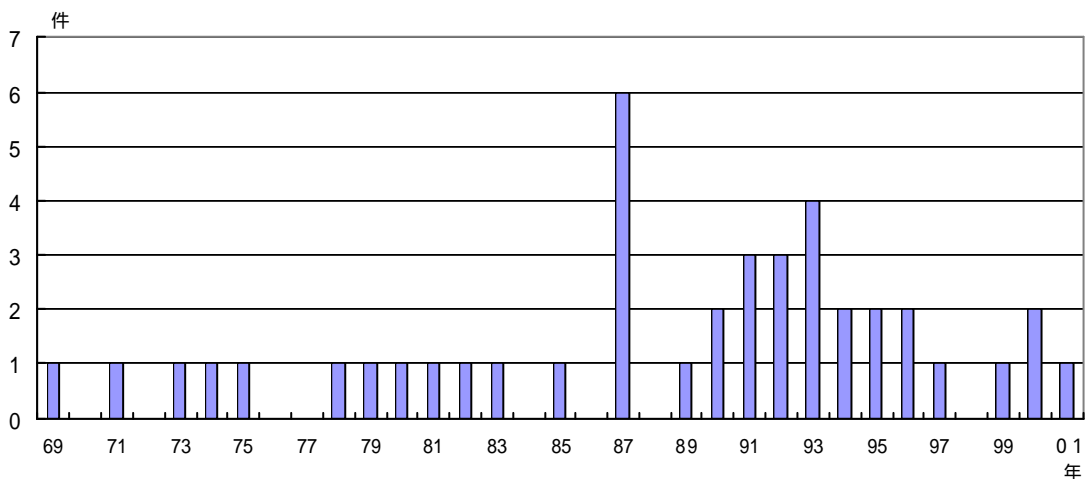
図表 II-12の海外生産拠点の生産開始時期をプロットすると、70年代から80年代にかけては毎年1件もしくは0件の進出ペースにとどまっていたが、87年には6件と急増している。その後は、90年前半に海外進出が活発化した様子がうかがえる（図表 II-13）。

87年の6件のうち、5件は米国への進出である。当時、日本の工作機械産業の国際競争力の高まりとともに、米国との間で貿易摩擦が顕在化した。米国は工作機械は国防にもかかわる戦略産業と位置づけており、日本からの工作機械の輸入増に反発と懸念を強めていた。その結果、87年1月より、当時レーガン政権の米国は対米輸出主要4カ国に対して輸出自主規制協定を締結した。これは実質的には日本の工作機械の締め出しを狙ったものである。この輸出自主規制の結果、米国向けの日本製のNC旋盤とマシニングセンタの輸出数量は規制を受けることとなり、93年に本協定が撤廃されるまでこの措置が継続された。

一方、この輸出自主規制協定を受け、日本の主立った工作機械メーカーは相次いで米国にロックダウンの生産拠点を構えることとなり、これが87年に米国進出が集中している理由である。このように、87年の対米進出は、たぶん政治的な影響によるものである。なお、当初、日本から部品を持ち込みロックダウン生産を行う予定であった日本企業は、その後、米国政府から部品の現地調達率の引き上げを要請されることになる。

米国は我が国にとって工作機械の最大の輸出先であり、世界的にみても最も巨大な消費市場であるが、生産拠点としての米国の評判は必ずしも芳しいものではなく、その後、規制が撤廃されたことも影響し、90年初頭までに米国へ進出した企業のうち、5社がすでに撤退している。また、規制が撤廃された93年以降に米国へ進出しているところは1社も存在しない。

図表 II-13 海外生産拠点の生産開始年



(資料) (社) 日本工作機械工業会「日本の工作機械産業 2000～2002」

(3) 集積状況

工作機械メーカーの立地は、本州の太平洋ベルト工業地帯といわれた工業地域、および甲信越や北陸などの地域に集中している。中でも、中部は工作機械のメッカと呼ばれており、ヤマザキマザック、オークマ、豊田工機などの大手メーカーが立地している。

工作機械は、もともとユーザー企業である自動車や精密などの機械産業が内製でつくりはじめ、その後、精機事業部として独立、分社化していったケースが多い。豊田工機は豊田自動車工業（現トヨタ自動車）から発祥している。また、ブラザー工業やシチズン時計のように、現在もユーザー企業が事業部として抱えて外販しているケースもあるが、いずれにしてもユーザー企業に端を発していたり、ユーザー企業の存在とともに成長してきたメーカーが大半である。

参考までに、工業統計表を用いて「金属工作機械業」の集積状況を首都圏、中部圏、関西圏で比較分析をすると、事業所数では3地域に大きな違いは認められないが、従業者数でみると中部圏が圧倒的に多くなっている。したがって、従業者当たりでみる労働生産性、付加価値生産性は首都圏、関西圏が中部圏を上回っている。

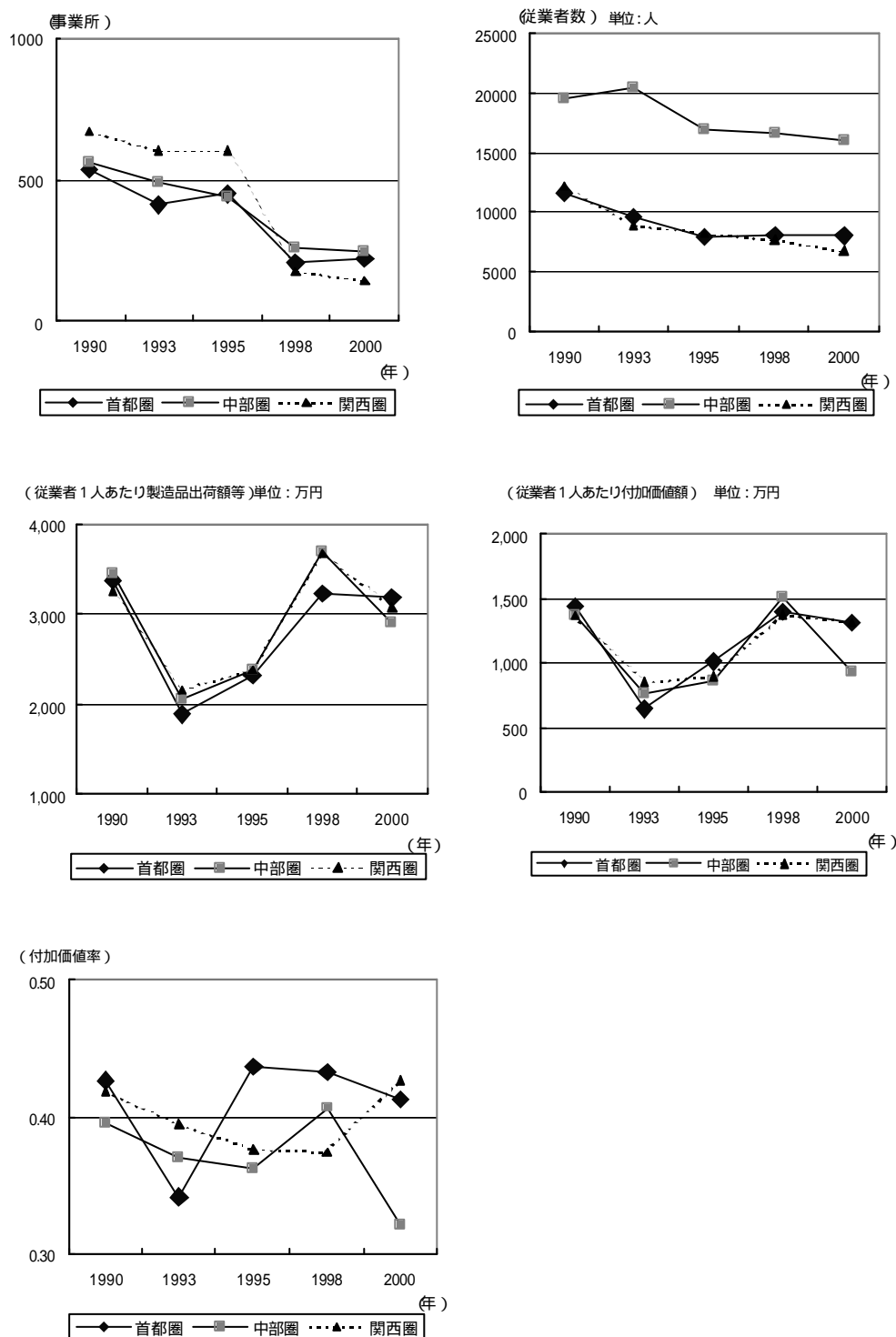
付加価値率でみると、直近の2000年は関西圏が首都圏をわずかに上回っているが、95年から90年代後半は3地域の中では首都圏の付加価値率が最も高い水準で推移していることがわかる。

図表 II-14 全国に立地する主な日工会会員企業

< 社団法人 日本工作機械工業会会員工場分布図(90社-2002年7月現在) >	
岩手	: (株)ミヤノ
福島	: (株)ミヤノ
茨城	: ファナック(株)
栃木	: 浜井産業(株)
群馬	: (株)キリウテクノ、共和産業(株)、(株)岡本工作機械製作所
埼玉	: シチズン(時計)株、ホンダエンジニアリング(株)、(株)市川製作所、三井精機工業(株)、野村精機(株)、(株)大宮マシナリー、安川シーメンスエヌシー(株)
千葉	: 日立精機(株)
東京	: 日本電素工業(株)、野村精機(株)、(株)セスクワ、(株)東京精機工作所
神奈川	: 日立ピアメカニクス(株)、(株)野野野フライス製作所、(株)岡本工作機械製作所、(株)ソフィックス
山梨	: ファナック(株)、(株)牧野フライス製作所
静岡	: エンシュウ(株)、日本精機(株)、(株)日進機械製作所、緑々産業(株)、(株)坂井製作所、(株)静岡鉄工所、スター精密(株)、東芝機械(株)
新潟	: 倉敷機械(株)、新潟鉄工工作機械(株)、(株)オーエム製作所、理研製鋼(株)、(株)三條機械製作所、(株)太陽工機、(株)ツガミ
長野	: (株)エグロ、黒田精工(株)、(株)ミヤノ、東洋精機工業(株)、(株)ツガミ
富山	: (株)不二越、キタムラ機械(株)、(株)日平トヤマ、津根精機(株)
石川	: コマツ工機(株)、中村留精密工業(株)、(株)ソディック、高松機械工業(株)
福井	: (株)松浦機械製作所、(株)ソディック
岐阜	: 大日金属工業(株)、村田機械(株)、(株)大垣鉄工所、オークマ(株)、(株)和井田製作所、ヤマザキマザック(株)
愛知	: ブラザー工業(株)、富士機械製造(株)、豊和工業(株)、(株)コンドウ、三菱電機(株)、村田機械(株)、大限豊和機械(株)、オークマ(株)、(株)オプトン、(株)テクノワシノ、豊田工機(株)、豊興工業(株)、(株)ワシノエンジニアリング、ヤマザキマザック(株)、豊精密工業(株)
三重	: (株)紀和鉄工所、(株)深精機製作所、ヤマザキマザック(株)
滋賀	: (株)神崎高級工機製作所、三菱重工業(株)
京都	: (株)カシフジ
大阪	: ハクスイテック(株)、本間金属工業(株)、(株)ジェービーエム、光洋機械工業(株)、(株)野村製作所、新日本工機(株)
兵庫	: 本間金属工業(株)、(株)神崎高級工機製作所、大阪機工(株)
奈良	: 光洋機械工業(株)、(株)森精機製作所、(株)奈良情報システム
鳥取	: 大鳥機工(株)
岡山	: (株)滝沢鉄工所、安田工業(株)
広島	: ホーコス(株)、北川工業(株)、三菱重工業(株)、小川鉄工(株)、(株)シギヤ精機製作所、トーヨーエイトック(株)
高知	: ミクロ機械(株)、(株)山崎技研
福岡	: 西部電機(株)
佐賀	: (株)唐津鉄工所
鹿児島	: ファナック(株)

(資料)(社)日本工作機械工業会「日本の工作機械産業 2002」

図表 II-15 金属工作機械業における首都圏・中部圏・関西圏の集積特性



(注) (注) ここでは、首都圏（茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県）、中部圏（福井県、富山県、石川県、岐阜県、愛知県）、関西圏（大阪府、京都府、兵庫県、三重県、和歌山県、奈良県、滋賀県）としており、経済産業省の地域区分とは異なっている。なお、各都府県の従業員数、製造品出荷額等、付加価値額に秘匿データがある場合は0とみなし集計。
 (資料) 経済産業省「工業統計表」

III. 業界最新動向（ヒアリング調査）

本章では、業界団体や有識者へのヒアリング調査をもとに、業界の最新動向のポイントについてまとめている。

1. 製造装置産業

(1) 業界動向

【ポイント】

半導体製造装置の短期的市況は回復基調、中長期的に市場は拡大。
半導体製造装置については、国内装置市場は低迷しているが、日本製装置市場は海外向けを中心に拡大。台湾向けが牽引役に。
コスト削減圧力と設計思想の変革によって、“モジュール化”への対応は不可避。
中小企業などは半導体・FPD 後工程装置を中心に対応可能。

(2) 業界構造

【ポイント】

デバイスメーカーと装置メーカーの分業構造の進展によって製造技術・ノウハウは装置メーカーに。
装置メーカーは商社機能を内包。技術の高度さゆえ生産・商社機能は融合。
メンテナンスなどサービス事業も展開されているが、相当の技術・ノウハウが必要。
商慣行等の是正が必要。外資系企業との取引によって改善傾向に。

(3) 国際競争力

【ポイント】

日本の装置産業は、複合技術、装置の小型化への対応に加え、装置部材などマテリアル分野に強みがあり、競争優位。しかし、近年、競争力は低下傾向に。
日本の製造装置は、エマージングリソグラフィを含むリソグラフィ分野に強み。
関連中小企業も多数存在。
アジア装置産業の日本へのキャッチアップは当面困難。ただし、中国は非連続的な発展の可能性も。

(4) 海外展開状況

【ポイント】

生産拠点は国内維持。海外展開は、サービス・販売拠点が主。
最先端プロセスに対応した前工程装置メーカーの開発部隊はユーザーとの近接性、コラボレーションを重視して立地展開。

(5) 産業集積地との関係

【ポイント】

装置産業は、地域の技術蓄積に大きな影響を受ける。山梨地域には、オンリーワン技術を持つ企業が集積。九州地域はステンレス加工などの技術蓄積が強みに。
製造装置産業は、自動車産業など他産業からの参入も目立つが、専門メーカーでなければ生き残りは難しい。TAMA 地域は幅広い関連需要産業が装置産業を下支え。
ハイテク IT 産業の変動と地域としての空洞化耐力を分けて考えるべき。
山梨など装置産業等の集積によって空洞化に強い地域と、空洞化が進んでいる地域が鮮明に。

(6) その他：人材・知的財産、産業としての課題や方向性

【ポイント】

装置産業では多種多様な人材が必要。デバイスメーカーのプロセスエンジニアが競争力の維持強化にとっては重要。現在は、ソフトウェア系人材開発が急務。
日本の半導体技術・ノウハウは、装置を通じて流出。日本の製造装置メーカーの知的財産戦略は米国等に比べて弱く、今後強化が必要。
装置産業では、不断のイノベーションが生き残りの条件に。
イノベーションの源となる産学連携の気運の高まり。
装置産業では、政府による環境整備、地域発の発展戦略によるてこ入れが必要。インセンティブや人材も立地規定要因。

2. 工作機械産業

(1) 業界動向

【ポイント】

受注はやや持ち直し基調にあるが、景気の回復は思ったよりも弱含み。
2001年9月のテロの影響から米国は景気後退気味、欧州アジアからの需要は堅調。
企業間格差が拡大 - 小型機や海外販路に強い勝ち組に明暗が分かれる
高速化・高精度化・環境対応への取り組みは活発。しかし、成熟産業であり革新的
技術開発は見込み薄。
オープン FA の考え方に基づく IT を活用したネットワーク化が進展。ソリューション
ビジネスの展開など、サービスでの高付加価値化を図る動きも。

(2) 業界構造

【ポイント】

自動車関連産業への依存度が高く、自動車の国内生産高と工作機械受注はほぼリンクする。
中小企業が多く、オーナー経営者が多い。各メーカーごとに独自仕様やノウハウを持ち、協力企業との系列関係が強く、古い体質を持つ業界。
工作機械業界は自ら悪しき慣習をつくり、流通価格の信頼性を損ね、価格の混乱・低下を招いた経緯がある。こうした利益なき受注競争を見直し、適正な利益確保へ転じる動きも。
販売は商社・代理店を通す割合が高いが、利益確保の一環として、メーカーによっては直販比率を高めるなどこれまでの商流を見直す気運も。
工作機械を構成するパーツはユニット化されており、ユニットで外部から調達してメーカーでは組み付けるだけというパターンも多くなっている。
このように、材料費や外注加工費などの変動費の割合が高く、それが各社の収益を圧迫している。短納期やコストダウン圧力が高まる中、変動費の抑制が業界の課題となっている。

(3) 国際競争力

【ポイント】

工作機械産業は国の産業競争力を測るバロメーターであり、日本は切削型工作機械の生産額で 20 年連続世界一の座を占める。近年は低級機を韓国・台湾・中国が、高級機はドイツなど欧州勢が力を伸ばしている。

中国との技術力格差は現時点で大きく、脅威とはならない。むしろ、ドイツをはじめとする欧州勢が日本の得意とする汎用機市場に参入しており、競合する。

工作機械は“どこで作るか”が問われるもの。Made in Japan が意味をもつ。

工作機械の基本設計は欧州が強く、日本が得意とする作り込みのノウハウは知的財産で保護できない。ロイヤルティービジネスは展開しにくい。

日本の強みを維持するには、熟練技能や技術の継承、そのための IT の活用に関力を入れるべき。

(4) 海外展開状況

【ポイント】

政治的な理由から 80 年代後半～90 年代前半にかけて米国、欧州への進出が増えたものの、その後、米国からは撤退もあり、現在は国内へ生産集約を図る動きも。海外では人材の確保や技術移転が難しく、国内で集中生産した方が得策との判断が主流。ただし、ヤマザキマザックのように早くから海外に生産展開している企業もある。

外需依存の高まり、工作機械の高度化・複雑化、ソリューションビジネスの展開といった背景から、大手を中心に海外にテクニカルセンターなどの拠点を設置・強化する動きが活発化。

(5) 産業集積地との関係

【ポイント】

機械産業があるところに工作機械産業が発祥、集積している。最大ユーザーである自動車メーカーからの産業上の要請はあっても、特段の立地規定要因があるわけではない。

日本の強みは工作機械メーカーとユーザーが相互にブラッシュアップしながら発展してきたこと。工作機械の技術はユーザーが作っている。東京都大田区や東大阪市のようなレベルの高い中小製造業の集積が工作機械の技術を磨いてきた。

世界最先端の技術力を持つユーザーの存在に加え、超鋼具、ボールねじ、ツーリング、アタッチメントといった工作機器産業、優れた素材を提供する素材産業の存在が日本の工作機械の競争力の源泉にもなっている。

ユーザーの意思決定部門が日本にある限り、電気・自動車といったユーザーの海外展開は深刻な問題とはならないが、海外のテクニカルセンターなどを通じたユーザーニーズの吸い上げは必須に。

(6) その他：新規事業領域の開拓、技能継承

【ポイント】

電気機械、自動車以外の新規事業領域を開拓していく必要性。

日本の強みである熟練技能・技術の継承に力を入れなくてはならない。

技術革新を促す新たな投資促進税制を求める。

最先端技術の海外展開に際し、特に中国向けは輸出規制が障害となっており、欧州勢に対するハンディとなっている。

IV．広域関東圏の企業動向（アンケート調査）

本章では、企業アンケート調査の概要とポイントについてまとめている。

1．調査概要

(1) 調査の目的

本アンケート調査は、広域関東圏内における「半導体・フラットパネルディスプレイ（FPD）製造・検査装置産業（以下、製造装置）」「工作機械・機器産業（以下、工作機械）」という生産財産業の技術蓄積と産業構造・分業体制の特徴を把握することを目的として実施している。

(2) 調査対象企業、発送・回収状況

アンケート調査票は、製造装置・工作機械産業 1,262 社に送付している。有効回答数は 121 社で、有効回答率は 9.7%となっている。

図表 IV-1 調査対象企業数

	半導体製造装置	製造装置関連企業 追加分	金属機械製造業	合計
	233	147	941	1,321
合計（重複削除後）				1,262

図表 IV-2 アンケート調査発送・回収状況

発送数	1,262			
宛先不明	13			
有効発送数	1,249			
	回収数	124	回収率	9.9%
	有効回答数	121	有効回答率	9.7%

2. 調査結果のポイント

		製造装置	工作機械
生産財事業の概況			
売上高		過去、今後とも増加、横ばい傾向	過去、今後とも減少、横ばい傾向
事業領域	現在	研究開発、組立、仕上・最終調整	完成品製造、加工、設計・デザイン
	今後強化	研究開発、設計デザイン、販売	完成品製造、研究開発、設計デザイン、販売
人材戦略		研究開発技術者を重視	熟練技能者を重視
モジュール化対応		積極的。コスト削減、短期間化メリットを評価、技術移転の容易さを懸念	やや消極的
生産財事業の技術蓄積			
コア技術	現在	「FAMメカトロ技術」「金属材料加工技術」「測定検査技術」	金属材料加工技術」「FAMメカトロ技術」「電気電子材料技術」
	今後強化	金属材料加工技術」「測定検査技術」	金属材料加工技術」
コア技術の国際競争力		現在、今後とも国内、アジア、中国に対して優位。米国、欧州に対しては同等。	現在、今後ともアジア、中国、米国、欧州に対して優位。国内は現在が同等で今後優位。
生産財事業の取引・調達関係			
取引関係	業種	精密、電気機械に特化	精密、一般、電気、輸送機械、金属製品など幅広い業種
	取引先・エリア	取引先企業は、広域関東圏内が多く、今後はアジアの取引先開拓志向	
調達関係	業種	電気、精密機械、金属製品を主として幅広い業種から調達（輸送機械除く）	
	調達先・エリア	調達先企業は、広域関東圏内が多く、今後も圏内志向	
	外注比率	高い	-
生産財事業の生産・分業体制			
出荷額		国内は横ばい、海外は増加傾向	
設備投資額		国内は横ばい減少、海外は増加傾向	
海外生産比率		過去、現在とも低かったが、今後増加傾向	
事業所機能		国内は、研究開発・生産拠点。アジア、欧米は販売サービス拠点。今後アジアで生産も。	国内は、生産・販売拠点。アジア、欧米は販売サービス拠点。今後、アジアは生産拠点へ
生産財事業における協業体制			
今後連携を強化したい事業領域		研究開発、販売、加工	研究開発、販売、設計デザイン 加工
研究開発の最重視パートナー		広域関東圏内の親企業等得意取引先が中心	
大学研究機関との産学連携		大学を中心に積極的	やや消極的
産業集積の評価			
メリット		部材調達、取引先確保の容易さなどを高く評価	
デメリット		優秀な人材確保、労働力の確保が困難など人材確保面で課題	

V . 広域関東圏内の企業ケーススタディ

本章では、ヒアリング調査をもとに、企業経営の現状と課題（技術開発、ビジネスモデル、人材）、産業集積の現状と課題について整理し、広域関東圏内の調査対象企業群のケーススタディを行っている。

1 . 製造装置産業

(1) 企業経営の現状と課題

技術開発動向

a) 技術トレンドへの対応

多品種少量技術への対応

半導体産業においては、DRAM に代表されるメモリなど大量生産品からシステム LSI などの多品種少量生産品に付加価値がシフトしている。MPU や DRAM やフラッシュメモリなどのメモリは、パソコンや携帯電話などに大量に使われるが、システム LSI は、ユーザーのニーズに応じて様々な応用製品向けにカスタマイズされ、多品種少量生産になる。

広域関東圏の半導体製造装置メーカーは、露光装置、洗浄装置、検査装置などで多品種少量生産に対応できる装置群の開発を急いでいる。例えば、露光装置では、光露光装置に加え、電子ビーム（EB）を用いた描画装置の開発を進めている。微細化が進展する中で、半導体露光工程で使われるマスクコストの負荷は年々大きくなっており、億単位の投資を要することもあるので、多品種少量生産に対応するため、マスクを用いない方式の EB 描画装置などが注目されているのである。ただし、光露光装置を EB 描画装置が代替するのではなく、生産品目によって棲み分けがされるものとみられる。また、洗浄装置では、ウエーハの洗浄を一括して行うバッチ式に加え、ウエーハを少量ずつ洗浄できる枚葉式の多品種少量生産対応の洗浄装置へのニーズが高まっている。これについても、バッチ式装置を枚葉式装置が代替するのではなく、生産品目で棲み分けがされるものとみられる。いずれにせよ、多品種少量生産、あるいは中品種中量生産への対応装置ニーズが高まっており、これに応じた技術開発が必要となっている。

モジュール化への対応⁴

製造装置産業において、モジュール化への対応は不可欠であり、国際競争力強化の必要条件となっている。

こうした中、広域関東圏の製造装置メーカーは、モジュール化への対応を進めている。例えば、検査装置では、システム LSI 化の流れの中で、メモリ、ロジック、無線などデバイスによって異なる検査端子に対応するためのモジュール化が加速している。

また、製造装置メーカーは、協力会社にもモジュール化への対応を求めるようになっている。近年、大手製造装置メーカーは、協力会社の絞り込みを始めているが、装置設計提案や自社で部材調達等を進めることに加え、モジュール化へ対応が選定条件の1つとされている。ヒアリング調査でも、中小企業がコア技術を武器にユニット化・モジュール化を進めていることが明らかになっている。なお、モジュール化によって組立工程が減少することで、大手装置メーカーにとってはコストダウンや短納期化など大きなメリットがあるが、協力会社においては、モジュール化に対応できる企業に仕事が集中するようになっている。

b) 知的財産戦略への対応

広域関東圏の製造装置産業の知的財産戦略についてみると、各社とも自社のコア技術を守ろうとする防衛的な意識が強いことがわかる。守りの知的財産戦略が主であり、ロイヤルティ収入へつなげるなど攻めに転じにくい。例えば、大手メーカーは、知的財産部門を設けるなど組織的な対応を強化しており、特許侵害があれば訴訟も辞さない姿勢で技術防衛をしている。

地域の中堅中小企業は、いずれも特許取得等に前向きであるが、コア技術のみ特許取得する企業、コア技術のみならず周辺特許まで押さえる企業、コア技術をあえて特許出願せずブラックボックス化するなど各社各様の防衛戦略をとっていることがわかる。中小企業にとっては、特許出願・取得のコストに加え、取得期間等の負荷が問題になっている。特に、国内の特許取得にかかる期間の長さが各社の悩みになっていた。

なお、共同技術開発等による特許等も問題になっている。大手企業や大学・研究機関に主導権を握られており、中小企業にとっては不利な状況にある。しかし、近年、大手企業の中には、協力会社との共同技術開発で排他的な契約を結ぶ動きもあり、知財に関する意識は徐々に高まっている。

⁴ 近年、「モジュール化」という概念が注目されている。モジュール化は、様々な意味やニュアンスで用いられているが、本調査においては、「共通のインターフェースの下、単機能部品を組み合わせ、セットメーカーが一定の機能を実現する手法」として捉えている。モジュール化については、自動車産業等で設計の効率化、コスト低減や品質の安定化といった有効性が認められており、半導体製造装置産業においても、装置の高度化・複雑化に伴う現場の問題解決能力の低下に加え、装置開発生産リードタイムの短縮が進む中で重視されるようになっている。

c) 技術開発連携への対応

広域関東圏の製造装置産業は、大手から中堅中小企業まで積極的に企業連携、産学官連携を進めている。製造装置産業において産学連携は、東北大学など他地域との連携も積極的に進めていることがわかる。また、共同研究開発まではいかないが、大学研究機関の設備の利用など何らかの接点はみられた。

ビジネスモデル動向

a) 多様な分業モデルの展開

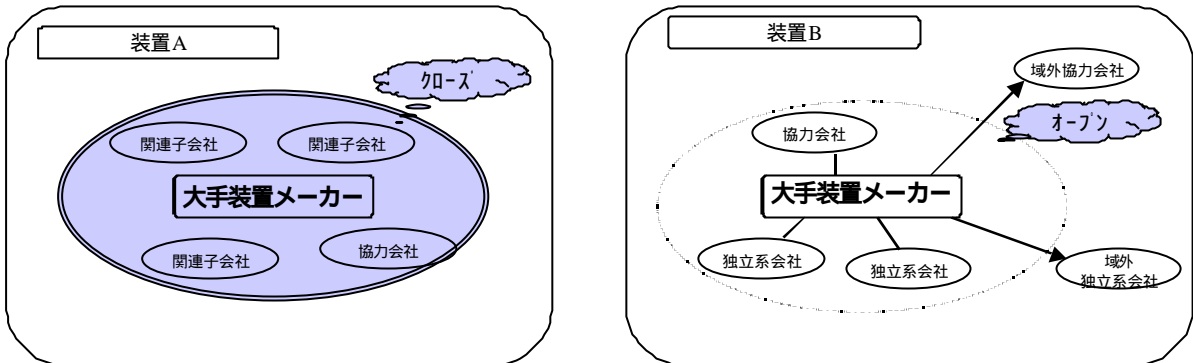
半導体業界では、デバイスメーカーと製造装置メーカーの分業が進展しており、製造技術やその他ノウハウは製造装置メーカーやその協力会社に徐々にシフトしている。半導体メーカーは、プロセスエンジニアの削減を進め、製造装置メーカーにプロセス開発まではいかないまでもかなりの部分を委ねており、自らのリソースを設計にシフトしている。

広域関東圏の大手製造装置メーカーについてみると、ある大手装置メーカーは、研究開発拠点を有しており、大手半導体デバイスメーカーの技術者を集めて、最先端装置の開発を進めている。周辺地域には、技術力が高く、柔軟な納期対応等ができる協力会社が育っており、広域的な企業ネットワークが構築されている。しかし、今後、大手装置メーカーは、特定企業に業務を集約して、部材単価を下げるため、部材調達先の絞り込みを図ろうとしている。コストと品質を追求するグローバル競争下では、こうしたオープン型の分業体制が競争力を高めると考えられる。

しかし、企業や技術によって分業体制は異なっている（図表 V-1）。例えば、大手装置メーカーは、関連子会社等を中心としたクローズ型の分業体制をとっている。装置の品質や信頼性を確保するために関連会社を用いることで最適化を図っているものと推察される。

こうした中で、半導体産業の変動に対応するため、中堅・中小企業も人材派遣や協力ネットワークづくりが不可欠になっており、各社とも積極的にアウトソーシングを利活用した分業体制を構築している。

図表 V-1 分業モデルの相違イメージ



(資料) ヒアリング調査より作成

b) 製造 + サービスの付加価値ビジネス展開

広域関東圏の製造装置産業は、保守メンテナンスビジネス、中古装置ビジネスなど付加価値ビジネスを積極的に展開している。

例えば、大手製造装置メーカーは、治工具ビジネス、保守メンテナンスのサービス事業を強化し、今後の収益源にしようとしている。また、中古装置ビジネスについては、専門メーカーが独自のビジネスモデルを武器に事業を拡大している。中古装置の2000年の世界市場は3,000億円、日本市場は300億円とみられている。地域別のビジネス規模についてみると、米国が過半、次いで台湾、日本となっており、近年は中国のシェアが大きくなっていると推察される。米国ではリースアップから始まり、300社ほどのサードパーティがビジネスを展開しており、既に定着したビジネスになっている。今後、日本も同様の形態になっていくと考えられる。さらに近年、東京エレクトロン、アルバックなど大手製造装置メーカーが中古装置ビジネスを展開する動きを活発化させており、専門仲介メーカーと大手製造装置メーカーの競争が続くものとみられる。

こうしたメンテナンスビジネス、中古装置ビジネス等のサービス事業は単独でなく、製造の一環としての展開が必要とされる。いずれも業界の高度かつ最先端の技術に精通することが求められるため、参入障壁は非常に高い。

なお、サービス事業は大手装置メーカーが主導権を握るため、協力会社の中小企業が自社事業としてサービスを強化することは難しい状況にある。

人材開発動向

広域関東圏の製造装置産業の人材開発についてみると、大手、中小問わず、新卒採用、中途採用で人材を確保し、オンザジョブトレーニング(OJT)によって育成を図ってい

ることがわかる。また、半導体産業の変動に対応するため、単純労働などは人材派遣の柔軟な形態で調整する企業もあり、大手企業のスピンアウト組や定年組の活用も進められている。また、中小企業の中には、積極的に大学や大手企業に人材派遣をしたり、異分野への挑戦するための人材を育てる例もみられる。

こうした中で、各社とも経験者・即戦力となる人材を求めているが、そのミスマッチの解消は難しい状況にある。即戦力の確保が難しいため、結局、新卒採用を中心に自前で育成していく企業も多い。特に装置用ソフトウェアの重要性が高まる中で、ソフトウェア技術者の育成確保に苦労していることがわかる。広域関東圏は、ソフトウェア技術者を量的に確保しやすい環境にあるが、最先端技術は米国に握られ、技術者が自らの技術をアップグレードするインセンティブが働きにくい仕組みになっている。

(2) 産業集積の現状と課題

企業・技術蓄積

広域関東圏には、露光、検査、真空、洗浄装置を手がける大手製造装置メーカーが立地している。特に、前工程製造装置産業の集積には厚みがあり、後工程関連装置が中心になる九州等とは明らかに異なる企業・技術蓄積がみられる。

地域的にみると、TAMA、山梨地域に、前工程装置産業の企業集積がある。特に TAMA 地域には、ウエット系からドライ系まで幅広い技術蓄積がみられる。日立製作所、昭和飛行機等の関連企業が成長しており、エレクトロニクス、プラスチック加工技術に厚みがある。特殊なデバイス・部材等の調達が可能で、装置の駆動、搬送機構などのバックシステム企業も存在している。一方、山梨には、東京エレクトロンの研究所があり、熱、液体、真空、プラズマ関係の技術蓄積がある。山梨は、同社装置の試作機、基礎技術の開発拠点になっており、量産段階で地方に移転している。山梨の装置関連企業は、マシンングセンタ等を用いた精密加工に強みのある企業が多く、アルマイト処理など特殊な技術を擁する企業も存在している。

商社・サービス機能

製造装置は、技術レベルが高く製造と商社機能を分離することは難しく、製造装置メーカーは、商社機能を内包している。製造装置産業における営業は、“技術”そのものであり、営業部隊による拡販ということはできない。

また、製造装置メーカーは、決済機能の長さ等に対応する資金的余力が求められ業界における金融機能も有している。製造装置メーカーは、商社・金融機能の負荷があり体力を消耗している。

2. 工作機械産業

(1) 企業経営の現状と課題

技術開発動向

a) 5つの要素 - 高精密化・高速化・複合化・小型化・省エネ - への対応

我が国の工作機械産業の技術力は国際的にも定評が高い。しかし、今後については懸念すべき課題が多い。

日本の工作機械産業がとるべき技術開発の方向性として、まず、「高精密」が挙げられる。最近では1,000分の数ミリ単位で加工制御を行うナノ加工機が相次いで登場している。また、コストパフォーマンスを考慮する上で高生産性を実現する「高速化」も欠かせない。リニアモーター搭載機も増えている。しかし、高速加工で高い精度を出すことは、技術的には相反するものであり、「高精密化」「高速化」は工作機械メーカーにとっては永久に続く共通した課題といえるだろう。

高生産性を実現するという意味では「複合化」も必要不可欠な要素である。一つの機械に複数の加工機能を持たせて段取りの効率化を図ることは、日本のお家芸でもある。日本は安い機械では海外メーカーに勝てないため、工程集約につながるようなものづくりのプロセスを根幹から見直すイノベーションが必要だとの指摘がなされたが、こうした考え方は複合化に通ずるものがある。日本国内に残るものづくりがますます多品種少ロット化していく中、複合化への対応は避けられないものとなっている。

一方、世界的なITバブルは崩壊したが、依然として省エネ、省スペースにもつながる小型機への需要は高まっている。いわゆる環境対応は、製品開発の基本思想として組み込まれていくであろう。

なお、高精密化、高速化、複合化といった技術開発において、ただむやみに一段高い技術を求めていくのではなく、狙う市場を明確にしていくべきとの指摘があった。つまり、高速化であれば、どのような用途向けに高速加工機を売り込んで行くのかというターゲットの明確化である。最先端の技術としてパラレルリンク機構搭載機が注目されているが、従来の5軸の加工機には出せないスピードで自由曲面が削れるのが最大の特徴であるという。ただし、高い精度はまだ出せない。このような機械に対しては、自動車部品のネットシェイプの後加工へのニーズが出ているという。自動車部品は生産性を上げるため、切削部品を極力プレスなどのネットシェイプ加工できるものへと置き換えているが、皮肉にも、その後加工に高速切削機が必要とされる構図となっている。狙える市場を明確にした機種開発、あるいはプロセス改善のメリットを具体的に提案できる顧客層をイメージした複合機の開発など、「技術+マーケット」を見据えた技術開発が重要になっていく。

b) ITへの対応

大手工作機械メーカーに限定された傾向であるが、工作機械をインターネットに接続させ、設計開発～生産～販売・アフターサービスに至るまでデジタルデータによる一気通貫を図るとともに、様々なネットワークサービスを顧客に提供していこうとするIT化への取り組みが積極的に展開されている。高精密化、高速化、複合化といった技術開発は工作機械単体での性能を飛躍的に向上させてきたが、もはや機械単体での性能向上は限界レベルまで達しており、複数の工作機械をネットワーク化させた工場全体での最適化を図ろうとする狙いがある。また、顧客の本社工場と海外工場までネットワークで一元管理できるネットワークサービスを提供し、さらには、こうしたネットワークを用いて顧客に対して様々な情報やアフターサービスを提供していこうとする狙いもある。工作機械を販売した後は、これまではアフターサービスが顧客との主な接点であったが、顧客の工場を自社のネットワークサーバー上で管理して、付加価値のあるサービスを提供していこうとする動きがみられる。

ITの導入に新たなビジネスチャンスが期待できる反面、現状では大手各社はそれぞれ独自にネットワーク化に取り組んでいるため、異なるメーカー間での互換性に問題が生じている。FAイントラネット推進協議会のように、業界標準を検討するための団体も結成されているが、参加企業の中には、オープン化は結果的に製造業の競争力を弱めるとしてオープン化の動きに異を唱える企業も存在するなど、活動が形骸化しているのが実情である。

c) 顧客との相互イノベーション

工作機械メーカー各社は、顧客からの様々な要望や仕様に応えていく中で技術を磨いてきている。したがって、イノベーションの担い手として顧客の存在を非常に重視している。顧客とは大手企業を意味するわけではなく、東京都大田区などの町工場の集積も重視された。自らの腕や技量にこだわる町工場の経営者は、様々な技術課題を投げかけてくるという。立地規定要因が少ないとされる工作機械業界であるが、顧客との近接性は唯一最大の立地条件といえるだろう。なお、顧客だけではなく、基幹部品を提供するサプライヤの存在も重要との指摘があった。

d) 産学連携への対応

アンケート調査からも、工作機械は装置に比べて産学連携には消極的な姿勢が浮かび上がっている。ヒアリングにおいても、地域を問わず、産学連携への関心は低い。ドイツ勢が産学連携で活力を取り戻した事は認めているが、日本の大学には連携すべき研究者がいけないという指摘が多い。現状では、産学連携よりも、具体的なニーズを持つ顧客との相互イノベーションが重視されている。

なお、ナノレベルの加工技術を開発するにあたっては、今後は大学との連携も視野に入れる必要性を認める企業が少なくない。実際に、圏内に立地している中小工作機械メーカーの中には、複数の大学とマイクロマシンをテーマに共同研究を行っている。しかし、大学の研究者による論文発表の問題など課題も指摘されている。

ビジネスモデル動向

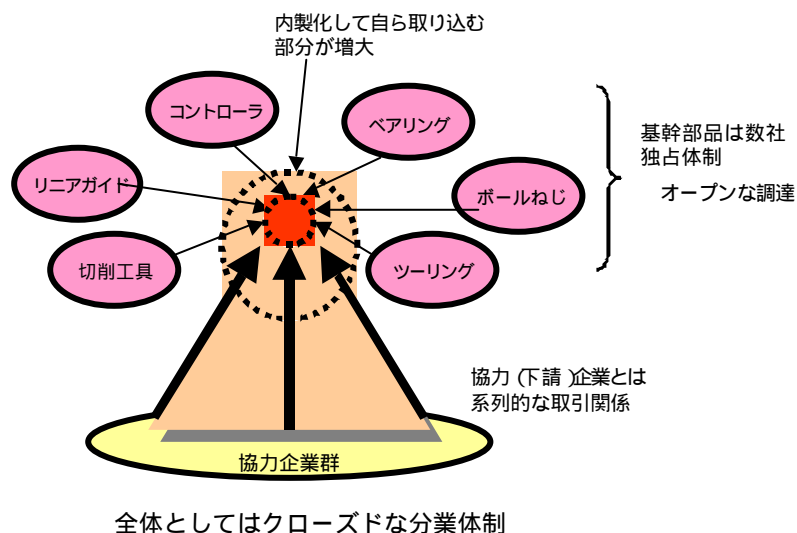
a) クローズドな分業構造

装置産業との顕著な違いが工作機械産業の分業構造に認められる。アンケート調査からは、アウトソーシング先を活用して比較的オープンな分業体制を構築している装置産業に比べ、工作機械産業は内製化の傾向を強めている様子が浮かびあがったが、ヒアリングでもほぼ同じ傾向が認められた。

一般に、工作機械はユニット化が進み、基幹部品も数社独占体制にあるため、変動費の占める割合が高いことで知られる。しかし、コストダウンやジャスト・イン・タイムへの対応が迫られる中、大手メーカーを中心に部品の内製化が進んでいる。下請を行う協力企業とも系列関係にあることを考慮すると、工作機械産業の分業構造は身内に近いところでクローズされたものといえる。

閉鎖的な分業構造を、ビジネスモデルとしてどう捉えるかは有識者の間でも見解が分かるところであるが、少なくとも広域関東圏に集積する技術力のある中小製造業の産業集積に依存する分業構造にはなっていない。

図表 V-2 工作機械産業の分業モデル



b) 海外調達への対応

海外調達については、現状はまだ鋳物が中心である。その輸入鋳物も、国内向けの一級品に使われることはまだ少ない。しかし、メーカーの中には中国へ技術指導に出向き、国内と遜色ない鋳物を作らせて逆輸入しているケースもあり、コストダウン要請がますます厳しくなる中、鋳物に限らず、今後部材の海外調達が進むと予想される。

c) アフターサービスの拡充

生産財である工作機械産業は、顧客に対するアフターサービスの充実が重要な経営課題であり、近年は顧客の海外展開に伴い、海外でのアフターサービス体制を強化する動きがみられる。なお、設備の更新需要が冷え込む中、従来はセールスと一体的にアフターサービスに取り組んできたところを、アフターサービス単体で一つのサービス事業として採算が確保できるよう努めている。

しかしながら、経営環境が厳しくなる中で生産機種を選択と集中を進めているメーカーにとっては、過去に販売した機種に対するアフターサービスも継続していかねばならず、機械の耐久年数が長いだけに経営の負担にもなっている。こうした中、設計思想が近いメーカー同士で提携してメンテナンスに取り組もうとする動きもみられる。

d) ソリューションビジネスへの対応

アフターサービスの充実とともに、顧客の技術課題に提案を行っていくソリューションビジネスに各社は最も力を入れており、国内外にテクニカルセンターを開設する動きが目立つ。IT 導入に積極的な大手工作機械メーカーでは、加工技術のノウハウ提供にとどまらず、顧客の工場の生産性改善といった経営的スタンスからソリューションを提案しており、自社開発したパッケージソフトの外販も行っている。

一方で、顧客に提供するノウハウに対して対価を請求しにくいという指摘もあり、ソリューションを採算のとれる事業としてどう位置づけていくかが課題となっている。

人材開発動向

a) 熟練技能者の育成・確保

アンケート調査でも「熟練技能者の確保・技術継承」に対して 74.4%のニーズが出ていたように、熟練技能者の育成・確保は工作機械業界においては重要なテーマであるが、自ら開発する工作機械の性能が上がるにつれ、熟練技能者の数は必要としなくなっている。基本的にはキサゲ加工などを行う熟練作業は極力機械に代替させようというのが業界としての基本方針であり、熟練技能者には作業者としての役割以上に、現場のノウハウを技術化していくための役割も求められるようになっている。

業界としては、数は必要としないものの、絶やすわけにはいかない熟練技能者をどう育成・確保していくかが課題となっている。

b) 優秀な若手人材の確保

現場の技能者に限らず、いわゆる人材の確保を工作機械メーカー各社は課題としている。その理由として、製造業の中でも賃金水準が低いこと、若い人達には工作機械業界は馴染みが薄いことなどが指摘された。一方で、中国では優秀な人材が工作機械業界に流入しており、このままでは中国にキャッチアップされてしまうとの指摘もある。

その他動向

a) 顧客層の変化 - 収益基盤の立て直し -

工作機械メーカーの主たる顧客層は町工場を主体とする中小企業である。しかし、長引く景気低迷の影響で中小企業の設備投資は冷え込んでおり、中堅・大手企業や海外へと販路拡充が求められている。しかし、中小企業とは違い大手の顧客は値段にも仕様にも厳しく、ロットが出る中国向けにしても国内より採算性が劣る。工作機械メーカーの収益を支えてきた国内中小企業の衰退は、各社の経営基盤に影響を及ぼしつつある。

一方で、こうした環境の変化を新たな顧客開発の契機とし、これまで取引がなかった半導体製造装置産業に鏡面加工の技術などを売り込み、新規マーケットの開拓に意欲的なメーカーも存在する。

b) マーケットの成熟化による新規事業領域の開拓

現在、トヨタ自動車の地盤である中部からは、広域関東圏に比べると工作機械の受注が出ているという傾向はあるものの、工作機械は国内市場においてはすでに成熟産業であり、一段の伸びは期待しにくいというのが業界の共通認識である。

最大の取引先である自動車産業は切削部品点数を減らす方向に動いており、中国での生産にも本腰を入れ始めた。今後は、自動車産業に代わる新たな市場領域を開拓していく必要性を各社とも認めている。その中で、航空・宇宙産業という領域への期待が高まっているが、航空・宇宙は国内市場だけでは十分なボリュームがないため、この領域を狙うには海外マーケットを開拓し、ドイツ勢との競争に打ち勝っていく必要がある。

マイクロマシンやナノテク加工の領域へも関心が高まっており、高精度加工へのニーズの高まりを踏まえて、大手も中小も力を入れている。半導体製造装置などのデバイス関連産業や医療分野などでの応用が見込まれているが、マーケットとしては十分なボリュームゾーンになり得ないとの見方もある。

いずれにせよ、自動車や電気といった産業が海外へ生産拠点をシフトさせる中、国内市場において新規事業領域を開拓していくことは、技術革新を継続させるためにも業界として必須の課題となっている。

c) 海外への販路拡大 投資拡大

国内市場が縮小する中で、業界としてはいかにして海外販路を拡充するかが経営課題となっている。アンケート調査結果からも、海外向け設備投資額も増加が見込まれており、アジアの事業所の位置づけも「販売」「サービス」拠点から、「生産」「販売」「サービス」拠点へと性格付けが変化していく様子が読みとれた。ヒアリング調査からは、米国は景気後退局面に入り今後は期待しにくいとして、今後は欧州市場に加えて、中国を重要な販路先として位置づけている様子がうかがえた。

d) 知的財産戦略

工作機械業界の場合、特許の取得や管理よりも、ノウハウの流出防止にかかる問題が多く指摘された。コントローラにノウハウが蓄積されれば、ノウハウはデジタルデータとして海外へ流出しやすくなる。最終的な機械性能はメカを含む総合力で決定されるとはいえ、ノウハウのデジタルデータ化は中国勢をはじめとする海外勢との技術格差を急速に縮めていくことになるだろう。

なお、知的財産戦略とは技術的要素ではなくブランド力であるとの示唆に富む指摘もなされた。工作機械の分野では Made in Japan が一つのブランドとして定着しているが、欧州勢と競合する中国市場においては、後述する輸出規制の問題にからみ、高級工作機械は Made in Germany というイメージが確立されてしまうといった声も聞かれた。工作機械業界に限定されないが、Made in Japan のブランドを守り、なおかつ、各社がブランドイメージの確立を意識した知的財産戦略をとることが、事業採算性の確保の観点からも必要不可欠といえるだろう。

e) 設備年齢の高齢化

バブル経済期には積極的な設備投資が行われたものの、バブル崩壊後は更新需要は冷え込み、96年には日米の設備年齢は逆転している。一方で、世界の工場化している中国は最先端の設備を導入しており、生産性を向上させている。

設備投資の低迷は工作機械業界にとってマーケットの縮小を意味するだけではない。ものづくりにおいて設備投資を伴わない技術革新はあり得ないため、顧客との相互イノベーションを重視する業界にとっては、技術開発を行う上でも設備年齢の高齢化はマイナス材料となっている。

(2) 産業集積の現状と課題

企業・技術蓄積

広域関東圏は工作機械産業の三大メッカの一つであるが、豊田工機、ヤマザキマザック、オークマなど自動車産業を基盤とする大手工作機械メーカーが集積している中部に比べ、時計などの精密機器に端を発する小型精密旋盤（いわゆるスイス型と呼ばれる工作機械）に強みを持つメーカーが多いのが特徴といえる。また、中部にはほとんどみられない半導体製造装置産業の集積があるため、企業規模を問わず、精密加工や鏡面加工といった領域に力を入れるメーカーが多い。

広域関東圏は自動車、電気、精密や医療といった具合に産業のバラエティに富み、また、東京都大田区に代表されるように中小企業の裾野も厚く、こうした厚みのあるユーザーの集積が広域関東圏に立地する工作機械メーカーのイノベーションに重要な役割を果たしてきたことは間違いない。また、技術・納期・品質面で競争力のある中小企業群は、熾烈な国際競争にさらされている工作機械メーカーにとって協力企業として重要な位置づけにある。各社ともクローズドされた分業構造を特徴としているが、競争力のあるパートナーを開拓していくことで、新たなビジネスモデルを構築できる可能性も残されている。

代理店・商社機能

利益確保に腐心する中、代理店や商社とのつきあいを見直す気運が高まっている。直販体制に力を入れるメーカーもあるが、大半は代理店・商社を選別し、自社機を優先的に販売し、営業力と提案力のある代理店・商社を重用する方向に向かっている。つまり、マージンを払うに値しない代理店や商社は今後排除される方向にある。また、工作機械の性能が向上し、大手を中心にネットワーク対応機種が販売されるにつれ、代理店のIT教育も課題となっている。

一握りの大手デバイスメーカーを顧客とする半導体製造装置と異なり、工作機械メーカーは大手から中小零細企業まで、地域的にも客層的にも幅広いゾーンを押さえていく必要がある。つまり、代理店や商社は 受注の確定（見込み生産で走る工作機械業界にとっては重要な情報源）、利益の確保（代理店・商社の販売政策は流通価格への影響が大きい）、顧客との継続的な接点（顧客の開拓・確保）という経営要素において重要な役割を担っていることに違いなく、代理店・商社機能をどう再構築していくかは各社の経営基盤にかかわる必要なミッションとなっている。

VI . 広域関東圏の展開方向・方策 ~ 製造装置・工作機械産業の検討から ~

本章では、これまでの調査結果をふまえ、製造装置・工作機械産業の現況と課題をまとめ、国際競争力と空洞化耐力の維持強化の方向性と方策を提示し、広域関東圏の展開方向・方策を展望する。本章の構成は、以下の通りである。なお、国際競争力、空洞化耐力の維持強化の方向性と方策については、短期、中長期に分け、産業・行政の主体別に方向と方策を整理している。

図表 VI-1 広域関東圏の展開方向・方策（構成）

1. 製造装置・工作機械産業の国際競争力

国際競争力の現況と課題

国際競争力の維持強化の方向性と方策提示

2. 製造装置・工作機械産業の空洞化耐力

空洞化耐力の現況と課題

空洞化耐力の維持強化の方向性と方策提示

1. 製造装置・工作機械産業の国際競争力の現況と課題

ここでは、前章までの調査結果から、製造装置・工作機械産業の国際競争力の現況と課題について簡単にサマリーしている。

(1) 製造装置産業

技術開発

アンケート、ヒアリング調査から、広域関東圏の製造装置産業は、露光装置、真空装置、洗浄装置など前工程製造装置メーカーを中心にして関連協力企業の集積が進んでおり、その技術レベル・ビジネス意識は高く、多品種少量生産、モジュール化への対応も進んでいることが明らかになっている。また、大手から中堅中小企業まで、企業連携、産学連携による非連続的なイノベーションに積極的な姿勢を示しながら、知的財産戦略も重視していることもわかっている。アンケート調査から、中国を含むアジアに対しては、現在今後とも競争優位とみているのに対し、欧米は同等とみており、欧米勢との競争が課題になっている。

ビジネスモデル

ヒアリング調査から、広域関東圏の製造装置産業は、各企業の技術に適した分業モデルによって競争力を高め、メンテナンス、中古装置ビジネスなど製造+サービスの融合による付加価値ビジネスへの展開を進めていることが明らかになっている。

一方で、製造装置メーカーへの商社金融機能の負荷など業界特有の取引慣行が課題になっている。これまで、デバイスメーカーとの協調でスムーズに機能してきた取引慣行が足かせになっている状況である。

人材

アンケート調査から、広域関東圏の製造装置産業は、研究開発技術者を重視していることが明らかになっている。また、ヒアリング調査から、大手、中小問わず、新卒採用、中途採用で人材を確保し、オンザジョブトレーニング(OJT)によって育成を図り、経験者・即戦力を求めていることがわかっている。しかし、人材ミスマッチの解消は難しい状況にあり、圏内であれば一見確保しやすそうに思えるソフトウェア技術者の育成にも苦労していることが明らかになっている。ソフトウェア技術が製造装置産業の競争力を規定するようになってきているため問題になっている。

(2) 工作機械産業

技術開発

ドイツを中心とする欧州勢の巻き返しや将来的には中国の成長も侮れないなど、工作機械大国としての国際競争力の維持・強化が課題となっており、高精密化、高速化、複合化、小型化、省エネといった技術課題に加え、大手中心に IT の導入が活発化している。

一連の技術開発においてはユーザーとの相互イノベーションを重視しており、大学との連携には総じて消極的である。これは、機械工学を研究テーマとして取り組む研究者が少ないことも一因となっている。ただし、ナノテクレベルの加工技術が重視されるにつれ、大学研究者との接点が出てくる可能性はある。

工作機械は技術的にはかなり成熟した産業との共通した見方があり、革新的なイノベーションが生まれにくいとされている。生産技術を重視する工作機械業界においては、特許よりはノウハウが重視されており、ノウハウのデジタル化による海外への技術流出への懸念が高まっている。

ビジネスモデル

大手を中心に内製で部品を作り込む傾向が高まっており、協力企業とは系列取引が重視されるなど、クローズドな分業体制が敷かれている。コストダウンを目的に、鋳物などの海外調達は進展しているが、基本的には“自前主義”のビジネスモデルといえる。こうしたビジネスモデルが今後も競争力を発揮しうるかどうかについては、専門家や業界の中でも見解が分かれている。

なお、顧客開拓の観点からも、アフターサービスやソリューションサービスには各社力を入れており、サービス事業へのウエイトは確実に高まっている。

今後の最大の経営課題は、産業空洞化の影響により国内・中小企業を主たる顧客層としてきた業界の収益基盤の立て直しであり、そのためには大手に対する提案能力や海外への販路開拓、代理店政策の見直しが必要不可欠となっている。

人材

技能の技術化が進展しているものの、熟練技能者や生産技術者の育成・確保は業界共通の課題となっている。しかしながら、工作機械業界のイメージや賃金水準がネックとなり、優秀な人材の確保が難しいのが現状である。

人にノウハウが付随する産業だけに、人材の確保難は長期的な我が国工作機械産業の競争力に影響を及ぼしかねないと懸念される。

2. 製造装置・工作機械産業の国際競争力の維持強化の方向性と方策

ここでは、広域関東圏における製造装置・工作機械産業の国際競争力の維持強化の方向性と方策についてまとめている。

(1) 製造装置産業

産業対応レベル

ここでは、製造装置産業の国際競争力の維持強化のため、産業として対応すべき方向性や方策についてまとめている。

a) 技術開発戦略

製造装置産業にとっては、技術開発力が競争力の源泉になる。コア技術なくして、ビジネスモデルも空洞化対策も議論できない。ここでは、圏内の製造装置産業にとって国際競争力の維持強化に必要な技術開発戦略についてまとめている。

短期的には、大量から多品種少量まで対応するデュアルモード装置技術の開発、生産性を重視した設計・製造技術開発、産学連携を核としたサイエンスドリブン産業への進化、中長期的には、競争条件を変える非連続な技術開発、ナノテクノロジー融合領域の技術開発、が必要である。これらは、いずれもアジアではなく、欧米をコンペティターとして意識した方向性と方策である。

短期

大量から多品種少量まで対応するデュアルモード装置技術開発

現在、システム LSI など多品種少量化対応の流れの中で、半導体電子ビーム (EB) 描画装置、枚葉式洗浄装置など多品種少量対応製造装置の開発が進められていた。

今後、我が国半導体産業は、多品種少量生産から中品種少量生産品、大量生産にまで対応した製造技術、製造装置等で生き残りを図ることになる。ヒアリング調査では、大量生産から多品種少量生産まで一括してカバーできる露光装置の可能性もみえており、デュアルモードの装置開発が進むとみられる。短期的には、パソコン、携帯電話に加え、デジタル家電などポストメガボリューム市場等の出口までをビジネスとして見据えて確実に押さえる製造技術と装置開発を志向し、中長期的な技術開発に向けた投資余力・体力を回復させることが必要である。

生産性を重視した装置の設計思想・製造技術開発

広域関東圏の製造装置産業は、コストよりも高品質や短納期対応を重視してきた。しかし、国際競争が激化する中で、装置の開発製造コストの低減など生産性を重視した技術開発が必要となっている。アンケート、ヒアリング調査でも、各社はコスト低減を図る設計技術開発を進め、生産性を高める一つの解としてモジュール化に注目していた。モジュール化は、部材複合によるユニット化ではなく、設計思想として位置づけられたものであり、モジュール化による技術流出の加速化という副作用も懸念されているが、このトレードオフをいかに解消するかがポイントとなる。

産学連携を核としたサイエンスドリブン産業化と知財戦略によるスパイラルアップ

広域関東圏の製造装置産業は、大手から中堅・中小企業まで積極的に産学連携を進めていることが、アンケート、ヒアリング調査から明らかになっている。

露光装置や洗浄装置等の開発製造では、経験やノウハウといった暗黙知を活用している部分も多いが、今後は、大学の基礎研究など科学（サイエンス）をベースとしたサイエンスドリブン産業化による競争力強化が必要である。なお、製造装置産業においては、防衛的な知的財産戦略が主であるが、今後、サイエンスドリブン型の技術開発が進むと同時に知的財産戦略の一層の強化を進め、スパイラルアップ＝相乗的発展を図ることが求められる。サイエンスドリブン産業化と知的財産戦略は、発展のための両輪であり、双方が機能して初めて有効な効果が現れるものと考えられる。

中長期

競争条件を変える非連続的な技術開発

半導体産業においては、一つの技術が業界の全てを変える。こうした技術の非連続的な発展の可能性は、大手による寡占化が進む中で、業界への新規参入が続く原動力になっている。その良い例が、化学的機械研磨（CMP）技術である。化学的機械研磨という発想は、プロセス技術の常識からかけ離れており、導入さえ危ぶまれた技術であったが、ウエーハの平坦化技術として採用され、設計から露光技術や実装技術にまで影響を及ぼしている。アプライドマテリアルズは、いち早く CMP 技術の革新性と成長性に目をつけて新規参入し、数年のうちに CMP 装置の世界市場を制覇したのである。

現在、CMP 技術と同様、業界全体を変える可能性がある技術として、電子ビーム（EB）技術が注目されている。ヒアリング調査からも、EB 技術は、多品種少量生産対応の露光技術として注目されており、大手露光装置メーカーから新規参入組までがエマージングリソグラフィ分野として装置開発を急いでいる。今後、EB 技術は露光装置の枠を超えて、成膜、エッチングなどの製造工程のみならず製造技術全体を激変させ、競争の土俵を変える可能性がある。広域関東圏の企業としては、前工程製造装置産業の集積の強みを生かし、こうした非連続的な変化を捉え、新たな競争優位を勝ち取る戦略が必要である。

ナノテクノロジー融合領域の技術開発

近年、我が国が競争力を有するフロンティア技術として、ナノテクノロジーが注目されている。数ある製造業の中でも、超微細精密加工、特殊部材を要する製造装置産業は、ナノテクノロジーと密接な関係があり、その恩恵を受けながら発展する可能性が高い。日本経済新聞社等のナノテク市場規模予測からも、ナノテクノロジーの応用分野として半導体製造装置市場がビジネス規模、成長性とも大きな期待を寄せられていることがわかる。また、製造装置産業としては、マイクロマシン分野への加工、ナノテクノロジーを下支えする評価検査装置・ツールなどフロンティア市場が見えており、技術の融合が進みつつある。ヒアリング調査から、ある中小装置部材メーカーは、自社の微細加工技術、パテント等の強みをマイクロマシン、ナノテクノロジー分野等への応用展開を考え、単なる加工だけでなく、部品のコーティングをして耐摩耗性を高めた上で、高寿命化を図ろうとしている。

なお、広域関東圏においては、東京都の昭島ではカーボンナノチューブの生産拠点化、埼玉県のリ化学研究所ではナノテクノロジー開発拠点化などが進められており、半導体技術とナノテクノロジーの融合の可能性が高まっている。ナノテクブームは過熱気味であるが、マイクロマシンやカーボン系素材など我が国の強みとなる分野を見極めることで、競争条件を非連続的に変えることが必要である。

b) ビジネスモデル戦略

ビジネスモデル戦略として、短期的には、付加価値サービスビジネスの強化、アジアとの戦略的分業とマーケット開拓、中長期的には、半導体業界のビジネスモデル構造変化への対応、アプリケーションの横展開、取引慣行の是正、などが必要である。

短期

付加価値サービスビジネスの強化

コンポーネントとサービスの付加価値が高まるというスマイルカーブ論に代表されるように、ものづくりにおいてサービスなどの付加価値ビジネスの展開は不可欠になっている。

ヒアリング調査からも、保守メンテナンス、中古装置ビジネス、提案型ビジネスや検査品質保証などサービスビジネス展開が図られており、今後も一層の強化が必要となる。高い技術力を生かすためにも、製造+サービスの融合によって、低収益性を打破することが求められる。

アジアとの戦略的分業とマーケット開拓

前工程製造装置は、国内の企業連携が中心になっているが、今後は、アジアとの生産連携など戦略的分業を視野に入れた事業展開も考える時期にきている。半導体製造装置

も従来の品質・納期対応に加え、低コスト化、生産性について意識が高まっており、ある大手製造装置メーカーの協力会社の中には、中国からの部材調達を考える企業も現れている。

さらに、中国を生産連携などの戦略的な分業パートナーとして捉えるだけでなく、製造装置産業の巨大マーケットとして認識して、迅速かつ貪欲に開拓することも必要である。中国は、上海地域における巨大ファウンドリの立ち上げにより、世界の半導体生産拠点化が進んでいるため、製造装置の売り込みやサービス展開によって攻勢を図ることが求められる。こうしたファウンドリ工場には、国内大手製造装置メーカーもくい込んでおり、中小メーカーが営業拠点を設ける動きがみられる。アンケート調査からも、広域関東圏の製造装置産業がアジアを今後取引先を開拓すべき市場として重視していることがわかっており、いかにスピーディに先行者利益を確保するか具体的な行動が求められる段階になっている。

中長期

半導体業界のビジネスモデル構造変化への対応

半導体産業においては、80年代に日本の強みである垂直統合型（IDM）モデルによって我が国の半導体メーカーは圧倒的な競争力を有していたが、90年代に入り米国ファブレスと台湾ファウンドリに代表される水平型のF/Fモデルが台頭し、世界市場を席卷した。アプライドマテリアルズもこうした産業のビジネスモデルを見極め、台湾等のファウンドリに装置一括ラインをトータルソリューションとして提供することで圧倒的な競争力を得ることになった。

近年、半導体加工技術の微細化が進展する中で、設計と製造を分業化したF/Fモデルでは解決できない問題が生じている。これは、設計と製造技術の再構築であり、両者の接続性を高めることが必要となっている。こうした中で、（株）先端SoC基盤技術開発（ASPLA: Advanced SoC Platform Corporation）によって、設計-製造の最適化を図り、多様なソリューションへの対応、マーケットドリブンでの効果的な開発を進めるスキームが提示されている。

広域関東圏の製造装置産業としては、設計と製造の接続性等を意識するなど半導体業界全体の次世代のビジネスモデル構造変化を俯瞰的に捉えた上で、自社のビジネスのポジションづけやビジネス展開を図ることが必要である。

アプリケーションの横展開

半導体産業においては、シリコンサイクルによる変動に対応するために、自社のコア技術を他分野へ応用展開し、収益源の多様化を図ることが必要である。IT、バイオテクノロジー、環境分野など自社技術が生かせる領域を積極的に開拓することで経営の長期的な安定化を図ることができる。有識者からも、病院など新しいアプリケーション産業と連携を図り、技術開発を進めることなどが提案されている。製造装置産業の技術は、

特殊で多分野への応用が難しいように感じられる面もあるが、実際にはハイレベルゆえ他分野への応用展開を図りやすい。

取引慣行の是正

製造装置業界では、決済期間の長さ、キャッシュフロー不足、装置の無償貸出などの課題があり、広域関東圏内の多くの企業から問題として指摘されている。今後は、製造装置産業に不利になっている取引慣行の是正が必要である。

例えば、ヒアリング調査から、製造装置メーカーは、決済期間の長さ等に対応する資金的余力が求められており、業界における金融機能を果たしていることがわかっている。国内の製造装置メーカーは、こうしたしわよせによって体力を消耗している状況にある。今後は、こうした取引慣行を是正し、低収益構造から脱却することが求められる。これは、製造装置産業単独で解決できる問題ではないので、大手デバイスメーカー、製造装置メーカーが問題を認識し、中長期的な解決策を模索することが必要となる。

c) 人材戦略

短期

研究開発技術者の充実・強化

短期的には、アンケート調査等でも強調された研究開発技術者の確保や育成が必要となる。製造装置産業では、他社と差別化された装置の開発力が競争力の源泉になるため、研究開発技術者の強化が求められる。なお近年、製造装置産業では人材派遣が増えているが、設計技術者も派遣に頼っているため、技術の継承なども問題になっている。競争力強化のためには、設計技術者などの技術やノウハウを継承するシステムが必要である。

中長期

研究開発技術者と技能者の融合によるデジタルエンジニアリング化

中長期的には、技能・ノウハウのデジタル化が必要である。例えば、他地域の製造装置メーカーは、半導体製造工程の自社従業員の教育ソフトを開発し、外販にまでつなげている。製造装置産業は、科学技術をベースにした研究開発技術者とITを用いて形式知化した技能やノウハウの融合によるデジタルエンジニアリング化が進みやすい領域といえる。サイエンスドリブン産業化を人材面で支える戦略である。

行政対応レベル

ここでは、製造装置産業の国際競争力の維持強化のため、行政として対応すべき方向性や方策についてまとめている。

a) 技術開発戦略

知財処理簡素化・迅速化と無形資産担保化サポート

今後は、知財処理簡素化・迅速化、無形資産の担保化サポート等について行政としての対応が期待される。例えば、ヒアリング調査から、企業の技術力や成長性を見極めた上で、特許などを評価する無形資産担保融資が強く望まれていた。

b) ビジネスモデル戦略

業界全体のビジネスモデル研究、評価機能の充実

これまで、半導体業界の研究というと技術動向等について議論が及ぶことが多かったが、問題の本質はビジネスモデルにあることが明確になりつつある。高い技術力を持ちながらも、ビジネスモデルの先見性・戦略性を欠いていることが競争力低下の要因になっている。

広域関東圏として、ビジネスモデル研究の推進役を図り、技術評価機能ならぬビジネスモデル評価機能の充実を図ることが必要である。技術力を前提としながら、ビジネスモデル的に改良余地のある企業群をピックアップして、技術とビジネスモデルを加味した総合的な競争力比較指標等を策定することも視野に入れる。近年、製造装置メーカーの中に、技術に加え、ビジネスモデルの重要性を認識し、勉強会や研究会を立ち上げる動きもみられ、行政としてのサポートが望まれる。

c) 人材戦略

技術経営スペシャリストの育成・発掘

技術をビジネスにつなげる技術経営力の強化は、製造装置産業の競争力維持強化において緊喫の課題になる。昨年来、経済産業省も技術経営プロフェッショナル・スクールの実現に向けて産学官コンソーシアムを形成しようとしている。広域関東圏としても、こうした動きと連動する形で、技術経営スペシャリストの育成・発掘を図る必要がある。

人材サポートに向けた技能ノウハウの形式知化

技能のデジタル化は既に言い古された感があるが、技能やノウハウなど暗黙知の形式知化のサポートが必要である。広域関東圏として、生産財産業に特化してIT化を図る生産財版デジタル・マイスターの育成などを進めることが必要である。

産学官の人材交流ネットワークの形成

製造装置産業においては、産学官連携が進んでおり、その人的ネットワークの形成が不可欠になりつつある。行政としては、産学官の人材交流ネットワーク等の仕組みづくりに関与することが求められる。

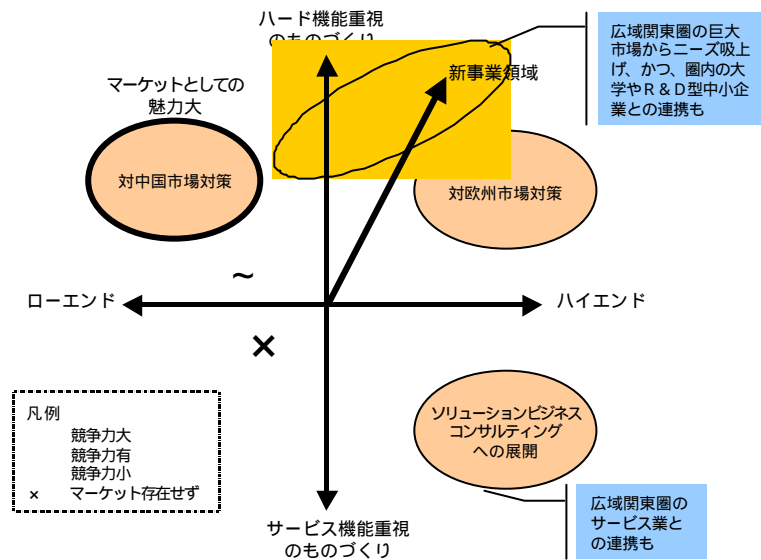
(2) 工作機械産業

産業対応レベル

工作機械産業の国際競争力の維持強化の観点から全体戦略を見通したものが下図のとおりである。マーケットの視点からはハイエンド市場対策(主として欧州市場の開拓)とローエンド市場対策(主として中国市場の開拓)が中心となり、事業展開の視点からは高精密化や高速化といったハード機能重視の展開とアフターサービスやソリューションビジネスの展開を中心とするサービス機能重視の展開が考えられる。

なお、マーケットの視点からは成熟化した国内市場を開拓するための新規事業領域の開拓も必要であり、広域関東圏の市場を生かしたニーズの吸い上げや、大学や研究開発志向型の中小企業との連携がポイントとなる。

図表 VI-2 工作機械産業の国際競争力の維持強化戦略の全体像



a) 技術開発戦略

短期

ハイエンド市場対策としての高精密・高速化・複合化への対応

Made in Japan のブランドイメージを維持するためにも、ハイエンド市場で欧州勢に負けない技術開発は必要であり、そのポイントは高精密化、高速化、複合化にある。ハイエンド市場のマーケットニーズが「精密に、手早く、そして一度に複数の加工をこなすと」という方向にあることは間違いない。高生産性を実現するための多軸同時制御や知能化工作機械の研究開発も活発化している。この領域においては技術ロードマップが明らかになっているため、差別化を図るためには自社が得意とする技術でどの市場(用途)を狙うのかという具体的なマーケットをイメージした製品開発が重要

となる。顧客に対して、どのようなプロセス改善を提供するのかといったアプローチからの技術開発も重要となる。

中長期

産学連携によるナノテク加工領域への対応

工作機械業界は、特に中小企業を中心に大学との連携の希薄さが指摘されているが、ナノテク領域においては大学でも研究が活発化している。そのため、マイクロマシンやナノテクレベルの加工技術では大学シーズに関心と期待を持つ企業が少なくなく、産学連携による技術開発が期待できる。

ドイツでは、90年代半ばに工作機械業界の再編が行われ、その後は産学官が一体となって競争力強化に乗り出し復活を遂げている。我が国ではイノベーションの担い手である顧客企業の生産拠点の海外シフトが止まらない状況にあり、ナノテク加工の領域などでは大学とのイノベーションも技術開発を推進する上で重要な選択肢の一つになると考えられる。

ネットワークへの対応

大手工作機械メーカーは既に工作機械のIT化に取り組み、ネットワークによる工場の最適化や顧客サービスの向上に取り組んでいる。パソコンがネットワークを前提とした使い方が当たり前となっているように、中長期的には工作機械もネットワークへの対応が当たり前の時代になると予想されるため、顧客ニーズに叶ったアプリケーションの開発や生産システムの提案力が重要となる。

b) ビジネスモデル戦略

短期

アフターサービス、ソリューションビジネスの強化

工作機械産業が付加価値をつける道筋としては、高速化・高精度化・複合化といった機能強化に加えて、メンテナンスサービスの充実、顧客へ加工方法などものづくりの提案を行うテクニカルサービスの強化、そして、顧客のビジネスモデルそのものに付加価値の高い提案（デジタルマニュファクチャリングやIT工場など）を行っていくソリューションビジネスといったサービス機能の強化がある。

日本の工作機械は品質に優れており、皮肉なことに、良いモノをつくるほど更新需要が冷え込むという一面を持つ。今後は、機械を購入した顧客に対しては、ものづくり全般を支援できるサービス事業に付加価値を求めていくことが必要不可欠である。また、同じスペックのモノを大量に速く加工するという時代はほぼ終焉しており、顧客が求める最終アウトプットにどうアプローチするか総合的な提案力が求められるようにな

っている。これは、主たる顧客層が中小企業から大手へとシフトしている中で、工作機械メーカーが生き残るためには必要不可欠な能力となっている。広域関東圏に集積する多様なサービス業を適宜パートナーとして取り込むことで、サービス事業をより付加価値の高いコンサルティング機能へと発展していくことも十分可能である。

ただし、これはものづくり企業に共通した課題であるが、従来、いわゆる“サービス”の一環として顧客にフリーで提供する傾向にあったソリューションを、顧客に対して正当な対価を求める“サービス業”として成立させていくには幾多の課題が残る。商慣行は正同様に業界全体としてソリューションに対する付加価値を認めさせていく取り組みも必要であろうし、工作機械メーカーが従来型のソリューションとは一線を画した新たなビジネスモデルを提案していく必要もあるだろう。そのための方法としては、サービスに対する対価を認める文化慣習のある欧米でいち早く新しいソリューションビジネスを確立し、日本企業の現地法人へ浸透を図るとともに、そのビジネスモデルを逆輸入して国内へフィードバックさせるという方法も考えられるだろう。

同業他社等とのアライアンスによる海外市場開拓

国内市場だけで収益基盤が確保できる時代ではなく、海外販路の開拓は必須となっている。同業他社とのアライアンスも視野に、成長が見込める欧州（東欧）や中国の市場開拓に力を入れる必要がある。

ハイエンドの欧州市場への販路拡大の方法としてはサービス拠点やテクニカル拠点の設置のほか、中堅・中小メーカーは販売チャネルを持つ大手メーカーとのアライアンスといった方法がある。そのためには、提携先からみて魅力的な、あるいは比較優位性のある製品開発に力を入れていくことが必要である。

一方、ローエンドで勝負する企業は、成長著しい中国市場の動向、及び韓国・台湾・中国の工作機械メーカーとの競争を視野に入れながら、他社とのアライアンスも選択肢に入れつつ現地生産やライセンス生産への道を検討していく必要がある。基本的に、国内生産のみでローエンド機種へ対応することは困難である。

中長期

ナノテク加工領域など新規事業領域の開拓

中長期的には、自動車や電気といった機械産業に代わる新たな顧客層を開拓していく必要がある。中でも有望視されているのがナノテク加工を必要とするデバイスや医療である。精密機器や半導体関連産業など広域関東圏には裾野の広い技術集積があり、新規事業領域を開拓していく上でのシーズは事欠かない。今後は、新たなシーズを如何にマーケットの開拓に結びつけていくかが重要であり、医療機器メーカーや商社といった異業種との交流も必要である。

自前主義からの脱却 - 技術力のあるベンチャー等とのアライアンスによる新規事業のインテグレーション

全てを自前主義で調達する傾向にある工作機械業界では、顧客ニーズが複雑化・多様化する中で、またサービスやソリューションといったサービス事業領域への展開が図られる中、技術力のあるベンチャーの経営資源（人・技術）を取り込む形で事業展開していくことも視野に入れる必要がある。

c) 人材戦略

短期

熟練技能の継承 - 技能のデータベース化

熟練技能者の育成・確保は引き続き業界全体としての課題であるが、同時に熟練技能の技術化、すなわち技能のデータベース化にも取り組む必要がある。技能の技術化は社内の技能継承にも有効であり、未熟練者を即戦力に育てるためにも有効である。

しかし、技能のデジタル化はノウハウの流出にもつながるため、ノウハウを情報としていかに管理するかを合わせて検討していくことが必要となる。

中長期

エキスパートエンジニアの育成・確保

工作機械業界における熟練とは「キサゲ」作業に代表される技能をイメージしやすいが、真の熟練とは技能、技術、そして科学が一体化した領域であり、“熟練技術者”とよぶべきエキスパートエンジニアである。エキスパートエンジニアは金属にかかる遠心力や振動、熱等の諸問題を総合的に解決する能力を持つ。すなわち、現場のノウハウも科学的な知識も持ち合わせているのである。こうした人材を育成・確保していくことが今後も我が国の工作機械産業が国際競争力を発揮していく上で必要不可欠である。

行政対応レベル

ここでは、工作機械産業の国際競争力の維持強化のため、行政として対応すべき方向性や方策についてまとめている。

a) 技術開発戦略

投資促進税制の導入

工作機械の技術革新は顧客との相互イノベーションにその源がある。企業の設備投資意欲を喚起させる投資促進税制を導入し、設備更新を促すことが技術開発を促す上で最も効果的である。

技術流出防止への対応

工作機械の競争力の源泉はノウハウにある。ノウハウは各社の現場において、主に熟練技能者という人に付随して蓄積される部分と、技術として蓄積される部分があり、技術においては制御装置としてコントローラに蓄積されていく。日本の工作機械メーカーのノウハウはコントローラを経由して世界に拡散していく可能性もあり、業界における守秘義務契約のあり方を見直すとともに、今後、海外で生産拠点を構える工作機械メーカーにおける現地法人でのノウハウ管理の徹底を講じていく必要がある。

b) ビジネスモデル戦略

ネットワーク環境下における標準化への対応

ネットワークの世界では世界標準への対応が技術の勝敗を決定する。工作機械の使用環境がスタンドアロンからネットワークへと変化していく中、国策として業界標準、ひいては世界標準への対応も検討していく必要がある。基本的にはネットワーク化に先行する日本の工作機械メーカーが世界標準としてシェアを取れる戦略的な体制づくりが必要である。

c) 人材戦略

デジタル・マイスタープロジェクトの推進

経済産業省ではデジタル・マイスタープロジェクトを推進中で、オークマなども本プロジェクトに参加して技能のデータベース化を行っている。同社は熟練技能を生かしたIT活用製造システムの基本モデルである「ITプラザ」を完成させ、町工場が熟練技能者のノウハウを独自のデータベースとしてストックする方法をサポートしている。ヤマザキマザックでは、延べ10人が約1年かかってノウハウ・データベースを完成させている。

行政としては技術流出への対応を図りつつ、デジタル・マイスタープロジェクトのような技能の技術への支援が求められる。

3. 製造装置・工作機械産業の空洞化耐力の現況と課題

ここでは、広域関東圏内の製造装置・工作機械産業の空洞化耐力⁵について、分業構造、技術集積特性、技術トレンドへの対応、産業の相互浸透度、サービス・商社機能の統合などの切り口から調査仮説を提示し、仮説に関する考察をしている(図表 VI-3)。

図表 VI-3 空洞化耐力 仮説要旨

“空洞化耐力”を決めるのは集積構造の複合的な要因

- (1)地域の分業構造が集積地の空洞化耐力を決める
- (2)地域の技術集積特性が集積地の空洞化耐力を決める
- (3)地域の技術トレンドへの対応が集積地の空洞化耐力を決める
- (4)産業の相互浸透度が集積地の空洞化耐力を決める
- (5)サービス・商社機能の統合が集積地の空洞化耐力を決める

(1) 製造装置産業

分業体制：水平分業化の中、最適な分業体制が確立され空洞化耐力を強化

製造装置産業のみならず製造業全般で、コスト、品質面でのグローバル最適調達が進む中で、系列などに縛られず、オープンな水平分業化が競争力強化の必須条件になるとみられる。

しかし、オープンな水平分業化による国際競争力強化が空洞化耐力を高めるとは言い切れない。ヒアリング調査からも、広域関東圏の製造装置産業においては、装置の信頼性確保などの面から関連企業を中心としたクローズ型の分業体制をとる企業が存在し、各装置の特性に応じて最適な方法で空洞化耐力を高めているものと推察される。

⁵ 空洞化耐力の定義や説明については、p4「調査の視点」を参照。

技術集積：技術集積特性よりも技術+ビジネスモデルの融合度が空洞化耐力を規定

広域関東圏では、山梨、TAMA 地域に半導体製造に関するウエット系からドライ系まで幅広い技術蓄積がみられる。一方、九州地域にも製造装置に関するステンレス加工技術等の蓄積があり、いずれも空洞化しにくい状況にある。

むしろ、特定技術の強みではなく、これらの技術の融合が空洞化耐力を高めるものと考えられる。また、技術力をベースにしながら付加価値を生み出せるビジネスモデルと如何に融合するかがポイントになる。

技術トレンド（モジュール化への対応）：技術移転が懸念され空洞化耐力低下の可能性も

製造装置産業におけるモジュール化は、競争力を高めるための必要条件である。広域関東圏の製造装置産業も、コスト削減、短納期対応のためモジュール化への対応に前向きな姿勢を示している。しかし、こうしたメリットを認めつつも、モジュール化によって技術移転が容易になるなど技術の空洞化も懸念している。装置によっては、作り込みや技能ノウハウが必要な部分もあり、単純な相関を捉えにくい面があるが、モジュール化が空洞化耐力を低下させる一要因になる可能性は高い。

産業の相互浸透度：相互浸透は高く空洞化耐力も高いが、今後は不透明感

装置自体が技術の集大成であり、相互浸透こそが空洞化耐力を高める源であると考えられる。広域関東圏は、電機産業など幅広い産業集積の融合が魅力であり、空洞化耐力は総じて高くなっている。近年、自動車部品メーカーなど自動車産業から半導体・FPD製造装置産業への参入が相次いでいる。自動車部品メーカーは、高いエンジニアリング能力やモジュール化への対応力を有しており、製造装置メーカーは協力企業として期待している。しかし、自動車産業、材料産業等との産業相互浸透など次世代を睨んだ分野については相互浸透が進んでおらず、今後の空洞化耐力について不透明感が残る状況にある。

商社サービス機能：商社サービス機能が空洞化耐力を強化

広域関東圏の製造装置産業は、商社・サービス機能を装置メーカーと不可分な機能として内包しており、空洞化耐力を高める必要条件になっている。また、サービス機能に関しては、中古装置ビジネスなどの展開もみられ、これらに付随する様々な機能が新たなビジネスモデルになるとも考えられ、空洞化耐力を高める可能性が高くなっている。

(2) 工作機械産業

分業体制：系列取引を中心とする垂直分業・内製化は空洞化耐力低下の可能性も

オープンな水平分業を展開する製造装置産業とは対照的に、工作機械産業では系列的な垂直分業が中心となっている。また、利益率を高め、短納期（ジャスト・イン・タイム）に対応するため、大手を中心に部品やパーツ等を内製化する動きが強まっている。基幹パーツの内製化は、コストダウンや短納期への対応のほか、需給変動への対応（需要のピーク時には基幹パーツが品薄になることへのリスクヘッジ）、工作機械の高精度化に伴う他社との差別化、ものづくり力の社内継承といった理由が挙げられる。

地域産業集積とオープンな水平分業を構築しているケースに比べ、クローズドな分業構造をとるケースは、立地必然性が小さい。ヒアリング調査でも、現住地に立地している必然性を指摘した企業は皆無であった。工作機械産業は国内生産を主体としており、今後についても海外進出が加速する動きは認められないが、必ずしも空洞化耐力が高いとはいえない分業構造を有していると認識すべきであろう。

技術集積：超精密、極小化、IT・医療等の国内高付加価値市場への照準は空洞化耐力を高める可能性

マクロでみた場合の工作機械産業の主要ユーザーは自動車であり、メッカといわれる中部がその代表例である。一方、広域関東圏には精密小物を得意とする工作機械メーカーが多く、自動車に依存した産業構造にはなっていない。携帯電話や液晶装置などのIT関連分野、半導体製造装置関連分野を得意先とし、マイクロマシンやナノテクを生かして、医療や福祉といった新たなマーケットの開拓へ挑む企業も少なくない。

自動車メーカーが中国で本格的な生産立ち上げに入る中、超精密・極小化・ITといった技術領域を得意とする広域関東圏は、技術特性としては空洞化耐力が高く、我が国が得意とするマイクロマシンやナノの領域をターゲットに展開できる可能性が高い。

技術トレンド：ネットワーク化への対応は空洞化耐力低下の可能性も

工作機械業界の主な技術トレンドは高速化、高精度化、複合化、環境への対応であるが、これに加えて、大手工作機械メーカーを中心にネットワーク化への対応が進んでいる。スタンドアロンで機能していた工作機械をネットワークに接続させ、設計開発部門とのネットワーク化のみならず、国内外の生産拠点、ひいては顧客工場とのネットワーク化を推進させるものである。

顧客に対するデジタルマニュファクチャリングやサイバー工場といった提案は、自らの工場にも当てはまることであり、ネットワーク化が進めば、日本で設計して海外で生

産するなど、国境を超えた一気通貫が可能となる。よって、空洞化耐力は低下していく可能性がある。

産業の相互浸透度：顧客の海外進出は空洞化耐力を低下させるが新しい産業分野との相互浸透はそれを防止する可能性も

工作機械産業にとって、イノベーションを担う最大のパートナーは顧客である製造業であり、とりわけ町工場といわれる中小製造業である。しかし、大手メーカーの海外展開に伴い、地域中小製造業を取り巻く環境は日々厳しさを増している。中小企業は新たな設備投資余力に乏しく、廃業も相次いでいる。

広域関東圏には東京都大田区や TAMA 地域をはじめ、様々な特性を持つ地域産業集積が存在するが、これら地域産業集積地の活性化を図るとともに、将来的にはバイオや医療など新規事業領域との相互浸透が、空洞化耐力の低下を防ぐために不可欠と考えられる。

商社サービス機能：商社サービス機能が空洞化耐力を高める要因とはならず

広域関東圏に限らず、工作機械産業は伝統的に代理店や商社に販売機能を大きく依存している。しかし、メーカーの中には直販に乗り出すところもあり、また、部材等では自動車産業同様に電子調達が発達しており、代理店や商社が介在するウエイトは従来に比べて低くなっている。

また、メンテナンスは従来からメーカー自ら手がけることが多いが、工作機械の IT 化（ネットワーク化）に伴い、大手メーカーは遠隔操作によるメンテナンスに力を入れている。

このように、販売にせよ、メンテナンスにせよ、工作機械業界では自ら機能を取り込み、強化する方向へ進んでおり、第三者に対する依存度は低くなっている。すなわち、工作機械産業においては商社サービス機能の統合が自社内で完結する形で進展しており、集積地としての空洞化耐力を高める要因とはならない。

【補論：工作機械産業における空洞化耐力とは】

本分析では、空洞化耐力の仮説を半導体製造装置産業をベースに検討し、“空洞化耐力”を決めるには集積構造の複合的な要因であることを前提に仮説をうち立て検証を行った。しかし、現状分析でみたとおり、工作機械産業は立地規定要因が少なく、分業構造などに起因する産業集積を形成していない。そのルーツがメーカーの生産技術部門にあるため、首都圏、中部、関西といった産業集積地に立地しているものの、これはその発祥に起因するものであり、先にみたとおり、現在の分業構造や取引形態に規定されたものとはなっていない。

そこで、ここでは地域の集積地にフィールドを限定せず、工作機械産業特有に検討される空洞化耐力の仮説検証について補足することとしたい。

まず、追加的に挙げられる仮説として「人」にかかわる要素がある。次に、工作機械産業がターゲットとする「マーケット特性」による仮説が挙げられる。

追加仮説 1 熟練技能者に代表される暗黙知の介在は空洞化耐力を決める

追加仮説 2 海外市場への依存度とマーケット特性が空洞化耐力を決める

【追加仮説 1 の検証】

技能継承が重視される産業だけに、ドイツやスイスのように技能職が重視される国は別格として、特に基盤産業の集積に乏しい国・地域で生産することは難しいというのが定説である。しかし、今回のヒアリング調査において、技能職が確保できないために海外で生産が不可能であると回答した企業は存在しなかった。「キサゲ」作業は教え込めば誰でも習得でき、日本人特有の技能だというのは誤認であると指摘したメーカーも存在した。

ユニット化の進展や性能に占める制御装置のウエイトが高まっていくなど、工作機械の設計思想などに変化が認められることに加え、アジアでは基盤産業の集積やレベルアップが著しい。少なくとも、現在は熟練技能者に代表される暗黙知の介在が空洞化耐力を高めるとはいえない状況にある。

【追加仮説 2 の検証】

バブル期の工作機械産業は、内需への供給だけでも手一杯で輸出余力に乏しかった。しかし、バブル崩壊後の長引く国内景気の低迷に加え、中国が世界の工場として台頭してきたことによる製造業の空洞化の進展などが影響し、外需への依存度を年々高めている。当初、好況が続く米国が輸出のメインターゲットであったが、IT バブルの崩壊やテロの影響などにより米国の設備投資が減退し、代わって欧州市場と中国市場がコア・マーケットとなりつつある。このマーケットの変化は工作機械産業の空洞化耐力に少なからず影響を及ぼすと考えられる。

日米通商摩擦から一時輸入規制を実施した米国であるが、米国は本来、品質と価格重

視で、産出国を気にする国柄ではない。米国での生産を義務づけていた 80 年代後半でも、米国のユーザーは品質の高い Made in Japan の工作機械を希望したほどである。一方、欧州は工作機械に限らず、地場ブランドへの愛着が強いマーケットである。世界のトヨタが苦戦しているように、欧州メーカーで代替できるものならば、敢えて輸入品を買わない国柄である。工作機器メーカーの団体が、工作機械メーカーは欧州市場で販売力を増すため、欧州ブランドのアタッチメント類を搭載する傾向にあると懸念を示しているが、これも欧州というマーケットに売り込むことの難しさを現すものである。

さらに、80 年代末～90 年代前半にかけて、欧州の工作機械メーカーは NC 化への遅れなどが影響し、日本勢に押されて衰退した時期があった。しかし、欧州勢は 90 年代後半にかけて復調を遂げ、現在は日本勢の最大のライバルとなっている。この点が、ASML など特筆すべきメーカーが存在するものの、基本的にはそれ以外にめぼしいライバルが欧州市場には存在しない半導体製造装置産業との大きな違いでもある。

一方、中国は米国に代わる新たな市場として急成長を遂げているが、工作機械メーカーにとっての魅力はロットが出ることである。多品種少量生産が基本で、カスタマイズに手が掛かる工作機械では、ある程度までの作り込みは一極集中した方が生産効率も高く品質も安定させやすい。ところが、規格品に近い機械がまとまったロットで出ていく中国市場は、利益率は低くとも今までにはない魅力を備えた市場であり、ロットがまとまる場合は現地生産という選択肢も考えられる。

総括すると、海外市場への拡販が必須である、有望とされる欧州市場には最大の競争相手が存在し、かつ、欧州ブランドを指向するマーケット特性である、新たに登場した中国市場ではロットがはける、といった 3 つの要因により、これまで国内生産基盤としてきた工作機械産業の空洞化耐力が低下する可能性も考えられる。

前述した 5 つの仮説検証に加え、上記 2 つの仮説検証を総括すると、貴本的に工作機械産業は空洞化耐力が低下する方向に向かっていることになる。ただし、現状ではその徴候は認められない。ヒアリング調査でも、海外生産を拡大する意向を示したメーカーは圧倒的に少数派であり、むしろ国内集中生産の効率性を指摘するメーカーの方が多い。したがって、本調査結果から短中期的に空洞化が懸念されるものではないが、工作機械産業の国内立地を必然とする理由が希薄であることを念頭に置いた政策的対応が必要とされる。

4. 製造装置・工作機械産業の空洞化耐力の維持強化の方向性・方策

ここでは、広域関東圏における製造装置・工作機械産業の空洞化耐力の維持強化の方向性と方策についてまとめている。

(1) 製造装置産業

産業対応レベル

ここでは、製造装置産業の空洞化耐力の維持強化のため、産業として対応すべき方向性や方策についてまとめている。

a) 短期

短期的には、空洞化を逆手にとった大手スピアウト組、リストラ組の活用、ミドルリスク・ミドルリターン型ベンチャーの強化、既存の製造装置産業集積力の高度化が必要である。

空洞化を逆手にとった大手スピアウト組、リストラ組の活用

短期的には、空洞化を逆手にとった大手スピアウト組、あるいはリストラ組の関東定着を促す仕組みづくりが急務である。地域として、半導体関連技術をいかに活用するかは、国際競争力の維持強化のために必須であるが、空洞化に耐えるための人材戦略としても重要である。

日本の大手半導体メーカーが低迷を続け、工場の再編、技術の空洞化が加速する中で、リストラによって非自発的に創業する可能性もあるが、現在、注目されているのは大手企業の技術者がスピアウトによって独立起業した半導体関連企業である。各社とも大企業時代に身につけた技術や経営ノウハウを武器にして、ニッチ領域で実力を発揮して成功を収めている。米国半導体業界の流動性には遠く及ばないが、技術者が個として競争力のある技術領域にチャレンジし、成功事例が出ていることは興味深い。

例えば、リアルビジョン、ザインエレクトロニクスに代表される研究開発型の設計ファブレスベンチャーは既に上場し、業界でも足場を固めつつある。リアルビジョン（神奈川県横浜市）は、世界最速といわれる三次元グラフィック LSI 技術とシステムオンボードなど付加価値を高めるビジネスモデルを武器に躍進している。同社は、NEC 出身の杉山氏が 1996 年に設立し、僅か 4 年のスピードで 2000 年 12 月にマザーズ上場を果たした。また、ザインエレクトロニクス（東京都中央区）は、ミックストシグナル LSI に強みを持っており、液晶用ドライバ IC 等で高いシェアを誇っている。同社も東芝出身の飯塚氏が、1992 年に設立し、2001 年に JASDAQ への上場を果たしている。飯塚氏は、2000 年に日本半導体ベンチャー協会（JASVA：通称ジャスバ）を設立、会長に就任し、個人と知識を重視して"技術者の解放"の実現を目指している。同社は、大

手半導体メーカー出身のアナログ設計技術者をスカウトし、半導体物性などノウハウを生かしたビジネスを拡大するなど技術者が大手に滞留せずに循環が生まれる仕組みづくりをしている。

また、こうした設計ファブレスベンチャーに続き、ものづくりに重点を置いたスピアウトベンチャーも急速に力をつけている。ノース（東京都豊島区）は、ビルドアップ配線板用の銅箔付銅バンプであるネオマンハッタンバンプインターコネクション（NMBI）の製造・販売や技術供与、CSP 等向けの半導体パッケージ用インターポーザであるネオマンハッタンテープインターポーザ（NMTI）の開発・製造・販売を主要事業としている。空気中の銅銅接合、ローコスト化実装技術など独自技術とライセンスビジネスを核とした戦略的融合によって他を寄せ付けない競争力を有している。特にものづくりにこだわりをみせており、携帯電話をはじめ小型軽量の実装技術のコア技術をフォローしようとしている。同社もソニー出身の飯島氏が設立し、2002 年 12 月にマザーズ上場を果たしている。

このように半導体分野におけるスピアウトベンチャーのうねりは、半導体分野の設計からものづくり分野まで幅も広がっている。いずれも大手企業出身で業界全体を俯瞰した上で真のニッチ領域を見極めた企業が大手等とうまく差別化を図ることで競争力を維持強化していることがわかる。

ヒアリング調査からも、TAMA 地域では、大手企業から有力な半導体製造装置企業がスピアウトとして設立されていることが明らかになっている。例えば、ある製造装置関連中小企業は、業界企業からのスピアウト組によって設立されており、従来とは異なる発想でゴムホイールを用いた研磨装置を開発し、技術力とアイデアを武器に事業展開を図っていた。

ミドルリスク・ミドルリターン型ベンチャーの展開

半導体製造装置業界では、大手半導体メーカーのスピアウト組が、大手の一事業部門を引き継ぐことで起業と雇用の一体化を図ったセルフエンプロイメントを実現させている。空洞化が進展する中で、短期的には、こうした起業と雇用創出が一体化したミドルリスク・ミドルリターン型ベンチャーとしての起業も必要である。一足飛びにハイリスク型のベンチャーを目指すのではなく、親会社である大手企業との人脈やビジネスの補完関係を保ちながら、着実なビジネスの展開を図ることなどが考えられる。

既存製造装置産業集積力の高度化

広域関東圏内には、露光装置や検査装置などの既存産業集積地がある。しかし、これらの地域は、関連会社などによるクローズ型の分業体制がみられ、当該地域に立地している必然性がみとめられない。今後は、オープン分業化の流れの中で、山梨や TAMA 地域のようなオープン型の分業体制を持つ産業集積地とのネットワーク化を図ることで同集積地の企業群の集積力をさらに高めることが必要である。

b) 中長期

中長期的には、大手スピンアウト組やリストラ組等による産業再構築と真の産学連携、技術＋ビジネスモデル融合による地域トータルソリューション連合の形成、装置メッカの形成、マテリアル産業との連携等によって空洞化耐力を高める必要がある。

大手スピンアウト組等による産業再構築と真の産学連携

半導体分野は技術レベルが高いので、スピンアウトしても成功するのは結果的に大手出身者ということが多い。今後、こうした企業出身者が大学との連携を図ることで企業とのネットワークづくりが容易になり、かけ声だけではない真の産学連携につながる突破口になる可能性が高い。将来的には、ミドルリスク・ミドルリターン型ベンチャーの創出によって空洞化の速度を緩めた上で、産学官連携を強化し、ハイリスク・ハイリターン型ベンチャーへの移行や新産業創出を目指すことが可能となる。大手企業としても、第二創業やスピンアウトとして事業を育成し、一定レベルまで成長した段階で再び買いあげるといった戦略も求められる。

技術＋ビジネスモデル融合による地域トータルソリューション連合の形成

製造装置産業においては、高い技術力とビジネスモデルの融合が求められている。広域関東圏には、半導体関連のウエット、ドライ系技術が蓄積しているので技術融合によるトータルソリューションの展開が可能である。これに加え、新装置だけでなく、中古装置ビジネス等を組み込んだビジネスモデルの融合によるトータルソリューションの可能性もある。中古装置ビジネスについては、装置の扱いだけでなく、製造プロセスを立ち上げるノウハウが必要となっているので、大手リストラ組のプロセスエンジニア等を契約によって利活用するオプションもある。このように技術に加え、中古装置と新装置、プロセスの3つが一体になれば、トータルソリューション連合形成などのビジネスモデルの高度な融合によって、地域として半導体・FPD 業界のニーズに対応することが可能となる（図表 VI-4）。

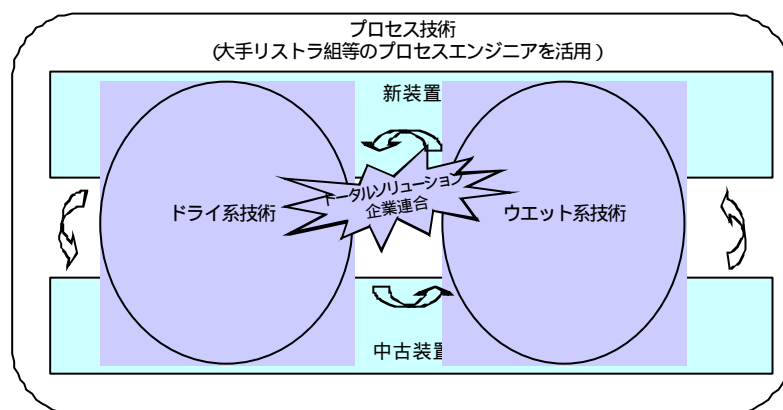
前工程製造装置産業メッカの形成

広域関東圏には、TAMA、山梨地域等に製造装置産業の集積がある。TAMA 地域・山梨地域は、オープン型の分業体制がみられ、北関東には、大手半導体製造装置メーカーの関連企業を中心にしたクローズ型の分業体制がみられる。今後、TAMA、山梨地域は、既存の製造装置産業集積力の高度化を図りながら、前工程製造装置関連の技術・企業集積に厚みを生かし、その供給基地となる「装置産業メッカ」の形成を目指すことが求められる（図表 VI-5）。

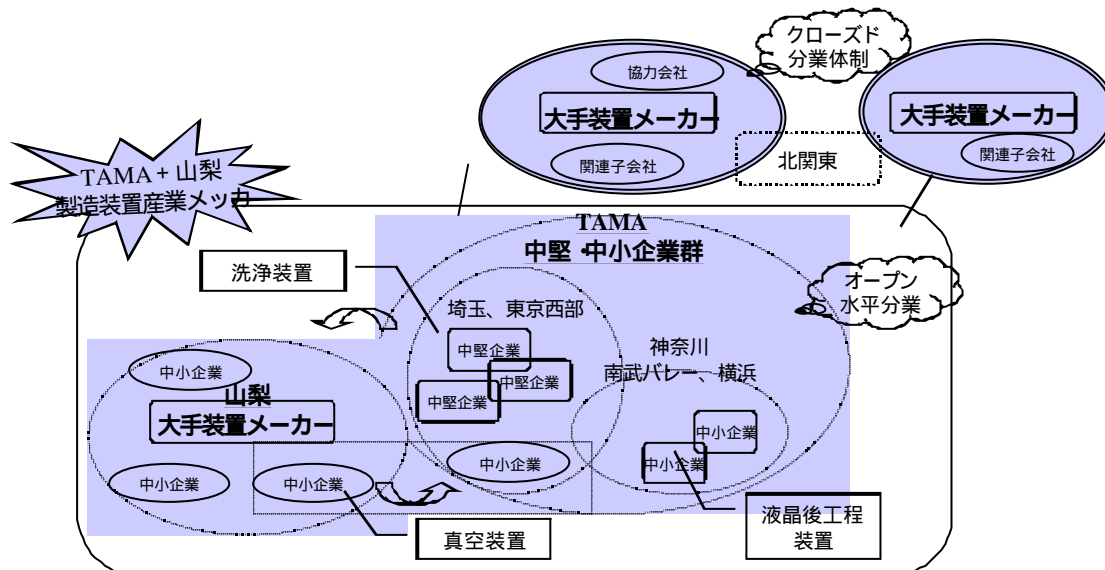
マテリアルソリューション機能の付加

製造装置を表面処理技術などマテリアル技術をもとに改善する試みがあり、材料産業との連携が不可欠になる。材料のみならず加工までを行い提案型ソリューションを加えて付加価値を高めるマテリアルソリューションの動きも顕著になっており、マテリアル産業側のアプローチも重要になっている。今後、こうした製造装置技術+マテリアル技術（コーティング技術等）の融合による課題解決、ブレイクスルーが必要となる。マテリアル技術は、東北、名古屋地域が強く、広域関東圏としての展開は厳しい状況にあるが、広域関東圏の産業集積に補完すべき機能である。

図表 VI-4 技術+ビジネスモデルの融合による地域トータルソリューション



図表 VI-5 広域関東圏における製造装置産業メッカの形成



行政対応レベル

スピニアウト組の支援、ベンチャー創業支援など地域の受け皿機能の強化

スピニアウト、スピノフは様々な意味で捉えられるが、「ヒトが企業から出て独立・起業する」という点が最低限の条件である。財団法人機械振興協会経済研究所の調査では、スピニアウトベンチャーを漸次独立型と完全独立型に分類し、前者を分析対象としてその現況や企業が直面する課題等について分析している。⁶大手企業から完全独立ベンチャーに対する支援は通常のベンチャーと同様の方式が考えられるが、IDM など大手企業の一部機能を受け継ぎ、発展していく形態について各ステージにおける課題を把握した上で、それぞれに応じた施策を検討する必要がある。

こうした中で、広域関東圏としてスピニアウト組の支援やベンチャー企業の創業支援などを行う地域の受け皿的機能の強化が必要である。ヒアリング調査からも製造装置関連の中小企業は、検証や試作ができる共同設備を求めていることが明らかになっている。

今後は、行政区分を超え、企業集積状況に合わせた共同利用設備のハードに加え、経営相談などソフト支援サービスの充実が必要である。ここで拠点施設整備のカギを握るのが、ソフト支援サービスを担う人材である。例えば、インキュベータにおいては、インキュベーションマネジャー（IM）と称されている。施設整備にあたっては、スピニアウトやベンチャー企業に対し適切な助言や仲介などをするスペシャリストの育成が必要である。ある調査結果によると、1インキュベータあたりのIMは米国の2.8人に対し、我が国では0.7人であり、2010年に現在の2倍となる2人の配置を目指している。なお、マネジャー育成には時間がかかるため、「発掘」も必要である。やる気があり、コミュニティでの認知などを報酬として感じられる人材を発掘し、ネックとなる費用面での課題解決の糸口を探ることが必要である。

フロントランナーの創出による分業ネットワークモデルの提示

今後は、地域の底上げではなく、地域中小製造業を技術的に牽引するフロントランナーの創出による装置産業の分業ネットワークが必要である。広域関東圏の製造装置産業は、地域のフロントランナーとなる可能性があり、「少数精鋭の中堅中小フロントランナー集団の形成（技術・アイデア勝負）」と「大手製造装置メーカーによるトータルソリューション連合（体力勝負）」の融合による分業ネットワーク形成の支援策を進めることができる（図表 VI-6）。具体的には、サイエンスドリブン型の製造装置産業に見合った助成や製造装置産業を含む生産財産業に特化したコンソーシアムを含む大型産学連携プロジェクトの立ち上げなど、重点的助成と少数精鋭ネットワークの形成等の施策を打ち出すこと等が考えられる。

⁶ 財団法人 機械振興協会経済研究所「半導体産業における新たな土俵づくり - 競創プラットフォーム、スピニアウトの創出とWinWin関係構築 - 」平成14年5月

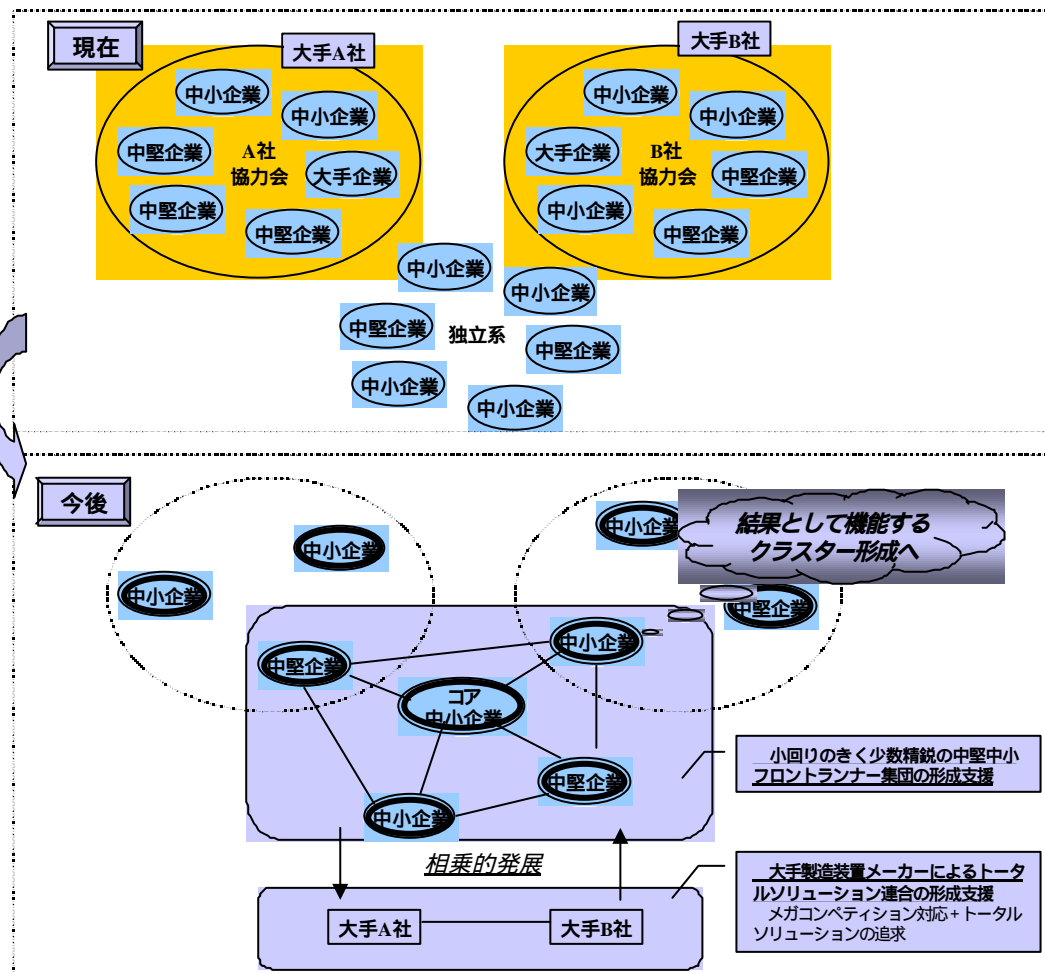
こうした少数精鋭集団は、自らの意思で道を切り開いていける。これに対し、技術力等は高いが、精鋭集団の仲間入りができない予備軍がいる。平均的な底上げではなく、先鋭化の手法として、予備軍の見極めと発掘、重点的な支援を進めることも必要となる。

生産財産業におけるコーディネータ、プロデューサ企業や人材発掘

広域関東圏の製造装置産業を強化するには、コーディネータ、プロデューサ企業や人材の育成が不可欠になる。生産財産業に特化したコーディネータとしては、半導体業界の技術+ビジネスモデルの理解も深く、地域のカオになる人材や企業が求められる。これらは育成している時間はないので発掘が基本になる。

図表 VI-6 企業ネットワークの形成支援イメージ

(製造装置産業のフロントランナー集団形成に向けて)



(2) 工作機械産業

産業対応レベル

ここでは、工作機械産業の空洞化耐力の維持強化のため、産業として対応すべき方向性や方策についてまとめている。顧客との相互イノベーションを重視する工作機械産業においては、顧客ニーズの吸い上げや最先端テクノロジーにかかわるイノベーションが国内において常に展開される事業環境を維持することが最大の課題となる。

a) 短期

ネットワークと海外サービス拠点を活用した顧客ニーズの吸い上げ

自動車産業よりはるかにロットが少なく、多品種少量生産が基本の工作機械産業では、生産効率と安定した品質を維持する観点から国内で集中生産する傾向にあり、クローズドな分業構造、立地必然性の希薄さといった特徴はあっても、現状での空洞化耐力は高い。しかし、競争力の源泉である技術革新は顧客との相互イノベーションから生まれており、顧客企業の海外展開を放置しては、業界としてのイノベーションが低迷する恐れがある。

そこで、海外に進出したユーザーからリアルタイムにニーズを把握する仕組みが必要であり、その決め手となるのがネットワークと海外サービス拠点の活用である。既に、大手工作機械メーカーは工作機械のIT化を通して、ネットワークによる遠隔操作で顧客の工場診断を行ったり、顧客に納めた工作機械のネットワーク機能を活用し、顧客工場の稼働状態を把握することも可能となっている。工作機械のネットワーク機能を活用することで海外展開する顧客ニーズを常時把握し、新たな製品開発へフィードバックしていく体制が構築できれば、協力企業や基幹部品の周辺産業が充実している国内での生産体制を維持することが可能と考えられる。

b) 中長期

広域関東圏の技術集積を生かした新規事業領域の開拓とイノベーションの活性化 - マイクロマシン、ナノテク技術を生かした新事業への参入 -

広域関東圏には超精密や極小化といった技術を得意とし、マイクロマシンやナノテクレベルを目指す工作機械メーカーが存在する。こうした企業に共通するのは、ITや医療、あるいは福祉機器といった新たな事業領域をターゲットとしている点である。新領域を目指す中小企業はマーケットの未成熟さ、開発資金の不足、特許取得にかかる費用やコストなど、数多くの問題に直面しているが、巨大市場を擁する広域関東圏ならではのビジネスチャンスといえるだろう。

関東圏に集積するこれらの多様な業種、多様な技術を持つ企業の存在は、工作機械産業にとって新事業領域を開拓するパートナーとして、かつ、新規顧客としてのポテンシャルとなる。マーケットのボリューム的には、自動車や電気に代わる顧客層の代替にはならないが、超精密・極小化といった領域に挑む企業とのコラボレーションは、工作機械産業のイノベーションを活性化させる起爆剤となる可能性が高い。

行政対応レベル

国内製造業の空洞化防止対策 - 投資促進税制の実行

工作機械産業の空洞化耐力を高める最も有効な方策は、顧客である製造業の空洞化を防止することである。我が国は20年連続して切削型工作機械の生産額では世界第1位の座を維持しているが、工作機械消費額は92年に世界一の座を降り、2001年時点では中国に次いで世界第5位にまで低下してしまっている。日本では古い設備の廃棄が進まず最先端の設備が導入されない状況にある。そのため、生産性が低下して製造業の競争力低下を招き、結果として国内製造業の空洞化を招くという悪循環に陥っている。一方、最大のライバルであるドイツは2001年には米国を僅差で抜いて世界最大の消費国となっている。

諸外国の現状をみると、米国は加速度償却制度を導入、イタリアではトレモンティ法や新トレモンティ法の施行、ドイツでは機械の法定耐用年数を見直すなどの投資促進策がとられている。日本においても思い切った投資促進税制を導入し、製造業の活性化と競争力強化を促すことが必要であり、需要喚起を図ることで工作機械産業の活性化、ひいては顧客との相互イノベーションの活発化が期待できる。

空洞化耐力を高めるためにも、また、工作機械産業のみならず、日本のものづくり産業の競争力強化を図るために、投資促進税制の導入は早急に検討されるべきである。

5. 総括表

1. 製造装置、工作機械産業の国際競争力と空洞化耐力の分析総括		2. 製造装置、工作機械産業の今後の方向性と方策				
		産業対応レベル		行政対応レベル		
(1) 国際競争力の現状と課題		(1) 国際競争力の維持強化の方向性 方策提示				
<p>【製造装置】 技術開発：企業連携、産学連携によるイノベーションに積極的、知財戦略、モジュール化対応も重視 ビジネスモデル：最適な分業モデル、付加価値サービスビジネスの展開、取引慣行に課題 人材：研究開発技術者を重視、即戦力、ソフトウェア技術者など人材不足</p> <p>【工作機械】 技術開発：企業連携＝ユーザーとの相互イノベーションを重視。産学連携にはやや消極的。知財戦略対応にやや消極的。 ビジネスモデル：クローズドな分業、アフターサービス・ソリューションビジネスへの対応 人材：生産技能者を重視、業界として優秀な人材確保が急務</p>	<p>【製造装置】 技術開発：企業連携、産学連携によるイノベーションに積極的、知財戦略、モジュール化対応も重視 ビジネスモデル：最適な分業モデル、付加価値サービスビジネスの展開、取引慣行に課題 人材：研究開発技術者を重視、即戦力、ソフトウェア技術者など人材不足</p> <p>【工作機械】 技術開発：企業連携＝ユーザーとの相互イノベーションを重視。産学連携にはやや消極的。知財戦略対応にやや消極的。 ビジネスモデル：クローズドな分業、アフターサービス・ソリューションビジネスへの対応 人材：生産技能者を重視、業界として優秀な人材確保が急務</p>	短期	製造装置	工作機械		
		技術開発戦略	大量から多品種少量まで対応するデュアルモード装置技術開発、生産性を重視した装置の設計 製造技術開発、産学連携を核としたサイエンスドリブン産業化と知財戦略によるスパイラルアップ	ハイエンド市場対策としての高精度・高速化・複合化への対応	<技術開発戦略> 知財処理簡素化・迅速化と無形資産担保化サポート、投資促進税制の導入、技術流出防止への対応	
		ビジネスモデル戦略	付加価値サービスビジネスの強化、アジアとの戦略的分業とマーケット開拓	アフターサービス、ソリューションビジネスの強化、同業他社等とのアライアンスによる海外市場開拓	<ビジネスモデル戦略> ビジネスモデル研究、評価機能の充実、ネットワーク環境下における標準化への対応	
		人材戦略	研究開発技術者の充実・強化	熟練技能の継承・技能のデータベース化	<人材戦略> 技術経営スペシャリストの育成・発掘、人材サポートに向けた技能、ノウハウの形式知化、産学官の人材交流ネットワークの形成、デジタル・マイスタープロジェクトの推進	
		中長期	技術開発戦略	競争条件を変える非連続的な技術開発、ナノテクノロジー融合領域の技術開発	産学連携によるナノテク加工領域への対応、ネットワークへの対応	
		ビジネスモデル戦略	半導体業界のビジネスモデル構造変化への対応、アプリケーションの横展開、取引慣行の是正	ナノテク加工領域における医療など新規事業領域の開拓、自前主義からの脱却		
人材戦略	研究開発技術者と技能者の融合によるデジタルエンジニアリング化	エキスパートエンジニアの育成・確保				
(2) 空洞化耐力の現状と課題	<p>生産財事業の生産分業体制（アンケート） 出荷額：国内横ばい、海外増加傾向 設備投資額：国内減少横ばい、海外増加志向 海外生産比率：今後増加傾向</p> <p>空洞化耐力の考察結果</p> <p>【製造装置】 分業体制：水平分業化の中、最適な分業体制が確立され空洞化耐力を強化 技術蓄積：技術蓄積よりも技術＋ビジネスモデルの融合度が空洞化耐力を規定 技術トレンド（モジュール化への対応）：技術移転が懸念され空洞化耐低下の可能性大 産業の相互浸透度：相互浸透は高く空洞化耐力も高いが、今後は不透明感 商社サービス機能：商社・サービス機能が空洞化耐力を強化</p> <p>【工作機械】 分業体制：系列取引を中心とする垂直分業・内製化は空洞化耐力低下の可能性も 技術蓄積：超精密、極小化、IT・医療等の国内高付加価値市場への照準は空洞化耐力を高める可能性 技術トレンド：ネットワーク化への対応は空洞化耐力低下の可能性も 産業の相互浸透度：顧客の海外進出は空洞化耐力を低下させる 商社サービス機能：商社サービス機能が空洞化耐力を高める要因とはならず</p>	(2) 空洞化耐力の維持強化の方向性 方策提示	製造装置	工作機械		
短期	空洞化を逆手にとった大手スピナウト組、リストラ組の辞職、ミドルリスク・ミドルリターン型ベンチャーの展開、既存製造装置産業集積力の高度化	ネットワークと海外サービス拠点を活用した顧客ニーズの吸い上げ	<ビジネスモデル戦略> スピナウト組の支援、ベンチャー創業支援など地域の受け皿機能の強化、フロントランナーの創出による分業ネットワークモデルの提示、投資促進税制の実行			
中長期	大手スピナウト組等による産業再構築と真の産学連携、技術＋ビジネスモデル融合による地域トータルソリューション連合の形成、前工程製造装置産業メッカの形成、マテリアルソリューション機能の付加	広域関東圏の技術集積を生かした新規事業領域の開拓とイノベーションの活性化・マイクロマシン、ナノテク技術を生かしたIT・医療等の新事業への参入	<人材戦略> 生産財産業におけるコーディネータ、プロデューサ企業や人材発掘			

海外展開が進む中での地域中小製造業の競争力に関する調査
製造装置・工作機械産業の国際競争力と空洞化耐力の検討から -
調査報告書 簡易版

平成 15 年3月

財団法人 広域関東圏産業活性化センター
〒105-0013 東京都港区浜松町 2-7-17 イーグル浜松町ビル 8F
TEL 03-3578-7031 (代表)
ホームページ <http://www.giac.or.jp/>
無許可の転載 掲載を禁じます



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。