

高度成長期の鋳物産業（下）

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明らかにすることであり、その内容は（上）（中）で明らかにしている。そのうえで、本号では、当該産業への鋳造機械・装置の供給について検討し、以下の点を示された。高度成長期の鋳物産業の生産設備は国内の鋳造機械産業によって供給されていた。鋳造機械産業は当該期に技術水準を高めており、代表的な鋳造機械メーカーである新東工業と大洋鋳機は元技術将校の流入、研究開発組織の設立、ユーザーとの共同開発、外国技術の導入といった諸要因により、新たな鋳造機械・装置の開発に成功した。また新たな技術開発と並行して鋳造機械産業は中小鋳物メーカー向けの生産設備の供給も拡大させていた。炭酸ガス型法の普及においては公設試験研究機関による技術指導が重要な役割を担った。本稿は、（上）（中）（下）にわたり高度成長期の鋳物産業には二つの産業発展の方向が内包されていたことを示し、同時期の機械工業の発展と並行して鋳物産業が発展していたと結論づけた。

キーワード：高度成長期、鋳物産業、鋳造機械産業

目次

はじめに

1. 評価の変化

2. 高度成長期の銑鉄鋳物製造業の概観

3. 需要・供給構造

(1) 機械用銑鉄鋳物需要の変化

(2) 自動車用鋳物と産業機械器具用鋳物の供給者

4. 労働生産性の動向

5. 大量生産体制の形成

(1) 自動車メーカーにおける素形材工程の合理化と外注化

(2) 鋳物の大量生産システムの形成

(3) 大手鋳物メーカーの育成

(4) 自動車用鋳物と中小鋳物メーカー

6. 産業機械産業と産業機械器具用鋳物

(1) 産業機械産業の急成長

(2) 産業機械産業と素形材産業

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

(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

(4) 中小鋳物メーカーの技術変化

(5) 外注利用の拡大

8. 鋳造機械・装置の供給（以下、本号）

(1) 高度成長期の鋳造機械産業

(2) 新東工業

(3) 大洋鋳機（現大洋マシナリー）

(4) 炭酸ガス型法

おわりに

8. 鋳造機械・装置の供給

（上）（中）では、高度成長期の鋳物産業に次のような構造変化が生じたことを明らかにした。量産分野と非量産分野から成る機械用鋳物需要の同時的拡大が当該産業の構造変化を生み出した契機であり、機械用鋳物市場のセグメントに対応した供給構造が形成された。量産分野においては階層的な下請分業生産に基づく大量生産体制が形成され、非量産分野

i 立命館大学産業社会学部准教授

でも既存の中小鋳物メーカーの供給力の向上が求められた。両分野の鋳物需要の受け皿となった中小鋳物メーカーは、受注内容、生産形態、企業規模といった特性に適した諸技術を導入し、造型工程における熟練工依存からの脱却を進め、供給力を上げることができた。こうして高度成長期の機械用鋳物の生産拡大が達成された。

そこで、本論文の縮めくりである(下)では、同時期の鋳物産業における自動造型機の導入、手動式造型機の普及、新たな造型プロセスへの転換といった技術変化をもたらした鋳造機械・装置の供給について検討する。高度成長期の鋳造機械・装置の供給は国内の鋳造機械産業によって担われていたので、まず鋳造機械産業の特徴を確認したい。そのうえで代表的な鋳造機械メーカーである新東工業と太洋鋳機(現太洋マシナリー)を取り上げ、鋳造機械・装置の開発過程や供給体制について考察する。また、中・大物鋳物の分野で導入された炭酸ガス型法の普及要因について考察する。最後に、本稿の結論を示す。

(1) 高度成長期の鋳造機械産業

鋳造機械・装置は砂処理、造型、溶解、注湯、後処理の鋳造諸工程に使用される生産設備のことであり、その種類は①鋳型機械、造型機および中子整形機、②砂処理機械、③製品処理機械、④精密鋳造機械、⑤その他(溶解装置、除塵装置、注湯設備、各種試験機など)に分類される(通産省、1959、69頁)。

日本に鋳造機械が初めて導入されたのは、1910年の呉海軍工廠による造型機輸入だと言われている。その後、戸畑鋳物、豊田自動織機、久保田鉄工などの民間大工場にも造型機が輸入された。こうした輸入造型機を国産化する鋳造機械製造業者は1923年の久保田鋳造所(現新東工業)、1927年の太洋機械商会(現太洋マシナリー)の設立によって誕生した。戦時期に入ると鋳物需要が拡大し、造型機などの鋳造機械を導入する鋳物工場は増えたが、軍工廠や民間大工場に限られていた(日本総合鋳物センター、1965、103-104頁、日本機械工業協会編、1961、922頁)。

戦後復興期から日本の各種鋳物需要が再拡大し、これに伴い鋳造機械需要と鋳造機械製造者の数が増え始め、1960年には鋳造機械産業の業界団体である日本鋳造機械工業会が設立されている³⁸⁾。表22は1959年時点の鋳造機械製造業者の事業所数と生産金額である。鋳造機械を生産する事業所は全国で37を数え、そのうち専業が21、兼業が16である。専業の生産金額は全体の76.3%を占め、従業者規模別で見ると100~299人層が生産金額の過半を占めている。1965年には専業、兼業を含めた鋳造機械メーカーは約80社が確認されているので、高度成長期に鋳造機械製造業者の増加が見られ、産業規模が拡大していた(日本総合鋳物センター、1965、115頁)。

次に、高度成長期の鋳造機械・装置の生産動向について確認する(図2)。鋳型機械は1955年1,219台(55百万円)から1960年5,801台(855百万円)に増加し、岩戸景気後に減少するものの、1970年7,106台

表22 鋳造機械製造業の従業者規模別事業所数・生産金額(千円、1959年)

		19人以下	20~49人	50~99人	100~299人	300人以上	合計	
事業所数	専業	5	5	7	4	—	21	56.8%
	兼業	1	2	5	2	6	16	43.2%
	合計	6	7	12	6	6	37	100.0%
生産金額 (千円)	専業	93,729	144,263	549,416	1,815,148	—	2,602,556	76.3%
	兼業	5,250	32,150	83,253	114,670	571,122	806,445	23.7%
	合計	98,979	176,413	632,669	1,929,818	571,122	3,409,001	100.0%

(出所) 通商産業省重工業局・通商産業大臣官房調査統計部(1960)、13頁より作成。

（3483百万円）に達している。砂処理機械・装置は1957年750台（790百万円）から1970年1,713台（5,957百万円）に、製品処理機械・装置は1957年527台（679百万円）から1970年1,847台（5,592百万円）に増加した。高度成長期の鋳造機械・装置の生産台数と生産金額はほぼ並行しながら増減したが、1970年前後を境にそれらの動向に変化が生じている。低成長期への移行にともない鋳物工場の設備投資が冷え込んだこともあるが、鋳造機械・装置一台当たりの生産金額が高まったことが影響している。たとえば、鋳型機械の場合は、1960年代の鋳型機械生産台数のなかに、安価な手動式造型機がかなり含まれていたが、70年代以降は手動式造型機の生産が激減し、造型機械の生産がより高価な自動造型機にほぼ切り替わった。

高度成長期の鋳造機械の輸入は少なかった。通産省（1959）によれば、1958年の鋳造機械の輸入金額は1億7,300万円であり、その対国内生産額比率は7%にすぎず、輸入依存度は工作機械や鍛圧機械に比べ、低かった（通産省，1959，73-76頁）。図3は

鋳型機械の国内生産と1963年以降の輸入の推移である。1960年代後半の輸入台数の対国内生産台数比率は1%未満、輸入金額の対国内生産額比率は10%以内であったので、高度成長期の鋳型機械はほぼ国内供給によって需要が満たされていた。ただし、鋳造機械の輸入動向も1970年前後を境に変化を見せている。1969年から輸入金額が上昇し、71年と72年、75年と76年は対国内生産比率が60~70%に達している。特に1972年以降はデンマークからの輸入金額が高い。これは1970年代以降に、多品種生産向けの自動造型機として中小鋳物メーカーにも普及したディサマチック社製の自動造型機の輸入だと思われる³⁹⁾。

以上のように、高度成長期の鋳造機械・装置は国内供給を基本としていた。では、それらの鋳造機械・装置を供給していた鋳造機械産業の特徴を確認しよう。1964年に実施された日本総合鋳物センターの「鋳造装置工業の実態調査」をもとに当該産業の諸特徴をまとめると次の通りである。

第一に、鋳造機械・装置市場は寡占的であった。鋳

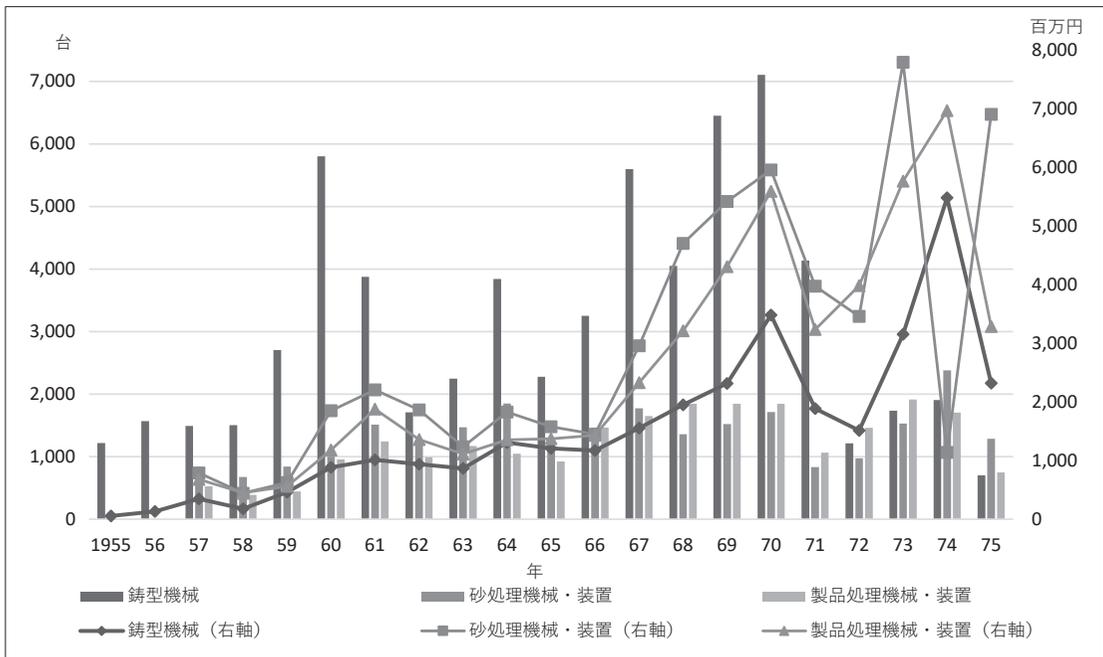


図2 鋳造機械・装置の生産台数・金額

（出所）総合鋳物センター『鋳物年鑑』各年版より作成。

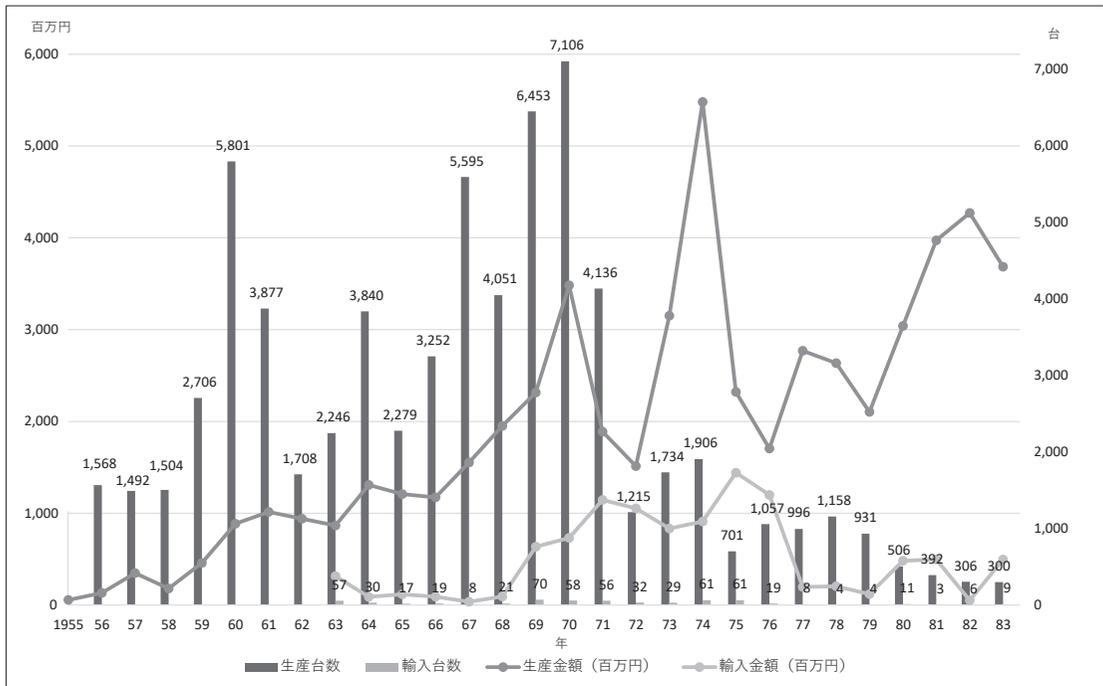


図3 鋳型機械の国内生産と輸入の推移

(注) 国内生産台数・金額は「鋳型機械」、輸入台数・金額は「鋳物用砂型の製造機械」。
 (出所) 総合鋳物センター『鋳物年鑑』および日本関税協会『日本貿易月表』より作成。

造機械産業の需要者である鋳物産業は、鉄以外の可鍛鋳鉄、鋳鋼、ダイキャスト、非鉄鋳物も加えるとおよそ5,000事業所であり、その大半が中小企業である。この市場を対象に兼業、専業を含めて約80社の鋳造装置メーカーが存在していたが、上位数社が市場シェアの約8割を確保していた（日本総合鋳物センター、1965、115頁）。別の資料によれば、その上位数社とは、専業メーカーの新東工業、大洋鋳機、浪速製作所であり、これに繊維機械など他の産業用機械との兼業である東久及び豊田自動織機を加えた5社のことであった（五十嵐、1975、5頁）。これらの上位企業のうち圧倒的に市場シェアを確保していた企業は新東工業と大洋鋳機の2社である。両者は各種の鋳造機械・装置を手掛ける総合的な鋳造機械メーカーであり、その他の兼業者や中小規模の専業者は特定機種を生産に特化していた。

第二に、高度成長期に鋳造機械の技術水準が著しく高まったことは、国内供給の比率が高かった理由

でもあった。鋳造機械が主として国内供給であった理由として、通産省（1959）は輸入機に比べ国産機が低価格であったことを指摘しているが（通産省、1959、73-76）、日本総合鋳物センターの調査では高度成長期に国内の鋳造機械・装置の技術水準が急速に高まったことを強調している。技術水準が向上した要因として、「一部鋳機メーカーの外国メーカーとの技術提携や、関連業界との共同研究、企業内の研究開発、政府の補助金政策」が指摘され、その結果、欧米先進国に引けをとらない技術水準に達し、アジア諸国への輸出も見られたとしている（日本総合鋳物センター、1965、127頁）。

第三に、先進的な造型技術であった自動造型機と同時並行的に手動式造型機が多く生産されていた。表23は1960～1963年の鋳造機械メーカー10社の造型機種別の生産台数と金額である。最も生産金額が多い項目は「その他」（61.4%）である。「その他」とは総合プラント受注を指しており、(上)で述べた

自動造型ラインの量産工場新設による受注がここに現れていたと考えられる。さらに注目すべきことは、手動式造型機の生産台数が多いことと、その一台当たりの生産金額が自動式造型機と比べると極めて安価だったことである⁴⁰⁾。高度成長期の技術開発のトレンドは既に自動造型機開発に移行していたが、中小鋳物メーカーの「根強い需要」があったため在来の手動式造型機の生産も拡大していた。この点は、高度成長期の中小鋳物メーカーの機械化を支えたという意味で重要であった（同上、109頁）。

すでに（中）で述べた通り、1960年代に鋳物工場に各種鑄造機械・装置が導入された要因として労働力不足による労働コストの上昇があった。高度成長期の鑄造機械生産の増加は、一部の大規模鋳物工場だけでなく、中小鋳物メーカーを含めた「労働節約型や労働代替型の機械需要」の高まりによって実現したと言える（同上、1965、145-146頁）。そして、鑄造機械メーカーは鋳物の量産化のための技術開発や、中小鋳物メーカー向けの安価な造型機の生産といった技術供給の役割を担っていた。この点は戦前・戦時期と決定的に異なる。

次に、鑄造機械産業の成長をけん引した新東工業と太平洋機を事例に、鑄造機械・装置の開発・供給体制について考察していく。

（2）新東工業⁴¹⁾

新東工業の設立者である久保田長太郎は、1919年頃、豊田式織機の鋳物責任者であった時期に鋳物づくりの機械化を構想し始めたと言われている。久保田は1923年に久保田鑄造所を名古屋に設立し、豊田式織機刈谷工場の輸入造型機（米国オズボーン社製）の一台を買い取り、これをモデルに国産化に成功した。久保田鑄造所は1934年に久保田製作所に改組され、その後、各種造型機を国産化し、織機、航空機、自動車メーカーなどに供給してきた。戦後直後の空白期間を経て、1949年から造型機製造を再開し、1960年に社名を新東工業に変更している。

① 生産機種と生産台数

表24は新東工業の1949年以降の機種別造型機の実績台数である。同社の高度成長期の生産動向の特徴を確認するために、造型機の種別を説明したい。まず造型機の種類はその造型方式によって区別される。枠付き造型／無枠造型とは造型後の鑄型に金枠（metal flask）を装着したまま、あるいは無枠状態で鑄型を注湯工程へ送る方式なのかを表わしている。前者は大量生産向け、後者は多品種少量生産向けの方式である。

次に造型作業や造型機の操作・制御の自動化の度

表23 造型機機種別の生産台数・金額（1960～1963年度）

			1960年度		1961年度		1962年度		1963年度		1960～63年度の合計		1960～63年度 一台あたりの金額 (千円)
			台数	金額 (千円)	台数	金額 (千円)	台数	金額 (千円)	台数	金額 (千円)	金額 (千円)	構成比	
造型機	手動式	ジョルト容量 300kg 未満	1,287	116,087	1,227	117,245	893	90,447	1,245	127,950	451,729	8.6%	97.1
		300～500kg	659	93,853	618	78,371	460	48,447	587	73,627	294,298	5.6%	126.6
		500kg 以上	267	109,801	265	89,543	148	54,583	222	69,458	323,385	6.2%	358.5
	自動式	47	88,035	53	75,499	21	66,158	39	151,957	381,649	7.3%	2385.3	
サンドスリンガー	投砂回転体用モーター 8kw 未満		7	6,300	5	5,224	4	6,624	1	2,800	20,948	0.4%	1232.2
	8kw 以上		22	59,419	31	126,382	20	136,897	9	34,735	357,433	6.8%	4358.9
中子整形機			213	56,314	206	53,870	159	35,390	218	48,367	193,941	3.7%	243.6
その他			—	732,519	—	973,217	—	721,150	—	793,546	3,220,432	61.4%	—
合計			2,369	1,262,328	2,405	1,519,351	1,705	1,159,696	2,321	1,302,440	5,243,815	100.0%	—

（出所）日本総合鋳物センター（1965）、110頁より作成。

表24 新東工業の機種別造型機の生産台数

造型方式		型式	造型機構	1949年	1950-54年	1955-59年	1960-64年	1965-69年	1970-74年	1975-79年	1980年	合計	
造型機		K	J+ ロールオーバー	7	6	18	33	71	11			146	
		T・TS	J(+ストリッパー)	5	9	16	46	78	2			156	
		DBS	サンドスリンガー			3	48	35	10	3		99	
		FD	J+S		24	91	174	321	64			674	
枠付き造型	自動造型機	AFD	J+S (低圧)			9	64	58	13			144	
		ASD	J+S (中圧)				1	30	11	1		43	
		AVS	J+S (中圧)					2	63	16	4	85	
		ASN	J+S (中圧)						6	1	1	8	
		ATN	J+S (高圧)							2	2	4	
		ATH	J+S (高圧)						2	1	1	4	
		ABM	B+S								2	2	
		AST	J+S (高圧)						5			8	
		ASM	J+S (高圧)				1	11	3		3	15	
		CSS	J+S (高圧)						3			3	
		ASS	J+S (高圧)						3	5		8	
		JSS	J+S (高圧)				4	9	7			20	
		JSN	J+S (高圧)							1		1	
		JSH	J+S (高圧)							3	1		4
		STH	J+S (高圧)							3	2	1	6
APS	静圧								2	5	7		
無枠造型	造型機	F	J+S		140	225	452	1035	91			1,943	
		FMM	J+S						59	14		73	
	自動造型機	FBS	B+S								7	2	9
		FBM-4ST	B+S								7	1	8

(注)「造型機構」の「J」はジョルト、「S」はスクイーズ、「B」はブロー(砂吹き込み)、「静圧」は圧縮空気利用型、ロールオーバーは
 鋳型反転機構、ストリッパーは鋳型抜き機構である。

(出所) 新東工業提供資料より作成。

合いによって手動操作の造型機と自動造型機が区別され、造型機構の種類によって型式が決められている。造型機の主な機能は、ジョルト(震揺)、スクイーズ(圧縮)、パターンドロウ(またはストリッパー、型抜き)である⁴²⁾。例えばジョルト・スクイーズ機構を備えた手動式のF型造型機を用いた造型作業は次のように行われる。①上下の金枠の間にマッチプレートを含み、テーブルにセットする。②下枠内に鋳物砂を充填し、造型機のパルプを操作し、ジョルトを行う。③金枠を反転させる。④上枠に堰棒(湯口棒)を立て、鋳物砂を充填し、定盤を載せる。⑤造型機のスクイズヘッドを枠上部に移動させ、ハンドル操作でスクイーズを行った後、定盤と堰棒を鋳型から外す。⑥パイプレーションパルプを操作して、マッチプレートを振動させながら、上型枠を抜いた後、同様の操作をしながら下枠からマッチプレートを抜く。⑦中子がある時は中子をセットし、上下枠を合わせる。⑧金枠を外し、鋳型が完成する。この

ように手動式の造型機の場合は、多くの造型作業と造型機の操作が伴う(千々岩編, 1980, 98-104頁)。これに対して自動造型機は、砂の充填、金枠の運搬などのマテリアルハンドリングや一連の造型作業と操作・制御の自動化がなされている。

これらの区別を踏まえた上で表24から言えることは、第一に高度成長期に自動造型機の開発と生産が始まり、新規機種が増加とともにその生産台数が増加している。また先発機種であるAFD自動造型機からスクイーズ圧力が低圧から中圧、高圧、静圧の機種が開発され、機種が多様化している。第二に、手動式造型機も高度成長期に生産台数を伸ばしている。特にF型とFD型の造型機の実数が多い。したがって、高度成長期に新東工業は自動造型機の開発・生産と手動式造型機の実数を並行して進めていた。また、1975年以降は手動式造型機の実数が無くなり、自動造型機の実数に完全に転換したことがわかる。こうした新東工業の開発・生産動向は、これまで述

べてきた鋳物産業の発展のあり方に規定されていた。

② 自動造型機の開発過程

次に当該期の特徴である自動造型機の開発過程について、関連機種を含めて、主たるユーザーである自動車産業における鋳造工程の技術的課題に注目して述べたい。

戦時期・戦後復興期に鋳物工場で多く使われていた造型機は、枠付き造型機（K・FD型など）であった。この機種は1930、40年代に自動車や航空機用シリンダーブロック、ヘッドなどの中物量産鋳物用に普及した造型機である⁴³。その造型速度は5～10分／枠で、大型のため2人がかりでの造型作業を要した。K型造型機にはジョルト・スクイーズおよび型抜き機構が備わっていたが、鋳枠内への砂投入、反転作業、鋳型の運搬などは手作業であった。自動車メーカーのシリンダーブロック鋳物などの量産鋳物の造型はこの造型機が用いられていたが、1950年代初頭から造型速度の短縮が求められ、60秒／枠以下が目標とされた。

この目標を最初に達成した造型機はサンドスリンガーであった。サンドスリンガーは高速回転する羽根車から砂を金型表面に叩きつけて鋳型を成型する造型機であり、自動車用鋳物部品のなかでも中・大物成型に適していた。日本ではトヨタ自動車がこの造型機を最初に導入している。トヨタ自動車の豊田英二と齋藤尚一が1950年に渡米し、フォードのルージュ工場を見学した際に、サンドスリンガーによる高速成型を発見している。その後、1951年にトヨタ「生産設備近代化5ヵ年計画」が発表され、生産台数を月産3,000台に引き上げるのに合わせて、同社は米国からサンドスリンガーを輸入している（トヨタ、1967、333頁、天野、2012、36）。トヨタは1953年に新東工業にサンドスリンガーラインの設計を依頼し、これを受けた新東工業は輸入サンドスリンガーを軸にした鋳造プラントを設計し、1955年にシリンダーブロックの連続鋳造設備を完成させている。同ラインの造型速度は30秒／枠に達し、サンドスリンガー

は自動造型機が登場するまで「自動車工場などの量産設備の花形」として他の自動車メーカーにも導入された（新東、1979、147頁、天野、2012、132頁）。

自動車用鋳物生産の技術的課題として造型速度の向上とともに重要であったのが、不良率の低減である。1950年7月、トヨタに入社し、同年9月鋳造工場長となった堤穎雄は、豊田英二から「シリンダーブロックの鋳物の不良が多く」、「鋳物を見てくれ」と言われたと回顧している（齋藤、2001、119頁）。1950年代半ばのF型シリンダーブロックの不良率は40%にも及んでいた（天野、2012、36頁）。鋳物不良の低減が重要であったのは、「鋳物は連続して作るから、一旦不良がでると大量の不良を抱える」ためである。さらに、「鋳物の不良と言うのは鋳物の損だけに留まらず、「機械工場まで流れて機械加工したものが不良品になる」ので後工程にも影響が及ぶ。この対策として取り組まれたことは鋳物砂と砂処理設備の改良であった（齋藤、2001、119頁、天野、2012、131-132頁）。造型速度が高まると鋳物砂の大量供給と砂処理の高性能化が求められる。砂処理の技術開発でも新東工業は重要な役割を果たした。新東工業は、通産省工業技術院の研究委託を受け、米国のスピードマラーを調査研究して、1953年に日本の生産現場に適した20馬力の速練機を開発し、大同製鋼と豊田自動織機製作所で実用化テストを行い、市販に移している。その後、速練機の馬力を高め大型化し、200台近い納入実績をあげている（新東、1979、162頁）。

1950年代半ばに自動車メーカー内製部門に導入されたサンドスリンガーには、操作性の悪さや振動の大きさなどの欠点があった。またサンドスリンガーは金型に砂を叩きつけて成型するため、金型の磨耗が早いという問題も浮上した（新東、1979、147頁、天野、2012、37頁）。こうした技術的課題を克服するために開発された造型機がAFD自動造型機である。新東工業は枠付き手動式造型機であるFD-2型の造型能力をさらに向上させるため、砂の供給、鋳枠の運搬等に要していた作業を自動化したAFD-2S

型を1956年に開発する。さらに造型操作の自動化が進められ、1957年にAFD-3型自動造型機が開発された(新東, 1964, 145頁)。AFD型自動造型機に鑄型搬送コンベアを採用し、枠合わせ機や枠ばらし機を組み合わせたAFD自動造型ラインは、手動式造型機の数倍の生産性向上を実現し、造型工程の作業者は半分以下に減少した。同ラインは1960年前後から自動車、電機メーカーなどの内製鑄物工場に導入され、鑄物工場の「マスプロラインの基本型」となる(新東, 1979, 148頁)。

新東工業では造型工程・砂処理工程の技術開発とともに注湯後に焼き付いた砂を取り除く鑄仕上げ工程の技術開発も進められていた。砂または鋼球の投射材(ショット)を注湯後の鑄物に投射することで、焼き付いた砂を取り除くショットブラストを1950年に開発している。その後、新しい機種を次々と開発され、ショットブラストに関する技術が蓄積された。さらに、1959年のホイールアプレーター社(米国)との技術提携により量産ラインに対応した連続式ショットブラストが開発された。装置本体の開発・製造だけでなく、ショットブラストに用いられる投射材の国内生産にも取り組むとともに、ショットブラスト装置特有の消耗部品(耐摩耗部品)の国内供給も実現した(新東, 1979, 178-185頁)。

1960年代に入ると自動車用鑄物生産量の急増に表われているように、自動車産業から「より大量生産のできる造型ラインの要望」が強まった(新東, 1979, 208-209頁)。こうした要望から新東工業は自動造型機をさらに高速化、高圧化させる技術開発を進めていく。自動造型機の高速化は、造型工程を複数のテーブルで同時に行う多ステーション型の機構によって実現される。自動造型機の高圧化は鑄型密度、強度、硬度の均一化により鑄造品の寸法精度を高めることが目的であり、後工程の切削加工の短縮に貢献する。

高圧造型機の開発の基礎になったのが、1961年のハーマン・ニューマチックマシン社(米国)との技術提携であり、この提携によりセグメント・スクイ

ズ機構を導入している。従来のフラットなスクイズヘッドによる造型では鑄型密度・強度・硬度が不均一であったが、スクイズヘッドを数十個のブロックに分け、模型形状に合わせて圧力を調整するセグメント・スクイズ機構を採用することで、高強度かつ均一な鑄型を造型することが可能になった。この機構を備えた新東ハーマンモールドマスターJSS-6型は1963年に日産自動車に導入され、その後、他の自動車・自動車部品メーカーにも導入された(新東, 1964, 164頁, 新東, 1979, 150頁)。

③ 技術開発を支えた諸要因

新東工業の技術開発は次のような要因によって支えられていた。第一は、技術者と研究開発組織の設立である。技術者については、戦前から技術者の確保を始めており、後に同社社長を務めた近藤秀一がその最初の人物であった。近藤は1938年時点で設計部門の責任者であった(新東, 1960, 資料10頁)。また、戦時期の技術将校が戦後、新東工業に入社したことも、開発・設計能力の向上に寄与している。元海軍技術将校の渡辺進は、戦時中に中島飛行機で国産ジェット機第1号「橘花」、6発重爆撃「富嶽」の設計に参加していた(渡辺, 2007, 作成年不明)。もう一人の元陸軍技術将校の志村洋は風船爆弾製造指導者であった。1958年時点で渡辺はショットブラスト、除塵装置、新機種開発などを行う設計第一課の課長(1960年研究課長兼任, 1969年新東研究所所長就任)に、志村は造型機及び砂処理機の開発を行う設計第二課の課長に就任し、戦後の新東工業の技術開発を主導した(新東, 1960, 10-11頁, 新東, 1979, 226頁)。また、組織的にも研究開発を重視する体制がつくられた。1950年代までの研究開発はライン設計者が他の業務と並行しながら研究開発を進める形であったが、1961年に専門部署として技術部内に研究開発課が創設された。同課は1964年に研究部に改組され、ライン設計と研究開発の役割が組織的に分離された。1965年から研究開発は開発本部長の責任の下、開発委員会が設けられることになり、同時期

から新東工業の特許出願数が増加している。そして、1969年には新東研究所が設立された（新東、1979、226-228頁）。

第二は、自動車メーカーなどのユーザーとの鋳造プラントの共同設計が挙げられる。新東工業は2016年現在、乗用車ではトヨタ、日産、本田技研、富士重工、三菱、ダイハツ、スズキ、マツダ、トラックでは日野、日産ディーゼル、三菱ふそう、いすゞ、そして自動車部品メーカーと取引関係を結んでいる。これら自動車・部品メーカーの多くは高度成長期以降に量産工場の立ち上げ、新東工業はそれらのライン設計に関わってきた。共同設計が重要であるのは、ユーザーによって鋳造方案や工程設計の考え方、鋳物砂に対する要求などが異なり、標準設計での造型ラインを提供することが難しいからである。ユーザーとの共同設計を重ねることで新東工業は設計ノウハウを蓄積し、一定の技術水準に到達するとユーザーからの仕様指示を受けて、新東工業が全体設計を提案するような段階に至る。その代表例が1960年の高丘工業の鋳造プラントの設計である。

第三は、技術導入である。技術導入のルートとして海外視察と技術提携が重要であった。新東工業の海外視察は早く、1934年に米国鋳造機械を視察し、鋳造技術雑誌『ファンダリー』を通じて情報収集を戦前から行っていた。戦後は鋳物業界として海外視察が活発化する。1956年以降に日本生産性本部視察団による米国鋳物産業の視察が続き、鋳造関連の海外視察団報告書『鑄鉄鋳物』（1957年）、『銅合金鋳物』（1959年）、『鋳物工場設備』（1960年）、『鋳物技術』、『可鍛鑄鉄』、『鑄鋼』（1961年）が発行された（社会経済生産性本部、2005、76-80頁）。鋳物工場の技術者とともに新東工業や太平洋鑄機の技術者もこれらの視察団に参加していた。もう一つのルートが海外メーカーとの技術提携である。新東工業は1959年にホイールプレーター社（米国：ショットブラスト、集塵装置）、60年にシンプソン・インターナショナル社（米国：混練装置）、同年ハーマン・ニューマチックマシン社（米国：高圧造型装置）、68年、71年、76年

にフォーダス社（英国：混練装置、連続ミキサー）、71年にディタート社（米国：砂試験機、砂処理制御）、73年にビューラー社（スイス：空気輸送装置）、75年にヘンリーウォールワーク社（英国：高圧無枠式造型装置）と技術提携を行っており、導入技術をもとに日本のユーザー要求に合わせた新機種開発・改良に繋げていた（新東、1979、276-297頁）。

④ 販売・供給体制の強化

鋳造プラントや造型ラインを設計する場合は、ユーザーの要求に合わせる必要がある。そのため、販売体制はユーザーとの直接取引が主流であった。その一方で、中小鋳物メーカーに根強い需要があった手動式のF型造型機といった生産設備は標準設計で製造され、代理店を通じて販売する体制が整えられた。この代理店制度は1957年の代理店2社から開始し、山形、岐阜、碧南、浜松、岡山、高岡などの鋳物産業集積地の鋳材屋等に標準機械・消耗品の販売、メンテナンス業務を委譲することで代理店を増やし、67年には代理店は22社を数え、代理店による売上高は全体の25%に達した（同上、217頁）。

新東工業の生産台数の増加にあわせて生産能力の増強が求められ、1959年に新たに豊川製作所を設立している。それだけでは生産能力が足らず、製缶、機械加工、鋳造などの工程外注が進められた。外注先企業数は1957年に57、1967年に83に増え、協力会組織久友会（後に新東協力会）が発足されている（同上、231頁）。さらに1968年にPJ制度と言われる協力・グループ会社によるジュニア・プラントの製造委託体制が設けられ、中小鋳物メーカーの多様な需要に応えていった⁴⁴⁾。PJ制度に加わった企業は、九州の市川工務（後の西部新東工業）、北陸の金森新東（現カナモリスシステムズ）、兵庫の東伸産業、東京の共立設備工業、静岡の梶本新東といった鋳造機械・装置メーカーであった（同上、217頁）。こうした中小鋳物メーカー向けの簡易プラントの供給体制は、1970年代以降に進展する中小鋳物メーカーの自動化に貢献していくことになる。

(3) 太洋鑄機 (現太洋マシナリー)⁴⁵⁾

太洋鑄機の創業者、米北鹿八は1919年に三菱造船の神戸造船所に入所し、内燃機部内燃機工場で技手として勤務していた。米北は1921年頃からヨーロッパに渡り、スルザー社(スイス)で船用ディーゼルエンジン製造を学び、日本で大型鑄物を作るには鑄造機械が必要だと考え、帰国後、1927年に太洋機械商會を大阪で創業している(1934年太洋鑄機に改組)。創業当初から鑄物工場に必要な各種設備の製造を総合的に手掛けていた。戦前期の従業員数は20~30人程度であったが、1950年代には150~160人規模にまで規模を拡大させている⁴⁶⁾。

高度成長期初期の鑄造機械産業における同社の位置を確認するため、通商産業省重工業局編『国産機械総覧 1957年版』に掲載されている鑄造機械・装置とその主要メーカーを見ると、砂処理装置・造型装置・溶解装置・製品清掃装置までの48機種のなかで久保田製作所は38機種、太洋鑄機は26機種の主要メーカーとして挙げられている(通産省重工業局編, 1956, 361-374頁)。両社ほど多機種展開しているメーカーは他になく、太洋鑄機は久保田製作所に比肩する総合鑄造機械メーカーであった。太洋鑄機の特徴は多品種少量生産の大物鑄物用設備の開発に力を入れていることである。

太洋鑄機の技術開発においても外国メーカーとの技術提携が重要であった。1964年にバングボーン社(米国)とショットブラストの設計製造に関する技術提携を交わし、大物鑄物用のコアノックアウトマシンを開発している。それ以前の大物鑄物の砂落としには、高圧水を噴射するハイドロブラストを使用するか、手作業で中子を除いてから、外側の砂を取り除くのにショットブラストが用いられていた。当時の大物鑄物の造型プロセスは既に炭酸ガス型法に転換しており、非常に硬い鑄型だったため、製品清掃工程に時間を要していた。新たに開発されたコアノックアウトマシンは、砂が焼ついた状態の鑄物をキャビネット内に入れて、鋼球を強力に投射することで、鋼球がキャビネット内で乱反射し、中子まで一挙に

取り除くことができた(太洋鑄機, 発行年不明)。さらに、1969年にはオズボーン社(米国)との技術提携により自動造型機を開発し、ウィール・エアー・フロー社(米国)との技術提携で鑄物砂の空気輸送システムを開発している⁴⁷⁾。

(4) 炭酸ガス型法

最後に中・大物鑄物の造型プロセスとして導入された炭酸ガス型法が中小鑄物メーカーも含めて普及した要因について検討したい。

炭酸ガス型法はイギリスで発明され、1898年に特許登録されたが、すぐには普及せず、1940、50年代に入ってチェコスロバキア、ロシア、ドイツで炭酸ガス型法が使用されるようになったと言われている(牟田口, 1994, 30頁)。同時期に日本でも炭酸ガス型法に対する関心が広まり、50年代半ばに普及する⁴⁸⁾。炭酸ガス型法の工学書では「1955年の初めにガス型の優索性が認められてから、各工場および研究所において種々研究され、これとともに急激にガス型の使用の伸張をきたし、現在、わが国の鑄物工場ではほとんどの工場がこれを利用するように」になったと指摘されている(牧口・佐藤, 1960, 10頁)。

なぜ炭酸ガス型が急速に普及したのだろうか。その要因の一つは、材料や装置の調達容易であり、導入コストが低かったことが挙げられる。炭酸ガス型の原料の水ガラスは、鑄物メーカーが使用する以前から石鹼や接着剤の原料として生産されていたし、炭酸ガスも特異な材料ではなかった。1955年に雑誌『金属』の「特集:ガス型鑄物」には水ガラスメーカー17社、炭酸ガスメーカー13社が紹介されており、材料調達方法としてはどちらも「市販のものでよい」とある(『金属』編集部, 1955, 729-732頁)。また設備としては水ガラスと鑄物砂を混ぜる混練機、炭酸ガス気化装置とガスを鑄型に吹き込む簡易な器具が必要だけであった(日本鑄造機械工業会, 1963, 188-190頁)。

もう一つの要因として、主要な鑄物産地内の公設試験研究機関での研究活動と技術指導が挙げられる。

たとえば、大阪府立工業奨励館金属第一課では、「鋳物に関する研究指導、溶解、砂、鋳型その他鋳物技術一般に関する事項」を業務内容とし、特殊鋳型（ガス型法）の研究を進め、鋳物技術に関する講習会を開催していた（大阪府立工業奨励館編、1960、8頁、17-19頁）。さらに、大阪府工業奨励館では中小企業の技術指導を充実すべく、技術センター設立が構想され、1957年に大阪府鋳物技術センターが館内に設置された。鋳物技術センターでは研究会、技術講習会が実施され、各種の研究テーマとともに「ガス型に関する研究は前（32）年度に引き続き、研究結果を発表するとともに現場指導」が行われた（同上、67頁、97頁）。名古屋市工業研究所金属課でも「鋳鍛造の応用研究および指導」を業務内容とし、新たに設置された「CO₂プロセス研究会」により「CO₂ガス法と鋳物の不良との関連性について調査」が行われ、業界指導に活用された（名古屋市工業研究所、1967、44頁）。また埼玉県鋳物機械工業試験場でも1960年代に多年度にわたりガス型に関する研究業務を実施した（埼玉県鋳物機械工業試験場、1984、28-29頁）。こうした公設試による技術指導は主に中小鋳物メーカーを対象に行われ、新たな造型プロセスの導入に必要な化学的な知識やノウハウの不足を補う役割を担っていた（川端、1958、122頁）。

おわりに

機械工業の基礎となる鋳物産業は近代化が遅れ、機械工業の発展を阻害している。近代化を促進させるためには、鋳物産業の生産形態を多品種少量生産から大量生産に転換させ、生産規模と従業員規模を拡大し、中小企業性、企業数の多さを業界として克服すべきであるという問題意識が高度成長期初期の通産省にあった。また同時代の研究者は、高度成長期の「設備の近代化」の流れは中規模以上の鋳物メーカーにしか及ばず、企業間格差が拡大したと捉えていた。

しかし、現実には鋳物産業の発展を阻害する原因

として考えられていた中小企業性、小規模生産、企業数の多さ、多品種少量生産といった要素はなくならず、それらを残存させながら、鋳物産業はその生産規模を急拡大させていた。本論文で示した通り、こうした生産拡大が実現したのは、二つの異なる産業発展の方向があったからである。一つは、大量生産技術を取り入れ、企業規模を拡大させる方向での発展である。自動車メーカーを頂点に量産鋳物の下請分業生産が形成され、中小鋳物メーカーもそこに加わった。技術的には機械化・自動化の程度は低かったものの、大量生産技術を導入し、従業員規模を拡大させる中小鋳物メーカーが現われた。もう一つは、労働市場が逼迫するなかで、資本財用鋳物を中心とする非量産分野の生産性を向上させていく方向である。労働力不足は従業員規模の拡大といった事業拡張に対して抑制的に働いたので、この方向での産業発展は必ずしも企業規模の拡大にはつながらなかった。このため、従来の見解では停滞的と見なされがちであったが、中小鋳物メーカーは、生産形態に適した技術変化を進め、生産性を高めていた。また、増大する中小鋳物メーカーの仕事量は鋳物産業集積地内での同業者間外注となって現れ、小零細鋳物メーカーの存立条件になった（植田、2011、431頁）。

こうして機械用鋳物市場における量産と非量産、あるいは自動車用鋳物と資本財用鋳物というセグメントに対応した供給構造が高度成長期の鋳物産業に形成された。この過程で、戦前・戦時期には見られなかった造型機等の各種鋳造機械・装置の導入が中小鋳物メーカーでも広く観察された。こうした技術変化は、鋳物工場における熟練依存からの脱却や工学的知識に基づいた鋳造方案の実践などを促し、鋳物産業の技術水準を全体として引き上げることに貢献した。そして、本号で検討した鋳造機械メーカーの技術開発、供給体制の整備、公設試の技術指導は以上の技術変化を支えた社会的な基盤であった。

高度成長期の鋳物産業に二つの産業発展の方向があったからこそ、同時期に急成長する自動車産業と資本財産業への素形材供給者としての役割を果たす

ことができた。つまり、高度成長期の鋳物産業はその構造を変化させながら、機械工業の発展に並行して発展していた。

謝辞

本稿執筆にあたり、新東工業株式会社の久保田保(名誉顧問)、竹内純一(顧問)、橋本邦弘(鋳造事業部開発グループ)、太洋マシナリー株式会社の渡辺兼三(代表取締役社長)、摂津機電株式会社の米北洋一(代表取締役)、ヨシワ工業株式会社の吉野正弘(代表取締役社長)、株式会社キャストの若林誠(代表取締役社長)をはじめ、調査にご協力いただいた関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

なお、本稿は科研費(課題番号17K12957)若手研究(B)の助成を受けた研究成果の一部である。

注

- 38) 鋳造機械工業会設立のきっかけは機械工業振興臨時措置法であった。第一次機振法(1956~1960年度)では、鋳造関連は「強韌鋳鉄」、「ダイカスト」のみが指定業種になったが、鋳物産業の合理化のためには鋳造機械産業の合理化も求められ、「鋳造機械」が指定されると同時期に工業会が設立された。工業会発足当初の会員は新東工業、太洋鋳機、浪速製作所、日鋳、豊和鋳機、ヤスナガ、アグネ、日本金属粉末、栄興社川口ダイカスト技術研究所、辰巳製作所、東京鋳機製作所、池貝金属研究所、三和機械、松淵製作所、岡村製作所、太田ダイカスト製作所、芝浦工機、斎藤鋳造機、三共鋳機、名機製作所、久保田鋳機製作所であった(日本鋳造機械工業会、1980、7頁)。
- 39) 1970年代以降の中小鋳物メーカーの自動化については今後の課題としたい。
- 40) 自治省(1964)によれば、造型機の価格は次の通り。新東工業製のF-1型造型機は8万5,000円、F-2A型は17万1,000円、自動造型機のAFD-3型80万円、AFD-4型125万円である(自治省税務局固定資産税課編、1964、297頁)。
- 41) 新東工業に関する以下の叙述は、特に注記をしていない場合、新東工業・久保田保へのヒアリング調査(2019年11月6日)による。

- 42) ジョルト(震揺)とは縦方向の上下振動を利用した造型法である。鋳枠内に入れられた鋳型砂を上下に振動させることで、鋳型の硬度を高める。この方法で造型された鋳型は、模型に接した部分はよく充填され、硬度は高いが、模型からはなれば部分の硬度は低い。スクイーズ(圧縮)とは空気圧力または油圧を利用して、鋳枠内の砂をスクイーズ板で圧縮する造型法である。ジョルトとスクイーズを組み合わせることでより均一な硬度の鋳型が得られる。パターンドロウ(型抜き)とは、造型後に鋳型と模型を分離する機構である。模型を固定し、パイプレーターによって振動を加え、鋳型を分離する(千々岩、1980、98-103頁、鋳造技術講座編集委員会、1970、67-72頁)。
- 43) KR型の1号機は1934年に三菱重工業名古屋発動機製作所に納入され、航空機のシリンダーヘッド造型に使われた。K・KR型は戦前だけで約500台納入実績があった(新東、1979、137-138頁)。
- 44) PJとはジュニア・プラントの英文頭文字を逆にしたとのこと。
- 45) 太洋マシナリー・渡辺兼三および摂津機電・米北洋一へのヒアリング調査(2020年3月11日)による。
- 46) 橋本久義による太洋マシナリー・渡辺敬文へのヒアリング調査資料(2002)を参照。
- 47) 同社は1970年代初頭から輸入が増えたディサマチック自動造型機のディサマチック社と1978年に販売代理店契約を結び、国内でのディサマチック自動造型機の販売と部品製造およびメンテナンスを請け負った。
- 48) 1948年に同法が「L・モールディング法」としてイギリスで再び特許登録され、ドイツでも同法の研究が進められ、1953年に『ギーセライ』(gieBerei:鋳物工場)誌でシュタイネックス法として発表された。同誌を通じて日本で同製法に対する関心が広まったと言われている(吉村、1956、133頁)。

参考文献

- 天野武弘(2012)『インタビュー トヨタ自動車における基盤確立期の技術』愛知大学中部地方産業研究所

- 五十嵐義男（1975）「鋳造装置の現状と問題点」『産業機械』第301号
- 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—高成長実現の条件は何か—』有斐閣
- 大阪府立工業奨励館編（1960）『伸びゆく工業奨励館創立30周年記念』
- 川端駿吾（1958）「鋳物技術特集号によせて」大阪府立工業奨励館編集『工業の進歩』1958年5月号
- 「金属」編集部（1955）「特集：ガス型鋳物」『金属』第25巻第10号
- 埼玉県鋳物機械工業試験場（1984）『創立五十周年記念誌』埼玉県鋳物機械工業試験場
- 齊藤明彦（2001）『トヨタをつくった技術者たち』トヨタ自動車株式会社技術管理部
- 社会経済生産性本部（2005）『生産性運動50年史』同本部
- 新東工業株式会社社史編集委員会（1960）『新東工業株式会社（旧久保田製作所）創立25年史』同社
- 新東工業株式会社社史編集委員会（1964）『新東工業30年の歩み』同社
- 新東工業株式会社（1979）『新東—創立45周年記念誌—』同社
- 自治省税務局固定資産税課編（1964）『償却資産新品価格表』地方財務協会
- 総合鋳物センター『鋳物年鑑』各年版
- 大洋鋳機株式会社（発行年不明）『鋳造工場設備機械』（製品カタログ）
- 千々岩健児（1980）『鋳物の現場技術』日刊工業新聞社
- 鋳造技術講座編集委員会（1970）『鋳造工場設備』日刊工業新聞社
- 通商産業省重工業局編（1956）『国産機械総覧 1957年版』商工出版社
- 通商産業省重工業局通商産業大臣官房調査統計部（1960）『機械工業設備調査報告（鋳造装置部門・自動車部品部門）』
- 通商産業省重工業局鋳鍛造課（1959）『日本の鋳物工業』通商産業研究社
- トヨタ自動車工業株式会社社史編集委員会（1967）『トヨタ自動車30年史』
- 名古屋市工業研究所（1967）『創立30周年記念誌』
- 日本関税協会『日本貿易月表』各年月版
- 日本機械工業協会編（1961）『1962年版 日本機械工業名鑑』機械工業新聞社
- 日本総合鋳物センター（1965）『鋳物工業構造調査報告書—前編—』日本機械工業連合会
- 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
- 日本鋳造機械工業会（1980）『創立20周年記念誌』同会
- 牧口利貞・佐藤昌介（1960）『ガス型鋳物』日刊工業新聞社
- 牟田口元堂（1994）「CO₂プロセスの起源」『鋳鍛造と熱処理』第558号
- 吉村昌光（1956）『技術の革命 第三集』日本経済新聞社
- 渡辺進（2007）「橘花の開発」私家版
- 渡辺進（作成年不明）「富獄 設計の思い出」私家版

The Casting Industry during Japan's Rapid Economic Growth (Part Three)

NAGASHIMA Takashiⁱ

Abstract : The purpose of this paper is to clarify structural changes in the casting industry during the period of rapid economic growth, and the contents of structural changes are clarified in Parts One and Two. In addition, this paper examines the supply of casting machinery to the casting industry. The findings of this paper are as follows.

Production equipment used by the casting industry during the period of rapid growth was supplied by the domestic casting machinery industry. Sintokogio and Taiyochuki, representative casting machine manufacturers, succeeded in developing new casting machines and equipment through various strategies such as employing former military engineers, establishment of R&D organization, joint development with users, and introduction of foreign technology. In parallel with the development of new technology, the casting machinery industry also expanded the supply of previously existing technology for small and medium-sized foundries.

This paper shows that two directions of industrial development existed in the casting industry during the period of rapid economic growth, and concludes that the casting industry was developing in parallel with the development of the machine industry in the same period.

Keywords : rapid economic growth, casting industry, casting machinery industry

i Associate Professor, College of Social Sciences, Ritsumeikan University