企業環境研究年報
No.13, Dec . 2008

首都圏における計測機器メーカーの特質

永島　昂
（中央大学大学院）

はじめに

企業の研究開発活動は，いまや企業の利潤追求にとって欠かすことのできない活動となっている。それは1980年代を通じて，とりわけ大企業において活発化したが，中小企業においても重要な位置を占めようになった。

日本において中小企業の研究開発を強調する議論には清成忠男の展開したベンチャー・ビジネス論あるいは都市型産業論があるが，そこでは研究開発型企業とは都市の経済的機能や都市に集中する情報を積極的に活用する「都市型産業」だとされている。こうして提起された新たな中小企業像は，従来日本の中小企業の典型とされてきた下請中小企業ではなく，研究開発を軸に自立的に経営を展開する中小企業である[1)]。

しかし，これまでの研究では研究開発型企業の研究開発，生産方式，取引関係などの特質は抽象的に語られる傾向が強かった。研究開発型企業を評価するためにも，またその特質を解明するためにも，研究開発型企業を具体的に研究する必要があるだろう[2)]。研究開発型企業は業種や産業では括れないといわれているが，本稿ではその制限性を認識しつつも，研究開発に軸を置く産業として計測機器産業を対象にする。

計測機器産業は首都圏を中心に集中立地している。その計測機器産業が生産する計測機器は，企業の生産過程や研究開発活動において使用される技術であり，近代産業において重要な役割を果たしてきた。そこで本稿では，近代産業における計測技術の重要性を指摘した上で，生産方式，取引関係，研究開発，創業過程からみた計測機器メーカーの特質を明らかにしたい。そしてそれら特質と立地地域との関連性を考察したい。

1　計測技術の重要性

計測（measurement instrument）とは何であろうか。計量法においては「計量」を「物象の状態の量を計ること」と定義し，日本工業規格では「計測」を「特定の目的を持って，事物を量的にとらえるための手法・手段を考究し，実施し，その結果を用い所期の目的を達成させること」と定義している[3)]。ひとまず，こうした定義から計測機器（計量計測機器・分析機器・試験機）を物象の状態の量を量（測）り，所期の目的を達成するための機器と捉えることができる[4)]。計測する対象は多様に存在し，計測対象によって計測原理が異なるため，極めて多様な種類の計測機器があるが，ここでは近代産業の生産過程と研究開発活動において重要な役割を担う計測機器について取り上げ，その重要性を指摘したい。

（1）標準化と計装化

計測機器は，企業の生産過程に使用される労働手段の一種，すなわち技術である[5)]。技術の発達を労働の機械化という視点から見れば，計測技術は制御的労働のうち情報を獲得する労働を機械化したものといえる[6)]。それゆえ，計測技術の発達は生産過程において人間が労働手段

や労働対象から獲得する情報の量，精度を高める[7]。計測技術のこのような機能の発達は近代産業に以下のような重要な影響を与えた。

第１に，計測技術は加工組立型産業における部品加工の標準化に欠かすことのできない技術であり，それは20世紀初頭のアメリカ自動車産業において成立した大量生産方式の技術的基礎である。大量生産以前の部品加工の精度は低く，部品に互換性がなかったため，機械組立には熟練工による合わせ作業が必要であった[8]。大量生産を可能にするためには，すべての部品に互換性を持たせねばならず，すべての部品が定められた一定の誤差範囲内へ収まるように，精密に作らねばならない。このためには，精密加工が可能な工作機械と精密な計測機器が必要となる。計測機器について具体的に言えば，合わせ作業をなくすためには100分の１ミリメートルを正確に計る計測機器が必要であり，物差し，カリパス，ノギスでは不十分であったが，19世紀半ばにマイクロメーターが開発され，これを可能とした[9]。さらに，作られた部品が所定寸法に対して許容される誤差の範囲内に入っているかを測る限界ゲージも開発され，これら計測機器は19世紀半ばのアメリカ機械産業で広く普及した。しかし，個別の工場が精密な計測機器を保有するだけでは工場間の互換性が保てないため，1855年にアメリカ度量衡局が標準原器を作成し，一国レベルの計量標準が制定される。そして，標準原器と精密な計測機器の両者を繋ぐゲージブロック[10]が19世紀末期に開発された[11]。このように精密な計測機器が部品の互換性生産の実現の条件だったのであり，それは後にみる自動車産業における大量生産方式の技術的基礎となるのである[12]。

第２は，化学産業のプロセス・オートメーションにおける計装化を指摘したい。化学産業では，バッチ・プロセスでも，反応容器には，いくつかの計測機器が必要であるが，これが連続システムにかわるとさらに多くの計測機器が必要となる。連続システムにおいて各プラントは連結され，原料や半製品はパイプの中を流れるが，このパイプ内の流量を知るには，パイプのところどころに流量計を取り付ける必要がある。またパイプ内を流れている間に温度が変わったりするので，この温度も知る必要がある。あるいはまた，パイプ内，密閉容器内の圧力も測らなければならない。

このように，液位，流量，温度，圧力など非常に多くの量を常時測定することが必要であり，非常に多くの計測機器を設置することになる。そしてこれらの計測機器を観測することにより，反応の適不適を判断する。さらに，もしも所定の値をはずれた場合には，バルブを調節したり，加熱の程度を加減して適当な値になるようにする。最初はこの調節は人間が行っていたのだが，計測機器類の発達によって精度のいい調節計ができ，計測機器によっていろいろな量を測定すると同時に，もしも定まった値をはずれたときには調節計がはたらき，自動的に所定の値に戻るように調節ができるようになる。このような計測機器，調速機の増加は，それらの計測機器類が化学工場内に，ばらばらに備え付けられていては観測にきわめて不便であるため，これらの計測機器類，調節機類は，１ヵ所に集められる。このように生産工程に必要な計測機器類および調節機類を１ヵ所にまとめて装備することをインストルメンテーションといい，日本語では「計装化」といわれている。

こうして，必要な計測機器を１ヵ所に集め，測定を行い，調節は手で行っていたが，測定技術と計測機器の進歩により，調節計は計測機器の指令によって動かされるようになった。すなわち，工程の自動化（プロセス・オートメーション）が可能になり，自動管理が始まった。全工場の様子を統一的に制御する必要があるので，各プロセスにあった計測機器類は１ヵ所に集められ，いわゆる中央集中管理室が設けられるようになった[13]。

それ以前は，計測部，情報伝達部，表示部，記録部，制御機器はそれぞれ独立して整備され

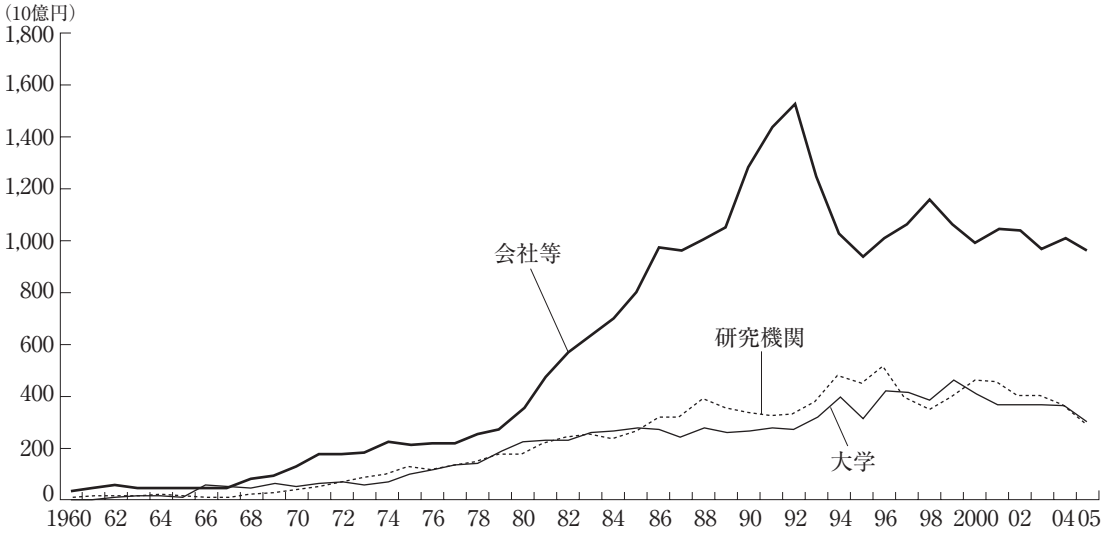
ていた。計装化が進むにつれてそれら個々の機器は，電子通信システムと電子計算機が導入されることによって連結され，複合機器としての計測制御機器へと発達している[14]。とはいえ，生産工程の自動化は，計測量のフィードバックを自動的にしたものにほかならず，その精度はピックアップ部である計測部分の精度にたよっている[15]。日本においては1960年代後半に工業計器にたいする需要が急速に伸びた。それは以上のような計装化が巨大コンビナート基地を形成する鉄鋼，石油精製，石油化学，その他化学，電力等の多くの装置産業において導入され，生産工程のオートメーション化が進展したことよるものである[16]。

(2)研究開発と計測機器

シデンハム（Sydenham）は「計測機器は情報を知識へと転換するためのツールと見なすことができる。すなわち，それらは情報転換と情報の取得を行う機器である」[17]と規定し，「知識は科学的な探求の結果である。その探求は計測機器の製造能力に強く頼っている」[18]という。科学の発展において計測機器の発達が重要な役割を担っているとシデンハムは指摘しており，それは，より正確に測定するという科学者の能力は計測機器の正確さに頼っているからである。それゆえ，科学進歩の歴史は科学者の使う計測機器を含む科学機器の進歩の歴史に沿う[19]。科学と計測との間にはこのような関係が見られるのであるが，現代における科学的活動の場は大学や国公立の研究所での活動のみならず，企業の生産活動と密接に関わる研究開発活動が社会的な広がりをみせており，その研究開発活動の中でも計測機器が重要な役割を果たしている。

日本企業における研究開発活動の広がりについてみると，1960年代と1980年代に大企業の研究所の設置ブームが生じ，研究開発部門が急速に整備されていった。1960年代の第1次ブームは，当時の通産省（現経産省）が大企業を中心に研究所の設置を呼びかけた結果生じたもので[20]，第2次ブームはとくに大企業の新製品開発をめぐる企業間競争の激化を背景として生じた。そのため，第2次ブームは基礎研究所の設置を特徴とし，研究開発の内容は新製品開発および既

図1　研究主体別の有形固定資産購入費の推移



（注1）　研究費は3月31日又は直近の決算日からさかのぼる1か年間の数値。
（注2）　有形固定資産購入額とは，研究に必要なすべての有形固定資産の購入，建造，据付けに要した費用の総額をいう。
（出所）　総務省統計局ホームページ，http://www.stat.go.jp/，「日本の長期統計系列」，「17-3 研究主体，費目別内部使用研究費（昭和35年～平成17年）」，2008年10月31日アクセス，より作成。

存製品の改良を重視したものであった。図１のとおり，1980年代から「会社等」の研究開発目的の設備投資が急激に増加している[21]。

大企業における研究開発活動が活発に展開されてきた要因として新製品の開発競争の激化が挙げられるが，競争が激化しているのは次のことによる。大企業が高い利潤率を得るためには，とくにそれが市場の独占によって高い水準に維持できないときは，次々と新製品を開発することが必要である。それは製品のライフサイクルのあり方に起因している。すなわち，製品の開発期には研究開発の費用のみが支出されるが，新製品の開発が終了し，その製品が市場にでて受け入れられれば，やがて売上が成長し，大量生産に移行して利益が急速に伸びる。しかし，後に後発の競争相手や類似商品が出現して，製品価格が低下し，製品の陳腐化が生じるなど，利益は減少しはじめる。このため旧製品をうち切り，新製品に乗り移らなければ高い利益を維持することはできない。製品の寿命の短期化とは反対に，開発の期間は長期化する傾向にあり，その結果，企業は製品開発を持続的に推進するために研究開発活動を恒常的に維持しなければならなくなっている[22]。こうして大企業において研究開発活動を活発化せざるを得ない状況が生まれており，研究開発活動が企業の利潤追求にとって必要な条件となっていると言えるだろう。

利潤追求を目的とした企業の研究開発活動は知識を形成する活動であるから，それは科学的活動という性格をもつ[23]。そうである限り，計測機器をはじめとする科学機器はその活動には必要不可欠である。そのため，計測機器は研究開発活動の物的な基礎である。1980年代末に通産省計量行政室が『21世紀に向けての計量計測産業の課題と展望』のなかで，計測機器産業を「研究開発支援基盤産業」として位置づけ，計測機器産業における技術開発の推進が必要だと主張している[24]のは，このためであろう。

2　首都圏の計測機器産業

ここでは日本の計測機器産業の概観を経済産業省の「工業統計調査」から見ることにする。表１は計測機器産業[25]の従業員規模別の事業所数，製造品出荷額等（2006年）を示した表である。まず，計測機器産業全体についてみると，製造品出荷額等は約２兆5,000億円で，事業所数は2,428カ所である。２大業種に分けてみれば，計量器・測定器・分析機器・試験機製造業の事業所数は全体の60.8%（1,477事業所）を占め，製造品出荷額等は58.4%（１兆4,738億円）を占める。そして，電気計測器製造業の事業所は全体の36.9%（895事業所）を占め，製造品出荷額等は39.6%（１兆６億円）を占める。

従業員規模別に見ると，電気計測器製造業では60%の事業所が４人から19人規模であり，計量器・測定器・分析機器・試験機製造業でも67%の事業所が４人から19人規模の小規模事業所である。製造品出荷額等を従業員規模別に見ると，計量器・測定器・分析機器・試験機製造業の事業所の最も多い４人から９人規模事業所の製造品出荷額はわずかに全体の３%（44億円）である。製造品出荷額等が集中しているのは大規模事業所の方で，200人以上の規模の事業所が全体の54%を占める。電気計測器製造業の方は500人から999人規模と1,000人以上規模の事業所数が少ないため表示されていないが，同様の傾向が見られる。

表２は事業所数，従業員数，製造品出荷額等の上位５位の都道府県を示した表である。まず，計測機器産業の立地状況を事業所数の稠密度の上位都道府県をみると，第１位が東京都に526事業所あり，それは全事業所の21.7%を占める。次いで，神奈川県が250事業所（全国比10.3%，以下同様），埼玉県が203事業所（8.4%），大阪府が182事業所（7.5%），長野県が125事業所（5.1%）の順である。従業員数でみた上位５位の都道府県は，第１位は東京都で12,991人（13.9%），次い

表１　計測機器産業の従業員規模別事業所数，製造品出荷額等（2006年）

	電気計測器製造業				計量器･測定器･分析機器･試験機製造業				測量機械器具製造業			
	事業所数		製造品出荷額等（百万円）		事業所数		製造品出荷額等（百万円）		事業所数		製造品出荷額等（百万円）	
計	895	100%	1,000,693	100%	1,477	100%	1,473,807	100%	56	100%	50,872	100%
4～ 9人	347	39%	22,360	2%	660	45%	44,797	3%	23	41%	1,402	3%
10～19人	187	21%	39,500	4%	325	22%	63,614	4%	13	23%	1,586	3%
20～29人	119	13%	52,957	5%	178	12%	76,142	5%	9	16%	1,896	4%
30～49人	64	7%	51,862	5%	99	7%	63,890	4%	3	5%	×	×
50～99人	89	10%	128,107	13%	120	8%	215,699	15%	3	5%	6,110	12%
100～199人	48	5%	166,643	17%	51	3%	219,087	15%	1	2%	×	×
200～299人	19	2%	149,006	15%	16	1%	116,755	8%	4	7%	33,251	65%
300～499人	14	2%	180,340	18%	15	1%	204,825	14%				
500～999人	6	1%	×	×	10	1%	243,458	17%				
1000人以上	2	0%	×	×	3	0%	225,542	15%				

（出所）　経済産業省ホームページ，http://www.meti.go.jp/，工業統計調査（産業編），2008年10月31日アクセス，より作成。

表２　計測機器産業の事業所数・従業員数・製造品出荷額等の都道府県別上位５位（2006年）

	1	2	3	4	5	全国計
事業所数	東京都	神奈川県	埼玉県	大阪府	長野県	
	526	250	203	182	125	2428
	21.7%	10.3%	8.4%	7.5%	5.1%	100.0%
従業者数（人）	東京都	神奈川県	埼玉県	京都府	静岡県	
	12,991	11,150	6,765	6,683	5,398	93,746
	13.9%	11.9%	7.2%	7.1%	5.8%	100.0%
製造品出荷額等（百万円）	神奈川県	東京都	京都府	埼玉県	静岡県	
	306,694	269,631	262,559	203,387	141,691	2,525,372
	12.1%	10.7%	10.4%	8.1%	5.6%	100.0%

（出所）　経済産業省ホームページ，http://www.meti.go.jp/，工業統計調査（産業編），2008年10月31日アクセス，より作成。

で神奈川県11,150人（11.9%），埼玉県6,765人（7.2%），京都府6,683人（7.1%），静岡県5,398人（5.8%）の順である。製造品出荷額等の上位都道府県を第一位からみると，神奈川県が3,066億円（12.1%），東京都が2,696億円（10.7%），京都府が2,625億円（10.4%），埼玉県が2,033億円（8.1%），静岡県が1,416億円（5.6%）という順になる。

いずれの指標においても首都圏である東京都，神奈川県，埼玉県が上位都道府県に位置し，計測機器産業が首都圏を中心に集中していることがわかる。首都圏以外の場合だと，大阪府と長野県は事業所数が多く，京都府は従業員数と製造品出荷額等の順位が高くなっている。

以上のように計測機器産業は首都圏に集中立地し，その多くが中小企業によって構成される産業であることがわかった。次節では，首都圏に立地する計測機器メーカーの特質を明らかにしたい。

3　計測機器メーカーの特質
－「都市型中小企業」調査から－

(1)「都市型中小企業」調査の概要

2007年10月から2008年9月にかけて企業環境研究センターではプロジェクトを組み「都市型中小企業」調査が行われた。調査プロジェクトのメンバーは首都圏に立地する中小企業41社に対し聞き取り調査を行った。質問項目は主として企業概要(企業沿革，営業内容，シェアなど)，競合関係，製造工程，従業員構成，採用方法，取引関係などである。調査先企業の代表者あるいはそれに準ずる立場の人に対して，それぞれ2時間弱かけて聞き取りを行った。

これら調査先のうち8社は計測機器メーカーであった。それら8社は従業員規模が10人以下から90人以上であり，東京都に立地する企業が5社，神奈川県が2社，埼玉県が1社である[26]。本節では，8社の調査事例を中心に生産方式，取引関係，研究開発，起業過程からみた計測機器メーカーの特質を明らかにし，それらの特質と立地地域との関連性について考察する。

(2)生産方式からみた計測機器メーカー

計測機器メーカーの製造現場は，概してつぎのような様相である。金属加工業の製造現場で見られるような種々の工作機械等はほとんど存在せず，また計測機器を組み立てるラインなどもなく，計測機器を一品ごとに組み立てる作業場があり，その周囲の棚にはケース，フレーム，電子基盤，配線などの部品が並べられてある。その作業場では，一人あるいは数人のチームで組立作業が行われている。機械の作動音などはほとんど無く，金属加工業の製造現場と比べると騒音が少ない。そして，製造現場と同様あるいはそれ以上の面積が研究開発・製品設計のための場所に使われている。研究開発・設計の技術者たちは机上で黙々と作業をしているか，試験機や実験器具などを用いて研究開発を行っている。

一般に計測機器の製造工程は開発・設計→試作→部品・材料の調達→加工・組立→調整→梱包→出荷という順に進み，計測機器メーカーが担う工程は主に研究開発工程，設計工程，組立工程及び検査工程である[27]。種々の部品製造は外注する場合がほとんどである。

このような製造現場の様相は計測機器の市場特性と密接な関係がある。調査先企業の製品は自動車部品(エンジン・ギア・シャシーなど)の試験装置，回転速度・流量・周波数の電子計測器，磁力を用いた試験検査装置と計測機器，接触角・表面張力・摩擦に関する界面科学測定器[28]，電子機器の誤作動を試験する静電気試験機，バネ試験機，メッキ用膜厚計である(表5参照)。これら計測機器は大きく2つに分類できる。

1つは不特定多数の産業に需要される製品(磁力試験装置・計測器，界面科学測定器，静電気試験機)である。例えば，磁力試験装置メーカーは建設，化学，鉄鋼，非鉄金属，電気機器，輸送用機械，精密機械，産業機械，通信，運輸，電力，ガスなどの産業の大手企業約340社，公官庁の研究機関，大学や専門学校，そして海外34カ国のメーカーに納入した実績を持つ(D社「納入実績」2007年3月1日現在)。これら計測機器メーカーは多くの業界に対して計測機器を供給しており，そのユーザーはそれら業界大手の大企業である場合がほとんどである。それら計測機器は大企業の研究開発と製品の試験・検査等で使われている。計測機器メーカーの立場からみれば，不特定多数の産業に需要されるため個別産業あるいは個別企業への発注の依存度合いは低くなる。

もう1つは，需要産業が特定される製品(回転解析速度計，バネ試験機，メッキ用膜厚計)である。主として自動車産業，とりわけ完成車メーカーに納入しているのは回転解析速度計のメーカーであり，これは自動車エンジンの研究開発に用いられている。バネ試験機とメッキ用膜厚計の主たるユーザーはそれぞれバネメーカーと

メッキ業者であり，主として品質管理を目的として使用される。これら計測機器メーカーの場合は個別企業への依存度合いは低いが，個別産業への依存度合いは高くなる。

前者の計測機器が個別産業を超えた市場の広がりを持つのは，計測対象が幅広く，計測用途が多様なためである。その意味で汎用性の高い計測機器と言える。後者の計測機器はバネやメッキなどと計測対象が限定されているため，その市場の広がりも特定の産業にとどまるか，特定産業を中心に限定的に広がるのみである。計測対象が限定的であるという意味で専用性の高い計測機器である[29]。

１で述べたとおり，計測機器は労働手段の一種である。一般に生産財に対する個別企業の需要量は消費財と比較すれば小さい。そのため，計測機器の市場を総体としてみれば，小口の需要が分散して存在する市場となる。さらに，個別企業ごとに計測機器の仕様が異なるので，基本的な使用価値は変わらないが，ユーザーの注文に応じて製造しなければならない。例えば，長さ計についていえば，マイクロメーター，ノギス，ダイヤルゲージなどの大量生産が可能な製品を除けば，ゲージ類や形状測定器などの長さ計は，機械金属加工業を中心に多くの分野で使用され，生産工程中の工作用，検査用に不可欠のものであるが，ユーザーによって要求される形状・寸法が異なるので，これら長さ計の種類は多くなる。このようにユーザーによって形状・寸法そして仕様が異なるのは，長さ計のみならず多くの計測機器に言えることである。したがって，製品を不特定多数の顧客によって形成される市場に対して生産する見込み生産方式は一部の製品を除いてなく，ほとんどの計測機器は注文生産となり，その生産方式は多種少量生産の特質をもつ[30]。

計測機器は生産財であるため，その需要量は景気変動によって大きく変化する。さらに，個々の製品の生産量・需要量も少ないため，計測機器メーカーが自ら部品加工用の工作機械などを設備して，従業員をそろえることは，計測機器メーカーの経営にとっては不利である。自社内の仕事量だけでは，機械の稼働率は高かまるとは限らないからである。したがって，製造工程は研究開発，設計，組立工程に特化することになり，その他の工程は外注企業を利用することになる。

そして，計測機器はその計測対象によって計測原理が異なるとともに，計測精度の確保のため標準に照らしての校正作業を要することもあって，それぞれの技術が専門化，特殊化しており，多種多様な機種毎にメーカーが専業化している[31]。計測機器メーカーの多品種少量生産方式と専業化という特質は計測機器メーカーの小規模性を規定する要素といえる。

こうした特質は，首都圏における製造業の立地条件が一般的に悪化しているなかでも，首都圏で計測機器メーカーが操業し続けることの困難さを少なくしている。例えば，G社はオフィスビルに事務所兼組立工場を構え，E社の周囲には住宅地が広がっており，D社はマンションの隣に立地している。こうした立地状況は多くの製造業にとって悪条件となるが，計測器メーカーにとってそれは比較的軽度なものとなる。計測機器メーカーは少量生産であるため大量生産工場のように大規模事業所や大型の機械設備は必要とせず，さらには製造工程が主として研究開発，設計，組立工程であるため，製造から発する騒音，廃棄物も少ないのである。

（３）取引関係からみた計測機器メーカー

ここで取引関係とは，計測機器を生産するうえで形成される分業関係のなかで，計測機器メーカーが取り結ぶ他企業との関係を指す。

先に述べたとおり，計測機器メーカーが自ら手がける主たる製造工程は研究開発工程，設計工程，組立工程，検査工程である。そのため，計測機器の各種部品製造や加工作業，そして組立作業の全部あるいは一部を外注企業に依存している。表３は調査先企業の外注利用の実態で

表3　計測機器メーカーの外注実態

企業名	外注先企業数	外 注 内 容	外注先企業の立地地域
A社	約20	板金，配線，基盤，機械彫刻（電子部品の調達は商社経由）	東京都大田区，横浜市都筑区。
B社	約200*	板金，機械加工，各種部品	機械加工（3件）は栃木県。電子機器部品は東京都，神奈川県。
C社	約150社	板金，塗装，機械加工，各種電子機器部品，配線，組立等	各種部品調達配線，配線は東京都内。板金，塗装，機械加工は東京都大田区，調布市，神奈川県川崎市，福島県。
D社	43	板金，機械加工，組立，各種電子機器部品	組立は東京都，愛知県，大阪府。それぞれの地域で部品を調達。首都圏の場合は東京都多摩地区，神奈川県，埼玉県。
E社	約10	機械加工，組立，特殊部品の製造（電子機器部品の調達含まず）	機械加工・組立（5件）は東京都太田区，神奈川県川崎市，新潟県，山形県。特殊な部品製造（5件）は神奈川県相模原。
F社	約130	電子部品，部品加工	埼玉県川口市，神奈川県川崎市，長野県。海外はアメリカ，台湾，韓国。
G社	1**	半製品・完成品の組立	東京都立川市。
H社	約200*	一部組立，各種電子機器部品	半製品にまで組み立てる協力会社は東京都大田区。各種部品は首都圏。

（注）＊は商社経由の部品購買先企業も含む。
＊＊は組立工程の外注企業のみであり，その外注企業が種々の部品を多数の企業から調達している。
（出所）聞き取り調査より作成。

ある。

全てのメーカーは規格化された電子部品などは商社経由あるいは直接電子部品メーカーから購買し，板金や加工部材などは外製している。外注先企業の立地地域をみると，東京都大田区，神奈川県川崎市，神奈川県相模原市，埼玉県川口市などの首都圏が中心である。しかも，首都圏以外の外注企業は，もともと東京都大田区などに立地していた企業が郊外，県外に移転していった企業だという。

D社，E社，G社，H社にいたっては，組立工程の一部あるいは全部までも外注している。その場合，外注企業に対する技術指導が行われている。例えば，G社（東京都立川市）は組立工程の一部を協力工場1社（東京都立川市）に委託し，協力工場が部品調達も行っている。そのため，G社では，外注企業で図面通りに製品が組み立てられているかを確認するために，頻繁に外注企業の工場に出入りして品質の管理を行っている。D社（東京都北区）の場合は組立工程の全部を外注している。社内で設計し，図面が確定してから，外注先の中心となる組立メーカー（東京都多摩市）に発注する。組立メーカーは部品の調達から組立まで行なうが，D社はその外注先に対して技術指導を行なっている。このように外注企業に対する技術指導が必要となるのは，組立工程が計測機器の品質を大いに左右する工程だからである。そのため，計測機器メーカーが組立工程までも外注先企業に依存することが可能なのは，有能な外注先企業を計測機器メーカーが確保しているからである。

このように部品加工や組立作業を外注企業に依存していることは計測機器メーカーのみならず，研究開発型企業一般に言えることである。日本の下請中小企業は東京都や大阪府を中心に発達してきたため，研究開発型企業は大都市に集中して立地することで，下請中小企業を積極的に活用することが可能となる。それゆえ，経営資源の乏しい研究開発型企業はその経営資源を研究開発へ集中させることが可能となる。清晌一郎や河崎亜州夫の研究ではこのような研究開発型企業の存立基盤としての下請中小企業の

役割が明らかにされている[32]。したがって，首都圏の計測機器メーカーにとっても，部品加工や組立作業を請負う下請中小企業の存在は，計測機器メーカーが経営資源を研究開発に集中させることのできる社会的な基盤である。

計測機器メーカーが自立的に経営を展開する中小企業であるかという観点から見れば，調査先企業からは２つの類型を取り出すことができる。１つは，計測機器メーカー自身が計測機器生産の分業関係の頂点に位置し，多くの外注企業を利用して独自の製品を完成品として製造・販売する自立的な中小企業である。B社，D社，E社，F社，G社，H社がその類型に入る。もう１つは，計測機器メーカーが分業関係の間に位置し，大手計測機器メーカーと下請取引関係を取り結ぶ中小企業であり，A社とC社がそうである。

A社は大手計測機器メーカー（X社）の専属的下請メーカーであり，A社は売上高のうち９割はX社に依存している。C社は１社専属型ではないが，大手計測機器メーカー数社から計測機器の製造を請け負う。これら下請計測機器メーカーでは「一品生産」的な生産が行われており，独自の製品を持たない。

計測機器が単体から複合的に利用される過程で，大手計測機器メーカーは複合的な計測機器をまとめることを担当し，一部の特殊な計測機器は下請計測機器メーカーに外注している[33]。こうした分業関係があるため，独自製品を持たずに，「特注品」を注文ごとに製造する下請計測機器メーカーが存在する。A社とC社はその類型に入る計測機器メーカーである。

さて，大手計測機器メーカーの立地と下請計測機器メーカーの立地の関係性については，A社の事例は象徴的である。A社の納期は通常３ヵ月，４ヵ月と短い。受注をしてから，A社が設計・作図を行い，親企業であるX社と打ち合わせをする。細かい打ち合わせが終了して，はじめて外注先を含めた製造工程が始動する。しかし，A社が製品の開発，設計，組立を行ううえで，X社との技術的な相談が頻繁に必要となり，A社の技術者はX社に頻繁に出入りする必要が出てくる。そして，短い納期が重なり，取引先企業（親企業と外注部品メーカー）との立地地域が近くないと納期通りに完成品をつくることが困難になる。A社が1992年に，東京都大田区から横浜市都筑区に移転した理由も，X社が横浜市緑区に移転したためであった。これは下請計測機器メーカーであるA社にとってはX社に隣接することが経営上重要な条件になっていることを示している。しかし，親企業との近隣性が下請計測機器メーカーの経営にとって一般的に重要な条件となるかどうかを明らかにするためには，さらに調査を進める必要があるだろう。

（４）研究開発からみた計測機器メーカー

研究開発型企業は乏しい経営資源を研究開発工程に集中させていることからそのように呼ばれているのであるが，計測機器メーカーも同様の特徴が見られる。表４は計測機器メーカーの部門別従業員の構成を示したものである。F社，G社，H社を除く５社は研究開発および設計部門に従業員を最も多く配置していることがわかる。A社とE社は組立工程を外注しているため，製造部門に従業員を配置していない。独自製品を有するメーカーは14％～40％の従業員を営業部門に配置しているが，下請計測機器メーカーは営業部門が存在しないか相対的に少ない。

以上のように，計測機器メーカーは従業員を研究開発及び設計部門に従業員を集中させている。それは，計測機器が大企業における新製品開発・製品改良のための研究開発用に使用されるか，または製品の品質管理に使われるため，大企業の製品開発の速度が高まっている中では，計測機器メーカーも新たな需要に対応するために計測機器の研究開発が必要とされているからである。E社では研究開発費の大部分が人件費であると述べているとおり，研究開発及び設計部門における人材の確保は重要な経営課題であ

表4　計測機器メーカーの部門別従業員構成

企業名	合　計		研究・開発・設計		製　造		営　業		事務・その他		備　考
A社	24人	100%	216人	67%	6人	25%	−	−	2人	8%	
B社	70人	100%	23人	33%	14人	20%	23人	33%	10人	14%	
C社	10人	100%	6人	60%	1人	10%	1人	10%	2人	20%	
D社	80人	100%	35人	43%	−	−	29人	36%	16人	20%	正規社員のみ
E社	88人	100%	50人	57%	−	−	25人	28%	13人	15%	正規社員のみ
F社	30人	100%	6人	20%	9人	30%	12人	40%	3人	10%	正規社員のみ
G社	5人	100%	1人	20%	1人	20%	2人	40%	1人	20%	正規社員のみ
H社	22人	100%	6人	27%	5人	23%	3人	14%	8人	36%	正規社員のみ

（注）＊は聞き取り調査より推計した。
（出所）聞き取り調査より作成。

る。

研究開発・設計部門に配属される技術者は，主として工学系の専門学校・大学新規学卒者が採用されている。計測機器メーカーがこうした技術者を確保できている背景には，研究開発技術者の新規学卒労働市場において首都圏に人材が集中する傾向が存在するためだと考えられる。経済地理学の立場から研究開発技術者の労働市場を研究する中澤高志によれば，首都圏に勤務する研究開発技術者の約半数は，首都圏以外の出身者であり，彼らは就職時に首都圏に流入する傾向がある。地方中核都市および地方圏の高等教育機関は首都圏に拠点を置く企業の研究開発部門に新規学卒者を送り出す役割を果たしている[34]。研究開発型中小企業である計測機器メーカーが首都圏において技術者を確保できていることの背景には，このような労働市場の存在がある[35]。

計測機器メーカーにとって研究開発のための情報を如何に入手するかということも重要な経営課題である。研究開発のための情報入手経路は，ほとんどの場合，計測機器メーカーの技術者あるいは営業担当者が直接ユーザーの現場に出向いて，製品に対する苦情や要望など様々な情報を得るというものである。しかし，単に情報を入手するためにユーザーの現場に行くわけではない。計測機器について熟知した技術者あるいは営業担当者が，納入先の現場据え付けや計測機器の検査，ユーザー技術者に対する技術指導，計測機器の校正など種々のサービス活動がメーカーとユーザーの間を繋ぐ紐帯となっている。そうしたサービス活動のなかから有用な情報を自社に持ち帰って，製品の改良，新製品の開発へとつなげていくのである。

調査先企業が首都圏に立地していることと，ユーザーの立地との関係に近隣性は強くみられなかった。首都圏にユーザーが集中しているメーカーもあったが，むしろユーザーが全国的に広がっていることが共通性として挙げられる。海外メーカーに対して輸出を行っているメーカーも存在した。とはいえ，先に述べたように計測機器メーカーにとって顧客情報の入手のためにはユーザー企業の使用現場に足を運ぶことが必要である。また，ユーザーによって製品の仕様が異なるため，ユーザーとの打ち合わせや立会検査も必要となる。日本の交通事情の下では，ユーザーからメーカーへ，そしてメーカーからユーザーへという両者の交流にとってメーカーが首都圏に立地している方が利便性は高い。たとえば，E社ではユーザーとの打ち合わせや製品の立会い検査のために，頻繁に顧客がE社に訪れるため首都圏を離れられないと述べてい

る。また，D社ではユーザー訪問のためには首都圏に立地していたほうが有利であるため東京都北区に本社を置いている。

(5)計測機器メーカーの創業過程

ここでは，調査先企業の創業過程と創業場所について見ていく。

①B社

B社の創業者は科学機器メーカーに勤めていたが，第2次世界大戦直後の1947年にその会社を離れることになる。物性の測定などの基礎的な道具はビーカー，フラスコであるが，そういう道具を販売するなかで創業に至る。東京都文京区本郷で創業し，ユーザーの要望を聞いているうちに，表面の物性に特化した分析機器を作り始めた(1957年)。それが，現在の界面科学測定器につながっている。本郷から埼玉県朝霞市に移転したのは1992年のことで，もっぱら従業員の通勤を考えての事であった。そして，その事業所も手狭になったため2007年に新座市に移転した。

②H社

H社は1947年に創業し，当時の営業内容は日本にまだ流通していなかったメッキ用膜厚計測機器をイギリスのメーカーから輸入し，販売するというものであった。そこから自ら膜厚計の製造へと展開していった。創業時は東京都中央区銀座である。

③D社

D社の創業者は，横河電機の研究所に技術者として勤めていた。そこで非破壊検査機の開発に携わっていた。1957年に創業者は横河電機から独立し，磁気を使った非破壊検査の試験機の製造を始めた。創業時の資本金は300万円で，東京都港区で開業した。翌年，事業所を東京都渋谷区に移転する。

④E社

E社の創業者は日本電信電話公社の研究所で技術者として働いていたが，1975年に独立した。創業者を中心に6人で電気的雑音の発生器を開発し，創業者の自宅(東京都三鷹市)で開業した。2ヶ月程で神奈川県川崎市の事務所を借りることになる。移転場所の理由は，各従業員が住んでいる場所の中心地だったからである。

⑤F社

F社の創業者は松下電器の研究所で研究員として勤めていた。1970年に世界初の製品を作りたいという動機で，松下電器を辞め，創業する。そして，市場性も考えずに，世界初の超低速回転速度計を開発した。この原理は逆に高速での回転解析を可能にし，高度な技術として多方面で活用され，現在に至る。創業場所は東京都中野区である。

⑥A社

A社の創業者は大学(電気工学)を卒業して，電機機器メーカーに入社した。同僚3人の仲間と共にそのメーカーを辞め，独立した。創業時(1970年代後半)は漁船の無線装置など電波関係の装置を製造していた。創業から5年程して，X社の社員と知り合い，自動車関係の試験機製造をはじめる。会社設立まではX社工場敷地内に操業場所を間借りして，5人規模で営業していた。そして1984年に従業員を20名まで雇い入れて，会社設立に至る。創業場所は東京都大田区である。

⑦C社

C社は1981年に世田谷区千歳台にて創業した。創業時は配電盤，制御盤，計装盤の製造を請け負っていたが，顧客の要求に従って試験機製造に展開していく。創業以前は同じ業界に属するメーカーに勤めていたが，そこの技術者と共に創業した。当時は工場の周りが畑でほこりが多い為，客先からほこりの少ない環境で製品を作ってほしいと要請があった。そして駅から歩いて通える範囲，従業員の自宅が近い，交通の便が良いという条件で京王電鉄京王線の沿線を探した結果，東京都調布市に土地を購入し，そこに移転した。

⑧G社

創業者は大学(理学部)を卒業して，60年以上の歴史をもつバネ試験機の老舗メーカーに入社し，そこで15年ほど勤めていた。バネ試験機の開発設計(特にプログラミング)を担当していたが，1990年代に入ると経営が傾きはじめ，そこを辞めた。そして1996年に自らバネ試験機の会社を設立した。創業時のメンバーは創業者と共にその会社を辞めた3人である。創業当初は東京都小平市に事務所兼工場を構えていたが,1年後に創業者と従業員の自宅が近い東京都立川市に移転した。

調査先企業のほとんどは同じ計測機器産業，あるいは隣接する産業から独立し，創業している。計測機器との技術的な関連性の低い他分野からの計測機器産業に参入してきた例は見られない。それは，独立後の製品が前職業で培ってきた知識や経験をもとに製品化している場合が多いことが挙げられる。そして，創業時期をみると，B社，H社が第2次世界大戦直後，D社が1957年，E社とF社が1970年代，A社とC社が1980年代，G社は1996年代である。創業場所はすべて共通して東京都であった。

創業過程の同様の傾向は，1950年代末に東京都経済局が行った電気計測器メーカーに対する実態調査の結果からもみられる。そこでは，中小電気計測器メーカーの経営者の多くがその学歴に応じて技術者あるいは工員として大企業の電気器具製品会社に入り，数年から十数年経験を積んだ後に独立して経営者となった者が大部分である[36]と指摘している。さらに，創業時期については，第2次世界大戦後の創業が多く，中小企業の計測機器メーカーの発展は戦後のことであることを示している。そして，創業時の企業規模は大部分が10人以下である。創業の動機は，経営者の職歴から伺われるように前職での経験を生かすというものが多い。他の計測機器メーカーの下請として出発しているメーカーがかなりみられた[37]。

東京都と神奈川県は戦前においても電気計測器メーカーの集積地であった。1955年と比較してみてみると長野県と大阪府の出荷額が延びているが，依然として東京都と神奈川県の比重は高く，全国の出荷額の約5割を占めていた。このように戦前，戦後を通じて電気計測器製造業は東京都と神奈川県を主産地として発展してきた[38]。そして，戦後に独立・創業した中小電気計測器メーカーが東京都を中心に創業場所を選択した要因には様々あると考えられるが，客観的な条件としてはつぎのことが挙げられる。1つは，東京都で発展してきた下請中小企業が電気計測機器メーカーの存立基盤であること。もう1つは京浜工業地帯において計測機器を多用する重化学工業が発展し，計測機器に対する中心的な需要地であったことである[39]。

計測機器メーカーの立地行動を規定したこの2つの客観的な条件は，現代においても認められる。それは，調査先企業の取引関係の分析からも明らかになったとおり、首都圏の計測機器メーカーの多くは近隣に立地する下請中小企業に多くの製造工程を外注しており，その下請中小企業は計測機器メーカーの存立基盤として機能しているからである。また，1980年代以降に設立された多くの民間企業研究所は首都圏に集中立地しているし，工場数は減少傾向にあるが未だに日本有数の工業地帯であることから，首都圏は計測機器の中心的な需要地としての地位は揺らいではいない。

おわりに

計測機器は情報を獲得するための技術である。その技術は，近代産業における互換性生産，装置産業におけるオートメーション，企業の研究開発活動の物的な基礎である。計測機器産業はこのような重要な技術を開発し，生産している。日本において計測機器産業は首都圏を中心として発展してきたのであり，現代においても首都圏はその集積地である。

計測機器産業はほぼ中小企業によって構成さ

れ，個々の企業は研究開発にその経営資源を集約する研究開発型企業の一典型産業として把握される。研究開発型企業の特質を具体的に解明する目的として行った計測機器メーカーの調査からは，以下のことが明らかになった。

計測機器メーカーの生産のあり方は多品種生産方式であり，個々の企業はそれぞれの得意分野に特化して，専業化している。そして，自らが行う製造工程は研究開発，設計，組立に集中している。それを可能にする条件は部品加工や組立の一部を請け負う外注下請企業の存在，研究開発技術者が首都圏に集中する労働市場であった。これら計測機器メーカーの経営者の多くは同じ産業あるいは隣接分野から独立し，首都圏で創業している。首都圏が計測機器の中心的な需要地であることや日本の交通事情などの条件とこうした計測機器メーカーの特質が重なり合って，計測機器メーカーの集積地となっているのである。

謝辞

本稿を作成するにあたり，中小企業家同友会全国協議会から大変貴重な調査機会を得た。中同協事務局の皆様に調査の取りまとめをしていただき，そして調査先企業は大変快く筆者の調査に協力していただいた。末筆ながら記して感謝の意を表したい。

1）清成忠男(1975)，62－74ページ，清成忠男(1977) 134－143ページ。

2）清晌一郎(1994)，127ページ，河崎亜州夫(2001)，39ページ。

3）計量法第二条で「計量」を以下のように定義している。「計量」とは，「次に掲げるもの(以下『物象の状態の量』という。)を計る」ことをいい，「長さ，質量，時間，電流，温度，物質量，光度，角度，立体角，面積，体積，角速度，角加速度，速さ，加速度，周波数，回転速度，波数，密度，力，力のモーメント，圧力，応力，粘度，動粘度，仕事，工率，質量流量，流量，熱量，熱伝導率，比熱容量，エントロピー，電気　量，電界の強さ，電圧，起電力，静電容量，磁界の強さ，起磁力，磁束密度，磁束，インダクタンス，電気抵抗，電気のコンダクタンス，インピーダンス，電力，無効電力，皮相電力，電力量，無効電力量，皮相電力量，電磁波の減衰量，電磁波の電力密度，放射強度，光束，輝度，照度，音響パワー，音圧レベル，振動加速度レベル，濃度，中性子放出率，放射能，吸収線量，吸収線量率，カーマ，カーマ率，照射線量，照射線量率，線量当量又は線量当量率」，「繊度，比重その他の政令で定めるもの」を計ることをいう。日本工業規格は規格番号JIS　Z8103［計測用語］を参照。

4）中小企業総合研究機構(2005)，3ページ。

5）中村静治(1977)，88－89ページ。

6）中峯氏は目的を実現する過程として捉えた場合の労働を三つに区分している。第一は，動力的労働である。動力面がその労働の主要なモメントであり，例えば荷揚げ，揚水，製粉など反復型の重作業を指す。第二は，操作的労働である。紡績，織布，金属加工で見られるような労働を指しており，この労働はある程度動力的であるが，内部情報の処理を必要とする，あるいはその処理を素早く行う手先の器用さ・熟練を必要とする作業である。第三は，制御的労働である。これは動力も手先の熟練もあまり必要としないが，外部情報の知的処理能力を必要とする作業である。この例として，測定などの情報の獲得，計算，分析，判断などを挙げている。中峯照悦(1992)，29－34ページ。

7）1970年代に日本の中小零細鋳物メーカーは様々な技術発展を経験するが，そのうち計測機器（高温度計と成分分析機器）の導入は溶解工程に重要な影響を及ぼした。

導入以前の溶解工程では，溶解工はキュポラから出湯された溶湯の表面に浮かび上がる模様（現場用語では「ゆづら」と言う）と色を見て，溶湯の成分と温度を判断していた。溶解工は溶湯表面を見て材質を調整し，色でもって適正温度を判断し，適当な溶湯を鋳型に注湯する。この溶解作業は鋳物製品の材質や不良発生率を左右し，熟練を要する作業であった。

1970年代において中小零細鋳物メーカーに溶解用の計測機器が普及した結果，溶解作業はつぎのように変化した。目標とする成分の溶湯を作るために，適量の銑鉄，スチールスクラップ，シリコン等の諸原材料を溶解炉に投入する。ある程度目標成分に近い溶湯ができたら，溶解炉から少量の溶湯を成分分析機器にかけて，その成分を測る。成分分析機器はその溶湯の目標値からの偏差値を測定し，その溶湯成分を目標値にまで修正するために必要な追加分の原料を指示する。溶解工はその指示に従い，適切な量の原材料を追加投入する。溶湯の温度は高温度計によって計測するため，溶湯の色でなく，温度計の示す数値で溶湯温度を判断することになる。

この事例においては，溶解工は溶湯の模様と色という形態で溶湯成分と温度に関する情報を獲得して，溶解工程を制御していたが，計測機器の導入により，溶湯成分をより直接的に表現するカーボンとシリンコンの含有量を計測することが可能となり，

表５　調査先計測機器メーカーの一覧

No.	企業名	所 在 地	資本金（万円）	従業員数	営 業 品 目
1	Ａ社	神奈川県横浜市都筑区	1,000	23	自動車部品の各種試験装置とソフトウェアの開発・製造・販売
2	Ｂ社	埼玉県新座市野火止	1,000	70	界面科学測定器の開発・製造・販売
3	Ｃ社	東京都調布市下石原	1,200	10	試験装置・電子計測制御装置・受変電設備・配電盤・分電盤・自動制御盤・計装盤等の設計製作及び据付配線工事
4	Ｄ社	東京都北区浮間	3,600	80	磁粉探傷装置，着磁装置，計測器・評価装置の開発設計製作
5	Ｅ社	神奈川県相模原市千代田	9,500	95	電気的雑音のシミュレーション試験機およびシステムの開発・製造・販売
6	Ｆ社	東京都中野区中央	4,800	30	回転解析速度計，流量計，トルク計，周波数の電子計測器の製造販売
7	Ｇ社	東京都立川市錦町	1,000	7	バネ試験機の製造・販売
8	Ｈ社	東京都中野区中央	2,000	24	メッキ用膜圧計の製造・販売

（出所）　聞き取り調査より作成。

高温度計によって溶湯の温度を計測することが可能となり，溶湯成分と温度に関する情報は計測機器の指示する数値へと変化した。その結果，労働対象から獲得する情報の精度は格段に高まった。永島昂（2008）。

8）部品に互換性を持たせるということは，すべての部品が定められた一定の誤差範囲内におさまるように製造することが必要であり，そうすることによって工場で機械を組み立てる際に部品箱にある多数の部品からどれでも任意にひとつ取り出して組み立てることが出来る。部品に互換性がないと，羽目合わせる部品の一方を標準にして，他方の部品を少し削っては相手にあてがい，また削るという合わせ作業が必要であった。奥村正二（1964），50－58ページ。

9）ノギスはスケールとパスを一体にした測定器で，機械加工現場では非常に多く使われている。ジョウとクチバシでもって測定物を挟み，測定する。マイクロメーターはノギスと同じようにはさみ尺の一種で，被測定物を挟むための測定面の送りにネジを利用したものである。非常に精密な長さの測定が可能であり0.01ミリメートルの単位まで読みとれる。技術士の友編集部（1970），5－27ページ。

10）標準的なゲージブロックは103個のゲージブロックが１つのセットになっている。103個のゲージブロックは厳密に定められた寸法であり，これを組み合わせて使うと，1,000分の５ミリメートルとびに，２ミリメートルから225ミリメートルまでの長さ測定ができる。同上書，154－155ページ。

11）奥村正二（1964），57－60ページ。

12）鈴木淳は日本の機械産業における互換性生産方式の開始について以下のことを明らかにしている。1914年（大正３年）に豊田式織機㈱において初めてゲージシステムによる互換性生産が採用され，徐々に他の機械メーカーに普及していった。しかし第二次世界大戦以前の互換性生産は，紡績関係では力織機，工作機械では旋盤など最も基本的な部分にとどまった。そして，川村正晃は第二次世界大戦以前の日本の機械産業では低廉豊富，かつ手先の器用さという点できわだって優秀な労働力を消耗的に使用しながら，多種少量生産を行っていた機械工業の体質に加えて，器用さや熟練をいたずらに誇る職人気質が災いして互換性生産方式が普及しなかったことを明らかにしている。鈴木淳（1996），346ページ，川村正晃（2000），1ページ。

13）中山秀太郎（1987），201－203ページ。

14）T.I.ウィリアムズ編　〔中岡哲郎訳編者〕（1981），782ページ，通商産業省機械情報産業局計量行政室（1989），20ページ。

15）堀江寛・渡辺一司・辻良四郎（1967），15－16ページ。

16）須藤浩行（2000），50ページ。

17）P.H,Sydenham（1979）p.2.

18）*Ibid*.，p.30.

19）マリ・ウィリアムズ〔永平幸雄・川合葉子・小林正人訳〕（1998），14－15ページ。

20）大阪市立大学経済研究所　明石芳彦・植田浩史編（1995），7－８ページ。

21）同上書，9－10ページ。

22）山崎正勝（1991），88ページ。

23）同上書，92ページ。

24）通商産業省機械情報産業局計量行政室（1989），29ページ。

25）本稿で計測機器産業という場合，日本標準産業分類の小分類番号275電気計測器製造業，311計量器・測定器・分析機器・試験機製造業，312測量機械器

具製造業の３業種を合わせたものを指す。
26)**表５**は調査先企業の一覧である。
27)東京都商工指導所(1998)，329－330ページ。
28) 界面とは二つの物質の境の面をさす。例えば，接触角は，液体を固体表面に滴下すると，液体は水滴となり，この水滴の接線と固体表面とのなす角度のことをいう。接触角が鋭角であると親水性が高く，鈍角であると撥水性が高い。
29)この分類は，魚住智彦(2007)を参考にした。
30) 大阪府立商工経済研究所 (1970)，12－13ページ，機械工業研究会編(1969)，1014ページ，東京都経済局総務調査課編集(1960)，19－20ページ。
31)通商産業省機械情報産業局計量行政室(1989)，13ページ。
32)清晌一郎(1994)，137ページ，河崎亜州夫(2001)，30－31ページ。
33)機械工業研究会編(1969)，1021ページ。
34)中澤高志(2001)。
35) 首都圏には大企業の研究開発拠点が集中立地しているため，技術者の多くは大企業で職を得ていると考えられる。多くが中小企業である研究開発型企業が技術者を確保する過程で，大企業との競合関係が発生すると考えられる。この競合関係の中で如何にして研究開発型企業が技術者を確保しているのかを分析する必要があるだろう。
36) 東京都経済局総務調査課編集 (1960)，47－48ページ。
37)同上書，49ページ。
38)同上書，32－33ページ。
39)同上書，30ページ。

参考文献(五十音順)

魚住智彦(2007)「ものづくり産業のデジタル化によって変化した電機測定器産業」『赤門マネジメント・レビュー』第６巻第11号

大阪市立大学経済研究所　明石芳彦・植田浩史編(1995)『日本企業の研究開発システム』東京大学出版会

大阪府立商工経済研究所(1970)『最近10年間における大阪中小工業の基本動向－その17　精密測定機器製造業－』，同所

奥村正二(1964)『世界の自動車』岩波書店

河崎亜州夫(2001)「日本の研究開発型企業」『四日市大学論集』第14巻第１号

川村正晃(2000)「わが国の機械工場における限界ゲージ方式の導入について」『計量史研究』第22巻第１号

機械工業研究会編(1969)『日本の機械工業－その現状と展望－』通商産業研究社

清成忠男 (1975)『地域変革と中小企業』日本経済評論社

清成忠男 (1977)「都市新規開業実態調査」渡会重彦編『日本の小零細企業(上)』日本経済評論社

技術士の友編集部(1970)『技能ブックス(１)測定のテクニック』大河出版

鈴木淳(1996)『明治の機械工業－その生成と展開－』ミネルヴァ書房

須藤浩行(2000)「戦後日本における工業分析技術の展開」『技術史』第４号

清晌一郎(1994)「中小企業における製品・技術開発―製品開発に関する実態調査の結果と分析」『経済経営研究所年報』第16集

中小企業総合研究機構(2005)『中小機械工業における計測・測定，分析，評価関連ビジネスの展望と課題に関する調査研究報告書』，同機構

T.I.ウィリアムズ編〔中岡哲郎訳編者〕(1981)『技術の歴史　第14巻　20世紀－その４－』筑摩書房

通商産業省機械情報産業局計量行政室(1989)『21世紀の計量計測産業の課題と展望』通産省資料調査会

東京都経済局総務調査課編集(1960)『東京都電気計測器製造業の実態分析』同課

東京都商工指導所(1998)『平成10年版　東京都中小企業経営白書』東京都商工指導所調査部

中澤高志(2001)「研究開発技術者の新規学卒労働市場」『経済地理学年報』第47巻第１号

中村静治(1977)『技術論入門』有斐閣

中峯照悦(1992)『労働の機械化史論』渓水社

中山秀太郎(1987)『機械発達史』大河出版

永島昂 (2008)『日本鋳物産業の生産力分析』修士論文

P.H.Sydenham (1979) *Measuring instruments : tools of knowledge and control,* Peter Peregrinus Ltd.

堀江寛・渡辺一司・辻良四郎(1967)『経済発展と研究開発』東洋経済新報社

マリ・ウィリアムズ〔永平幸雄・川合葉子・小林正人訳〕(1998)『科学機器製造業者から精密機器メーカーへ』大阪経済法科大学出版部

山崎正勝(1991)「ハイテク時代の生産・労働・技術・科学」『労働運動』第312号