

高度成長期の鋳物産業（中）

永島 昂ⁱ

本稿の課題は高度成長期の鋳物産業の構造変化を、事業所数、需給構造、技術、階層性といった分析視角から、明らかにすることである。高度成長期に急拡大した自動車用と産業機械器具用の機械用鋳鉄鋳物需要が鋳物産業の構造変化を生み出す契機となった。本号では以下の点について詳細に検討した。

産業機械産業はその製品・生産特性により鋳物などの素形材を外注に依存している。産業機械産業の急成長により拡大した産業機械器具用鋳物需要の大部分は中小鋳物メーカーによって供給され、その供給力の向上によって産業機械産業の成長が支えられた。

次に、高度成長期における中小鋳物メーカーの供給力向上の諸要因について検討した。中小鋳物メーカーは複数の産業にわたる小・中規模な受注を繰り返すという取引形態に合わせて、多品種少量（中量）生産に適した設備を積極的に導入していた。設備導入が活発化した理由は、拡大する需要に対して旧来の生産管理・労務管理体制では対応できなかったこと、労働市場の逼迫により労働コストが上昇したことである。こうした経営環境を打開するため、ボトルネック工程の解消が求められ、中小鋳物メーカーの技術変化——造型、運搬、砂処理などの諸工程の機械化および新たな造型プロセスの導入——が促された。こうして中小鋳物メーカーの生産性が向上し、高度成長期に拡大する機械用鋳物需要に応えることができた。これらの技術変化は中小鋳物メーカーの中核的なノウハウである鋳造方案に対して次の変化を生み出した。すなわち、熟練した造型工の技能からの脱却、「経験的方案」から「科学的方案」への変化、個々のメーカーの鋳造諸条件に合わせた総合的・経済的な方案設計、設計ノウハウの蓄積である。最後に外注利用が拡大したことも指摘した。中小鋳物メーカーの供給力向上をもたらした以上の諸要因によって、高度成長期の鋳物産業は中小企業性といった諸要素を温存させたまま産業発展を果たした。

キーワード：高度成長期、鋳物産業、産業機械産業、中小鋳物メーカー、技術変化、鋳造方案

目 次	と外注化
はじめに	(2) 鋳物の大量生産システムの形成
1. 評価の変化	(3) 大手鋳物メーカーの育成
2. 高度成長期の鋳鉄鋳物製造業の概観	(4) 自動車用鋳物と中小鋳物メーカー
3. 需要・供給構造	(以上、第54巻4号)
(1) 機械用鋳鉄鋳物需要の変化	6. 産業機械産業と産業機械器具用鋳物
(2) 自動車用鋳物と産業機械器具用鋳物の供給者	(1) 産業機械産業の急成長
4. 労働生産性の動向	(2) 産業機械産業と素形材産業
5. 大量生産体制の形成	7. 中小鋳物メーカーの供給力向上
(1) 自動車メーカーにおける素形材工程の合理化	(1) 中小鋳物メーカーの設備設置状況と導入時期
	(2) 小・中ロット受注と分散的な取引
	(3) 納期厳守と労働力不足

i 立命館大学産業社会学部准教授

- (4) 中小鋳物メーカーの技術変化
 (5) 外注利用の拡大 (以下、本号)

6. 産業機械産業と産業機械器具用鋳物

大量生産体制の形成だけでなく、多品種少量生産分野の機械用鋳物需要に対応する鋳物メーカーの動向も分析し、両者を総合することで、高度成長期の鋳物産業の構造変化を多面的に捉えることができる。大量生産される自動車用鋳物と並んで多品種少量生産を典型とする産業機械器具用鋳物も高度成長期に急伸した需要分野であったということが、その理由のひとつである。それ以上に重要なことは、産業機械器具用鋳鉄鋳物の8～9割は専業鋳物メーカーによって生産されており、産業機械産業を主たる需要先とする多品種少量生産タイプの鋳物メーカーは「専業全体の傾向」を示す存在であり、そのほとんどが中小企業であるので、このタイプの鋳物メーカーの動向も分析することで同産業の産業発展の特徴をもたらした要因に接近することができる(中小企業研究センター, 1970, 85頁)。

特に中大物の産業機械器具用鋳物を生産する多品種少量生産タイプの鋳物メーカーは「手込め」と呼ばれる造型方法を採用しており、それは大量生産に比べ生産性が低かったため、技術的に遅れたものとして捉えられがちであった(永島, 2015, 120-122頁)。しかし、先述した労働生産性の動向(上の4.)で示したとおり、産業機械分野の鋳物工場の労働生産性は1950年代後半には高まっていた。これら中小鋳物メーカーの供給力向上要因を明らかにすることで、高度成長期の鋳物産業が中小企業性、小規模生産、企業数の多さ、多品種少量生産といった諸要素を温存させたまま産業発展を果たした理由がより明確になると考えられる。

ここでは産業機械器具用鋳鉄鋳物の需要急増の背景について述べた上で、産業機械産業の部品調達を外注依存であること、そして産業機械器具用鋳物は主として中小鋳物メーカーによって供給されていた

ことについて考察する。

(1) 産業機械産業の急成長

1960年代に新たに主要な需要分野として登場した自動車用鋳物に対して、産業機械器具用鋳物は1920年代に機械用鋳物需要が増加して以来、主要な需要分野であった。この需要分野が高度成長期に入ると急増する。

産業機械器具用鋳物の需要者は産業機械産業である。産業機械研究会編(1971)によれば、産業機械とは「農業、鋳山、建設、食品加工、製材、木工、繊維、化学、非鉄金属、鉄鋼、機械、電力など産業に用いられる電気機械を除く設備機械類、すなわち、ボイラ、原動機、鋳山機械、建設機械、繊維機械、金属加工機械、製材、木工機械、運搬機械、鋳造装置、動力伝動装置、冷凍機など」であり、要するに労働手段として用いられる電気機械を除く雑多な機械・装置(資本財)のことを指している(産業機械研究会編, 1971, 1頁)。「産業機械」という用語が広く使われるようになったのは戦後であり、技術革新や合理化投資により各種産業機械への需要が高まったためだと言われている(丸山ほか, 1960, 132-133頁)。各種産業機械にはその主要構造材・部品として鋳鉄鋳物が多用されるので、産業機械の生産拡大は鋳鉄鋳物に対する需要拡大へと波及する。

高度成長期に産業機械産業が急成長した主な需要側の要因は、民間設備投資が活発化したことによる資本財需要の急拡大が挙げられる。戦後復興期から高い設備投資額を示していた電気・ガス業や鉄鋼業などの産業に加え、1960年代からは高度成長期の産業構造の高度化を牽引した輸送機械(特に乗用車)や石油化学などの産業の設備投資額が急増した。こうした産業における設備投資の多くは産業機械需要となって、産業機械産業の生産拡大を促すことになる(武田, 2019, 345-346頁)。

産業機械需要は拡大傾向にあったが、当時の産業機械産業の生産基盤は脆弱な状態にあったと言われている。先進工業国に比べ産業機械の多くが技術的

劣位の状態に止まっており、素材や部品部門も脆弱であった。こうした生産基盤を強化する上で、居城・川北（1995）などでは先進国からの技術導入と機械工業振興臨時措置法の役割が重要であったとしている（居城・川北，1995，417-419頁，産業機械研究会編，1971，3-4頁）。1949～75年度の中種（1年超の契約）技術導入件数は合計1万6,686件で、業種別では一般機械4,373（全体の26.2%）が最も多く、一般機械の中でも「特殊産業用および一般産業機械」は2,573件であり、産業機械産業分野での技術導入件数が突出していた（沢井・谷本，2016，386-388頁）。また1955年からスタートした機械工業振興臨時措置法の対象となった「基礎機械」には産業機械が含まれており、同法は産業機械産業の発展を促進した（居城・川北，1995，416-417頁）。

（2）産業機械産業と素形材産業

活発な設備投資は高度成長期における経済成長のエンジンであり、設備投資の需要増大に応えるように産業機械産業は急成長した。ここでは、産業機械産業の成長を外部から支える要素として、産業機械産業に各種素形材を供給する素形材産業の役割を強調したい。

中岡（1993）は、ローゼンバークによる資本財産業における「専門化の経済」¹²⁾の議論を踏まえて、「専門化の経済」が発現する条件として「素形材の加工工程で広範な専門化した加工業の分業網」の広がりが必要であると強調している（中岡，1993，164-165頁）。資本財産業では「機械製造の工程上発生する加工のための設備を全部内部にかかえこむことは不可能」であり、素形材「加工の外注への依存の必要度は高く」なる（同上，182頁）。このため、資本財産業の「機械を作る能力は」、「分業の体制、とくに素形材加工の領域での分業の深化の程度とそこへ蓄積されてゆく経験熟練の量によって決定される」としている¹³⁾（同上，171頁）。

なぜ産業機械産業は素形材などの調達を外注に依存せざるを得ないのだろうか。産業機械産業の製品

は資本財であり、設計・仕様のユーザー指向性が高いという性格から、その産業機械市場は細分化される傾向にある。産業機械市場は非常に多くの製品群から成り立つので、一般に「規模の経済が働きにくい」産業だと言われる（居城・川北，1995，417-419頁）。さらに同種の産業機械をとっても、その用途によって様々な種類、サイズに分かれ、一つひとつの特定品種の需要量は小さくなる。生産規模を拡大しようとするれば特定の機種のみでの生産では限界があり、多品種にわたる生産を行わなければならない。その結果、生産者の兼業性が強くなる。また、資本財という性質から、その需要は景気変動の影響を強く受け、経営の安定性のためにも兼業性が強まる傾向がある。したがって、産業機械の生産は多品種少量生産形態にならざるを得ない（産業機械研究会編，1971，4-5頁）。

こうした製品・生産の特性は産業機械産業の業界構造にも影響を与え、大企業が少なく、中小企業が多い業界構造が特徴となる。大企業は多種類の産業機械あるいは、その他の機器、部品類を兼業している場合が多く、中小企業は特定機種に専門化する傾向にある（同上，4-7頁，日本産業機械工業会，1968，27頁）

こうした産業特性から素形材などの素材・部品調達は外注依存が特徴となる。一台の完成機械を構成する部品点数は、数百から数千、大型もしくは複雑なものでは数万点に達する。しかも、ボルト・ナットやベアリングのような標準化された部品を除いては、機種ごとに部品が異なる。多種類に及ぶ部品を内製するのは困難であるので、産業機械メーカーは3～7割の部品を外注に依存し、「少なくとも20～30社、多い場合は100社前後の下請企業」と取引関係を結んでいる。特に鋳物については内製する産業機械メーカーもあるが¹⁴⁾、そのほとんどは専門鋳物メーカーに外注している（産業機械研究会編，1971，4-7頁）。

産業機械用鋳物需要の8～9割が専門鋳物メーカーによって供給されていたのは、産業機械産業のこ

のような産業特性による。その上で高度成長期を通じて産業機械用鉄鋳物の自己消費率は低下傾向にあった。通商産業省重工業局（以下、通産省）が1963年に実施した大規模な全国調査（以下、1963年調査）では、産業機械関連の鋳物は一貫メーカーよりも中小企業が大部分を占める専門メーカーのほうが付加価値生産性は高いと指摘されており、このため外注化が進んだと考えられる（通商産業省重工業局編、1965、131頁）。

以上のように産業機械器具用鋳物などの多品種少量生産分野の鋳物供給を担う中小鋳物メーカーの存在は産業機械産業の生産基盤であったが、急速に拡大する需要に対してこれら中小鋳物メーカーがその供給力を向上させることで産業機械産業の成長基盤の役割を果たせたと考えられる。次節では、中小鋳物メーカーの供給力向上の諸要因について考察する。

その際、自動車用鋳物分野を中心に形成された大量生産体制に組み込まれた中小鋳物メーカーについても同時に検討する。なぜなら中小鋳物メーカーは両市場をまたがって存立しているからである。

7. 中小鋳物メーカーの供給力向上

(1) 中小鋳物メーカーの設備設置状況と導入時期

中小鋳物メーカーの供給力の変化の内実を分析するにあたり、まずは全体像の把握が容易である生産設備の設置状況とそれら設備の導入時期について確認したい。表12は高度成長期末期の従業者規模別設備設置状況であり、高度成長の過程で導入された生産設備の結果が従業者規模別にわかる。

比較的規模の大きい企業の設置比率が高い造型設備は「連続モールド装置」である。この「連続モ-

表12 従業者規模別設備設置状況 (1969年)

	単位	30人未満	30~49人	50~99人	100~299人	300~499人	500~999人	1,000人以上	合計
溶解設備 (計)	基	170:14.5%	210:17.9%	288:24.5%	288:24.5%	53:4.5%	32:2.7%	134:11.4%	1,175
・キュボラ	基	161:17.7%	188:20.7%	242:26.6%	199:21.9%	36:4.0%	11:1.2%	72:7.9%	909
造型設備 (計)	台	705:10.2%	1,122:16.2%	1,622:23.4%	2,141:30.8%	333:4.8%	188:2.7%	834:12.0%	6,945
・連続モールド装置	連	41:8.4%	64:13.1%	80:16.3%	172:35.1%	15:3.1%	3:0.6%	115:23.5%	490
・造型機	台	321:10.0%	586:18.2%	870:27.0%	1,005:31.2%	156:4.8%	84:2.6%	198:6.1%	3,220
・中子造型機	台	37:5.0%	72:9.7%	120:16.2%	244:32.9%	48:6.5%	17:2.3%	204:27.5%	742
・鋳型乾燥炉	台	70:16.1%	94:21.6%	95:21.8%	109:25.1%	21:4.8%	23:5.3%	23:5.3%	435
・中子乾燥炉	台	68:13.8%	87:17.6%	108:21.9%	160:32.4%	23:4.7%	10:2.0%	38:7.7%	494
・シェルモールドマシン	台	37:4.4%	71:8.4%	165:19.6%	254:30.2%	61:7.3%	20:2.4%	233:27.7%	841
・炭酸ガス硬化装置	台	129:20.5%	139:22.1%	159:25.2%	161:25.6%	6:1.0%	25:4.0%	11:1.7%	630
砂処理設備 (計)	台	299:11.0%	475:17.5%	642:23.6%	751:27.7%	142:5.2%	125:4.6%	281:10.3%	2,715
・連続式砂処理装置	台	22:5.2%	33:7.8%	88:20.9%	149:35.4%	36:8.6%	17:4.0%	76:18.1%	421
・簡易砂処理装置	台	70:13.8%	96:19.0%	129:25.5%	147:29.1%	41:8.1%	2:0.4%	21:4.2%	506
・サンドミル	台	155:13.8%	258:23.0%	289:25.8%	261:23.3%	29:2.6%	61:5.4%	67:6.0%	1,120
鋳仕上げ設備 (計)	台	552:14.6%	773:20.4%	1,041:27.4%	897:23.6%	127:3.3%	39:1.0%	364:9.6%	3,793
・ショットブラスト	台	154:16.3%	203:21.5%	234:24.8%	254:26.9%	21:2.2%	15:1.6%	64:6.8%	945
運搬設備 (計)	m	874:1.3%	2,772:4.3%	5,443:8.4%	22,957:35.4%	4,856:7.5%	7,043:10.8%	20,974:32.3%	64,919
・オシレイティングコンベア	m	100:1.9%	195:3.7%	414:8.0%	2,378:45.7%	278:5.3%	217:4.2%	1,625:31.2%	5,207
・ローラーコンベア	m	347:1.2%	1,570:5.4%	2,853:9.9%	12,328:42.7%	3,125:10.8%	1,880:6.5%	6,737:23.4%	28,840
・ベルトコンベア	m	419:1.4%	896:3.0%	2,118:7.2%	8,035:27.1%	1,318:4.5%	4,552:15.4%	12,257:41.4%	29,595
機械加工設備 (計)	台	1,204:12.3%	1,032:10.5%	2,620:26.8%	1,649:16.9%	276:2.8%	192:2.0%	2,813:28.7%	9,786
除塵装置 (計)	台	261:7.3%	419:11.8%	730:20.5%	1,317:37.0%	147:4.1%	69:1.9%	619:17.4%	3,562
試験検査設備 (計)	台	96:5.3%	191:10.5%	421:23.1%	670:36.8%	86:4.7%	93:5.1%	262:14.4%	1,819

(出所) 通商産業省重工業局 (1969)、86-87頁より作成。

表13 設備設置状況（設置後の経過年数別台数：1963年）

		1年未満		1～5年未満		5～10年未満		10～15年未満		15～20年未満		20年以上		総台数
溶解装置	コシキ	121	10.4%	517	44.3%	291	24.9%	130	11.1%	73	6.3%	36	3.1%	1,168
	キュボラ	302	16.8%	1,208	67.3%	528	29.4%	146	8.1%	70	3.9%	146	8.1%	1,796
	材料投入機	170	17.8%	606	63.6%	149	15.6%	14	1.5%	4	0.4%	10	1.0%	953
	前炉	175	17.6%	576	57.8%	175	17.6%	23	2.3%	16	1.6%	32	3.2%	997
造型設備	造型機	552	11.1%	2,794	56.4%	1,243	25.1%	222	4.5%	81	1.6%	61	1.2%	4,953
	中子造型機	82	13.8%	309	52.0%	134	22.6%	33	5.6%	10	1.7%	26	4.4%	594
	鑄型乾燥炉	82	5.6%	587	40.2%	385	26.3%	151	10.3%	105	7.2%	152	10.4%	1,462
	中子乾燥炉	71	4.9%	598	41.0%	441	30.2%	169	11.6%	78	5.3%	103	7.1%	1,460
	炭酸ガス硬化装置	227	14.2%	1,124	70.2%	244	15.2%	6	0.4%	1	0.1%	0	0.0%	1,602
砂処理設備	連続式砂処理装置	43	15.6%	161	58.5%	61	22.2%	6	2.2%	1	0.4%	3	1.1%	275
	簡易砂処理装置	60	12.1%	311	62.8%	97	19.6%	19	3.8%	8	1.6%	0	0.0%	495
	混練機	180	10.0%	964	53.8%	416	23.2%	135	7.5%	34	1.9%	63	3.5%	1,792
	混砂機	140	10.7%	724	55.1%	291	22.2%	96	7.3%	21	1.6%	41	3.1%	1,313
鑄仕上設備	ショットプラスト	271	15.1%	1,062	59.3%	411	22.9%	39	2.2%	5	0.3%	3	0.2%	1,791
	タンブラ	78	5.2%	655	43.6%	459	30.5%	168	11.2%	75	5.0%	68	4.5%	1,503
	グライNDER	478	11.1%	2,202	50.9%	1,052	24.3%	368	8.5%	118	2.7%	105	2.4%	4,323
運搬設備	クレーン	160	6.7%	989	41.3%	430	18.0%	203	8.5%	175	7.3%	438	18.3%	2,395
	手動クレーン	118	6.8%	767	44.0%	391	22.4%	152	8.7%	131	7.5%	183	10.5%	1,742

（出所）通商産業省重工業局編（1965），224-229頁より作成。

ルド装置」とは、「鑄型枠を使用するもので、鑄物砂の供給から型ばらしまでの工程を連続して行うもの」と定義されており、自動車など大量生産向けの自動化された造型設備および複数の造型機をコンベアに接続した造型設備を指している（通商産業省重工業局，1969，196頁）。「連続モールド装置」の設置数と設置比率が高い層は100～299人（172連，35.1%），1000人以上（115連，23.5%）であり，中規模と大規模メーカーが積極的に導入していたことがわかる。その一方で，小物鑄物の多品種少量（中量）生産で主に用いられる単体の造型機（モールドマシン）は，299人以下層の中小鑄物メーカーで広く設備されている。その内訳は100～299人（1,005台，31.2%），50～99人（870台，27%），30～49人（586台，18.2%），30人未満（321台，10%）である。また産業機械器具用で典型的にみられる中大物鑄物の多品種少量生産で用いられる炭酸ガス硬化

装置（炭酸ガス型に用いる炭酸ガスを発生させる簡易な装置のこと。詳しくは後述する。）も同様に中小鑄物メーカーによって積極的に導入されており，299人以下層の設置比率は93.4%に上る。また，砂処理・後処理工程では簡易砂処理装置，サンドミル，ショットプラストなども中小鑄物メーカーによって多く導入されていたことがわかる。

こうした生産設備はいつ頃導入されたのであろうか。表13は1963年時点の設備設置後の経過年数である。従業者規模別のデータではないが，当該産業の大部分は中小企業が占めているので，中小企業の動向を示すものと考えていだろうか。全ての項目において「1～5年未満」，次いで「5～10年未満」の設置時期が高く，1952年～57年，1958年～62年に導入されていたことがわかる。それ以降のデータは示されていないが，高度成長期に入って各種の設備導入が鑄物産業全体として活発化したと言えるだろう。

高度成長期の中小鋳物メーカーは大量生産型の「連続モールド装置」よりもむしろ自動化されていない単体の造型機や炭酸ガス硬化装置といった造型設備、また砂処理・後処理工程では簡易砂処理装置、サンドミル、ショットブラストなどの設備を積極的に導入していたことが、ここで示された。以下では、主として大阪府下の銑鉄鋳物製造業と川口鋳物産業集積を対象に、次の三つの問いについて考察していく¹⁵⁾。すなわち、①中小鋳物メーカーはなぜ多品種少量(中量)生産に適した生産設備を積極的に導入したのか(生産設備の特性を規定する要因)、②なぜ1950年代後半から1960年代前半にかけて設備導入が活発化したのか(設備導入時期を規定する要因)、③中小鋳物メーカーの供給力はいかなる要因によって向上したのか(供給力向上の諸要因)、である。これらの問いに答えることで、高度成長期において中小鋳物メーカーが拡大する需要に対して、技術変化を実現し、供給力を向上させ、その事業を持続し得た根拠が明確になるだろう。

(2) 小・中ロット受注と分散的な取引

中小鋳物メーカーが多品種少量(中量)生産形態

に適した造型設備を導入した理由は、中小鋳物メーカーの市場特性に由来する小・中ロット受注と分散的な取引にある。表14は1965年の川口鋳物産業集積、表15は1969年の大阪銑鉄工業組合の受注ロットの大きさとその構成比を示したものである。

川口の受注ロット合計をみると、「10~49個」が24.5%で最も多く、次いで「2~5個」が17.5%であり、1~49個の受注ロットは全体の64%を占める。産業機械器具用の受注ロットは「10~49個」と「2~5個」の構成比が高く、1~49個は72%に上る。その一方で自動車用の受注ロットは「500~4,999個」が43%、「100~499個」が19.9%、「5,000個以上」が13.6%という構成比である。大阪銑鉄工業組合の受注ロット別需要構成は「50個以下」が全体の受注重量の44.8%を占めている。鋳物産業集積地によって製品内容の構成に違いはあるが、共通して受注ロットは小規模から中規模であった。1960年代に入って自動車用鋳物の需要が拡大し、中小鋳物メーカーが自動車用鋳物に関わる下請分業生産に組み込まれたことにより、中小鋳物メーカーの市場範囲が資本財用から自動車用まで広がったため、このような受注ロットの構成になったと考えられる。ただし、自

表14 川口鋳物産業集積における従業者規模別・用途別受注ロットの大きさ(1965年)

	集計 企業数	1個	2~ 5個	6~ 9個	10~ 49個	50~ 99個	100~ 499個	500~ 4999個	5000個 以上
1~9人	31	9.3%	7.6%	5.6%	24.9%	15.9%	22.7%	8.8%	5.2%
10~19人	128	12.5%	18.1%	12.0%	28.7%	10.9%	10.5%	3.8%	3.5%
20~29人	72	10.8%	19.0%	10.4%	24.4%	14.3%	11.2%	6.4%	3.5%
30~49人	60	11.6%	18.6%	10.7%	22.6%	11.1%	16.4%	4.2%	4.8%
50~99人	28	11.6%	16.3%	9.5%	12.7%	10.9%	13.2%	13.8%	12.0%
100人以上	13	10.4%	25.6%	7.8%	15.7%	7.5%	8.8%	18.1%	6.1%
産業機械器具	204	14.8%	20.5%	11.2%	11.2%	25.5%	12.2%	10.1%	2.5%
金属加工機械	23	9.8%	20.7%	15.6%	37.1%	10.2%	5.1%	1.3%	0.2%
電気機器通信機	14	7.4%	11.1%	6.9%	17.5%	15.3%	21.8%	10.0%	10.0%
自動車	7	0.7%	8.4%	1.1%	5.1%	8.2%	19.9%	43.0%	13.6%
日用品	27	1.4%	3.1%	3.7%	16.4%	8.4%	26.2%	21.0%	19.8%
その他	57	7.9%	15.2%	10.9%	23.6%	13.5%	17.4%	6.8%	4.7%
合計	332	11.6%	17.5%	10.4%	24.5%	12.0%	13.0%	6.3%	4.7%

(出所) 埼玉県商工部(1965), 119-120頁より作成。

表15 大阪鋳鉄工業組合におけるロット別需要構成（1969年）

ロット数	ロット区分別重量	構成比
50個以下	8,355	44.8%
51～100個	1,461	7.8%
101～500個	3,771	20.2%
501～1,000個	1,220	6.5%
1,001～5,000個	2,628	14.1%
5,001個以上	1,228	6.6%
合計	18,663	100.0%

（注）大阪鋳鉄工業組合の215社のうち131社の1969年1か月分を集計。

（出所）産業機械研究会編（1971）、9頁より作成。

自動車用の受注ロットは相対的に量産規模が小さく、中規模程度であることに注意する必要がある。

こうした小・中ロット受注を特徴としているため、中小鋳物メーカーは小・中規模の受注を繰り返し、その結果、複数の産業にまたがった分散的に取引を行うことになる。たとえば、1965年の川口鋳物産業集積における取引先数と依存度は表16の通りである。1社当りの平均取引先数は29.7社、平均主要取引先数は4.5社、主要取引先数の合計依存度は71.5%であった。川口の中小鋳物メーカーの特定取引先への依存度はそこまで高いとは言えない。取引先が複数の産業にまたがっている場合が多く、特定製品に限定されない受注先を有している。さらに、取引先の約半数が中小企業であることも特徴的である¹⁶⁾。

同様の傾向は1966年に愛知県経済研究所が行ったアンケート調査からも見て取れる。愛知県下の鋳物メーカーの「親企業」数が3社以上と回答したものは100社中72社であり、次いで「親企業」数3社が15社であった。「親企業」からの受注が生産全体に占める割合は、11～20%が88社、21～30%が32社、10%以下が53社である。同調査では、「少数の親企業に高い依存度を持って専属下請化することを避けて、受注先の数をややしていく方向をとる……傾向が支配的」だと指摘されている（伊藤、1968、35-36頁、40頁）。

複数の産業にわたる小・中ロット受注に対応する中小鋳物メーカーの生産形態は必然的に多品種少量（中量）生産形態にならざるを得ない。自動車関連の仕事を受注する量産タイプの中小鋳物メーカーの場合でも、その量は中程度の規模であり、他分野の製品も同時に受注している。こうした鋳物市場の特性を前提に、高度成長期の中小鋳物メーカーは多品種少量（中量）生産形態を維持したまま、生産性を向上させ、仕事量を拡大させたと考えられる。そこで求められた生産設備は多品種少量（中量）生産形態に適したものであり、かつ安価な汎用的、簡易的なものであった。

したがって、高度成長期の鋳物産業の発展を阻む要因として考えられていた多品種少量生産形態は、技術的に遅れていることの結果ではなく、市場特性と取引形態に規定されたものだったと言える。これらの受注と生産にみられる特徴は中小鋳物メーカーが置かれている機械工業における社会的分業の位置によって発生する。たしかに大規模メーカーが導入した当時の最新造型設備である「連続モールド装置」と比較すれば、中小鋳物メーカーが積極的に導入した造型機（モーディングマシン）は在来の自動化されていない造型設備ではある。しかし、こうした生産設備を中小鋳物メーカーは受注・生産条件や企業規模に合わせて合理的に選択していたということができる。

（3）納期厳守と労働力不足

次に、設備導入時期を規定した要因について検討したい。高度成長期に中小鋳物メーカーの設備投資が活発化したのは、第一に、旧来の中小鋳物メーカーの生産管理・労務管理体制では急速な需要拡大に応えきれず、その限界が露呈したからだと考えられる。

1960年代に需要産業から「納期厳守」に対する強い要望があったことが、いくつかの実態調査で明らかになっている。たとえば、通産省の1963年調査によれば、需要者から改善すべき要求項目として「納

表16 川口鋳物産業集積における取引先数と依存度（1965年）

従業員規模	工場番号	取引先			用途別の依存度（取引先数）		
		総数	主要得意先数	主要得意先合計依存度			
1 ～ 19人	10	12	5	67.0%	産業機械器具33%（3社）	土木建設機械15%（1社）	電気機器通信機19%（1社）
	57	10	2	54.2%	土木建設機械30.5%（1社）	農漁具23.7%（1社）	
	53	40	5	46.3%	産業機械器具28.8%（3社）	港湾船舶14.8%（1社）	日用品2.7%（1社）
	36	22	4	79.0%	産業機械器具79.0%（4社）		
	31	33	5	77.0%	産業機械器具71.0%（4社）	その他8%（1社）	
	60	4	1	71.0%	農漁具71.0%（1社）		
	25	18	4	58.3%	産業機械器具43.0%（2社）	土木建設機械3.5%（1社）	港湾船舶11.8%（1社）
	46	10	2	87.0%	土木建設機械63.0%（1社）	金属加工機械24.0%（1社）	
	30	10	3	75.0%	産業機械器具50.0%（1社）	土木建設機械15.0%（1社）	自動車10%（1社）
	35	46	5	55.6%	金属加工機械46.3%（3社）	その他9.0%（1社）	土木建設機械0.3%（1社）
	18	30	5	67.1%	その他44.0%（3社）	日用品23.1%（2社）	
	平均	21.3	3.7	67.0%	—		
	20 ～ 49人	24	4	4	100.0%	産業機械器具100.0%（4社）	
40		35	5	50.0%	産業機械器具50.0%（5社）		
37		42	5	77.7%	産業機械器具70.7%（3社）	土木建設機械4.7%（1社）	
29		38	3	45.0%	産業機械器具35.0%（2社）	金属加工機械10.0%（1社）	
28		36	6	67.5%	土木建設機械38.0%（1社）	自動車24.7%（2社）	電気機器通信機3.1%（2社）
41		26	5	64.0%	産業機械器具64.0%（5社）		
38		15	5	75.0%	産業機械器具53.0%（4社）	自動車22.0%（1社）	
11		30	5	55.8%	産業機械器具25.4%（2社）	電気機器通信機17.8%（1社）	産業車輛6.3%（1社）
13		58	5	35.5%	産業機械器具19.0%（2社）	電気機器通信機8.6%（1社）	その他7.9%（2社）
34		25	2	60.5%	産業機械器具60.5%（2社）		
43		28	5	83.0%	産業機械器具80.0%（4社）	金属加工機械3.0%（1社）	
58		25	5	51.0%	土木建設機械44.0%（4社）	産業機械器具7.0%（1社）	
5		30	3	59.0%	土木建設機械44.0%（1社）	産業機械器具15.0%（2社）	
3		10	5	91.9%	産業機械器具48.2%（1社）	その他43.7%（4社）	
7		27	5	62.3%	産業機械器具52.8%（4社）	繊維機械9.5%（1社）	
33		20	5	75.7%	産業機械器具75.7%（5社）		
4		36	5	65.6%	産業機械器具65.6%（5社）		
42		22	4	69.2%	産業機械器具66.8%（3社）	その他2.4%（1社）	
51		21	3	70.2%	自動車54.0%（1社）	日用品10.0%（1社）	土木建設機械6.2%（1社）
12		12	4	95.0%	電気機器通信機78.0%（1社）	自動車7.0%（1社）	日用品5.0%（1社）
52		3	3	100.0%	日用品90.0%（2社）	産業機械器具10.0%（1社）	
54		20	5	63.0%	日用品63.0%（5社）		
45		28	3	43.0%	金属加工機械25.0%（3社）	日用品18.0%（1社）	
6		12	2	86.7%	金属加工機械75.0%（1社）	その他11.7%（1社）	
26		8	4	96.5%	金属加工機械71.3%（2社）	産業機械器具8.6%（1社）	
44		33	4	90.0%	金属加工機械54.0%（1社）	土木建設機械32.0%（2社）	日用品4.0%（1社）
48		8	5	99.8%	自動車55.0%（1社）	産業機械器具36.5%（3社）	金属加工機械8.3%（1社）
16	23	6	74.0%	鉄道34.0%（4社）	産業機械器具23.0%（1社）	その他17.0%（1社）	
56	14	5	90.8%	その他51.4%（3社）	産業機械器具25.8%（1社）	産業車輛13.6%（1社）	
27	35	5	58.0%	その他29.0%（2社）	産業機械器具19.0%（2社）	農漁具10.0%（1社）	
平均	24.1	4.3	71.8%	—			
50 ～ 99人	21	25	5	64.0%	その他38.0%（1社）	港湾船舶17.0%（2社）	産業機械器具9.0%（2社）
	39	45	5	75.0%	産業機械器具用69.0%（4社）	土木建設機械（1社）	
	17	62	5	51.0%	港湾船舶25.0%（3社）	金属加工機械17.0%（1社）	自動車9.0%（1社）
	55	73	5	96.0%	その他96.0%（5社）		
	1	29	5	79.1%	産業機械器具36.7%（2社）	鋳型・鋳型定盤21.8%（1社）	金属加工機械20.4%（2社）
	47	30	4	76.0%	産業機械器具60.0%（3社）	土木建設機械16.0%（1社）	
	22	45	5	60.0%	電気機器通信機48.0%（4社）	その他12.0%（1社）	
	19	73	5	23.7%	日用品17.5%（3社）	土木建設機械6.2%（2社）	
	2	65	5	75.0%	日用品75.0%（5社）		
	9	9	4	96.1%	金属加工機械96.1%（4社）		
	14	31	5	89.5%	自動車77.1%（3社）	鉄道12.4%（2社）	
	32	37	3	54.0%	その他38.0%（2社）	産業機械器具16.0%（1社）	
	23	76	6	60.0%	その他60.0%（6社）		
	8	33	3	78.0%	鋳型・鋳型定盤53.3%（1社）	産業機械器具16.3%（1社）	電気機器通信機8.4%（1社）
平均	45.2	4.6	69.8%	—			
100 人 以上	15	33	5	91.6%	鉄道84.8%（4社）	金属加工機6.8%（1社）	
	49	7	4	92.0%	自動車92.0%（4社）		
	50	30	5	96.2%	自動車87.0%（2社）	産業機械器具4.0%（1社）	港湾船舶3.3%（1社）
	59	105	2	45.0%	その他30.0%（1社）	繊維機械15.0%（1社）	
	20	17	17	100.0%	その他100.0%（17社）		
平均	38.4	6.6	84.9%	—			
全体平均	29.7	4.5	71.5%	—			

（出所）埼玉県商工部（1965）、169-170ページより作成。

期厳守」が最も高く、鋳物メーカーの60%がこれを求められていた¹⁷⁾。次いで「品質向上」への要求が32%であり、「価格引下げ」は26%であった（通商産業省重工業局編，1965，35頁）。

納期厳守に対する要望にはどのような背景があったのだろうか。日本総合鋳物センター・鋳物工業構造調査委員会は、鋳物メーカー側の「日程管理が不十分」であったこと、「不良品ができて再製または補修に日程を要」していたこと、「鋳物業者が能力以上に多量に作業を取り込んでいる」ことを指摘している（日本総合鋳物センター，1965，125頁）。また、『川口鋳物工業産地診断書』でも、「親企業の要望」として納期厳守が高いことが挙げられ、生産・納期管理が不徹底であることの原因として次のことが指摘されている。すなわち、①鋳物工場の生産計画は注湯日を基準にした大まかなものであったこと、②職人気質の工員が多い鋳物工場では生産計画を厳守させることが困難であったこと、③鋳物工場の生産性は造型工程がボトルネックとなっていたこと、④造型工程の生産性向上策は造型工の出来高賃金に依存していたこと、⑤そのため、多くの鋳物工場では造型工程と注湯工程の分業がなされていなかったこと、である（埼玉県商工部，1966，126-127頁）。

注湯日とは、何日おきに溶解・注湯作業を行うのかという日数のことである。1950年代後半の大阪では月当たり溶解日は平均12回程度（2～3日に1回）、1960年代後半の広島では毎日が8社、2～3日に1回が15社、4日に1回と週に1回がそれぞれ1社であった。高度成長期に溶解回数は増加傾向にあったと考えられるが、2～3日に1回のペースが大勢であったと思われる（大阪府立商工経済研究所，1958，32頁，広島県中小企業指導所，1970，70頁）。その場合、不良品が発生すると、再度、鋳型を造型し、注湯できるのはその2～3日後になる。2～3日おきに溶解せざるを得ないのは、造型工程の生産性が低く、鋳型が一定量溜まってから注湯しないと非効率になるからである。そのため、注湯日以外の日は「人手が造型に集中」し、「2日吹き、3日吹き

などで作業工程が断続的でスムーズに流れない」という実態であった（福田，1970，100頁）。

溶解回数を増やすためには、ボトルネックとなっていた造型工程の生産性向上が不可欠であったが、「受取」や「請負」と呼ばれる出来高賃金による生産性向上策に多くの鋳物メーカーが頼っていた。当時の鋳物工場の労働現場の実態について『朝日新聞』は、特集記事を組み、次のように報じている。記事で報じられた山泰鋳工所の従業員数は28名で、同社は自動車部品やバルブなどを月産百数十トン生産しており、川口の鋳物工場としては規模、売上ともに「平均的な」工場として紹介された¹⁸⁾。

「工場の朝は早い。始業は八時だが、工員は七時ごろからやってくる。そして午前十時と午後三時の十分ずつの休み時間も、ろくにとらない。出勤してきた以上、とにかくよく働く。」「一週間ほどするうちに、まったくウラハラな事実気がついた。欠勤者が以外に多いのだ。平均して日に三人は休んでいる。欠勤率十七%。大企業の欠勤率とくらべると倍以上である。「吹き」のとき以外は、砂で鋳型をつくり、工場の床に並べてゆくのが主な仕事だから、休んだものの持場だけポッカリと穴があいたようになる。」「うけとりとは、川口ではごく普通の請負制度のことである。固定給はゼロで、賃金は製品のでき高に応じて、トン当りいくらか支払われる。今のような好況時は、やればやるだけ仕事があるし、トン当りの単価もかなり高い。」（『朝日新聞』1967年10月27日付夕刊）

このような出来高賃金は労働インセンティブを強化するが、高い欠勤率を防ぐことができず、生産計画通りの工程管理がなされていなかった。その結果、「納期厳守」をユーザーから要求されていたという姿が当時の中小鋳物メーカーの実態であろう。こうした問題から、高度成長期には出来高賃金から日給制に切り替える鋳物メーカーが現れはじめていた（伊藤，1968，26頁）。しかし、「納期厳守」の要望に

応えるためには、ボトルネックとなっていた成型工程の生産性を向上させる必要があった。

高度成長期に設備導入が活発化した第二の要因は、労働力不足のもとですすんだ労働コストの上昇である¹⁹⁾。通産省の1963年調査では、「不足状態のまま操業」している企業の割合は、比較的規模の大きい「一貫」鋳物メーカーで38.3%、中小規模が多い「専業」と「兼業」鋳物メーカーは63.6%と57.0%であった(通商産業省重工業局編, 1965, 88頁)。しかも、鋳物産業の場合は、重筋労働であり、作業環境も劣悪であったため、他産業よりも労働力不足が顕著に現われ、とくに新規学卒の若年労働力の求人は困難であった(伊藤, 1968, 20頁)。労働力不足により鋳物産業集積地では従業員の引き抜きが横行し、従業員を引き止めるには賃金を引き上げざるを得ない状況にあった。同じ『朝日新聞』の記事では、次のように報じている。

「何しろこの人手不足。スカウトが横行している川口だ。(従業員の―筆者) 不満をそのままにしておいたら、引き抜かれる恐れが多分にある。…もちろん業界はこうした引抜の防止に大わらわだ。引抜がある限り人件費の値上がりは避けられない。鋳物組合も総会や理事会で、何度となく引抜き防止の決議をし、回状を各工場へ回している。……だが、こんなことで引抜きはなくなる。何しろ鋳物業界はかつてないほどの好況。どの工場も半年分以上の注文をかかえこんで、仕事のやりくりに必死なのだ。『人さえおれば、この機会にいくらでも事業を拡張できるんですがねえ……』と、おやじさんは残念そうにいうのだった。」(『朝日新聞』1967年11月1日付夕刊)

需要は拡大していたが、労働市場がひっ迫していたことにより、鋳物メーカーは労働力不足に陥っていた。鋳物産業集積地では引き抜きが横行し、従業員を引き留めるには賃金を上げざるを得ない。一方では従来からの出来高賃金に頼った能率向上に限界

が生じており、他方では労働力不足による労働コストの上昇に直面していた。こうした経営環境を打開するためにはボトルネックになっていた成型工程の生産性を向上させる必要に迫られていた(森, 1968, 44頁)。こうして中小鋳物メーカーの技術変化が促されることになった。

(4) 中小鋳物メーカーの技術変化

高度成長期の中小鋳物メーカーの技術変化を分析した優れた調査報告書に大阪府立商工経済研究所(1970)『大阪府中小工業の基本動向―その13 鋳鉄鋳物製造業(下)―』がある。本報告書の執筆者である森靖雄は、1960年代の大阪府下鋳鉄鋳物製造業の技術変化を次のようにまとめている。

① 森靖雄の分析―諸工程の機械化と炭酸ガス型法の導入―

「外見上目立つ」変化を起こした鋳物工場は少数で、大部分の工場は「旧態依然たる生産を続けているように見える」。しかも主力製品は「精度が求められなかった日用・雑器類から、機械部品へと」移り、「年々品質の向上と生産の増加を求められる傾向が強まっている」。「ユーザーからの要請は、『旧態依然』とした生産では応じきれず、……外見上はユーザー側の急速な技術進歩および生産拡大と鋳鉄鋳物業者における鈍足な技術改善の間に大きな矛盾を生じ、刻々その差が拡大しつつあるように見える」。森は、「外見上」、「旧態依然たる生産を続けているように見える」とあえて表現したうえで、高度成長期の鋳鉄鋳物製造業の生産量が倍増した統計的事実を強調する。つまり、実態としては、中小鋳物メーカーの技術変化は進んでいたものであり、その結果、生産拡大が実現したと森は主張している。「このような結果を生んだ要因は、表面上『旧態依然』とみえる、換言すれば、華やかな変化にはとぼしかった鋳鉄鋳物業界において……設備・技術および資材上のこまかい改善を多面的に行なってきたことにあるとみるべき」だとしている(大阪府立商工経済

表17 大阪府鋳鉄鋳物製造業の主要設備の導入時期（1968年）

	1945年 以前	46-50年	51-55年	56-60年	61-65年	66-68年	無記入	合計
サンドミキサー	2	7	13	29	36	12	6	105
	1.9%	6.7%	12.4%	27.6%	34.3%	11.4%	5.7%	100.0%
モールディングマシン	3	2	5	12	22	13	4	61
	4.9%	3.3%	8.2%	19.7%	36.1%	21.3%	6.6%	100.0%
シェルモールド 中子成形機			2	7	14	2	2	27
			7.4%	25.9%	51.9%	7.4%	7.4%	100.0%
パレット式搬送機	1			1	7	3	2	14
	7.1%			7.1%	50.0%	21.4%	14.3%	100.0%
ショットブラスト	2	3	27	39	31	12	6	120
	1.7%	2.5%	22.5%	32.5%	25.8%	10.0%	5.0%	100.0%

（注）調査対象247社のうち有効回答130社分の集計。パレット式搬送機の1945年以前の1件について、回答者の「誤解」と本文中に記載されているが（184頁）、そのまま記載した。

（出所）大阪府立商工経済研究所（1970）、182-183頁より作成。

研究所、1970、212-213頁）。

この「華やか」さに欠ける技術変化とは、①小物鋳物分野において「造型・運搬・型こわしなどの工程について機械化の進展」が見られたこと、②中大物鋳物分野で「古い技術に依存している企業でも、鋳物砂の改良などの面で、部分的に新しい技術を導入」したことである。その結果、「技術的にある程度（機械工業に対する一筆者）ギャップが埋められたほか、生産性をかなり大幅に向上させる効果を生んだ」のである（同上、247頁）。

大阪府下の鋳物メーカーの主要設備の導入時期の結果が表17である。サンドミキサー、モールディングマシン（造型機）、ショットブラストなどの設備導入が1950年代後半と1960年代に活発化したことがわかる。この点について森は、「従来の限られた少数企業の枠を越えて、機械類の導入が始まった」、「サンドミキサーやサンドブラスト（またはショットブラスト）の小型機を設備する工場が増加したほか、生産能力の鍵を握る砂型造形工の生産性を向上させるものとして……モールディングマシンが関心を呼んだ」²⁰⁾と指摘している（同上、182-183）。さらに、パレット式搬送機が導入され始めたことにも注目している。「砂型造形工を運搬作業から解放す

る役割を果たすこの搬送機は…砂型造形作業に専従させる事により、1人当たり2～3倍の生産増加を可能にする」からである（同上、184頁）。

先述の通り、高度成長期の鋳物工場の生産性は造型工程が規定しており、多くの鋳物工場では造型工の生産性向上策として出来高賃金が採用されていた。鋳型の良否が鋳物品質に影響するので、造型工は自ら造型した鋳型に注湯し、良品のみが賃金算定の対象となる。しかし、1960年代の受注量の増加のなかで、若干の不良に対する賃金を問題にするよりかは、造型工程と注湯工程を区分して、作業の流れを良くするほうがメリットは大きいと考える企業が現れ、両工程の分業が進んだ。特に造型工程に造型機を設置した工場や、さらにそこから注湯場までの鋳型運搬にコンベアを採用した工場では、両工程は分離せざるを得なくなる（同上、167頁）。

川口鋳物産業集積でも同様の技術変化が生じていた。『川口鋳物工業産地診断書』によれば、小物、中物の生産性向上を目的として造型機を導入する中小鋳物メーカーが増加し、1965年時点の保有企業数は134社、保有台数640台、1工場当たり4.8台にまで上昇している（表18）。造型機の設置時期は1955～1959年が34.8%、1960～1964年が53%、1965年が7.3%で

表18 川口鋳物産業集積の造型設備の保有台数（1965年）

造型設備	保有企業数	保有台数	370工場に対する 保有率 (%)	保有企業の1工場 当たりの台数
造型機	134	640	173	4.8
サンドスリング	3	10	2.7	3.3
シェルモーディングマシン	30	77	20.8	2.6
中子造型機	5	70	19	14
シェルコアマシン	30	45	12.1	1.5
鋳型乾燥炉	223	293	79.1	1.3
中子乾燥炉	180	195	52.7	1.1
熱風鋳型乾燥炉	1	2	0.5	2
炭酸ガス硬化装置	141	234	63.5	1.6

（出所）埼玉県商工部（1966）、79頁より作成。

あった。さらに、導入された造型機は次第にプレートが大型化していたこと、造型機が半自動あるいは自動化の方向に進みつつあったこと、鋳型運搬にコンベヤが導入される傾向にあったこと、進歩的な工場では造型・注湯および型バラシの分業化が進みつつあったことが指摘されている（埼玉県商工部、1966、79頁）。

このように砂処理、造型、運搬、後処理工程における機械化が中小鋳物メーカーの間で進展していたが、保有台数が少数に止まり、小規模企業ほど導入が遅れていたという課題もみられた。サンドミキサーは8割の企業が所有しているが、平均2台の割合で設備されている。またサンドミキサーの大半は「サンドミル」と呼ばれる小型で簡易なものである。「10台以上並べてはじめて機械化のメリットがあらわれる」と言われる造型機は46.9%の企業は保有し、平均すれば10.7台設備されていることになるが、保有台数は1台から60台までの間を広く分布している。1台だけ保有する企業が23%、5台以下が50.8%であり、10台以上を保有する企業は3割に止まっていた（大阪府立商工経済研究所、1970、186-187頁）。

造型機の普及を阻害する要因について森は、ふたつの要因を指摘している。それは第一に、労働市場が逼迫し、若年労働者の採用が困難になるなか、鋳物メーカーの労働者構成が「高齢熟練労働者化」す

る傾向が生まれ、新しい設備や機械の導入を試みるものの、それらを忌避する傾向があった。第二に、「鋳物生産の多種多様性」である。大量生産型の鋳物工場とは異なり、「大部分の鋳物工場では、サイズ・形状ともきわめて多種類のものを、いずれも少量ずつ鋳造している」ためである。こうした要因が重なり「業界の大半を占める小零細層への普及が遅れてい」たとしている（同上、187-188頁）。

諸工程の機械化と並んで注目すべき技術変化は、造型プロセス（鋳型材料と硬化法）の変化である。特に産業機械など中大物鋳物の分野では、従来の乾燥型法から新たな造型プロセスである炭酸ガス型法への転換が進んだ。両造型プロセスは機械造型ではないという意味で、どちらも「手込め」と呼ばれる造型方法ではあるが、鋳型材料と硬化法が異なる。乾燥型法は、粘土分を含んだ砂を押し固めた後に、乾燥炉（焼成炉）で鋳型を焼き固める造型方法である。乾燥時間は中物の鋳型で6～12時間必要であり、乾燥時間と乾燥炉の収容能力が乾燥型法のボトルネックとなっていた（同上、160頁）。これに対して炭酸ガス型法は、水ガラス（ケイ酸ソーダ）を混ぜた鋳物砂で鋳型を成型した後に、炭酸ガスを鋳型に吹き込むことで、鋳型を硬化させる造型方法である。乾燥型法に比べると、乾燥工程を省くことができ、より強度と精度の高い鋳型を成型することが可能で

表19 大阪府鋳鉄鋳物製造業の各種造型プロセスの導入時期（1968年）

	1954年 以前	55～59年	60～64年	65～68年	計	
ガス型	3 3.8%	18 22.5%	42 52.5%	17 21.3%	80 100.0%	50.6%
セメント型			5 62.5%	3 37.5%	8 100.0%	5.1%
シェル型			13 43.3%	17 56.7%	30 100.0%	19.0%
自硬性型		1 2.6%	7 18.4%	30 78.9%	38 100.0%	24.1%
その他			1 50.0%	1 50.0%	2 100.0%	1.3%
合計	3 1.9%	19 12.0%	68 43.0%	67 42.4%	158 100.0%	

(注) 調査対象は表17と同じ。

(出所) 大阪府立商工経済研究所（1970），208頁より作成。

ある。炭酸ガス型法を導入するためには、水ガラスを含ませた炭酸ガス型用の合成砂とガス発生装置が必要なだけで、少額の費用で導入が可能であった²¹⁾。また、従来からの設備や技能を活かしつつ、同法を導入することが可能であった（同上，203頁）。こうした利便性のため、「この方法の手軽さは、たちまち鋳物屋をとりこにしてしまった」と言われている（小林，1972，61頁）。

表19によれば、大阪府下の鋳鉄鋳物メーカーによる炭酸ガス型法の導入は1950年代後半から増加し、60年代前半は導入件数が42件に達し、1968年時点で延べ導入件数の50.6%を占めるに至る。また、60年代からはセメント型、シェル型、その他の自硬性鋳型の導入の増加も見られた²²⁾。川口においても、1965年時点で炭酸ガス硬化装置の保有率は63.5%に達しており、同法が普及していたことがわかる（表18）。この炭酸ガス型法について森は、「この目だたない改良が、技術的には機械工業などユーザーの技術向上に即応できる製品を生み出す基礎になったと考えられ…増大する需要にかなりの程度まで応えることができた」と高く評価している（大阪府立商工経済研究所，1970，210頁）。

以上のように高度成長期に造型、運搬、砂処理などの諸工程の機械化が中小鋳物メーカーの間で進展していた。特に生産性のボトルネックであった造型工程には造型機が積極的に導入され、機械造型が適用できない中大物鋳物を生産する中小鋳物メーカーでは炭酸ガス型が導入された。こうした中小鋳物メーカーの技術変化は全工程の生産性を制約していた造型工程の生産性を向上させ、その結果、溶解量の増加と出来高賃金からの脱却が可能になった。こうして中小鋳物メーカーの生産性が向上し、高度成長期に拡大する機械用鋳物需要に応えることができた。高度成長期の鋳物産業が中小企業性、小規模生産、企業数の多さ、多品種少量生産といった諸要素を温存させたまま産業発展を果たした主要な要因は、以上のような技術変化に求めるべきであろう。ただし、このように積極的に技術変化を果たした中小鋳物メーカーが存在した一方で、特に小規模層においては機械化や新技術の導入に対して消極的なメーカーも同時に併存していたことも、上記の諸要素の維持に寄与する。こうした小規模メーカーが存続した理由のひとつは、後述する鋳物メーカー間の外注利用の拡大である。

② 鑄造方案をめぐる技術変化—「鑄物作業革命」と「科学的方案」—

以上の森による技術分析には同意するが、高度成長期の中小鑄物メーカーの技術変化には、鑄物づくりの中核的なノウハウである鑄造方案に関する変化が伴っていた。これは先に引用した中岡 (1993) が、資本財産業における機械製造能力は「素形材加工の領域……へ蓄積されてゆく経験熟練の量」によっても規定されている、と指摘していたことに関わる論点でもある (中岡, 1993, 171頁)。

鑄造方案をめぐる技術変化を生み出したインパクトは、造型を中心とした諸工程の機械化、それに伴う模型と鑄物砂の変化である。造型工程が機械化される以前の鑄造方案は、熟練した造型工の経験と知識によって決定され、造型工が造型道具を用いて鑄型に反映させていた。造型機が中小鑄物メーカーに普及するにつれて、予め設計された鑄造方案が載った模型によって鑄造方案を鑄型に反映する方法に徐々に置き換わった。

そもそも鑄造方案とは何か。日本鑄造工学会編集の『図解鑄造用語辞典』によれば、鑄造方案とは「製品図から鑄物素材を作る計画で、模型方案 (鑄造姿勢、模型の分割、削り代、木型・金型の区分などの設定)、湯口方案 (湯口系などの設定)、押湯方案 (押湯、冷し金)などを総括したもの」(日本鑄造工学会編, 1995, 127頁)とある。砂型鑄物の場合、鑄物を製造するには、最終的に鑄造成形したい製品の形状を反転させた鑄型を成型する必要がある。そのためには完成品を模した模型を製作し、鑄型の形状を反転させることで、製品部分の鑄型空間が形成される。この模型の設計が模型方案である。さらに製品部分となる鑄型空間に溶湯を流し込む経路を必要とする。その経路は湯口、湯道、堰によって構成され、それらの設計を湯口方案といい、この設計によって湯流れのプロセスが制御される。鑄型に溶湯が満たされた後、冷却され、凝固過程に入ると、その体積は5%ほど収縮する。この収縮分が製品部分に閉じ込められると鑄物内部に巣 (空洞) が

形成され、欠陥品になってしまう。こうした欠陥を防ぐために、製品部分と接続された押湯といわれる空間が鑄型に設けられる。押湯部分の凝固を製品部分よりも遅らせ、押湯部分に収縮に伴う巣を意図的に発生させることで、欠陥を防ぐという手立てをとる。つまり、押湯方案とは凝固プロセスを制御するための鑄型設計ということになる。このように鑄造方案は鑄物の材質・形状設計だけでなく、鑄造方法や造型法の設計を含むので、その設計品質は鑄物の品質、コスト、納期を左右する (加山, 1985, 136-153頁)。

さて、高度成長期以前の鑄造現場において、誰が鑄造方案を設計し、どのように湯口系統や押湯を鑄型に反映させていたのだろうか。戦後復興期に労働省職業安定局は各種産業における職務の作業内容、困難さ、責任、知識、所要性能などの職務分析を行い、産業別の職務解説書を作成した (労働省職業安定局監修, 1988, 第5章)。1949年に『職務解説叢書 第4集 鑄物業』が刊行されており、この資料を手掛かりにこの点を確認したい。そこでは造型工 (鑄物工・型工・型込工)の職務について、次のように分析されている。「この職務は型込、乾燥、注湯を一人で作業する、従って経験工でなければならない。この職務は……熟練による“コツ”を多分に必要とする。」(労働省職業安定局, 1949, 28頁)。「未経験者を養成するには最低3年から4年の期間を必要とし、所要経験4、5年を待たなければ鑄物工として一人前ではない」。さらに職務に関する知識として「砂の種類、粒度、強弱」、「溶解した金属の色によって湯の温度を判定すること」、「製品の種類によって異なる型込の方法」、「湯口、押湯の位置」、「鑄物の材料 (銑鉄、鋼屑、コークス、キラ、黒鉛、白蠟、木型の種類、材質)」、「造型用具の使い分け」などが必要であるとしている。造型工は「湯口、押湯、中子の位置等を決定する」(同上, 21-23頁)とあるように、造型工は鑄造諸条件を総合的に判断し、鑄造方案を決定し、造型道具を用いて湯口、湯道、押湯を成型していたことが示されている。

このように高度成長期以前の鋳造現場における鋳造方案の設計および鋳型への反映は、造型工の経験と技能に依拠していた。鋳型の造型作業には手先の器用さが求められ、熟練した造型工は、使い慣れたへら、コテ、水筆などの造型道具を自ら所有していた²³⁾。しかも、造型工の経験は個人的に蓄積されるため、一人ひとりの造型工によって鋳造方案が異なっていた（藤田, 1943, 9-10頁）。鋳造方案の設計品質や鋳型の精度は注湯後の鋳物品質を左右するため、「型込、乾燥、注湯を一人で作業する」ことが当時の鋳造現場では当然視されており、こうした作業のあり方を前提に出来高賃金が造型工に適用されていた。

では、鋳造現場に造型機が導入されると造型作業はどのように変化するのだろうか。この点に関しては、既に機械造型が定着していたアメリカ鋳物産業の視察団報告書が参考になる。1955年に発足した日本生産性本部は、生産性向上運動として海外生産性視察団を編制し、アメリカおよびヨーロッパ諸国に派遣し、その実態を明らかにする事業を1955年度から65年度にかけて実施した（社会経済生産性本部, 2005, 50-53頁）。それら視察団のうち、鋳鉄鋳物生産性視察団は1956年にアメリカ鋳物産業の経営、生産技術、労務状況の実態を調査した。同視察団による調査報告書の「結論および日本鋳物工業への勧告」に、次のような記述がある。

「アメリカの鋳物生産性向上の手段は、鋳物作業に不可分と考えられていた人びとの熟練した技巧、手先の技を完全に捨てざることであった。従来鋳物作業には、造型小道具として“へら”とか“水筆”とか“目吹き”などの用具が必要であり、その道具をたくみに使用する工員の熟練が必要であった。鋳物用小道具が捨てられ、鋳型も芯（中子—筆者）も機械力によって造りだされ、鋳物作業における革命がアメリカでは立派に達成されている。これがずば抜けて高い生産性を生みだしている」（日本生産性本部編, 1957, 97頁）。

アメリカ鋳物産業の「高い生産性」は、造型工程の機械化とともに「熟練した技巧、手先の技」を捨て去ることによって生み出されると述べている。その上で、同報告書では「機械力は鋳物作業革命の中心である。そしてその前衛をなすものが、精密強固な木型である。後衛をなすものは鋳物砂の人工調整……であろう」と述べ、造型工程の機械化は木型（金型）と鋳物砂の人工調整によって支えられていたことを強調している。造型工程の機械化の際に、木型が重要であるのは「鋳物作業における人の技巧は木型あるいは木型の設計製作に集約され」るためだとしている。また、天然の山砂は均質的ではなく、造型工が造型道具を用いて微調整をする必要があったため、「山砂を造型機と組み合わせて作業をした過去においては、“へら”を完全に捨てえなかった」。人工的に調整した「人工型砂を機械造型することによって、従来の焼き型が生型で置換された」としている（同上, 98-99頁）。

こうしたアメリカ鋳物産業における「鋳物作業革命」は、大規模工場だけでなく、「中小工場あるいは町工場に至るまで例外なくゆきわたっている」ので、「わが国へも大きな支障や困難なしに移入されうる可能性が多い」（同上）と述べ、日本の鋳物産業の大部分を構成する中小鋳物メーカーでもこの「鋳物作業革命」は実現可能だと見通している²⁴⁾。この「勧告」で述べられている内容を参照軸にして、中小鋳物メーカーの鋳造方案に関わる技術変化について考察したい。

造型工程の機械化に伴い鋳物作業の「技巧」が木型に集約されるとは、どういうことだろうか。これは鋳造方案を取り付けたマッチプレートないしパターンプレートを導入することを意味している。マッチ（又はパターン）プレートとは、機械造型に使用する模型を取り付けた定盤のことを指すが、通常、定盤には製品の模型だけでなく、予め設計された鋳造方案の模型も取り付けられている。そのためマッチプレートを用いて造型することで、造型工は造型道具を用いて鋳造方案を鋳型に反映する必要はなく

なる。こうして鑄造現場から各種の造型道具は徐々に用いられなくなり、造型道具を扱う技能は模型に集約される(三田村, 1998, 106-107頁)。さらに個々の製品に対する鑄造方案は工場ないし生産ラインで統一されるため、個人による鑄造方案の差異は無くなる。高度成長期に進展した中小鑄物メーカーの造型工程の機械化は、マッチプレートの利用、造型工の技能の模型への集約化、鑄造方案の統一化を促したと考えられる²⁵⁾。

製品図から鑄造方案を設計し、その設計を模型に反映するには、鑄物メーカーが鑄造方案を模型(木型・金型)メーカーに発注・指示するか、自作しなければならない。機械メーカーなど鑄物ユーザー側に鑄造方案の設計能力がある場合は、マッチプレートが支給されることもある。通産省の1963年調査の模型(木型、金型、その他)支給・外注・自家製作比率は次の通りであった。専業メーカーの模型の支給は64.2%、外注が26.4%、自家製作が9.4%であり、兼業・一貫メーカーを含めた全工場では支給52.6%、外注31.5%、自家製作15.9%であった(通産産業省重工業局編, 1965, 65頁)。同様の調査を行なっている『川口鑄物工業産地診断書』では従業者規模別の模型支給・外注・自家製作の割合が示されている。表20によれば、中小鑄物メーカーのなかでも規模が大きいほど模型の外注比率が高まる傾向にあった。同『診断書』によれば、「規模の大きい工場ほど技術水準が高い傾向が見られ、鑄造方案などを指定する

能力があり、模型製作についての指示については鑄物メーカー側が「方案を指定する」割合が94.5%に達していた(埼玉県商工部, 1966, 25-28頁)。機械メーカーより受注した製品図をもとに鑄物メーカーが鑄造方案を設計し、鑄造方案込みの模型を模型メーカーに発注する。鑄物メーカーではマッチプレートを用いて、造型機で造型するといった分業関係と作業形態が、1960年代半ばには中小鑄物メーカーのなかでも比較的規模の大きい層を中心に見られるようになったと言えるだろう。

もう一方の「鑄物砂の人工調整」は造型工程の機械化をいかに支えたのだろうか。機械造型が普及する以前は、日本においても天然砂が鑄物砂として使用されてきた²⁶⁾。天然砂(山砂・川砂)とは粘結剤としての粘土分が適度に含まれたけい砂を指し、水を加えてそのまま、あるいはわずかな加工を施して鑄物砂として使用される。造型工程の機械化に伴い、使用される鑄物砂は天然砂から半合成砂、合成砂へと次第に変化していく。愛知県珪砂鋳業協同組合によれば、天然砂に粘結剤や他の添加剤を加えたり、二種以上の天然砂を調合して簡単な処理によって調整する半合成砂が、特に「中小鑄物工場において最も広く採用」されていたと指摘している(「けい砂」編集委員会, 1970, 39頁)。さらに、自動造型ラインのように鑄物砂に対する管理水準が高い場合、もしくは自硬性鑄型の場合、けい砂に粘結剤や添加剤などを配合し、任意の性質の鑄物砂になるよう調

表20 川口鑄物産業集積の模型支給・外注・自家製作の割合(1965年)

	木型			金型		
	支給	外注	自家製作	支給	外注	自家製作
1～9人	71.0%	28.1%	0.9%	61.7%	20.5%	17.8%
10～19人	77.0%	21.7%	1.3%	53.0%	38.6%	8.4%
20～29人	73.7%	24.2%	2.1%	43.0%	37.0%	20.0%
30～49人	50.8%	46.2%	2.8%	34.1%	53.7%	12.2%
50～99人	43.4%	55.4%	1.2%	16.7%	68.0%	15.3%
100人以上	19.2%	80.8%	0.0%	8.2%	80.8%	21.0%
合計	65.5%	32.9%	1.6%	43.5%	43.5%	13.0%

(出所) 埼玉県商工部(1966), 26-27頁より作成。

整された合成砂が使用される。同協同組合は「合成砂への移行は造形技術の近代化に応じて強くなっている傾向にある」と述べている（同上）。

通産省の1963年調査では、專業工場における鋳物砂の使用状況は、半合成砂の使用比率が84.6%、天然砂が43.2%、合成砂が19.6%であり、「鋳物砂は山砂の量的不足から品質のばらつきが大きくなる傾向があり、一般の生型鋳物においては次第に珪砂に粘結剤を加えた合成砂の使用が高まってきている」と指摘されている（通商産業省重工業局編、1965、63頁）。高度成長期に中小鋳物メーカーでもサンドミルや簡易砂処理装置が普及していたのは、半合成砂や合成砂の使用比率の高まりによるものと理解できる。

こうした鋳物砂の変化を促した要因について、愛知県珪砂鋳業協同組合は次のように指摘している。造型を中心とする諸工程の機械化による生産性向上、生産規模の拡大、管理技術の導入、溶解法や造型法における新技術の開発が鋳物砂への関心を高めていった。特に「戦後、米国の鋳物技術が紹介されて、日本の鋳物技術界において型砂—鋳物砂についての考慮が不足していることが認識された」ことが刺激となり、日本鋳物協会東海支部の鋳物砂部会などによって鋳物砂に関する調査研究が進められていった（「けい砂」編集委員会、1970、93頁）。

以上のように造型工程の機械化は鋳造方案の設計と鋳型への反映方法を変化させた。高度成長期以前の鋳造現場では、鋳造方案は熟練した造型工によって設計され、造型道具を用いて造型していた。高度成長期に造型機が中小鋳物メーカーに導入されると、予め設計された鋳造方案が載ったマッチプレートが利用され始める。その結果、個々の造型工により異なっていた鋳造方案が統一されることになり、造型道具とともにそれらを巧みに扱う技能が不要になった。また、機械造型や自硬性鋳型にあわせた半合成砂・合成砂が使用されるようになった。こうした変化は造型工程の生産性の向上とともに鋳型の品質向上にも寄与した。

次に検討すべきことは鋳造方案自体の変化である。

1964年からスタートした公設試験研究機関による「巡回技術指導」に用いる目的で総合鋳物センターが1969年に発行した『鋳造現場の手引き』では、次のように鋳造方案を解説している。

「鋳造方案とは1口にしていえば“どのようにして鋳物を作るかを考えること”である。……この良否が鋳物の死命を決するともいわれる重要な事柄で、鋳造技術の総合的な知識を必要とし、健全でかつ経済的（造型、鋳仕上、機械加工等あらゆる見地から考えて）に製造できるように考慮されなければならない。」「この決定には（部品—筆者）設計者の意図するところを十分理解した上で、従来の経験を生かし、それぞれ工場に適した造型の方針を定め次にそれに基づいて湯の導き方（湯口方案）、押湯の立て方（押湯方案）、その他詳細を考えていくのが妥当である。」（総合鋳物センター、1969、20頁）

また、日本鋳物工業会（1971）では、「鋳造方案とは、総合的にみて経済的な鋳物の作り方、すなわち、欠陥を生じない鋳物の作り方であり、「鋳型の種類、鋳型の材料、造型方法、溶湯の材質、鋳込方法、鋳込温度、その他工場のもっている設備、慣習までも考慮されたもの」であると説明している（日本鋳物工業会、1971、1頁）。鋳造現場の技能者・技術者に向けて高度成長期末期に書かれた手引書や参考書には、鋳造技術の総合的な知識と鋳造諸条件の総合的かつ経済的な考慮が鋳造方案の設計には不可欠であると強調されている。

ここで言う鋳造技術の総合的な知識とは鋳造工学研究者や鋳造技術者の実験・研究によって明らかにされた湯流れや凝固速度などに関する各種の公式²⁷⁾ならびに鋳造諸条件に対する知識のことであり、「鋳造技術の総合的な知識」の必要性が強調されていたのは、こうした鋳造工学的知識に基づいた鋳造方案の設計が高度成長期から実践されるようになったためだと考えられる²⁸⁾。たとえば、1952年に鋳造技術者としていすゞ自動車に入社した松田政

夫は、1950年代半ばに日本に紹介されたアメリカ鋳物協会の湯口方案を契機に「いすゞ自動車の鋳造方案が「経験的方案から科学的方案へ」と劇的に変化したと回顧している。松田が入社した当時の「いすゞ自動車での鋳造方案は、長年の経験を積んだ格別の技能者が一切を取り仕切っており、「戦後10年近くたっても方案は昔のままであった」ので、技能者の経験に依拠した方案設計から脱却するため、松田は上司から「湯口方案決定技術の確立」を求められた。1957年にアメリカ鋳物協会の湯口決定方案が日本に初めて紹介され、これに刺激を受けて、松田は鋳造工学的な裏づけのある「科学的方案」を確立していく（日本鋳造工学会編、2017、55-59頁）。

高度成長期の中小鋳物メーカーにも「経験的方案」からの脱却を進めていた事例がある。酒井鋳造所（現キャスト、1889年に現在の東京都江東区で創業）は、1963年から「凝固収縮」²⁹⁾による方案設計、1970年からは「モジュラス」³⁰⁾による方案設計を始めている³¹⁾。同社の主要製品は雑多な産業機械鋳物であり、生産量は月当たり150トン未満と小規模であった。工場が狭いため量産対応が難しく、大部分が多品種少量生産品であった。新規受注のたびに鋳造方案を作るので、同社は一発で良品を製造できるよう鋳造方案の設計能力の向上に力を注いできた。鋳造方案の設計の根拠を明確にし、公式に基づいた方案設計を始める以前は、鋳造方案の設計ノウハウは造型工の暗黙知とされ、同社の知的資産として蓄積されていなかった。公式に基づいて設計された鋳造方案は、鋳造方案図³²⁾として紙媒体で記録され、その数は30年間でおよそ4,000件に達した³³⁾（キャスト、2007、17-18頁）。

「経験的方案」から「科学的方案」への変化が、高度成長期にどの程度の規模と速度で進展したかを示す資料は管見の限り見当たらないが、少なくとも鋳造方案のこうした変化は大企業に限ったものではなかったと言える。こうした鋳造方案の変化は、鋳型の内部で生じる物理的・化学的諸現象の諸法則に対する認識が、主観的なものから客観的なものへと変化

したことを意味する。主観的な認識の場合は、経験を通じた暗黙知となるため、諸法則の内容やその利用の仕方は他者に伝わりにくい。しかし、客観的に認識される場合は、諸法則の内容は形式知として認識され、長い経験期間を経ずとも、その内容を他者に伝達することも比較的容易になる。ただし、客観的な認識を実現するための条件として、法則性を表現する定式や理論が必要である（洪井、2018、78頁）。この場合、鋳造工学研究者や技術者の実験・研究によって明らかにされた各種の公式がそれに当たる。「科学的方案」とはそれら公式に立脚した鋳造方案の設計が実践されることを意味し、それは同時に設計ノウハウを客観的に表現することと工場や企業レベルでの設計ノウハウの蓄積を可能にする。

しかし、鋳物づくりの場合、各種公式にもとづけば最適解が得られるわけではない。鋳物の材質、形状の特性、鋳込み姿勢、中子・主型の種類、鋳型の硬度、非量産・量産、生産設備の種類などの様々な要素や条件に合わせて鋳造方案の設計を調整する必要が生じるからである。このため鋳造方案の設計に鋳造諸条件の総合的かつ経済的な考慮が重要となる。たとえば、モジュラスによる押湯設計でも、引け巣が発生し易いとされる箇所とは異なる箇所に発生する場合があったり、製品形状によっては計算値が当てはまらない場合も多くある。また、「ある工場で良い結果を出している方案でも、それをそのまま別の工場に適用して、必ずしも好結果をうるとは限らず、むしろ失敗する場合が多い」（日本鋳物工業会、1971、1頁）。生産ラインや工場によって生産設備が異なり、その他鋳造諸条件も異なるため、最適な鋳造方案も生産ラインや工場ごとに異なるからである。また不良の発生原因も各工場特有の条件が絡む場合が多い。このため、鋳造方案上の不良対策の一般化・標準化も困難になる。結局、各工場で試行錯誤を繰り返して、鋳造方案の設計を調整するしかない³⁴⁾。こうして個々の鋳物メーカーが自らの鋳造諸条件に合わせた鋳造方案の設計ノウハウの蓄積が重要となる。

機械用鋳物需要の拡大期であった高度成長期において、中小鋳物メーカーに造型機が普及し、それに伴い半合成砂・合成砂の使用比率も高まり、新たな造型プロセスが導入され、溶湯の改良技術も進歩していた³⁵⁾。その結果、中小鋳物メーカーの供給力は高まったが、こうした技術変化は各種の鋳造設備と鋳造諸条件の目まぐるしい変化を意味していた。労働対象や手段、その他の鋳造諸条件の変化によって、従来の技術体系を前提にした経験だけでは対応できず、新たな鋳造諸条件に合わせた鋳造方案の設計が中小鋳物メーカーにおいても求められるようになったと考えられる。それは、第一に、各種公式にもとづいた「科学的方案」への変化、第二に、個々のメーカーの鋳造諸条件に合わせた総合的・経済的な方案の設計、第三に、工場や企業レベルで鋳造方案の設計ノウハウの蓄積、である。こうした鋳造方案の設計ノウハウの蓄積は、鋳物メーカーの競争力を規定する要素として、その重要性が高度成長期から徐々に高まっていったと考えられる³⁶⁾。

(5) 外注利用の拡大

最後に外注利用の拡大について指摘したい。高度

成長期における需要拡大の下での労働力不足は、鋳物産業集積地内における鋳物メーカー間の外注利用を拡大させた³⁷⁾。

高度成長期初期の時点では、鋳物メーカー間の外注関係は広く見られなかった。大阪府立商工経済研究所の調査によれば、「専門鋳物企業が鋳物製品を外注し、あるいは下請に出すことは比較的少なくて、外注する工程は「簡単な機械加工、焼鈍、木型など」に限られていた。鋳物製品の外注は「受注が著しく増加したとき、あるいは技術的に、自社生産の困難なとき」であり、限定的であったとしている（大阪府商工経済研究所、1958、46頁）。

その後、高度成長期に鋳物需要が拡大していく過程で鋳物メーカーの仕事量は拡大するが、労働力不足による事業拡張の制約があったため、鋳物外注が増加したと考えられる。中小企業研究センターが1969年に実施した全国調査によれば、常時外注を利用している割合は68.3%にも上り、そのうち「一部品種を外注」が29.4%、「能力不足の時外注」が22.7%であった（表21）。中小企業研究センターは「鋳物企業が同業の2次もしくは3次の下請となり、あるいは生産設備上の制約から自社が生産しては不

表21 専業・兼業メーカーの外注利用状況（1969年）

		一部工程を外注				一部品種 を外注	能力不足 の時外注	外注 しない	合計
		溶解	熱処理	鋳仕上	その他				
19人以下	企業数	1	2	6	2	16	31	61	119
	構成比	0.8%	1.7%	5.0%	1.7%	13.4%	26.1%	51.3%	100.0%
20～49人	企業数		5	10	1	39	30	27	112
	構成比		4.5%	8.9%	0.9%	34.8%	26.8%	24.1%	100.0%
50～99人	企業数		2	4	1	29	7	12	55
	構成比		3.6%	7.3%	1.8%	52.7%	12.7%	21.8%	100.0%
100～299人	企業数	1	1	2	3	7	2	1	17
	構成比	5.9%	5.9%	11.8%	17.6%	41.2%	11.8%	5.9%	100.0%
300人以上	企業数		2	4					6
	構成比		33.3%	66.7%					100.0%
合計	企業数	2	12	26	7	91	70	101	309
	構成比	0.6%	3.9%	8.4%	2.3%	29.4%	22.7%	32.7%	100.0%

（出所）中小企業研究センター（1970）、25頁より作成。

利になる製品の生産を依頼される、という協業化に近い関係」であると指摘している。また外注理由として「従業員の不足」をあげている企業が44.6%と半分近くを占め、最も多かった(中小企業研究センター, 1970, 25-26頁)。

注

- 12) ローゼンバークの「専門化の経済」とは、十分な資本財市場の大きさを前提に専門企業群が資本財産業において成立する場合、個々の資本財メーカーが比較的狭い範囲の製品の生産に専門化することにより発生する経済的な効果、すなわち学習過程の効率化のことを指す(Rosenberg, 1976, pp. 141-150)。
- 13) 中岡の問題意識は、発展途上国における資本財産業の自立的発展へのハードルにあった。その一つとして、素形材産業の分厚い層の形成は、発展途上国における工業化、特に資本財産業が発展する上で乗り越えなければならないと指摘している。逆に言えば、日本の高度成長期に各種素形材の外注先としての素形材産業が分厚い層として存在していたことは、産業機械産業が発展する条件が整っていたということができる。
- 14) 1950年代前半に内製部門を有する大手産業機械・工作機械メーカーは、鑄鉄鑄物の高材質化(強靱鑄鉄)のためミーハナイト鑄鉄製法の導入を進め内製部門の強化を進めていた(永島, 2017, 46-48頁)。
- 15) 高度成長期における鑄物産業の構造変化には地域的特質があると考えられるが、この点については今後の課題としたい。たとえば、日本産業構造研究所(1963)では、全国の主要な鑄物産業集積地を、歴史的特質を考慮し、次のように類型化している。①「日用品産業の比重がかなり高く、そのなかに、在来の鑄物産地としての伝統を保存しているもの」として岩手、山形、富山、広島、三重、②「在来から中心的鑄物産地であり、かつ、日用品より機械鑄物中心へという需要構造の変化に対応して、発展しつつあるもの」として埼玉、大阪、三重、③「在来の鑄物産地ではなく、当初から機械鑄物の生産によって産地を形成したものの」として東京、神奈川、静岡、愛知、福岡、と整理している。その他にも企業構造や生産構造といった観点から別の類型化も可能であることも示している(日本産業構造研究所, 1963, 9頁)。
- 16) 機械鑄物の発注先企業規模をみると、従業者300人以下の企業からの発注が半数を占めていた(埼玉県商工部, 1965, 111頁)。また市川(1963)の川口鑄物産業調査でも、49人以下の「中以下層の企業では、大部分が中小機械メーカーからの注文を受けて」いたことを明らかにしている(市川, 1963, 17頁)。
- 17) 1965年に埼玉県商工部が実施した川口鑄物工業産地診断および1969年実施の中小企業研究センターの調査でも同様の結果であった(埼玉県商工部, 1966, 126頁, 中小企業研究センター, 1970, 175頁)。
- 18) この新聞記事で紹介されている事例は、高度成長期の中小鑄物メーカーのなかに積極的に変化するものがある一方で、変化に消極的なメーカーが存在していたことを示していると考えられる。
- 19) 1960年代に入り労働市場が逼迫したことにより、企業規模別の賃金格差の縮小は一般的に進んでいた。賃金上昇は中小企業の労働コストを引き上げ、中小企業は生産性上昇のために設備投資を増やし、資本装備率の大企業と中小企業の格差縮小も見られた(植田, 2011, 422頁)。
- 20) 鑄型をつくる場合は「造型」を用いる。
- 21) 当時の鑄造機械設備ガイドブックによれば、炭酸ガス型を造型するための造型道具および機械としては特別なものはほとんどなく、一般的なものがそのまま利用されていると解説されている(日本鑄造機械工業会, 1963, 188頁)。
- 22) ただし、セメント型については試験的な導入が見られたものの定着しなかった。
- 23) 造型工程の機械化が進展する以前の造型工は道具箱を持ち歩いていた(新東工業・久保田保へのヒアリング調査, 2019年11月6日)。
- 24) 「造型機にパターンプレートを取りつける。そのプレートに容易かつ短時間にはめ替えできるように設計する」。パターンプレートを取り替えることで「機械も枠を取り替えることなく多くの品種が鑄造される」とあるように、多品種生産にも

- 適していることも指摘している（日本生産性本部編，1957，98頁）。
- 25) 造型機を有効に活用するためにはマッチプレートが必要であり，基本的に両者は同時に導入される。マッチプレートを利用した機械造型の先駆的な事例は1920年代にみられる。戸畑鋳物の鮎川義介がアメリカから造型機を輸入した際に，マッチプレートも同時に輸入していた。また，1927年に豊田自動織機が輸入した造型機には内製したマッチプレートが使われていた。マッチプレートの利用事例は戦前からみられるが，中小鋳物メーカーにもマッチプレートの利用が拡大した時期は高度成長期である。同時期に新東工業は造型機を中小鋳物メーカーに大量に供給しただけでなく，マッチプレートの製造を請け負い，造型機やマッチプレートの使用方法を教えていた（新東工業・久保田保へのヒアリング調査，2019年11月6日）。
- 26) 鋳物用川砂で有名な産出地は三重県揖斐川の桑名砂と埼玉県荒川の川口砂である。山砂の場合，大部分は東海地方，特に愛知，三重，岐阜の3県で産出される。（浜住，1959，53頁，「けい砂」編集委員会，1970，10頁）
- 27) たとえば，鋳造工学研究者の千々岩健児が『日本鋳造協会二十五年史』で紹介している鋳込み時間，湯口設計，鋳型内の湯流れ，凝固速度，押湯の大きさなどの各種公式がこれに当たる（日本鋳物協会二十五年史編集委員会編，1958年，86-92頁）。
- 28) 戦後，鋳造方案に関する鋳造学的研究が活発に行われ「理論の筋がかなりよく通るようになり，合理的な鋳造方案をたてることが容易と」なった（加山，1966，145頁）。
- 29) 鉄が液体から固体に凝固する時の収縮率によって補給する溶湯を計算する方法のこと。
- 30) 押湯は製品にならない部分であるため，コスト低減のためには押湯の大きさを最小限に抑えることが求められる。この限界値を求める手がかりとなる実験が，1940年にフヴォリノフ（チェコスロバキア）によって行なわれた。この実験は鋳鋼を対象に1 kg から1,000kg 以上に及ぶ様々な形状の鋳物の最終凝固部の鋳込み時から凝固終了までの時間を測定したものである（加山，1985，148頁）。この実験から鋳物の凝固時間を簡単に求める計算法が開発され，それは鋳物の体積と冷却表面積との比を用いる。この比例式をモジュラスと呼ぶ（日本鋳造工学会編，1995，208頁）。簡単な比例式であるため，押湯の計算などで広く利用されている（日本鋳物協会編，1986，31頁）
- 31) 1990年に同社代表取締役役に就任した酒井英行が，1962年3月に早稲田大学鋳物研究所を卒業し，同年4月に入社したことが影響していると思われる。
- 32) 鋳造方案図には部品名，材質，重量，模型の伸尺，冷し金，鋳型の種類，鋳込み温度と時間，湯口断面積などの情報，製品および湯道系統と押湯の設計図，冷し金，ガス抜き位置などが記してある。
- 33) 同社は1942年に株式会社へ改組し，社名を酒井耐熱鋳工所に変更している。その後，1990年代初頭まで東京工場で，従業員30名前後の規模で操業していた。東京工場は工場敷地が狭い上，木型の滞積が作業場面積を圧迫していた。また劣悪な職場環境のために慢性的な労働力不足に悩まされていた。同社は1994年に福島県白河市へと移転し，生産ラインを多品種少量生産の「半自動化ライン」に刷新する。また，社名の変更（酒井耐熱鋳工所からキャスト），クリーン工場化，改善活動の導入などの改革にも取り組む。その後，現地採用を進め，従業員教育に力を入れ，職人に依存する生産体制から脱却した生産システムを構築する。2007年に月当たりの生産量は500トン，従業員70名程度までに拡大した。1990年代の同社は新潟鉄工所より工作機械類のベースやケーシング，射出成型機などの鋳物を受注していたが，2001年の新潟鉄工所の経営破たんにより受注が激減する。その後，同社は新潟鉄工所向けの受注減をカバーするため半導体実装装置や産業用ロボット用鋳物の受注を獲得し，売上を伸ばしていった（キャストへのヒアリング調査，2018年3月22日）。
- 34) 新東工業・竹内純一へのヒアリング調査（2019年12月8日）。
- 35) 溶湯の改良技術については永島（2011），永島（2017）を参照されたい。
- 36) 2000年代以降に日本の鋳物メーカーに普及する鋳造 CAE（湯流れ・凝固シミュレーション）は，鋳型の内部状況を可視化する情報技術として鋳造

方案の設計を支援する目的で導入されている。

- 37) 植田 (2011) は、1960年代の中小企業が企業規模拡大を抑えながら仕事量を増やせた要因として外注利用、下請ネットワークや地域間の分業ネットワークの活用を指摘している (植田, 2011, 420頁)。

参考文献

- 居城克治・川北真史 (1995) 「産業機械産業」『戦後日本産業史』東洋経済新報社
- 市川弘勝 (1963) 「川口鋳物工業実態調査報告書」『調査時報』第4巻第7号
- 伊藤靖徳 (1968) 「愛知県鋳鉄鋳物工業の実態」愛知県経済研究所『あいち経済時報』第85巻
- 植田浩史 (2011) 「中小企業—動態と下請システムの形成—」武田晴人編『高度成長期の日本経済』有斐閣
- 大阪府立商工経済研究所 (1958) 『機械工業の実態調査 (鋳鉄鋳物)』
- 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13 鋳鉄鋳物製造業 (下)—』
- 加山延太郎 (1966) 『鋳鉄鋳物教本』共立出版
- 加山延太郎 (1985) 『鋳物のおはなし』日本規格協会
- キャスト (2007) 「知的資産経営報告書」
- 「キューボラ ある町工場の記録〈4〉」『朝日新聞』1967年10月27日付夕刊
- 「キューボラ ある町工場の記録〈7〉」『朝日新聞』1967年11月1日付夕刊
- 「けい砂」編集委員会 (1970) 『けい砂』愛知県珪砂鋳業協同組合
- 小林一典 (1972) 「鋳型を発展させた自動車産業」『金属』第618号
- 埼玉県商工部 (1965) 『川口鋳物工業産地診断総合実態調査書 (その一)』
- 埼玉県商工部 (1966) 『川口鋳物工業産地診断書』
- 沢井実・谷本雅之 (2016) 『日本経済史—近世から現代まで—』有斐閣
- 産業機械研究会編 (1971) 『素型材・機械部品工業要覧』日本工業新聞社
- 渋井康宏 (2017) 「技術の概念」『名城論纂』第17巻第3号

- 社会経済生産性本部 (2005) 『生産性運動50年史』同本部
- 総合鋳物センター (1969) 『鋳造現場の手引き』同センター
- 武田晴人 (2019) 『日本経済史』有斐閣
- 通商産業省重工業局 (1969) 『昭和44年度 機械工業設備調査報告 (鋳鉄鋳物 試験機)』
- 通商産業省重工業局編 (1965) 『鋳鉄鋳物工業の実態と近代化の方向—鋳鉄鋳物工業実態調査報告書—』日本鋳物工業会
- 中小企業研究センター (1970) 『鋳鉄鋳物工業の現状と問題点』同センター
- 中岡哲郎 (1993) 「発展途上国機械工業の技術形成—専門分業と市場の問題をめぐって—」『新技術の導入—近代機械工業の発展—』同文館出版
- 永島昂 (2011) 「地場産業における中小企業の技術—高度成長期川口鋳物工業における強靱鋳鉄製法の共同的な技術導入—」永山利和『現代中小企業の新機軸』同友館
- 永島昂 (2015) 「日本鋳物産業における生産システムの分化に基づく供給構造」『産業学会研究年報』第30号
- 永島昂 (2017) 「科学史入門 戦後日本鋳物産業の技術発展」『科学史研究 (第Ⅲ期)』第281号
- 日本鋳物工業会 (1971) 『鋳鉄鋳物の鋳造方案の考え方』コロナ社
- 日本鋳物協会編 (1986) 『鋳物便覧』丸善
- 日本産業機械工業会 (1968) 『「産業機械メーカーの企業間競争の変遷」研究会報告書』同工業会
- 日本産業構造研究所 (1963) 『鋳物工業の構造的特質と問題』日本機械工業連合会
- 日本総合鋳物センター (1965) 『鋳物工業の構造調査—後編—』機械振興協会経済研究所
- 日本鋳造機械工業会 (1963) 『鋳造機械設備ガイドブック』日刊工業新聞社
- 日本生産性本部編 (1957) 『鋳鉄鋳物—鋳鉄鋳物生産性視察団報告書—』同本部
- 日本鋳物協会二十五年史編集委員会編 (1958) 『日本鋳物協会二十五年史』日本鋳物協会
- 日本鋳造工学会編 (1995) 『図解鋳造用語辞典』日刊工業新聞社
- 日本鋳造工学会編 (2017) 『戦中・戦後から平成へ

- 激動の時代を鋳た先人たち』同学会
- 浜住松二郎（1959）『鋳物砂と鋳型材料』日刊工業新聞社
- 広島県中小企業指導所（1970）『広島県鋳鉄鋳物工業産地診断報告書』
- 福田善二郎（1970）「多種少・中量鋳物生産の合理化」『工場管理』第16巻第6号
- 藤田宏（1943）『機械化鋳鉄鋳物』有象堂出版部
- 丸山泰男・中村雄一・岡部彰・妹尾明（1960）「産業機械工業の発展と構造」『現代日本産業講座VI 機械工業2』岩波書店
- 三田村桂子（1998）『川口鋳物の技術と伝承』聖学院大学出版会
- 森靖雄（1968）「鋳物業界の人手不足とその対策—大阪府下鋳鉄鋳物業界の現状と対応事例調査から—」大阪府立商工経済研究所『大阪経済の動き』No, 103
- 労働省職業安定局（1949）『職務解説叢書 第4集 鋳物業』雇用問題研究会
- 労働省職業安定局監修（1988）『職業安定行政史』雇用問題研究会, <http://shokugyo-kyokai.or.jp/shiryou/gyouseishi/index.html>（閲覧日2020年1月14日）
- Rosenberg, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press.

The Casting Industry During Japan's Rapid Economic Growth (Part Two)

NAGASHIMA Takashiⁱ

Abstract : The objective of this article is to clarify structural changes in the casting industry during the period of rapid economic growth from the viewpoint of analyses based on the number of foundries, supply and demand structure, technology and hierarchy. A trigger for structural changes in the casting industry was the demand for foundry pig iron used for automobile and industrial machinery and appliances that rapidly expanded during the period of high economic growth. The details of this article are as follows. The industrial machinery industry depends on subcontracted machine parts and castings because of the characteristics of products and production. Small and mid-sized foundries supplied most of the demand for casting used for industrial machinery, that expanded due to rapid growth of the industrial machinery industry, on the other hand, the improved supply capacity supported the growth of the industrial machinery industry. Next, the factors involved in improving the supply of small and mid-sized casting manufacturers during the period of high economic growth were examined. Small and mid-sized foundries positively introduced productive facilities that corresponded to production of various kinds and small (medium) amounts of items ordered by multiple industries. The reasons why productive facilities were actively introduced were that the conventional production and labor management system could not deal with a growing demand and labor costs were increased by a tight labor market. As a breakthrough for such business environment, it was necessary to eliminate bottlenecks in manufacturing processes, leading to technical changes in small and mid-sized foundries. Many processes including molding, rolling and sand processing became mechanized, on the other hand, new molding processes were introduced when no mechanized process was available for molding. Productivity of small and mid-sized casting manufacturers was improved and met a growing demand for casting used for machinery during the period of rapid economic growth. These changed technologies brought the following changes to casting designs that are core know-how: breakaway from skills of experienced molding worker, changes from “experiential design” to “scientific design”, comprehensive and economic design planning according to many casting conditions of respective manufacturers, and accumulated planning know-how. Finally, an increasing use of subcontracting was also a factor. Many factors allowing improved supply of small and mid-sized foundries helped the casting industry during the period of high economic growth to increase productivity without changing the company size of small and mid-sized plants.

Keywords : rapid economic growth, casting industry, industrial machinery industry, small and mid-sized foundry, technological change, casting design

i Associate Professor, Faculty of Social Sciences, Ritsumeikan University