



日本の鋳物工場、ドイツの鋳物工場

～ものづくり基盤の国際比較～

第1章 素形材産業における鋳物の位置づけ

第2章 日本の特徴的な鋳物工場

第3章 ドイツの特徴的な鋳物工場

第4章 日独鋳物工場のものづくり基盤技術にかかる比較分析

第5章 日本の鋳物工場の強みと課題

レポートの特徴

このレポートは、ものづくり基盤技術の中でも重要度の高い鋳造技術に焦点を当て、世界トップレベルにあるといわれる日本とドイツの中小鋳物工場の国際比較を行うことで、鋳造業界における中小企業のものづくり基盤技術の特性を明らかにするとともに、日本の中小鋳物工場の強みと課題をまとめたものである。

本調査及びレポートの取りまとめにあたっては以下の点に留意している。

1. 日本、ドイツの鋳物工場等へのインタビューを実施するとともに生産現場を観察

本調査では、日本とドイツの鋳物工場の国際比較を行うために、日本の中小鋳物業者 10 社（型、設備メーカー含む）、ドイツの中小鋳物業者 6 社に対してインタビュー調査を実施している。また、訪問先の工場について実際に観察することによって人材や技術のマネジメントの状況などについて深い考察を加えることを試みている。

2. 鋳物におけるものづくり基盤技術の要素を類型化。マイスター制度、デュアルシステムなどのドイツに特徴的な人材育成システムは詳細にフォロー

本調査では、技術の要素を戦略的経営に結びつけるという技術経営の視点から、鋳物のものづくり基盤技術を鋳造技術のマネジメント、人材マネジメント、技能承継、顧客ニーズへの対応などに区分する分析軸を設定した。また、ドイツのものづくり基盤技術を考察する上で特に重要度が高いと考えられるマイスター制度、デュアルシステムなどの人材育成システムについては、ドイツ現地調査での関連団体へのインタビューも含め詳細なフォローを試みている。

3. 日本とドイツの中小鋳物工場の詳細な企業事例の掲載

インタビュー調査の内容については企業事例として詳細な紹介を試みている。企業事例については、鋳物のものづくり基盤技術に対する考え方、他社に対する強み、人材育成とマネジメント、今後の事業展望などについて幅広く掲載している。特にドイツの企業事例では、マイスターなどの人材育成方法や生産現場での役割、商慣行などが個々の企業レベルでどのようなになっているかなどについても記載している。

4. ドイツとの国際比較を実施することで、鋳物における日本の中小企業のものづくり基盤技術の特性を明確に

本調査では、日本とドイツの鋳物工場の国際比較を行っている。世界トップレベルと言われるドイツと比較を行い、鋳造業界における日本の中小企業のものづくり基盤技術の特性を明らかにすることによって、日本のものづくり企業の全体の方向性を考察するための参考となる情報の提供にも努めている。

なお、本レポートは、調査委託先である三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社と当公庫総合研究所の共同調査研究という形をとった。

（総合研究所 久保田 典男）

要 旨

日本とドイツの鋳物業界の置かれた状況や方向性には共通項が多い。しかし両国の人材マネジメントや技能承継の違いが、鋳造技術のマネジメント、顧客ニーズの対応などに影響を与えており、日独鋳物工場の間には明確な違いがみられる。その違いは、人材面では「専門・分化のドイツ」「多能・融合の日本」、技術面では「サイエンス重視のドイツ」「現場力重視の日本」のようにまとめられる。

日本の鋳物工場には各社固有の現場力、家族的経営によるチームワーク力、従業員にやさしい職場環境などの強みがある。鋳物では総合力が問われるのでこうした日本の強みを発揮しやすい。しかしドイツではマイスター制度、デュアルシステムに代表される確立された人材育成システムを背景に、企業内の職能的専門・分化、企業間関係の独立性がみられており、技術や素材に特化しサイエンスをベースとしたソリューション提供を行ったり、経営資源の選択と集中を図ったりしている。

日本の鋳物工場は、その強みを失わず、かつドイツの取り組みを参考にして、今後サイエンス的アプローチの強化、経営分析力の強化、鋳造専門人材育成システムの整備、「見える化」「標準化」を進める中での新たな技術課題の解決といった課題に取り組む必要がある。

第Ⅰ章

本章では、素形材産業における鋳物の重要性、日本とドイツの中小鋳物工場の国際比較を行う趣旨、比較分析を行うための視点などについて記載している。

素形材の中でも鋳造品の生産額は多く、素形材を代表する品物である。鋳造品は多くの工程を経て生産され、様々な要素の組み合わせで品質が決まるという特徴を持つ。

日本とドイツの銑鉄鋳物の技術水準は極めて高く世界のトップ水準に位置していると言われている。一方で近隣諸国との競合、技術の高度化への対応、人材の確保・育成が課題となっているなど、鋳物業界の置かれた状況や方向性には共通項が多い。分析にあたっては、鋳物のものづくり基盤技術の要素をいかにマネジメントして競争力強化につなげていくかという技術経営の視点に立脚している。

第Ⅱ章

本章では、日本の鋳物産業の動向について統計などに基づいて概観した後、日本の特徴的な中小鋳物業者へのインタビュー調査及び工場の観察を通じた各社の事例を紹介している。そして企業事例を踏まえ、日本の鋳物工場の特徴について整理している。

企業事例の分析から日本の鋳物工場の特徴を整理すると、鋳造の主要工程である砂型製作、溶解、鋳込みなどで、機械化や自動化などによって暗黙知のノウハウの形式知化が進んでいる。その一方で鋳造方案や模型製作の重要度が高まっており、鋳物メーカーと型メーカーの間で密接な連携がみられている。人材育成の基本はOJT、現場重視である。

技術経営の側面では、全体の工程のレベルを揃える観点から各社とも工程管理能力を重視している。また、生産現場での技能と技術の融合を重視しつつも、工程管理ノウハウを「見える化」「標準化」し、熟練技能に依存しない試みがなされている。人材マネジメントでは、従業員全体のレベルの底上げを志向し、チームワークを重視している。

第Ⅲ章

本章では、まずドイツの鋳物産業の動向について統計などに基づいて概観した後、マイスター制度やデュアルシステムなどのドイツに特徴的な人材育成への取り組みを紹介している。そしてドイツの特徴的な中小鋳物業者へのインタビュー調査及び工場の観察を通じた各社の事例を紹介している。最後にドイツの中小鋳物業者の特徴について整理している。

鋳物工場におけるマイスターの主な業務は現場でのマネジメントで、生産現場で働くワーカーの頂点に位置するが、社内では大卒を前提としたエンジニアの下での職位に位置づけられる。ドイツでは早くから将来の職業を見据えた専門分化が行われており、義務教育後期課程を終えた人材がデュアルシステム（企業での職業訓練と職業訓練学校での訓練による二元的な人材育成システム）による職業訓練、「鋳造メカニック」とよばれる資格取得、その後の現場経験を経るのが鋳造業界におけるマイスターの通常のキャリアパスである。

第Ⅳ章

本章では、日本とドイツの鋳造業界における中小企業のものづくり基盤技術の特徴を明らかにするため、企業事例を踏まえつつ、両国の違いが最も顕著な人材マネジメントを起点に両国の鋳物工場の比較分析を行っている。

ドイツでは、職位（工場長、ライン長等）と職業資格（エンジニア、マイスター等）が密接な関係にあるとともに、デュアルシステムによって職業教育の一部が外部化されている。これに対し日本では、全体のチームワークを重視しつつ企業がそれぞれの方針で人材育成を行っており多能工が重視されている。ドイツではマイスターが技能と技術のブリッジ機能を果たすことで技能承継が行われるが、日本では社長や技術者が現場に頻繁に足を運ぶことで技能と技術の融合を図るとともに、暗黙知である技能の「見える化」「標準化」を図ることで技能承継が行われている。

また、ドイツではエンジニアが担当する冶金学をベースとした素材開発などのサイエンスを重視する一方で、日本では現場力を重視している。また、ドイツでは鋳物メーカーと型メーカー、設備メーカーとの企業間関係が独立する傾向がある一方で、日本では摺り合わせ型の企業間関係が構築されている。顧客ニーズへの対応については、顧客志向、顧客との長期的関係を大切にしている点、複雑形状対応、機械加工への進出などに取り組んでいる点では共通している。しかし、ドイツが、職能の専門・分化、企業間関係の独立性などによって得意分野へ特化するなど経営資源の選択と集中を図り、サイエンス主導のソリューション提供によって積極的に顧客数・取引業種を拡大している一方で、日本は全従業員が一体となり、顧客ニーズに幅広くこまめに対応する現場発のソリューションを展開している。但し経営者の戦略は両国の違いを超越するものである。

第Ⅴ章

本章では、日独の中小鋳物業者の比較分析を通じて浮き彫りになった日本の鋳物工場の強み及び課題についてまとめている。

日本の鋳物工場の強みとしては①固有の現場力、②家族的経営によるチームワーク力、③従業員にやさしい職場環境などがあげられる。一方で、ドイツの取組みからみえてくる日本の鋳物工場の課題としては、①サイエンス的アプローチの強化、②経営分析力の強化、③鋳造専門人材の育成システムの整備、④「見える化」「標準化」を進める中での新たな技術課題の解決などがあげられる。

目 次

はじめに.....	1
第 I 章. 素形材産業における鋳物の位置づけ.....	2
1. なぜ、素形材が重要か	2
2. なぜ、鋳物が重要か	4
3. なぜ日独比較か	7
第 II 章. 日本の特徴的な鋳物工場.....	12
1. 日本の銑鉄鋳物業の動向	12
2. ヒアリング対象企業の選定とプロフィール.....	14
3. 国内鋳物メーカーのヒアリング事例.....	16
4. 事例にみる日本の鋳物工場の特徴.....	45
第 III 章. ドイツの特徴的な鋳物工場.....	53
1. ドイツの銑鉄鋳物業の動向	53
2. ドイツ鋳物業界の人材育成への取り組み.....	58
3. ドイツ現地調査におけるヒアリング先一覧.....	71
4. ドイツ鋳物メーカーのヒアリング事例.....	72
5. 事例にみるドイツ鋳物工場の特徴.....	96
第 IV 章. 日独鋳物工場のものづくり基盤技術にかかる比較分析.....	103
1. 人材と人材マネジメント	104
2. 技能と技能承継	109
3. 鋳造技術のマネジメント	114
4. 顧客ニーズへの対応	118
5. 経営者の戦略	122
第 V 章. 日本の鋳物工場の強みと課題.....	123
1. 日本の鋳物工場の強み	123
2. 日本の鋳物工場の課題	125
おわりに.....	127
用語説明.....	128

はじめに

わが国の製造業には、製造工程に必要不可欠なものづくりの基盤となる優れた技術をもった中小企業が多数存在し、これらの技術レベルの高さによって高品質、高精度の製品の生産が可能となっている。2005 年 11 月に「ものづくり国家戦略ビジョン」が打ち出され、2006 年 6 月にはものづくりの国際競争力を担う中小企業の技術力強化を図るため「中小企業ものづくり基盤技術の高度化に関する法律（中小ものづくり高度化法）」が施行されるなど、中小企業のものづくり基盤技術の強化を図るための施策支援が推進されている。

これまで中小企業のものづくり基盤技術については、コストや市場で激しく競合する中国、韓国、台湾などの東アジア地域との比較分析を通して、国際競争力強化の方向性を探ることが多かった。しかし、わが国のニッチトップ、オンリーワンと言われる中小企業の持つ最先端の技術力に匹敵するのは東アジアではなく、古くからの機械産業の歴史を持つドイツなどの欧州である。しかも、欧州の中小企業は、例えば、比較的賃金の低い東欧諸国とのコスト競争、技術の高度化への対応、人材の確保・育成など、近年はわが国と同じような課題に直面している。

そこで、本レポートでは、中小企業のものづくり基盤技術について東アジアとの比較ではなく共通の課題に直面し世界トップレベルにあるといわれるドイツとの比較分析を行う。ものづくり基盤技術の種類については、自動車、一般機械などの基幹産業を支えており、様々な工程を経るなどの理由から暗黙知であるノウハウの形式知化が難しいとされる鑄造技術に焦点を当てている。そして日本とドイツの中小鑄物工場の比較・分析によって、鑄造業界における日本の中小企業のものづくり基盤技術の特性を明らかにし、日本の中小鑄物工場の強みと課題を示すことを通じて、日本のものづくり中小企業全体の方向性に対する示唆を与えることを目的とする。

なお、本調査を実施するにあたり、インタビュー先の選定、業界動向、専門的知識の情報提供などにおいて多大なるご協力をいただいた社団法人日本鑄造協会、ドイツ鑄物協会（DGV）、ドイツ鑄物師協会（VDG）、NPO 法人熟練ものづくり国際協力センター理事長の田村啓治氏、政策研究大学院大学教授の橋本久義氏に厚く御礼を申し上げます。

また、日本とドイツで取材した多くの鑄物メーカーが、工場見学を含めて長時間に亘る時間を割いて本調査に協力いただいたことに厚く御礼を申し上げます。

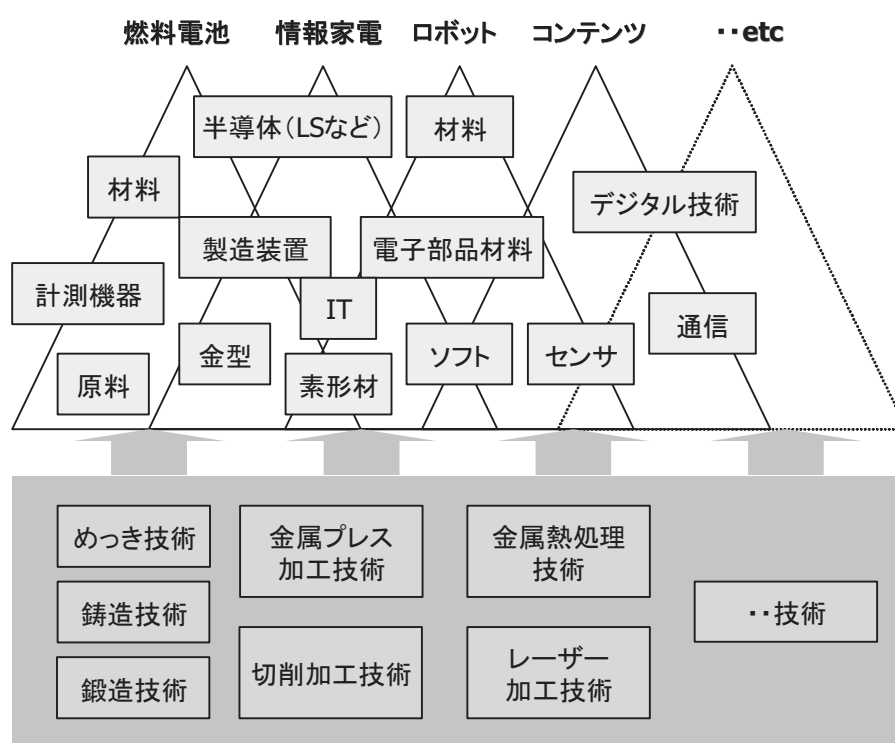
第I章. 素形材産業における鋳物の位置づけ

1. なぜ、素形材が重要か

「素形材」とは、素材に熱や力に加えられ、形が与えられた部品や部材のことを指している¹。一般的に馴染みの薄い用語であるが、我々の生活には欠かせないものであり、自動車も電気製品も多種多様な素形材によってつくられている。

この素形材を生み出す加工方法には、それぞれの素材特性に応じて鋳造、鍛造、プレス、粉末冶金などがある。これらの素形材産業は主として中小企業によって支えられており、技能やノウハウが重視される典型的なローテク産業としての受け止め方をされがちであるが、日本の素形材技術は世界のトップのレベルにあり、日本のものづくりの競争力を支えている。また、素形材は燃料電池、情報家電、ロボットなどの次世代を担うハイテク産業を含むあらゆるものづくりを下支える産業であり、イノベーションの源泉として再びその存在意義を高めている。

図表 1 あらゆるものづくり産業を下支える素形材産業



(出所) 経済産業省資料より作成

¹財団法人素形材産業センターによる定義

しかし、近年は製造業のグローバル展開を背景にアジア諸国の追い上げが激しさを増しており、低賃金を強みとする安い素形材だけではなく、一定の品質要求にも応えられるような素形材も逆輸入されるようになっている。また、中国の素形材メーカーの中には毎年のように大規模な設備投資を行って量産効果を高めているところもあり、国内の中小素形材メーカーをとりまく競争環境は激しさを増している。生産性を高め、新たな技術開発へ果敢に取り組むことが日本の素形材産業にとって火急の課題となっているが、取引先から強いコストダウン要請を受けるなど収益性が厳しい中で、経営資源に限りのある中小素形材メーカーが積極的な研究開発投資に踏み切るのは容易なことではない。

このような背景から、中小企業のものづくり基盤技術の高度化を支援することを目的に、2006年6月に「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律（略称：中小ものづくり高度化法）」が施行された。2007年2月末現在、めっき、鍛造、金属プレス、鍛造、粉末冶金などの19分野が支援対象となっており、研究開発に関する計画が国から認定されれば中小企業が利用できる信用保証の限度額の拡大、中小企業投資育成会社の支援要件の緩和（資本金3億円超にも摘要）、中小企業金融公庫による低利融資などを受けることができる。

なお、ものづくり高度化法が制定される直前の2006年5月には「素形材産業ビジョン」が打ち出され、同年11月には業界ごとのビジョンも策定された。このビジョンは、素形材産業が低収益に甘んじていては日本の製造業全体の競争力低下につながりかねないとの強い危機意識から生まれており、今後のわが国の素形材産業が目指すべき方向として9本の柱を掲げている。

図表2 わが国の素形材産業が目指すべき方向性

産業の自画像から始まる	→	各素形材関係団体ごとにビジョンを策定し、自己改革を推進
技術・技能を活かした攻めの経営	→	強みである技術・技能を正確に評価して収益に繋げていく取り組み、自社技能の優位性をPR
健全な取引慣行で共存共栄	→	取引慣行を改善するためのガイドラインを政府が作成、技術革新を促すベストプラクティスを整理
産業集積を活用した競争力強化	→	産業集積のメリットを活かして素形材産業の競争力を強化し、他社や研究機関とネットワーク形成
海外で儲ける仕組み	→	海外の素形材産業の能力を把握し、自己の能力を適正に評価することによる分業体制構築も
同種／異種との積極的な連携	→	有限責任事業組合やM&Aといった手法を使い分け、適正企業規模による競争力強化も検討
多様な製品群への供給	→	新加工法・新素材技術の動向を見据えて自社技術を高め、新成長産業分野へ供給できる能力を
息の長い人材育成	→	素形材エンジニア育成のために、次世代技術・基盤技術への支援、大学における人材育成支援
素形材産業に国民の目を振り向かせるために	→	素形材産業のおもしろさを伝え、社会的認知度を高めるためのイベント等を実施

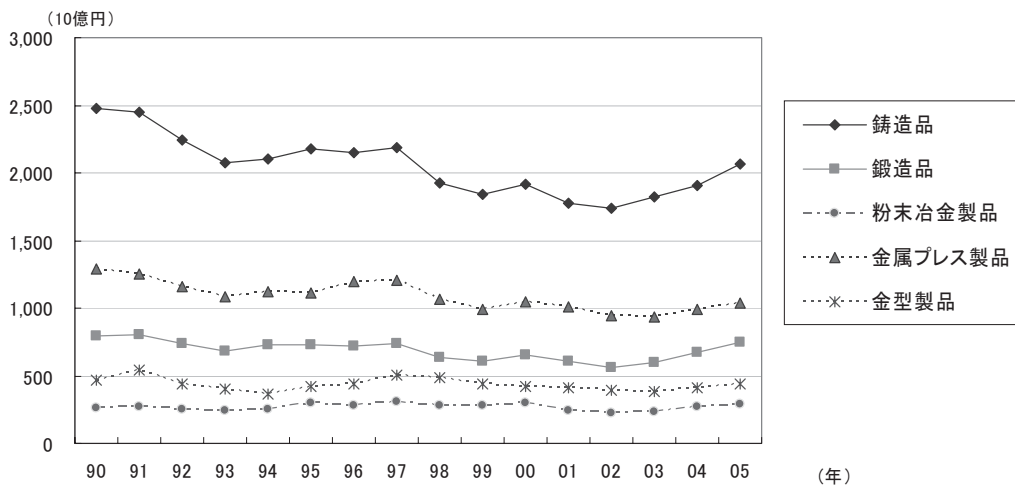
（出所）素形材産業ビジョン策定委員会「素形材産業ビジョン 2006」より抜粋して作成

2. なぜ、鋳物が重要か

(1) 素形材産業に占める鋳物の位置づけ

砂や金属で作った型の中に溶かした金属を注ぎ込んで必要な形にする加工法のことを「鋳造」と呼び、鋳造法により成形された品物が「鋳造品（鋳物）」と呼ばれる²。鋳物の生産額は 90 年代から減少基調にあるが、2002 年以降は他の素形材同様に増加に転じており、依然として鋳造品の生産額は素形材産業の中でも最も多く、素形材を代表する重要な品物であることがわかる。

図表 3 主な素形材の生産額の推移



(出所) 財団法人素形材センター「素形材年鑑」平成 17 年版

(2) 素形材の中でも特徴的な鋳物の作り方

技能が重視される素形材産業においても、暗黙知である技能を数値化するなどして形式知化された技術に置き換えようとの試みが進展しているが、その中にあって、とりわけ鋳物は熟練技能や暗黙知が重視され、技能の技術化が難しいとされている。

素形材産業といっても鋳造、鍛造、金属プレスといろいろあるが、鍛造やプレスはたたいたり、打ち抜いたり、熱処理したりという加工を加えるのに対して、鋳造は製鉄業同様に原材料の鉄を溶かすところからスタートして成形までを手がけており、「溶かすこと」と「形を作ること」を同時にこなす必要がある。このことが鋳物が経験工学といわれる所以であり、様々なファクターの組み合わせが多すぎてサイエンスが追いついていないという現状にある。³

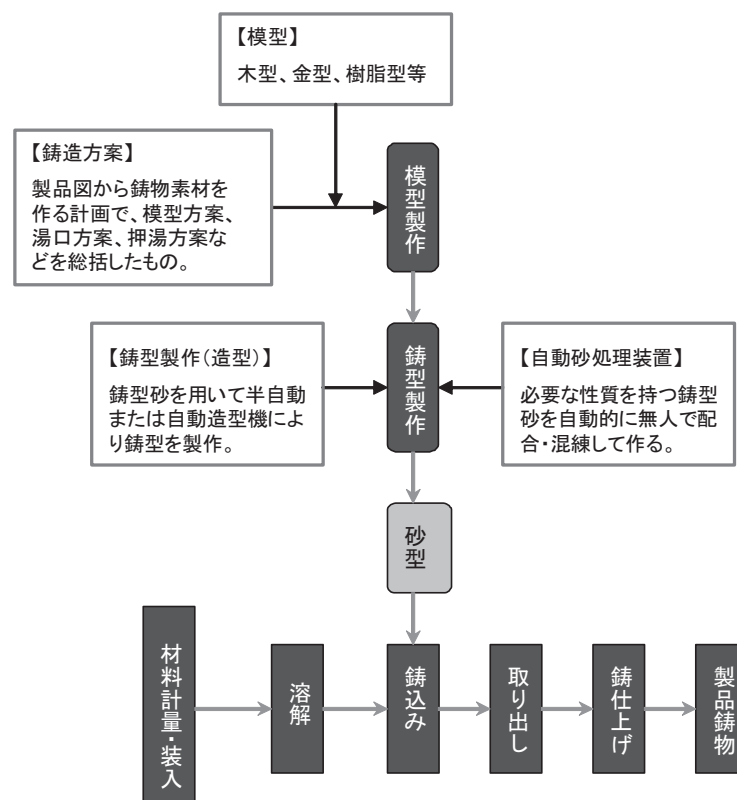
² 社団法人日本鋳造協会による定義

³ 社団法人日本鋳造協会へのヒアリング調査より

鋳物工場に足を踏み入れると、溶解炉⁴で鉄を溶かし、造型ラインでは模型となる木型や中子を使って鋳型となる砂型を作り、その後、砂型に溶けた鉄を流し込んで鋳込みを行い、冷却後に冷えた型から鋳物を取り出し、砂を落として磨き、製品へと仕上げていく一連の工程を目にすることができる。まさに、ものづくりのプロセスが視覚的に把握しやすく、素形材産業の中でも鋳造が最もものづくりの醍醐味を味わうことができるといわれる理由もここにある。

模型製作に必要となる鋳造方案とは、模型方案（鋳造姿勢、模型の分割等）、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で、鋳物づくりのノウハウが凝縮されている企画・設計といえる。高温の金属の溶湯をスムーズに鋳型の中に流し込み、さらに金属が凝固する際の収縮までを計算に入れて欠陥が発生しないような鋳物づくりを行うためには、この鋳造方案が重要な意味を持つ。

図表 4 鋳物ができるまで



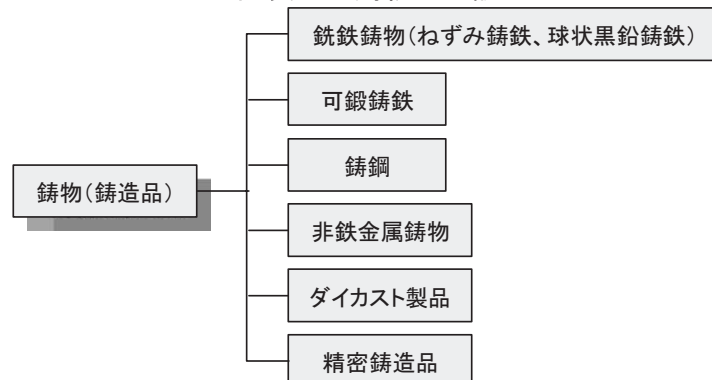
(出所) 財団法人素形材センター ホームページの資料を参考に流れ図を作成。なお、「鋳造方案」の用語説明については日本鋳造工学会編「図解鋳造用語辞典」（日刊工業新聞社）から引用。

⁴ 網掛部分については、巻末の「用語説明」において五十音順に意味を記載している。

(3) 鋳鉄鑄物とは⁵

鑄物は材質の違いなどから種類が分かれており、最も生産額が多いのは「鋳鉄鑄物」である。鋳鉄鑄物はさらに炭素の状態に応じて「ねずみ鑄鉄 (FC)」と「球状黒鉛鑄鉄 (ダクタイル鑄鉄) (FCD)」に分類されるが、鋳鉄鑄物に鑄鉄管を加えて「鑄鉄鑄物」と呼ばれることも多い。可鍛鑄鉄と鑄鋼も鉄合金を用いた鑄物であるが、鋳鉄鑄物は炭素含有量が多い点の特徴である。炭素は鉄が冷えて固まるときに結晶化して黒鉛となる。このように、鋳鉄鑄物は鉄と黒鉛の複合材料であるが故に、硬くても加工しやすいという優れた特性を発揮する。また、黒鉛は振動（音の発生）を抑えたり、潤滑剤の役目をはたして摩耗を防ぐ役割も果たすため、自動車や船のエンジン、あるいは音を出さないブレーキ装置に鋳鉄鑄物が多用されている。さらに、熱に強く腐食に強いといった性質も鋳鉄鑄物の利用価値を高めている。このように、鋳鉄鑄物は鑄物製造業の中でも生産額が最も多く、優れた特性を持つことから、本調査では鑄物の中でも特に鋳鉄鑄物に焦点を当てた分析を行っている。

図表 5 鑄物の内訳



(出所) 財団法人素形材センター ホームページより

図表 6 主な鑄物の生産額の内訳 (2005 年)

		生産量 (トン)	生産額 (百万円)	生産量に 占める割合 (%)	生産額に 占める割合 (%)
鑄造品	小計	6,629,197	2,065,249		
	鋳鉄鑄物	4,703,385	888,011	70.9	43.0
	ねずみ鑄鉄	2,792,217	479,329	42.1	23.2
	球状黒鉛鑄鉄	1,911,168	408,682	28.8	19.8
	可鍛鑄鉄	66,461	26,752	1.0	1.3
	鑄鋼	276,589	143,393	4.2	6.9
	非鉄金属鑄物	510,577	360,900	7.7	17.5
	ダイカスト製品	1,064,768	599,599	16.1	29.0
	精密鑄造品	7,421	46,591	0.1	2.3

(出所) 財団法人素形材センター 「素形材年鑑」平成 17 年版

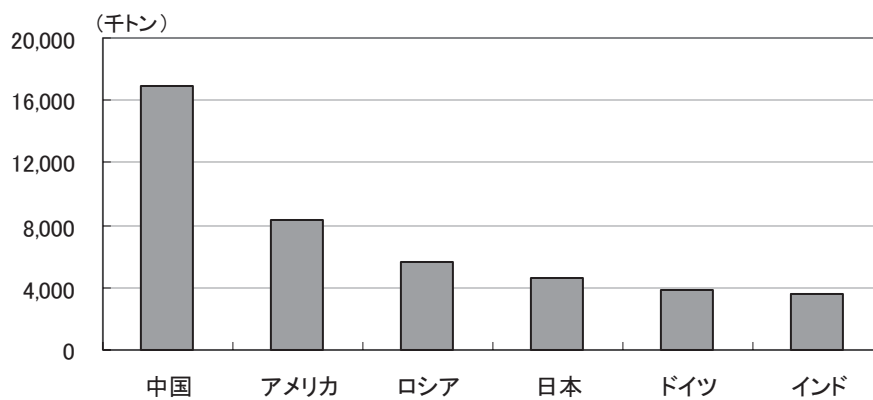
⁵社団法人日本鑄造協会による説明から引用

3. なぜ日独比較か

(1) 世界の中での日独鋳物産業の位置づけ

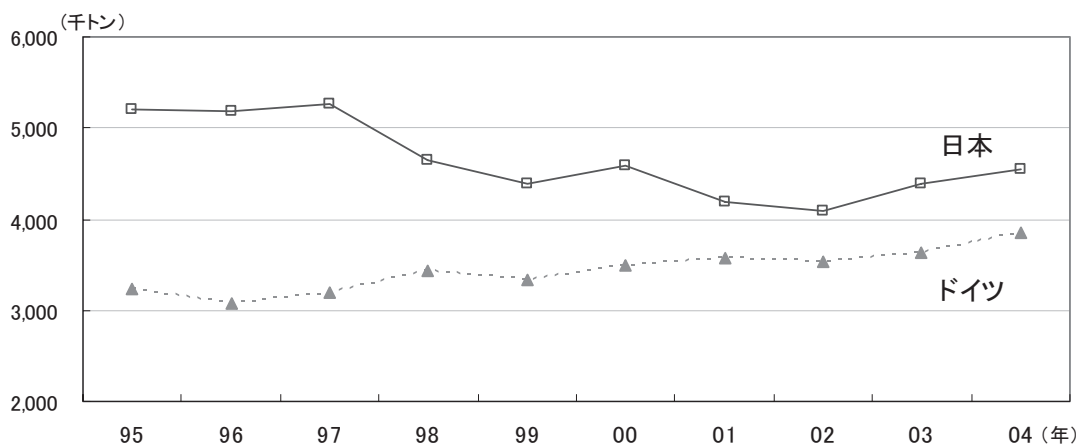
世界の主要鋳物生産国の鋳鉄鋳物生産量を比べると、2004 年時点で日本は中国、アメリカ、ロシアに次ぐ世界第 4 位、次いでドイツが世界第 5 位となっているが、日本とドイツの差は僅差であり、90 年代後半から日本の生産量が徐々に低下したこともあり、両国の差は狭まりつつある。

図表 7 世界主要国の鋳鉄鋳物生産量（2004 年）



(注) ロシアは当該年の数字がないため当該年からみた直近の数値
(出所) 財団法人素形材センター「素形材年鑑」平成 17 年版

図表 8 日本とドイツの鋳鉄鋳物生産量の推移



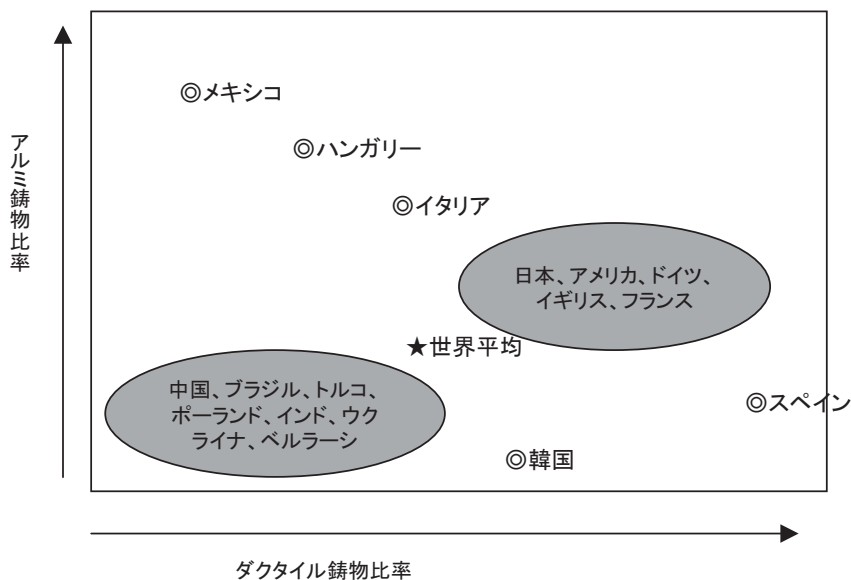
(出所) 財団法人素形材センター「素形材年鑑」平成 17 年版

一方、世界の主要鋳物生産国をアルミ鋳物比率とダクタイル鋳物比率でプロットした概念図が図表 9 であるが、日本、ドイツ、アメリカと中国、ロシア（図ではウクライナ、ベルラーシ）、インドは明らかに違うグループにプロットされている。

図表 9 を作成した田村氏によると、横軸のダクタイル鋳物比率が技術レベル、縦軸のアルミ鋳物比率が文化度のようなものを表すという。中国、ロシアといった旧共産国や発展途上国であるインドは鋳物の生産量が多いが、技術レベルはそれほど高くはないことがわかる。また、アルミ鋳物比率が低いことから自動車などの軽量化がそれほど進んでいない様子がうかがえる。一方、アメリカ、日本、ドイツといった先進国の鋳物産業は技術レベルが高く、かつ、鋳鉄鋳物がアルミに置き換わりつつあることがわかる。なお、メキシコ、は技術レベルが低いにもかかわらずアルミ比率が極めて高くなっているが、メキシコの鋳物の大半はアメリカの自動車産業向けに生産されているからであり、自動車の軽量化を如実に反映した結果であるという。

この先進国グループの中でも、日本とドイツの鋳鉄鋳物の技術水準は極めて高く、両国が世界のトップ水準に位置していると言われている。ダクタイル鋳鉄は 1940 年代後半に米国の INCO 社の研究者が発明した画期的な素材であるが、とりわけドイツはこのダクタイル鋳鉄に優れていると言われている。

図表 9 世界の鋳物生産国の技術的・文化的特徴



（出所）NPO 法人熟練ものづくり国際協力センター理事長 田村啓治氏分析資料

（２）日独鋳物産業が直面する課題

日本とドイツは先進国の中では依然として二次産業の比率が高く、鋳物のメインユーザーとなる自動車産業や工作機械産業を国内の基幹産業として擁している。一方、両国の鋳物技術は世界トップ水準にあるとはいえ、日本は主に中国、ドイツは主に東欧諸国の安い鋳造品との価格競争に晒されている。高度な技術を必要としない普及品や量産品は海外生産へとシフトしていくため、国内は付加価値の高い鋳物づくりへシフトさせていかなくてはならない。そのためには研究開発力を高めていく必要があるが、日本もドイツも大学で鋳造技術を学ぶ学生は極端に少なくなっており、人材面で不安を抱えている。デュアルシステム⁶やマイスター制度の下に鋳造現場の職人を体系的に育成しているドイツでも、鋳造業界には 3K のイメージがつきまとい、若者の確保が課題となっている。このように両国の鋳物産業をとりまく環境変化と現在直面している課題には共通事項が多い。

鋳物に限ったことではないが、素形材産業の国際比較をする際には、韓国や台湾、中国との比較分析が中心であった。素形材の大手ユーザーである自動車や電機産業が東アジアへ工場を展開し、かつ、東アジアの技術レベルが近年急速に高まっていることから、いずれ日本にキャッチアップするのではという脅威もあり、東アジアの動向に目がいきがちであった。しかし、素形材ビジョンやものづくり高度化法ではもっと先端技術や次世代産業に向けた研究開発に取り組む必要性を述べており、その意味では、世界トップ水準の技術を持ちながら日本と同様の環境下で厳しい競争に晒されているドイツの鋳物業界との比較分析が有効と考えられる。わが国の鋳物産業が今後も世界の頂点の座を維持し続けられるかどうか、将来に向けての投資が適切なものであるかどうかを見極めるには、日本とドイツのそれぞれ特徴的な鋳物工場に焦点を当てて分析する必要がある。そこで、本調査では日本とドイツの鋳鉄鋳物を中心とする中小鋳物工場に焦点を当て、分析を試みた。

（３）日独鋳物工場の分析の視点

分析にあたっては、両国の産業構造、取引構造などを踏まえた上で、①鋳物のものづくり基盤技術の要素をどう捉え、②ものづくり基盤技術力を生かした戦略的経営をどのように展開し、事業環境の変化にどう対応しようとしているのか、という２点の分析に重点を置いた。

ー鋳物のものづくり基盤技術の要素ー

図表４に示したとおり、鋳物が出来上がるまでには模型製作、溶解、鋳込みといった様々な製造工程を経る必要があり、装置型産業と言われるだけあって、それぞれの製造

⁶中学卒業以上の若者を対象にしたドイツの職業教育システムで、企業での職業訓練と職業訓練学校での職業訓練による二元的な職業訓練の事を指す。（一般的に週３日は企業で職業訓練を行い、週２日は訓練校で主に一般教養や専門知識を学ぶ。職業や年次によって企業と訓練校のウエイトは若干変化する。）

工程に相当の設備投資を必要とする。つまり、模型製作における方案や型、溶解における素材にかかるノウハウや冶金技術、鑄込みにおける砂や湯、生産性向上に欠かせない設備などは鑄物のものづくり基盤技術の要素を分析する上での重要な視点となる。また、中小企業にとって人材は最も重要な経営資源の一つであり、かつ、鑄物のような素形材産業では人に付随する技能（暗黙知、ノウハウなど）の捉え方も重要な比較分析の視点となる。

－鑄物のものづくり基盤技術を生かした戦略的経営－

ものづくり基盤技術の優位性が市場競争力に結びつくためには、「ものづくり基盤技術」の構成要素がそれぞれ戦略性をもって経営に働きかけていく必要がある。技術優位と市場優位は必ずしも比例しないからである。

例えば、鑄物の場合は模型製作、溶解、鑄込みといったそれぞれの工程における鑄造技術のレベル向上が必要であると同時に、不良を出さず、生産性の高い鑄物づくりを行うための工程管理や品質管理といった鑄造技術のマネジメント能力が問われてくる。

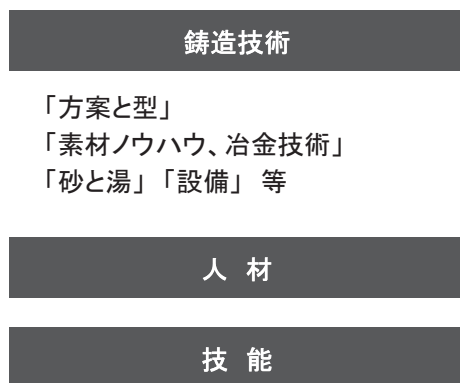
また、様々な生産工程を経る鑄物の場合、優秀な人材を抱えていても能力に見合った役割を与え、活用しなければ「人財」という経営資源が有効に生かされないことになる。とりわけ、人的資源に限られる中小企業においては、従業員一人ひとりを工場にどのように配置しどのような役割を担わせるかといった人材マネジメントが重要となる。従業員のモチベーション向上や安全面確保などといった観点から職場環境への配慮といった視点も必要になってこよう。特にドイツではデュアルシステムやマイスター制度に代表される職業教育が社会システムの中に組み込まれており、社内教育である OJT 中心に人材を育成している日本と大きな違いがあると考えられることから、日独鑄物工場の比較では特に人材マネジメントに重点を置いた分析が必要となる。

技能についても、同じ技能を守り続けていくという姿勢ではなく、脈々と新しい技能を生み出していく技能承継のしくみこそが重要となる。そのほか、鑄物産業は典型的な受注産業であることから、顧客との関係や経営管理面も含めた顧客ニーズへの対応についても分析が必要となる。

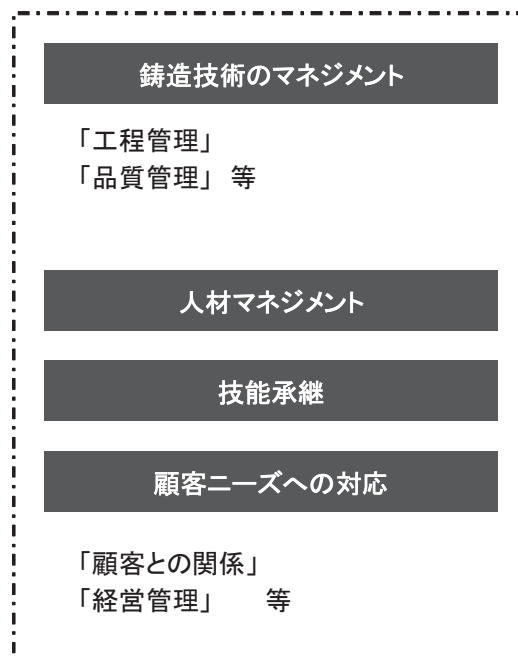
このように、①鑄物のものづくり基盤技術の要素にかかる分析では、主に日独鑄物工場の技術競争力を規定する要因を「鑄造技術」「人材」「技能」という観点から掘り下げていき、②ものづくり基盤技術を生かした戦略的経営では、①の要素をいかにマネジメントして競争力強化につなげているかという技術経営の考え方やその実践にかかる分析を試みた。なお、ヒアリング調査においては、各工程における鑄物のものづくり基盤技術の要素や工程管理・品質管理の実態を的確に捉えるため、日独双方の工場とも必ず工場見学を実施し、鑄造工程に沿って実際の鑄物づくりの流れを確認するとともに、現場従業員の方々の働きぶりや作業環境を観察させていただいた。

図表 10 日独鋳物工場分析の視点（ヒアリング調査のポイント）

鋳物のものづくり基盤技術の要素



鋳物のものづくり基盤技術を生かした
戦略的経営



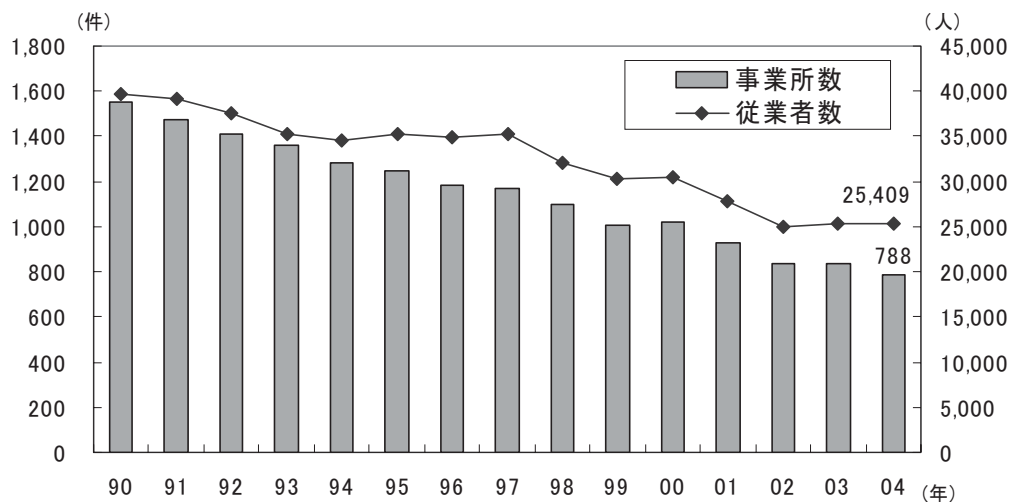
（出所）三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング(株)及び中小企業金融公庫総合研究所作成

第II章. 日本の特徴的な鋳物工場

1. 日本の銑鉄鋳物業の動向

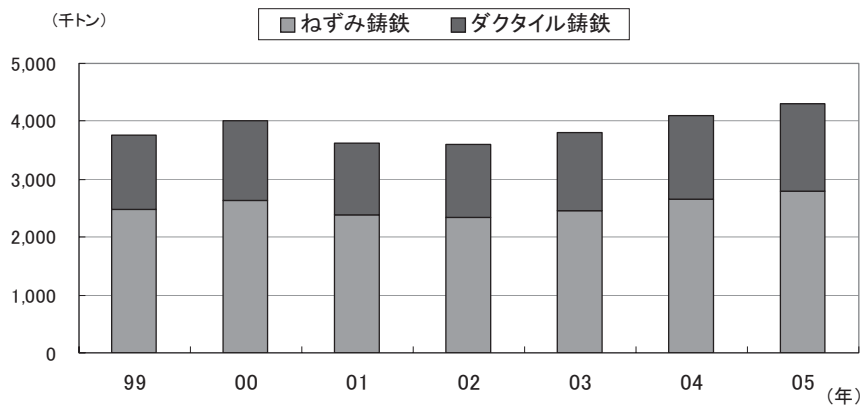
わが国の銑鉄鋳物（鋳鉄管、可鍛鋳鉄を除く）の事業所数は年々減少しており、従業員数もほぼ同じ傾向で減り続けていたが、2002 年以降はほぼ横ばいで推移している。一方、銑鉄鋳物の生産量は 2002 年以降増加傾向にあり、1 事業所あたり、1 従業員あたりでみた生産性の向上がみられている。なお、材質による内訳をみると、ねずみ鋳鉄が 65%、ダクティル鋳鉄が 35%となっており、この比率は過去大きく変化していない。

図表 11 銑鉄鋳物の事業所数と従業員数の推移



(出所) 経済産業省「工業統計表 産業編」(従業員 4 人以上の事業所に関する統計表)

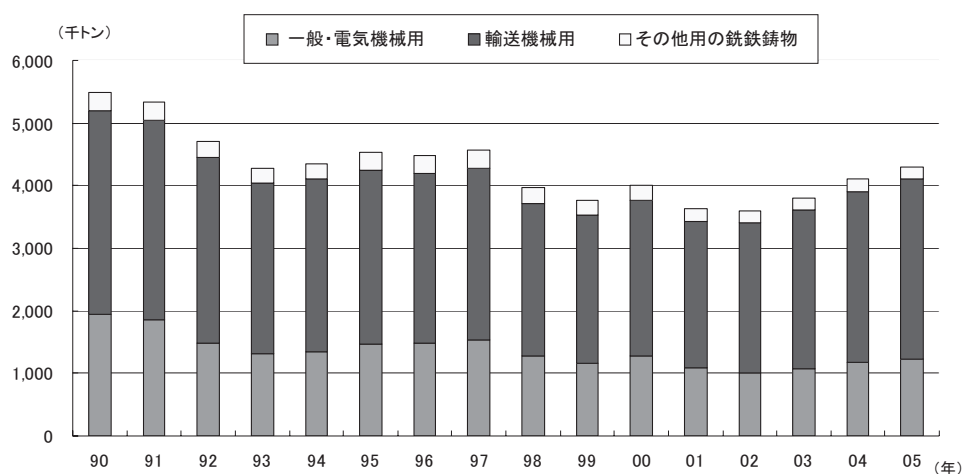
図表 12 ねずみ鋳鉄とダクティル鋳鉄の生産量の推移



(出所) 2001 年までは経済産業省「機械統計年報」、2002 年以降は「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」(共に常用従業員 20 人以上の事業所を対象とするもの)

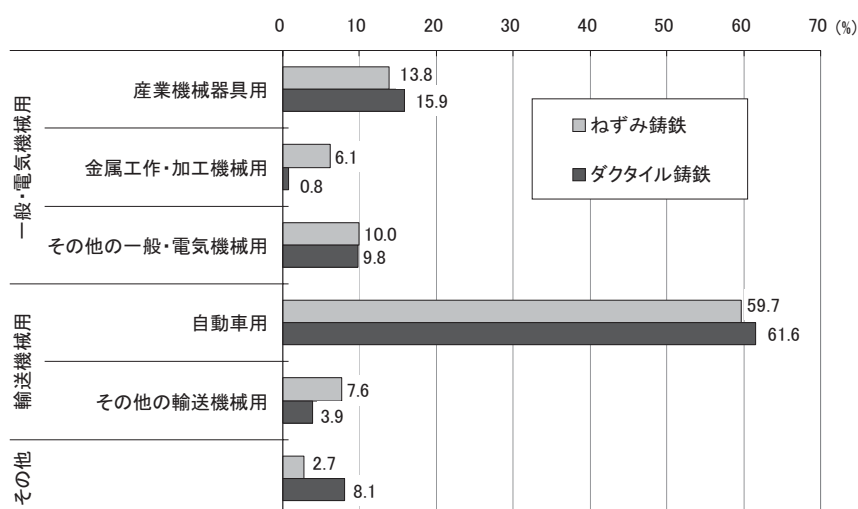
2005 年の銑鉄鋳物の生産量における用途別の構成比をみると、一般・電気機械用が 28.7%、輸送機械用が 66.7%となっており、自動車産業向けに多用されていることがわかる。特に、2002 年以降、一般・電気機械用がほぼ横ばいで推移する中、輸送機械用が伸びており、直近の銑鉄鋳物の需要は自動車産業が牽引していることがわかる。用途と材質の関係をみると、ねずみ鋳鉄もダクタイル鋳鉄も約 6 割が自動車向けに供給されている。このように鋳物の最大ユーザーは自動車産業であるが、自動車用量産鋳物は資本力を要するために自動車メーカー系列の鋳物メーカーや大手資本の鋳物メーカーが主たる担い手となっており、中小鋳物メーカーが主に携わっている領域は産業機械や一般・電気機械向けである。

図表 13 銑鉄鋳物の用途別にみた推移



(出所) 2001 年までは経済産業省「機械統計年報」、2002 年以降は「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」(共に常用従業員 20 人以上の事業所を対象とするもの)

図表 14 銑鉄鋳物の用途別にみた材質の割合 (生産量ベース、2005 年)



(出所) 2001 年までは経済産業省「機械統計年報」、2002 年以降は「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」(共に常用従業員 20 人以上の事業所を対象とするもの)

2. ヒアリング対象企業の選定とプロフィール

素形材産業ビジョンでは、鑄造業を「自動車用の量産鑄物」「船舶のエンジン等の大型鑄造品」「工作機械・建設機械用の非量産鑄物」「公共工事関係の鑄鉄管等」「日用品用の鑄物」という5つのサブグループに分類している。そこで、本調査ではこの分類を参考に、「自動車用の量産鑄物を扱うAグループ」「工作機械・建設機械用の非量産鑄物を扱うBグループ」「公共工事・日用品関連の鑄物を扱うCグループ」という3つのグループから、それぞれの領域で特徴的な8件の中小鑄物メーカーのヒアリング調査を実施した（図表15にヒアリング先企業一覧を示している）。なお、鑄物メーカーの選定に当たっては、用途（自動車、産業用機械、公共材等）、生産ロット（量産、多品種少量生産）、造型方法（機械込め、手込め）、型（木型、金型）などに留意しつつ、専門家の意見も踏まえながら技術や経営に特徴的な鑄物メーカーを抽出した。

ヒアリング調査では、①生産品目や取引先を含む事業概要、②鑄物のものづくり基盤技術に対する考え方、③他社に対する強み、④人材育成とマネジメント、⑤今後の事業展望について話をうかがうと同時に、実際に生産現場である工場の視察も実施した。そのほか、鑄物を作る上で鑄造方案を含む模型が重要な役割を果たしていることから、鑄造専用の木型・金型メーカーへもヒアリングを実施した。さらに、鑄物は装置産業であり、設備メーカーと摺り合わせをしながら独自仕様の鑄造設備を開発することが少なくないため、造型ラインを中心に手がける鑄造機械メーカーに対してもヒアリングを実施した。

図表 15 ヒアリングを実施した企業のプロフィール

企業名	事業領域（主な用途）	生産ロット	造型法／型
(株)真岡製作所	自動車用ブレーキ部品を中心に手がける専門メーカー	量産	機械込め ／金型
(株)マツバラ	自動車部品を中心に手がける小物鋳物の専門メーカー	量産	機械込め ／金型
(株)キャスト	ロボット、射出成形機、建設機械、工作機等	多品種中量	手込め ／木型
(株)永瀬留十郎工場	半導体製造装置、3次元測定器、産業用機械部品等	多品種少量 (一部量産)	手込め、機械込め ／木型・金型
(株)須崎鋳工所	産業用機械 大物は中国工場、小物は国内工場で生産	多品種少量	手込め ／木型
栗田産業(株)	射出成形機を中心にプレス機械部品、産業機械部品等	多品種少量	手込め ／木型
(株)富田鋳工所	プレス金型を中心にフルモールド法で製造	多品種少量	手込め ／発泡型・木型
伊藤鉄工(株)	配水管やマンホール等の公共材、都市景観材	量産、 多品種少量	機械込め ／金型・木型

企業名	事業概要
(株)田口型範	鋳造用模型（木型・金型）製作では国内最大手、このほか5軸マシニングセンタによる羽根類削り出し機械加工
太洋マシナリー(株)	自硬性鋳型用造型ラインを中心とする鋳造機械メーカーでOMCOブランドで世界展開、またその基礎技術を展開開発し環境リサイクル用設備に進出

調査実施時期：2006年8月～10月

（出所）ヒアリング内容から三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)作成

3. 国内鋳物メーカーのヒアリング事例

ここではグループごとにヒアリング事例を紹介している。

(1) 自動車用の量産鋳物を扱うAグループ

独立系中小企業が自動車用量産鋳物を扱うケースは少ないが、(株)真岡製作所（栃木県）は国内乗用車メーカー向けにブレーキキャリパーやデフケースなどを生産している。(株)マツバラ（岐阜県）は特定の系列に属さない小物鋳物専門メーカーとして自動車用量産鋳物を中心に手がけているが、コンプレッサー、油圧、家庭電気機器の部品など幅広い事業領域を手がけている。

(株)真岡製作所の特徴

ダクタイル鋳鉄に定評があり、厳しい品質基準と品質管理を要請されるブレーキキャリパーなどの基幹部品を手がけている。鋳物に不良はつきものと言われるが、自動車業界でそれは許されないため、末端までの徹底した品質管理を行うことを目的にTPM⁷手法を取り入れた独自のMMS活動（真岡マネジメントシステムという経営管理手法）を展開し、職場の原価低減活動や環境改善に取り組むとともに、従業員の意識改革、息の長い人材育成にも取り組んでいる。

Bracket, Rr-Cal-body



Shackle, Rr-Spring



Case, Differential-A/B

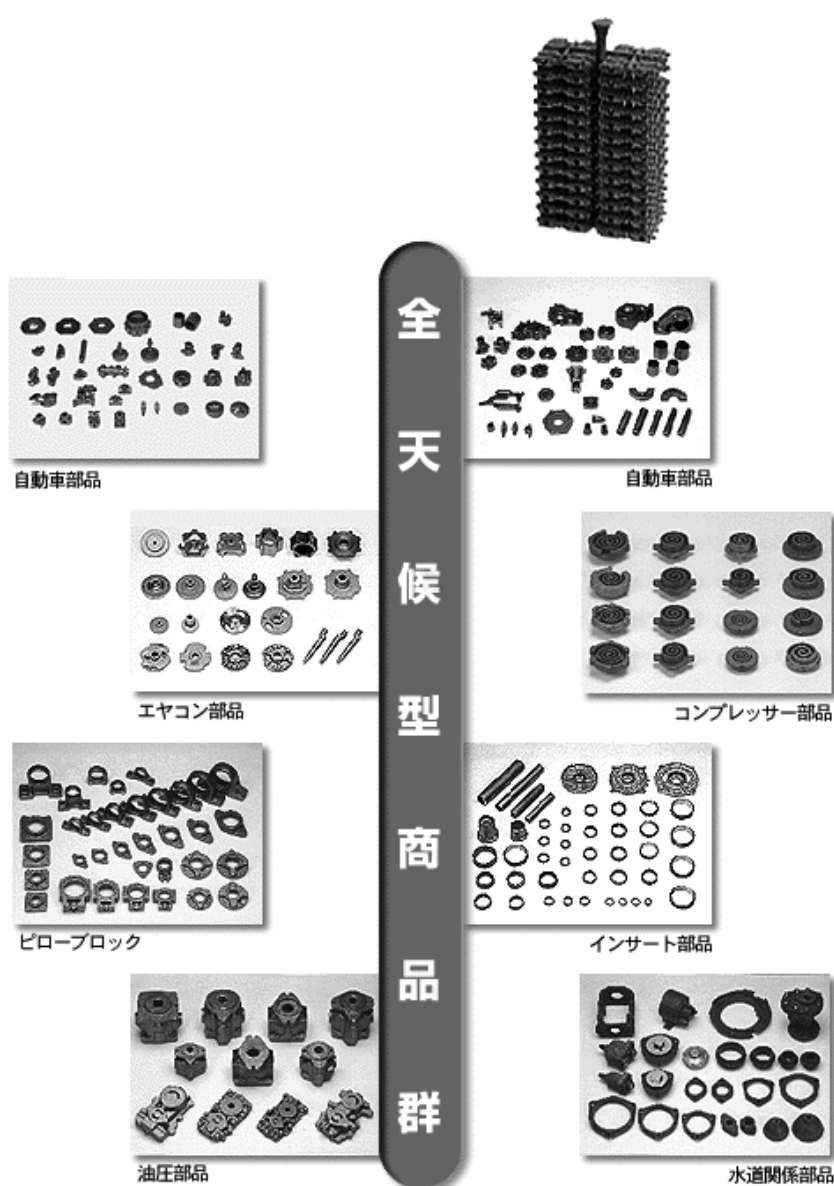


（出所）(株)真岡製作所ホームページより

⁷ TPM（Total Productive Maintenance）とは、製造業の設備保全を目的に全員参加で取り組む活動で、設備の不具合の改善を行ったり、設備の自主点検・保全行ったりする活動を指す。

株マツバラの特徴

大手自動車メーカーの系列会社が手がけたがらないような1～12kgの複雑形状小物に特化し、かつ、非自動車系にも幅広く受注を展開している。素材にこだわり、高い加工性や寸法精度、バリ無し铸件を実現させている。京都議定書採択以来、早くから環境問題の重要性を認識し、低金利時代に徹底した環境投資を実施、中小铸件企業でゼロエミッションを達成している環境優良企業。操業環境にも気を配り、铸件工場の中でも作業環境の改善が困難とみられがちなショットブラスト工程も徹底した粉塵対策がとられ、溶解炉周辺は夏でも涼しい快適な環境が保たれている。しかも、次世代技術・技能の承継を見据えて100%日本人正社員による操業を実現させている。



(出所) 株マツバラホームページより

株式会社真岡製作所 http://www.mohkamfg.com/			
設立：1969 年	従業員数：169 名	資本金：5,000 万円	所在地：栃木県真岡市
事業内容：ブレーキ部品(キャリパーボディ、マウンティングサポート)、駆動系部品(デフケース)、BKT 類(エンジンマウント、コンプレッサー、オルタネーター、パワステアリング)などの FCD 鋳造部品。			

事業概要

■ブレーキキャリパーに参入した経緯

1990 年まではブラケットが爆発的に売れていたが、1990 年代に入ると自動車部品のアルミ化の影響を受けて業績は悪化。2000～01 年頃には売上高が 90 年代初頭の半分の水準にまで落ち込んでしまい、この会社をどうするかという状況に陥った。

2001 年、思い切って縦込用の造型機「DISA230 ライン」を導入し、乗用車部品で小さく、アルミ化されにくく、海外調達しにくい重要な保安部品という観点から、ブレーキキャリパーという新領域への進出を果たした。当時はアジアへの海外移転が進展中で国内投資を行う企業は少なかったが、事業を立て直す道はこれしかない判断して大型投資に踏み切った。この決断により業績は回復し、2005 年 12 月期の売上高は約 42 億円にまで拡大した。売上の約 7 割がブレーキキャリパーで、残りはデフケース（11%）やブラケット（7%）等である。主要顧客の上位 4 社で、売上全体の 9 割を占める。

ブラケットからブレーキキャリパーにシフトする際、設備を変えたことによる方案設計、特に湯流れを把握するのが難しく、品質がなかなか安定せず、良品ができなかった（不良品率は 2 割程度）。しかし、乗用車の軽量化ニーズに応えようとした際に培った技術集積が、いま活かされている。

■ユーザーの微妙なニーズへの対応

日本と海外ではブレーキに対する要求品質が異なり、日本ではソフトなブレーキングが求められる。こうしたユーザーの微妙なニーズにきめ細かく対応できているからこそ日本の自動車メーカーが強いともいえるだろう。部品開発の局面でも、ユーザーが当社に出向いて摺り合わせを行ったりしている。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■鋳鉄鋳造技術、広範な技術領域

鋳造の中でも鉄を扱う鋳物の難しさを異業種に理解してもらうのは難しい。溶解技術为例に挙げると、アルミは 700℃で溶解するのに対して、鉄の溶解は 1,500℃と非常に高温になるなどの独特の特性がある。アルミ鋳造を手がけている鋳造業者にすらなかなか理解してもらえない。

また、鋳造には広範な技術が要求される。1,500℃で鉄を溶かすための冶金技術をはじめとして、砂型製作には流体力学の技術が必要とされるし、メンテナンスにおいては高圧電気の管理技術・ノウハウが必要とされる。また、各種マシンを扱うためには、シーケンサー制御や産業機械に関する一般的な知識（油圧・空圧など）も必要である。

■カスタマイズされた先端設備を投入した鋳造工場

2003 年末には 3D の凝固シミュレーションシステムを導入、2006 年には最新の水平割自動造型ラインを導入するなど現在では最先端の鋳造工場となっている。ユーザーである自動車メーカーの部品共用化に伴う受注増に対処するために積極的な設備投資を行ってきた。IT 化にも対応しており、鋳造 CAE の導入により量産型の立ち上がり日数の低減、歩留り向上、見積精度向上等のメリットが得られている。

現在、量産ラインは全部で 3 本あり、うち 1 本は多品種少ロット用である（顧客企業からは 10 個程度のロットで依頼されることもある）。また、試作品についても、このラインで対応している。きめ細かい品質とコスト構築を実現するためには、フルラインの設備を保有して最適なラインに投入していきたいと考えている。なお、量産ラインの設置に当たっては設備メーカーとの共同開発も行い、当社のニー

ズを踏まえた独自仕様の設備も導入している。

同時に製品構成及び歩留りを考えた生産設備の選択も重要である。最近では素材価格が高騰しており、生産設備の歩留りがコストに与える影響も大きくなっている。例えば、タテ型(歩留り 45%)と水平割型(同 55%)を比較すると月 2,000 トンの鋳物を生産するのに溶解量は 300 トンも違ってくる。トンあたりの溶解コストは電力代、人件費、地金等を含めて計算すると年間 5 億円もの差が出てくる。これは売上規模年間 48 億円として 7 %もの収益差が生じる。

当社の競争優位

■世界に通用する桁違いの品質保証体制

自動車部品の中でもブレーキは品質検査が特に厳しく、不良品率は ppm レベルが要求される。通常、鋳物の不良品率はパーセンテージのレベルだが、乗用車用ブレーキ部品の場合、不良品率が 100 万分の 1 でも許されない世界である。不良品を出すと、顧客企業内にある部品を全てチェックしなければならず、10 万個の部品に対して不良品が 2 個出たら「多発」といわれてしまう世界である。

不良流出防止のため、全数検査体制を確立し、検査員認定制度を設けるなど検査員の教育訓練に努めている。なお、2003 年に ISO9002 から 90001 へ移行審査終了、2004 年に ISO14001 を取得した。

■コスト構築力とトレーサビリティ能力

ブレーキ部品という、難しくて手間がかかり、他社があまりやらない領域に特化しているだけにコスト構築力も必要だ。管理面ではロット管理を徹底させており、在庫や不良品の管理までを含めた徹底したトレーサビリティを行っている。鋳物業界でこれほどトレーサビリティに力を入れている企業は少ないと思うが、このレベルを維持するには従業員の意識改革等も重要である。

人材育成とマネジメント

■外部人材を活用しつつ、若手人材を息長く育てる

上級管理職は 28 名で、全員がキーパーソンとなっ

ている。28 名中、15~16 名は近隣の手元ユーザーなどの研究開発部門からの転職者や退職者をリクルートしてきた人材で、当社の技術開発や品質保証の場面で活躍している。外部人材も含めて定着率はよく全員が優秀である。しかし、その下のクラスが育っておらず、20 歳代後半の人材が不足している。特に、生産技術に係る人材は現場ノウハウの蓄積なども必要であり、生え抜きを自社で育てるしか方法がない。20 歳代の若い人材をこつこつと育てていく必要がある。

■設備と人材は両輪

当社では積極的な設備投資を行ってきており、かつてほど技能人材に依存する必要はなくなった。凝固シミュレーションなどの IT ツールが技能にとって代わるという側面もあるだろう。しかし、全てが技術に代替できるわけではなく、中子を鋳型に収めるところは技能の領域といえる。また、生産現場では不良につながるような「異常を異常と認識する」ことが重要である。設備だけで鋳物がつくれるわけでは決してない。人材育成の観点からは、現場のベテラン社員にとって、人にもものを教えられるかどうかは重要な資質である。

今後の課題や目指すべき方向

■自社による金型製作

鋳物の型は知識の固まりみたいなものである。将来的には、金型も自社で手掛けていきたいと思っているが、金型の CAD と凝固シミュレーションの CAD は勝手が異なり、人材の育成確保が課題である。

■経営資源の選択と集中を図りつつ次の手を打つ

モノづくりがこれだけ熟成した時代においては、他社がやらないことをやらないと価格競争だけになってしまう。売り手市場の今のうちに、難しいことを手がけていく必要がある。当社では 1)肉厚 3.5 ミリ、軽量化 40%の実現、2)ブレーキ部品の機能理解の為に顧客設計部門へ当社エンジニアを派遣（ゲストエンジニア）、3)耐熱鋳物など新材料の研究、4)新加工技術の特許出願（現在、日本・タイ・中国・米国へ出願中）などに取り組んでいく。

株式会社マツバラ	http://www.k-matsubara.co.jp/		
設立：1950 年	従業員数：120 名	資本金：9,720 万円	所在地：岐阜県関市
事業内容：FC150～300 の材質の耐熱・耐圧・耐摩耗性に優れた、多材質の小物鋳物の専門メーカー。自動車部品のほか、産業機械部品、油圧部品、家庭電器部品、コンプレッサ部品なども手がける。			

事業概要

■取引先を分散し、複雑な薄物・小物に特化

当社は、形状が複雑な薄物・小物を作るのが得意である。不良がでやすい部品など、大手の系列企業が嫌がるものを手がけており、付加価値の高い分野に特化している。

自動車部品関係の売上は全体の 60%程度を占める。独立系を維持するため 1 社の最大シェアは 15%を切る程度にとどめており、取引先は 70～80 社に及ぶ。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■工程ごとにチェック機能を設けてミスを排除

鋳造の生産工程は「砂処理」「造型」「溶解」「鋳込み」「ばらし」「堰折り」「ショットブラスト」「検査」というように、数多くのプロセスに分かれており、これら全てを完璧にこなさなければ良い鋳物はできない。どこかの工程で一人でもミスをすると、駄目になってしまうので、当社では現場の各所にチェック機能を設けている。

■「現場」と「試験室」でのダブルチェック

量産鋳物を扱うので、砂や湯は「現場」と「試験室」でのダブルチェックを基本としている。まず現場でリアルタイムのチェックをかけ、そして試験室では潜在的な問題をチェックするという、ダブルチェックが欠かせない。トレーサビリティができるように過去 5 年間のデータも保管している。

当社の競争優位

■品質は素材の厳選から

当社製鋳物の特徴は、①切削しやすいためユーザーの加工時間を短縮でき刃具を長持ちさせること

ができる、②巣の無い鋳物づくり、③中子の削減、④高温でのキュボラ溶解のため精練効果が大きい、⑤鋳砂の低水分化（鋳型の充填性を高め、鋳肌のなめらかな鋳物を作ることができる）、⑥切削によって研磨レスになるというメリット、などが挙げられ、そのため高品質な材料へこだわっている。

材料は小物鋳物専門のため厳選された良質の鋼屑を使用し、コークスは日本製を使用している。国内品は生産量が少なく、単価は中国産に比べて 1 万円ほど高いが、中国産は品質が安定しないため、加工性を売りとしている当社としてはコストが高くても品質のよい国内品にこだわっている。

■徹底した品質管理体制

2001 年 12 月に ISO 9001 を、2002 年 12 月に ISO14001 を取得している。また、欧米では、アジアの ISO は信用度が低いため、より審査基準の厳しい欧州規格（EN）と英国規格（BS）も同時に認証を受けており、3 種類の認証を取得している。フランスにエアコン部品を輸出している。これまで 60 万個程度出しているが、過去 5 年間でいまだ不良品が 1 つもなく、納入先企業から品質・納期部門金賞の表彰をされたこともある。

■バリ無し鋳物、高い加工性・寸法精度等を実現

よい鋳物を作るためのポイントは「よい型」「よい砂」「よい造型機」「よい溶解」にある。これらを実践することによって、バリ無し鋳物、高い加工性・寸法精度等を実現している。従来は、全ての製品に対してグラインダーを使って仕上げ加工を行っていたが、今では、製品の 7 割を検査後そのまま出荷している。

人材育成とマネジメント

■100%日本人、正社員雇用へのこだわり

当社では、事務職員を除く全員が技能者であると自負しており、1人3役をモットーにしている。また、全員が日本人で、正社員雇用を基本としている。

人件費の低い外国人労働者を採用すれば、目先の利益を出すのは簡単かもしれない。しかし、外国人労働者は、日本で数年間働いた後、母国に帰ってしまうので、技術・ノウハウを伝承しないままいくと、10年先、20年先はどうなるだろうか。企業たるものの本質である永続と繁栄を実現していくためには、日本人でやっていかなければならない。

■生産現場での経験を重視

当社で設計に従事している人間は、注湯、造型などの現場での経験を数年間は積んでいる。どのような作り方をすれば不良が出ないのか等、本物の設計・生産工程を何年もかけて学んでいる。昔は、早稲田大学の鋳物研究所や岐阜大学など鋳物のエンジニアを育てるための研究機関がたくさんあったが、今はほとんど残っていない。鋳物工場の中でエンジニアを育てていかなければならず、鋳造方案を担当できるようになるには、7～10年はかかり、うち、現場経験は最低でも3～5年は必要である。また、当社では営業担当であっても最低1年は生産現場を経験させている。

■鋳物づくりの楽しさを追求

鋳物のおもしろさを理解してもらえるように心がけている。ものづくりの楽しさに魅せられた人は、学歴に関係なく伸びている。また、鋳物づくりにおいてはチームワークが重要となるが、チームづくりをする楽しさや人と触れ合う楽しさに魅せられて成長していく者もいる。

環境対策への取り組み

■ゼロエミッションの達成

将来を見越して先行的に環境問題へ取り組んでいる。金利が低い時期に積極的な投資を行った結果、

中小企業の鋳物工場として初めてゼロエミッションを達成している。

三重県が主催する「日本環境経営大賞」を鋳物工場では初めて受賞（平成17年度）しているほか、鋳物メーカーとしては初めて日本政策投資銀行の環境格付にも合格している。また、平成18年度には「環境優良工場」として経済産業省製造産業局長賞を受賞している。

■地域住民に歓迎される鋳物工場を目指す

「環境面で絶対に迷惑をかけない」ことをモットーにしており、地域に受け入れられる鋳物工場にすべく、自然環境や地球環境には最大限配慮している。

また、2005年11月に新設した新工場では機械加工、検査と仕上の同期化、出荷センターの機能を加えた「白の作業着で鋳物を造れる」快適な作業環境を実現している。

今後の課題や目指すべき方向

■型の内製化

金型製作は設計図面を当社で作し、製作は外注しているが、将来的には金型部門を内製化していきたいと考えている。小ロット・短納期に対するニーズの高まりとともに、協力企業とスケジュールを調整する余裕もなくなってくるからである。

■後工程も手がけることで付加価値を取り込む

今後も付加価値の高い製品を作る以外、生き残る方法はない。同時に、当社にとっての限界価格をしつかり見極め、採算の合わない仕事は受けないようにしている。そして、将来的には売上高50億円まで拡大したい。そのためには、生産の仕組みを革新的に変える必要があり、機械加工を始め金型の製作、組付け、完成品などの具体的な検討をはじめている。

また、当社ではドイツの鋳機メーカーのアイリッヒの日本におけるショーウィンドとして感謝をされている。

（２）工作機械・建設機械用の非量産鋳物を扱うＢグループ

工作機械、建設機械、農機具などのほか、検査機器や半導体製造装置、ロボットなどの非量産鋳物を扱う企業群である。非量産といっても１品受注ものもあれば、数個～数十個のもの、月産１００個程度ロットが出るものなど、生産品目により様々であるが、自動車用鋳物のように金型を使って量産する事業モデルではなく、主に木型を使って造型を行うモデルである。１品受注などの小ロット対応のため、発泡ポリスチロールで型を作るフルモールド鋳造法なども用いられる。

㈱キャストの特徴

９０年代半ばに都内から白河工場へと全面移転したのを契機に、職人集団に依存する一品特殊鋳鉄から、未経験者でも複雑形状鋳物を安定的に生産できる設備力と技能の技術化（見える化）に取り組み、ある程度ロットの出る量産品へとターゲットをシフト。そのため、固有技術の研究だけではなく、量産技術の研究にも力を入れるとともに、コンサルタントを入れて TPM 活動を展開している。最新鋭設備が揃った白河工場では、粉塵・集塵対策、電炉の煙対策などが施されてクリーンな作業環境が維持され、若い女性従業員も造型ラインで働いている。

白河工場とバッテリー台車



（出所）㈱キャスト提供

㈱永瀬留十郎工場の特徴

半導体産業で使われるステッパーや３次元測定器などの超精密機器のベッドなどを手がける。埼玉県の本社の他に山形に大物鋳物を作る櫛引工場を持ち、ここではテニスコートほどの大きさにもなる１１トンもの大型の鋳型に１分以内に注湯する大技も持つ。「一級技能士でなければ鋳物師にあらず」という同社では、４８名の従業員のうち３０名は一級技能士の資格保持者で、「鋳物は技術、技能、経営の三位一体」が重要であるとの持論から、日本にも鋳造大学校を作り「日本版マイスターの育成を」と呼びかけている。

山形県にある櫛引工場



(出所) ㈱永瀬留十郎工場ホームページより

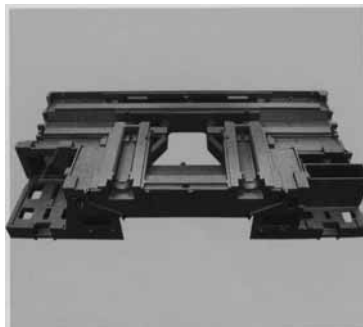
㈱須崎鋳工所の特徴

工作機械や産業機械に組み込まれる多品種少量の鋳物を手がけている。本社工場は川口市内に立地しているが、1994 年に中国の国営企業と長城須崎鋳造有限公司という合弁会社を設立。同社では、発注数が5 個以上の場合、2～14 トンの大物鋳物は中国の合弁工場を活用し、それ以下の中・小型の鋳物は日本で生産するといった具合に、重量による生産品目の棲み分けを行っておりグローバルに展開する数少ない鋳物工場である。中国工場の技術力も高まり、同社の事業に大きく貢献している。

3 t の製品



12 t の製品



増設中の鋳物工場（中国）



(出所) ㈱須崎鋳工所提供

栗田産業(株)の特徴

射出成形機向けのダイプレート（固定盤、可動盤、移動盤）を中心とするダクタイル鋳鉄を手がけており、独自の自動化ラインの導入、鋳造方案や木型に工夫を凝らした多数個取りによる生産効率アップを図り、コストダウンと短納期を実現している。生産プロセスの標準化、生産工程の「見える化」など、品質管理や生産管理にも独自性を発揮している。外国人も正社員として採用し、課長職のポストに就く者もいて、中間年齢層が不足している同社の戦力となっている。

射出成型機部品(FCD)



射出成型機部品(FCD)



（出所）栗田産業(株)ホームページより

株富田鋳工所の特徴

模型部、鋳造部、機械加工部を持ち、型づくりから鋳造、加工までを一貫生産するとともに、同一データで管理することを可能としている。模型部では発泡ポリスチロール型を製造し、主にプレス金型をフルモールド鋳造法で生産するなど、短納期によるテーラメイド方式の鋳物生産を目指している。大型五面加工機3機を導入した24時間操業の機械加工部門も持ち、高付加価値化を図っている。高齢化している鋳造業界にあって従業員の若返りを図っており、班長全員は20歳代と若く、オープンな経営、利益の平等な還元といった経営手法で全体の底上げを図っている。

プレス金型 FC300 3500kg



産業機械 FCD450 5740Kg



（出所）株富田鋳工所ホームページより

株式会社キャスト http://www5.ocn.ne.jp/~imono01/futuu/kyasuto/kyasuto1.htm			
設立：1889 年	従業員数：68 名	資本金：3,500 万円	所在地：福島県白河市
事業内容：ロボット、プラスチック射出成型機、建設土木機械、工作機械等、これらに組み込まれる 鋳物部品を手がける。			

白河工場操業までの経緯

■大きな転機となった白河工場への全面移転

1994 年に白河工場が竣工し、手狭な都内の工場から全面移転を行った。移転するからにはと、白河工場は生産性の高さとクリーン化（徹底した環境対策と安全な作業環境の確保）を 2 大目標として掲げた。最も懸念していた職人達も、粘り強い説得が奏効してほぼ全員が白河工場へ付いて来てくれることになった。

■職人から現地採用した若者中心の工場へと変身

しかし、都内の狭小な工場と白河の最新鋭の工場では、設備から鋳物の作り方まで大きく異なった。東京の狭く薄暗い工場では常に職人技が必要に思えたが、白河の広く明るい工場で“見える化”されたことで、熟練職人が職人ならではの能力を発揮する場面は非常に限られていることが明らかになった。むしろ、職人はいつまで経っても IT 化された設備に対応できず、自動ラインを勝手に停止したり、乱暴な扱いで設備を壊してしまうこともたびたびで、頭を抱えてしまった。また、白河工場のようにライン化されると各人のスピードが要求される。結局、大半の職人は順次東京に戻っていき、皮肉なことに白河工場は職人になり、現地で採用した若い人が中心になって生産性がアップするようになった。

事業概要

■工場移転を機にターゲットとする領域も転換

東京の狭小の鋳物工場では量産ができないため、付加価値を上げるために特殊な一品ものを手がけ、特殊鋳鉄といった分野に注力して固有技術を蓄積させてきた。一品ものを一発で決める力を持っており、難度の高い技術や鋳造方案ではある程度知られた会社であったと思う。

一方、白河工場は最新鋭の設備が揃い、操業時間も周りを気にせず自由に設定できる。受注量に合わせて生産数量を上げることができるので、現在は特殊鋳鉄等を中心に置くのではなく、手詰め鋳物でなるべく数量があるものの受注に力を入れている。また、白河工場では経験の浅い従業員が複雑形状な鋳物に対応できる設備並びに、シンプルな工程を重視している。

■工作機械から半導体、ロボットへの参入を果たす

2001 年に主力取引先が会社更生法の申請を出し、経営が非常に厳しい時期があったが、その後ロボット関係の鋳物を受注するようになり、売上が大きく伸びて、総売上げの 5 割程度に達している。これらの鋳物は肉薄で複雑な作り方をするので量産に対応できる業者が国内でも見つからないため、設備投資や木型倉庫の負担などもユーザーが見てくれるなど恵まれた取引環境で、ユーザーとは完全に提案型パートナーの関係にある。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■職人依存ではなく設備力とアメフト型の総合力

鋳物を製造する上では鋳造方案に基づく木型作成が重要である、その後の生産ラインでは各工程担当者が決まり事を守り、やるべき事をやり、設備メンテナンスができ安定化させられれば、高い品質は出せる。熟練職人がいなければ困るような工程はほとんど無くなっている。むしろ、生産量を上げるには、素人（派遣社員等）でも出来るような、シンプルな工程にすることが重要である。

鋳物は分業で生産するので、全ての工程レベルが揃わないと一定の品質が達成できない。そういう意味では野球型ではなくアメフト型（全員参加型）だ。

なお、鋳造方案を担当しているのは副社長を含む

3名。現場のことはもちろん知っている必要があるが、彼らは技術者であって技能者ではない。

■造型・溶解工程も極力職人排除

例えば、中子セット、上型下型のかぶせ作業は技術を必要とする。ここは工程の中でも熟練を必要とするところなので、技能者を配置している。しかし、型の精度を上げれば、熟練技能が必要とされる領域は少なくなる。むしろ、人手を介在させずに型を合わせられるようにしていくべきだ。

溶解工程も重要で、良い品質を出すには良い原材料を使うなど材料の吟味が重要となるが、今はコンピュータ管理がされており、電気炉で狙い通りの成分を出すことができるので熟練者でなくても作業できるようになって来ている。もちろん、材質については事後的に検査室で成分検査を行うなどダブルチェック体制を敷いている。

当社の競争優位

■職人に依存せず複雑な鋳物を安定的に生産

当社の強みは「複雑形状の鋳物を職人に依存せず安定的に量産できること」であり、半導体関係やロボット部品等では他社を寄せ付けない強みがある。複雑形状で量産する力があるとユーザーとの関係でも強い力を持つことができ、仕事が他社に簡単に動くこともない。

職人不要＝人材軽視では決してない。鋳物づくりは、結局のところは人づくりで決まると考えている。しかし、これからの鋳物づくりは設備力で、経験の浅い従業員でも、派遣社員でも難しいものをつくれるようにするべきで、かつ、安全で快適な作業環境を整備することが必要となる。結果的にこれが他社との差別化、競争力強化になり、ユーザーには安心感に繋がる。そして、職人集団ではなく、むしろ新しい人が入りやすい環境、定着しやすい環境づくりが重要である。

■設備メーカーとの摺り合わせによる独自設備

当社の造型ラインでは鋳型を、バッテリー台車を使ってライン送りしている。また、設備メーカーと一緒に、厚みの違う上型、下型を一度に抜型出来る

装置を開発した。当社工場にある鋳型反転機は日本の第一号機である。木型は自動倉庫による管理を行うなど、設備面からも生産性向上に努めている。。

人材育成とマネジメント

■コンサルタントを入れてTPM活動を展開

7年前からコンサルタントを入れてTPM活動を展開している。東京では一品モノを生産していたので固有技術に関する研究が主であったが、白河工場に来てからは量産の生産管理も研究している。また、産官学の協力で行われている製造中核人材育成プロジェクトに、当社は工場長を参加させている。

■モチベーションを高める工夫

社員には、部下の指導ができること、改善提案ができることを求めている。半導体関連の仕事は景気変動が激しいので、生産ラインに派遣社員を増やしている。安全、品質会議は全員参加、現場技能のOJTについても、派遣社員も含めて行っている。当社の半数以上は非正規社員なので、モラルアップには日々努めており、「2Sと挨拶」を愚直に行っている。派遣社員で力のあるものは1年後に正社員として採用することでモチベーションを与えている。

今後の課題や目指すべき方向

■収益を上げて健全経営へ

「鋳造産業ビジョン」の「10年後のあるべき姿」の目指すところは、収益を上げて健全経営を行うこと。長い不況で疲弊した経営体質を改善することが第一と思われる。当社においては、まず、人材育成を進める。生産量、従業員数が急激に増えているので、組織を簡素化して幹部教育を行い、ワンマン経営からの脱皮を図る。産官学で行っている中核人材育成をはじめ各種経営、技術の勉強会に参加させる。

技術においては、120年の紙で蓄積された技術を、データベース化して行き、利用範囲を大きく広げて行きたい。日本鋳造協会の「技術データベース構築委員会」に参加して、鋳造は多くの暗黙知があるので、IT技術を駆使して形式知化を進めている。

株式会社永瀬留十郎工場		http://www3.tky.3web.ne.jp/~nagatome/	
設立：1871 年	従業員数：48 名	資本金：1,000 万円	所在地：埼玉県川口市
事業内容：明治 4 年創業の老舗鋳物工場で、高度な精度を要求される半導体製造装置関連、3 次元測定器、産業機械部品向けの薄肉複雑形状鋳物を中心に手がける。			

事業概要

■半導体分野への進出が一つの転機

現在、主力となっているステッパーの鋳物部品の本格生産が始まったのは 1980 年頃のことである。当時、顕微鏡などに使われる鋳物部品をたくさん作っていたが、ある時、今までとは材質も形状も全く異なる部品が発注されるようになった。最初は年に 1～2 個ほどの量であったが、その後爆発的に売れ始めた。ちょうど円高がピークに達する時期で、当時売上の約 7 割も占めていたとある輸出部品がばたっと止まった時にこのステッパーが立ち上がったので、社内的には大きな落ち込みを回避することができた。

今の当社があるのはまさしく半導体産業のお蔭である。このステッパーを生産する顧客企業とは大正時代から約 80 年にも及ぶ取引関係にある。顧客企業が半導体製造装置事業へとシフトする中で当社も難しい技術課題に挑戦して技術をレベルアップすることができた。現在、同社向けの売上げが全体の半分程度を占めている。

■現在は量産小物から大物一品まで幅広く対応

川口の本社工場では生型を使って量産小物も作っているが、量産機械には莫大な設備投資がかかる為、今の設備が使えなくなった段階で量産小物からは撤退する意向を持っている。一方、山形県の櫛引工場では大物一品鋳物などを手がけている。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■技術と技能の融合が必要

鋳物は約 5000 年の歴史があるが、そのうち 4900 年は根本的に何も変わっていない。特に、町工場に欧州など海外からの技術が普及したのは第二次大戦後のことであり、技術的にはまだ歴史の浅い新しい

産業だといえる。

鋳物とは科学技術そのものであり、鋳物屋がこのことを認識する必要がある。どうしてうまくいったのか、もしくは失敗したのかがわからない、というのは、職人の世界である。

職人に「こういうことができるか」と問いかけると、彼らは非常早い。「ここに入口を付けて、ここに堰を設けて」といった具合にすぐに答えを出す、製品の出来がよいのか悪いのかを検証することはできない。これでは変化の激しい今の時代には対応できない。

職人が勘とテクニックを駆使して作り上げた鋳物を CAE にかけて、職人の出した答えを検証する。このように技術と技能を融合させることが重要であり、それを実現するのが我々の仕事である。それ故に、鋳物業界では技術屋が企業のトップに就く必要があると考えている。

技能を中心として、それを技術でフォローアップし検証していく必要がある。技能で導き出した答えを技術で修正しようとした時に、職人が我流を通すと間違いなく失敗する。そうかといって、パソコンだけでやってはいけない。同じ答えを導き出すにしても、職人なら 30 分で済むところをパソコンだと 2 週間かかってしまう。鋳物の世界では、技能と技術を融合させることが重要で、その融合をサポートするのが CAE である。

■型屋との知恵の出し合い

木型屋とは長年のつきあいがある。複雑形状化してくると、砂が抜けるように設計しなくてはならず、図面どおりに作るのは難しくなってくる。ある程度の大きさになると、木型屋が型の分割方法を提案してくる。このあたりは、鋳物屋と木型屋が知恵を出し合って取り組むところである。当社の場合、木型

ができるまで、平均1ヶ月程度を要する。なお、小
物量産も手がけていることから、木型だけではなく、
金型も併用している。

当社の競争優位

■ミクロン以下の精度を鋳物で出す品質管理力

半導体製造装置では1ミクロン以下の精度が求め
られる。振動や温度変化などに関して様々な制約条
件がクリアしなければならないが、こうした高い精
度は、材料の選定、加工方法など総合的な技術の上
に成り立っている。企業秘密であるが、当社ではプ
ロセスを工夫することによって精度を10倍上げる
ことに成功した。

鋳物は料理と似ている。生産の中間工程における
管理技術が非常に重要で、人間の技が作用する部分
があまりにも大きいので、同じ素材を使ってもその
調理方法が異なれば出来上がる料理（鋳物）の味（物
性）が変わってくる。こうした生産管理においては、
素材の吟味はもちろんのこと、数字によってきちん
と把握しておく（注湯のたびに溶湯のサンプルを採
取してコンピュータで分析する等）ことが重要にな
る。何を何グラム入れるとどんな味になるか、職人
なら勘でわかることだが、きちんと数字で表さないと
鋳物屋は成り立たない。

職人の世界でいうところの「まあ大丈夫」「まあ
いいか」は絶対に許されない。そうならないように
技術屋が上からしっかりみておかなければならない
し、最終的な決断は、職人ではなく、科学の知識を
持った人が行うべきである。

■不良対策をサイエンスで解決

不良が発生しないように、二重三重にも障壁を設
けて何度も検査を行う必要がある。万一不良が出た
時にはそれを教材にして、不良の発生原因やその解
決方法をOJTで教育していかなければならない。し
かし、不良品対策を考えるのは技術屋の役目であり、
それを現場レベルに委ねるのは無理がある。現場の
従業員に不良品の原因を尋ねても彼らは「昨日と同
じ事をやっている」と答える。実際には、昨日と異
なることはどこかにあるはずなので、それを見つけ

るのがサイエンスの仕事である。そのためには相当
高いレベルの技術が要求される。

不良品の原因は千差万別だが、鋳型に関するもの
が最も多い。型組みが終わるまでの工程（造型、塗
型など）で9割程度を占める。一方、鋳造方案に起
因する不良はほとんど発生しない。溶解技術も非常
に重要であるが、分析技術が発達しているのでよほ
どのことがない限り不良は発生しない。

人材育成とマネジメント

■当社において一級技能士は必要不可欠な資格

当社に一級技能士は20名近くいる。鋳物屋で働
くには、これを最低限の資格だと見なしている。

■日本人も外国人もすべて平等で能力主義

当社では、日本に定住している外国人や中国から
の研修生を含めて十数名の外国人が働いており、特
定の工程に偏ることなく、溶解、造型、検査などの
工程でも働いている。日本人と外国人との間に給料
格差はなく、すべては能力次第である。

工場長の下には鋳造部長がおり、その下には4名
の班長がいる。その他、溶解場と検査場に1人ずつ
班長がいる。班長になるためには、3年以上の経験
年数も必要だが、その人に理解力があるかどうか
が決め手となる。

■日本でもマイスターの育成を

鋳物は最後は教育しかない。例えば、ドイツのマ
イスター制度の良いところを日本は見習って取り入
れ、技術+技能+経営の三位一体の人材育成を行う
べきである。

今後の課題や目指すべき方向

■時代の大きな変化への対応を

半導体業界も浮き沈みが非常に激しい業界であり、
必ずしも安泰ではない。「その時」が来たときにど
う対応すべきかを常に考えておく必要がある。そう
いう時代が来てから産業の転換を図ろうとしても間
に合わない。

株式会社須崎鋳工所			
設立：1954 年（創業 1938 年）	従業員数：34 名	資本金：1,000 万円	所在地：埼玉県川口市
事業内容：工作機械、産業機械などの鋳物素材及び鋳物加工を手がける。本社工場（川口市内）の他、中国に日中合資会社「長城須崎鋳造有限公司」を日本の合弁工場として持つ。			

事業概要

■中国事業との棲み分け

当社が手がける製品は、工作機械、産業機械などの機械の台座、柱などの機工部品であり、創業当初から大手工作機械メーカーなどを取引先に擁している。また、当社は中国に合弁工場を持っている。

少量多品種で、現在の主な取引先は約 50 社である。新製品の注文が入ると、お客様から図面が届くので、それを見て国内で作るか中国で作るかの判断をして見積もりを出す。同じお客様からの注文でも、月 5 個以上の場合、2～14 トンの大物鋳物の注文が入れば中国で生産し、それよりも小物の鋳物の注文が入れば日本で生産するというように、製品の大きさで製造品目の棲み分けを行っている。

日本は月産 200～250 トンほどであるが、中国合弁工場は月産 2,000 トン以上生産している。ただし、合弁工場は GE など数十社の独自の取引先を有しており、この合弁工場から鋳物を調達して納めている日本のお客様は約 15 社ほどである。営業窓口は日本で一本化しており、中国で生産した鋳物は日本へ輸入し、顧客への納品まで全て日本の須崎鋳工所が責任を持って対応している。

中国工場立ち上げまでの経緯

■1981 年（昭和 56 年）海研協を発足

中国人留学生の受け入れをはじめたのは約 25 年前に遡る。鋳物組合の賛同者 3 名で、細々と中国人留学生の受け入れについての勉強会「海研協（海外鋳物研修生受け入れ協議会）」を発足させ、手探りの状態から様々な可能性についての調査をスタートさせた。実際の受け入れまでまる 3 年を要した。

■中国人研修生受け入れ事業で人脈を築く

こうした努力や過程を通して、中国政府要人との出会いやつきあいが始まり、今日の長城須崎の合弁パートナー（長城機器）と巡り会うことができた。また、長城須崎の成功を支えたのは、80 年代に当社で受け入れた中国人留学生であった。

■世界で評価される長城須崎へと成長

しかし、最初に合弁事業の話が持ちかけられた時は正直大いに迷った。場所も中国寧夏回族自治区銀川市と内陸部で非常に遠い。そこで、5 年間ほどボランティアで技術指導に通うので、合弁するかどうかはその成果を見てからにしようと思ちかけ、以後、ポケットマネーを随分とつぎ込んで長城通いが始まった。

5 年間根気よく続け、合弁会社を立ち上げようという頃には、既に当初契約で提案されていた技術指導や経営管理指導は実質的には終了していたといえるだろう。5 年間、無料サービスを実施したようなものだが、これは大事な貯金だと考えている。合弁パートナーからはいっそうの信頼を寄せられ、その後も中国に 3 つの合弁会社を設立するに至っている。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■造型・中子のプロセスは木型の精度が重要

日本の鋳物工場と、労働集約的な中国の鋳物工場では生産システムや管理の方法が異なるが、日本の工場における生産管理や品質管理の一番のポイントは造型や中子入れの部分である。ここが一番難しいところで、工場長と職長のベテランが責任を持って対応している。多品種少量生産なので、一発勝負で失敗は許されないため、中子は工場長自らが置いている。注湯にも技能が必要で、ここも工場長が担当している。

また、品質を高めるためには、木型を正確に作り上げることが重要である。木型の寸法に狂いがなければ、まず、鋳物の寸法に狂いが出ることはない。当社は内製している木型もあれば、外注している木型もあるが、良い鋳物を作るには良い木型屋と組む必要がある。型を内製するのは一点物を発泡スチロールで作る場合が多い。この型づくりは中国の研修生が担当しており、彼らはとても器用に作る。発泡スチロールは保管場所を必要とせず、木型のコストの3分の1～5分の1でできる。

昔は造型ラインでは砂の管理が難しかったが、樹脂に変わってからは簡単になった。また、溶解工程には溶解師を配置しているが、コンピュータ管理されるようになったので、配合比率を決め、きちんと計測すれば問題ない。

当社の競争優位

■競争力のある中国合弁工場の存在

中国工場の品質に問題はなく、今ではミーハナイト鋳鉄の技術を持つなど、最近では日本よりも中国工場の技術レベルが上がってきたとさえ感じている。清華大学とタイアップして鋳造方案を作るシミュレーションソフトも開発している。米国 GE からは長城須崎は中国で1番、世界でも2～5番手に入る工場との高い評価を得ている。

また、中国の情報も入りやすい。当社は樹脂を中国から輸入している。中国製の樹脂は1トンあたり5万円ほど国産よりも安く、年間ベースでは200万円近いコストの節約につながる。また、メンテナンスを必要としないところには中国製の設備も導入している。値段が国産よりもはるかに安い。長城須崎の工場を使ってみて性能を確かめた上で輸入するようにしているので、これらも中国に生産拠点を持つ強みといえるかもしれない。

■中国を経由して欧州ともネットワークが展開

合弁パートナーは、最近、新たにオーストリアの企業と合弁で鋳鋼工場を立ち上げた。おそらく、世界最高レベルの鋳鋼工場になるのではないかとわ

れている。合弁に先立ち、このオーストリアの企業から中国のパートナー企業に関する情報提供の依頼を受けたので英語の得意な専務があれこれ情報提供してあげたところ大変感謝され、以来、このオーストリアの会社からは兄弟会社のように歓迎されている。中国工場をきっかけに欧州とのつながりも出てきているところである。

人材育成とマネジメント

■工場長になるには“人物”も重要

現在の工場長は生え抜きであり、自分（社長）が若い頃から教え込んできた人物で、厚生労働大臣表彰者である。現在、工場長の後継者を育成中であるが、技術はあるがまだ40歳代なので人間性をより高める必要がある。工場でのマネジメントには技術だけでなく、心遣いや安全性への配慮など人間性の部分が大変重要である。

■ノウハウ伝授のための独自テキストを作成

当社としてノウハウを伝授する独自のテキストを作成している。中国からの研修生も教えるので、初心者向けのノウハウ本もある。技術はこれらのテキストから学んでもらい、工場では主に“動き方”の基本を教え込む。工場での動きは無駄なく、安全なものではないといけない。

今後の課題や目指すべき方向

■今後もユーザーへの供給責任を全うする

当社としては、ユーザーに鋳物を提供しつづけるという供給責任があると考えている。そのための手段として、当社はたまたま中国へ出た。そして、日本のユーザーに対して同じ品質の鋳物を提供するという供給責任から5年間かけて中国へ教え込んだ。ただし、今後も国内に鋳物が残るかどうかはユーザー次第ではなかろうか。現状は、どう考えても鋳物屋がユーザーに提供するノウハウが正当に評価されているとは言い難い。少しでも安く鋳物を提供するという供給責任を全うするからには、ユーザーにも我々のノウハウを正しく評価してもらいたい。

栗田産業株式会社		http://www.kuritasangyoh.co.jp/	
設立：1890 年	従業員数：80 名	資本金：2,000 万円	所在地：静岡県静岡市
事業内容：射出成形機向けのダイプレートのほか、プレス機械部品、産業機械部品、印刷機械部品、工作機械部品向けのテーブル、タレットなどの鋳物部品を手がける。			

事業概要

■製紙・製材機械から射出成形機へ

当社が手がける製品は産業機械の中でも射出成形機向け（ダイプレート等）が7割程度を占めており、国内の上位の主要成形機メーカーが得意先である。先代の頃は製紙機械・製材機械向け等の鋳物を作っていたが、1970年代から射出成形機向けを手がけるようになった。残りの3割は、プレス関係の鋳物、工作機械の部品（テーブル、タレット）などである。

大物用の造型ラインと小物の多数個取り用の造型ラインをそれぞれ使い分けることで、重量的には数キロの小物から最大8トン程度のものまでを手掛けており、幅広いユーザーのニーズに対応している。

■射出成形機向け鋳物の特徴

射出成形機向けの鋳物は工作機械のベッドほど大きくはないが、肉厚の変動が大きいという形状上の特徴がある。また、材質はFCD（450～600）が大半を占める。

射出成形機に使われる部品の素材は鉄板→鋳鋼→ダクタイル鋳鉄と変遷してきた。ダクタイル鋳鉄は強度的にも問題がなく、鋼や鋳鋼よりも切削性がよいので代替が進んできた。こうした動きはドイツでも同様にみられたが、ドイツでダクタイル鋳鉄が採用されたのは日本よりも少し遅かった。

日本の射出成形機メーカーは、CD、携帯電話のパーツなど非常に精度の高い製品を成形するための機械を製造している。精度の高いものを成形するためにはダクタイル鋳鉄のようなしっかりした鋳物が適している。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■製造プロセスの標準化

生産管理における最重要ポイントは、鋳造方案である。同じ鋳物を作るにしても、見切り面の決め方や多数個取り／一個取りの選択など、鋳物の作り方は会社によって異なる。

当社の場合、受注の90%はリピートオーダーである。こうしたことから、ポイントになるような技術的な問題については事務所の方で作り込んで、方案・冷やし金の使い方など製造プロセスや作業内容を標準化している（例えば、冷やし金を置く位置に印をつける等）。

現場に対しては、ここだけは押さえてほしいという重要ポイントだけを的確に指示しておけば、熟練していない作業員でも標準化された手順にもとづいて鋳物を作ることができる。したがって、当社には熟練技能者がほとんどいない。

■生産工程の「見える化」

生産工程の「見える化」を図るため、材質・重量・ロットナンバー、注湯温度、はめ込み中子などを記入した送り状を仕掛品に貼っている。これは当社を見学に来たドイツの鋳物メーカーも興味を示し、このアイデアをドイツに持ち帰り現場で活用している。

■徹底した検査工程による品質管理

低周波炉2基で溶解しており、成分検査は元湯と出湯の2回にわたりチェックしている。元湯は狙い通りの元素成分になっているかどうかの確認、出湯はダクタイルになっているかどうかの確認である。湯の成分は記録紙に残り、どの時点の溶湯がどの鋳型に流し込まれたかがきちんとフォローできるようになっている。

新しくラインに流した製品は、探傷検査を行い、内部欠陥がないかどうかを確認する。この検査工程を踏むことで、お客様にも安心していただける。当

社の製品の大半はダクタイル鋳鉄で、普通鋳鉄に比べると内部欠陥があるかどうかの探傷検査はやりやすい。

当社の競争優位

■多数個取りによる生産効率アップ

当社の強みは、ある程度のロットを短納期で納品できることである。特に、多数個取りを採用することによって生産効率を高めるとともに、コスト面のメリットを産み出している。

多数個取り、一個取りのどちらを選択するかについては、発注ロットとリードタイムで決まる。1ヶ月に5個しか発注されないのであれば、多数個取りする必要はない。多数個取りは型代が高くなるので、ある程度の発注ロットがないと採用する意味はない。ただし、多数個取りは確かに生産効率が高くなるが、その一方で不良品も多く出てしまう。また、型合わせの際には一個取りより慎重に作業する必要がある。

なお、上型と下型の型合わせまで全て搬送ライン上で作業しており、鋳型が床面に設置されることはない。省力化のために自動化出来る部分は徹底して自動化された独自の生産ラインを稼働させている。

■木型屋との連携プレー

こうした作り込みにおいては、木型屋のノウハウや木型屋とのタイアップが極めて重要となってくる。仕様図面をもとに、鋳物屋の営業と木型屋の技術屋が連携しながら木型製作の指示書を作成する。木型屋と鋳物屋はまさに運命共同体と言えよう。このあたりが当社のみならず、日本のモノづくりのノウハウの一つになっているのではないかな。

当社はまとまった量の発注があった場合に対応できるよう、7～8社の複数の木型屋とつきあっている。県内にとどまらず、東京や神奈川、川口の木型屋ともつきあいがある。射出成形機は他の工作機械と比べてリードタイムが短い傾向があり、1社だけだと納期に間に合わなくなってしまう。射出成形機的设计～完成までは3ヶ月程度で、そのうち鋳物のリードタイムは1ヶ月（木型のみでは2週間程度）である。

人材育成とマネジメント

■職人よりも工程全体をマネジメントできる能力

従業員は派遣・パートを含めて80人程度、そのうち正社員は57人である。当社の場合、職人が技能を発揮する場面が少ないため、いわゆる昔ながらの職人といわれる人は2人程度にとどまっている。

職人は多くを必要としないが、鋳造工程のすべてがわかっている人の存在がますます貴重になっている。現場での砂詰め、注湯のポイントを教えこんでくれる人も重要である。現在は定年を過ぎた人を嘱託という形で再雇用しているが、団塊の世代が退職した後の技能承継をどうするかは大きな課題である。最近入った若い人達が育つまでの間、年配の経験者は絶対に必要である。

■外国人は歯抜け世代を埋め合わせる貴重な戦力

失われた10年の間、当社も人を雇用できなかった。そのため、30歳代後半から40歳代までがすっぽり抜けている。その影響で、中間管理職が不足しており、現在、歯抜け状態になってきている。当社の場合、この層を埋めているのが外国人である。単純労働力というよりは、若い人が育つまで、この手薄な中間層を埋めるために必要な存在となっている。定着者の中からは正社員として採用した人もいて、課長ポストに就いている日系ブラジル人（勤続15年）もいる。彼は、出荷担当のまとめ役という重要な役割を担っており、他の外国人労働者の面倒見も非常によい。また、その奥さんも当社で働いており、中子を担当している。

今後の課題や目指すべき方向

■規模の必要性

ドイツでは東西ドイツの統合などを背景に企業はかなり淘汰され、1社1社の規模が拡大する傾向にある。また、企業数が少ないことから売り手市場となっている。日本においても、設備投資を行うにも、人材育成を行うにも、また、品質などに対する顧客ニーズをクリアするためにも月産規模1,000トンクラスくらいにならないと難しくなっている。

株式会社富田鋳工所		http://www.tomichu.co.jp/	
設立：1952 年	従業員数：86 名	資本金：4,000 万円	所在地：愛知県名古屋市
事業内容：プレス金型（自動車向けなど）、産業機械部品、ウエイト（リフト用他）、マンホール、インゴットケース向けの鋳物を手がけて、プレス金型はフルモールド鋳造で製造。大型機械加工も。			

事業概要

■模型－鋳造－加工までを多品種少量で一貫生産

当社が手がける製品は、自動車用プレス金型部品、フォークリフト用バランスウエイト、大型工作機械部品、産業機械部品などが中心である。

当社の特徴は、模型製作を有限会社トミタの模型部で行い、それを弥富工場で鋳造し、さらに本社工場で機械加工を行うという、模型－鋳造－加工までを多品種少量で一貫生産できる体制を備えている点にある。従業員の配置は、模型が約 15 名、鋳造が 60 名、加工が 10 名。月産能力は 1,000 トン／月。材質はダクタイル鋳鉄(FCD)とねずみ鋳鉄 (FC) 。2003 年には弥富工場が ISO14001 を取得している。

現在の主な取引先は 13～14 社。最大顧客でも売上げの 18%程度となっており、取引先はなるべく分散させるようにしている。主な製品群はプレス金型、産業機械部品、リフト用ウエイトなど。プレス金型は売上げの 5～6 割を占めており、月産 400 トンでフルモールド鋳造法で生産している。

全体の割合でみると、フルモールド模型は 6 割、木型模型が 4 割となっている。模型は外注しており、既に 30 年以上の付き合いがある会社とあうんの呼吸で仕事ができている。

昨年までは売上高 21 億円以上、不良率 1 %以下、コストダウン 10%以上、生産は 10,000 トン以上、設備見直しは 1.5 億円以下といった目標を掲げており、これらの指標はクリアできている。

鋳物のものづくり基盤技術とは

製品づくりの入り口のところと出口をしっかりと締めて（検査等）、その中間工程は全て数値化せよというのが当社の方針である。

■基本は J I S（標準化）への対応

JIS 取得のために 3 年間を費やした。プロ集団という自負のある職人はなかなか言うことを聞かないため苦労したが、標準化作業を進めていく過程で、不良率は目に見える形で低下した。JIS を取得した目的は、ユーザーから品質保証体制の確立を要求されたこと、ISO や PL 法が着目されるようになったことなどもあるが、一番の理由は熟練工の高齢化への対応である。今のうちから標準化をしていかなければならないと考えた。

■鋳造方案に係るノウハウの共有

方案は現場の職人であるベテラン社員 1 名が対応しており、現在は若い人もそのベテランについて学んでいる。鋳造方案は現物で対応している。フルモールドで模型の実物があり、鋳物の重量が分かっているのか、湯口設計は自ずと決まり、湯を下から入れるのか、上から入れるのかも決まってくる。ただし、いろいろな枠サイズがあり、1 枠で何個取りするか等でも方案は変わってくる。

プレス金型になると、二度と同じ形状の発注はない。この製品に対して、どういう堰口や湯道をつくったかは記録に残し、写真もとって、最終的には商品チェックシートとしてまとめて誰が見ても分かるような形にはしている。

■品質管理の徹底～一つひとつの工程を数値化

鋳物を作る上では鋳型が極めて重要である。ただし、鋳型が重要だという反面、その品質を管理する手段が曖昧だった。物性等を数値化しなければならないということで検査器具を購入し、それらのデータも 3 次元管理をしていった。砂についても、砂の量や流動分布を日常的に数値で管理するしくみが必

要である。鋳込めについても、昔は職人が目で見て温度を測っていたが、温度計を設置して数値で管理するようにした。一つひとつの工程を数値化して管理することが、品質向上につながった。

■品質管理の徹底～分析・トレーサビリティも重要

以前は溶解工程でカーボンやシリコンの配合割合だけをチェックしていたが、今では出湯前に全ての成分をチェックしている。材料に異物が微量でも混入しないよう 1,200 万円投じて分析機も購入している。

検査室では、溶湯の成分を発光分光分析装置でチェックし、自硬性の砂は抗圧力を定期的にチェックしている。品質特性にかかわるものは、全て恒常的に管理することが重要である。常にデータを取って数値化し、日常管理する必要がある。不良が発生した場合のトレーサビリティを担保することにもつながる。

■不良原因の徹底チェック

品質に一番影響する工程は注湯である。鋳物の不良は、湯にかかわるものが全てといってもいい。湯口設計が重要で、注湯の際に発生するガスの抜き方も非常に重要である。実際に不良が発生した場合、社長自ら不良対策に加わっている。キャリアのあるベテランの職人、他の会社を定年退職した技術者にも来てもらっており、この 3 人が製品を見れば、すぐに不良だと分かり、どこに原因があるかも分かってしまう。重量も頻繁に変わるし、冷やし金の当て方一つで品質に影響が出てくるので、不良の原因は本当にケースバイケースである。

当社の競争優位

■型～鋳造～加工まで一貫して 1 つのデータで管理

模型部では、発泡型製作から鋳造、加工までを一貫して一つのデータで管理することが可能となっている。お客さんから図面をメール等でいただくと、加工の取代等を加えて発泡型を作り、鋳物にしたのち、機械加工の段階で再び NC データを受け取り加工を行う。顧客の図面レスでの発注にも対応可能で

ある。自動車会社が 3 次元の導入をはじめたので、必要に迫られて 7 年前に当社も導入した。PRO-E や CADCEUS、thinkdesign など複数の 3 次元 CAD/CAM を導入済みでユーザーが利用するたいていのソフトに対応可能である。

なお、型部を有限会社として別会社化したのは、鋳物工場とは給与体系を別体系にしたいという考えからである。

■機械加工で付加価値をつける

1992 年当時、鋳物工場を弥富市に移転した跡地（約 650 坪）が残っており、主な取引先であった自動車メーカーから「機械加工も手がけてくれれば有り難い」というニーズを受けて機械加工をスタートさせた。当初は、自動車メーカーから技術指導も受けた。

最大で 10 トンの大物の加工にも対応でき、五面加工機を導入して 24 時間操業を行っている。ただし、機械加工で付加価値をつける部分は、仕上げの延長として取り組んでいるのであって、まずは鋳物づくりの本流の部分でどう勝負するかが重要だと考えている。

人材育成とマネジメント

■新卒の採用による若手へのシフト

従業員は現在 80～85 名で、93 年頃から高卒の採用をスタートさせ、当時と比較して社員が 70 名程度は入れ替わり、若い人材へと完全にシフトしている。若手中心となった為、平均勤続年数は 11 年ほど。管理職のトップが 43 歳。一番若い課長は 34 歳。班長クラスだと 24 歳くらい。班長は全員が 20 歳代である。売上げが大きく落ち込んだ不況期も継続して新卒採用は続けてきた。

■OJTを中心とする社員教育

入社して 2 年間くらいはあまり詰め込まず、割と自由にさせている。3 年目からは鉄の組織や結晶などの原理を徹底して教え込む。専用のテキストがあり、読み合わせの勉強会なども開催している。勉強会は班長を中心に開催している。QC サークル活動、不良に対する教育に力を入れているが、人材育成の

基本は OJT である。

鋳物師とは、溶解から造型まで全ての工程を把握し、かつ、コスト意識ももっていないといけない。若い社員が育つ上では、鋳物師のように知識が豊富な人といかに日常的に接していくかという点も重要である。

■検査工程ではベテラン人材を外部から獲得

品質特性にかかわるものは、全て恒常的に管理することが重要である。常にデータを取って数値化し、日常管理する必要がある。当社では、他社を退職したベテランの人を雇用したり、分析センターに勤めた経験者を中途採用したりして、検査体制を強化するとともに、若い社員など後進の指導に当たってもらっている。

■オープンな経営、コスト意識の徹底、利益の還元

従業員には、コスト意識を持って仕事ができるようになって欲しいと考えている。そのため、会社の経営はオープンにしておき、利益が出たら、正社員、非正社員の区別なく年功序列で従業員に配分している。当社の特徴は、①徹底した標準化でばらつきを少なくし、②皆が「納得」して取り組むことにより不良を低減することにあると思う。給料の違いはあるが、成果がでたら等しく還元していくことで、皆が納得する土壌ができて、それが結果的に良い鋳物づくりへとつながっていく。外注先も同様の扱いで、土日操業により節約できた電気代は下請企業にも還元するようにしている。その分、また仕事をお願いしますねという関係を構築していく。

■手込鋳物は家族的経営のチーム戦

当社の社員は使命感が強く、本当によく働く。これも家族的な経営で、皆が納得済みで働いているからこそだと思う。鋳物は一人のスーパーマンをトップにピラミッド構造を作るのではなく、全体の底上げをしていく方が重要である。トップと現場の距離が短い方が強い企業になる。

今後の課題や目指すべき方向

■時代の大きな変化への対応を

目指すべき方向は、①短納期への対応、②テラメイド方式による確実な製品づくり（一品料理に徹する）、③コストダウン（無人化率を高める）。これからは、当たり前のものづくりをしていては、中国にやられてしまう。付加価値の高いものづくりを目指すには、テラメイド方式の一品モノのものづくりに挑戦する必要がある、日本に残るのはこの部分しかない。

（３）公共工事・日用品関連の鋳物を扱うＣグループ

上水道や下水道、衛生排水や建設資材などに用いられる主に公共工事用の鋳鉄製品を扱う分野のほか、モニュメントやオブジェ、街灯や高欄などの空間デザインのための景観材料向けの鋳鉄製品を扱う分野では自社ブランド品を手がける鋳物メーカーも少なくない。しかし、公共工事向けの鋳物は基本的には量産品で、近年は中国などからも安い鋳物が流入している。一方、景観材料は一品ものや少量生産ものが多いが、デザインが重視される分野である。

伊藤鉄工(株)の特徴

公共材を扱う鋳物では、中国から安い製品を輸入するなど商社化していく傾向がある中で、同社は創業以来一貫してメーカーを貫き、排水鋼管用鋼球入りパッキン継手、低熱膨脹鋳鉄を使った NEZTEC（ブランド名）という光学部品向け商品の開発、鋳物の材質に工夫を凝らしたラスガードキャストによるメンテナンスフリーの実現など、メーカーの強みを生かした独自製品の開発を行っている。

ハイブリッド式照明灯



排水トラップ



マンホール蓋



（出所）伊藤鉄工(株)ホームページより

伊藤鉄工株式会社	http://www.i-g-s.co.jp/		
設立：1957 年	従業員数：115 名	資本金：6,000 万円	所在地：埼玉県川口市
事業内容：建築用の排水関連の管材、街路灯やフェンス、車止めといった景観材のほか、低熱膨張鋳鉄を用いた光学部品へも進出している。			

事業概要

■主力マンホール事業は塩ビ管の登場で市場を失う

創業当初から下請はやらない、自社製品を作るという理念があり、一貫してメーカーとして事業展開を行ってきた。売上高のうち 8 割弱が建築用の管材（主力は建築で用いられる排水関連の管材）を手がけている。景観材は売上高の 2 割ほど。残りの数%が光関係の低熱膨張鋳鉄である。

かつて、当社の主力製品はマンホールであったが、コストが高くつくコンクリート管に取って代わって塩ビ管が用いられるようになったため、コンクリート管の点検用に取り付けられていたマンホールの需要が激減していった。

■代替商品を開発し、特許出願中

このマンホールに代わって売上げの主力製品として育ちつつあるのが、排水鋼管用鋼球入りパッキン継手である。当社が開発した新しい継手は、ゴムの中にベアリングが入っており、ボルト締めの際にこのベアリングが高い引抜き阻止力を発揮するしくみとなっている。当社独自の方法で特許申請中である。

この新製品は、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修の「機械設備工事監理指針 平成 16 年版」に記載されるなど、公にも承認された製品となった。マンホールで失われた市場を、この新製品で補っていく戦略である。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■職人技よりも 5 S の実践

自硬性鋳型で手込めをしている鋳物工場と異なり、当社は自動造型なので、鋳型は機械がすべて作ってしまうため基本的に職人技を必要とはしない。むしろ、現場では 5 S を実践すること、各人が機械の調

子に目を配ること、そして、おかしいと思えばすぐに補修・点検を行うこと、といった基本的な取り組みが重要となる。

■自社ブランド品は設計・デザインが重要

当社の場合は、現場の技能よりは、むしろ設計の方が重要である。デザイナーは外部のデザイナーを使っている。デザイナーを内製して抱え込んだこともあるが、景観材はコストよりもデザインが重視される。顧客の多様な嗜好に対応するには、特定のデザイナーを社員として抱え込むより、外部のデザイナーを柔軟に使い分けた方が良いとの判断から、今では外部の専門家と連携している。

■鋳造方案はデータベース化して技能伝承を図る

鋳造方案は工場長や部長などの現場の責任者と技術者が一緒になって作成する。技術者だけでは方案は作れないので、職人も含めた現場と連携し、現場での不良状況をチェックしながら湯の流れ方などを考えて作っていく。

鋳造方案の技能承継は大変重要であるが、方案は長年の勘に基づくノウハウが必要で、言葉では若手に伝承しにくい。そこで、CAE を導入して、できるだけノウハウを数値化しようとしている。砂の温度や粒度などもすべて数値化してソフトに入力していく。溶湯の配合率一つとっても長年の蓄積が必要であり、今からでも遅くはないので一つひとつデータで蓄積しようとしているところである。

当社の競争優位

■自社製品開発力を持つこと

当社のコンペティターの大半は商社化している。自社ブランドは持っているが、製品のほとんどは海外から調達している。一方、当社はものづくりを手

がけており、かつ、自社で製品開発を行っている。ここがライバル他社との違いであり、当社の強みであると認識している。

ものづくりを手がける者の強みとして、特許申請中の排水鋼管用鋼球入りパッキン継手、低熱膨張鋳鉄を使った NEZTEC(ブランド名)という商品開発、ラスガードキャストによるメンテナンスフリーの実現などがある。

低熱膨張鋳鉄は、測定器や工作機械などのベッドに用いられることが多いが、当社は通信や光といった小物故に他社があまり手がけたがらない光学部品の領域で低熱膨張鋳鉄を生かしている。また、早稲田大学の中江先生に協力していただき、当社はコバルトを入れずに同様の低熱膨張鋳鉄を実現させた。コバルトは高価なのでコスト面でメリットがあり、かつ、コバルトを使わない方が環境面でも望ましい。

さいたま新都心や皇居のお堀の街路灯は、大手鋳鉄メーカーと当社が共同開発したものである。ラスガードキャストという独自技術で、鋳物を作る時の材質に工夫を施し、鋳物の表面に最初から黒錆びを出してしまう方法である。一般の景観材に比べて1割ほどコスト高になるが、錆びを最初に出してしまうことでメンテナンスフリーを実現させた。

人材育成とマネジメント

■不況時に良い若手人材を確保

当社は自社ブランドによる商品開発及び販売に力を入れているため、メーカーとはいえ工場で働いている従業員よりも、営業、技術・設計の人数が多い。会社全体の平均年齢は約 40 歳であるが、工場の平均年齢は約 30 歳と若い。20 歳代の社員が 15~16 人はいると思う。造型の現場は、景気がよくない時に採用した高卒の若手中心によい人材が定着している。鋳物づくりをおもしろいと感じてくれているようだ。中小企業は景気が悪い時に、いかにがんばって人材を採るかが重要だと思う。

■人材育成はOJTが基本

外部講師を招聘して社内で講習や講演会を開いた

り、ISO でも講師を招いて社内で勉強会を開いたりしたが、やはり受け身の教育では駄目で、本人がその気になることが重要だ。OJT で教育していく方法が一番良いと考えている。

■イノベーションに外部人材を活用

中国からの安い鋳物の流入、建築市場の縮小による建築用管材の値引き競争といった環境変化を受け、自社ブランドによる商品開発に注力しなければ生き残りを図れないとの危機感が高まり、90 年代半ばに他社との差別化に力を入れようと決心して 2000 年くらいから少しずつ変化を起こしてきた。この経営革新のきっかけは外部人材である。「経営」「営業」「技術開発」というそれぞれの領域で、経験豊富な人材に来ていただくことでイノベーションに成功した。営業では、ある会社の重役経験者が売り込みのシナリオを作っている。当社の中間管理職にとっても外部人材の存在は刺激になっているようだ。

今後の課題や目指すべき方向

■中国との差別化

中国でも作ることができる鋳物は、あまり品質にうるさくないもの、納期にうるさくないものである。定期的に流れていくような商品は中国からの輸入品に押されてしまう。中国に持って行かれないような製品を作っていかなければならない。

景観材の場合はコストや技術よりも納期が重視され、かつ、景観材のように木型を使う鋳物の品質は中国がまだ劣っているため、景観材は今後も国内に残り、輸入商品に浸食されにくいとみている。

3~4mの長さの街路灯を作ることができる鋳物屋も川口周辺にしか存在しないと思う。普通は2~3本の鋳物をつないで街路灯にしており、1本まるごと鋳込めて作ることができるのは、川口くらい。こうした街路灯も、納期や品質面で中国が作ることはできないだろう。

超薄物鋳物にもチャレンジしており、JAPAN ブランドとして開発しているフライパンなどはそうした商品である。

(4) 型メーカーと鑄造機械メーカー

鑄物を製作するには、必ず木型や金型といった模型が必要となる。この模型製作は鑄物メーカーが自ら手がけるのではなく、一般的には専用の木型メーカーや金型メーカーに外注される。模型製作にあたっては鑄物メーカーから型メーカーへ図面が渡されるが、鑄物の精度や品質に大きく影響する模型には型メーカーのノウハウも必要となり、鑄物メーカーと型メーカーとの密な連携の下に製作が進められる。したがって、鑄物メーカーは馴染みの型メーカーを何社か抱え、両者あうんの呼吸で模型製作を行うと言われている。

一方、近年の鑄物工場は設備化が進んでおり、溶解や造型、砂処理などの場面では様々な鑄造機械が開発され、鑄物工場の生産性向上に大きく貢献している。

株田口型範の特徴

木型・樹脂型・金型・治工具など様々な鑄造用模型をすべて造れる技術と体制を築いている。1つの企業で鑄物用（鑄造用）の木型と金型の両方を手がけるケースは少なく、木型・金型の技能者を含めて120名を超える鑄造用型造りの企業としては国内最大手。早くから3次元CAD/CAMにも対応し、自動車や航空宇宙などあらゆる分野の型づくりをサポートしている。現在の同社の業容は金型中心であるが、鑄造用の型の製作には木型屋の感覚が必要であるとの考えから、敢えて木型部門を存続させ、新入社員も配属先にかかわらずノミ・カンナを扱う木型の世界を研修・体験させている。

同社が製作する木型・金型



(出所)株田口型範提供

太洋マシナリー㈱の特徴

創業以来、鑄造工場用大規模プラントなど各種設備機械から粉粒体混合機、それらを運搬する空気輸送装置、さらには省エネ型キュポラなど、各種製品の設計・製作・販売を日本で初めて手がけてきた草分け的な鑄造用機械メーカーで、OMCO という自社ブランド製品を国内外で展開している。「鑄物づくりは砂と湯の管理が全て」と言う同社は、まさに鑄物づくりの心臓部である造型ラインを自動化・機械化する生産設備を手がけている。得意とする自硬性ラインでは世界トップレベルの技術を有し、特にアルミ・非鉄鑄物用自硬性における国内市場のシェアは7～8割と同社独占市場となっている。

昇降自在のパラマウントミキサー



オートターン機能搭載のエコミキサー



(出所) 太洋マシナリー㈱ホームページより

株式会社田口型範		http://www.tpw.co.jp/	
設立：1947 年	従業員数：123 名	資本金：2,000 万円	所在地：埼玉県川口市
事業内容：鑄造専用の木型・金型を手がける鑄造用型メーカーとしては国内最大手。鑄造品の試作や機械加工も手がけている。川口の本社工場のほか、福島県に二本松工場を持つ。			

事業概要

■木型から創業し、金型へ参入

創業当初は木型屋であったが、昭和 30 年代になると鑄造工場で金型を使った大量生産が始まり、当社も昭和 30 年代から金型を手掛けるようになった。

現在、売上は 22～23 億円程度で、事業内容と売上構成比は以下のとおり。

- ①鑄造用木型：15%
- ②鑄造用金型：55～60%
- ③機械加工による試作品製作：10%
- ④同時 5 軸 MC による機械加工：15%

金型の場合、中小企業との取引は少なく、大手系列企業がほとんどである。一方、木型に関しては中小企業との取引が木型全体の 10～20% 占める。木型には試作用と量産用の 2 種類あるが、CAE や CAD/CAM の導入・普及により試作するタイプの絞込みが図られるため、試作用木型は減少している。

■鑄造用の型は鑄物メーカーとのあうんの呼吸が必要

プレス用金型やプラスチック用金型を手掛ける型メーカーは機械加工の出身が多いが、鑄造用の金型は木型屋の出身が多い。前者の場合、CAD/CAM と精度のよい工作機械があればどこでもできるのに対し、後者の鑄造用金型では、鑄物屋の癖を読んであうんの呼吸が求められるなど、データ化できないノウハウが必要とされる。型作りは仕事量の変動が大きいので、鑄物屋がフルに内製で木型製造を抱えるのは困難であり、木型屋と鑄物屋とは密に連携している。

型の基盤技術とは

■方案技術の蓄積

鑄造方案に係るノウハウは木型屋に蓄積されてい

る。ここでいう鑄造方案とは、鑄型の上下、湯口・湯道の配置など、湯流れ系統の設計を指す。中でも、鑄型の上下をどのようにするかは重要なポイントである。当社も鑄造方案に関してかなりの蓄積を持っており、方案に関しては当社から鑄型メーカーに対して提案を行うこともある。

■木型製作における“技術”と“技能”

当社では、木型製作において「方案」を“技術”、「プログラミング」と「手加工」を“技能”と呼んでいる。方案作成では、ベテラン職人が鑄物メーカーから渡されたラフな方案をきちっとした図面に書き直している。つまり、「技術」とはきちんと図面を作る能力である。一方、「技能」とは「形状を実際にするために木を削る作業を CAD/CAM へプログラミングするノウハウ」のことである。かつては一人の木型工が“技術”と“技能”の両方を兼ね備えていたが、最近は、分業化が進んでおり、方案を作成する“技術”と形状を作る“技能”はそれぞれの分野に特化しつつある。

なお、最終的な責任を任されるのは、“技術”の担当者である。方案を作る人が模型の完成まで面倒をみていくことになり、納品先の現場に立ち合うこともある。

■手加工のノウハウがプログラミングに生きる

木型のプログラミングを担当している者の中には、手加工を 10～15 年程度経験した人が含まれている。彼らは現在 40 歳代前半で、CAD/CAM の導入を機にプログラミングを担当するようになった。手作業とプログラミングの両方できるため、現場ではリーダーシップをとっている。

一方、さらに上の年齢になると、プログラミングになじみず、結局習得できず断念するケースもある。

ただし、型の大きさや形状の複雑さなどによって CAD/CAM と手加工では一長一短があるので、両方とも鋳物メーカーにとっては必要な技能である。

当社の競争優位

■木型のノウハウを持つ型屋であることが強み

15 年程前まで、木型と金型は全く別のものであった。木型はノミ・カンナで加工するのに対して金型は機械加工の世界だったからである。ところが、木型でも CAD/CAM を使うようになって、作り方(3 次元造形)に関しては両者の垣根が無くなっている。こうした状況のなか、当社では、「金型を製作する技術・技能の基本は木型にある」との考えからあえて木型を残した。職人的な人材については、定年になった人を会社にそのまま残して嘱託採用したり、廃業した木型屋から職人数名を受け入れて社内外注を行っている。木型のノウハウを残し、木型と金型の両方に対応できるところが当社の強みなのである。

鋳造用の型の製作には木型屋の感覚が必要とされる。木型の善し悪しは、造型性(目的の形に抜けるかどうか)にかかっており、非常に複雑な形状をしている模型をどこで分割するか、中子の数・組み方などがポイントとなる。難易度の高い鋳物だと中子が 40 個入ることもあるが、分割線をどこに入れて、中子・幅木をどこに配置するかは、たいていの鋳物屋にはわからないので、木型屋の腕の見せ所となる。

こうした方案作成に係る部分については、実物を扱う手彫りだと非常にやりやすいが、グラフィックの中だけで判断するのは難しい。今後、型づくりは CAD/CAM やマシニングセンターに置き換わっていくが、CAD/CAM しか使えない人の時代になった時に、木型屋ならではの感覚を承継していけるかどうかは不安である。CAD/CAM においてノウハウは必要とされず、2 ヶ月くらいで操作方法を覚えることができるが、木型の場合はノミ・カンナの研ぎ方から勉強を始めなければならず、木型を 3 次元で造形していくのはまさにノウハウの世界である。

■木型の方が国内に残る比較優位性がある

20 年前は「木型は中国に全部持っていかれるかも

しれない」と心配していたが、実際はその逆で、金型の仕事は中国など海外の現地メーカーに流れ、むしろ木型が国内に残っている。

木型は、金型に比べて短期間で作れることが特徴である。シリンダーブロックの模型を例に挙げると、金型なら 3 ヶ月程度かかるのに対し、木型は 3 週間くらいで作ることができる。実際のところ、木型は金型に比べて納期が厳しいため、国内メーカーの方が有利であり、その国際競争力は高い。木型屋が鋳物屋の近くに立地しているのもこのためである。

人材育成とマネジメント

■2 次元から 3 次元へのプロセスを学ばせる

新入社員の教育においては、金型部門か木型部門かという配属先にかかわらず、半年間は木型(ノミ・カンナ)の世界を勉強させることにしている。具体的には、基本中の基本を習得させる目的で、技能検定の 1 ～ 2 級レベルの課題を与えている。図面の読解力を身につけさせ、さらに 2 次元のものを 3 次元化していくプロセスを勉強させたいと考えている。

型屋・鋳造業界の課題や目指すべき方向

■3 次元 CAD/CAM への対応は必須

木型業界が生き残っていくためには、CAD/CAM や NC 工作機械を導入していく必要がある。現実をみても、これら設備を導入して息子に引き継ごうとしている企業が生き残っている。ノミ・カンナを使った手加工なら安くて早く木型を作ることができるが、精度は機械加工に勝てないし、リピートオーダーが来ても同じものを作ることができない。また、発注元から 3 次元データの図面が来ると手も足も出なくなる。

同様のことが鋳物屋にもあてはまる。鋳物屋が 3 次元データを扱えないために、鋳物屋を飛ばして、鋳物の発注元から直接当社にデータが来ることもある。そうなると、ますます鋳物屋が鋳造方案を立てられなくなってしまうので、鋳物屋には「安価なシステムでもいいので CAD/CAM を導入してはどうか」と助言している。

太洋マシナリー株式会社		http://omco-taiyo.co.jp/	
設立：1934 年	従業員数：105 名	資本金：9,000 万円	所在地：大阪府大阪市
事業内容：自硬性鋳型用機械を世界で初めて手がけ、アジアを中心に OMCO ブランドで自社製品を展開。鋳造用機械の技術を展開開発し、環境用諸機械（選別・分別・リサイクル）も事業展開。			

事業概要

■ 鋳造機業界としては生産・輸出ともに増加

当社の売上高は約 30 億円で、うち、鋳造機械部門の売上は約 18 億円である。18 億円のうち、3 億円ほどが海外向け（輸出）である。

鋳造機械業界の動向としては、直近の出荷額は伸びており、また、輸出も伸びている。鋳物工場数は減り続けているが、鋳物メーカー 1 社あたりの生産量は増えており、また、海外は自動車工場の関係で中国向けが伸びているためと考えられる。

■ 事業の選択と集中により自硬性ラインに特化

かつては生型造型ライン、溶湯設備、ショットブラストなど手広く商品を手がけていたが、国内鋳物市場の縮小などを受け、現在は得意とする自硬性ラインに経営資源を特化し、経常利益率 8 % 以上を目標にして選択受注をスタートさせている。自硬性を世界で初めて手がけたのが当社であり、この分野では技術的に世界のトップレベルにある。

大手から中小まで幅広い鋳物メーカーと取引を行っているが、自硬性に特化しつつあることから、現在の取引先は機械系鋳物メーカーや一品モノ・特殊モノを扱っている鋳物メーカーが多い。そのほか、アルミ関係も手がけており、アルミ自硬性はシェア 7 ～ 8 割と当社の独占市場である。足下を見られないようにするためにも、自信のある得意事業に特化することは重要である。

■ OMCO ブランドで世界展開

日本、韓国、台湾、中国においては当社の OMCO ブランドがトップシェアを有しており、日本国内での当社シェアは 7 割以上になる。世界で最初に自硬性を開発したメーカーとして、この分野に人も金も時間も投入してきたので、今現在、こうして生き残っ

ていられるのだと思う。ただし、最近になって、中国向けに販売するのは辞めた。模倣品が出回るからである。中国は値切る上、技術打ち合わせをしてもノウハウを教えるだけという形になってしまう。中国からの人材の受入要請も断っている。韓国は、現代自動車、三星といった大手企業とのみ取引をしている。当社の技術をきちんと評価してくれる会社としか付き合うつもりはない。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■ 砂と湯の管理がすべて

当社は自硬性分野において、①砂と薬剤を混ぜるという工程、②振動テーブルを使って造型する工程、③ばらして鋳物を取り出す工程、④砂粒を 1 つ 1 つにして、有機物を剥離し、その砂を冷やしてミキサーへ回収する工程、の設備をつくっている。

自硬性ラインの管理のポイントは 3 つ。①造型時のミキサー液の使用量（以前に比べて本当に少なくなってきた）、②再生機を通過した後の L.O.I の値（有機物の残留度合いを管理し、狙いどおりの数値が出ているかどうか）、③トータルでの砂の量の管理（要所ごとに適切な砂量が確保されているかどうか）、と砂にまつわるものが大半である。

要するに、鋳物屋とは砂の管理が全てであって、砂の物流と品質が管理でき、さらに溶湯の管理ができていればよい。鋳物メーカーに生産管理や品質管理で重要なポイントを尋ねると、砂や湯以外の別の話が出てくると思うが、それは、砂と湯が今は自動で管理できているからであって、鋳物工場を作る際にまず重要となるのは、砂と湯の管理なのである。

なお、設備で重視するポイントは、①安全性、②品質、③生産性、④コストダウン、⑤操作性である。

当社の競争優位

■エンジニアリングに強み

当社の実態は顧客ニーズにソリューションを提案するエンジニアリング会社であって、コア技術やコア製品は自社内で手がけるが、その他の製造は周辺に立地する外注先をお願いしている。

顧客ニーズを常時把握するため、イタリア、ドイツ、イギリスや米国の鋳物メーカーに営業マンや技術者等を送り込んでいる。最近では、生産性を上げるために工程を省いたり、コストダウンへのニーズが強いので、それに追随するための設備を我々が開発する。たとえば、かつては砂に混ざる化学薬品は対重量比で1.2%~1.4%であったが、化学薬品の品質が向上するにつれ、対重量比は0.6~0.8%で済むようになってきた。薬品の量を減らすという事は、コストダウンの観点からも、環境への配慮という観点からも望ましい（高温の溶湯を入れると化学薬品が蒸発するため）。そうすると、我々は少ない液でも攪拌可能なミキサーを開発することになる。時間が経過するとカチカチに固まってしまうので、それを上手くばらす仕組みも必要である。砂の回転（リサイクル）を速くするために、いかに速く砂の温度を下げるかが重要となる。ベルトコンベアで砂を運ぶと砂こぼれや砂埃が発生するので、空気輸送で砂を運搬する仕組みも必要となる。その際、日本の鋳物工場は建坪が小さいので、スペースの有効利用を図るため、砂の回収ラインを上を持っていく必要がある。このように、顧客ニーズや環境対応への配慮を行いながら、設備を提案していく。

■ユーザーとの共同開発

ユーザーである鋳物メーカーと共同開発して設備を作ることもある。開発した装置は当社が特許等の知的財産権は取得する代わりに、装置が売ればアイデアを提供した鋳物メーカーにもロイヤルティーはきちんと払う。

鋳造機械メーカー・鋳造業界の課題や今後の方向

■エンジニアリングサービスへの適切な評価を

このように、鋳物工場には各社ごとのノウハウが

あり、我々設備メーカーが一緒になって提案していくが、こうしたエンジニアリングサービスに残念ながら日本のメーカーは金を払おうとしない。

海外では、総合設備メーカーが少なく、専門領域に特化していることもあって、専門のエンジニアリング会社が存在する。そして、実際に工場設備を入れていく上では、設備メーカーの生産技術部と、専門のエンジニアリング会社と、そして鋳物メーカーの3者の三つ巴となっている。

■業界全体として経営分析力向上を

海外の鋳物メーカーは「これだけの設備で、これだけの利益を上げたい」と明確な経営目標を我々に提示してくる。しかし、日本は大手企業の鋳造部門ですら、何のために投資するのか、何のために設備をするのかという点を明らかにした上で数字を出してくるところは少ない。日本の場合、鋳物工場ごとにコスト体質がまちまちであったり、コストに対する基準や標準が定まっていなかったりすることも鋳物業界の課題である。

海外の鋳物メーカーは、設備投資の計画に対して「検証」も行っている。これだけ投資して、これだけ利益が上がるというシミュレーションを実施している。そこは、エンジニアリング会社が対応しており、設備投資の効果をエンジニアリング会社に保証させている。その投資効率が達成できなかった場合は、クレームに対してキャッシュバックという形をとることになる。一方、日本の場合は我々が検収に出向いて「どうですか」と尋ねても「まあまあだね」と、ここでも数字が出てくることはない。

日本の鋳物業界全体が生き残るには経営体質を強化していく必要があり、そのためには経営分析力をつける必要があると感じている。ドイツはオーナーとは別に経営委員会というものを設置し、設備投資の方針や方向性を検討している。これだけ投資をして、これだけ利益を上げれば、これだけ株主への配当も可能ですねと詰めていく。共通語が「数字」になっており、素晴らしい経営をしている鋳物メーカーがたくさんいる。

4. 事例にみる日本の鋳物工場の特徴

日本の鋳物工場や型・設備メーカーへのヒアリング調査を踏まえ、第1章図表10の分析の視点に則り、以下に日本の鋳物工場の特徴について整理している。

(1) 鋳物のものづくり基盤技術の要素とは

① 鋳造技術と技能

－暗黙知である技能の形式知化 → 鋳造方案と型を重視－

一般に、鋳物は素形材産業の中でも暗黙知の部分が多く、暗黙知である技能の形式知化が難しい分野とされてきた。「溶解師」という言葉があるように、溶湯の温度管理や状況を見極めるには高度な熟練技能が必要とされ、また、砂の管理も非常に難しかった。このように、かつての鋳物メーカーにおいては鋳物づくりに直接関与する砂型製作、溶解、鋳込みといった工程（図表17の鋳型製作～鋳込み）に対する価値が高く、ここが鋳物づくりのまさに花形であった。その反対に、型を作る部分は下請的なイメージが強く、「模型作成や鋳造方案は鋳物屋においてそれほど高い評価をされず、方案づくりの後継者育成がおろそかにされてきた（専門家による指摘）」という側面もあったようだ。

ところが、様々な技術革新を経て、鋳物メーカーにおける各工程の位置づけに変化がみられている。鋳物づくりにおいて砂や溶湯の管理が依然として重要であること変わりはないが、砂や溶湯にかかわる部分はコンピュータ管理による自動化が進んでいる。つまり、鋳物師の代名詞であった砂型製作、溶解、鋳込みなどの工程は機械化や自動化が進み、暗黙知のノウハウの形式知化が進んでいる。

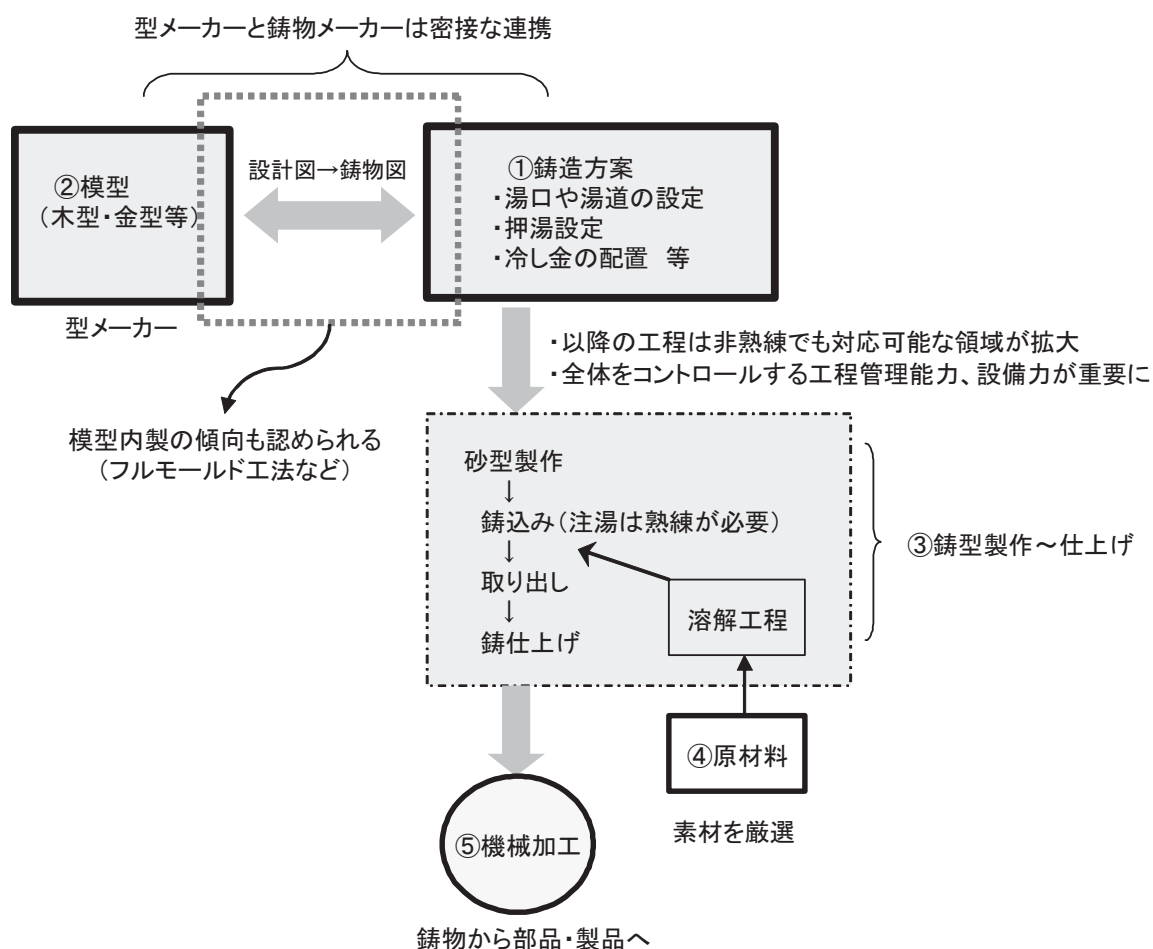
たとえば、**自硬性鋳型**の登場で砂の管理は容易になり、その日の天候まで加味してコンピュータが硬化剤の濃度調整を行っていく。溶解工程も電気炉などの登場で成分調整が容易になり、コンピュータ制御によって狙い通りの素材が作りやすくなっている。**上型・下型**の型合わせや注湯など、要所に熟練を必要とする作業工程は残っているものの、かつては一番の花形ラインとされた熟練を要する工程が、今では非熟練の若手従業員や、派遣社員や外国人従業員でも対応できるようになっている。熟練や職人による個別の技量を必要とするのではなく、全体をミスなくコントロールする工程管理能力が問われるようになっている。

一方、かつて鋳物メーカーが内製から外注へと切り替え、型メーカーに任せていた木型や金型などの模型製作や鋳造方案などが、鋳物の品質を決定する上での重要な工程との認識がなされている。そのような経緯から、木型や金型などの内製化を検討する鋳物メーカーも増えている。

一般に、顧客から渡される設計図は模型を作るための鋳物図に書き換える必要があり、その段階から鋳造方案が必要になってくる。方案は鋳物メーカーが決定するもので

あるが、実際は型メーカーとのあうんの共同作業となっており、大手の型メーカーには
 鑄造方案のノウハウが蓄積され、実際には型メーカーが方案込みで模型を製作すること
 も少なくないようである。鑄物メーカーも型メーカーの重要性は認めており、「良い鑄
 物を作るには良い型屋と組むことが重要」「型屋と鑄物屋は運命共同体」といった言葉
 が聞かれた。

図表 16 鑄造プロセスにおけるポイント



(出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング㈱作成

—素材を厳選—

木型・金型や鑄造方案を重視する企業が多い中、素材の重要性を指摘する企業も少
 なくない。自動車用量産鑄物を手がける㈱マツバラは、「良い鑄物は良い素材から」を
 モットーに、原材料では安い中国産などには手を出さず、高くても高品質の国産にこだ
 わっている。素材の善し悪しは鑄肌の美しさや加工性能など、全てに影響するという。

また、景観材を手がける伊藤鉄工⁸では、メンテナンスフリーの鋳物や低熱膨脹鋳物を開発しているが、前者は大手製鐵メーカーと、後者は大学の研究室と協力して素材の開発から手がけた成果である。

－設備投資の重要性－

前述したように、鋳物の生産工程は“設備化”されつつあり、最新鋭の生産設備を投入しているか否かで生産性に大きな違いが発生する。その中で、機械化・自動化が進んでいる「③鋳型製作～仕上げ」の工程を中心に、鋳物メーカーと鋳造機械メーカーが協力して特別仕様の設備を導入しているケースも少なくない。

一般に、鋳物工場は生産革新の余地が大きいといわれており、設備を入れることにより大きく生産性を伸ばすことが可能である。かつては、大手鋳造メーカーなどに鋳造設備に詳しい経験豊かな技術者が在籍し、ユーザー主導で設備の開発や工場計画などが進められてきた。しかし、近年は設備の開発などを行うことのできる技術者が減少したとの指摘もあり、工場計画能力を持つユーザーは極めて少なくなっており、その中で、鋳造機械メーカーの持つエンジニアリング能力が存在価値を高めている。鋳造機械メーカーは工場コンセプトの構築からフィジビリティスタディー、設備能力やレイアウトの決定など多岐にわたって提案を行っている。

世界の鋳造機械の発展は欧州・米国・日本の3極の鋳造機械メーカーが担ってきたところがあり、特にドイツやイタリアには数多くの鋳造関連設備メーカーが集積しているという。また、欧米では機械製造を行う鋳造機械メーカーとは別にエンジニアリング専門会社が存在し、鋳造機械メーカーと鋳造メーカーとの間に立って設備の提案や工場レイアウトの提案を行い、かつ、設備投資の効果による生産性向上を保証しているという。日本鋳造機械工業会でも、今後はエンジニアリング業務に対する価値向上を目指している⁸。

②人材

「鋳物づくりは人づくり」「鋳物は所詮、人で決まる」といった言葉に代表されるように、全ての鋳物工場で人材育成の重要性が指摘された。しかし、鋳物の生産工程が熟練技能への依存から工程管理能力や品質保証体制の構築へとシフトする中で、必要とする人材の質やマネジメントにも特徴が表れている。

－基本はOJT、現場重視－

今回、事例として取り上げた鋳物工場は、不況期においてもコアとなる若手人材の採用をコツコツ継続させてきたという企業が多い。そして、各社とも人材育成の基本は

⁸ 鋳造機械メーカーの取り組みについては、素形材産業ビジョンの中の各業界別ビジョン「鋳造機械産業ビジョン（平成18年11月、日本鋳造機械工業会）」を参考としている。

OJT であり、生え抜きの育成を重視している。また、鋳物工場では設備管理が重要であることから、TPM 活動を展開している工場も少なくない。

こうした OJT を基本とする人材育成の中で、日本の鋳物工場はエンジニアや営業マンの育成も含めて現場重視の姿勢が感じられる。例えば、今回の紹介企業の中にはエンジニアにも最低3～5年は鋳物工場の現場を経験させ、営業マンにも最低1年の現場経験を課している企業もあった。日本の大学などから鋳造エンジニアを育成する場が消えていき、企業が工場で自前で育成するしかないという理由もあるようだが、技能と技術の融合を図る土台が現場主義に醸成されているのではないかと考えられる。

－生え抜きを重視しつつ外部人材も活用－

鋳物工場では、生産現場を中心に OJT による生え抜きを重視する傾向にあるが、必要に応じて外部人材も上手く活用している。㈱富田鋳工所では、他社を退職したベテランや分析センターに勤務したことがある経験者などを品質管理のポジションで採用し、品質管理や品質保証のマネジメントを任せるとともに、若手の技術指導にも当たらせている。㈱真岡製作所も約30名の技術職・管理職のうち、約半数は外部からリクルートした人材で、定着率もよく当社のキーパーソンとして活躍している。伊藤鉄工㈱では、「経営」「営業」「技術開発」というそれぞれのポジションで外部人材を登用し、同社の経営革新に貢献している。

（２）鋳物のものづくり基盤技術を生かした戦略的経営

①鋳造技術のマネジメントと技能承継

－技能と技術の融合－

今回、鋳物のものづくり基盤技術とは何かを明らかにするためのヒアリング調査において、㈱永瀬留十郎工場から「鋳物は科学技術そのものであり、技能と技術の融合が重要である」との指摘を受けた。鋳物は5000年の歴史があると言われるが、そのうち4900年は根本的に何も変わっておらず、特に鋳物の町工場に欧米などから技術が持ち込まれたのは戦後になってからであり、まだサイエンスの部分が追いつかず、技術的には未開の部分が多いという。それ故に、技能や経験に頼った鋳物づくりがなされてきたが、①単品受注化する中で経験に頼るトライ＆エラーの鋳物づくりでは商売にならない、②成功や失敗の原因が検証できなくてはならない（職人の世界では検証はできない）、といった理由から、技能と技術の融合が必要であると主張している。これは技能を軽視しているわけではなく、あくまでも技能を中心として、それを技術でフォローアップして検証していくことの必要性を説いている。その証拠に、同社では社員に対して最低でも一級技能士の資格取得を求めている。鋳物づくりにおいては技能の果たす役割が他産業以上に重要であるとした上で、それを技術やサイエンスと融合していくことの重要性を説いている。

また、技能と技術を融合するには、技能者が技術の領域に踏み込むよりは、技術者が技能の領域に踏み込むことが現実的であることから、鋳物工場の経営トップには技術者が就くべきであるとの明快な持論を展開している。今回事例として取り上げた鋳物工場では、現場を熟知した社長などが、現場で自ら陣頭指揮して不良対策に当たっているところが少なくなかった。

－工程管理能力と世界に通用する品質保証体制－

不良を発生しない鋳物づくりを行うには、図表4や図表16に示すような、原材料投入から製品化するまでの一連のプロセスを完璧にこなす必要がある。冶金の技術、型の技術、鋳型製造から砂処理までの技術、そして複雑な機械装置をオペレーションする技術など、実に広範な技術領域を扱う必要もある。この点が素形材産業の中でも、特に鋳鉄鋳物づくりのものづくり基盤技術にかかる特性だといえる。

全ての工程のレベルを揃えなければ品質が出せないということもあり、一連の鋳造工程において各社が最も重視しているのは「工程管理能力」である。そのための取り組みとして、①工程ごとにチェックポイントを設置し、②データや数値で管理レベルを「見える化」し、③必要に応じてダブルチェック（現場と実験室でのダブルチェック、元湯と出湯でのダブルチェック等）を行い、④計測データを整理保管するといったトレーサビリティを可能とするための対応が図られていた。

こうした工程管理能力を高めることで、世界に通用する品質保証体制を構築し、競争優位につなげようとの試みがなされている。厳しい規格が求められる自動車用量産鋳物はもちろん、産業機械向けの多品種少量生産鋳物もユーザーである顧客は品質保証を重視しているため、工場視察の際には品質管理体制をアピールすることが多いという。

－ノウハウ・技能の「見える化」、生産工程の「標準化」－

前述したとおり、鋳物の生産工程ではノウハウが設備に代替されているケースが多いが、設備を投入するだけではなく、様々な工程管理にかかるノウハウを「見える化」したり、「標準化」したりすることで、熟練技能者などの職人に依存せずとも鋳物の生産を可能とするための試みがなされている。栗田産業㈱では、独自の工夫で生産工程の「見える化」を進めるとともに、注文の9割がリピートオーダーであることから方案にかかわる製造プロセスや作業内容についても標準化している。伊藤鉄工㈱でも鋳造方案のデータベース化に取り組んでいる。各社とも、できるだけ特定の職人や技術者に依存する部分を減らそうと努めている。

こうした取り組みの背景には少子高齢化による人材不足や団塊世代の退職による技能承継の問題などがある。徹底した「見える化」「標準化」を進めることで、たとえ未経験者や非熟練の社員でも複雑形状の鋳物を安定した品質で作り出せる体制を構築しようとしている。同時に、「見える化」「標準化」は無駄の排除による生産性の向上や不良率の低減という成果にも結びついている。これまで経験的に「良い」「悪い」と判断してきた部分を数値化し、経験の浅い従業員でも「良い」「悪い」が判断できるよう

にすることは、ばらつきを無くし、生産性の向上や品質向上にメリットをもたらすからである。

ーIT化への対応ー

最近では鋳造シミュレーションソフト(CAE)を導入する鋳物工場が多くなっている。**湯流れ**解析をして鋳造方案の改善に役立て、不良率低減に貢献するほか、様々なシミュレーションを可能とすることで生産ライン立ち上げの短縮化、試作工程の省力化、見積の精度向上といった経営面でのプラスもある。

設計図の3次元データ化は着実に進んでおり、今後は型メーカーにとっても、鋳物メーカーにとっても3次元CAD/CAMへの対応が必須との指摘がなされている。鋳物メーカーが3次元データに対応できないために、発注元から直接型メーカーに3次元データが送られるケースもあるという。その場合、鋳物メーカーは鋳造方案を含む模型製作に一切関与しないことになり、いわゆる鋳物の設計ノウハウの空洞化が進んでしまう。一方、3次元データを扱うことができない木型メーカーは、安くてスピード納品が可能な手加工に特化して生き残る道しかなく、業容が限られてしまう。木型は金型に比べて短納期を求められるため、中国へと流出した金型に比べると空洞化しにくいとの指摘があるが、付加価値を高めて国内で生き残るためにも、3次元化への対応が必須となっている。

②人材マネジメント

ースーパー技能者よりもアメフト型による徹底したボトムアップー

技能から工程管理へと重点が移る中で、各社とも熟練技能者というスーパーマンを育てるよりも、徹底したボトムアップが必要との考え方に立っている。全ての工程のレベルが揃わないと良い鋳物ができないということは、全ての工程にかかわる従業員のレベルを揃えなくてはならない。各人がそれぞれに与えられた仕事を決められたとおりに遂行するという基本的なところが重視されており、さらに“異常を異常として感知する”という能力が重視されている。

手込め鋳物では、まだ熟練技能者に負うところも少なくないため、熟練不要という議論では決してない。しかし、それ以上に総合力で勝負するという意味で、全従業員の底上げの方がより重視されている。この事が、次のチームワーク重視、家族的経営にも結びついていると考えられる。

ーチームワーク重視ー

近年、ものづくりの生産現場にも能力主義や成果主義などを導入する動きがみられるが、鋳物工場では“チームワーク”を重視し、むしろ平等感を重視する傾向が認められた。型や方案、上型・下型の合わせ、注湯といった要所要所に熟練を必要とするポ

イントが存在するが、全ての工程でレベルが揃ってこそ良品が出来上がるという鋳物づくりの特徴故にチームワークが重視されている。

㈱富田鋳工所では利益が出た場合は、正社員のみならず、パートなどの非正社員にも等しく還元し、全員のモチベーションを高めるよう努めている。同社の社長は食事会を開くなどして、平素から従業員一人ひとりの人となりまで掌握している。また、こうした食事会には外注先も招き、社員と一緒に楽しんでもらうなどの家族的経営を展開している。

－従業員の仕事環境への配慮－

環境対策には、①リサイクルや省エネ、有害物質の削減、住宅地の近くに工場がある場合の近隣住民との調和などといったいわゆる「環境問題」としての側面と、②工場の「操業環境（職場環境）改善」としての側面がある。①は鋳物メーカーに限らず全ての製造業にとって必須の対策であるものの、今回事例として取り上げた鋳物工場の多くは②の「操業環境改善」に積極的に対応している。鋳物工場が操業環境の改善に努める背景には、従業員が働きやすい環境を整備して人材の定着率を高めるとともに、3Kイメージを払拭して若手人材の確保を図る目的がある。

たとえば、事例として取り上げた鋳物工場の中には、先進的に環境対策に取り組んでいる企業が存在する。㈱マツバラでは徹底した粉塵・騒音対策がとられており、溶解炉周辺は夏でも涼しい環境が整備され、作業環境が相対的に悪いといわれる型ばらしでは徹底した集塵対策が取られる中で日本人の正社員が作業を行っている。大手メーカーや海外からも同社の工場視察に訪れる人は多いという。

③顧客ニーズへの対応

日本の鋳物工場は長期安定取引を前提として、得意先顧客のニーズに幅広く、かつ、きめ細かい対応を行っているが、その一方で、リスク分散や稼働率の平準化といった理由から、特定の顧客に取引を集中させるのではなく、新規顧客の開拓にも意欲的な企業が多い。そのため、幅広い顧客のニーズにフレキシブルに対応できるよう、造型ラインを複数本持ち、量産ラインと多品種少量ラインと使い分けたり、大物用と小物用と使い分けたりする工場が少なくない。自動車用の量産鋳物を手がける工場でも、同時に試作用や単発の小ロットオーダーに対応するための多品種少量用の生産ラインを備えている。

－海外展開－

今回の事例企業の中で、海外に工場を持つ唯一の企業が㈱須崎鋳工所である。同社では発注数が5個以上の場合、2～14トンの大物を中国で生産し、それより小さい鋳物は日本で生産するというように、技術や製品領域ではなく、重量ベースの棲み分けを行っている。大物鋳物を中国で生産し、日本へ逆輸入しても採算が確保できるというのが、顧客には中国工場で生産する旨の了解を取ることで、国内で生産するのと同じ価格で受注できるわけではないという。

同社の中国進出は、幅広く顧客のニーズに対応できるようになり、かつ、顧客のコストダウン要請に応えることができるようになったという生産面でのメリットばかりにとどまらない。中国の現地工場を通じて中国製の鑄造機械設備や樹脂などの原材料に関する情報が入り、安い設備や樹脂の輸入が可能となっており、さらに現地パートナーを通じて欧州にもネットワークが形成できるなど、生産・調達のグローバル経営を可能としている。しかしながら、中国工場を立ち上げるまでの5年間はボランティアに近い形で技術指導に取り組み、現地パートナー企業とも信頼関係を構築するなど、並大抵ではない労力や資金を注ぎ込んでおり、地固めした中での中国進出だからこそ今日の成功があるといえる。

ーコスト分析による経営力強化ー

鑄物業界全体で取り組むべき課題として、原価計算によるコスト分析や、設備投資の効果検証をするだけの経営分析力を高めていく必要があるとの指摘がある。

一部の例外を除き鑄物は重量取引されるため、薄肉化・軽量化に貢献するほど、重量ベースの取引である限り売上高が低下するという現象が起りやすく、技術開発へのインセンティブを削ぐ要因として問題視されている。その一方で、重量取引を改善するには原価計算によるコスト分析が必要で、鑄物業界ではこうした経営が遅れていると指摘もある。

鑄物は多段階の製造工程を経て製造され、数百キロから数トンクラスまでを幅広く手がける多品種少量の鑄物メーカーも多い。こうした事情もあって原価計算は簡単なことではないが、取引慣行の改善を求め、正当な価格での取引を求めていく上で、業界全体としてコスト分析による経営力強化に取り組んでいくことの必要性が指摘されている。

ー規模拡大への対応ー

CAEなどのIT投資には相当の費用がかかり、オペレーターの人材育成も必要となる。こうしたIT投資を零細企業が行うには困難が伴うことから、ドイツで業界再編により規模拡大が進んだように、日本でも鑄物メーカーも型メーカーもM&A等による規模拡大が避けられなくなるのではないかと意見も少なくなかった。なお、規模拡大の必要性が指摘される背景には、IT投資への対応だけでなく、価格競争に陥ることなく、売り手である鑄物メーカーが主導的に価格交渉をするためにも必要な構造転換であるとの見方がなされている。

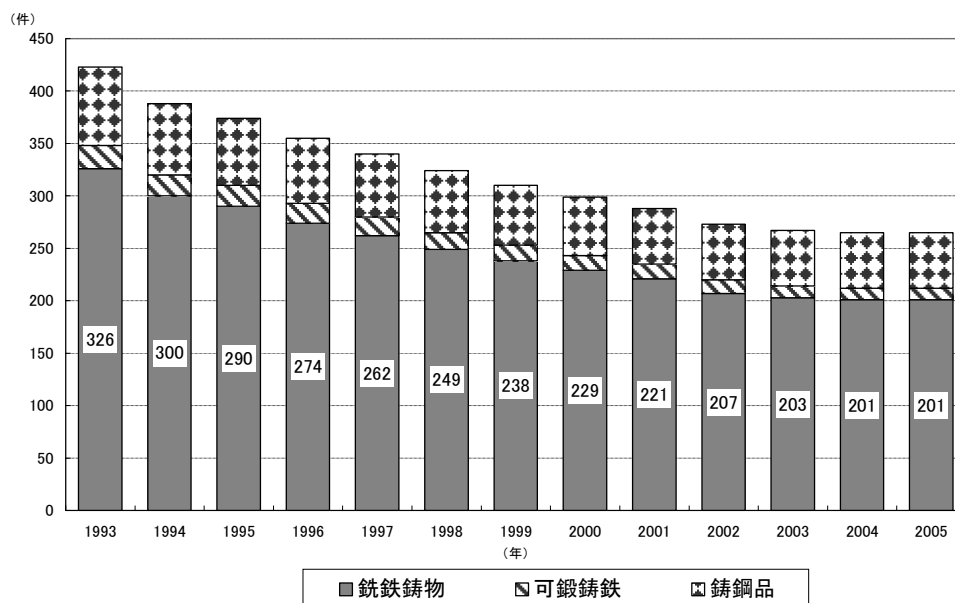
第III章. ドイツの特徴的な鋳物工場

第II章では鋳鉄鋳物を中心とする国内鋳物産業の動向と鋳物工場の事例について取り上げた。これに対して、ドイツの現状を分析するため、第III章では鋳鉄鋳物を中心に可鍛鋳鉄や鋳鋼品も含めたドイツの鉄系鋳物業界の動向について概観し⁹、ドイツ現地調査によるドイツ鋳物工場の事例について紹介する。なお、ドイツはデュアルシステムやマイスター制度という独自の人材育成システムを有するため、鋳物工場で働くワーカーや鋳造マイスター育成までのプロセスについても紹介している。

1. ドイツの鋳鉄鋳物業の動向

ドイツの鉄系鋳物工場の数は減り続けているが、日本同様に2002年以降はほぼ横ばいで推移している。単純に比較はできないが、直近におけるドイツの鋳鉄鋳物の工場数は日本の約4分の1となっている。

図表 17 ドイツの鉄系鋳物工場数の推移

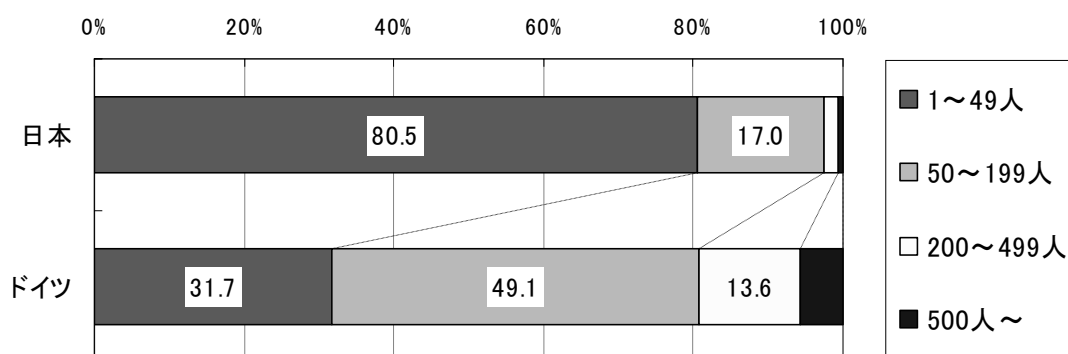


(出所) 2003年までは連邦統計局、2004年以降はドイツ鋳物協会

⁹ ドイツもわが国同様に鋳鉄鋳物、鋳鋼、可鍛鋳鉄と分かれているが、これらを合算した「鉄系鋳物」として統計が取られているケースが多いため、ここでは鋳鉄鋳物だけではなく、鉄系鋳物全体の動向がわかるよう鋳鋼、可鍛鋳鉄も併せて取り上げている。
なお、ドイツでは連邦統計局が鋳物に関する統計報告を2003年までで打ち切ったため、データの継続性を確保するために、ドイツ鋳物協会が連邦統計局に代わって、2004年から統計報告の作成を引き受けることになったという経緯がある。

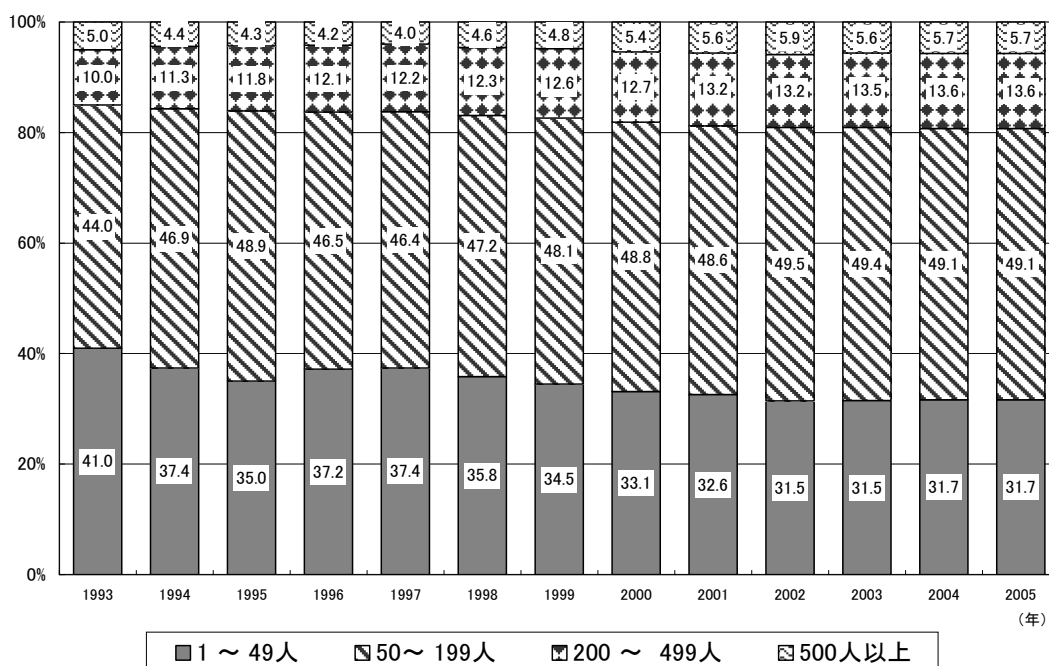
図表 7 にみるように、日独では銑鉄鋳物の生産量に大きな乖離がない。にもかかわらず、工場数で 4 倍違うということは事業規模にかなりの格差があることを示唆している。実際、日独の鉄系鋳物工場（可鍛鋳鉄や鋳鋼品も含む）を従業員規模別にみると、日本は 50 人未満の事業所が 8 割を占めているのに対し、ドイツでは約 3 割にすぎない。時系列でみると、従業員規模 1～49 人の割合が年々低下し、反対に 50～199 人、200～499 人の割合が上昇しており、ドイツ鋳物工業において中規模化が進んでいることがわかる。

図表 18 日独鉄系鋳物工場の企業規模の比較（2004 年）



（出所）日本は経済産業省「工業統計表 産業編」、ドイツはドイツ鋳物協会

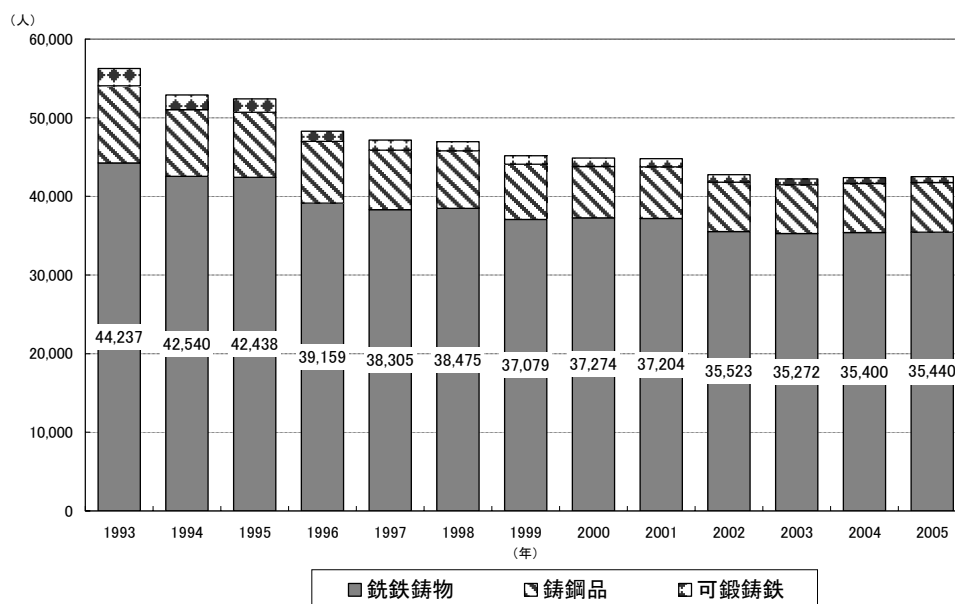
図表 19 ドイツの鉄系鋳物工場の企業規模の推移



（出所）2003 年までは連邦統計局、2004 年以降はドイツ鋳物協会

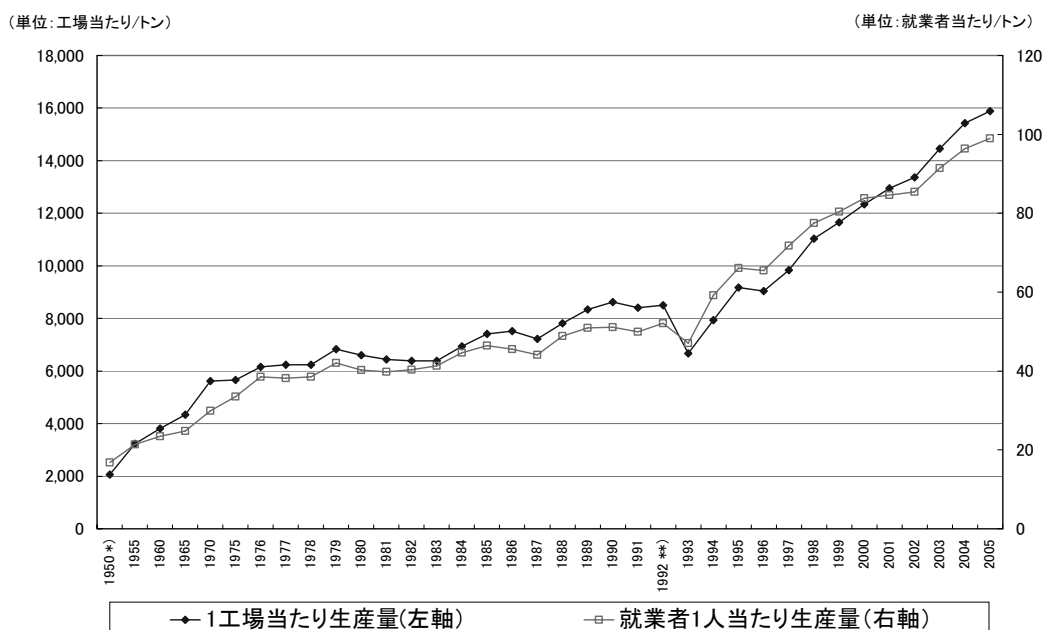
ドイツの銑鉄鋳物の従業員数は減り続けていたが、こちらも日本同様、2002 年以降は横ばいで推移している。前述したように工場数は日本の 4 分の 1 ほどであるが、従業員総数では日本よりも約 1 万人多い。また、ドイツは東西統合の影響で、一時的に 1 企業当たり及び 1 従業員当たりの生産量が大きく落ち込んだものの、その後は急激に生産性を伸ばしている。

図表 20 ドイツの鉄系鋳物工場の就業者数の推移



(出所) 2003 年までは連邦統計局、2004 年以降はドイツ鋳物協会

図表 21 ドイツの工場および就業者当たりの生産量



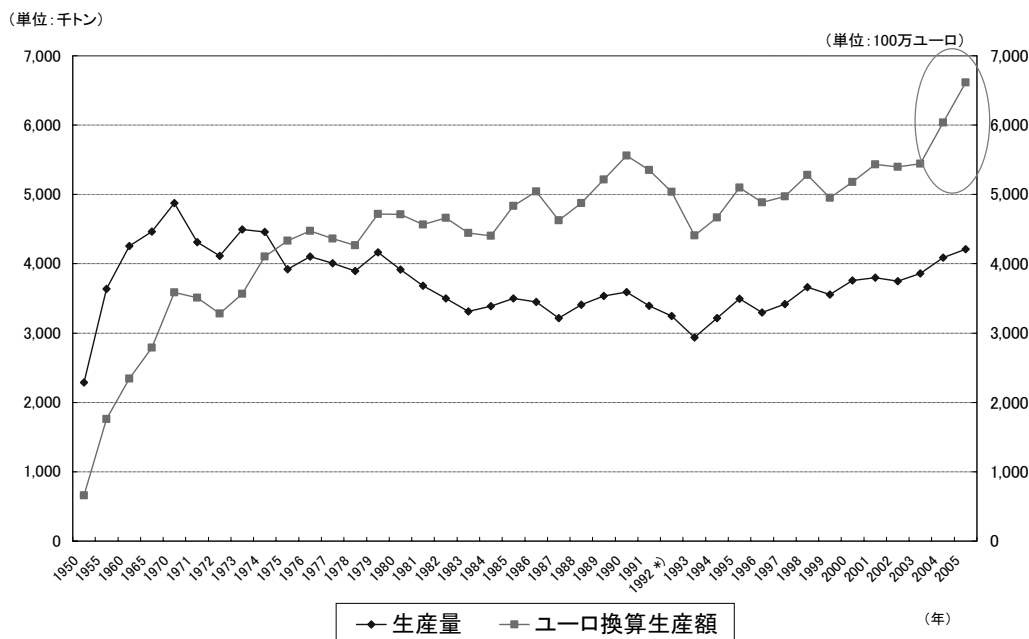
(出所) 2003 年までは連邦統計局、2004 年以降はドイツ鋳物協会

(注) 2002 年までは年平均値、2003 年からは終値。また 1992 年までは西ドイツの統計

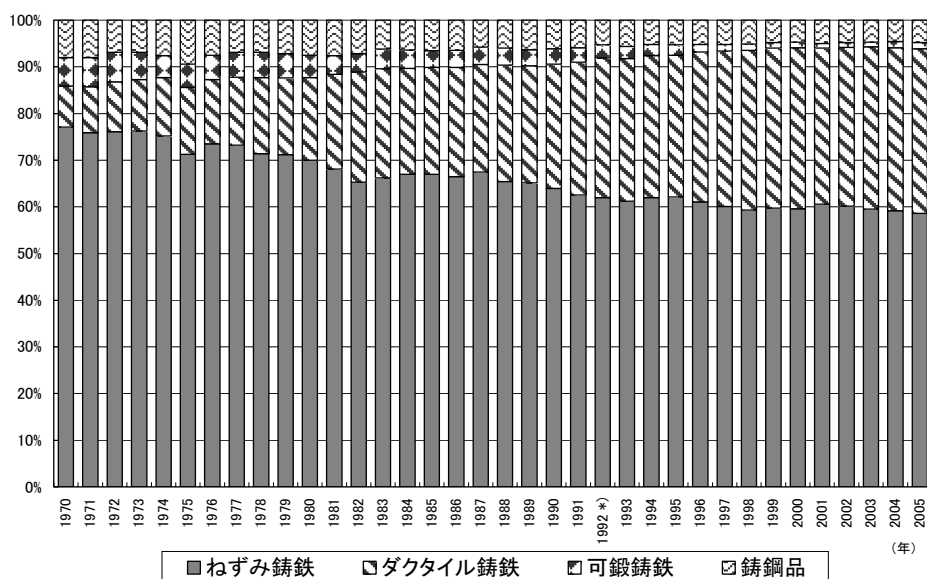
ドイツの鉄系鋳物の生産量とユーロ換算生産額の推移をみると、特に 2003 年から 2005 年にかけて生産量の増加に比して生産額が大きく伸びている様子がわかる。ドイツの鉄系鋳物業界が規模拡大だけでなく、高付加価値製品にシフトさせながら生産性を高めている様子がうかがえる。

なお、材質による内訳をみると、年々ダクタイル鋳物の比率が高まっている。ただし、2005 年時点で銑鉄鋳物の生産量に占めるダクタイルの比率はドイツが 37.6%、日本は 35.3%と大きな違いはない。

図表 22 ドイツの鉄系鋳物の生産量とユーロ換算生産額の推移



図表 23 ドイツの鉄系鋳物の材質別にみた内訳の推移

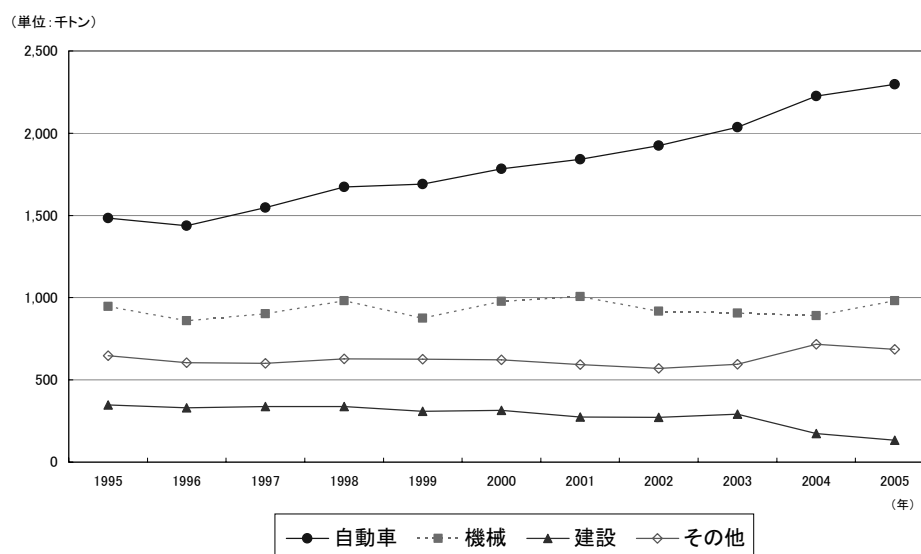


(出所) 2003 年までは連邦統計局、2004 年以降はドイツ鋳物協会

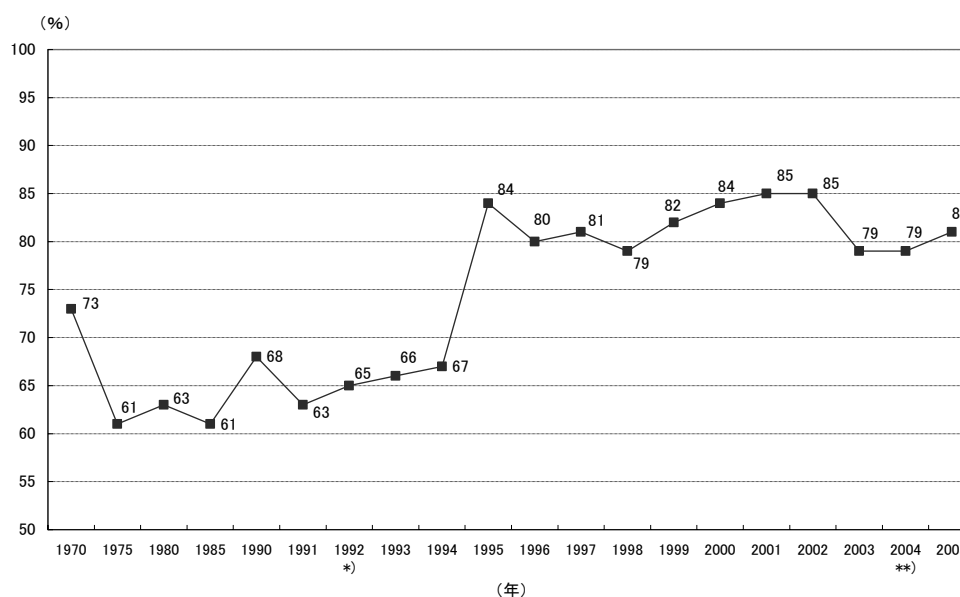
(注) 1992 年までは西ドイツの統計

ドイツの鉄系鋳物の用途別内訳をみると、機械向けが横ばい、建設向けが減少している中で、自動車向けが伸びている。また、外国からの注文に占める EU（欧州連合）15 ヶ国の割合の推移をみると、1995 年以降、ほぼ一貫して EU 市場向けが 8 割を超えていることがわかる。1992 年にマーストリヒト条約が調印され、翌年に正式に発足した EU は、1994 年に欧州経済領域（EEA）を成立させている。欧州の市場統合がドイツの鋳物業界にも大きなビジネスチャンスをもたらしたと考えられる。

図表 24 鉄系鋳物の用途別にみた内訳の推移



図表 25 外国からの注文に占める EU 15 ヶ国の割合の推移



(出所) 2003 年までは連邦統計局、2004 年以降はドイツ鋳物協会

(注) 1992 年までは西ドイツの統計、2004 年からは EU25 ヶ国

2. ドイツ鋳物業界の人材育成への取り組み

「人材」や「技能」は鋳物のものづくり基盤技術の重要な要素であり、また、「人材マネジメント」「技能承継」は鋳物のものづくり基盤技術を生かした戦略的経営の重要な要素となっている（図表 10 参照）。ドイツにはマイスター制度に代表される社会システムとして組み込まれた人材育成のしくみがあり、人材マネジメントや技能承継にも深く関わっていると考えられることから、ここでは 2006 年 11 月に実施したドイツでの現地調査（詳細は後述）におけるドイツ鋳物師協会（VDG）への訪問時のヒアリング記録及び資料に基づき¹⁰、ドイツの鋳造マイスターの育成システムやドイツ鋳物業界における人材育成・確保の課題や取り組みを紹介する。なお、生産現場でのマイスターの実際の配置状況や業務内容は企業事例で紹介しており、また、第IV章に総括としてとりまとめている。

（1）工業マイスターとは

マイスターには手工業マイスターと工業マイスターの2種類がある（図表 26）。前者の対象となる業種は手工業法で指定されており、開業資格を伴うなど、マイスターの地位が法律で守られている。一方、工業マイスターは工場の現場で働く管理監督者・指導者としての教育訓練を受けた職人で、一般的な鋳造マイスターはこの工業マイスターの部類に入る。

クラフツ的な要素が強い手工業マイスターとして「鐘・鉄鋳造マイスター」があるが、2003 年の手工業法の見直しにより規制対象業種からはずれ、開業資格不要の手工業種となった。したがって、現在のところ、鋳物にかかるマイスターはすべて開業資格とは関係がなくなっている。つまり、マイスターの資格がない人でも、明日から鋳物屋を開業することは可能であり、工場にマイスターが一人もいなくても法的には問題はない。

¹⁰ DGV（ドイツ鋳物協会）が企業の団体（経済団体）であるのに対し、VDG（ドイツ鋳物師協会）は鋳物師の団体で、いわゆるテクニカルなところを扱う団体である。個人でも、企業でも、団体でも会員になれる。

図表 26 鋳物にかかるマイスターの職種

工業マイスター ／鋳造	●業務内容 このマイスター資格を取得することにより技術力またマネジメント知識を兼ね備える。主な業務内容としては 製造部と管理部の間に立ち、個数、品質、コスト面を考慮し生産計画を達成することにある。鉄、軽金属、スチール、合金等の鋳造を行う鋳造企業が就職先である。工場内では溶解炉、または鋳造機の自動機の生産の監視を行い、作業者の管理、品質チェックも行う。さらにデスクワークとしては素材量の計算、生産時間の計算、班員計画、訓練計画、その他資料の作成などがあげられる。
工業マイスター ／鉄、スチール 工業	●業務内容 このマイスター資格を取得することにより技術力またマネジメント知識を兼ね備える。主な業務内容としては 製造部と管理部の間に立ち 個数、品質、コスト面を考慮し生産計画を達成することにある。 主な就職先は製鋼所であり、製鋼プロセスと作業者の管理を行い、また湯の純度などをも検査、確認する。さらにデスクワークでは素材量、生産時間の計算、班員計画、訓練計画、その他資料作成を行う。
鐘、鉄鋳造マイスター (開業資格不要 な手工業マイスター)	●業務内容 技術面またマネジメントの両方のスキルを兼ね備え、クラフトマン企業、インダストリーで働く。高度な技術を要する鉄鋳造、鐘鋳造などはマイスター自身が製造を行う。マネジメントスキルは新入社員育成の計画から実行、経営面、コスト面を考慮した日々の業務管理で発揮される。経営と技術の知識を兼ね備えているため自身で企業を経営することも可能である。 主な就職先としては鉄、スチール、軽金属、スズを材料とする 鐘、工芸品、その他鋳物を鋳造するクラフトマン企業、鋳造企業が考えられる。

(出所) ドイツ連邦雇用庁、ドイツ鋳物師協会資料を参考に作成

(2) マイスターの位置づけ

社会的位置づけ

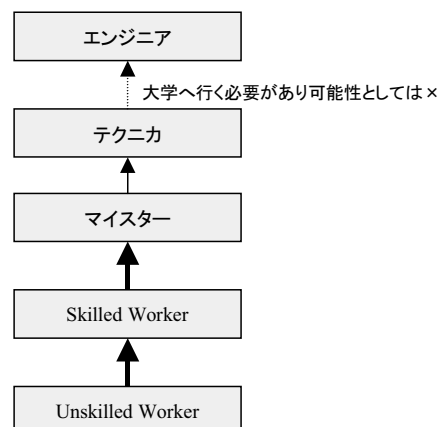
ドイツのマイスター制度には長い歴史がある。マイスターという称号は技術が優れ、かつ、マネジメント能力も高いことの証明であり、現在もなおマイスターは社会的に尊敬されている。これだけ技術革新が進む中で、ドイツのマイスター制度も何らかの見直しを余儀なくされているのではないかと思われたが、今回取材した鋳物産業における工業マイスターに関する限り、制度疲労もなく、また、社会的位置づけも変わらないとの評価であった。

会社内での位置づけ

マイスターの仕事の幅は広い。大手企業では組織が大きいので専門特化するが、中小企業ではかなり幅広い仕事を任されるケースがある。このように、マイスターが担当する仕事の範囲は企業規模で異なるが、基本的には現場でのマネジメント(**operational management**)が職務であって、一般にマイスターは現場のワーカーと経営管理者との間に立つポジションにあると見なされている。

マイスターは生産現場で働くワーカーの頂点に位置するが、社内ではエンジニアの下位の職位として位置づけられている。エンジニアの大半はギムナジウム¹¹を経て大学を卒業した人であり、マイスターとエンジニアのキャリアパスは全く異なる。そして、マイスターとエンジニアの間には「テクニカ」という職位が存在し、マイスターからテクニカへとステップアップすることは可能であるが、さらにエンジニアになるには大学へ入る必要もあって、現行のドイツの教育制度下ではほとんど不可能に近いという。特に、大手企業は各ポジションについての資格要件が明確に定められている場合が多く、中小企業ではまれにマイスターが工場長などになるケースがあるものの、通常はマイスターが工場長や管理職になるケースはめったにない。

図表 27 会社の中でのマイスター、エンジニアの位置づけ



(出所) ヒアリング調査より三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)作成

¹¹ 大学入学を目指す子供が通う中高一貫教育（9年制）

会社横断的にみた位置づけ

マイスター育成のカリキュラムは幅広い領域をカバーしているため、基本的にはどの会社にも通用する資格となっている。ただし、スチールを扱う企業で働いていたマイスターがアルミ鑄造の会社へ移り、すぐに対応するのは実際には難しい。普通の鑄造会社とダイカスト専門の鑄造会社との間でも勝手は違う。しかし、基本的にはマイスターとはどの会社にも通用する能力・スキルを備えていると見なされている。

マイスターの処遇

マイスターと準マイスター（マイスター一歩手前の職人）とは平均的に約 15% の給与格差があると言われている。ただし、あくまでも平均的な数字であって、実際にはケースバイケースの処遇となっている。長い間同じ会社で働き続けてマイスターになる人もいれば、転職で外部の企業からやってくるマイスターもあり、生え抜きと転職組では処遇が若干異なるケースもある。

（３）マイスターへのキャリアパス

デュアルシステムで知られるドイツの職業教育を詳しく紹介した既往文献は多いので、ここでは鑄造業界の人材育成と鑄造マイスターまでのキャリアパスに絞って、その概要を紹介する。

ドイツでは早くから将来の職業を見据えて専門分化が行われる。マイスターになるのは、「ハウプトシューレ」という義務教育後期課程終了者が多い。大学に行くことを前提としたギムナジウムに進学した人がマイスターになることはまずあり得ない。

ハウプトシューレを終えると見習いとして企業に入る。そして、ドイツのデュアルシステムにより、企業で働きながら職業訓練を積み、商工会議所の試験に合格すれば職業資格¹²（鑄造メカニック＝鑄造 **skilled worker**）を得る。ただし、職業資格を得るには 3 年半の教育を受けている必要がある。

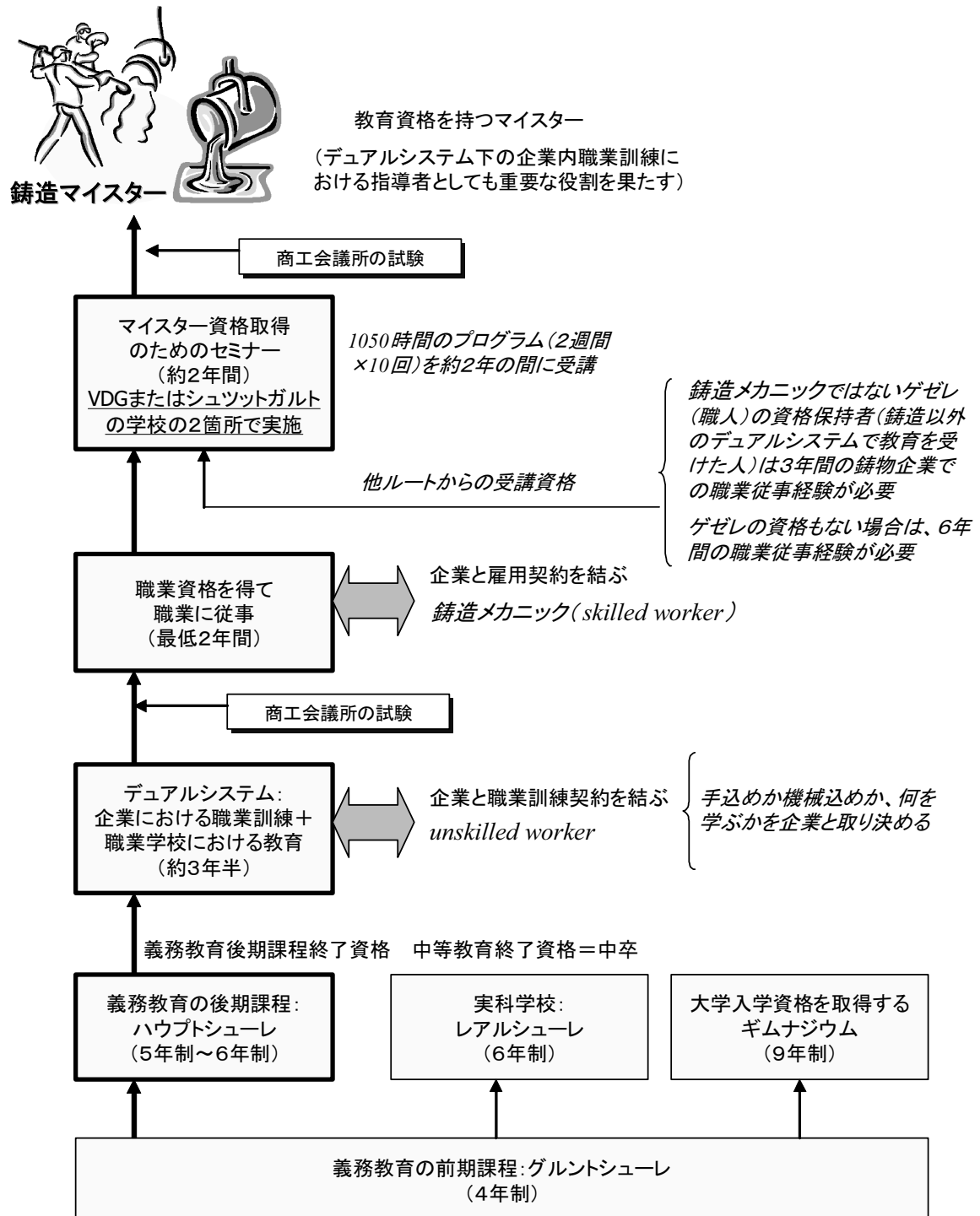
鑄造の職業資格を取得した後、さらに鑄造企業で 2 年間働けば、マイスターの資格を取得するためのセミナー（教育）に参加できる。これが一般的なマイスターへのキャリアパスである。

① 職業資格を取得するまでのデュアルシステム

一般に、職業学校へ行く人は「ハウプトシューレ」終了者（義務教育後期課程終了者）か、または「リアルシューレ」卒業者（中等教育終了資格保持者）が多い。最初の 2 年間は、週 2 日を教育施設（職業学校：ベラーフスシューレ）で学び、週 3 日は企業で働く。教育と現場（企業）の比率は約 2 : 3 である。3 年目になると、週 1 日のみ教育施設で学ぶようになる。これが鑄造業界におけるデュアルシステム（職業学校と企業内教育による二元的な教育訓練）の概要である。

¹² 手工業マイスターの場合は「ゲゼレ（職人）」と呼ばれるが、鑄造マイスターのような工業マイスターの場合は「ゲゼレ」とは呼ばず、鑄造 **skilled worker** と呼ばれることが多い。ヒアリング調査では「鑄造メカニック」と呼ぶケースもあった。本レポートでは、鑄造メカニックという表現を採用する。

図表 28 鑄造マイスターになる人の一般的な教育ルートとキャリアパス¹³



(出所) ドイツ鑄物協会ヒアリング結果より作成

¹³ あくまでも鑄造マイスター育成までの概念図に過ぎず、ドイツの職業教育システムを厳密に図化したものではない。また、厳密には、訓練期間などを含むシステムは州や職業により多少の違いがある。

デュアルシステムの下では、職業学校で理論を学び、職業訓練契約を結んでいる企業で実技を身に付ける。職業訓練契約の中で、給料をいくらもらうといった取り決めをしている。ただし、デュアルシステムにおける職業学校は国営なので授業料は不要である。

新卒で入ってきた見習いを雇いながら勉強をさせるのであるから、戦力にならないうちは企業にコスト負担がかかる。国から補助が出るわけでもない。しかし、デュアルシステムのメリットは、今まで学校の世界しか知らなかった若者が、現場のことを覚え学びつつ、さらに勉強を続けることができるという点にあり、企業もワーカーが幅広い能力を身につけられるというメリットを認めている。職業学校で教えるカリキュラムはドイツ連邦経済・労働省が決めている。特定の職業に特化することなくカリキュラムが組まれており、こうした内容を個々の企業で教えるのは無理であり、職業学校で学ぶということはワーカーの質の維持にもつながっていく。

企業と職業訓練契約を結ぶ際、そこで自分は何を学ぶかを見習いは決めることになっている。鋳造であれば、「ハンドモールディング（手込め）」を学ぶのか、「マシンモールディング（機械込め）」を学ぶのかを決める。そして、以後は取り決めた職種に係わることしか学べなくなる。しかし、勤務している会社がハンドモールディングからマシンモールディングへシフトする可能性もあるため、VDGとしてはもう少しフレキシビリティを持たせるよう、働きかけを行っているという。

職業学校にはいろいろな科目があり、たとえば、「鋳造メカニック系」も「型メカニック系」も1年目は同じカリキュラムを学ぶが、2年目からはそれぞれの職業に合わせて受講するカリキュラムが分かれていく。

図表 29 鋳造技術を学ぶことができる主な職種

職 種	内 容
チル鋳造、ダイカスト鋳造の鋳造メカニック	ダイカスト、チル鋳造で生産する技術を学ぶ。
ハンドモールディングの鋳造メカニック	主に砂型またはハンドフォーミングで鋳造製品を鉄、スチールまたは鉄以外のものから小ロット、一品物で製造する技術を学ぶ。
マシンモールディングの鋳造メカニック	全自動の鋳造機械で鉄、スチール、他の鉄類を使い生産する技術、ノウハウを学ぶ。
鐘と鉄の鋳造師／重点を工芸と鐘におく	鐘と工芸品の鋳造を主とする。型製作、湯の準備、鋳造と鋳物の加工までを学ぶ。
鐘と鉄の鋳造師／鉄鋳造	様々な鉄、合金から鋳物を作る。型製作、湯の準備、鋳造と製品の加工までを学ぶ。
鐘と鉄の鋳造師／スズ鋳造	スズ、その他の鉄から鋳造技術を使い工芸品、鋳物品を作る。型製作、湯の準備、鋳造と製品の加工までを学ぶ。
型製作を行う型メカニック	主に型製作に必要なパターンを作る技術を学ぶ。

（出所）ドイツ連邦雇用庁、ドイツ鋳物師協会資料を参考に作成

図表 30 は工業用鑄造メカニクである「ハンドモーディングの鑄造メカニク」「マシンモーディングの鑄造メカニク」の訓練カリキュラムを紹介している。前述したように、工業用の鑄造メカニクにはハンドモーディング鑄造メカニクとマシンモーディング鑄造メカニクの2つの資格が存在し、その訓練カリキュラムは基礎知識を学ぶ1年目と2年目は全く同じであるが、3年目からは各資格の専門分野へと重点が置かれ、部分的にカリキュラムが異なっている。

② 工業マイスター資格取得のためのセミナー

鑄造にかかる工業マイスター向けのセミナーは鑄造の職業資格を持つ人（鑄造メカニク）を対象として実施されており、教育期間は約2年間となっている。ただし、職業資格を取得してから、最低2年間は鑄造工場で働いた実務経験が必要とされている。また、鑄造の職業資格がなくても、長い間、鑄造企業で働いていたという証明があればマイスター育成のセミナーに参加することは可能である（ゲゼレなど鑄造以外の職業資格の場合は3年間、職業資格そのものがない人は6年間の実務経験を必要とする）。マイスターとは、しかるべき経験を積んだ人になるべきものという考え方があるので、現場での経験を重視する条件がついている。つまり、マイスターにとって重要なのはあくまでも企業での経験であって、アカデミックなノウハウよりも現場でのノウハウがより重視されている。

VDG（ドイツ鑄物師協会）にマイスターの資格を学びに来る人は、企業内でもマネジメントスキルを持つ人、高い技術や技能を持つ人が多い。社内で部下を持っていたり、マネジメントの仕事に就いていたり、既にマイスターに準じるような業務に就いており、企業から派遣されて資格を取りに来る人が大半である。企業が派遣する場合、その教育費は企業が全て負担しており、国からの補助は一切ない。

ドイツには、鑄造マイスター育成セミナーを提供している団体は2つしかない。1つがデュッセルドルフにあるVDGで、もう1つはシュツットガルトにある鑄造マイスターになるための学校である。鑄造マイスターを目指す場合は、どちらかの団体で学び、最終的に商工会議所が実施する試験に合格すれば、晴れてマイスターの資格を得ることができる。VDGまたはシュツットガルトの学校へ行かなくてもマイスターの試験を受けることはできるが、まず、合格できないということである。なお、シュツットガルトの学校は国の援助を受けているが、VDGには国の援助はないので、企業が全ての授業料を負担する必要がある（必ずしも企業が受講費を負担するとは限らないが、一般的にはマイスターが勤務している企業が負担するケースが多い）。

図表 30 鋳造メカニクになるための訓練カリキュラム
 ーハンドモーoldingとマシンモーolding鋳造メカニク育成カリキュラムー
 「企業での職業訓練」と「職業訓練学校での職業訓練」による「デュアルシステム」

	企業での職業訓練の内容	職業訓練学校での職業訓練内容
全ての職業訓練期間に学ぶ内容	・職業訓練、労働法、関税法 ・訓練先企業の組織 ・安全と労働災害防止の基礎知識 ・環境保護の基礎知識	・職業に関連する知識と一般教育
1年目／2年目 【共通】	・技術資料の読み方、活用方法と作成 ・マテリアル、支援材料の識別、分類と取り扱い ・生産工程の計画と管理 ・品質確認、切り出し、マーキング ・ツール、ワークピースの活用方法とメンテナンス ・ツールの調整方法、クランプ方法 ・ワークピースの自動切削、手動切削 ・切断、可塑性化、結合化 ・フォーミング、溶解、鋳造の基礎技術 ・溶接、熱切断 ・型鋳造、金型鋳造 ・鋳造システムのオペレーティング ・鋳物の鋳造 ・化学プロセスのコントロール ・溶解、溶湯保持 ・鉄素材の基礎知識、熱処理 ・素材の品質確認	・製造方法と品質管理の基礎知識 ・鋳造素材の基礎知識 ・製造に必要な機械、支援機械の基礎知識 ・機械の制御技術、情報技術の基礎知識 ・電気工学の基礎知識 ・テクニカルコミュニケーションの基礎知識 ・溶接、熱切断 ・フォーミング、溶解、鋳造、鋳造後の処理の基礎知識 ・各種製造方法（フォーミングツール、鋳造用ツールの基礎知識も含む） ・鉄素材の基礎知識 ・化学プロセス、環境の基礎知識
2年目で中間テスト		
ハンド モーolding	・1年目、2年目で学んだ内容をさらに深める ・鋳造材料を型、中子に活用 ・手作りの型製作 ・中子の製作 ・加工機を活用した型製作 ・鋳造 ・鋳造品質検査、問題発掘とその対策方法 ・情報処理、製造管理、物流、保管、確保 ・メンテナンス、品質管理	・型、中子の鋳造素材とその品質管理 ・型製作、中子製作、鋳造 ・メンテナンス ・工程管理、物流、保管 ・品質管理
3年目 マシン モーolding	・1年目、2年目で学んだ内容をさらに深める ・油圧、空圧回路の作成、確認（付属する制御と電気部品を含む） ・鋳造素材を型、中子に活用 ・手作りの型製作 ・加工機による型製作（大型加工機の使用も含む） ・機械での中子製作 ・生産ラインの操作、調整 ・鋳造品質検査、問題発掘とその対策方法 ・情報処理、製造管理、物流、保管、確保 ・メンテナンス、品質管理	・型、中子の鋳造素材とその品質管理 ・測定、制御、調整 ・メンテナンス ・型製造と中子製造 ・工程管理、物流、保管 ・品質管理
3年目に卒業試験		

（出所）ドイツ連邦雇用庁資料を参考に作成

(4) 工業マイスター育成カリキュラム

VDG(ドイツ鋳物師協会)では約50年間にわたり、マイスター教育を手がけている。新しい技術に常に目を向けているので、カリキュラムは適宜見直しを行っている。たとえば、1954年に480時間であったカリキュラムは、現在では1,035時間にも増えている。

カリキュラムは物理的な分野、化学的な分野、組織論、管理スキルといった4つの区分に分かれている。このカテゴリーは過去50年間大きく変わっていないが、4つの区分それぞれのカリキュラムの内容が少しずつ変化してきている。重点化されてきたのは、①鋳造(製造)技術、②型設計、③熱処理技術、④機械(設備)自体のノウハウで、そのほか、ERPといった業務管理システムなどのコンピュータ関係のカリキュラムも取り入れている(約20時間)。また、コストと法律にかかるカリキュラムは200時間あまりも増えている。コストを念頭に置いた生産活動、法令遵守(コンプライアンス)を念頭に置いた生産活動が重要になってきたことの表れとのことである。

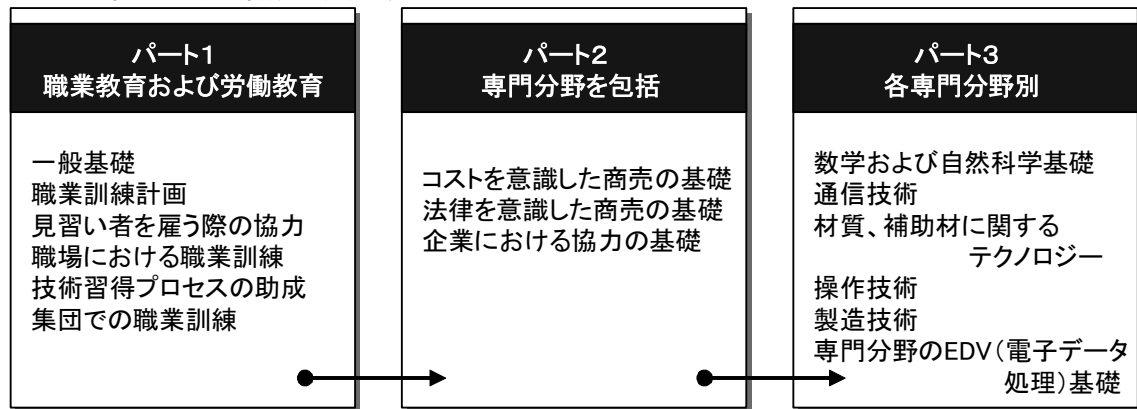
新旧マイスターの間での技術的なギャップが発生しないよう、VDGでは適宜セミナーを実施して足りない部分を補うようにしている。しかし、新しくマイスターの資格を取得した人の方が最新のカリキュラムで学んでいるので、古くに資格を取得したマイスターより常に優れているというものではないという。長年、マイスターとして働いてきた人はコミュニケーション能力が高く、人間関係にも長けている。これもマイスターの重要な要件であり、そこは年長者なりのメリットがあるという。

また、マイスターは技術をマスターすれば良いというわけではない。マイスターの資格を持つということは、人に教えることを意味しており、マイスターにとって教育を行うことも重要なミッションとなる。そのため、VDGのカリキュラムも「教育」に重点を置いたものとなっている。

マイスターのカリキュラムは10ブロックに分かれている。1ブロックは2週間で構成されているので、10ブロックで140日間の講習となる。また、カリキュラムはパート1～パート3の3段階に分かれている。パート1～パート2にかけてはどのマイスターも共通して受講する部分であって、パート1では「教育をどう行うか」、パート2では「コスト(経営)、法律等」を学ぶ。そしてパート3の段階になって、工業マイスター(鋳造)、工業マイスター(鉄・スチール)ごとにカリキュラムの内容が分かれていく。

図表 31 工業マイスター育成カリキュラム

■ 工業マイスター育成カリキュラム



■ 試験

マイスター育成カリキュラムの受講者は、工業マイスター資格試験を受けることができる。3部から構成されているカリキュラムに合わせて、試験は3回に分けて行われ、工業マイスター試験、専門分野鋳物の試験実施に関する法規制に則り、ドゥイスブルク商工会議所が実施する。試験に合格した者は商工会議所から成績証明書およびマイスター検定審査合格証並びにドイツ鋳物師協会(VDG)の証明書を受け取る。

■ 工業マイスター育成カリキュラムを受講するために必要な基礎知識(個人の知識レベルを把握するためにVDGはテストの実施を要求できる)

数学

- ・真分数、仮分数、小数への書き換えおよびその逆
- ・分数の足し算、引き算、掛け算および割り算
- ・三数法、一般問題、百分算
- ・計測単位の書き換え、長さ、面積、体積および重量の大小の単位、簡単な方程式計算
- ・ピタゴラスの定理、
- ・長さ、面積、体積計算
- ・図面あるいは指示に従い、固体、液体の重量計算

物理

物体の一般特性、状態および填充法、重量および密度
 物質の構造、凝集力、固体性、膨張、硬度、
 エネルギー論: 力と反力、力の平行四辺形および力の分解、てこの法則、力、働き、効率

化学

物質の合成(原子と分子)、元素(構成分子)および化学記号、化合物、混合物、元素の分類(金属と非金属)、一般に使われる物質の簡単な化合物

製図

幾何学的基本構造
 技術図面の基本要素と基準、例: 線の種類、線の太さ、尺度、寸法、表面記号、いろいろな面、斜角から物体を描く、簡単な断面図

(資料) ドイツ鋳物師協会

(5) 鑄造業界の人材育成・確保

① 若手人材やエンジニアに鑄造業界をアピール

鑄造業界はワーカー、エンジニア、マネジャーと全ての分野で人材が不足しており、様々な雇用問題を抱えている。特に、若手人材の不足を懸念しており、そのため VDG（ドイツ鑄物師協会）としては中学、高校、大学生へのアピールを重視した取り組みを行っている。たとえば、ワーカー向けの職業メッセには中高生がやってくるので、業界としてブースを出し、3次元シミュレーションを見せるなどして「いまや鑄造はハイテク産業であり、クリーンな業界ですよ」と PR を行い、3K イメージの払拭に努めているという。

ハウプトシュレを出た後、1年間ほど技術専門学校へ通う学生もいる。ここには技術に興味のある学生が集まるので、その学校へ出向いて鑄造技術を紹介したり、鑄造品がどのようなところに使われたりしているかを説明する取り組みも行っている。鑄造企業のビデオ撮影を行い、授業で使ってもらえるように1つの授業になるように編集する等、映像資料も製作している。

エンジニアの確保のためには、専門学校へ出向いて工作機械を専攻している学生を対象に講師を務め、そこで鑄造カリキュラムを紹介するといった試みも行っている。ドイツには工作機械のエンジニアは多いので、ここをターゲットに鑄造業界をアピールしている。

② エンジニアを対象とした教育セミナー

VDG では鑄物の教育プログラムをアーヘン工科大学やフライブルク大学と共同で開発している。これは鑄造業で働く人向けに用意した教育セミナーであるが、鑄造業界以外で働く人も受講でき、広くエンジニア全般を対象に実施している。このセミナーを受講した人には、VDG として修了証を発行している。

実際にこうしたセミナーを受講しに来るのは、鑄造メーカーで既に数年勤務した経験者が多いということであるが、VDG としては鑄造企業に入ったばかりの、まだ鑄造技術者とは言えないレベルの人を対象に教育を行うことにむしろ意欲的である。工作機械専門のエンジニアに対して鑄造技術を教えるセミナーも開催しており、他分野のエンジニアに対して鑄造技術を教えることも VDG の重要な事業になっている。つまり、VDG は鑄物の経験者や専門家を対象とするばかりではなく、鑄造ノウハウを持たない新卒の技術者や他分野のエンジニアを対象に積極的に教育を行うことで、鑄造業界の人材の厚みを増すとともに、業界の裾野を広げようとしている。

図表 32 ドイツ鋳物師協会が提供している鋳造にかかるセミナー（2007 前半プログラム）
一部抜粋して紹介

機械による中子の製作 コールドボックス法、シェルモールド法、無機粘結剤を使った方法など主な方法の特徴および応用分野、中子砂の配合、ガス処理および硬化技術 - 機械および設備 - プロセスの自動化 - 品質保証-作業安全性および環境保護 - 技術的、経済的評価指標

粘土系粘結剤を配合した普通鋳型を作るための砂の配合および砂の扱いに関する基礎と実践 製造に従事する者およびその他の技術専門家のためのセミナー。鋳型材 - 鋳型の製造方法 - 鋳型材の圧縮 - 鋳型材の配合 - 鋳型材の検査および品質保証 - 再利用する鋳型用材料の扱い方 - 鋳型用材料によって発生する鋳物欠陥 - 鋳物残留砂の回避方法および利用

上手に指導する コミュニケーションの基礎 - リーダーシップのとり方、リーダーシップのスタイル - モチベーションを高めるのはリーダーの役目 - モチベーションを持たせるための方法 - モチベーションを持たせる手段として相手を認めることとそして批判すること - 目標を持って指導する、共通の目標を持つ - 従業員の話し合いをリードする - 争いごとの扱い方

鋳物技術の基礎 生産部門の従業員および管理並びに販売の従業員、鋳物産業および利用者のための研修 - 鋳物の製造 - 鋳物材質 - 金属の溶解、鋳型および中子の製造方法 - 鋳造方法 - 粗鋳物の仕上げ - 品質保証 - 作業安全性および環境保護 - 鋳物部品開発 - 実演

合成樹脂粘結剤を使った特殊鋳型による鋳物の製造 鋳型および中子を作るための自硬化方式 - 自硬樹脂について - 樹脂を使った自硬性鋳型のための機械および設備 - 使用材、危険成分および射出 - 合成粘結剤を使った鋳型における再生傾向 - 残余産物を減らす - 再利用 - 鋳型材および鋳型によって発生する鋳物欠陥

造型 製造従業員およびその他の技術的専門職向けセミナー。鋳型種類および鋳型の選択 - 鋳型の製造方法：生砂型鋳造法、自硬砂型鋳造法 - 工程基準 - 機械込め、圧縮技術、品質保証 - 作業安全性 - 砂の配合

鋳造所における品質管理 既存する品質管理システムの概要とその利用を検証 - 以前の ISO 9000 との比較 - 新しい ISO/TS 16949 - 法的観点および責任問題 - ISO 9000:2000 および ISO 14000 に実際に変更した者の体験談

鋳造技術の基礎 製造に携わる従業員および管理と販売に携わる従業員、鋳物産業およびその使用者向けのセミナー - 鋳物の製造 - 鋳物の材料 - 金属の溶解 - 鋳型および中子の製造方法 - 鋳造方法 - 生型の後処理 - 品質保証 - 作業場および環境保護 - 鋳物部品開発 - 実演

完成品のチェックと品質保証 製造に携わる従業員およびその他の技術専門家鋳物産業および鋳造の応用者向けのセミナー - 品質および品質保証 - 材料の検査 - 計量道具の検査 - 鋳造部品の検査 - 検査データの分析および工程管理 - 効率的な製造および組織機構

鑄造所における作業場の安全性および環境の保護 環境マネジメントシステム - 振動と揺れ (原因と防止) - 事故防止規定 - EU の新しい化学物質政策 REACH について - 河川 および火災の予防措置 - 空気浄化のための技術

中子造型 製造に携わる従業員およびその他の技術専門家向けセミナー。中子の型用砂の配合 - 中子の製造方法 - 冷硬化法 - 熱硬化法 - ガス硬化法 - 機械と設備 - 表面仕上げ - 再生 - 品質保証 - 作業安全性 - メンテナンスと維持

鑄銑と生型の後処理 製造に携わる従業員およびその他の技術専門家向けセミナー。鑄物部品製造入門 - 型ばらしと再利用できる材料の選別 - 砂落とし - 研磨そしてかどを削る - 熱処理 - 下塗り、色の吹き付けと表面仕上げ - 作業安全性と環境保護 - 効率的な製造

軽金属鑄物の鑄造技術の基本 製造に携わる従業員および管理・販売従業員、鑄物産業およびその使用者向けセミナー。鑄物部品の製造の基本 - 鑄造用材料 - 金属の溶解 - 鑄型と中子製造方法 - 生型の後処理 - 鑄物部品の開発 - 品質保証 - 実演

鑄鉄における溶解作業 製造に携わる従業員およびその他の技術専門家向けセミナー。鑄物部品製造入門 - 鑄造材料と冶金 - キュボラと電気炉 - 溶解のプロセス - 溶解処理 - 監視と品質保証、作業安全性と環境保護 - 維持、作業組織、費用

熱分析による溶解の品質管理、品質保証と材料の最適化 - 冶金と装置技術的基礎 - 冷却曲線の評価 - その他の方法のポテンシャル - 実演および実験 - ディスカッションと意見交換

鑄鉄材料の金属組織学の実践 入門 - サンプルの準備 - 腐食方法 - 顕微鏡検査 - GJL,GJS,GJV の接合部 - 鑄物欠陥の金属組織学上の検査 - 自動図解析 - 問題ケースに関するディスカッション - 実演

鑄鋼と球状黒鉛鑄鉄における堰と鑄込み技術 堰と鑄込み技術の基礎と事例 - 冶金と鑄造技術 - 溶湯のろ過 - 鑄込み量の計算 - 硬化プロセスのシミュレーション

精密鑄造のテクノロジー - 基礎のしっかりした知識に根ざしたイノベーション
鑄型用ワックス - ワックスの再生と老朽 - インジェクション法 - ワックス模型を製作するための装備 - 精密鑄造品に印をつけデータを収集 - セラミックシェルの粘結方法 - コーティングと乾燥 - 溶解と鑄造 - 磁気制御による注湯

粘土系結合剤鑄型による鑄物製造 開発の現状 - 粘土系結合剤鑄型材の品質と検査 - 鑄型材の循環 - 鑄型材の圧縮における技術 - 鑄型用機械と設備 - 意見交換

上手に指導する コミュニケーションの基本 - 指導のしかた - 指導のスタイル - モチベーションを持たせるのは指導者の責務 - モチベーションを持たせるための見方と方法 - モチベーションの手段として認めることと批判すること - ビジョンと目標を持って指導する - 従業員の話し合いをリードする - 争いごとの扱い方

(資料) ドイツ鑄物師協会

3. ドイツ現地調査におけるヒアリング先一覧

ドイツ鋳物工場の実態を把握するため、2006年11月にドイツでの現地調査を実施した。ヒアリング調査の訪問先の選定に当たっては日本で訪問した鋳物工場との対比が可能となるように事業領域（用途）、生産ロット、造型法などに配慮しつつ、社団法人日本鋳造協会とドイツ鋳物協会（DGV）の全面的な協力を得て、技術や経営面で特徴的な鋳物工場を訪問することができた。ドイツにおけるヒアリング調査も、国内同様に社長を含む経営責任者に対して面談を申し入れ、①生産品目や取引先を含む事業概要、②鋳物のものづくり基盤技術に対する考え方、③他社に対する強み、④人材育成とマネジメント、⑤今後の事業展望について話をうかがうと同時に、実際に生産現場である工場の視察も実施した。

なお、業界団体としては、既述のとおりマイスター制度を中心とするドイツの人材育成システムの詳細を把握するためにドイツ鋳物師協会（VDG）を訪問し、近年のドイツ鋳物業界全体の動向を把握するためにドイツ鋳物協会も訪問した。

図表 33 ドイツ現地調査先一覧

■ 鋳物工場

企業名	事業領域（主な用途）	生産ロット	造型法／型
M. Busch GmbH & Co. KG	ブレーキドラム、ブレーキディスク、弾み車、商用車部品、等	量産	機械込め、ごく一部手込め ／金型
CLAAS GUSS GmbH	エンジン類、ディーゼルエンジン、農機具、工作機械、印刷機、油圧器具、ポンプ、コンプレッサー等	多品種少量	機械込め、手込め ／主に樹脂型
Josef Schonlau Maschinenfabrik und Eisengießerei GmbH Co. KG	ミッションケース、エンジンパーツ、工作機械部品、ポンプ、コンプレッサー、列車用パーツ等	中ロット 多品種少量	機械込め、手込め ／木型、樹脂型
SCHMOLZ + BICKENBACH Verbund Thyssen Umformtechnik + Guss GmbH Stahlwerk Carp + Hones Vereins	鋳業用機器、ポンプ、コンプレッサー部品、ローラー、タービン	多品種少量	機械込め、手込め ／金型、樹脂型
Jürgens Gießerei GmbH & Co. KG	工作機械部品、測定器部品	中ロット 多品種少量	機械込め、手込め ／木型、樹脂型
Eisengießerei Hans Dhonau	射出成形機、ハウジング、エンジン部品、繊維機械部品、その他の工作機械部品	多品種少量	手込め ／木型

■ 団体

団体名	組織概要
Deutscher Gießereiverband	ドイツ鋳物協会：鉄系鋳物の企業からなる経済団体で、日本の（社）日本鋳造協会に該当する団体。
Verein Deutscher Giessereifachleute Deutscher Gießereiverband	ドイツ鋳物師協会：個人、企業、団体でも会員になれる、主に技術的な内容を扱う組織

（出所）ヒアリング内容から三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング㈱作成

4. ドイツ鋳物メーカーのヒアリング事例

ここではドイツでヒアリングを実施した企業の事例を紹介する。

M. Busch GmbH & Co. KG の特徴

トレーラーおよびセミトレーラーのための車軸やギヤシステムを生産する大手メーカー、BPW の資本傘下にあり、選択と集中を進めた結果、現在は商用車向けのブレーキディスクやブレーキドラムに特化した生産を行っている。

近年、より薄物を生産できるブレーキディスク専用ラインを新設し、砂の使用量を抑えるなど生産性向上に常に取り組む。同社では「鋳造部」と「加工部」が別部門となっており、それぞれが独立採算で利益を出す体制となっている。

左：ブレーキディスク、右：ブレーキドラム

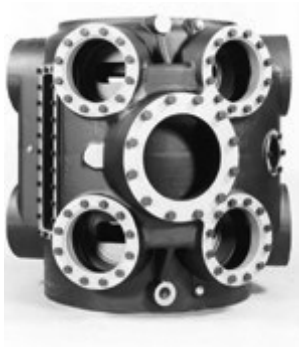
下：シャトルシステムという欧州では唯一のタイプのキュポラと同社の製品



CLAAS GUSS GmbH の特徴

4つの生産工場から成り立つ研究開発型の鋳物メーカーで、特定の顧客に取引を集中させず、幅広い顧客との取引を心がけ、複雑形状鋳物を中心に約5,000品目もの鋳造品を製造している。また、顧客のあらゆるニーズに応えるコンサルティング能力に強みを持ち、顧客のニーズにソリューションを提供する「テーラード・キャスティング」を目指している。IT技術を設計、製造プロセスプランニング、プロトタイピング、シミュレーション等に積極的に活用している。

ピストンコンプレッサー用
シリンダー（手込め）



巻上げシステム（機械込め）



液圧プレスドライブ用ポンプ



変速機



Josef Schonlau Maschinenfabrik und Eisengießerei GmbH Co. KG の特徴

近年、M&A が活発化したドイツ鋳物業界において、1904 年の創業以来、同じオーナー一族による経営が続いている会社で、主に工作機械・農機具のエンジン周りのパーツや、鉄道向けのブレーキディスクや連結器を生産している。特徴的な製品として、豚小屋パレット用に使われる鋳物を専用機を使って生産し、自社ブランドで欧州のほか米国へも輸出している。

今回訪問した企業の中では典型的なドイツの中小鋳物工場に相当し、社長は従業員とのコミュニケーションを重視し、情報もオープンにするなど、日本の中小企業経営にみられる特徴も有している。

建設業向け装置



強化ポンプ



列車用パーツ



SCHMOLZ + BICKENBACH Verbund Thyssen Umformtechnik + Guss GmbH Stahlwerk Carp + Hones Vereins の特徴

Carp + Hones Vereins という元は独立系の中小鋳物メーカーであったが、幾度の M&A を経て、現在はステンレスの長物に関して世界をリードする SCHMOLZ + BICKENBACH という大型鋳物工場の鉄鋼事業部の子会社となっている。

機械産業を主なユーザーとするが、溶解炉の摩耗品、船等の大型のポンプやプロペラ、原子力や水力発電などの摩耗品、ガスタービン向けの供給など、大物 1 点鋳物も多数手がけている。スチール関連では素材の研究開発に強みを持ち、約 320 種類にわたる素材を扱い、素材に関する独自のラボも持つ。

ウォータージェット インペラー



大型ポンプ



ウォータータービン



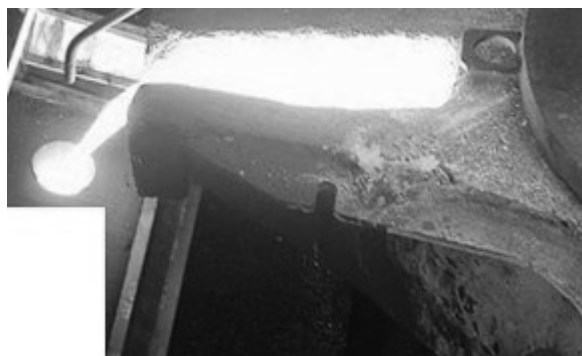
Jürgens Gießerei GmbH & Co. KG の特徴

工作機械メーカーを起源とし、自社製工作機械の部品の内製を担っていた鋳物工場が母体となっており、その後本格的に鋳造品の外販をはじめ鋳物業界に参入した会社である。射出成形機メーカーが主なユーザーであり、ハウジングやシャフト、インペラーなど幅広いパーツを扱っている。素材を重視し、合金化に関するノウハウに強みを持つ。毎年のように設備投資を行い、工場内に10年を経過した設備は1台もない。日本の設備メーカーにも独自仕様の設備を発注している。同社は「すぐに組み付けられる鋳造品」をモットーに、加工まで手がけることで付加価値を高めており、鋳造品全体の3割は「加工品」として出荷している。

中子の製作風景



注湯作業



機械加工風景



Eisengießerei Hans Dhonau の特徴

ドイツ最大手の鋳物工場で工場長を務めていた Dhonau 氏が経営する鋳物工場で、欧州のオンリーワンともいえるべき高い技術力と品質を兼ね備えた鋳物づくりに定評があり、「材料も人も安値買いはしない」というこだわりのある手詰め鋳物に徹している。鋳物の精度を保ち、かつ、生産効率の高い工場を実現するため、鋳造工場の数倍もの面積の木型や枠のストックスペースを整備している。射出成形機メーカーが主なユーザーであり、ドイツ国外からの引き合いも多い。

注湯作業（上段）と、生産性を考慮して十分なスペースを確保した木型倉庫（下段）



M. Busch GmbH & Co. KG	http://www.m-busch.de/
設立：1830 年 従業員数：500 名	住所：Ruhrstraße 1 59909 Bestwig
事業内容：商用車のブレーキディスクやブレーキドラム	

事業概要

■大手自動車部品メーカーの傘下に

当社はもともと鍛造を手がけており、そこから鋳物へと進出した会社である。BPW（1960 年代から、トレーラーおよびセミトレーラーのための車軸や連続したギヤシステムを生産する欧州の大手メーカー（従業員数は約 3,500 人）の資本傘下に入り子会社となった。従業員は約 500 人（加工部門も含む）。現在、3 直体制で工場を回している。

BPW の資本が入り始めたのは 1960 年代からのことであり、BPW の出資比率は 57% で、残りの 43% は BPW の株主が出資している。親会社である BPW 向けの売上比率は 50% 以下であり、それ以外はほぼ商用車関係のメーカーに販売している。

なお、当社で生産する鋳造品の 8 割は機械加工されている。

■自動化への設備投資は積極的に推進

この数年間、BPW に頼ることなく、全て自前で設備投資を進めてきた。ロボットも要所に導入し、徹底した自動化・効率化を図っている。工場の自動化が進んでも、生産高が伸びているのでレイオフはしておらず、人手を必要とする部署に再配置するなどして対応している。

キュボラは 2 台あり、シャトルシステムという欧州では唯一のタイプである。あるエンジニアリング会社の提案を受けて導入したもので、片方をメンテナンスしている間にもう片方がスライドして取り付けられるというタイプ。工程プロセスの安定化を図れるというメリットがある。

当社では大半が機械込めであるが、量の少ないものは手込め生産でも対応している。昨年、より薄物を生産できるブレーキディスク専用ラインを新設した。この新しい成型ラインの導入により、砂の使用量を大幅に減少させることが可能となった。

■組織体制－鋳造部門と機械加工部門は独立採算性

社長直轄部門として「環境」と「安全」部門を置いている。現在、「鋳造」と「加工」は別部門となっている。かつては一本化していたが、部門を分けることでそれぞれがプロフィットセンターであるとの位置づけを明確化した。毎月、各部署で利益率を計算しており、「鋳造」「加工」それぞれが独立採算で利益を出すことが求められている。このほか「品質保証」「購買」「総務・IT」といった部門がある。

■ゼロエミッション含む環境対策は重視

工場が住宅地に近いこともあり、ゼロエミッション（リデュース、リユース、リサイクルという 3R の徹底によって実現）、水質、毒物、省エネ、ゴミ対策には常に取り組んでいる

鋳物のものづくり基盤技術とは

■全工程でノウハウが必要とされる

方案、コアづくり、鋳造、溶解など全ての工程が重要であり、全ての工程でノウハウが必要となる。鋳物は全体がかみ合わなければ良い物ができない。中でも、造型の工程は非常に重要で、この工程には 14 名の職人がいて、2 人のマイスターが就いている。いくら模型が良くても数ミリ単位の調整を必要とする場合があり、ここにはマイスターなどが現場で蓄積した経験やノウハウが必要となる。

3 次元 CAD を使って型を設計するところは内製しているが、型づくりそのものはすべて外注している。

■素材の質へのこだわり

溶解炉では 1 日に 400 トンのスクラップと 25～30 トンのコークスを使う。スクラップはなるべく限られたメーカーから購入し、スクラップの出所をしっかりと把握するようにしている。スクラップの

出所をきちんと把握することが質のよいスクラップの調達につながる。

また、炭素を縦型に配列する事により素材の特性を引っぱり強度、熱特性、硬度等の面でコントロールするといった事も行っている。

当社の競争優位

■選択と集中を進め生産品目を特化

かつてはいろいろな製品を手がけていたが、同業他社に勝つためにはコア製品へ経営資源を集中させなければという判断の下、利益を生まない製品は排除してきた。その結果、商用車のブレーキディスクやブレーキドラムなどの足回り品で回転するものに特化することとなった。親会社である BPW が商用車の足回りを手がけていたことも影響している。そのほか、製品としては自転車の回転部分のパーツなども手がけている。商品の特徴として、常に回転する部品を手がけている。

当社が手がける製品種の特徴としては定型で量が安定しているということがあげられる。人件費の安い国と競争しなければならず、得意とする製品を絞り込み、高い品質の製品を提供できるようにしなければ、グローバル競争に勝てない。当社が手がけるラインナップにはない商品の打診があっても、断ることもある。得意領域に特化することで、競争優位を増している。

人材育成とマネジメント

■マイスターは生え抜きであることが望ましい

当社の工場長はアーヘン工科大学で機械工学を勉強した人物で、エンジニアである。ただし、彼は工場長と販売営業責任者を兼務している。過半数は親会社の BPW 以外のところに販売しているので、営業販売もトップの重要なミッションである。

鑄造部門の従業員は約 300 人で、うち、管理職は 26 人。この管理職の中にマイスターやテクニカが含まれている。工場長の下には製造部門長が配属されており、製造部門長の下に「溶解」、それぞれの「鑄造ライン」や「中子製造ライン」「型」「保全」な

どの重要な部門があり、それぞれの長とその下に就く直リーダーは全員がマイスターまたはマイスターに準じた資格保持者である。ただし、製造部門長は大卒のエンジニアである。大卒には物事をシステマティックな構造の中で考える能力を要求し、マイスターには現場で生かせる知識を豊富にもつことを要求している。マイスターやマイスターに準じる資格保持者は、ほぼ全員が長年この会社に勤めている生え抜きである。鑄物会社には、それぞれの会社が長年培ってきたノウハウがあり、各会社の文化やカルチャーといった違いもあるので、マイスターは生え抜きであることが望ましい。

■マイスターは技術革新への対応も必要

マイスターはどの工場でも通用するような幅広いベースとなるノウハウを習得しているが、当社の場合、生産工程ごとに特別なノウハウも必要となるので、必要な都度セミナー等にマイスターを派遣して勉強してもらっている。ただし、技術革新のスピードも速く、高齢のマイスターが新しい技術についていけなくなる傾向も認められる。特に、若い人の方が IT を中心とする新しい技術の習得スピードが早く、マイスターよりも能力が高く見えてしまうこともある。そうしたマイスターは製造現場が中心とはいえ、PC の前に座って全体を管理する業務も必要とされており、IT と全く無縁というわけではない（ただし、3次元 CAD の操作は設計開発の範疇になるので、マイスターの能力に必要とはされない）。

■新卒からマイスターまでのキャリアパス

マイスターの資格を取得するまでには3～5年の実務経験が必要となる。まずは実務経験を積み、その後、マイスターの学校へ行くことを本人が望めば行かせることになる。マイスターには全ワーカーがなるわけではなく、また、皆がなれるものでもない。マイスターの教育を受ける人は1割以下とかなり低い。

まず、中卒などではじめて企業に入ってくる新規採用のワーカー（unskilled worker）に対しては3年間の教育を施している。1年目は工場で全く働く

ことなく、主に学校のようなところに通い、2～3年目は主に職場で教育を行い、教育資格保持者であるマイスターの下で学ぶ。なお、当社では製造、溶解、鑄造ライン、型といった部門の長や直リーダーは、全員が教育資格保持者である。

1年目に通う学校は、様々な企業が共同出資してつくった教育機関である。複数の企業が共同出資して学校を設けるケースはドイツでは珍しいことではない。しかし、シーメンス、ダイムラー・クライスラーなどの大手企業になると、1年間で教育しなければならない人数が多いので、それぞれが固有の学校を設けている。

■マイスターには管理能力も問われている

マイスターという資格をとることで終わりというものではない。マイスターは常にノウハウを学び、マネジメント能力に長けている必要がある。ただ、残念なことにマネジメント能力に欠けるマイスターが多く、技術（ノウハウ）とマネジメント能力を兼ね備えたマイスターを育てることは難しい。マネジメント能力（管理能力）とは、問題点に対する分析能力、つまり問題に対してシステムティックに対応する能力であり、人のマネジメントである。マイスターを育成する中でここが弱点になっているという認識が強まり、最近のマイスター育成カリキュラムの中にもマネジメントについて学ぶ科目を取り入れるようになっている。

今後の課題（含む商慣行）や目指すべき方向

■素材費の高騰は価格転嫁が可能

原材料の値上がりはほとんど問題ではない。材料が高くなった場合の対処を盛り込んだ契約を顧客とは取り交わしている。ドイツ鑄物協会（DGV）が公表する素材価格のデータ表があり、これは欧州全体でオーソライズされている。このデータは3ヶ月ごとに見直しがされており、ダイムラー・クライスラーのような大手企業になると、このDGVの価格データに合わせて自動的に原材料費を調整してくれる。

個々のお客さんにより多少の違いはあるが、大半

のユーザー企業はDGVの価格データを受け入れてくれており、大半のドイツの鑄物メーカーはこのようなやり方をしている。したがって、鑄物メーカーが素材費の高騰を背負い込むというリスクはない。一方、電気代などのエネルギーコストの上昇はかなり問題である。

■重量取引が基本

重量取引が基本である。顧客はカイゼンして軽量化させ、なおかつ、価格を下げるよう要求してくる。特に、自動車メーカーはコストに厳しく、原価割れするような価格提示をしてくる。新しい製造ラインを入れるなどして効率生産で安くつくことを目指すしかない。当社は鑄造＋加工費という形で取引を働きかけているが、なかなか受けて入れてもらうのは難しい。

CLAAS GUSS GmbH	http://www.claasguss.de/	
設立：1890 年	従業員数：440 名	住所：Am Stadtholz 52 33609 Bielefeld
事業内容：自動車、農業機械器具等を幅広く手がける研究開発型企業		

事業概要

■特定の顧客に依存しない体制

社員は 440 名で、昨年度（実績ベース）の生産量は 36,000 トン、売上高は 6,800 万ユーロ。自動車関係が 15%、農業機械器具関係が 17%。幅広い顧客と取引しており、1 社あたりの販売額が全売上高の 5%を超えないように注意している。常に新しいビジネスを開拓し、特定の顧客に依存しない体制をとっている。

■経営分析に基づく課題解決型ビジネスの展開

人件費等によりドイツは高コストで戦わざるを得ない状況にある。そのため、ドイツ鋳物協会との共同分析により、コスト、品質等々の 23 のファクターを取り出して、自らのポジションがどこにあるかを分析している。ドイツ鋳物業界の位置づけや、その中での自社のポジションを客観的に把握することは重要である。

こうした分析に基づきながら、当社は技術力をバックグラウンドに顧客と密接なコミュニケーションを図り、多様な顧客ニーズに対してさまざまな製品を提案しソリューションを提供する課題解決型のソリューションビジネスを展開している。具体的には、①新しいマーケットの開拓、②顧客との長期的な信頼関係の構築、③顧客とのコミュニケーションを高める、を 3 本柱としてこの 15 年間取り組んできた。売上高も年率 5%上昇している。

■特徴的な 4 生産拠点の連携

当社はドイツ国内に 4 つの生産拠点を持ち、各生産拠点には「支配人」が配置されている。各生産拠点には製造、品質保証、技術開発という 3 つの部署があり、一定のベンチマークを持って各生産拠点の比較を行っている。

拠点ごとに生産可能な品目は異なるが、販売は一元化しており、販売営業部というセクションがお客

様の要望をまとめて引き受けている。具体的には、販売営業部が受注を受け、それに我が社の提案をどう結びつけていくかを考える。お客様との話し合いの中で、どの生産拠点から提供するのがベストかを考える。顧客満足度を重視するので、最終的にはお客にとって一番条件の良いところで生産する。

生産拠点間で技術・品質レベルの差はない。1 つのアイデアや新製品を手がける場合、どの生産拠点に任せるとベストかを検討し、そこからスタートする。そして、最初に手がけた生産拠点で結果を出してから、それを他の生産拠点でも展開していく。

■「支配人」は原則として技術者

当社のボードメンバーは経営担当と技術担当に分かれている。各生産拠点の「支配人」は、現在、1 人を除いて全員が技術者上がりである。我々は技術提案型企業であって、常にリーディングカンパニーである必要がある。したがって、技術が分かる「支配人」であることが重要であるが、最終的には経営的に成り立たせなければならないので、経営が分かることももちろん重要である。

■積極的な環境対策

当社はドイツの鋳物企業の中で初期に環境レポートを出した会社である。ISO14001 も取得に向けた準備を進めている。すでに 20 年間、環境対策に取り組んでおり、全ての廃棄物は、どういう形であれリサイクルをするようにしている。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■コンサルティング能力こそものづくり力

設計 (Design) → 素材 (Material) → 鋳造ライン (Casting Process) の 3 つの工程でコンサルティングを実施し、この 3 つの要素を織り交ぜてテラーサービスを提供している。それぞれの 3 つの工程

には各部門の責任者を置いている。

様々な鋳鉄を使った鋳造に対するコンサルティング機能を備えており、顧客からの質問や要望に常に対応できるようにしている。たとえば船用のインジェクションの部分では、お客との密接な係わりの中で製品開発を行っている。どうやれば最も高いコストパフォーマンスを上げることができるか、ここをお客とは常に話し合っている。農機具の場合は形状を変えたり、溶接していた部分を鋳造に置き換えるような提案を行っている。

エンジンプロックの組み付け部分も、かつては7個のパーツを溶接して作り、重量も 25.7kg あったものを、当社が1つの鋳造品でつくる提案を行い、重量も 17.7kg まで軽量化することができた。軽量化することで顧客はコストダウンすることができる。また、1つの鋳造部品としてつくるので強度も増す。

■素材対応力、IT を活用した品質管理

ねずみ鋳鉄、ダクタイル鋳鉄、ADI(Austempered Ductile Iron)など幅広い素材に対応しており、特に今後はADIが伸びるとみている。

設計、3次元CAD、製造プロセスプランニング、プロトタイピング、シミュレーション等にはIT技術を積極的に活用している。そのほか、IT技術を使った品質管理（強度、硬度、スペクトル解析、超音波、3次元測定、熱分析等）なども行っている。

■型はノウハウ承継を目的に3割ほど内製

当社では機械込めのラインと手込めのラインを使い分けている。基本的には汎用設備を使っており、社内で独自に機械（設備）の開発を行うことはない。かつて、メーカーと機械の開発を相談したことがあるが上手くいかなかったという経験がある。

型は外注を基本としつつも3割ほど内製している。型を一部内製しているのはノウハウ承継の目的もある。外注を活用するのは、フレキシビリティ確保が狙いである。当社では主に樹脂型を扱っている（当社は中子も樹脂型である）。

当社の競争優位

■技術力に裏打ちされた課題解決提案力

複雑形状モノを得意とし、約 5,000 品目を製造しており、年間 500 個の新しい品目を鋳造している。これが当社の特徴といえる。大半は鋳鉄鋳物である。

当社は顧客に何らかの価値を提供することをモットーとしており、1つの顧客にもバラエティに富む製品を納品している。そして鋳造後の後加工も手がけており、熱処理、塗装設備なども保有している。Make life easy for the customer!を目指している。

■先端技術を次々と転用

自動車関係の利益率は低いが、常に最先端の技術を手がけるので、自動車で培ったノウハウを他の事業に展開することも可能である。実際、自動車で培ったノウハウを工作機械業界に適用したこともある。そのほか、当社は7～8社に対してコンプレッサーのハウジングを提供しているが、ここで培ったノウハウを水関係のポンプ事業に展開した事例もある。そして、ポンプで培ったノウハウは、油圧や空圧関係の事業へと展開している。多品目を手がけているので、先端技術を応用できる余地が大きい。ここが当社の成功の秘訣でもある。

人材育成とマネジメント

■教育体制は自社内でも整備

約 440 人の従業員の内訳は、①エンジニアとテクニシャン（マイスターもここに含まれる）45 人、②スキルドワーカー200 人、③パターン（型）メーカー20 人、④品質管理 30 人、⑤研究開発チームのエンジニア 5 人、⑥残りは教育中の unskilled worker や徒弟職人（全体の約3割）。当社は自社内で教育のスペシャリストを抱えており、従業員教育は自社内のセミナーなどでも実施している。

また、4つの生産拠点ごとにジョブローテーションを実施しており、必要に応じて生産拠点間でのジョブローテーションを行うこともある。特に、エンジニアは若いうちからジョブローテーションの中に取り込んで育成しており、金型設計のように現場ノウハウが重要となる部門ではエンジニアが現場のノウハウも学べるよう教育している。そのほか、各

生産拠点のマネジャーは定期的に集まって勉強会を開いている。

■マイスターは生え拔きが基本で管理能力を重視

マイスターの大半は生え拔きである。会社の skilled worker の中から会社が選んで教育を受けさせている。ただし、skilled worker からいきなり工業マイスターのポジションに就くわけではなく、少しずつ自分の担当範囲やスキルを広めていく。会社としてはもう少しマイスターの数が欲しいと考えているが、ワーカー全員がマイスターを志向するわけではない。外部から採用したマイスターもごく少数いるが、会社の方針や理念を理解してもらうことは大変で時間がかかる。

マイスターはどちらかというと管理職のポジションになり、製造のポジションの中では一番のキーパーソンとなる人材である。したがって、当社ではマイスターを製造の部長職のポジションに配置している。できるだけジョブローテーションで育成し、他部署へ行かせることで問題解決能力を養うようにしている。マイスターは1つの工程のスペシャリストであってはならず、どの工程でも通用するスペシャリストとしての能力を身につけて欲しい。

マイスターにはまずテクニカルなノウハウを求める。ここが一番重要である。ただし、技術的なところはマイスターに占めるパーツの中で難しい要素ではない。皆、そこそこのテクニカルなノウハウは習得していく。課題は管理職としての能力であり、人を管理したり問題解決をするところの能力である。問題が発生したら対策を講じ、対策を決めたらそれを遂行して進捗管理することが求められる。こうした管理能力を持たせる方が難しい。

今後の課題（含む商慣行）や目指すべき方向

■テーラード・キャストイング

当社は技術で勝負する会社であって、湯の流し込み屋ではないとの自負を持っている。お客に要望されたものに対するソリューションを提供するのが我々のミッションであり、我々はお客のニーズに

あったソリューションを提供するスペシャリストであり続けたい。新しいマーケットに進出し受注を拡大するためにとられた戦略として、2003 年から「テーラード・キャストイング」という言葉を用いるようになった。このような戦略を遂行するには、鋳物を使って、世の中でどのような事が行われているのか、鋳物でどのようなソリューションを提供することができるのかを常に考えている。そして、そのためにもしっかりと技術的なバックグラウンドが必要である。

■顧客とは Win-Win の関係を構築

ここ数年、形状が複雑化する傾向にあり、薄肉化も進んでいる。しかし、キロ単価の取引価格はこの数年変化していない。重量取引の問題には生産性向上で対応するしかない。重量取引の中、軽量化やコストダウンに貢献しても完全に技術的な貢献分が反映された価格とはならないが、それは顧客との長期的な関係の中で捉えるようにしている。当社では低コストで良品質の鋳物を顧客に提供すれば、顧客の製品が売れるため、当社の受注も増えると考えている。顧客と Win-Win の関係が構築できればそれでよい。

Josef Schonlau Maschinenfabrik und Eisengießerei GmbH Co. KG

<http://www.schonlau-werke.de/industrieguss/index.html>

設立：1904 年 従業員数：155 名 住所：Ernst-von-Bayern-Straße 22 59590 Geseke

事業内容：工作機械や農業機械のエンジン周りのパーツ、鉄道向けのブレーキディスクや連結器等

事業概要

■顧客は分散、特定の業界に特化させない

1904 年に設立以来、オーナー経営が続いている企業である。鋳物の年間生産量は 9,700 トン。売上高は年間 2,000 万ユーロ。従業員は 155 名。

営業の基本的な考え方は、工業と農業（農機具等）に対して製品を提供していくこと（自動車業界は価格も品質も厳しいので、敢えて参入しない戦略をとっている）。工作機械関係では射出成形機のパーツやエンジン周りのパーツを生産している。鉄道関係ではドイツ鉄道向けのブレーキディスクや列車の連結器等を生産している。そして、お客様を多様化するというのが会社の戦略であり、現在のお客は 250 社ほどで、1 つの業界に対して売上高が 10% を超えないように注意している。特定の企業に偏重することを避けるというよりも、特定の業界・業種に偏重することを避けるようにしている。

■環境対応は重視

当社は住宅街に立地しているので、一般の鋳造工場よりも法律で縛られているところがある。ダスト処理やフィルタを使った臭いの処理など、環境問題にはとても積極的に取り組んでいる。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■合金化のノウハウなど素材を重視

技術で一番重視しているのは「素材」である。素材は原材料調合のノウハウが一番のポイントである。元の素材をどう使うかという合金化のノウハウを重視しており、高くても良質な原材料を調達し、各鋳造工程ではスペクトル分析を行って狙いどおりの結晶が出来ているかをチェックしている。

■全ての工程が噛み合うことが重要

方案も重要であるが、鋳造ではどのような砂が使

われているのかなどの現場の事を知ること重要であるし、型がどのような使われ方をするかを知ること必要である。中子は作る段階で難しさがあり、型に入れ込む段階での難しさがある。下型と上型を合わせた時のズレの調整などは中子が大きくなるほど難しさが増す。中子の押し込み方一つとっても微妙なものがある（強く中子を入れ過ぎても駄目、そっと置くだけでも駄目）。全ての組み合わせが噛み合わなければならない。

■型屋の特徴で使い分け

当社が型をつくる場合は、型代は別途お客からいただく。実際に型を製造するのは外注先であり、当社は全量を外注している。ロットに応じて木型と樹脂型を使い分けているが、主流は木型である。

ドイツに木型屋はたくさん存在するが、大半は社員 5～20 人ほどの中小企業である。現在、近隣 10 キロ圏内の 10 社の木型屋と取引があるが、うち 5 社とは継続的な取引を行っている。小さい会社の中には 3 次元 CAD などへの IT 対応ができていないところもある。しかし、小さい型屋はそれなりに安く素早く型をつくることのできるといった特徴があり、目的に応じて使い分けをしている。

当社の競争優位

■すべての素材に対応し、小～中ロット生産に特化

当社の特徴（強み）を総括すると、①小～中ロットで、②複雑形状鋳物を扱い、さらに③ほぼ全ての鋳造に使われる鉄素材を提供できるというところ。大ロット生産も可能であるが、小～中ロット生産に集中特化しており、最も量が出る品物でも 5,000 個／年くらいである。

様々なロットや目的に応じてきめ細かい対応ができるよう、当社は汎用機として①自動鋳造機（5～200kg に対応）、②セミオート鋳造機＜鋳枠を使わ

ないタイプ> (100~700kg に対応)、③手動鑄造機 (4 トンまで対応可能)、特注の設備として④専門機 (自社ブランド品専用の鑄造ライン) といった4つの鑄造設備を備えている。

素材についても顧客ニーズの高い幅広い素材に対応可能である。ほぼ、すべての鑄造用金属を扱っているが、ねずみ鑄鉄、ダクタイル鑄鉄、ADI を主に取り扱っている。最近ではスチールの代わりにADIを使う顧客が増えているので、なるべくADIにシフトするようにしている。

■原価計算を徹底し、赤字受注をしない経営分析力

最近はお客から電子メールで3次元CADデータが送られてくるので、即座に原価計算をしている部署に転送し、ペーパーレスで仕事を進めている。

当社では製品ごとに原価計算をしている。お客が「こういうものを鑄造してくれないか」と持ちかけてくると、どれくらいのロット (数量) を購入するかどうかを確認し、図面をもらって、その後、1個当たりの単価を計算するコンピュータソフトに様々な情報 (商品の重さ、中子の数、鑄造や仕上げにかかる時間等) を入力する。したがって、生産途中で、当初の見積もり以上にコストがかかることが判明し、このまま生産を続けると赤字に陥ってしまうと気づいた際には、すぐにお客に相談し、値上げを交渉する。お客が受け入れてくれれば生産するし、お客が否定すればつくらない。

人材育成とマネジメント

■社員とのコミュニケーションを重視した組織改革

ものづくり基盤技術の中で「素材」の次に重視しているのが「人材マネジメント」である。経営者の交代を契機にカンパニー・カルチャーの改革に着手し、社員とのコミュニケーションやコラボレーションを重視した経営を実践しており、そのお陰で業績も上向き、利益率では「すごく良い」と評価されるランクに位置するまでになった。当社は人の入れ替わりが少なく、40~50年も長期でこの会社で働いている人が多い。それ故に、当社では人材マネジメント重視のカンパニー・カルチャーの改革が成功した

のだと考えている。

■鑄造エンジニアを確保するため専任者を投入

今は鑄造メカニックを見つけること自体が難しい。さらにそれ以前の、いわゆるハウプトシュレーを出て鑄物会社で働く人 (見習い) をつけることすら難しくなっている。ましてや、鑄造技術を学んだエンジニアを見つけることは非常に難しい。大半は鑄造屋よりも、機械屋 (工作機械メーカー等) で働こうという人が多い。

ドイツで鑄造技術を学べる大学は、アーヘン工科大学など3つの大学しかないが、この3大学の鑄造エンジニアの卒業生は毎年20~25人しかおらず、それに対してニーズは100~150人もある。当社では2名の担当者を1年間投入して、鑄造エンジニアを探したこともある。

当社では毎年2名は新規採用して一から教育している。そのほか、もう2名ほど「鑄造メカニック」の資格保有者から採用している。鑄造メカニックから採用した人は、本人にその意思があれば将来マイスターになるところまで会社としてアシストする方針である。

なお、当社はジョブローテーションは積極的に行っていない。年配の従業員がジョブローテーションで持ち場を代わったりすると、すぐに慣れずに弊害となることもある。

■工場長のキャリア

現在の工場長は当社で手込め (ハンドモールドイング) を勉強して、マイスター一歩手前くらいまで勤め上げた職人であったが、その後、10年間ほど軍隊で過ごし、軍隊を出た後、勉強をやりなおして鑄造テクニカの資格を取り、その後、当社で工場長のアシスタントを務め、現在工場長に就任したという、少し異色のキャリアである。ドイツの鑄物業者の場合、一般的には工場長は大卒や大学院卒の人が務めるケースが大半である。

■マイスターは各製造ラインのリーダー的存在

現在、当社にはマイスターが6名いる。4つの製

造ラインごとにマイスターを配置しており、それぞれがチームリーダー的な存在である。各ラインのリーダーのキャリアは、4～5年の1名の例外を除き、勤続年数 20～40 年の生え抜きである。また、マイスターの下で働くマイスターもいる。このレベルのマイスターが実際には一番仕事をするキーパーソンである。

マイスターは製造現場に張り付く必要はない。彼らは給料も高いし、もっとマネジメント的な事してもらおう。マイスターは製造ラインで定型の仕事を行っているのではなく、次の仕事の段取り、工場長との連携、仕入・外注先との連絡などの業務も行っている。当社のハンドモールドィングの生産量は過去3年間で倍増したが、ハンドモールドィングは技術的にも難しく、生産量が伸びる中で品質も上げなければならない。たくさんの鋳物職人をマイスターはまとめていく役割を担っている。今後、2直体制にして、それぞれのラインにマイスターを配置したいと考えている。

■不良対策はエンジニアとマイスターが協議

毎日、13 時になると工場内の所定場所に工場長、品質保証の責任者、そして各鋳造機担当のマイスターが集まって不良品会議を開き、その日に発生した不良品を陳列し、皆で原因究明や対策について討議している。問題点はコンピュータに入力し、必要があればお客と連絡して話し合うことになっている。

今後の課題（商慣行を含む）や目指すべき方向

■顧客は価格だけではなく、技術や品質も重視

顧客がまず「この製品をつくりたい」と商談を持ち込み、当社を含む複数社から見積もりを出させる。その見積価格を比較しながら、顧客は発注先を決定する。継続的に取引がある顧客とは個別に契約をはっきりと取り交わしているわけではなく、今年中に発注すればキロいくら、来年の発注になるとキロいくらといった交渉を行っている。一方、自動車業界は最初から「キロいくらで作れないか」と一方的に価格を提示してくる。

顧客が発注先を決める場合、価格だけで決めないことも増えている。必ずしも安い価格を提示した会社が発注するとは限らず、発注先をきちんと監査して、技術力なども加味しながら決定することが増えている。品質保証、エンジニア、購買担当の3人がセットで監査に訪れ、この会社ならば技術的に問題ないので発注しようという決め方も増えている。ISO を取得しているかどうか等も判断材料となる。

■DGV が提供する経営分析データを有効活用

DGV から出されている鋳鉄の価格表は特に用いていない。素材は買った値段ありきなので、お客さんに購入価格を示して素材価格について納得してもらうようにしている。鋳物の素材費は作るものなどによってケースバイケースなので、DGV の価格そのものを採用することがベターとは思えない。

DGV から出ているデータの中でも最も役立つものは、20 社ほどのサンプリングを用いてコスト構造を明らかにしたデータである。たとえば、素材費、人件費、設備投資や償却の状況などについて 20 社分のデータを取り、その平均値を公表している。これを見て、当社は素材費が平均より高いとか、人件費が低いとかという比較が可能になる。この比較分析を通して、平均値との乖離は当社の組織構造上の違いによるものなのか、あるいはやはり劣っていて改善の余地があるのかといった分析を行っている。経営分析を行う上では大変役立つデータである。

■ドイツ鋳物業界の今後

低価格で単純な鋳物はアジア、東ヨーロッパ、南ヨーロッパへ出て行く。ドイツは複雑形状、小ロット、ショート・リードタイム（短納期）、顧客と微調整が必要なもの、顧客とコミュニケーションが必要なもの、技術的に難しいものへと特化していくことになるだろう。コストは高くつくが、技術的に高いものをつくってくれるから当社に依頼しよう、というお客を相手に商売していく必要がある。

SCHMOLZ + BICKENBACH Verbund Thyssen Umformtechnik + Guss GmbH			
Stahlwerk Carp + Hones Vereins		http://www.carp-hones.de/	
設立：1923 年	従業員数：650 名	住所：Ernst-von-Bayern-Straße 22	59590 Geseke
事業内容：工作機械などの機械産業向けを中心に、ロール、ポンプ、タービン、自動車部品など			

事業概要

■顧客主体の組織・会社経営へ

SCHMOLZ+BICKENBACH は 4 つの大きな生産拠点をもち、Carp+Hones はその生産拠点の 1 つである。Carp+Hones は実質的には独立した中堅企業クラスと見てもらった方がよい（この事業所だけの従業員数は 143 名）。

当社の前身となる企業では様々な技術革新に取り組んできた。1952 年にはインベストメント鑄造（ロストワックス法）を開始、1960 年には、セラミックスを中子や鑄型に用いる手法を開発し、きれいな鑄肌、寸法精度、複雑形状などを実現した。こうした技術力を背景に、当社は歴史的に合併を繰り返しており、2001 年に SCHMOLZ+BICKENBACH に買収され現在に至っている。

基本的には鋼鉄を重点に置いた事業を展開している。各生産拠点では、それぞれ異なるところに重点を置いた事業を展開しており、製品から扱う素材まで、まるで違う。各生産拠点間では情報交換を密に行っている。購買と投資は集中させており、材料は一カ所でまとめて一括購入しており、投資も集中して一カ所から実施するようになっていく。現在、生産拠点ごとに社長がいて、販売も独自に行っている。しかし、2007 年 1 月からは、本社に窓口を集中させ、お客様主体の経営へと変えていく。

■メインユーザーは機械メーカー

製品内訳を述べると、28%がポンプ部品、27%が工作機械（主に農業機械）、26%がロールなどの摩耗部品、9%がタービン（セラミックス手法でつくっている）、3%がコンプレッサー用のパーツなどである。2%程度であるが車の部品も取り扱っている。一番の顧客は機械メーカーで、中でもロールをつくるようなお客がメインユーザーである。配管用ポン

プなども提供しており、またガラス材を作っているような企業とも取引がある。そのほか、溶解炉の摩耗品、船等のポンプやプロペラ、原子力や水力発電などに摩耗品を販売している。ガスタービン向けの販売もある。

■法定規定値を上回る環境対策を実施

2000 年に ISO9001 を取得した。ダスト回収にも努めており、法律の規定値よりも高い基準を目標に定めている。ダストコレクターで集めた空気はまた工場内に還元しており、それほど空気はクリーンな状態に保たれている。また、工場内に空気を循環させることで光熱費をコストダウンできている。スラグにはかなりの鉄分も含まれているので分別してリサイクル業者に売っている。

鑄物のものづくり基盤技術とは

■スキルも含むトータルでの品質管理が重要

品質を一つのパラメーターで言い表すことはできない。素材（鑄鉄）も重要であるし、製造工程で使われる砂（消耗品）も重要である。一般に、100kg の鑄物をつくるのに 200kg の鑄鉄が必要と言われる。いかに効率よく鑄物をつくるかがポイントで、鑄造技術も重要である。それに加えて、人（スキル）も重要である。

■製品特性に合わせて様々な型を活用

型については外注するパートナーを数多く抱えている。図面から型をおこす型屋もいれば、3次元 CAD に対応できる型屋もいる。

1 品モノは発泡スチロールを使って、それに部分的に木型を使うなどコンビネーションしてつくこともある。セラミックス樹脂を使った型も使っている。精密鑄造では金型を使うケースもある。

当社の競争優位

■ニッチに特化し、顧客にソリューションを提供

製品開発に力を入れており、複雑形状物を得意としている。客のニーズに合った開発能力が高い点が特徴（強み）である。ヨーロッパではプラズマ手法という最先端の電気をつくる手法があるが、そこに用いる「磁気を帯びない鉄」をつくっている。こうした難しい一品モノをつくるのが当社の特徴である。

製品は1 kg～2,000kg のものまで対応できる。鑄造工場に加え、後加工を行うスペースもあり、後加工や熱処理も対応できる。製品のラインナップが多く、顧客に対してソリューションを提供することをモットーとしている。問題があってもこの企業なら何とかしてくれるという存在を目指している。

多品種、小ロットの戦略を持ち、ニッチ市場に対してアピールする会社である。ほとんど全ての鑄造ができる設備を備えていることも強みである。また、ニッチに特化していなければ、当社の今はなかった。当社は、他社が供給する以上のものを、常に供給することを目指している。フレキシビリティ、デリバリー、品質、複雑形状でどこにも負けないことである。

■素材の研究開発力に強み

2002 年に新しい溶解炉を導入し、現在 5 台の溶解炉がある。基本的には汎用の設備を購入している。当社はスチール関連が中心であるが、約 320 種類もの素材を扱っている。どの溶解炉でどのような配合素材をつくるかをあらかじめ計画しておく。こういった種類の鉄でつくるかどうかは顧客が決めるが、顧客が困っていればソリューションを提供する。そのためのラボもある。素材開発では大学とも共同研究を実施している。

狙いどおりの結晶ができているかどうかは、スペクトル解析で確認し、どの製品をどの鑄鉄でつくったかはデータとして保存し、製品出荷の際にはその分析結果を添付している。

人材育成とマネジメント

■職務構成と各職位のミッション

当社には教育レベルの高い人が入ってくる。マネジメント能力も高い。現在、溶解と素材の担当に博士号取得者が一人ずつ配置されており、その他にも 4 名の博士が働いている。

博士号取得者は作業や分析は担当しない。マネジメントスキルが問われる作業を担当する。たとえば、チームリーダーが品質に関する課題や問題を抱えている時に、その相談に乗りソリューションを提供する。また、顧客との相談に乗るなどコンサルティングも行う。

エンジニアはマネジメント的な役割も果たしているが、各部署のリーダー的位置づけにある。たとえば、精密鑄造の部署のリーダーはエンジニアである。セールスにもエンジニアがおり、こういった素材でこんなものができますよと、顧客に提案している。いわゆる、提案営業を行うことができるセールス・エンジニアである。

マイスターは、製品づくりがしっかり行われているかどうかを管理する役割を担っている。難しい一品ものをつくる際には、マイスター自らが鑄造を行う場合もある。なお、マイスターは現場のトップであるが、職位としてはエンジニアの下に位置づけられる。マイスターの下には教育を受けたワーカーが働いている。自動車用鑄物のように大量生産するところは自動化が進み、マイスターなどの鑄物師の必要性は薄れつつあるかもしれない。しかし、当社のように小ロット、複雑形状鑄物をつくる会社ではマイスターの役割は大きい。小ロットで多品種のものづくり、新しいものづくりへの対応では、マイスターの力を必要とする。当社は常に新しいものづくりを心がけているので、マイスターの存在は必要不可欠である。マイスターのノウハウは造型、一品もの、手込め、仕上工程など様々な場面で必要とされる。

■若い世代に向けた鑄造業界のイメージ刷新が課題

教育には力を入れており、特に若い時からの教育が重要であるとの認識の下、義務教育の社会見学なども受け入れている。高校生（ギムナジウム）向け

の2週間ほどの研修も、この会社で受け入れている。大学に対しても、研修が必要な科目の受入体制を整えている。

従業員教育は社内でセミナーを実施するなどして対応しているほか、ドイツ鋳物師協会と協力して一緒にやるケースもある。現在、2名のマイスター教育の支援をしており、さらに、大学へ行く資金を支援している社員も1名いる。従業員のロイヤリティも高い。

一番深刻なことは鋳造技術を学んだエンジニアの不足である。毎年、ドイツ全土で30名ほどの鋳造エンジニアが卒業するが、それに対して150名くらいの求人がある。この現状を解消するには地道な教育が必要だ。鋳造エンジニアが少ない理由として、鋳物業界のイメージが若い人に伝わっていないという問題がある。ドイツの鋳物業界は若い人に対して業界をアピールすることをしてこなかった。だから、若い人が鋳造を勉強したいというマインドを持たない。その為、当社では子供を含む若い人を工場の中に受け入れて、鋳造ってなんだろう？と知ってもらうことが大切だと考えている。25年間、やってこなかったことを今からスタートさせている。

さらに、鋳造業界の閉鎖的な体質や将来性がないというイメージが定着していることにも原因がある。ドイツの鋳造業界はスペインやイタリア、イスラエルや東南アジア、そして東欧の安い鋳物との競争に晒されており、鋳造を勉強しても将来性がないのではといった固定観念をもたれてしまっている。

今後の課題（商慣行を含む）や目指すべき方向

■素材価格変動よりもエネルギーコストが問題

鋳物業界は他業界に比べて収益率は悪い方だと思う。素材の単価の取り決めとは別途、素材費変動契約を取り交わしている。ドイツ鋳物協会の方でも素材費変動への対応に関する取り組みがなされている。現在は、原材料費の問題より、エネルギー費用のコストアップの問題の方が深刻である。業界として対応を考える必要がある。

なお、当社は重量取引ではなく、個数あたりの単

価で取引している。当社は鋳造後に加工を施しており、加工工数の多い鋳物を扱うところは1個あたりの単価で取引しているところが多い。

Jürgens Gießerei GmbH & Co. KG http:// www.juergens.net/giesserei/		
設立：1921 年	従業員数：130 名	住所：Lönstraße 15 48282 Emsdetten
事業内容：射出成形機向けを中心としたハウジングやシャフト、インペラー等のパーツ		

事業概要

■ 自社製工作機械の鋳物部品の内製からスタート

当社は典型的な中小企業である。祖父が工作機械をつくる会社を 1921 年に設立し、1946 年の第二次世界大戦後に現在の地において鋳造業に進出した（現在の経営者は創業以来 3 代目にあたる）。最初の 10 年間は自社製工作機械の部品の鋳造を行っていたが、1954 年から本格的に鋳物業界へ参入し、外販も行うようになった。現在、子会社となる工作機械メーカーに納めているのは 5 % で、残り 95 % は外販している。

■ フレキシビリティの高い経営、顧客は分散

工作機械メーカーが主たる顧客であり、中でも射出成形機向けを広く手掛けている。自動車関係の仕事はしていない。工作機械で取り扱うパーツの種類は多く、機械のエンジン部分のハウジングやシャフト、インペラーなど幅広いレンジを扱っており、顧客志向の鋳造業者として事業展開している。また、ドイツ国内＋東欧が市場となっている。

60 年代後半からはダクタイル鋳鉄に特化するとともにハンドフォーミングから、徐々にマシンフォーミングへとシフトしてきた。現在、2 つのマシンフォーミングの生産ライン（自動化ライン）があり、小～中ロットを中心に 80 種類の製品を取り扱っている。溶解炉では 3 直体制で、550 トン／日ほどの量の鉄を溶かしている。

当社の戦略は、高い柔軟性の発揮と様々な製品を短納期で納品することである。顧客の数は 200 社ほどと多く、1 社あたりの売上比率は 10 % を超えないようにしている。上位 50 件の顧客を併せても、全売上高の 75 % 程度である。今後も顧客の数は増やす方向にある。

■ 住宅地に隣接するため環境対策は重視

ここは旧工業地帯で、今は住宅区に近いこともあり環境対策には重点を置いている。粉塵対策に力を入れるとともに、有機物質を含む廃棄物処理には厳格に対処しており、定められた方法できちんと処分している。分別には留意し、なるべくリサイクルへ回るように努めている。たとえば、リサイクルをした砂が最終的に廃棄される際は、特定の業者に引きとってもらい、アスファルトとして使われたり、セメントとして使われたりしている。

鋳物のものづくり基盤技術とは

■ 品質に影響する重要工程ごとにマイスターを配置

当社の組織は「溶解」と「鋳造」に大きく分かれる。「溶解」工程は鋳物の品質が決まる工程なので、重点を置いている。特に、ダクタイル鋳鉄のノウハウは温度管理と素材管理にある。この溶解工程のほか、鋳造工程、中子をつくる工程、型部門といった品質に影響するような重要な工程にはそれぞれマイスターを配置している。マイスターはそれぞれの現場における製造リーダーという位置づけである。製造リーダーとしてのマイスターの上には、さらに彼らを管理するマイスターを置いている。鋳造工程は特に重視しており、機械込め設備等の油圧や空圧の調整といった機械的なところに配慮している。

■ 良い材料を選んでマイスターが成分を調整

良い鋳物をつくるためのポイントは全体を通してのノウハウであるが、基本は良い素材、安定した素材を使って鋳物をつくることである。ADI ならば安定した品質で鋳物を提供できる。当社は鉄スクラップを扱う材料メーカーとも密接な関わりを持っている。

溶解で一番大事なことは、やはり良い素材を使うことである。そうでなければ品質は良くならない。溶解工程に配置されたマイスターの役割はパラメー

ターの数字を見ながら合金の配合割合をきちんとコントロールすることである。成分調整が容易といわれる電炉でも、マイスターのノウハウは必要である。

顧客側も、素材に何をを使うかは分かっているが、常に当社からも提案を行っている。こんな素材を使ってはどうかといった提案である。当社ではADIを含めて、10種類程度の素材を取り扱っている。検査工程では超音波検査なども実施し品質管理に努めている。

当社の競争優位

■素材を重視し、合金化に関するノウハウを蓄積

当社は鑄造プロセスにノウハウを蓄積しているが、特に重点を置いているのは「素材」である。素材には常に着目しており、特に合金化のノウハウを蓄積している。

■タイミングを見計らった積極的な設備投資

当社はマシンフォーミングに重点を置いており、60年代始めから電炉を導入し、安定した品質の確保に努めてきた。こうしたノウハウの蓄積があるので、お客様に質の高いサービスを提供することが可能となっている。

また、当社は常に設備投資を行っている。特にこの数年間はマシンフォーミング、溶解炉、砂処理、仕上工程といったほとんど全ての工程において毎年のように設備投資を実施しており、当社の工場内には10年を経過した古い設備は1台もない。自動フォーミングの鑄造ラインは400万ユーロ（約6億円）かけて当社特別仕様でつくったものである。なお、設備投資は自己資金でまかなっている。

設備投資を行うタイミングを見計らうにはマーケットと顧客が見えていなければならない。顧客が製品を欲してから設備投資をするようではタイミングを逸している。まずはマーケットを見て、今後、こういう方向が伸びるだろうと動向を読みとって投資を行っている。当社は工作機械メーカー向けに鑄物を販売しているので、工作機械業界の発展方向を常にウォッチしている。そして、鑄造メーカーとしてどういうテクノロジーが必要かを考え、「品質」

「生産性」「信頼性」の向上にどう結びつくかを考えて、設備投資を判断している。

人材育成とマネジメント

■工場長－エンジニア－マイスターの階層構造

従業員は約130人。約3分の2はスキルドワーカーや技術者であって、うち、マイスターが12名、エンジニアが4名。エンジニアは品質保証にかかわる鑄鉄鑄物の成分分析を行ったりする専門家である。そのほか、販売や経営学を学んできた従業員が18名ほどいる。

当社は事業部制をとっており、鑄造事業部のトップである鑄造エンジニアが工場長の役割を担っている。そして、工場長の下に、品質管理のエンジニア、品質保証のエンジニア、営業販売責任者、そして製造リーダー（中子の仕上げ、鑄物の出荷まで責任をもつマイスター）などが配置されている。工場長は営業販売～顧客への納入～クレーム処理までの全ての範囲で責任を持つ。鑄造にしても、品質管理にしても、各事業部のトップは「エンジニア」である。エンジニアの下にマイスターが配置され、その下に鑄造メカニックが配置されているというドイツの鑄物工場としては典型的な職務構成になっている。

■マイスターや鑄造メカニックの育成を支援

マイスターの下には鑄造メカニックを配置しており、彼らは社内で教育している。マイスター資格取得の教育派遣も会社としてバックアップしており、この10年間だけでも6名のマイスターを育成してきている。外部から採用したマイスターも2～3名いる。外部からマイスターを採用する際には、①しっかりと技術的なノウハウを持ち合わせていること、②当社と同じような形態の会社で働いていたこと（扱う製品等）などを重視する。

当社で働いている従業員の平均年齢は非常に若い。若い人材は採用しやすく、雇用確保で問題は抱えていない。

今後の課題（商慣行を含む）や目指すべき方向

■加工まで手がけてバリューチェーンを伸ばす

現在、全体の7割は鋳物として出荷しているが、3割は加工品として機械加工まで行った後で出荷している。機械加工も手がけてパーツで納品するように、「すぐに組み付けられる鋳造品」をつくることでバリューチェーンを伸ばす方向を目指している。なお、当社では溶解した湯のうち、55～60%を製品化できている。

■重量取引にはメリットも

当社は重量取引も行っているし、個数取引も行っている。基本的には顧客次第である。キロ単価の場合は他社と比較しやすく、社内でも顧客間の比較がしやすいなど、重量取引の方が都合のよいところもある。薄肉化したとしても、50kgの製品がせいぜい48kgになる程度なので、重量取引でも特に問題は感じていない。型の保管費用のコスト負担が当社負担になるか顧客負担になるかはケースバイケースである。

なお、素材費は自社の仕入価格を通しており、ドイツ鋳物協会（DGV）が公表しているデータは採用していない。一方で、DGVのボードメンバーの一員として、他社とのコミュニケーションは積極的に図っている。

Eisengießerei Hans Dhonau	http://www.dhonau.de/	
設立：1982 年	従業員数：48 名	住所：Schonachbach 7 78098 Triberg
事業内容：射出成形機のハウジング、テーブル、ベッド、インジェクション等のパーツ		

事業概要

■最大手の鑄造会社の工場長から脱サラして開業

社長はドイツ最大手の鑄造メーカー、ジンペルカンプ社で 10 年間ほど工場長を務め、ハンドフォーミング中心に鑄造に係わってきたが、1981 年に現在の会社を買い上げる形で独立開業した。

■地域に根ざした企業との取引を重視

ねずみ鑄鉄の割合は縮小し現在では全体の 5 % ほどしかなく、ダクタイル鑄鉄が中心である。小・中ロットの射出成形機の部品（射出成形機のインジェクション、ハウジング、テーブル、ベッド等）を主につくっており、射出成形機以外に工作機械メーカーとも取引がある。

現在、取引先は 20 社ほどで、継続的な取引を行っている。地域に根ざした企業との取引を大切にしており、大手資本のホールディングカンパニー傘下のいち鑄造部門で、コストしか考慮しないような取引先はあまり歓迎しない。また、購買担当者が優秀であるかどうか取引先の条件としては考慮している。

ヨーロッパ資本の会社でも、アメリカ資本が入ると「安いところから調達しよう」というドライな経営方針に切り替わり、中国調達に切り替える動きが出てきており、不良品対策としてリスクヘッジ的にドイツ企業とも取引するような企業も増えつつある。そのような企業との取引は極力控えて、木型も引き取ってもらうよう交渉している。

■国内にとどまらず、欧州からの引き合いも好調

ドイツの鑄物業界は近年盛り返している。現在輸出が堅調で、15～16%ほど生産量も伸びている。当社も東西統合後、顧客から「仕事を安い東欧にもっていくぞ」とさんざん言われたが、やはり今になって仕事が戻ってきている。現在、ドイツ国内だけではなく、オーストリア、スイス、ルクセンブルク、デンマークなどからも引き合いがあり、工場の生産

能力などをも考慮しつつ検討中である。現在の工場は谷間に立地しているため、土地の制約上、これ以上の工場拡張は難しい。一時、移転も考えたことがあるが、ドイツは有機剤などを使う鑄物業には汚いというイメージがつきまとい、操業許可を取るだけでも 5～6 年にかかるため、現実的ではない。

鑄物のものづくり基盤技術とは

■品質に係わるものは安値買いをしない

品質の高い鑄物をつくる上での一番のポイントは従業員のノウハウであり、経験である。このため人材育成には力を入れている。素材も非常に重要である。そのため、当社は素材の原材料も、設備も、人も安値買いはしない。そのため、当社の従業員一人あたりの時給は鑄物屋の中では一番高いとすら言われている。

■徹底した現場主義

生産にかかわる全てのコンセプトは現場にある。工場長やエンジニアが現場に出ないような工場は駄目である。現場に出なくなると、いつか本当に本質的なところが分からなくなってしまう可能性がある。

■良い素材は、良い原材料の調達から

近年、スクラップの品質はとても悪い。チタンなどが混在しており、ダクタイルをつくる際に問題が発生する。こうした問題に対処するには、原材料の安値買いをしないことに尽きる。良い素材づくりは、良い原材料を調達するところから始まるので、材料は値切らない。良い素材をつくるには、エンジニアも重要であるが、現場のワーカーも重要である。

現在、大学の冶金学者と協力して、球状化プログラムというものに取り組んでいる。そのラボとして当社の工場を提供している。

原材料の高騰への対応については、なかなか価格転嫁が認められなかったが、最近になってようやく

値上げも受け入れてもらえるようになった。当社ではドイツ鋳物協会（DGV）が公表しているデータは特に活用していない。

■木型や枠のストックスペースも重要

当社は木型や枠のストックスペースをたっぷり確保しているが、これは効率よく型を取り出すためには必要なスペースである。型や枠の取り出しに時間がかかるようでは生産性に影響する。また、型や枠を温度差の激しい屋外に置くと、寸法が伸び縮みするので鋳物の精度に影響する。そのため、型や枠は建屋の中で管理することが望ましい。とにかく、型は生産性と品質にすごく影響するので、保管方法も含めて重要である。狭いスペースに型を積み上げているようでは、良い鋳物づくりはできない。

型は外注だが、型に関するノウハウは全て当社が保有している。中子も 100%内製である。型枠は湯口を自由に付けられるよう複雑な形に間仕切りを行うなどの工夫を行っている。

■その他

鋳造ラインの中でも、上型と下型を合わせるところは精度を出す必要があり、中子の置き方も含めて神経を使う部分である。ここは重要なプロセスで、ノウハウを有した一人の社員に任せている。

溶解炉の前には成分表示をする電光掲示板を設置している。これは当社独自の設備である。溶湯のサンプルは必ず2つ作り、平均値を取ることで溶湯の精度を上げている。引っ張り、スペクトル、サーマル的な部分も含めて、すべての素材に関する情報はトレーサビリティが可能となっている。

当社の競争優位

■欧州のオンリーワン

当社では①扱う素材が難しいもの、②複雑形状のものに特化しており、競争に勝つためにも、他社ではできないような難しい仕事を手がけてきた。今では、プロダクト・ラインで当社と競合する企業は欧州にはないとの自負を持っている。

■常に投資と開発を怠らず、生産性を大きく向上

当社は清潔で生産性の高い工場を目指している。そのためにも 5S の実践などの基本的な社員教育を重視しており、ワーカーには一つの作業が終わるたびにこまめに砂の掃き掃除などをさせている。競合他社よりも常に一歩先を行く工場を目指している。

生産効率の良い工場とは、作業を一カ所で集約でき、人や物が行ったり来たりしない事がポイントである。つまり、モノづくりの流れがワンストリームになっていることが必要で、手戻りがあるようでは駄目である。当社のように決められた小さなスペースの中で、生産性を高めて大量にモノをつくらうとすると、全てを優れた状況に持っていく必要がある。効率的で生産性の高い工場を実現するために、2000 年以来、600 万ユーロ（約 8 億 5,000 万円）の投資を行ってきた（大半は借入れでまかなっている）。

現在も工場は改装中で、人は 5 人程度しか増やさない中で生産性を 20%増やす方針。それだけの少人数で生産性の大幅な上昇を見込んでいる。

人材育成とマネジメント

■従業員全員がいちから社内で教育された生え抜き

従業員は 48 名。うち、マイスターは 1 名で、工場長を務めている。勤続 20 年になる 40 歳代半ばの人物で、本人が希望したのでマイスターの学校へ派遣して資格を取得させた。鋳造方案は主にマイスターの工場長が決めている。社長と工場長は工場のオペレーションも含め社内のあらゆる業務を担当する。

マイスターの下で働いている従業員は、全員が **skilled worker** で、この会社で勉強して鋳造メカニックを取得したスタッフばかりである。ジョブローテーションはあまり行わないが、いろいろな作業に対応できる多能工もいる。

エンジニアは社長の他にもう 1 名おり、品質管理、研究室での開発、素材などに関するコンピュータの操作などを担当している。良い素材をつくるにはエンジニアの能力も重要だが、現場のワーカーも同様に重要である。

今後の課題（商慣行を含む）や目指すべき方向

■目指すは技術サプライヤー

当社が目標としている姿は、技術的にどの分野においてもベストな技術サプライヤーになるということ。ISO の認証を取得していないが、お客に認めてもらえればそれでよい。今後も常に開発を行い、高品質・高生産性を目指す。コストでは絶対に他社に負けないような体質を作り上げていく。

■ドイツ鋳物業界も中国が脅威に

先日、中国の鋳造メーカーを視察したが、5年前の訪問時と比べて技術力が相当レベルアップしている。納期にはまだ問題があるが、積極的な設備投資でものすごく早いスピードで成長しており、中国は間違いなくドイツにとっても脅威となり、常にコストプレッシャーとなるだろう。実際、ドイツから中国へ発注先を切り替えるお客も出ている。こうした中国の脅威へ日独が対抗するには、常に設備投資を怠らないこと。今のタイミングで設備をしているようでは遅すぎる。そして、中国にはないコンサルティング能力を高めていくことである。

5. 事例にみるドイツ鋳物工場の特徴

社団法人日本鋳造協会に該当する業界団体として、ドイツには「ドイツ鋳物協会 (DGV)」という経済団体が存在する。主に鋳鉄鋳物、鋳鋼、可鍛鋳鉄といった鉄系鋳物の企業から構成されており、本部をデュッセルドルフに置き、地方に7つの下部組織を有している。この協会には中小企業だけではなく、大手企業を含むほぼ全ての鋳物企業が加入している。

ドイツ現地調査では、おおよその企業ヒアリングを終えた後、ヒアリング内容から汲み取れるドイツの鋳物工場の特徴や近年のドイツの鋳物業界の動向について検証することを目的に、協会関係者にヒアリングを実施した。協会の意見と企業ヒアリングでは多少見解が異なる部分もあるが、ドイツの鋳物工場の特徴や業界をとりまく環境変化をほぼ反映していると考えられるので、以下にQ&A形式で紹介する。

ードイツ鋳物業界の全体的な傾向についてー

Q：最近のドイツ鋳物業界の業況は？

- ・ ドイツ鋳物業界は絶好調である。設備投資は4年間連続で15%伸びている。生産量も過去最高を更新した。毎年、重量ベースで2%ダウン（軽量化）していることを考慮すれば、この数年間のドイツの鋳物業界の好調ぶりが分かってもらえるはず。ドイツでしか製造できないような特殊なローラーなどは数年先の受注が舞い込んでいる。
- ・ 業績が好調なのは、小さい企業が潰れて M&A¹⁴で大型化してきたことで、業界が組織的に変化を遂げてきたからである。量産する鋳物屋から脱却し、得意な分野に集中特化する、あるいはソリューションを提供する企業へと変化を遂げている。そして、業界のトレンドとしては、ただ鋳物を客に納めるのではなく、加工をしたり、仕上げをしたり、部品にしたりと付加価値を高める方向にある。加工だけではなく、開発も手がけることで、いかにバリューチェーンを伸ばすかという方向に向いている。
- ・ ドイツ鋳物業界は厳しい競争の中に置かれているが、短期的には厳しくても、中長期的にはこの競争はプラスになる。競争することで技術が磨かれ技術的に前へ進むことができる。製造方法も改善される。そして、投資を積極的に行うようになる。コスト意識も

¹⁴ ヒアリング企業からは「ドイツの鋳物企業も決して利益率が高い商売とはいえず、かつ景況に大きく左右されるので、必ずしも買収対象になるとは限らない」との指摘もあった。実際、ヒアリング企業の中には過去に何度も M&A を繰り返してきた企業が含まれているが、鋳物企業同士の純粋な M&A というよりも、コングロマリット化した大手企業の再編の中で何度も親企業が入れ替わっているというのが実態で、「鋳造部門」として実質的に一つの独立した企業に近い形で、従来のままの鋳造業を営んでいるというケースもあった。しかし、大手資本参加に組み込まれたことで設備投資や市場開拓という点では、プラスの影響があるように観察された。

シビアになり、1個の製品を売れば必ず利益が出るという体質になっていく。競争することで企業体質が強化される。

- ・ ドイツ鋳物業界全体に言えることは、「競争することで得意な技術や製品へと特化していく」→「特化することで国際競争力を強化していく」「特化することで国内の棲み分けが進むので、ドイツ企業同士で争うことが無くなる」ということ。競争は決してマイナスではない。

Q：具体的にどう「選択と集中」しているのか？

- ・ 自動車部品を扱う鋳物企業は、「自動車」という領域に特化する傾向にあるが、工作機械用の鋳物をつくる企業の場合は「工作機械のこのパーツに特化します」というスタイルではなく、「この素材に特化する」「これくらいの重量物に特化する」といった集中と選択を図っている。
- ・ つまり、各社の鋳造方法とかかわってくるが、決まったお客、決まった業界、決まった製品に特化するわけではなく、得意な「素材」「重量」「鋳造方法」に特化する。たとえば「当社はハンドフォーミング専門で、中型の100～500kgまでの鋳物に特化してやります」という具合に。
- ・ 要するに、ドイツでは「この業界のこの部品しかつくりません」という集中特化ではなく、「この技術やこの製法に特化してつくります」という集中特化をしており、その戦略上で取引先を増やしつつベストなポートフォリオを組み立てている。何百種類、何千種類もの生産品目を手がけている多品種少量生産の鋳物企業は、一見、「何でもつくります」という商売に見えるかもしれないが、あくまでも得意とするコアの領域でマーケットを広げているのであって、何でもやりますという戦略ではない。

Q：主な輸出先は欧州で、鋳物として輸出されるのか？

- ・ 3割ほどは輸出に振り向けられており、ヨーロッパ域内への輸出が多い。鋳物として輸出されるよりも、加工・パーツ化されて輸出される。他国ではできない複雑形状品、特別な素材を使ったものなどが輸出の対象となる。
- ・ ドイツは1点モノの大型鋳物が強く、こうした製品は広く海外へも輸出されている。たとえば、ドイツが世界シェア3割を占めるロールキーのような特殊な鋳物は、米国や中国などへも輸出されている。大型船舶用のモータブロックをつくる会社もドイツに2社しかなく、こうした特別な競争力を持つ製品は欧州以外の市場にも輸出されている。

ードイツ鋳物協会のミッションについてー

Q：ドイツ鋳物協会（DGV）の役割とは？

- ・ ドイツを中心とする EU の市場の中で鋳物企業が集まり、ロビー活動を展開したり、必要な情報収集を行っている。DGV は EU の鋳物団体のハブ機能（特に情報の結節点）も持ち合わせており、これも DGV の魅力となっているはず。
- ・ 特に、DGV では統計の整備に重点を置いている。統計は DGV に加入している企業が自らのポジションを把握するためにも重要である。たとえば、どういう素材が今伸びているのかといった事は、企業の大小に関係なく関心が高いはずである。
- ・ DGV には会員企業から「こんな事で困っている」「こんな情報がないか」といった様々な質問や問い合わせも入る。このような相談に対応することも重要なミッションの1つである。

Q：会員間でどのような活動が行われているのか？

- ・ 会員が選んだ 17 名のメンバーがいて、DGV も参加する形で年に 2 回の会合を行っている。メンバーの間では電子メール等を活用して、常に協会を運営するためのコミュニケーションが図られている。この 17 名のメンバーの下部組織として、さらに 35～37 名ほどのボードメンバーがいて、やはり年 2 回の会合を行っている。
- ・ ボードメンバーは、地域性や材質の違いなどを配慮しながら選ばれており、それぞれ州の代表者のような方が選ばれている。ボードメンバーを経由して、DGV から得た情報は州内の鋳物企業に伝えられたり、末端の社員まで伝わるようにしている。この情報伝達機能が必ずしもいつも上手く機能するとは限らないが、基本的にそのようなシステムで必要な情報が行き渡るべき仕組みになっている。
- ・ このほか、ワーキンググループ（WG）もつくり、年 1～2 回の会合を開いている。特に素材の WG は毎月 1 回の会合を開くなど、集中的に議論を行っている。

Q：DGV では素材に関する価格テーブル¹⁵を公表していると聞が、どのようなものか？

¹⁵ ヒアリングを実施した 6 社のうち、DGV の価格テーブルを採用していない企業も半数の 3 社存在した。それらの企業は、基本的には DGV が公表している価格にかかわらず、仕入価格をベースに交渉しているという。一方、自動車向けの鋳造部品を提供している企業へのヒアリングによると、DGV の価格テーブルがあるため素材変動費はすべてこれをベンチマークにユーザーと調整しているとのことだった。ドイツでも自動車メーカーはコストダウン要請が厳しいとの話であったが、DGV が提示する素材価格テーブル

- ・ DGV の重要なサービスの 1 つが素材価格に関する情報提供サービスである。DGV が公表する素材に関する価格テーブルが各鋳物企業の単価決めの際のベンチマークになっており、大半の企業がこの DGV のデータを使っていると思う。この価格表は鋳物のユーザー企業にも送られているので、ユーザー企業に対しては「それぞれの素材の質に合った価格で買っていますか」というプレッシャーを与えることになり、ユーザー側も DGV が出す価格をおおよそ認めている。
- ・ この素材価格のデータは、毎月、会員メンバーに対して「いくらで、どのくらいの品質のものを、どのくらいの量を購入したか」という調査を行い、その平均値を割り出したものである。ニュートラルな立場からしっかりと作り込んでいるので信用のある数字となっており、コストにうるさい自動車業界含めてユーザー企業からも納得して受け入れてもらっているのだと思う。特に、2004 年から 2005 年にかけてスクラップの価格が急騰した際には、この DGV の素材価格テーブルの存在が随分と役に立ったとの評価を受けた。

Q：ドイツでは電力コストが上昇していると聞くと、協会としての対応は？

- ・ 鋳物業界としては、目下の課題は素材費よりも電力などのエネルギーコスト上昇への対応である。DGV として 3 つの対策を講じている。
- ・ 第一に、政治的な働きかけである。ドイツの電力市場は大手 4 社による寡占状況にある。そして、近年、電力コストが大きく上昇し、ドイツの製造業は国際競争力の観点から打撃を受けている。そこで、鋳物業界だけではなく、様々な工業団体（特に鉄鋼業やガラス業）と一緒に、独禁法も視野に政府への働きかけを行っている。この働きかけの成果もあって、2007 年には今よりは電気代は下がる見通しである。
- ・ 第二に中小企業対策である。これだけエネルギー価格が上昇すると利益率が低下する。製品価格を見直すか、製造コストの引き下げを図らなければ業績悪化につながると警鐘を鳴らし、エネルギーコスト上昇による影響を分析できるような計算式のモデルをつくるなどして、経営面を支援するようにしている。
- ・ 第三に、エネルギーに関するスペシャリスト（コンサルタント等）を各企業に紹介することも行っている。電気料金は夜間の方が安い。一番効率的に電気を使う方法をそれぞれの企業の実情に応じてアドバイスするようにしている。ただし、今はフル操業で 2 ～ 3 直体制で回している状況なので、夜間にシフトすることもままならない。

ルについては自動車業界にもある程度受け入れられている様子である。

—取引慣行について—

Q：契約形態はどのようになっているのか？

- ・ 自動車のような量産モノは「どれくらいの数量をいくらで」と1年以上の契約を締結することもある。しかし、1品モノはその都度見積もりを出して対応している。また、小ロットのものは、見積もりを依頼されるのではなく、客から「この値段でつくってくれないか」と言われるケースもある。こうしたケースにおいても、一般的に、中型～大型の鋳物ではその都度契約を取り交わしていると考えてよい。
- ・ ただし、契約といっても、細かい契約書の取り交わしというのではなく、フレーム契約のような形を取り交わす。契約で概要を決めておいて、この間、値段の交渉は個別案件で行うといった形である。契約を取り交わしていても、契約が守られない場合もある。

Q：キャンセルにはどう対応しているか？

- ・ 大型タービンなどの一品モノは、すでに2008年や2010年の納期のものの発注が始まっている。こういうケースでは1割程度の前金が支払われ、キャンセルが発生した場合は前金を鋳物企業が没収できる。
- ・ しかし、前金没収は、自動車用鋳物業界ではまずあり得ないことだろう。キャンセルのような問題が発生していることもあるようだ。
- ・ いずれにせよ、様々な商慣行の問題をブレイクスルーするためにも、技術力を高め、提案型企業になっていく必要がある。できるだけ、開発段階から顧客にコミットしていくことが必要だ。

—その他—

Q：ドイツでも自動車用鋳物への中小企業の参入は困難か？

- ・ ドイツにおいても、自動車用鋳物は大手鋳物企業が手がけている。ただし、商用車と乗用車は分けて考えた方がよい。商用車はロットが少ないこともあり、中堅企業クラスの鋳物屋でも対応が可能である。一方、乗用車は基本的に大手鋳物企業が手がける範疇である。その中で、特徴的な部品、特殊な技術を必要とする部品を中小鋳物企業が手がけることもある。たとえば、ブレーキディスクなどは、技術力があれば中小・中堅鋳物企業で対応することも可能である。

- ・ 一般的には中小鋳物企業で自動車業界向けに商売しているところは少ない。特徴的なパーツで例外的に存在するという感じである。たとえば、アルミ鋳造を手がける中小企業で、日本へ自動車用の部品を輸出しているところがあるが、この会社は鋳物の技術に加えて加工まで手がけており、おそらく日本にはない技術・製品を提供できたからだと思う。あくまでも例外的存在である。
- ・ いずれにせよ、**自動車用鋳物をつくる業界とそれ以外の鋳物業界では、区別して捉えた方がよい**。鋳物企業の間でも「自動車」「非自動車」の区別がはっきりしている。自動車用鋳物を専門に扱う鋳物については、様々な意味で別の業界との見方をした方がよいだろう（つまり、DGV に加盟している一般的な企業の平均像とは異なるとみた方がよい）。

Q：木型や金型を内製化しようとする動きはあるか？

- ・ ドイツの鋳造業者の場合、鋳物になる前の開発設計は自社内で対応している。鋳物にした後の加工・組立部分も内製しているケースが多い。一方、型は大半を外注している（8割程度は外注していると思われる）。内製するのは、型の修繕や補正などの部分である。ダイカスト鋳造になると型に全てのノウハウがあるので内製率が高くなるかもしれないが、少なくとも鋳鉄鋳物に関しては、基本は外注である。
- ・ ただし、型をつくるノウハウは各社ともしっかり社内に持ち合わせており、いざとなれば内製で型を作れる状態にある。
- ・ **型は重要であるが、ノウハウを社内に持ち合わせてさえいれば内製する必要はなく、むしろ鋳造工程のノウハウに経営資源を集中させている**。鋳鉄鋳物はダイカストに比べて、鋳物をつくる場所にノウハウがある。

Q：スクラップの品質劣化への具体的な対応は？

- ・ スクラップの品質が低下していると言っても、スクラップの品質を変えることはできないので、たとえスクラップの品質が悪くても良い溶湯をつくるしかない。鋳物企業は不純物 0%の素材を求めるが、不純物が混じった素材でも同じ品質を保てるように持っていくしかない¹⁶。
- ・ かつて、不純物ゼロのピュアな素材でモーターブロックを生産していた鋳物会社がある。原料として、銑鉄を 100%用いてモーターブロックをつくっていた。ところが、今は

¹⁶ ヒアリング調査では、大半の企業が「素材を厳選する」として、良質な素材の調達・確保をより重視していた。

100%スクラップでエンジンプロックをつくっている。可能性があるのだから、チャレンジしていかなければならない。

- ・ 素材の変化に対して、素材を見極めるポイントや溶解師に求める能力が変化してきているかもしれないが、溶解炉に何を入れたとしても、常に出てくる湯の品質は安定させなければならないという認識である。

Q：ドイツ企業は素材開発に熱心であるが、その際のマイスターの役割は？

- ・ 素材開発はマイスターではなくエンジニアの仕事である。ただし、実際に溶かして湯をつくるのはマイスターの仕事である。エンジニアが研究した素材を実際に創り出すという意味で、マイスターの役割は重要である。
- ・ 一方、素材開発に係わるのは、鑄造のエンジニアとは限らない。たとえば、工作機械のエンジニアから新しいアイデアが出てくることがあるかもしれない。DGV 内にも「開発部」というセクションがあり、素材に関する研究も行っている。先日も様々なスクラップを一緒にして鑄物をつくるといった取り組みを行っていたところ。

Q：ドイツ鑄物業界の人材にかかる課題は何か？

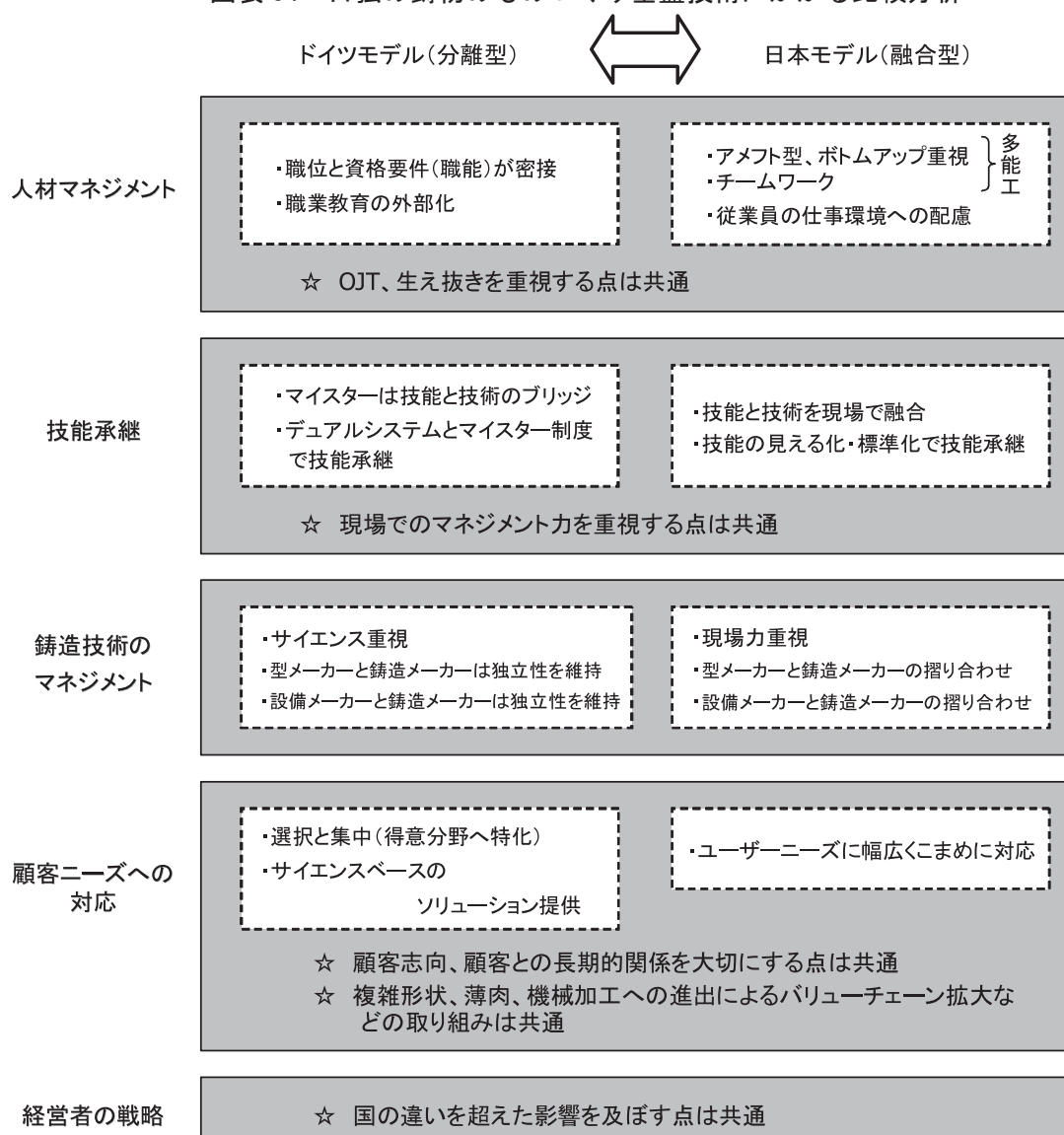
- ・ 現在のマイスター制度に特に問題は感じていない。むしろ、スキルを持つ一般のワーカーやエンジニアを確保することが難しくなっている。鑄造エンジニアも足りない。
- ・ ポーランドのクラコー大学から人を採用し、ドイツで鑄造エンジニアとして働いてもらう取り組みもスタートさせている。クラコー大学は鑄造エンジニアがたくさんいるが、職がなくて就職できない状況にある。そこで、クラコー大学とフライブルク大学による共同プロジェクトを立ち上げ、ドイツの鑄造業界で働いてもらえるような取り組みを実施している。これもEU統合のメリットといえるだろう。モノだけではなく、人も流動化できる。

第Ⅳ章. 日独鋳物工場のものづくり基盤技術にかかる比較分析

日本とドイツの鋳物工場におけるものづくり基盤技術の特徴とものづくり基盤技術を生かした戦略的経営の特徴を明らかにするため、ここでは日独鋳物工場へのヒアリング結果及び生産現場の観察を踏まえた両国の比較分析を行っている。

日独比較の概要は図表 34 に示すとおりである。下図で「人材マネジメント」が最上位に位置づけられているのには大きな意味がある。ドイツは職位に応じて資格要件が定まっているケースが多く、また、デュアルシステムによる職業教育やマイスター制度という日本と明らかに違う人材育成システムが存在する。このような「人材マネジメント」の違いが技能承継や鋳造技術のマネジメント、顧客ニーズの対応といったその他のものづくり基盤技術の要素にも大きな影響を与えていると考えられるからである。

図表 34 日独の鋳物のものづくり基盤技術にかかる比較分析



(出所)三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)及び中小企業金融公庫総合研究所作成

1. 人材と人材マネジメント

「鋳物」というものづくりにおいて、日本もドイツも人材を重視しているが、両国の大きな違いは「OJT 中心に人材育成を内部化している日本」と、「デュアルシステムにおける職業学校教育やマイスター育成カリキュラムのように人材育成を外部化しているドイツ」というように、人材育成のシステムに大きな違いが認められる。ただし、こうした違いの背景には、両国の教育制度や社会システムを土台としたものづくりにおける「職位」と「資格要件（職能）」のかかわり方の違いが大きく影響していると考えられる。

ドイツは学歴を踏まえたキャリアパスの違いでマイスター、エンジニアといった資格が決まり、大手企業ほど職位ごとに必要な資格要件がしっかりと定められている傾向にある。一方、日本は国家技能検定試験等の公的資格はあるものの、特に鋳造の場合、それが職位と結びついた職業資格となっているわけではない。この人材にかかわる「職位」「資格要件」の「専門・分化」のドイツ、「多能・融合」の日本という違いは、両国の人材育成の違いにとどまらず、技術開発のあり方、型メーカーと鋳物メーカーとの関係など、鋳物のものづくり基盤技術をめぐる両国の様々な違いの遠因になっていると考えられる。

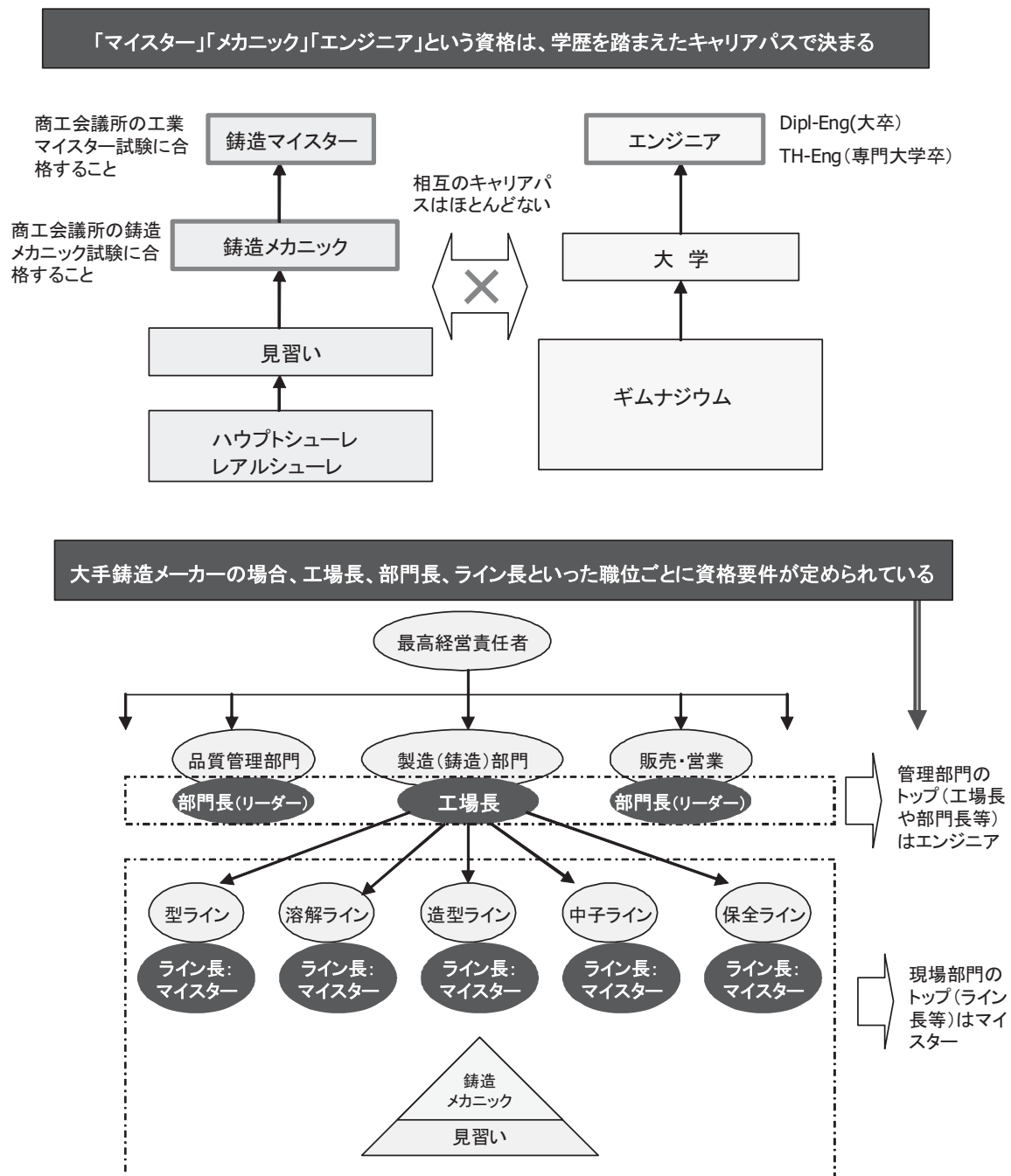
（１）職位と職業資格が密接な関係にあるドイツ、関係性の薄い日本

一般に、日本企業が求人を出す際は「高卒」「大卒」などといった学歴に基づく資格で語られる場合が多いのに対して、小学校高学年から将来の職業コースが分かれていくドイツにおいては、求める人材について「鋳造メカニック」「鋳造マイスター」「鋳造エンジニア」という職業資格で語られる。今回のヒアリング調査でも、人材マネジメントに関する各社の方針を説明する際に出てくる言葉は職業資格であった。

ドイツ社会の中では職位ごとに資格要件が定められているケースが多い。今回のヒアリング調査を踏まえて、会社の中での職位と資格要件を示すと図表 35 のようになる。一般に管理部門長という職位に就くのはエンジニアであり、製造（鋳造）部門のトップである工場長も原則エンジニアである。技術営業を重視するドイツの鋳物メーカーは販売・営業部門のトップもエンジニアであることが少なくない。

一方、マイスターは製造部門のトップ（工場長）ではなく、現場（製造ラインなど）のトップという位置づけにあり、現場部門のリーダーをマイスターが担っている。企業によっては、型、溶解、鋳造といった主要なラインごとにマイスターを配置しているところもある。マイスターが鋳物づくりにおいて重要な役割を果たしているのは言うまでもないが、職位としてはエンジニアの下に位置づけられ、マイスターが工場長など管理部門のリーダーに就くことはまずあり得ない（中小企業では Dhonau 社のように例外もある）。マイスターがエンジニアのポジションに就くには、一般には大学へ入り直して学位を取得する必要がある。

図表 35 ドイツにおける職位と資格要件の関係



(出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)作成

日本も学歴が重視される社会であるが、学歴に関係なく管理職まで登りつめる「たたき上げ」が大手企業でも少なくない。ましてや、中小企業では実力本位の登用がなされるケースが多い。しかし、ドイツでは中小企業とはいえ、職位ごとに資格要件が定められているケースが多く、これはドイツの職業教育システムと深く結びついたものとなっている。

たとえば、見習いから鑄造メカニックになるにはデュアルシステム下での職業教育を受け、商工会議所の試験に合格しなければならない。鑄造マイスターになる場合も同様に、ドイツ鑄物師協会などのマイスター育成カリキュラムを受講し、商工会議所の試験に合格しなければならない。そのため、鑄造メカニック、マイスターの資格を持つ人材であれば、鑄造にかかわるどの程度の技量・能力を持つかが明確となるため、職位を与える場合の基準となりやすい。

（２）職業教育を外部化しやすいドイツ

職位に応じた資格要件が比較的明らかになっているドイツでは、従業員のキャリアパスに応じて、鑄造メカニックやマイスターの育成といった社会システムとして定着している職業教育が活用しやすいと考えられる。一方、日本の鑄造工場は職位に応じた資格要件がドイツほど明確に定められているわけではなく、マイスターや鑄造メカニックのような職業資格と密接に結びついた職位というものは存在しない。そのため、日本においてはそれぞれの会社が固有の方針に基づいて従業員の能力開発を行う **OJT** に依存する部分が大きいと考えられる。

ただし、ドイツでは従業員教育が外部化され、日本では内部化されているという単純な構図ではない。ドイツのどの企業も従業員の教育・能力開発には熱心で、マイスターのように現場のトップに立つ従業員についても自社で一から育て上げる「生え抜き」を重視しており、自社のものづくりのカルチャーというものを大切にしている。

見習いから鑄造メカニックになるには、図表 30 に示すように職業訓練学校で学ぶほか、企業内での職業訓練を受ける。1 年目は主に職業訓練学校で学ぶが、2～3 年目は主に職場で学び、教育資格保持者である担当マイスターの下に配属され、様々な実務を学んでいく。自分の会社で職業訓練を積んだ見習いが商工会議所の試験に合格し、晴れて鑄造メカニックとなった場合は、そのまま本採用されるケースが多く、さらに現場で修行を積んでマイスター試験の受験を本人が望めば、企業が授業料を負担する形で2年間のマイスター育成カリキュラムを受講させ資格を取らせている。したがって、マイスターの大半は見習い時代から同じ企業で勤めている生え抜きである。日本のような終身雇用制度という概念こそないが、ドイツは現場で働く従業員の技能や経験の蓄積を重視し、かつ、自社のカルチャーの中で育て上げることを重視している。日本の **QC** 活動のような小集団活動は展開されていないようであるが、社会システムとして定着した職業訓練システムを生かしつつ、日本同様に **OJT** を重視していることに変わりはない。

義務教育課程のハウプトシューレやレアルシューレを出たばかりで鑄造経験どころか社会人経験もない若者を受け入れ、しかも学校生活中心の1年目から賃金を払いながら教育していくので、企業にとってそれなりの経済的負担を強いることになる。実際、東西統合後の景況が悪化した際には、見習いを受け入れる企業が減少したという報告もある。それでも、デュアルシステムはドイツの社会制度として古い歴史があるためか、今回のヒアリング調査でドイツ企業から「国際競争の足かせになっている」との声は一切聞かれず、むしろ企業が職業教育を行うのは当然なこととして受け入れられていることを実感した。

（３）多能工を重視する日本

職位に対する資格要件がドイツのように定まっていない日本では、鑄物工場にかかわらず、ものづくりの現場では多能工を重視する傾向にある。ドイツでは多能工の概念はマイスターに相当すると考えられるが、日本の多能工は必ずしもマイスターのようなプロフェッショナルを意図しているとは限らない。鑄造メカニックでも「鑄造メカニックなりの多能工」、見習いでも「見習いなりの多能工」を日本は求めている。極端かもしれないが、日本の鑄物工場の場合は隣で働いている人の作業工程にも気を配ることができる、そのような気配りも含めて多能工育成に臨んでいる。国内事例で紹介した(株)マツバラは「当社では事務職員を除く全員が技能者であると自負しており、1人3役をモットーにしている」と語っているが、同社の考え方が日本の鑄物工場の多能工の概念に近いのではなかろうか。職位と資格要件が明確になっているドイツとは、この気配りを含めた多能工の考え方には大きな違いがあると考えられる。

多能工育成を目指す日本の鑄物工場では、ジョブローテーションやQC活動、さらにTPM活動が展開されている。ドイツでもOJTの具体的な内容について尋ねてみたが、ジョブローテーションやQC活動を意識的に展開している企業は少なく、むしろ、ジョブローテーションやQC活動は「行っていない」と回答した企業もあった（ただし、あくまでも大勢としての傾向であり、CLAAS GUSS社のようにマイスターをジョブローテーションで育てている企業もある）。

ところで、QC活動やTPM活動の特徴は全員参加型であり、QCやTPM重視はチームワークでレベルアップを目指す日本のOJTの特徴だと考えられる。特に鑄鉄鑄物のように、どの工程も同じレベルに揃えなければ良い鑄物ができないようなものづくりはチームワークが重要であり、全員で品質を上げていこう、不良を無くそうという意識の醸成は非常に重要である。ましてや、自分の工程はもちろんのこと、他人が管理する工程においても気を配り、異常があればそれを感知する能力が求められる。繰り返しになるが、日本の鑄物工場では見習いならば見習いのレベルなりに、鑄造メカニックならばメカニックのレベルなりに、気配りや気づきを大切にしているといえる。そして、こうした全員参加型活動は、職位や資格要件が曖昧な故に日本で発達してきた人材育成のし

くみであり、多能工という能力開発の姿であり、日本の現場力の源泉になっていると考えられる。

ドイツでもチームワークを重視しており、一人ひとりの従業員の能力開発に努めていることに変わりはない。しかし、ドイツでのチームワークは、エンジニア、マイスター、鑄造メカニックといった職業資格が明確に分かれていることを前提としたものであり、人材育成の基本は見習い→鑄造メカニック→鑄造マイスターというピラミッド構造の中での現場技能の習得にあり、必要に応じて外部のセミナー等を受講させるという内容であった。

ドイツ鑄物師協会を訪問した際、ドイツでは企業と職業訓練契約を結ぶ時点で、鑄造であれば「ハンドモールディング（手込め）」か「マシンモールディング（機械込め）」かを選択し、以後３年間は契約に取り決めた職種しか学ぶことができないというフレキシビリティの欠如が問題化しているとの説明を受けた。職位と資格要件が明確なドイツでは、職業教育を外部化して共通の枠で人材育成を行いやすいというメリットがあるものの、課題がゼロではないことを示唆している。

2. 技能と技能承継

鋳物づくりの現場で必要となる技能の捉え方、次世代への技能承継のあり方については両国の間で温度差があるが、それは前述したように両国の「人材マネジメント」の違いに端を発していると考えられる。

(1) ドイツのマイスターは技能と技術のブリッジ機能

暗黙知やノウハウが重視された鋳鉄鋳物の生産現場は設備化が進み、かなりの部分をコンピュータ管理や自動化に委ねることができるようになってきている。そのため、日本の鋳物工場では正社員だけではなく、派遣社員や外国人研修生・実習生など経験の浅い作業員も数多く働いており、熟練技能者の必要性を指摘する企業は少ない。技能を軽視しているわけではないが、極力、技能の介在する余地を減らそうとしている。

そこで、ドイツの現地調査では「ノウハウが設備で代替されていく中で、マイスター（技能者）の役割はどうなっているのか」について尋ねたところ、どの会社からも「マイスターは必要なくなった」という言葉は聞かれず、むしろ、マイスター制度の意義を現在もなお高く評価しており、「いくら設備が近代化されても、鋳物づくりの重要なポイントではマイスターが重要な役割を果たしている」という回答が返ってきた。

なぜドイツは日本のように熟練の介在を排除しようとせず、依然としてマイスターの必要性を認めているのだろうか。その答えは、以下に紹介するコメントに凝縮されているように思われる。高度熟練技能者である鋳造マイスターは、ドイツでは現場の①管理監督者、②教育指導者としてだけでなく、③エンジニアと現場とをつなぐブリッジ機能を担う役割、すなわち、技術と技能の橋渡しを行う人物として重要なミッションを担っているのである。

<① 管理監督者としての役割>

マイスターにはまずテクニカルなノウハウを求める。ここが一番重要である。ただし、技術的なところはマイスターに占めるパーツの中で難しい要素ではない。皆、そこそこのテクニカルなノウハウは習得していく。課題は管理職としての能力であり、人を管理したり問題解決をするところの能力である。問題が発生したら対策を講じ、対策を決めたらそれを遂行して進捗管理することが求められる。こうした管理能力を持たせる方が難しい。< CLAAS GUSS 社>

＜② 教育指導者としての役割＞

マイスターは技術を習得すれば良いというわけではない。マイスターの資格を持つということは、人に教えることを意味しており、マイスターにとって教育を行うことも重要なミッションとなる。そのため、VDGのカリキュラムも「教育」に重点を置いたものとなっている。＜ドイツ鋳物師協会＞

＜③ エンジニアとのブリッジ機能＞

素材開発はマイスターではなくエンジニアの仕事である。ただし、実際に溶かして溶湯をつくるのはマイスターの仕事である。エンジニアが研究した素材を実際に創り出すという意味で、マイスターの役割は重要である。＜ドイツ鋳物協会＞

「管理監督者」としての能力が重視されるのは、図表 35 に示したようにマイスターには現場のリーダーという職位が期待されているからである。今回訪問した 6 社のうち、Schonlau 社だけは「マイスターの資格の有無にかかわらず、実力のある者を現場のリーダーに登用している」と説明していたが、前述したように職位と資格要件が密接に結びついているドイツでは現場部門のトップは通常マイスターである。マイスターは部下を束ねていく必要があり、現場のトップとして様々なトラブル対策、課題解決を図っていく必要がある。コンピュータ操作も必須であり、機械操作や設備にも詳しくなければならない。「高度技能者の誰もがマイスターを志向するわけではない」という背景には、マイスターになるには高度なマネジメント力を備えなければならないという資格要件に因るところがあるのではないと思われる。

「教育指導者」として重視されているのは、教育指導資格を持つマイスターがいなければデュアルシステムの下で鋳造メカニックを育成することができないからである。

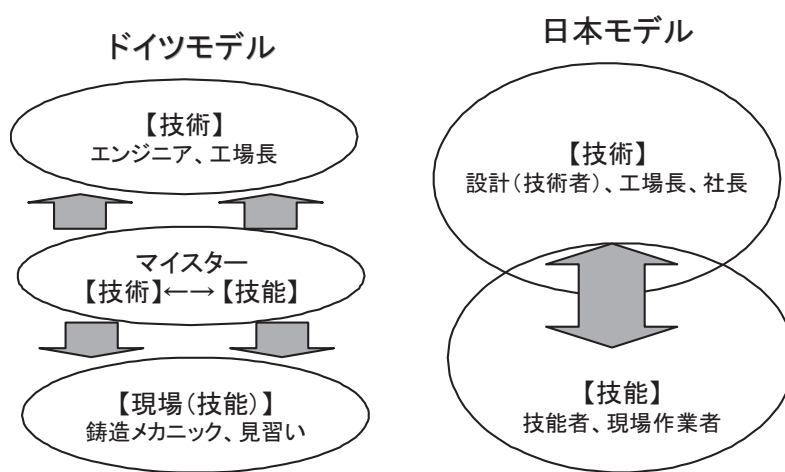
そして、マイスターが「エンジニアとのブリッジ機能」の役割を果たしている理由は、図表 35 に示すように、ドイツでは技術（エンジニア）と技能（マイスターや鋳造メカニック等）ではキャリアパスが異なり、会社組織内でもエンジニアは管理部門、技能者は現場部門と職位も明確に異なる。そして、このエンジニアと現場との間には日本人が想像する以上の開きというものがあり、ドイツのヒアリング調査では、両者の橋渡しをするのがマイスターの役割であるとの説明を受けた。

日本でも「現場作業員」「技術者」などの違いはあるが、多くの中小企業では技術者は頻繁に現場に足を運び、技術者にも数年間の現場経験を義務づけている企業も存在する。不良品が発生したとなると、社長自ら現場に出向いて工場長やエンジニア、現場の技能者を交えて対策を講じていることも少なくない。これは日本型経営の特徴といえるかもしれないが、日本は組織的に技術と技能が融合しやすいのに対し、職位と資格要件が明確なドイツで技術者が足繁く現場に通い、ましてや製造に直接携わることはまず考

えられない。それ故に、技術開発を遂行する上で技能と技術のブリッジ機能を果たすマイスターの存在が必要不可欠になっていると考えられる。

なお、図表 36 の「日本モデル」の矢印は、技術がより技能の領域に踏み込んでいくという実態を表している。3 次元 CAD を用いた設計ツールが普及するにつれ、技能者である木型職人が設計の現場で CAD 操作を行うなど技能者が技術の領域に踏み込むケースもあるが¹⁷、通常は技術者が技能の領域に踏み込んでいく。

図表 36 技術と技能の融合をマイスターが介在するドイツと現場で融合させる日本



(出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)及び中小企業金融公庫総合研究所作成

(2) 職業教育とマイスター制度の下で技能承継を行うドイツ

ドイツでは、デュアルシステムによる職業教育や教育資格を持つマイスターの育成が教育・社会制度とリンクした形で行われている。鋳物工場に必要な技能や技術を承継していくシステムが出来上がっており、鋳造メカニックや鋳造マイスターを育成するカリキュラムは時代の変化に合わせて常に見直しがされている。たとえば、鋳造マイスター育成のカリキュラムは、1954 年当時 480 時間であったが、現在では 1,035 時間にもなっている。コストダウンを重視した生産方法、コンプライアンス、コンピュータ操作の習得など、ドイツでは常に時代の要請や新しい技術に目を向けてドイツ鋳物師協会を中心にカリキュラムの見直しを行っている。したがって、ドイツでは鋳物業界で働こうとするエンジニアや鋳造メカニックの“確保”は課題としているが、“育成”についてはほとんど問題視されていないように感じられた。

¹⁷ (株)田口型範は CAD/CAM へプログラミングするノウハウは“技能”領域に近いとしている。

一方、日本は社会システムとして技能承継を行う手段に乏しく、各企業の OJT に委ねる形となっている。技術や技能の承継が常に問題視されている日本では、鋳物メーカーからは「日本にもドイツのマイスター制度のような人材育成システムをつくるべき」という声が聞かれるとともに、実際に工場長クラスの人材を「鋳造現場の中核人材育成プロジェクト¹⁸」に派遣している企業が数社存在した。日本でも鋳造学を学べる大学は減り、実務を中心に技能、技術、経営の備わった鋳造エキスパートを育成する受け皿をつくって欲しいとの強い要望がある。

（３）暗黙知である技能の“見える化” “標準化”を進める日本

手込め・特注品を専門につくる鋳物工場では高度熟練技能者は重要な役割を果たしているが、日本の鋳物工場の全体的な傾向としては、現場における熟練（暗黙知）を形式知化する方向に向かっている。そのために、暗黙知である技能を「見える化」によって形式知化し、作業標準化を進めている。例えば㈱キャストは「職人依存ではなく設備力とアメフト型の総合力で勝負」「職人に依存せず、未経験者でも複雑形状鋳物を安定的に生産」を目標に掲げ「見える化」を図っている。多数個取りなどで生産性向上を図っている栗田産業㈱は、受注の 9 割がリピートオーダーであることから、最重要ポイントである鋳造方案や冷やし金の使い方などの製造プロセスについても作業内容の標準化を行っている。また、生産工程を「見える化」するため、材質・重量・ロットナンバー・注湯温度・はめ込み中子などを記入した送り状を仕掛品に添付して、一目瞭然化を図っている。

一方、鋳造マイスターが現在もなお製造現場で重要な役割を果たすドイツにおいては、熟練排除という考え方、ましてや「熟練技能者を排除して鋳物をつくれる体制にする」という発想はうかがえなかった。鋳造マイスターのミッションは技能者としての役割だけではなく、現場のマネジメントや教育指導という役割もあるので、鋳造マイスターの配置＝熟練技能者の配置という単純な構図にはならないが、暗黙知である技能を形式知化してノウハウの介在を極力排除していこうとの姿勢はほとんど感じられなかった。

日本の鋳物メーカーが「見える化」「標準化」を進めている目的は生産性向上や品質向上にあり、「見える化」「標準化」を進める理由としてはドイツのように社会システムが介在する形で技能・技術を承継するしくみがないこと、人手不足の時代を見越して経験の浅い従業員でも高品質の鋳物づくりができる体制づくりが必要なこと、などがある。しかし、日本の鋳物工場が「熟練の排除」を前提とした「見える化」「標準化」を

¹⁸製造現場に求められる産業技術に関し、これを有する産業界が技術・ノウハウを提供し、技術の教育体系化／教授法等の教育ノウハウを有する大学等と一体となって、若手技術者等に対する現場技術教育を行うという新たな人材育成システムの実現に向けた取り組みで、全国数十箇所で産学コンソーシアム形式のプログラム開発が行われている。このうち、近畿大学が受託者となり、川口地域を拠点に「鋳造現場の中核人材（鋳造エリート）育成プロジェクト」が展開されている。（以上 製造中核人材育成ポータルサイトより抜粋）

進めることができるのは、現場主義の徹底、チームワークに優れた経営が可能である日本型経営ならではの特徴といえる。

（４）日本もドイツも現場でのマネジメント力を重視

今回の調査で興味深いのは、前述したようにマイスターの課題は「技能」よりも「マネジメント力」にあるとドイツで指摘された点である。マネジメント力は個人の能力差により影響されるところがあり、マネジメント力に優れたマイスターを育成・確保することがドイツの課題となっている。国内事例企業の中にも、「工場長の後継者を育てているが、技量が伴っても人間性がまだまだである」と人物やマネジメント力を重視する発言があった。鋳物の現場において技能以上にマネジメント力が重視されている点は、日本もドイツも同じだといえる。

3. 鑄造技術のマネジメント

今回のヒアリング調査では、一連の製造工程（図表4）の中で、各鑄物メーカーがこだわる工程、重視する工程について聞き取りを行ったところ、日本では「模型製作」と「鑄造方案」の重要性が指摘され、鑄物メーカーと木型メーカーの密接な連携が確認されたが、ドイツではどの会社も真っ先に「素材（溶解工程と溶湯）」の重要性を指摘した。また、機械設備についても、日本が設備メーカーと連携した独自仕様の設備開発への関心が比較的高いのに対して、ドイツではエンジニアリング会社のアドバイスを受けながら汎用設備を導入しているケースが多い。こうした日独の特徴も、根っこは人材マネジメントに起因しているところがある。

（1）サイエンス重視のドイツ、現場力重視の日本

ドイツの企業を訪問すると、事業紹介のプレゼンテーションを行う際も、生産品目の説明に入る前に、きめ細かく素材の話から入る企業もあり、「当社はこういう素材を使って鑄物をつくっている」という姿勢が伝わってくる。ドイツはダクタイル（素材）が強いといわれるが、素材へのこだわりが裏付けられた形となった。

ドイツは素材にこだわる故か、原料の品質へのこだわり・関心も高い。ドイツの場合は「良い鑄物が良い溶湯から」「良い溶湯が良い原料から」という姿勢が徹底しており、原料の安値買いはしないというスタンスが強い。また、当然ながら溶解工程は重要な工程の1つとして位置づけられ、マイスターを配置するとともに、素材担当エンジニアが研究を行っている。

純粋な鑄鉄鑄物メーカーではないが、鑄鋼も扱う **Stahlwerk Carp+Hones Vereins** 社では 320 種類もの素材を扱っており、電炉が5基も備わっていた。工場を訪問したのは既にその日の操業が終了した後であったが、溶解炉近くのラボには明日の素材の仕込みに備えた一覧表があり、どの溶解炉でどのような配合素材をつくるかの計画が立てられていた。一日に 10 種類以上もの素材を溶解炉でつくり分け、顧客に提案するためのラボを社内に備え、素材開発では大学との共同研究も行っているという。

ドイツ鑄物協会ではワーキンググループ（WG）を設置して、それぞれの WG が年1～2回の会合を行っているとのことであったが、素材 WG だけは毎月開催して集中的な議論が交わされているとのことであった。また、ドイツ鑄物協会内にも「開発部」というセクションがあり、素材開発を行っている。

ドイツ鑄物メーカーの企業内での職位と資格要件の位置づけを考慮すると、素材開発といったイノベーションを牽引するのはあくまでもエンジニアであって、マイスターをトップとする現場が主体ではない。そして、鑄鉄鑄物の製造工程において、冶金学をベースとする溶解工程はまさにサイエンスの領域であり、ここは現場力よりもエンジニアの

力量が問われる領域である。世紀の発明と言われ、鑄造業界にイノベーションをもたらしたとされるダクタイル鑄鉄も、素材開発から生まれている。つまり、エンジニアをトップとするドイツではサイエンス重視の傾向が明確で、それ故に各社とも素材重視の姿勢を打ち出していると考えられる。

一方、日本でも「高くても品質のよい材料（国産）を調達する」と原料の調達に強いこだわりを持つ企業が存在し、多くの鑄物メーカーが最近のスクラップの品質劣化を課題とするなど原料にはこだわりが見られたが、ドイツほど強い関心事項ではなかった。むしろ、鑄型をつくる際の鑄造方案や型の作り込み、全工程における品質管理の徹底、暗黙知やノウハウの「見える化」「標準化」といった現場を中心とした取り組みへのこだわりが強い。サイエンスを軽視しているわけではないが、チームワーク、現場力に強みがある日本の鑄物工場では、自ずと現場力を生かす技術経営が実践されていると考えられる。

（２）独立性を維持した連携のドイツ、摺り合わせ型の日本

ドイツでは、日本の鑄物メーカーがこだわる「型」や「方案」については、むしろあっさりした対応であった。基本的に型に関するノウハウは自社で保有しているとの回答であったが、鑄鉄鑄物については修繕や補修などを除き、製造はほぼ外注している。近隣を含めて十分な型屋が存在するので、外注先にも困っていない。３次元 CAD などへの対応が遅れている零細な型屋でも、それぞれ用途により使い分けしている。日本では「型」を競争力の源泉だとして一部内製化することを検討している企業が多いのに対して、ドイツでは日本のように一部内製化しようとの動きはなく、模型づくりは木型屋、金型屋に任せればよいとの考え方が日本より徹底している。

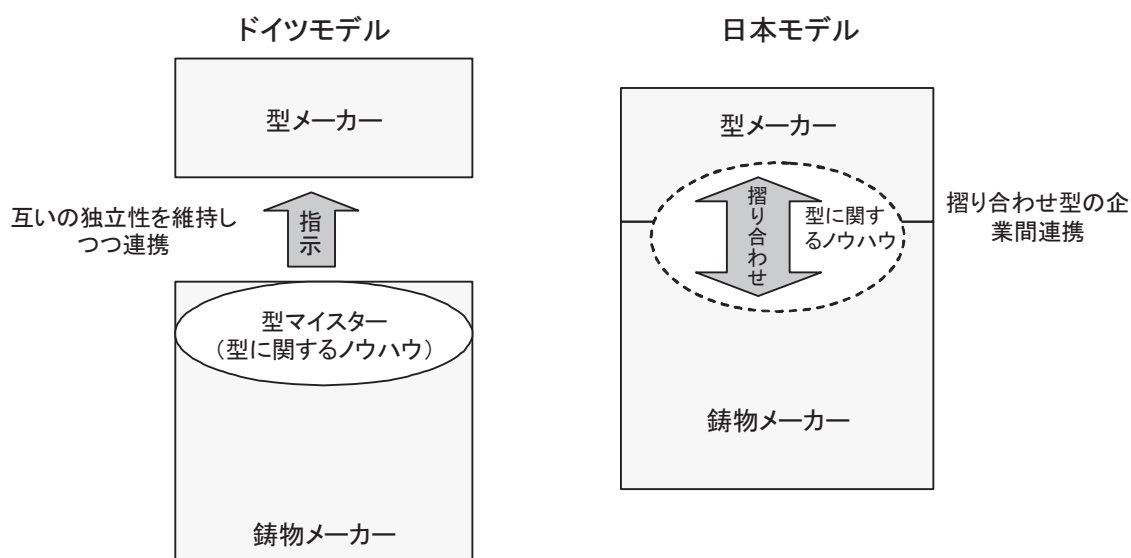
もちろん、模型部にはマイスターを配置するなど「型」を軽視しているわけでは決していない。Dhonaу 社では、型の寸法精度が鑄物の品質に大きく影響するとして、鑄造ラインの何倍もの広さをもつ屋内型倉庫をつくり、温度変化による型の伸び縮みを防止する措置をとっているほどのこだわりぶりである。このように「型」は重要との認識はあるものの、型メーカーとの連携については、「よい鑄物はよい木型屋と組むことが重要」「鑄物屋と型屋は運命共同体」とまで言い切った日本の鑄物メーカーとはかなりの温度差があり、「木型屋に外注すればいい」というのが基本姿勢で知恵を出し合うという関係性は感じられなかった。

このような日独の鑄物メーカーと型メーカーとの関係性の違いは、やはりマイスター制度の有無などの人材マネジメントの違いにかかわってきている。ドイツでは見習いから鑄造メカニックになる際に、ハンドモーoldingやマシンモーoldingだけではなく、型メカニックという職業コースを選んで、専門分野が鑄型の模型製造機械工の資格を得ることもできる。こうしたキャリアをもつ職人が鑄造分野の工業マイスターの資格をとり、型を専門とするマイスターとして模型部などに配属される。

図表 37 にみるように、ドイツの場合は型にかかる一通りの技術やノウハウを鋳物メーカーが抱え込んでおり、木型・金型メーカーにはそのとおり指示して作らせる。ドイツ企業やドイツ鋳物協会が「方案のノウハウは自社内で持ち、型メーカーには製作させるだけ」と断言していたが、型を作り込むノウハウを持つマイスターが鋳物メーカーと型メーカーとの間を実質的には橋渡ししていると考えられる。つまり、型を専門とするマイスターの存在によりノウハウの社内保有が可能となり、鋳物メーカーと型メーカーが互いの独立性を維持しつつ連携しているのがドイツモデルだといえる。

一方、日本には鋳型の模型製造を専門に学ぶマイスターが存在せず、専門の仲介役がないため、鋳物メーカーと木型・金型メーカーが摺り合わせを行いながら模型製作を行っていると考えられる。つまり、型メーカーと鋳物メーカーが互いに型に関するノウハウを持ち寄りながら模型を製作しており、日本の鋳物メーカーにとって木型・金型メーカーはドイツの型を専門とするマイスターに匹敵する重要なパートナーと考えられているのである（なお、日本の鋳造メーカーの中には型製作を内製している場合もあるので、全てがこの限りではない）。

図表 37 型メーカーと鋳物メーカーとの関係



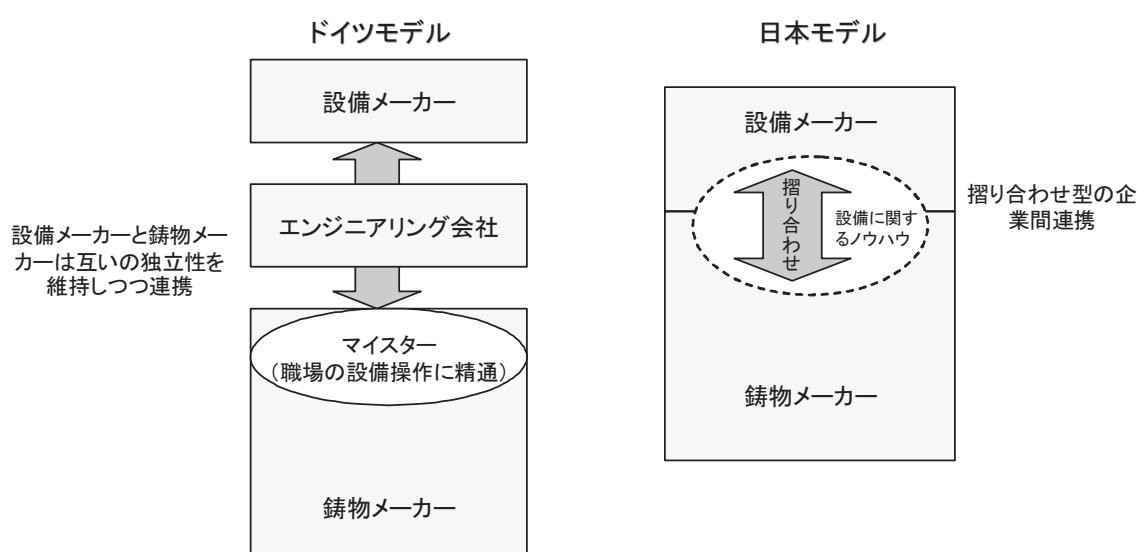
（出所）三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング㈱及び中小企業金融公庫総合研究所作成

設備メーカーとの関係についても、ドイツをはじめとする欧米ではエンジニアリング会社が存在し、設備メーカーと鋳物メーカーの間を取り持つとともに、エンジニアリング会社が様々な提案を行う。また、鋳物メーカー側にも設備に詳しいマイスターを配置していることが多く、エンジニアリング会社や設備メーカーとの間の橋渡しになっていると考えられる。たとえば、M. Busch 社では電気関係のノウハウを持つ 55 歳のマ

イスターがいて、いろいろな外部セミナーを受講して常に最先端の電気設備にかかるノウハウを持ち合わせているように努めていた。

一方、日本はエンジニアリングサービスの部分を設備メーカーが兼ね備えており、設備メーカーと鋳物メーカーが直接摺り合わせをしながら独自仕様の設備を開発するケースが少なくない。このように、エンジニアリング会社の仲介により、鋳物メーカーと設備メーカーが相互に独立した連携関係にあるドイツに対して、日本は鋳物メーカーと設備メーカーとの間で直接的な摺り合わせが図られている。

図表 38 設備メーカーと鋳物メーカーとの関係



（出所）三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング㈱及び中小企業金融公庫総合研究所作成

4. 顧客ニーズへの対応

対顧客との関係では、両国ともコア技術をベースとするソリューションの提供や、きめ細かく顧客のニーズに応えるテーラード方式を重視する傾向にあるが、ドイツと日本の「ソリューション」「テーラード」の概念はやや異なるものであった。日本とドイツの「ソリューション」「テーラード」という戦略の捉え方の違いは、人材マネジメントの違いに端を発する鑄造技術のマネジメントの違いや、両国における取引構造の違いにも起因していると考えられる。

(1) ものづくり基盤技術で選択と集中を図るドイツ

ドイツは「ソリューション」「テーラード」という戦略を掲げる一方、選択と集中を図り、得意な事業領域に特化する戦略をとっている。選択と集中という戦略を掲げるドイツに比べると、日本の鑄物メーカーの方がはるかに顧客志向に徹しているのではないかとイメージをもって現地に赴いたが、今回訪問したほぼ全てのドイツの経営者から真っ先に出てきた言葉は「当社はあらゆるニーズに応えられるよう顧客志向に徹しており、顧客との長期安定的取引関係を重視した経営を行っている」というものであった。特化している故に生產品目が限られているのではという事前のイメージも完全に覆され、むしろ多種多様な品目を生産していることに驚きを覚えた（事例企業の中で生產品目に特化した企業は、商用車の足回り品に特化した M.Busch 社のみであった）。たとえば、研究開発型企業の CLAAS GUSS 社は「複雑形状物を得意とし、約 5,000 品目を製造しており、毎年新たに 500 個の新しい品目を鑄造している」とのことであった。

つまり、ドイツの「選択と集中」とは特定の業界や顧客に絞り込むのではなく、また、生產品目を特定することでもなく、「素材」「重量」「鑄造方法」といったものづくりにかかわる要素で得意領域を定めていくことであると理解した。自社の得意領域に当てはまる限り、あらゆる顧客のニーズに対応していこうとの戦略である。

鑄物は装置型産業であるが故に、日本の鑄物工場も「素材」「重量」「鑄造方法」などが受注規定要因になっていると思われるが、顧客からの要望を踏まえて新たに設備投資を行っているケースが少なくなく、専門家からも「日本の鑄物業界は設備に見合った受注ではなく、受注に見合った設備投資を繰り返す傾向にある」との指摘がある。

このように、顧客志向に徹するとはいえ、あくまでも自社のものづくり基盤技術にかかる要素をベンチマークに選択と集中を図るドイツに対し、独自技術や製品領域にこだわりすぎず、できるだけ顧客ニーズにきめ細かく対応していこうとする日本という特徴が浮き彫りになった。

（２）サイエンスベースのソリューションを提供するドイツ、ユーザーニーズにきめ細かく応える日本

日本もドイツも、技術的には「複雑形状化」「薄肉化」という方向に進んでおり、付加価値をつけるために「機械加工」を施して鋳物から製品に持って行こうという方向にある。中国や東欧などの安い鋳物を生産する国と差別化を図らねばならないからである。その中で、重量取引を基本とし、付加価値が価格に反映されにくい鋳物業界においては、日独とも「顧客にいかに関値を実感してもらえるか」という、まさに付加価値のつけ方に苦心している。そして、その最短の解決策は技術力に裏付けられた「提案型企業」「ソリューション企業」「（顧客の）パートナー企業」にあると考えている。この方向性は日独に共通したものである。しかしながら、日本では、せつかくの提案や後工程による付加価値づけも“サービス”の一環と見なされ、十分な対価が得られにくい状況にある。系列下請関係のないドイツの方が、日本よりもソリューションビジネスに対する対価を得られやすい環境にあるようだ。

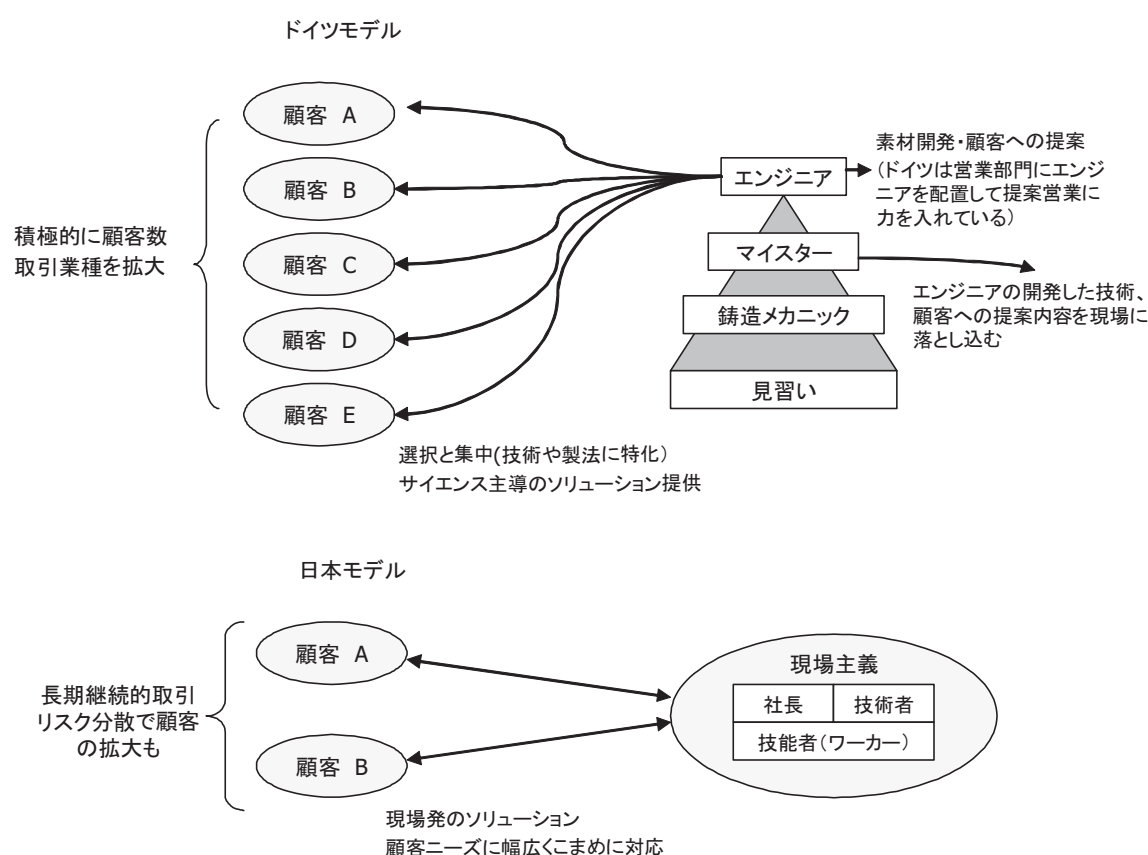
なお、素材にこだわるドイツの鋳物メーカーらしく、彼らの意図する「提案」「ソリューション」とはサイエンスベースの技術をコアにしたものである。顧客にベストソリューションを提供するという意味でドイツの CLAAS GUSS 社は「テーラード・キャスティング」という言葉を用いているが、同社は典型的な研究開発型企業として知られ、設計（Design）、素材（Material）、鋳造ライン（Casting Process）の３つの工程でコンサルティングを実施し、この３要素を織り交ぜることでテーラードサービスを提供している。

一方、㈱富田鋳工所は「テーラメイド方式による１個づくり」という表現を用いており、１品物の受注にもきめ細かく対応していく製造プロセス技術を重視している。フルモールド鋳造法を強化するために模型会社を別会社として設立し、また、積極的な投資を行い、早くから３次元 CAD を導入している。同社のように、日本の鋳物メーカーが意図する「提案」「ソリューション」とは技術開発にとどまらず、１個生産への対応、リードタイムの短縮といった現場の機動力も含まれている。

このように、顧客に技術を提供しようとするドイツと、顧客のニーズにきめ細かく対応しようとする日本の違いは、エンジニア（サイエンス）主導か現場力主導かという両国の鋳物づくりの特徴が反映されたものと考えられる。この特徴を表したのが図表 39 である。ドイツは繰り返し述べてきたように、職位のトップがエンジニアであり、エンジニアが顧客に対するソリューションを提案し、その技術を現場に落とし込む技能者としてマイスターが必要とされている。エンジニアはリードタイムの短縮や１個生産への対応といった提案ではなく、サイエンスベースの提案に特化する傾向にある。特定の顧客に提案するというよりは、自社の強みであるサイエンスベースのソリューションを受け入れる企業を次々と発掘しようとする。これがドイツの顧客対応の典型例である。

一方、現場主義の日本は、リードタイムの短縮や 1 個生産へのニーズがあれば、得意の機動力を生かして現場ぐるみで対応を図ろうとする。特定の技術を売り込もうとするよりも、得意客の幅広いニーズにきめ細かく対応しようとする傾向にあるが、これは現場を中心とする組織力があってこそその顧客対応の姿である。ジャスト・イン・タイムという生産方式が日本で生まれたのも、この現場力があるからであり、一人のエンジニアの提案で対応できる顧客サービスとは性質を異にしている。

図表 39 ドイツ企業と日本企業の顧客ニーズへの対応



（出所）三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング(株)及び中小企業金融公庫総合研究所作成

（３）系列取引下の商慣行に晒される日本

経済産業省が 2006 年 11 月に「素形材産業取引ガイドライン」を策定している。重量取引などイノベーションを妨げる商慣行の見直しを図ろうとする目的で策定されたものである。

ドイツにも日本同様の商慣行が存在している。基本は重量取引であり、薄肉化や複雑形状化への対応分をきっちりと価格に上乗せされるケースはあまり多くないようである。木型の保管費用も鋳物メーカーの負担となっており、「めったに使わない木型をユーザー企業へ引き取ってもらうのに苦労している」との指摘もあった。また、一般的には見積もりを出して価格決定がなされるようであるが、自動車業界では非常に厳しい単価を一方的に提示されることもあるようである。

このような商慣行に対するドイツ鋳物協会（DGV）の見解は「様々な商慣行をブレイクスルーするには、技術力を高め、提案型企業になることだ。そして、できるだけ開発段階から顧客にコミットすることだ」であり、個別企業からも「結果的に顧客とWin-Winの関係になればよい」とトータルでの事業価値を重視し、個別の商慣行を問題視する鋳物メーカーは少ない。是正すべき商慣行があるのは事実であるが、ドイツでは業界全体の問題として捉えておらず、「技術力をもって個々の企業が解決していくべき問題」と捉えられている。

このような日独の温度差の理由の一つには、ドイツには日本のような強い系列取引が存在しないことが関係していると考えられる。もちろん、ドイツでも鋳物メーカーと取引先が完全に対等な関係にあるとは言えないが、少なくとも日本で見られるような系列取引関係にはない。原材料の価格転嫁にしても、DGVが出す原材料価格データが業界標準として受け入れられており、ブレーキディスクなどを生産するM.Busch社は「ダイムラー・クライスラーのような大手企業になると、DGVの価格データに合わせて自動的に原材料費の調整をしてくれる」と語っている。日本では価格転嫁がスムーズに認められる事例はそう多くない。

ドイツに比べて厳しい商慣行に晒されていると考えられる日本の鋳物メーカーは、技術に特化したソリューションだけではなく、顧客企業のあらゆるニーズにきめ細かく応えることで長期的な取引関係を維持し、トータルで収益を上げていく必要に迫られていると考えられる。

5. 経営者の戦略

人材マネジメント、技能承継、鑄造技術のマネジメント、顧客ニーズへの対応という観点から、ドイツと日本の鑄物工場のものづくり基盤技術にかかる経営戦略の比較分析を行ってきた。ドイツは資格により職位が決まることが多く、エンジニアとマイスターの組織内での位置づけやミッションも明確に区分されている。このような人材マネジメントの違いが、両国の技能承継のあり方や鑄造技術のマネジメントなどへも少なからず影響を及ぼしていることがうかがえた。

ドイツの事例企業における経営者の出自をみると、オーナー会社の下で家業を引き継いだケース、大企業傘下に入った関係で経営者が親会社から派遣されてきたケース、所有と経営の明確な分離の下に役員が経営担当と技術担当に別れ専門化しているケースなど様々である。一般的なドイツの鑄物メーカーの経営者像としては、重要事項の意思決定、顧客との折衝などのマネジメント業務に専念する傾向が強く、生産現場に自ら足を運んで、指示を出したり現場の作業を手伝ったりということはまず考えられないという点で概ね共通していた。

しかしながら、訪問した企業の中には、ドイツモデルにあまり当てはまらない事例も存在した。最も顕著な事例は、最大手のドイツ鑄造メーカーの工場長を 10 年間ほど務めた Hans Dhonau 氏が経営する Dhonau 社である。

従業員 48 名と、他のドイツ鑄物工場に比べて規模が小さいことも影響していると思われるが、Dhonau 社は現場主義をモットーとし、工場長やエンジニアも現場の目線で仕事をしている。出湯してダクタイル鑄鉄をつくる際には、社長をはじめエンジニアも溶解炉の前に立ち、リアルタイムで成分が表示される電光掲示板を見入る姿が印象的であった。また、エンジニア自らが溶湯をひしゃくで掬い、サンプルを作っている姿にも驚いた。一般的なドイツの鑄物工場で、この作業をエンジニアが生産現場で担当することはまずないだろう。社長の Dhonau 氏は従業員に頻繁に声をかけ、木型を倉庫から取り出す作業を手伝っていた。これも、規模の大小にかかわらず、一般的なドイツの鑄物工場ではまず見かけないシーンであろう。また、総じて日本の鑄物工場の方がクリーンな状況にあるとの印象を強くしたが、Dhonau 社だけは別格であり、むしろ日本の一般的な鑄物工場よりもはるかにクリーンで清潔さが保たれている。整理整頓も徹底されており、従業員はこぼれた砂を常に掃き掃除している。この Dhonau 社は全ての面において他のドイツの鑄物工場とは異なる側面を見せており、職位の存在を感じさせない日本的なチームワークを実感した唯一の工場であった。

日独鑄物工場のものづくり基盤技術にかかる特徴は、図表 34 に総括しているような「ドイツモデル」「日本モデル」に集約されるが、経営者の考え方や戦略は「ドイツモデル」「日本モデル」という枠組みを超え得るものであることを Dhonau 社の事例は示唆している。

第V章. 日本の鋳物工場の強みと課題

最後に、ドイツ鋳物工場との比較分析を通して日本の鋳物工場の強みを分析するとともに、今後の課題についてまとめている。

1. 日本の鋳物工場の強み

(1) 固有の現場力

ドイツと日本の鋳物工場が置かれた立場や目指すべき方向は基本的に同じである。複雑形状化や薄肉化へ対応し、機械加工なども手がけて製品としての付加価値を高めるとともに、顧客の課題を解決し、顧客に新たな価値を提案するソリューション企業が目指すべき姿といえよう。しかし、その実現に向けてドイツは技術やサイエンスをより重視しているのに対して、日本は全員参加型の現場力を重視している。

第IV章で分析したように、日本はドイツのような職業教育システムが存在しないため、各社がそれぞれの工夫で OJT による多能工を育成している。また、各社の独自の取り組みのもとに技能やノウハウの「見える化」「標準化」を進めている。人材育成は標準化も外部化もされていないだけに、これらは各社固有の現場力となって蓄積していく。職位の垣根が低い日本では技能と技術の融合が生まれやすく、型メーカーや設備メーカーとの摺り合わせによるノウハウが現場に蓄積されることもあるだろう。ドイツに比べた日本の特徴は、職能や職位が曖昧で融合的だからこそ現場が鍛えられ、各社固有の現場力が培われるところにある。

(2) 家族的経営によるチームワーク力

「良い鋳物をつくろう」という現場の強い責任感やものづくりに対するマインドは日本もドイツも同様であるが、「家族的経営」「チームワーク」を全面に出して品質管理や生産性向上を図ろうとしているのは日本の鋳物工場である。ドイツの鋳物工場は企業内のピラミッド構造の中で、職位の違いを前提とした管理がなされている印象を受けた。

今回、日本の鋳物工場もドイツの鋳物工場も、経営者自ら、または役員や工場長レベルの人物に時間をかけて案内してもらったが、工場長や経営者が工場で働く従業員と交わすコミュニケーションにも日独の違いを感じた。ドイツはあくまでも「経営者」と「現場従業員」という距離感を感じるが、日本の場合は経営者が従業員一人ひとりをよく掌握しており、気軽に声をかけるなど密なコミュニケーションが図られており、「家族的経営」の一端が見えてくる。また、現場レベルで 5S の実践、QC などの小集団活動、

あるいは現場ぐるみで TPM 活動を展開している日本は、現場のチームワークの良さが工場見学をしている第三者にも実感として伝わってくる部分が多い。

「経営」と「現場」の垣根が低いのが日本的経営の特徴であるのに対して、ドイツでは「経営」と「現場」は明確に分かれており、「エンジニア」と「マイスター」の間にも明確な職位のポジションの違いが存在する。このような日独の違いが人材マネジメントの違いに表れているといえるが、従業員のモチベーションやマインドを高めるために、従業員とのコミュニケーションをより重視しているのは日本の鋳物工場ではないかと感じる。そして、これが固有の現場力にもつながっている。

（３）従業員にやさしい職場環境

ドイツで見学した工場は、Dhonau 社を除き、かなり大型の工場であったが、工場の操業環境は単純に比較すると、日本の鋳物工場の方がはるかにクリーンで清潔な印象を受けた（ただし、前述したとおり、Dhonau 社の工場は別格で、日本の鋳物工場の標準を上回るレベルにあった）。特に㈱キャストや㈱マツバラの工場などは、溶解炉周辺の環境（臭いや熱）、型ばらし工程周辺のダストの排除には気を遣っており、鋳物工場とは思えないほど環境整備が進んでいる。また、鋳物工場では大量の中子を使うことが多いが、こうした中子のストックにしても、日本の鋳物工場の方が整理整頓を徹底している印象を受けた。

日本の鋳物工場では既に 3K というイメージが払拭されつつあるが、正直なところドイツの鋳物工場はやや殺伐とした印象を受けた。また、後工程やバリ取り、検査工程を含めて、ドイツでは女性従業員の姿は一人も見かけなかった。日本ではバリ取りなどの後工程や検査工程では女性が働いていることが多く、㈱キャストでは砂込めや中子の上型・下型合わせの現場でも女性が働いていた。また、㈱真岡製作所では 3 次元の鋳造シミュレーションといった技術開発を女性社員が担当していた。このような違いもあって、日本の鋳物工場の現場は明るくなごやかな雰囲気も漂っていたが、ドイツの鋳物工場は男性の職場という印象が強い。

従業員への配慮は工場環境ばかりではない。㈱真岡製作所では、従業員のために清潔できれいな社内食堂の整備に力を入れており、中でも異国で働く外国人従業員が喜ぶようにと、シェフの選定やメニューにまで社長自ら気を配っている。分業が進んだ鋳物工場では、誰かが引き受けなければならない単純作業やきつい労働がどうしても存在する。そのような仕事環境において食事は従業員のモチベーションを高めるための重要な要素として考えているからである。

従業員の働きやすさを重視した工場内の環境整備は各社の自助努力に負うところが大きく、経営者の思想が反映されるところでもある。コストダウン要請に晒され、安い中国の鋳物との競合に晒されながらも、日本の鋳物メーカーの経営者が「安全で働きやすい環境整備」に必死になって努めてきた努力の跡がうかがわれた。従業員を大切にする日本的経営の良さといえるかもしれない。

2. 日本の鋳物工場の課題

最後に、ドイツの鋳物工場との比較において、日本の鋳物工場が今後検討すべき課題について整理する。日本の強みは固有の現場力にあると考えられるが、ドイツの強みを分析することで日本の課題が浮き彫りとなってくる。

(1) サイエンス的アプローチの強化

ドイツが技術やサイエンスを重視している点からは学ぶべきことが多い。榊永瀬留十郎工場が「鋳物とは科学技術そのものであることを鋳物屋が認識する必要がある。鋳物の世界では職人ではなく、技術屋がトップに就く必要がある」と断言しているように、鋳物にはサイエンス的アプローチが必要な部分が多く、現場力による底上げだけでは技術革新への対応に限界がある。

不良対策においても、新たな鋳物の用途開発においても、未知なる部分を解明するためのサイエンス的なアプローチがより重視されていくと考えられる。ドイツでは鋳造エンジニアの育成に注力するとともに、大学と共同でエンジニア育成のプログラムを開発したり、業界を挙げて新素材にかかる研究開発を行ったりしているが、こうしたドイツの取組みは日本の鋳物業者にとって有用な示唆を与えてくれると思われる。

(2) 経営分析力の強化

設備投資を行う際、ドイツではエンジニアリング会社が鋳物メーカーと鋳造機械メーカーの間をコーディネートし、投資効果を具体的な数字として経営目標に掲げるケースが多いという。また、日本では技術力が反映されにくい重量による価格決めが問題視されているが、取引先に商慣行改善を求めていくには鋳物メーカーがコスト構造を明らかにして、原価計算を行う体制を整えていくべきとの指摘がある。また、安値受注合戦にならないよう、それぞれの鋳物メーカーが採算ラインを明確にした上で、値段が合わない仕事は引き受けないようにしていくことも必要との指摘もある。

Schonlau 社では、製品ごとに原価計算を行っており、顧客から図面を受け取ると、生産ロット、重量、中子数、鋳造や仕上げにかかる時間などを勘案して1個当たりの単価を計算するコンピュータソフトを導入している。したがって、同社は生産途中でも製造原価が当初見積価格を上回れば、原価計算を根拠に顧客と交渉することができる。ドイツ鋳物協会でも中小企業の経営力強化に重点を置いた取り組みを行っており、たとえば、エネルギーコスト上昇による経営への影響を分析できる計算式のモデルをつくり、中小企業に対して製造コスト低減の必要性を唱え、経営改善を支援していく取り組みを行っている。今後、グローバルな市場競争に勝ち残っていくには、技術だけではなく、経営分析力を高めていく必要がある。

（３）鑄造専門人材の育成システムの整備

ドイツでは、鑄造マイスターを育成するための専門学校とカリキュラムが存在し、鑄造エンジニアを育成するための各種セミナーも充実している。OJT による社内教育を積みながら、必要に応じて外部の人材育成カリキュラムを活用することが可能となっている。こうしたカリキュラムは固定的なものではなく、常にドイツ鑄物師協会などが中心となって、時代ニーズや技術革新を踏まえた見直しを行っている。マイスター育成カリキュラムではコスト管理や法令遵守、業務管理ソフトの使い方など経営やマネジメントにかかる要素も重視されており、現場の技能や技術一辺倒ではない。

鑄物に限ったことではないが、ものづくりをとりまく環境は複雑化しており、技術革新へ対応するには、常に新しいことを学んでいく必要がある。そのための人材育成を中小企業主体の日本の鑄物業界が各社自前で対応していくことは非効率であり、また、対応できる企業も限られる。OJT が人材育成の基本であることに変わりはないが、各社固有技術に関係しない部分は、誰もが使えるカリキュラム開発を行っていくことが必要であろう。ドイツのように鑄造にかかわる専門人材を育成する拠点整備を行うことも必要で、現在川口地域を拠点に進められている「鑄造現場の中核人材育成プロジェクト」もその一助になる。

なお、日本には厚生労働省が認定したマイスターがいるが、ドイツのマイスターのように社会的な権威づけとなっているとはいえず、また地方自治体独自にマイスター制度を創設しているところも多く、様々な制度が乱立していることが“マイスター”の客観的な評価基準をわかりにくくしている点も否めない。日本の鑄造メーカーはマイスター認定の乱発を必ずしも歓迎しておらず、むしろドイツのマイスター制度のよい点を取り入れて、時代の変化に応じて必要となる技能や技術、さらには経営をしっかりと学べる育成システムの整備を求めている。

（４）「見える化」「標準化」を進める中での新たな技術課題の解決

高度技能者が高齢化・引退していく中で、いつまでも技能者に頼ったものづくりを続けることはできないだろう。暗黙知やノウハウの「見える化」、徹底した作業の標準化もあるべき方向だといえる。

しかし「見える化」「標準化」をひたすら追求すれば全てが解決するというわけではない。日本の鑄物工場が「見える化」「標準化」を進める一方で、新たに出てくる技術課題をいかに解決していくかは今後の課題となろう。そのためにも日本の特徴である小集団活動や TPM 活動の全社的展開が重要になってくると思われる。数多くの移民を受け入れているドイツの鑄物工場が頑固に固有の技術や技能を維持承継し、「大型一点物の特注品」では世界市場をほぼ独占しつつあるという現状もある。どこまでを外部戦力に依存し、どこまでを内部の人材に依存するのかといったメリハリある人材マネジメントが問われている。

おわりに

日本とドイツの鋳物業界は、国際競争に打ち勝つため、より付加価値の高い技術や製品へとシフトし、顧客ニーズへの対応という意味でソリューションに重点を置いている。このように両国の鋳物業の置かれた状況や今後進むべき方向は共通項が多く、概観すると同じポジションに位置するように見える。しかし、人材マネジメントや技能承継、鋳造技術のマネジメント等への取り組みについては明確な違いが認められる。両国の特徴を最も端的に表現するとすれば、人材マネジメントにおける「専門・分化のドイツ」、「多能・融合の日本」、人材マネジメントの違いに端を発した鋳造技術のマネジメントにおける「サイエンス重視」のドイツモデル、「現場力重視」の日本モデルといえるだろう。

鋳造業界は総合力が問われるので現場力、チームワーク力に特徴がある日本の強み、特徴を発揮しやすい。しかし確立された人材育成システムを背景とする企業内の職能的専門・分化、企業間関係の独立性などによって、技術や素材に特化しサイエンスをベースとしたソリューション提供を行ったり、経営資源の選択と集中を図ったりしているドイツから学ぶところも多い。

V章で分析したように、日本には各社固有の現場力、家族的経営によるチームワーク力、そして従業員にやさしい職場環境といった強みがある。こうした強みを失わず、なおかつ、今後はサイエンス的アプローチの強化、経営分析力の強化、鋳造専門人材育成システムの整備、そして「見える化」「標準化」を進める中での新たな技術課題の解決といった課題に取り組んでいく必要がある。日本が今後も世界最先端の鋳造技術を有し、国際競争力のある鋳造産業を国内に維持していくには、ドイツモデルの良い面を貪欲に吸収していくことも必要かと思われる。

用語説明

レポート本文の網掛の部分の用語説明を以下に記載している。以下の用語説明は、特に断り書きがない限り、日本鑄造工学会編「図解鑄造用語辞典」日刊工業新聞社より引用している。（五十音順）

CAE	Computer Aided Engineering 鑄造 CAE とは、CAD で設計した部品情報をもとにコンピュータ上で湯流れや凝固の解析、鑄造欠陥の予測、鑄造方案の検討などを可能にするソフトウェアで、実際に鑄造を行う前に様々な鑄造条件を検証できる。CAE を活用することで試作品の失敗やそれに伴う製造工程の繰り返し、試作における試行錯誤などを減らすことができ、工数やコストのムダを減らすことにつながる。（※この用語については大分県産業科学技術センター「鑄造支援ネットワークシステム カスタネット」より引用）
鑄型	（いがた）溶解金属を注入して所定の鑄物をつくる型。一般に鑄型砂その他の耐火材料を用いる。
鑄込み	（いこみ）鑄型に溶湯（ようとう）を注入すること。注湯（ちゅうゆ）ともいう。
上型・下型	（うわがた・したがた）鑄型を2つ又はそれ以上に割って鑄込める場合、上側になる部分の鑄型を「上型」といい、下側になる部分の鑄型を「下型」という。
押湯	（おしゆ）注湯された溶湯の凝固収縮に対し、溶湯を補給するために鑄物部に取り付けられる付属物。この大きさ、形状、位置を決めることが健全な鑄物を作るために重要となる。
主型	（おもがた）中子に対して鑄物の外側をつくる外型のこと。
型ばらし	（かたばらし）鑄込み後、鑄型をこわして鑄物に付着する砂を除去する作業。

機械込め	(きかいごめ) 造型機によって造型することで、鑄枠に鑄型砂を充てんするため、手動操作の造型機やコンピュータ管理による自動造型機まである。鑄型砂の種類、鑄物の大きさ、要求される精度などによって種々の造型方式がある。
木型	(きがた) 木製の模型のことで、加工が容易で安価であるため、模型として多用されている。しかし、摩耗や破損しやすく、湿気を吸収して寸法が狂いやすいので、取扱いや保管には注意を必要とする。この欠陥を補うものに金型があるが、高額であるため、木型にするか金型にするかは、製品数量から採算点を見出して決定される。
球状黒鉛鑄鉄(FCD)	(きゅうじょうこくえんちゅうてつ) 鑄仕上げを終わった鑄物の段階で、黒鉛が球状に晶出している鑄鉄。ダクタイル鑄鉄とも呼ばれる。黒鉛形状の影響で、強度・伸びが高く、極めて強靱で、鑄鋼に匹敵するが、鑄造性はねずみ鑄鉄よりも劣る。自動車用、機械用などに用いられることが多く、生産量は次第に増加している。
自硬性鑄型	(じこうせいいがた) 造型後、常温で放置するだけで硬化する鑄型。粘結剤の化学反応によって硬化現象が起こる。
巣	(す) 鑄物の表面又は内部に主として溶湯の凝固収縮により生じる粗い内壁を持つ空洞。鑄物の肉厚部のような最終凝固部に生じる。ひけ巣ともいう。
砂型	(すながた) 砂(耐火物)を種々の粘結剤で固めてつくった鑄型。
造型	(ぞうけい) 鑄型をつくること
鑄造方案	(ちゅうぞうほうあん) 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。
手込め	(てごめ) 機械力を用いずに、人力により造型すること。
中子	(なかご) 鑄物中空部をつくるため、主型(おもがた)と別に鑄型をつくり、これを主型の中空部にはめ込む。この鑄型のことを中子という。

生型	(なまがた) 適当な成型性、強さ、通気性などの性質を持つように処理された、主としてけい砂と粘結剤としてのベントナイト又は粘土、添加剤及び水分で構成される生型砂で造型された鑄型。
ねずみ鑄鉄(FC)	(ねずみちゅうてつ) 黒鉛が片状に晶出している鑄鉄で、普通鑄鉄や片状黒鉛鑄鉄とも呼ばれる。ある程度の機械的強度を有するとともに、耐食性・耐摩耗性・振動吸収性などが良く、かつ鑄造性が優れているので、日用品から重工業材料まで用途が広い。
冷し金	(ひやしがね) 溶湯が凝固する際、肉厚の大きいところでは冷却速度が不均一になって「ひけ巣」が発生する。これを防ぐために熱伝導率の大きい金属棒、あるいは黒鉛などを鑄物表面に当てたり差し込んだりする。これを冷し金という。(※この用語については独立行政法人産業技術研究所「鑄造データベース」より引用)
模型	(もけい) 鑄型に鑄物の形を写しとるための原型となるもので、生産する製品の量、精度、造型法などによって材質は金属、木材、合成樹脂などが用いられ、それぞれ金型、木型、樹脂型という。また、発泡ポリスチロールで模型をつくり、これを砂中に埋没させて溶湯を注ぐ方法もある。発泡ポリスチロールは燃焼消失するので、発泡ポリスチロールの模型を使う鑄造法は消失模型鑄造法(フルモールド法)と呼ばれる。
湯口系	(ゆぐちけい) 鑄物の溶湯を流入させる流路の総称。湯口、湯道(ゆみち)、堰(せき)などから構成されている。湯道は湯口と堰との間を直結する溶湯の流路。堰は湯道と鑄物部を結ぶ溶湯の流路であるが、湯口系全体を指す場合もある。
湯流れ	(ゆながれ) 溶湯の流動性
溶解炉	(ようかいろ) 個体金属を熱源で加熱して熔融金属に変える炉。鑄造ではキューポラや電炉が用いられる。

本調査は、中小企業金融公庫から委託を受けた三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)及び
中小企業金融公庫総合研究所の共同調査研究という形で2006年度に実施したものである。

なお、本レポートは調査結果をもとに中小企業金融公庫総合研究所において一部編集を行った。

中小公庫レポート No.2006-11

発 行 日 2007年3月29日

発 行 者 中小企業金融公庫 総合研究所

〒100-0004

東京都千代田区大手町1-8-2

電話 (03) 3270-1269

(禁 無断転載)